



معرفی و نیازسنجی هواپیماهای منطقه ای با استفاده از مدل سازی و نرم افزار

حکیمه السادات ناظری^{۱*}، محمدعلی شاهی آشتیانی^۲

* نویسنده مسئول: hsn.parvaz@gmail.com

چکیده

با توجه به رشد جمعیت و اهمیت ذخیره زمان، دیگر سیستم های حمل و نقل رایج (نظیر سیستم های بزرگراه ها، ریلی و حتی هوانوردی موجود) جوابگوی نیاز جمعیت نمی باشد، بنابراین بایستی مد جدیدی برای حمل و نقل معرفی گردد. موضوع این تحقیق به حل مسئله فوق با معرفی و بررسی هواپیماهای منطقه ای و کاربرد آنها می پردازد. در ابتدا با استفاده از مدل پشتیبانی تصمیم گیری سیستم حمل و نقل جدید هوایی با هواپیماهی کوچک معرفی می گردد و روش هایی برای تخمین نیاز بالقوه به این سیستم و ارزیابی آثار آن روی سیستم حمل و نقل موجود مورد بحث قرار میگیرد. سپس برای تخمین میزان تقاضای سفر بر اساس هدف و هزینه سفر و گروه درآمد خانوار از یک مدل سنتی چند مرحله ای استفاده می شود و بدین سان روند پیش بینی تاکسی هوایی و نیازسنجی آن را بررسی میکند.

واژه های کلیدی

هواپیمای منطقه ای، فرودگاه منطقه ای، تاکسی هوایی، نیازسنجی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده هوافضا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر-تهران

۲- دانشیار، دانشکده هوافضا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر-تهران

۱- مقدمه

شود که این مورد به خودی خود سبب کاهش هزینه ها و ترافیک پروازی می گردد.

۲- ایجاد هماهنگی و یکپارچگی بوسیله هواپیماهای مجهز به قابلیت بالای سیستم کنترل ترافیک با جریان های پیچیده و هواپیماهای کوچک تر.

۳- بهبود قابلیت پروازهای تک خلبان

۴- بهبود اقتصادی شهرهای کوچک و بزرگ بوسیله فراهم آوری دسترسی بالا و ارتقا یافته به حمل و نقل هوایی.

۵- فراهم آوری شرایط زیست محیطی بهتر به وسیله معرفی و بکارگیری تکنولوژی های پیشرفته در ساخت هواپیماهای منطقه ای.

۲- ارزیابی آثار SAT

ارزیابی آثار SAT شامل موارد زیر است:

تحلیل و آنالیز ضرورت و درخواست برای سیستم های جدید

آنالیز تحرک در ترم های ذخیره زمان سفر، هزینه های انرژی/ذخیره سازی

پیش بینی شرایط آینده سیستم حمل و نقل، (آیا SAT موفقیت آمیز خواهد بود یا خیر؟)

به عنوان مثال یکی از سوالاتی که برای این پروژه مطرح می شود عبارت است از:

آیا هواپیمای جدید قادر است که از هزاران فرودگاه در محدوده دسترسی به سرویس های اقتصادی با امنیت و اطمینان بالا پرواز کند. برای پاسخگویی به این قبیل سوالات ما از یک مدل پشتیبان تصمیم گیری^۳ DSM^۳ برای مطالعه SAT استفاده میکنیم. ۲ موضوع ذیل با این مدل درگیرند:

۱. روش هایی برای تخمین نیاز بالقوه به SAT و

ارزیابی آثار آن روی سیستم حمل و نقل موجود

با توجه به رشد جمعیت و اهمیت ذخیره زمان دیگر سیستم های حمل و نقل رایج نظیر سیستم های بزرگراه ها و ریلی و حتی هوانوردی موجود جوابگویی نیاز جمعیت نمی باشد، بنابراین بایستی مد جدیدی برای حمل و نقل معرفی گردد. موضوع این تحقیق به حل مسئله فوق با بررسی هواپیماهای منطقه ای^۱ و کاربرد آنها می پردازد.

