تعیین انحراف تقاضای ترانزیت هوایی کشور در بخش پروازهای عبوری *

محمود صفارزاده[۱] کامبیز مستوفی دربان[۲]

چکیده *هدف اصلی مطالعهٔ حاضر، شناسایی پتانسیل‌های ترانزیت هوایی کشور در بخش پروازهای عبوری و برآورد میزان تقاضای انحراف یافته از مسیرهای هوایی کشور به سایر مسیرهای جایگزین می‌باشد. پس از تعیین محدودهٔ مورد مطالعه و ناحیه‌بندی آن، سه پایگاه اطلاعاتی ویژه به منظور انجام بررسی‌های آماری ایجاد شد. نمونه‌های آماری گردآوری شده در این پایگاه‌ها، عمدتاً مربوط به بازهٔ زمانی ۲۰ الی ۲۷ ماه می سال ۲۰۰۲ میلادی است. دلیل اصلی انتخاب بازهٔ زمانی یک هفته‌ای، دورهٔ تکرر پروازهای منظم در سطح جهان می‌باشد. ۱۱ زوج ناحیهٔ مختلف به عنوان پتانسیل کشور در ترانزیت هوایی شناسایی شد. نتایج نشان دادند که علی‌رغم کوتاهی مسیرهای هوایی کشور در بین زوج نواحی مؤثر شناسایی شده، کم‌تر از چهل درصد از پروازهای قابل عبور، وارد این مسیرها شده و مابقی جذب مسیرهای موازی و به ویژه آسمان جنوب خلیج فارس می‌شوند. پس از تشکیل جداول دسته‌بندی شدهٔ متقاطع، نقش خطوط هواپیمایی مختلف بر اساس سهم پتانسیل‌های آشکار از مجموع کل پتانسیل مربوط به هر یک از آن‌ها در آسمان کشور ارزیابی شد. هم‌چنین در این پژوهش تحلیل آماری داده‌های گروه‌بندی شده با استفاده از مدل‌های لگاریتم – خطی انجام شد و با استفاده از این مدل‌ها، فرضیهٔ صفر اثرات متقابل ترکیبی بررسی شد. نتایج برازش این مدل‌ها بر جداول دسته‌بندی شدهٔ متقاطع، به وضوح نقش مؤثر متغیر دسته‌بندی شدهٔ شرکت‌های هواپیمایی مختلف را در بازار ترانزیت هوایی کشور نشان می‌دهد. در مرحلهٔ بعدی، با استفاده از آزمون آماری "t" یک‌طرفه گروه‌بندی شرکت‌های هواپیمایی مختلف بر اساس درآمدهای ارزی از دست رفتهٔ کشور انجام شد. در ادامهٔ، در این رویکرد، اولویت‌بندی مسیرهای هوایی بین‌المللی کشور، از نظر حجم تردد عبوری و توزیع زمانی تقاضای موجود در هر یک از آن‌ها تعیین شد. هم‌چنین با توجه به اختلاف برآورد شدهٔ موجود مابین پتانسیل‌های آشکار در آسمان کشور با کل پتانسیل موجود، شامل پتانسیل‌های آشکار و پنهان، راه‌کارهایی به منظور تبدیل سطح پنهان پتانسیل به سطح آشکار ارائه گردید.*

واژه‌های کلیدی پرواز عبوری، ترانزیت هوایی، تقاضا، حمل و نقل هوایی

Demand Diversion of Air Transit in the Over Flight Sector

M. Saffarzadeh K. Mostofi Darban

Abstract *The main purpose of this research is to identify air transit potential in the over-flight sector and to estimate the demand diversion from Iran's air corridors to other substitute paths. After determining the study area and its zoning, three special information zones were formed for statistical studies. The collected statistical samples in the databases mainly relate to the time interval of 20^{th} to 27^{th}, of May 2002. The main reason to select the 1-week time interval is the period of repetition of regular flights throughout the world. Eleven different zones have been identified as air transit potential of the country. The results indicate that, despite the shortness of air paths of the country among the identified effective air transit zones, less than 40% of the transit flights have entered these corridors and the remainders are absorbed in parallel paths. Different approaches have been adopted in the analysis of Iran's air transit potentials. In this study, after forming classified crossing tables, the roles of various airlines have been evaluated on the basis of the portion of the evident potentials in the total potential flights. The categorical data according to logarithmic-linear models have also been statistically analyzed in the research and the zero hypotheses of the combined mutual effects have been studied by using these models. The results of fitting these models into classified crossing tables clearly show the effective role of the classified variable of different airlines in the air transit market. In other hand, with applying the one way t-test, different airlines have been categorized, by rate of loosing revenue. The international corridors have also been prioritized in this approach in terms of volume of transit and time distribution of the present demand. In addition, considering the present evaluated difference between the visible potentials in the country's sky and the present potential, including evident and hidden potentials, some strategies have been presented for converting the latent demand to the evident level.*

Key Words Transit, Over-Flight, Demand, Air Transportation

---

* تاریخ دریافت نسخه نهایی اصلاح شده ۸۷/۹/۲۶ و تاریخ تصویب مقاله ۸۷/۱۰/۵

(۱) استاد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

(۲) کارشناس ارشد، برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

امروزه صنعت حمل و نقل هوایی به خاطر خصوصیات بی‌نظیرش از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. رشد مقالات علمی چاپ شده و مطالعات انجام گرفته در این زمینه به روشنی گواه این حقیقت است. به عنوان مثال می‌توان به مطالعاتی نظیر توسعهٔ شرکت‌های هوایی و مطالعات اقتصادی آن[1]، ایجاد مسیرهای جدید مسافری و باری، بازاریابی تقاضای سفر هوایی [2,3]، توسعهٔ فرودگاه‌ها، برنامه‌ریزی پرواز و بسیاری از موارد دیگر اشاره نمود. در این رابطه در کشور ایران مطالعات مربوط به ترانزیت هوایی و پتانسیل‌های آن قابل طرح و بررسی می‌باشد. این کشور به خاطر قرارگرفتن در مسیرهای جریان‌های بارز حمل و نقل هوایی، به ویژه جریان‌های شرق به غرب و بالعکس، می‌تواند درآمدهای ارزی مناسبی را از بازار ترانزیت هوایی به خود اختصاص دهد. بدیهی است که همواره در محدودهٔ امکان‌پذیر موجود، بیشینه‌سازی درآمدهای قابل حصول از ترانزیت هوایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

