Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

تحلیل سود آوری خطوط هوایی ایران با استفاده از رویکرد سیستم داینامیک

علی حاجی غلام سریزدی [1*]، منوچهر منطقی [2]

[1] نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات گرایش کسب و کار هوشمند، دانشگاه تربیت مدرس، دبیرکارگروه تجهیزات فرودگاهی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، A.hajigholam@modares.ac.ir

[2] عضو هیئت علمی دانشگاه مالک اشتر، Manteghi@ut.ac.ir

چکیده

صنعت حمل و نقل هوایی بخش بسیار مهمی از صنایع هوایی را در ایران تشکیل می دهد و تاثیرات قابل ملاحظه ایی را بر رشد اقتصادی، تسهیل مسافرت های عمومی و تجاری و مبادلات تجاری را فراهم می کند. همچنین این صنعت بشدت پویا می باشد. از این رو بررسی وضعیت این صنعت و شناخت دینامیزم های حاکم بر آن به ما کمک می کند تا برنامه ریزی بهتری برای موفقیت این صنعت داشته باشیم.

یکی از الزامات برنامه ریزی، پیش بینی درست از نیازها در آینده می باشد. رویکرد سیستم داینامیک بدلیل جامع نگر بودن و قابلیت شبیه سازی و همچنین اعتبار سنجی نتایج آن برای پیش بینی و تحلیل تقاضا مناسب می باشد. در این مقاله سعی کرده ایم تا با استفاده از رویکرد سیستم داینامیک، تقاضا خطوط هوایی ایران را شبیه سازی کنیم. به عبارت دیگر با مدلسازی دینامیزم های خطوط هوایی و سپس اعتبارسنجی مدل به بررسی رفتار تقاضا تحت سناریوهای مختلف پرداخته ایم.

واژگان کلیدی

خطوط هوایی، سیستم داینامیک، نمودار حالت - جریان، شبیه سازی.

1- مقدمه

تغییراتی که در سال‌های اخیر در محیط اقتصادی- اجتماعی شکل گرفته باعث شده تا مدل کسب و کار خطوط هوایی نیز دگرگون شود. توسعه‌ی توریسم، ظهور خطوط هوایی ارزان‌قیمت، حضور پررنگ تجارت الکترونیک و فروش اینترنتی بلیط و ... محیطی متفاوت با گذشته را برای خطوط هوایی ایجاد کرده‌اند.

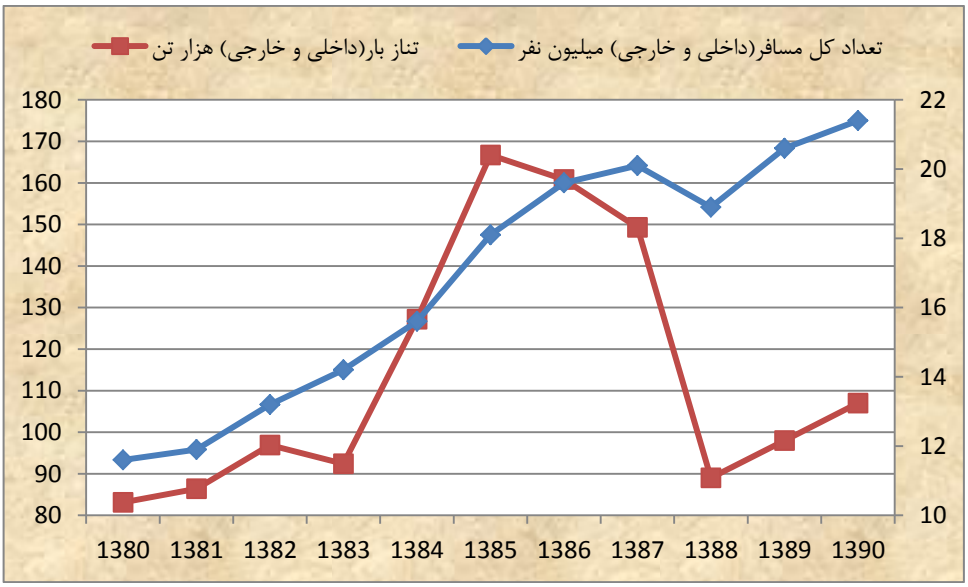
تقاضا برای سفرهای هوایی در دنیا همیشه رو به افزایش بوده است. و در این میان خاورمیانه و آسیا بازاری در حال رشد می باشند بطوریکه در سال 2007 خاورمیانه با رشد 20 درصدی در درآمد حاصل از جابجایی مسافر- کیلومتر، بیشترین رشد درآمدی را در جهان داشته است(اسدی، توکلی کاشی،1386). از طرف دیگر بازار حمل و نقل هوایی ایران چه از نظر دامنه و چه از نظر اندازه در حال رشد می باشد(دادپی،2010). همانطور که از شکل 1 مشخص است تعداد کل مسافران هوایی از 11.6 میلیون در سال 1380 به 21.4 میلیون در سال 1390 رسیده که بیانگر دو برابر شدن مسافرت های هوایی می باشد. از طرف دیگر هر چند تناژ بار دارای نوسان بوده و از 1384 تا 1388 ابتدا افزایش شدید و سپس کاهش شدیدی را تجربه کرده است اما میزان آن نیز دارای رشد می باشد.