هواپیمای منطقه ای (در دو نوع جت / توربوپراپ)، هواپیماهای سبک و کوچکی هستند که برای حمل و نقل مسافر در فواصل کوتاه با ظرفیت کم در فرودگاههای منطقه ای و با امکانات هوانوردی کمتر (مثلا فاقد برج مراقبت یا تسهیلات راداری) بکار گرفته می شوند. انتخاب این هواپیماها مبتنی بر شرایط آب و هوایی و جغرافیایی هر منطقه است و در نهایت حمل و نقل ارزانتر و سریعتر به همراه ترافیک کمتر را به ارمغان می آورند. اولین سوالی که قبل از بررسی سیستم حمل و نقل با هواپیماهای کوچک مطرح می شود این است اصلا به چه دلایلی نیاز به این سیستم احساس میشود؟ آیا اصلا نیاز است که ما در کشورمان هواپیمای منطقه ای و به طبع فرودگاه های محلی فعال داشته باشیم؟ برای پاسخ به این سوالات به بررسی ویژگی ها و مزایای SAT^۲ می پردازیم.

۱-SAT می تواند حمل و نقل در فواصل کوتاه را به واسطه فراهم آوری سرویس های حمل و نقل هوایی با استفاده از هواپیماهای کوچک تر فراهم کند به این ترتیب:

- مدت زمان و هزینه سفر تا حد زیادی کاهش می یابد چرا که جابجایی با هواپیمای کوچکتر کم هزینه تر است. از طرفی زمان سفرهای بین شهری با رد کردن اتوبانهای پرترافیک و حتی مسدود کاهش می یابد.

- حجم بالایی از عملیات پروازی در فرودگاه های کشور بدون برج مراقبت یا تسهیلات راداری ترمینالها انجام می-

^۱Regional Aircraft

^۲Small Aircraft Transportation

^۳Decision Supporting Model

دهد. همچنین مراحل بحرانی زیر را برای مطالعه مفهوم حمل و نقل SAT از نقطه آغازین سیکل نشان می‌دهد که عبارتند از:

الف) آنالیز سفر داخل شهری (شامل همه مدها)

ب) توزیع سفر داخل شهری

ج) شکافت مدل داخل شهری

د) ارجاع سفر در شبکه حمل هوایی

و) ارزیابی عملکرد سیستم حمل هوایی

۴- بکارگیری نرم‌افزارها در مدل DSM

در الگوی DSM از تعدادی نرم‌افزار برای تصمیم‌گیری آسانتر در یک مدل حمل و نقل پیچیده استفاده می‌شود. این نرم‌افزارها، تمامی مراحل چهارگانه ذکر شده برای تخمین میزان تقاضای سفر را شامل می‌شوند و خروجی آنها در قالب گراف، جداول و نقشه‌هایی ارائه می‌شود. این نرم‌افزارها عبارتند از:

- 1) Microsoft Visual Basic (version 6.0) for GUI development,
- 2) Math works 'Matlab (version 7.0) for computational programming,
- 3) ESRI's Map Objects (version 2.2) as a mapping tool,
- 4) Microsoft Access 2000 for datamanagement, and
- 5) Microsoft's MapPoint 2004 for distance calculation between two cities/towns-D pairs.

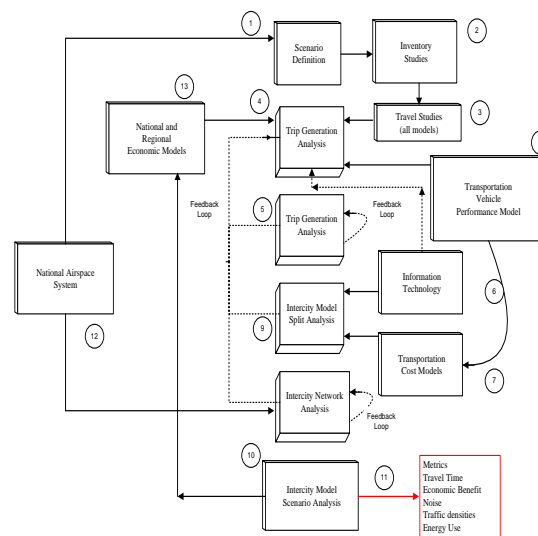
شکل (۲) ارتباط بین نرم‌افزارها را نشان می‌دهد، لازم به ذکر است تمام فرآیندهای محاسباتی بایستی به زبان MATLAB کدنویسی شود. سپس اطلاعات با توجه به شکل (۲)، به زبان‌های نرم‌افزاری تبدیل می‌شوند تا خروجی مدنظر حاصل گردد.