شایان ذکر است که یکی از مهم‌ترین بخش‌های پتانسیل‌های ترانزیت هوایی کشور به پروازهای عبوری از فراز آن مربوط می‌شود. طبق تعریف، پتانسیل‌های ترانزیت هوایی کشور در بخش عبوری، شامل کلیهٔ پروازهای رابط بین زوج نواحی مختلفی است که مسیرهای هوایی ایران به واسطهٔ کمینه‌سازی شاخص‌های اقتصادی مختلف و به ویژه شاخص زمان پرواز، به عنوان یکی از گزینه‌های منطقی و قابل انتخاب به منظور رسیدن به مقاصد پروازی، برای آن‌ها مطرح می‌باشد [٤]. گام نخست در مطالعهٔ حاضر، تعیین و شناسایی محدودهٔ مورد مطالعه می‌باشد. بدین منظور مناطقی از جهان که به نوعی بر بازار ترانزیت هوایی ایران تأثیر گذارند، به عنوان محدودهٔ مطالعه شناسایی و به نواحی مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند. بر این اساس، ناحیه‌بندی محدودهٔ مورد مطالعه شامل نواحی اروپای غربی و شرقی، آسیای میانه، قفقاز، آسیای غربی، شرقی و جنوبی، روسیه و خاورمیانه می‌شود.

لازم به توضیح است که پیشینهٔ مطالعاتی مرتبط با موضوع ترانزیت هوایی در سطح جهان، عمدتاً متمرکز بر تحلیل تقاضای حمل و نقل هوایی به منظور برآورد شاخص‌هایی نظیر فراوانی عملیات پروازی (فراوانی عملیات نشست و برخاست)، میزان پردازش بار و مسافر، تعداد مسافران و یا میزان بار حمل شده و یا نرخ مسافر- کیلومتر و یا تن- کیلومتر بار جابه‌جا شده و سایر موارد مشابه توسط شرکت‌های هواپیمایی و یا فرودگاه‌های مختلف در سطح جهان می‌شود.

مدل‌های تحلیل و برآورد تقاضای حمل و نقل هوایی در سطح جهان، عمدتاً از ساختار جاذبه‌ای و ساختار خطی پیروی می‌نمایند [2,3].

از دیگر مطالعات انجام شده در رابطه با موضوع ترانزیت هوایی، انجام مطالعات به منظور توسعه و گسترش فرودگاه‌های قطبی(Hub Airports) در سطح جهان است.

امروزه به منظور افزایش کارایی و بزرگی شبکه‌های حمل و نقل هوایی در مناطق مختلف جهان و افزایش درآمد ناشی از مسافران ترانزیتی، بحث فرودگاه‌های قطبی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

در کشور ایران علی‌رغم جایگاه ویژهٔ ترانزیت مسافر و کالا و به ویژه ترانزیت مسافر در سیستم حمل و نقل هوایی، تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با آن انجام نشده است.

به‌طور مشخص در رابطه با موضوع ترانزیت هوایی می‌توان به مطالعات انجام شده توسط صفارزاده و ورشوکار و شرکت مهندسین مشاور شبدر اشاره نمود [٥و٤].

در مطالعات صفارزاده و ورشوکار، عمده فعالیت تحقیقاتی بر ارائهٔ مدل‌های مناسبی به منظور برآورد تقاضای حمل و نقل هوایی بین‌المللی عبوری از طریق آسمان ایران متمرکز بوده است.

در این مطالعه ضمن به‌کارگیری متغیرهای مؤثر مناسب، مدل‌هایی با ساختار جاذبه‌ای و ساختار خطی

تهیه و اعتبارسنجی آن‌ها نیز انجام شده است. شرکت مهندسین مشاور شبدر به بررسی پتانسیل کشور در ترانزیت هوایی و ارائهٔ راه‌کارهای جذب آن، در دو بخش: حمل و نقل هوایی بین‌المللی عبوری و توقف از ایران در گسترهٔ مناسبی مورد مطالعه قرار داده است. در این رویکرد، شناسایی پتانسیل کشور در ترانزیت هوایی و ارائهٔ راه‌کارهای جذب آن، در ابعاد مختلفی انجام شده است.

ذکر این نکته مهم ضروری است که از مهم‌ترین نیازهای مطالعات برنامه‌ریزی حمل ونقل، وجود پایگاه‌های اطلاعاتی صحیح و متناسب با نیازهای این مسأله است. بدیهی است که میزان صحت و سقم نتایج حاصل از مطالعات مختلف به‌طور مستقیم با میزان دقت و کیفیت پایگاه‌های اطلاعاتی مبنای مطالعات در ارتباط است. ازسوی دیگر از هزینه برترین قسمت‌های انجام مطالعات ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی مبنا می‌باشد که با افزایش سطح دقت پایگاه‌های اطلاعاتی مربوطه، هزینه جمع‌آوری آن نیز به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

بنابراین نخستین گام در فرآیند تهیه و برازش مدل‌های مختلف، گردآوری آمار و ارقام مورد نیاز در قالب پایگاه‌های اطلاعاتی رایانه‌ای می‌باشد.