گرچه تقاضا مسافرت هوایی و حمل بار در حال افزایش است اما ناوگان فرسوده، تحریم های بین المللی،

www.SID.ir

Archive of SID

عدم ثبات اقتصادی، عدم توجه به کیفیت، سوء مدیریت و مهمتر از همه طبیعت پیچیده و پویا و سیکلی صنعت خطوط هوایی مشکلاتی را برای این صنعت و سودآوری آن داشته است. از این رو نیاز است تا با بررسی وضعیت این صنعت و شناخت دینامیزم های حاکم بر آن به برنامه ریزی بهتر برای موفقیت این صنعت پرداخته و یکی از الزامات برنامه ریزی که پیش بینی درست از نیازها در آینده می باشد را با روشی مناسب انجام دهیم تا به نتایج مناسبی دست پیدا کنیم. سیستم داینامیک رویکردی است که با نگاه کل گرا خود مدعی برخورد اصولی با مسائل سیستم های پیچیده می باشد و می تواند به ما در راستای هدف مذکور کمک کند.



شکل شماره(1): تعداد کل مسافران هوایی داخلی (منبع: سالنامه آماری حمل و نقل هوایی کشور)

ساختار مقاله به این صورت می باشد که در قسمت 2 ادبیات موضوع شامل خطوط هوایی و سیستم داینامیک تشریح می گردد. در قسمت 3 مدل شبیه سازی(مدل جریان سیستم) آورده شده و تشریح گردیده است. نهایتاً در قسمت 4 به اعتبارسنجی مدل و شبیه سازی آن پرداخته و نتایج حاصل از سناریوهای مختلف را ارائه می کنیم.

2- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

2-1- خطوط هوایی

تقاضا مسافرت هوایی بشدت سیکلی و نوسانی می باشد(اسکینر، دیچر، لانگلی و سابرت[1]،1999). از طرف دیگر سودآوری این صنعت نیز بشدت تابع تقاضا و سیکلی می باشد. در نتیجه خطوط هوایی برای موفقیت نیاز به برنامه ریزی مناسب در جهت استفاده از امکانات و منابع خود منطبق با روند تقاضا دارند.

ایران دارای بیش از ۱۴ هزار ناتیکال مایل مسیر هوایی داخلی و بین المللی می باشد(کریمی مجد، 1384).

[1] Skinner, Dichter, Langley, & Sabert

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین بیش از50 مسیر هوایی در فضای کشور وجود دارد. طبق سالنامه آماری حمل و نقل هوایی کشور در سال90 حدود 16 ایرلاین فعال عملیات پرواز و جابه جایی مسافر و بار در داخل و به خارج ازکشور را به عهده دارند که جابه جایی بیش از 22 میلیون نفر مسافر توسط ناوگان هوایی کشور صورت گرفته است و همچنین در سال 90 تعداد 57 فرودگاه مشغول سرویس دهی بودند.

در ایران به دلیل ناکافی بودن حمل و نقل ریلی و از سویی دیگر نامناسب بودن راه های زمینی به دلایل فراوان که بیانگر شمار بالای تصادف ها و کشته ها در جاده های کشور می باشد، توجه بیشتر به حمل و نقل هوایی را می طلبد. از طرفی حمل و نقل هوایی به لحاظ ایمنی و چابکی، از اساسی‌ترین نیازهای اجتماعی و اقتصادی در کشور رو به توسعه است(اسدی و توکلی کاشی، 1387).