شکل (۳) ارتباط تابعی بین نرم‌افزارهای مختلف مدل DSM را نشان می‌دهد. کد MATLAB در هر مرحله به DLLS^۱ (کدهای رفت و برگشتی) به منظور تخمین تقاضای سفر

فوننی برای نمایش نتایج بگونه‌ای که تصمیم‌گیرنده بتواند آسانتر به تصمیم‌گیری پردازد.

۳- روش‌هایی برای ارزیابی تقاضا و اثرات SAT براساس مدل DSM

برای آشنایی با مطالعات کاربردی SAT انواع روش‌های قابل رقابت حمل و نقل دیگر در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل (۱) تاثیر سیستم‌های حمل و نقل موجود را روی سیستم اقتصادی ملی و منطقه‌ای

الگوی هدف مبتنی بر روش دینامیک سیستم است و زیرمدل‌هایی برای ارزیابی اثر تکنولوژی‌های حمل و نقل بالقوه در جامعه در سطوح منطقه‌ای و ملی مهیا هستند. در این مجموعه دینامیک‌های سیستم به عنوان یک مدل شبیه‌سازی مستمر به منظور کالیبره کردن اطلاعات سوابق مورد استفاده است واز بکارگیری فناوری SAT به عنوان نتایج موجود استفاده می‌شود. نهایتاً این روش، تاثیراتی مانند کاهش زمان سفر و سروصدا، استفاده بهینه از انرژی و سوخت، مزایای اقتصادی کاربردی، تاثیرات و تراکم سیستم حمل و نقل هوایی و غیره را پیشنهاد می‌دهد.

این الگو که در شکل (۱) نمایش داده شده شامل چندین حلقه فیدبک مهم است که تاثیر سیستم‌های حمل و نقل موجود را روی سیستم اقتصادی ملی و منطقه‌ای نشان می‌-

^۱Dynamic Link Libraries

۵- نیازسنجی و پیش بینی هواپیمای تاکسی هوایی با استفاده از مدل آنالیز سیستم حمل و نقل^۱ (TSAM) براساس مدل DSM:

نیازسنجی و پیش بینی هواپیمای تاکسی هوایی مناسب در آمریکا با استفاده از مدل آنالیز سیستم حمل و نقل (TSAM) براساس مدل DSM که در قسمت قبل توضیح داده شده انجام می شود.

TSAM نرخ سفر را براساس: هدف سفر، گروه درآمد خانوار و نوع منطقه آماری مادر شهر از جایکه سفر آغاز میشود، تخمین می زند. از کاربردهای بالقوه این مدل عبارتست از: مطالعات سیاست های حمل و نقل و تکنولوژی های گسترده ملی مانند معرفی سرویس های تاکسی هوایی، بکارگیری جت های خیلی سبک، سیستم های حمل و نقل هوایی نسل بعد و معرفی تکنولوژی های هوافضای جدید.

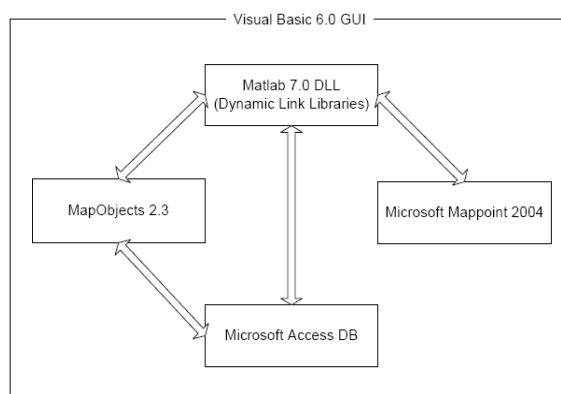
تقاضا برای حمل و نقل به شدت بوسیله افزایش تراکم در شبکه های تجاری، اتومبیلی و هوایی پشتیبانی می شود. مطالعه سیاست حمل و نقل در سطح ملی نیازمند مدل های نیازسنجی سفر چند وجهی است. تعداد کمی از این مدلها امروزه در دسترس هستند.