بر این اساس، انجام مطالعهٔ حاضر متکی بر پایگاه‌های اطلاعاتی تهیه شدهٔ حاصل از تلفیق سه گروه اطلاعاتی شامل: اطلاعات استخراج شده ازمراجع "OAG" (Official Airlines Guide) ، اطلاعات مرتبط با واحد مجوز پرواز، و اطلاعات دریافت شده از واحد کنترل فضای کشور می‌باشد.خاطر نشان می سازد که همهٔ پایگاه‌های اطلاعاتی استفاده شده در مقالهٔ حاضر به بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی و به‌طور مشخص به سال ۲۰۰۲ مربوط می شود[٤].

روش پژوهش

فرآیند پژوهشی در بررسی پتانسیل‌های ترانزیت هوایی کشور در بخش پروازهای عبوری در شکل (۱) نشان داده شده است. شایان ذکر است که در بخش ترانزیت عبوری، ویژگی‌های تقاضا و عرضه، به‌طور مجزا بررسی شده است.

در این راستا، پس از شناسایی زوج نواحی مبدأ و مقصد مؤثر بر حریم هوایی کشور، پایگاه‌های اطلاعاتی ویژه‌ای به منظور شناسایی پتانسیل‌های کشور در ترانزیت هوایی، شناسایی کلیهٔ پروازهای موجود بین زوج نواحی مؤثر در بازه زمانی مورد مطالعه و همچنین ویژگی‌های مسیرهای هوایی بین‌المللی کشور از نظر اولویت‌بندی و شناسایی مسیرهای هوایی مهم و توزیع زمانی تقاضای موجود ایجاد شده‌اند. پس از تشکیل پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط، با استفاده از روش‌های آماری مختلفی نظیر استفاده از آزمون فرضیه‌های صفر آماری، تحلیل جداول دسته‌بندی شده متقاطع و آزمون آماری، به منظور برآورد اهمیت آماری اختلاف میانگین‌ها، وضعیت ترانزیت هوایی کشور در بخش پروازهای عبوری بررسی شده است.

همچنین بررسی اثرات متقابل ترکیبی در پتانسیل‌های کشور در ترانزیت هوایی در بخش پروازهای عبوری از طریق تحلیل آماری داده‌های گروهی و با استفاده از مدل‌های لگاریتم – خطی بخش دیگری از این پژوهش را تشکیل می‌دهد.

چنانچه مشاهدات وضعیت استفاده یا عدم استفاده از مسیرهای هوایی کشور، وضعیت درخواست یا عدم درخواست در صدور مجوز پرواز بر فراز ایران و شرکت‌های هواپیمایی به عنوان سه متغیر گروه‌بندی شده در نظر گرفته شوند برای زوج نواحی مؤثر مورد مطالعه، دو جدول توافقی سه لایه‌ای ایجاد می‌شود که خانه‌های آن فراوانی مشاهده شدهٔ گروه‌های متقاطع‌اند. حال می‌توان فرضیه‌هایی را بر مبنای اثرات متقابل ترکیبی عوامل (متغیرهای) این جدول‌ها با استفاده از برازندگی مدل‌های لگاریتم – خطی مورد بررسی قرارداد و میزان اختلاف مشاهده و برآورد مدل را از

طریق آزمون آماری مربع کای (χ^2) ارزیابی کرد. حال می‌توان با ارائه مثالی، استفاده از مدل لگاریتم- خطی را برای جدول (۳) طرفه نشان داد.

فرض کنید وضعیت استفاده یا عدم استفادهٔ پرواز از فضای عبوری کشور (Pa)، تابعی از وضعیت صدور و یا عدم صدور مجوز پرواز بر فراز ایران (Pe) و همچنین نام شرکت هواپیمایی (A) تحت بررسی باشد. چنان‌چه فرض فوق صحیح نباشد واحتمال انتخاب فضای کشور در پروازهای عبوری مستقل از نام شرکت هواپیمایی باشد، تابع احتمال مربوطه و فرضیهٔ پایداری بازار ترانزیت هوایی کشور در برابر شرکت‌های هواپیمایی مختلف به شرح زیر، قابل طرح است.

$$Ho: Pr[Pa = y|Pe = x,\ A = z] = Pr[Pa = y|Pe = x] \quad (۱)$$

در رابطهٔ فوق، احتمال به فعلیت رسیدن سهم مشخصی از پتانسیل‌های موجود کشور، توسط شرکت‌های هواپیمایی مختلف برابر است (مستقل از شرکت هواپیمایی می‌باشد).

از سوی دیگر، رابطهٔ فوق مبین این موضوع است که احتمال درخواست صدور مجوز پرواز بر فراز کشور در شرکت‌های هواپیمایی مختلف متغیر است.

مدل لگاریتم – خطی این فرضیه به این صورت است که چون Pa به Pe بستگی دارد، رابطهٔ بین آن‌ها غیرصفر است، یعنی: $Pa \times Pe \neq 0$. اگر فرض شود تغییرات Pe به A وابسته باشد، یعنی: $Pe \times A \neq 0$ در فرضیهٔ صفر، مقدار Pa برای Pe مشخص (یعنی، $Pa \times Pe$) و A مستقل از یکدیگرند، یعنی: $Pa \times Pe \times A = 0$. حال می‌توان فرضیهٔ صفر را به صورت زیر درآورد:

(فراوانی چگونگی استفاده از مسیر توسط مدل لگاریتم خطی $[a \times Pe, Pe \times A]$ قابل نمایش است.):Ho (۲)

اگر مدل $[Pa \times Pe, Pe \times A]$ برازندهٔ مشاهدات نباشد (اختلاف دارای اهمیت باشد)، فرضیه Ho رد می‌شود؛ در نتیجه پیوند بین پتانسیل‌های آشکار در فضای کشور و وضعیت درخواست و یا عدم درخواست صدور مجوز بر فراز آن به شرکت هواپیمایی نیز وابسته است.