این مقاله یک مدل چندوجهی نیازسنجی پیش بینی کننده حمل و نقل بین شهری را ارائه میدهد.

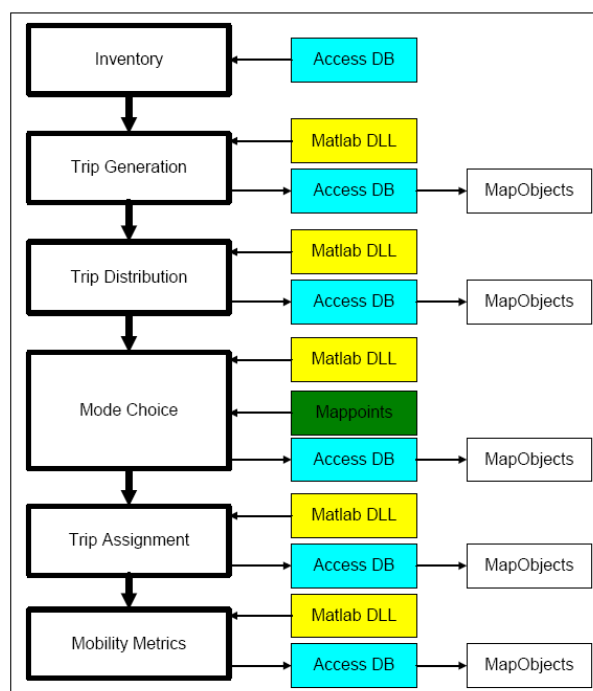
در آمریکا برای دستیابی به اهداف فوق از مدل آنالیز سیستم حمل و نقل (TSAM) استفاده می کنند که تلاشی برای درک ارتباطات بین سیستم های حمل و نقل هوا و زمین در ایالات متحده می باشد.

TSAM استفاده بالقوه ای در کمیت گذاری تاثیر نسل بعدی سیستم حمل و نقل هوایی دارد. مطالعه روند حمل و نقل در سطح مالی در مدل ارجاع شبکه ای برای سیستم هوافضای ملی میزان نیاز به تاکسی هوایی و ایرلاین تجاری را بارگذاری و تعیین میکند؛ به این طریق که تعداد زیادی

تبدیل می شود. مرحله انتخاب مد برای کاربران این امکان را فراهم می کند که زمان و هزینه های سفر را بین همه مدهای حمل و نقل بین یک مبدا و مقصد مقایسه کنند. در این مدل Map Point برای محاسبه مسافت و زمان سفر بکار می رود. Map Objects برای نمایش تقاضای سفر در هر مرحله مورد استفاده قرار می گیرد. در این فرایند نتایج برای هر شهر در پوشه Access data base ذخیره می شود و در نهایت به وسیله Map Objects نمایش داده می شود. [1]



شکل (۲) ارتباط بین نرم افزارها



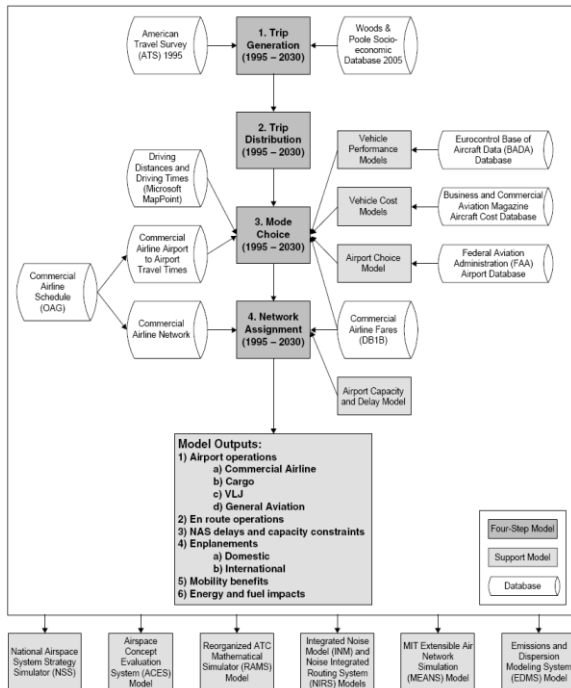
شکل (۳) ارتباط تابعی بین نرم افزارها در مدل DSM