شایان ذکر است که تمامی مدل‌های لگاریتم – خطی، اعضای خانوادهٔ مدل‌های سلسله مراتبی‌اند. در مثال بالا اگر مدل لگاریتم خطی: $[Pa \times Pe \times A]$ در نظر گرفته شود، آزمون این مدل معادل است با آزمون مدل:

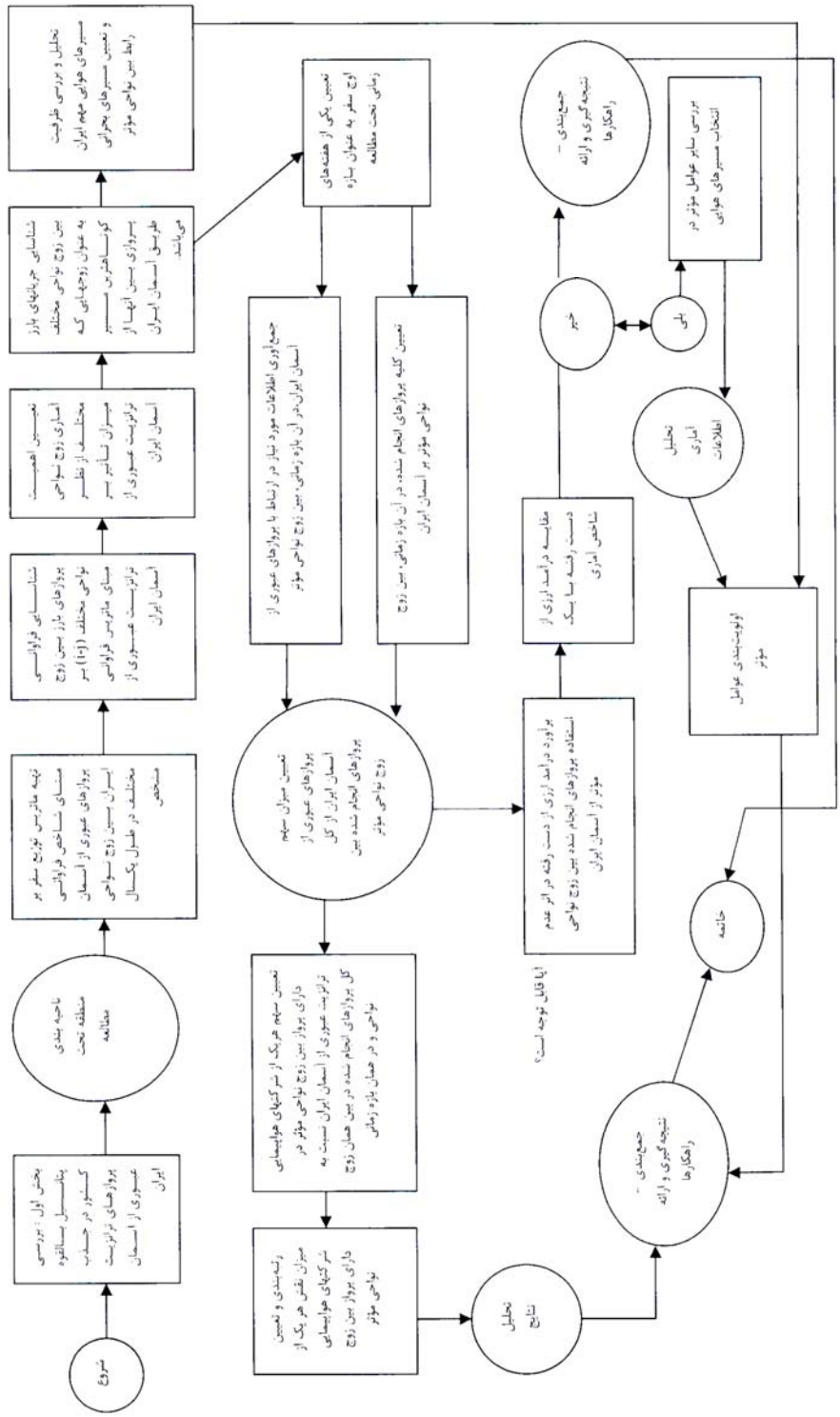
$$[Pa, Pe, A, Pa \times Pe, Pe \times A, Pa \times A, Pa \times Pe \times A]$$

که در آن، اثرات پیوندی دو عاملی، به علاوهٔ اثرات پیوند یک عاملی هر یک از عوامل سه گانه در مدل آمده است، مدل بالا می‌تواند دارای چندین عامل (متغیر) باشد.

بررسی نمونه‌های آماری مطالعه و فرآیند تهیه پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط

از مهم‌ترین نیازهای فعالیت‌هاتی علمی و تحقیقاتی مختلف، وجود پایگاه‌های اطلاعاتی متناسب با نیازهای پژوهش می‌باشد. بدیهی است که میزان صحت و سقم و نوع اطلاعات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی مستقیماً بر کیفیت نتایج مطالعه اثرگذار می‌باشد.

در این مطالعه پس از تعیین محدودهٔ مطالعه، حوزه‌بندی آن بر اساس معیارهای جغرافیایی و در نظرگیری تعدادی از شاخص‌های حمل و نقل هوایی، انجام شده است [6,7,8]. سپس به منظور اولویت‌بندی زوج نواحی مختلف از نظر میزان نقش مؤثر آن‌ها در بازار ترانزیت هوایی و تعیین و تهیهٔ پایگاه‌های اطلاعاتی مورد نیاز مطالعه، اطلاعات آماری مربوط به کلیهٔ پروازهای ترانزیت عبوری انجام شده از طریق آسمان ایران در سال ۲۰۰۰ میلادی گردآوری شد. در مرحلهٔ بعد، ضمن هم‌فزون‌سازی داده‌های آماری در سطح حوزه‌بندی انجام شده، ماتریس توزیع فراوانی پروازها بین زوج نواحی مختلف ایجاد شد. به طور خلاصه، جدول (۱) اولویت‌بندی این زوج نواحی مؤثر در بازار ترانزیت هوایی کشور را به همراه سهم هر یک از آن‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱ نمودار روند جریان در بخش اول مطالعه (بررسی پتانسیل بالقوه کشور در جذب پروازهای ترانزیت عبوری از آسمان ایران) [٤]