^۱Transportation System Analysis Model

جدول (۱) سفرهای رفت و برگشتی سالانه بین شهری را برای هر گروه درآمدی خانوار در ایالات متحده

	Household Income Group				
	<\$30K	\$30K-\$60K	\$60K-\$100K	\$100K-\$150K	>\$150K
Business					
CSA	0.73	1.30	2.45	4.20	5.89
MSA	0.82	1.76	2.97	5.28	7.27
Non-MSA	1.30	2.75	4.23	5.67	8.11
Nonbusiness					
CSA	4.29	6.63	9.00	10.61	13.95
MSA	4.62	7.45	9.72	11.92	13.00
Non-MSA	6.40	10.48	12.74	14.32	16.84

خروجی اصلی TSAM شامل کل سفرهای رفت و برگشتی بین همه‌ی شهرهای آمریکا به هدف سفر تجاری و غیرتجاری و به روش‌های مختلف حمل و نقل (تاکسی هوایی، ایرلاین تجاری و اتومبیل) و بر اساس ۵ گروه درآمدی است. خروجی مدل به عنوان ورودی سایر مدل‌ها در نظر گرفته می‌شود؛ مانند سیستم ارزیابی مفاهیم هوافضایی (ACES) برای تحلیل بیشتر. بدنه مدل‌سازی بکارگرفته شده در TSAM را در شکل (۴) ارائه شده است.



شکل (۴) بدنه مدل‌سازی بکارگرفته شده

برای تخمین میزان تقاضای سفر از یک مدل سنتی چند مرحله‌ای استفاده می‌شود. این مدل چند مرحله‌ای عبارت است از:

فرودگاه ثانویه، سرویس‌های نقطه به نقطه بیشتر و درک تاثیر تکنولوژیهای هوافضایی جدید - مانند جت‌های بسیار کوچک - را پیشنهاد می‌دهد.

در حقیقت این مدل به منظور پیش بینی تقاضا و تاثیرات سیستم‌های حمل و نقل هوابیماهای کوچک (SATS) توسعه یافته است. برنامه NASA SATS بکارگیری هوابیماهای کوچک برای پشتیبانی مدهای حمل و نقل موجود، کاهش زمان سفر، بهبود حمل و نقل برای مسیرهای کوتاه را ارتقا داده است. این سیستم قادر به پیش بینی پروازهای تجاری و باربری می‌باشد.

تعداد سفرهای سالانه رفت و برگشتی بوسیله تاکسی هوایی، ایرلاین تجاری و اتومبیل را بین همه شهرهای آمریکا پیش‌بینی می‌کند. این تخمین براساس نوع مسافرت (تجاری و غیر تجاری) و ۵ رده درآمدی خانوار و مدل‌سازی ظرفیت فرودگاه‌ها انجام می‌شود. در نهایت تمام نتایج را در قالب جداول، پلات و نقشه و با استفاده از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه می‌کند.

۵ رده درآمد سالانه در آمریکا به این ترتیب تقسیم‌بندی شده‌اند:

- ✓ کمتر از ۳۰۰۰۰ دلار
- ✓ بین ۳۰۰۰۰ دلار الی ۶۰۰۰۰ دلار
- ✓ بین ۶۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ دلار
- ✓ بین ۱۰۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ دلار و
- ✓ بیش از ۱۵۰۰۰۰ دلار

تقسیم‌بندی مناطق آماری نیز به این ترتیبند:

۱. منطقه آماری وابسته به پایتخت کاملاً یک رقم شده (CSA)

۲. منطقه آماری وابسته به پایتخت (MSA)

۳. منطقه آماری مستقل از پایتخت موسوم به-NON MSA

جدول (۱) سفرهای رفت و برگشتی سالانه بین شهری را برای هر گروه درآمدی خانوار در ایالات متحده نشان می‌دهد.

۲-۵ مدل توزیع سفر

در این مدل جریان‌های O-D پیش‌بینی می‌گردد، یعنی انتهای سفرها به هم وصل می‌شوند به این ترتیب تبادل سفر بین مناطق نشان داده میشود. نتیجه اینکار تشکیل ماتریس تبادل سفر بزرگی (که گاهی جدول O-D نیز نامیده می‌شود) می‌باشد که نشان‌دهنده تعداد سفرهای بین مبدا و مقصد است. توجه کنید که هر خانه ماتریس مذکور نمایشگر تعداد سفرهای بین شهری سالانه می‌باشد.

۳-۵ مدل انتخاب مد

این مدل به پیش‌بینی درصد انتخاب هر مد حمل و نقل در سفرها می‌پردازد. مد حمل و نقل عمومی با اتومبیل، ایرلاین، اتوبوس، قطار و غیره رقابت میکند. شکل (۶) نشان می‌دهد که در این مدل انتخاب مد به تجزیه ماتریس تبادل سفر حاصل از مد قبل به ۵ ماتریس می‌پردازد. این ۵ ماتریس عبارتند از:

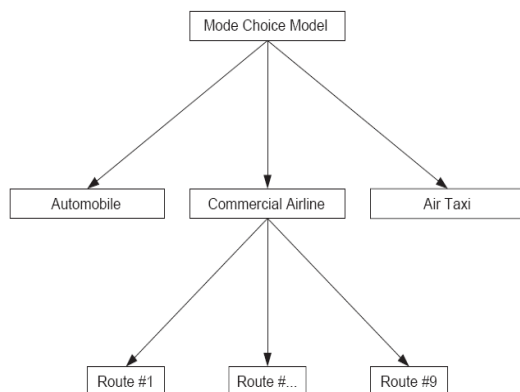
مدهای زمینی (سایرین هم نامیده میشود)

هواپیمای تک موتور هوانوردی عمومی

هواپیمای چند موتور هوانوردی عمومی

جت هوانوردی عمومی

هواپیمای تجاری



شکل (۶) ساختار مدل

توجه شود که خروجی ماتریس‌های این مد که در شکل نشان داده شده، در سطح شهری یا ایالتی تعریف شده‌اند. این

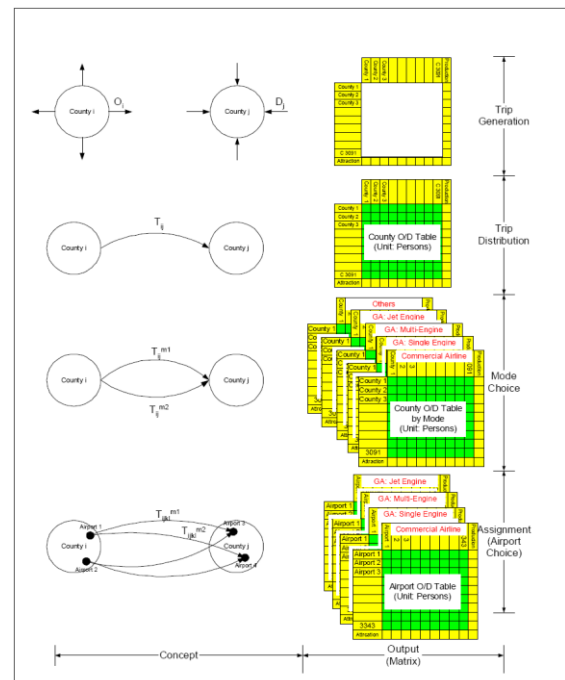
گسترش سفر

توزیع سفر

انتخاب مد

ارجاع سفر

فرایند مدل‌سازی بصورت شماتیک در شکل (۵) نمایش داده شده‌است. توضیحات مربوطه آورده شده است.