جدول ۱ اولویت‌بندی زوج نواحی مختلف در پروازهای عبوری از آسمان کشور

اولویت	زوج ناحیه	سهم (٪)	اولویت	زوج ناحیه	سهم (٪)
۱	اروپا با خاورمیانه	۲۵	۷	روسیه با آسیای جنوبی و شرقی	۳
۲	اروپا با آسیای شرقی	۲۲	۸	آسیای جنوبی با آسیای میانه	۲
۳	اروپا با آسیای جنوبی	۱۹	۹	آسیای شرقی با خاورمیانه	۱
٤	خاورمیانه با آسیای جنوبی	۲۰	۱۰	آسیای جنوبی با آسیای میانه	۰/۷
٥	روسیه، قفقاز و آسیای میانه با خاورمیانه	۹	۱۱	اروپا با قفقاز	۰/۳
٦	آسیای غربی با خاورمیانه	٤			

پس از بررسی مقدماتی فراوانی پروازهای عبوری، ۱۱ زوج ناحیهٔ مختلف به عنوان پتانسیل‌های کشور در ترانزیت هوایی شناسایی شدند.

با توجه به جدول (۱) از آن‌جا که بیش از ۸۵٪ فراوانی پروازهای عبوری از فراز کشور به ۵ اولویت برتر مربوط می‌شود، فرآیند مطالعاتی متمرکز بر این زوج نواحی می‌باشد. ولی با توجه به گسترهٔ محدود مسیرهای هوایی کشور در حد فاصل نواحی خاورمیانه با آسیای جنوبی و واقع شدن آن مسیرها بر فراز آب‌های آزاد و عدم وجود مسیرهای رقیب در رابطه با اولویت پنجم، از ایجاد پایگاه‌های مرتبط با زوج نواحی مذکور در شناسایی پتانسیل‌های موجود در بخش عبوری چشم پوشی شده است. شایان ذکر است که مسیرهای هوایی کشور در بین زوج نواحی فوق شامل دو مسیر واقع در بین مرزهای هوایی IMLOT و EGRON و هم‌چنین DENDA و METBI واقع بر فراز دریای عمان و به طول تقریبی ۱۵۰ ناتیکال مایل (1 nautical mile=1.852 kilometer) می باشد.

به‌طور مشخص، پایگاه‌های اطلاعاتی ایجاد شده در شناسایی پتانسیل پروازهای عبوری، مربوط به زوج نواحی اروپا با آسیای شرقی و جنوبی (Main 4 Euro-Asia) و هم‌چنین اروپا با خاورمیانه (Main 4 Mid-Euro) می‌شود. نمونه‌های آماری گردآوری شده در پایگاه‌های ساخته شده، عمدتاً مربوط به بازهٔ زمانی ۲۷-۲۰ ماه می سال ۲۰۰۲ میلادی است.

دلیل اصلی انتخاب گسترهٔ زمانی یک هفته‌ای در مطالعهٔ حاضر، دورهٔ تکرر پروازهای منظم در سطح جهان می‌باشد. اطلاعات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی با توجه به نیاز متکی بر سه گروه اطلاعاتی شامل اطلاعات استخراج شده از:"OAG"(Official Airlines Guide) [9]، اطلاعات مرتبط با واحد مجوز پرواز و نهایتاً اطلاعات دریافت شده از واحد کنترل فضای کشور می‌باشد.

آنالیز و ارزیابی مدل اثرات متقابل ترکیبی

با توجه به نتایج بررسی‌های آماری، حدود ۳۰ شرکت هوایی بین‌المللی عضو اتحادیه بین‌المللی هوانوردی در بین هر یک از زوج نواحی اصلی، پتانسیل‌های کشور را در بخش عبوری رقم می‌زنند.

کل پتانسیل‌های منظم عبوری شناسایی شده در بازهٔ زمانی مورد مطالعه در بین زوج نواحی اروپا با خاورمیانه برابر با ٦٥٧ پرواز هفتگی، اروپا با آسیای جنوبی و شرقی، برابر با ۹۱۱ پرواز هفتگی را شامل می‌شود. لازم به توضیح است که با توجه به پایگاه‌های اطلاعاتی ایجاد شده، پتانسیل‌های پنهان و آشکار ترانزیت هوایی (پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل) در بخش عبوری، مطابق با جدول (۲) برآورد شده است.

تأکید می‌گردد که ارقام فوق شامل تمامی پروازهای منظم برنامه ریزی شده دربین زوج نواحی مؤثر اصلی برآسمان کشور می‌باشد که در بازهٔ زمانی

مورد مطالعه از کتاب "OAG" استخراج شده و در قالب پایگاه‌های اطلاعاتی رایانه‌ای ذخیره سازی شده است. بدیهی است که پتانسیل پنهان، شامل بخشی از پروازهای فوق می‌گردد که برای رسیدن به مقاصد پروازی خود از فراز ایران عبور ننموده‌اند.

همان‌طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، کم‌تر از ٤٠٪ پتانسیل‌های ترانزیت هوایی در آسمان کشور، فعلیت یافته است. این بررسی حاکی از آن است که سهم زیادی از پتانسیل‌های موجود کشور در رابطه با ترانزیت عبوری از دست رفته است. با توجه به این مطلب، با ایجاد جداول دسته‌بندی شدهٔ متقاطع، میزان نقش شرکت‌های هواپیمایی مختلف از نظر شکل‌دهی به پتانسیل بالفعل پروازهای عبوری مشخص می‌شود[11]. پس از آن با استفاده از آزمون آماری «t» مقدار درآمد از دست‌رفتهٔ هریک از شرکت‌های هواپیمایی با میانگین درآمد از دست‌رفته تمامی شرکت‌های هواپیمایی مقایسه شده و فرضیهٔ صفر برابری مقدار عددی میانگین با یک عدد ثابت تحلیل می‌شود.