شکل (۵) پروسه مدل‌سازی

۱-۵ گسترش سفر

در مرحله گسترش سفر، تعداد سفرهای رفت و برگشتی به هدف مسافرت که از یک منطقه و یا به یک منطقه انجام میشود، تخمین زده می‌شود. شکل (۵) نشان میدهد که خروجی این فرایند یک ماتریس مبدا-مقصد (O-D) با دو بردار است: یکی برای خروج از منطقه و دیگری برای ورود.

طبق تعریف مدل آنالیز سیستم‌های حمل و نقل (TSAM)، سفر عبارتست از هر جابجایی رفت و برگشتی با مسافت بیش از ۱۰۰ مایل به استثنای سفرهای معمول روزانه.

¹Origin-Destination

در این مقاله یک مدل چندوجهی نیازسنجی پیش بینی کننده حمل و نقل بین شهری موسوم به TSAM را که در ایالات متحده بکار رفته بررسی شد. این روش تلاشی برای درک ارتباطات بین سیستم‌های حمل و نقل هوا و زمین در ایالات متحده می‌باشد. در حقیقت این مدل به منظور پیش بینی تقاضا و تاثیرات سیستم‌های حمل و نقل هواپیماهای کوچک (SATS) توسعه یافته است.

مراجع:

- [1] Dr. Hojong Baik. Research Scientist. Virginia Tech. Blacksburg, VA. U.S.A., Nicholas Hinze, Graduate Research Associate, Blacksburg, VA. U.S.A. , Dr. Antonio A. Trani. Associate Professor. Virginia Tech. Blacksburg, VA. U.S.A. , *Development of a Decision Support Model Using Map Objects to Study Transportation Systems* , 2012, NASA USA.
- [2] Hojong Baik, Antonio A. Trani, Nicolas Hinze, Howard Swingle, Senanu Ashiabor, and Anand Seshadri, Forecasting Model for Air Taxi, Commercial Airline, and Automobile Demand in the United States *Journal of the Transportation Research Board*, Vol.2052 , No.2 , 2008 , pp.9-20

مدل از مد توزیع سفر و یک مدل تو در تو برای محاسبه میزان نیاز به تاکسی هوایی، ایرلاین تجاری و اتومبیل برای سفر از یک شهر به شهر دیگر استفاده میکند.

۴-۵ ارجاع شبکه‌ای

ارجاع شبکه‌ای در TSAM شامل مدل‌های ارجاع شبکه‌ای برای تاکسی هوایی و ایرلاین تجاری است. مدل ارجاع شبکه‌ای ایرلاین تجاری میزان آتی سوار هواپیما شدن در فرودگاه‌های تجاری را با استفاده از میزان تقاضای سفر رفت و برگشتی از فرودگاه مبدأ-مقصد ایرلاین تجاری از مدل انتخاب مد محاسبه میکند.

۴-۵ مدل ارجاع شبکه‌ای تاکسی هوایی

مدل ارجاع شبکه تاکسی هوایی در در حقیقت این مدل به منظور پیش بینی تقاضا و تاثیرات سیستم‌های حمل و نقل هواپیماهای کوچک (SATS) توسعه یافته است. برنامه NASA SATS بکارگیری هواپیماهای کوچک برای پشتیبانی مدهای حمل و نقل موجود، کاهش زمان سفر، بهبود حمل و نقل برای مسیرهای کوتاه را ارتقا داده است. این سیستم قادر به پیش بینی پروازهای تجاری و باربری میباشد.

از خروجی مدل انتخاب مد برای سنجش میزان نیاز سالانه به تاکسی هوایی استفاده میکنند [۲].

۶- نتیجه گیری

با توجه به اینکه هواپیماهای SAT سبب کاهش زمان سفر و سروصدا، استفاده بهینه از انرژی و سوخت، مزایای اقتصادی کاربردی، تاثیرات و تراکم سیستم حمل و نقل هوایی و غیره می شود حتی بدون کاربرد روش نرم افزاری DSM که روش نرم افزاری بسیار پیچیده ای است؛ ما به این جمع بندی می رسیم که هواپیماهای منطقه ای برای کشورمان مورد نیاز است.