در این پژوهش، شناسایی نقش شرکت‌ها با استفاده از جداول توافقی سه‌لایه‌ای بر اساس متغیرهای گروه‌بندی شدهٔ A,P_a,P_e صورت پذیرفته است[12].

متغیر گروه‌بندی شدهٔ A معرف شرکت هواپیمایی وP_a و P_e، به ترتیب؛ مبین وضعیت استفاده از مسیر و وضعیت مجوز پرواز در دو سطح صفر و یک می‌باشند. گروه‌های یک و صفر به ترتیب، مبین استفاده یا عدم استفاده و داشتن یا نداشتن تقاضا برای اخذ مجوز پرواز از فراز ایران می‌باشند.

حال با توجه به مطالب یاد شده، میزان نقش هر شرکت هواپیمایی "i" در بازار ترانزیت هوایی بر اساس رابطهٔ (۳) تعیین می‌شود [13]:

$$R_{Ai} = \frac{F(Ai\times(P_a)_1\times(P_e)_1)}{\sum_{j=0}^{1}\sum_{k=0}^{1} f(Ai\times(P_a)j\times(P_a)_k)} \qquad (۳)$$

که در آن، f معرف فراوانی پرواز و R_{Ai} معرف میزان نقش مؤثر شرکت هواپیمایی i– ام از نظر میزان تمایل آن شرکت در استفاده از مسیرهای هوایی کشور می‌باشد. با توجه به این تحلیل‌ها، برای زوج نواحی اروپا با خاورمیانه، شرکت‌های هواپیمایی اماراتی و بنگلادشی و برای زوج نواحی اروپا با آسیای جنوبی و شرقی، دو کشور فرانسه و هندوستان نقش مؤثرتر و تمایل بیشتری نسبت به استفاده از مسیرهای هوایی کشور در مقایسه با سایر شرکت‌های هواپیمایی داشتند [14,15]. هم‌چنین در این راستا به منظور بررسی اثرات متقابل ترکیبی با استفاده از نرم‌افزار BMDP، مدل اشباع $[Pa\times Pe\times A]$ که در برگیرندهٔ اثرات متقابل رتبه‌های پایین نیز می‌باشد، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مدل یاد شده، فراوانی‌های جداول توافقی سه لایه‌ای را به صورت رابطهٔ (٤) برآورد می‌نماید [۱۰].

جدول ۲ نتایج سهم پتانسیل‌های آشکار (بالفعل) ترانزیت هوایی در آسمان کشور در دورهٔ زمانی یک هفته‌ای[٤]

ردیف	زوج ناحیه مؤثر	کل پتانسیل منظم (فراوانی پرواز)	پتانسیل آشکار (بالفعل) (فراوانی پرواز)	پتانسیل پنهان (بالقوه) (فراوانی پرواز)	سهم پتانسیل آشکار از کل (٪)
۱	اروپا با خاورمیانه	٦٥٧	١٦٣	٤٩٤	٢٤/٨
۲	اروپا با آسیای شرقی و جنوبی	٩١١	٣١٤	٥٩٧	٣٤/٥

$$L_n F_{ijk} = \theta + \lambda_{(Pa)_i} + \lambda_{(Pe)_j} + \lambda_{(A)_k} + \lambda_{(Pa)_i}\lambda_{(Pe)_j} + \lambda_{(Pa)_i}\lambda_{(A)_k} + \lambda_{(Pe)_j}\lambda_{(A)_k} + \lambda_{(Pa)_i}\lambda_{(Pe)_j}\lambda_{(A)_k} \quad (٤)$$

که در آن، F مقدار قابل انتظار از فراوانی مشاهده شده است. λها اثرات بوده و θ, Pe, Pa متغیرهایی هستند که اثر به آن‌ها باز می‌گردد. مدل بالا را مدل اشباع می‌نامند؛ چرا که تمام اثرات را در بردارد. با خارج کردن یک اثر (برابر صفر قراردادن) مدل‌های مختلف نتیجه می‌شود. در سلسله مراتب مدل، اثر رتبهٔ بالاتر نمی‌تواند وجود داشته باشد. مگر آن که تمام رتبه‌های پایین‌تر که اثرات آن‌ها زیرمجموعهٔ اثر رتبه بالاتر است، نیز وجود داشته باشد[16]. برای مثال اگر $\lambda_{Pa\times A}$ در مدل باشد (یعنی صفر نباشد)، لازم است $\theta, \lambda_A, \lambda_{pa}$ نیز در مدل وجود داشته باشند. شایان ذکر است که θ اثر رتبهٔ صفر می‌باشد. نتایج حاصل از برازش مدل اشباع در جدول (۳) نشان داده شده است.

مطابق با جدول (۳)، نتایج برازش مدل لگاریتم – خطی $[Pa\times Pe\times A]$ بر جداول توافقی سه لایه‌ای مرتبط با زوج نواحی اروپا با خاورمیانه و هم‌چنین، اروپا با آسیای شرقی و جنوبی به وضوح وابستگی معنی‌دار وضعیت استفاده و یا عدم استفاده از مسیرهای هوایی کشور و هم‌چنین، وضعیت صدور و یا عدم صدور مجوز پرواز بر فراز کشور را به متغیر گروه‌بندی شدهٔ شرکت هواپیمایی نشان می‌دهد. با استفاده از آزمون نکویی برازش، با و استفاده از آماری مربع‌کای (x^2)، اهمیت مدل اشباع در نظر گرفته شده در فرضیهٔ صفر آماری مورد تأکید قرار می‌گیرد.

در مرحلهٔ بعدی به منظور بررسی میزان اهمیت درآمد از دست رفتهٔ ناشی از عدم به فعلیت رسیدن پتانسیل‌های ترانزیت هوایی کشور، توسط شرکت‌های هواپیمایی مختلف بر اساس آزمون آماری t، خطوط هوایی به سه دستهٔ با اهمیت (گروه ۱)، حد واسط (گروه ۲) و کم اهمیت (گروه ۳) تقسیم شده‌اند. به‌طور خلاصه، دستهٔ با اهمیت(گروه۱)، شامل شرکت‌های هواپیمایی می‌شود که میزان درآمد از دست‌رفته آن‌ها در مقایسه با میانگین درآمدهای از دست رفتهٔ مجموعهٔ شرکت‌های هوایی، از نظر آماری به شکل با اهمیتی بزرگ تر می‌باشد. گروه ۲، دربرگیرندهٔ شرکت‌هایی است که درآمد از دست رفتهٔ آن‌ها، از نظر آماری کاملاً برابر با میانگین درآمدهای از دست‌رفتهٔ مجموعهٔ شرکت‌های هواپیمایی تعیین می‌شود و نهایتاً گروه ۳ شرکت‌های دارای درآمد از دست‌رفتهٔ ناچیزی در مقایسه با سایر شرکت‌ها می‌باشد. بر این اساس، تمرکز بیشتر بر جذب سهم بیشتری از پروازهای گروه ۱ و ۲ و به ویژه گروه ۱ به آسمان کشور، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

به عنوان نمونه دو شرکت مربوط به کشورهای انگلستان و تایلند دارای با اهمیت‌ترین درآمدهای از دست رفته در بازار ترانزیت هوایی کشور، به ترتیب در بین زوج نواحی اروپا با خاورمیانه و اروپا با آسیای شرقی و جنوبی می‌باشند.

لازم به توضیح است که میزان درآمد از دست رفتهٔ هر شرکت هواپیمایی A بر اساس رابطهٔ (۵)، محاسبه شده است [11,12].

$$LR = (1-R_A)\times f_A \times D_{ij} \times \overline{W}_{ij} \times \frac{4.06}{1000} \quad (٥)$$

که در آن:

D_{ij} = مسافت مسیر هوایی اصلی واقع در حد فاصل دو FIR (Flight International Route) مرتبط با زوج نواحی i و j،

R_A = میزان نقش شرکت هواپیمایی A، در بین زوج نواحی مؤثر i و j،

جدول ۳ نتایج آزمایش اثرات متقابل ترکیبی در بررسی پتانسیل کشور در ترانزیت هوایی با استفاده از مدل‌های لگاریتم – خطی

زوج ناحیه	فرضیه بنیانی مدل (فرضیه صفر مورد آزمون)	χ^2	α
اروپا با خاورمیانه	توزیع ترکیب استفاده از مسیرهای هوایی کشور و وضعیت صدور مجوز با شرکت هواپیمایی تغییر می‌نماید.	۲۰	۰/۷
اروپا با آسیای جنوبی و شرقی	توزیع ترکیب استفاده از مسیرهای هوایی کشور و وضعیت صدور مجوز با شرکت هواپیمایی تغییر می‌نماید.	۲٤	۰/٤۳۲

جدول ٤ معرفی مسیرهای هوایی با اهمیت کشور و اولویت‌بندی مربوط به آن‌ها

اولویت	FIR (ورودی)	موقعیت	FIR (خروجی)	موقعیت
۱	Kumum	جنوب غربی بندرعباس	Bonam	شمال غربی ارومیه
۲	Egsal	شمال شرقی چابهار	Bonam	شمال غربی ارومیه
۳	Alram	غرب ارومیه	Egsal	شمال شرقی چابهار

$\overline{Wij}$ = وزن قالب یا معادل وزنی هواپیماهای تردد کنندهٔ بین زوج نواحی مؤثر i و j است که به ازای هر یک از زوج نواحی مؤثر از رابطهٔ (٦) به‌دست می‌آید.

$$\left(\overline{Wij} = \frac{\sum_{k=1}^{n} Wij \times N_k}{\sum_{k=1}^{n} N_k}\right) \qquad (٦)$$

که در آن :

F= فراوانی پروازهای شرکت هواپیمایی A در بین زوج نواحی مؤثر i و j در بازهٔ زمانی یک هفته‌ای،

K = شاخص نشان‌دهندهٔ نوع هواپیما

هم چنین به منظور شناسایی و اولویت‌بندی مسیرهای هوایی با اهمیت کشور بر اساس پایگاه اطلاعاتی مسیرها از رابطهٔ (۷) استفاده شده است:

$$f(i-j) \geq \mu + \sigma \qquad (۷)$$

که در آن :

$f_{(i-j)}$= فراوانی تقاضای موجود در صدور مجوز پرواز در مسیر هوایی واقع در بین FIR های i و j در طی یک شبانه‌روز،

μ = میانگین تقاضای پرواز در حد فاصل همهٔ FIR های کشور،

σ = انحراف از معیار فراوانی پروازها در مقاطع زمانی تحت بررسی می‌باشد.

بر این اساس از ۷۳ مسیر بین‌المللی مختلف، ۱۰ مسیر به عنوان مسیرهای با اهمیت شناسایی شده‌اند که سه اولویت برتر، مطابق با جدول (٤) می‌باشد.

از آنجا که تعیین مسیرهای بین المللی هوایی کشور به عنوان موضوع دوم و تکمیلی این پژوهش مطرح بوده و هم چنین، برای جلوگیری از فزونی صفحات مقالهٔ حاضر، از ارائهٔ ۷۳ مسیر بین المللی هوایی شناسایی شده و اعداد و ارقام مربوطه چشم‌پوشی شده است. برای کسب اطلاعات تکمیلی در این خصوص مراجعه به مرجع[٤] توصیه می گردد.

نتایج و پیشنهادات

نتایج بررسی‌های آماری بر روی پایگاه‌های اطلاعاتی نشان داد که کم‌تر از ٤٠ درصد از پتانسیل‌های موجود کشور در ترانزیت هوایی و در بخش پروازهای عبوری، جذب آسمان کشور شده و مابقی جذب مسیرهای موازی و به ویژه جنوب خلیج فارس می‌شوند. از سوی دیگر با توجه به نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌های گروه‌بندی شده با استفاده از مدل‌های لگاریتم – خطی، نقش مؤثر شرکت‌های هواپیمایی بین‌المللی در نوسانات بازار ترانزیت هوایی به‌روشنی مشخص شد. هم‌چنین با توجه به نتایج آماری، توجه بیشتر به شرکت‌های هواپیمایی گروه یک و دو، به ویژه گروه یک که اختلاف درآمدهای از دست رفتهٔ مؤثر از آن‌ها با میانگین درآمدهای از دست رفته همهٔ شرکت‌های موجود در پتانسیل کشور از نظر آزمون‌های آماری با اهمیت می‌باشد، مورد تأکید قرار گرفت. به عنوان مثال در بازهٔ زمانی مورد مطالعه، درآمد از دست رفتهٔ شرکت‌های هواپیمایی کشورهای انگلستان و تایلند به خاطر انجام نشدن سهم قابل توجهی از پروازهای آن شرکت‌ها از طریق آسمان ایران بین زوج نواحی مؤثر اروپا و خاورمیانه و اروپا با آسیای جنوبی و شرقی، با توجه به آزمون آماری t بسیار با اهمیت نشان داده شد. شایان ذکر است که عوامل مختلفی در کاهش سهم پتانسیل آشکار ترانزیت هوایی در آسمان کشور تأثیرگذار می‌باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده، یکی از مهم‌ترین عوامل، تعرفه‌های دریافتی از آسمان کشور است که بر اساس رابطهٔ خطی مصوب $R = D \times W \times \frac{4.06}{1000}$ محاسبه می‌شوند[11].

در این مطالعه با توجه به بررسی‌های انجام شده بر روی پایگاه‌های اطلاعاتی بازهٔ زمانی اوج ترافیک عبوری و هم چنین فراوانی‌های مختلف پروازهای شرکت‌های هواپیمایی پتانسیل ساز در ترانزیت هوایی کشور، شناسایی شده است. با توجه به این نوسانات، تصحیح ساختار رابطهٔ مصوب مورد استفاده در برآورد تعرفه‌های پروازهای عبوری و تغییر ساختار خطی آن به شکل غیرخطی و یا استفاده از متغیرهای ساختگی، به منظور ملحوظ داشتن اثرات فراوانی پروازها، حساسیت به زمان و حساسیت به عملیات نشست و برخاست توصیه می‌شود. این مطلب با هدف تعدیل تعرفه‌های دریافتی و اعمال قیمت‌گذاری متغیر، قابل انجام است. هم‌چنین مطالعاتی در زمینهٔ شناسایی و بررسی تأثیرات حاشیه‌ای عوامل مؤثر در نوسانات پروازهای عبوری و اولویت‌بندی آن‌ها از نظر میزان تأثیر در انحراف تقاضای موجود از مسیرهای هوایی کشور به مسیرهای جایگزین پیشنهاد می‌شود.

مراجع

1. Gille, D. and D., Levinson, "The Full Cost of Air Travel in The California Corridor", Ph.D Dissertation, University of California at Berkeley, (1998).
2. Verleger, P.K., "Models of Demand for Air Transportation", *Bell Journal of Economic Management Science*, Vol. 3, No. 2, pp.137-151, (1992) .
3. Rengaraja, V. R. and H., Thune-Larsen, "An Econometric Air Travel Demand Model For Air Travel Demand", *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 118, No. 3, pp. 371-380, (1992).

٤. مستوفی‌دربان؛ کامبیز و سرکشیکی؛ فرداد، "بررسی پتانسیل کشور در ترانزیت هوایی و ارائه و راه‌کارهای جذب آن"، مهندسین مشاور شبدر، (۱۳۸۲).

۵. صفارزاده؛ محمود و ورشوکار؛ کاوه، "ارائهٔ مدل برآورد تقاضای حمل و نقل هوایی بین‌المللی عبوری از ایران"، ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان (۱۳۸۲).

6. Aviation Industry Barometer, ITA, No; 26, Paris, (2000).

7. World Air Transport Data Guide, ITA, V.52, (2001).

8. World Development Indicators Data Base, World Bank, (2002).

9. Official Airlines Guide (OAG), Flight Guide, Vol.3, No.11, World Wide Edition, (2002).

۱۰. خردمندنیا؛ منوچهر و علامت‌ساز؛ محمد حسین، "تحلیل داده‌های جدول‌بندی متقاطع"، (جدول توافقی)، نشر دانشگاه اصفهان،(۱۳۷۸).

11. Doc. 7100/ICAO, "Manual of Airport and Air Navigation Facility Traffic", International Civil Aviation Organization, (2001).

12. Jeppesen, "Lead of Air Corridors", Sheets 17-20, Revisited 31 August (2001).

13.Tae Hoon Oum ,"Global Trends in Air Services Agreements and Future of NEA Air Transport and Policy", *ATRS World Conference* , University of California-Berkeley , June (2007) .

14. Yuguchi,K, " Pricing Models against the Airspace : Congress", *ATRS World Conference*, Nagoya, Japan, (2006).

15. Bagg , D.," Improved Model for Estimation of Terminal Airspace Capacity", *ATRS World Conference*, Nagoya, Japan, ,(2006).

16. Te Chang, Liu., "Ascertainment of an Air Route Demand Pattern", *9th Air Transport Research Society World Conference*, Rio de Janeiro, Brazil, July 3-7, (2005).