هر چند مسیر ایران کوتاه‌ترین راه برای رسیدن هواپیماهای اروپایی به مقصد هند، جنوب شرق آسیا و استرالیاست. در واقع این مسیر جاده‌ی ابریشم هوایی است که از فراز ایران گذشته و شرق و غرب جهان را پیوند می‌دهد. از طرفی با توجه به اینکه هزینه‌ی سوخت، بخش عمده‌ای از هزینه‌ی یک خط هوایی را تشکیل می‌دهد(حدود 30٪) و با توجه به اینکه افزایش قیمت سوخت در سال‌های اخیر موجب افزایش این درصد شده، خطوط هوایی تمایل زیادی به استفاده از مسیرهای پروازی کوتاه‌تر دارند. چرا که کاهش 1٪ در مصرف سوخت باعث صرفه‌جویی میلیون‌ها دلار در سال برای یک ایرلاین می‌گردد(اسدی، توکلی کاشی،1386). اما خطوط هوایی در ایران بدلایل مختلف از جمله طول عمر بالای ناوگام هوایی، تحریم های بین المللی، نوسانات اقتصادی شدید از جمله نرخ ارز، تضاد ساختاری در قیمت گذاری در هزینه ها و درآمدها بصورتی که هزینه ها تحت نوسانات بازار افزایش اما درآمدها به علت تعیین توسط دولت ثابت می مانند و مسائل و مشکلات دیگر دارای حاشیه سود پایین و نیاز به دقت زیاد در برنامه ریزی جهت بهره وری بیشتر هزینه می باشند.

2-2- رویکرد سیستم داینامیک

چرچمن[2](1968: ص11) رویکرد سیستمی را به عنوان " راهی ساده از تفکر درباره کل سیستم ها و مولفه هایشان" توصیف می کند. او ادعا می کند هر سیستم در یک سیستم بزرگتر از خود قرار دارد(ص48). همچنین او به رابطه مستقیم بین ساختار و رفتار سیستم اشاره می کند(ص 200). وی رویکرد سیستمی را متمرکز بر مدل های رفتاری و ریاضی برای توصیف سیستم ها می داند. او مدل را " راهی که در آن، فرایند تفکر انسان می تواند تقویت شود" تعریف می کند(ص 61).

استرمن[3](1994،2000) سیستم داینامیک را به عنوان یک متد برای کمک به یادگیری و درک سیستم های پیچیده توصیف می کند. از جنبه ریاضی مدل های سیستم داینامیک شامل معادلات دیفرانسیل غیرخطی معمولی می باشد(استرمن،2000).

نکاتی که از تعاریف سیستم داینامیک توسط محققان مختلف قابل دریافت است عبارتند از:

- سیستم داینامیک می تواند کمی یا کیفی باشد.

[2] Churchman
[3] Sterman

www.SID.ir

Archive of SID

- سیستم داینامیک فرایندی شامل ابزارهایی جهت استخراج، مدلسازی و شبیه سازی است.
- سیستم داینامیک به عنوان یک فرایند یادگیری و وسیله ایی برای ایجاد ابزارهایی جهت درک، مفید است.
- سیستم داینامیک سیستم ها را برحسب تعاملاتشان با تاخیرها و بازخوردها توصیف می کند (گالوین[4]،2002).

از زمانی که فارستر[5] سیستم داینامیک را معرفی کرد محققان مختلف سیستم داینامیک را در دامنه وسیعی از حوزه ها شامل کسب و کار، مسائل پزشکی، مسائل محیطی، اقتصادی، نظامی و اجتماعی بکار گرفتند.

خصوصیت اصلی مسئله برای استفاده از این روش وجود سیستم پیچیده(پیچیدگی سیستم)، تغییر رفتار سیستم در طول زمان(پویایی سیستم) و وجود حلقه بازخوردی می باشد.

فارستر(1994) مراحل6 گانه ایی را توصیف می کند که بصورت بازخوردی می باشد و شامل توصیف مسئله، تبدیل مسئله به معادلات سطح و نرخ(نمودارجریان)، شبیه سازی مدل، طراحی آلترناتیوها و سیاست ها، بحث و یادگیری، و بکارگیری تغییرات در سیاست ها و ساختار می باشد(شکل2).

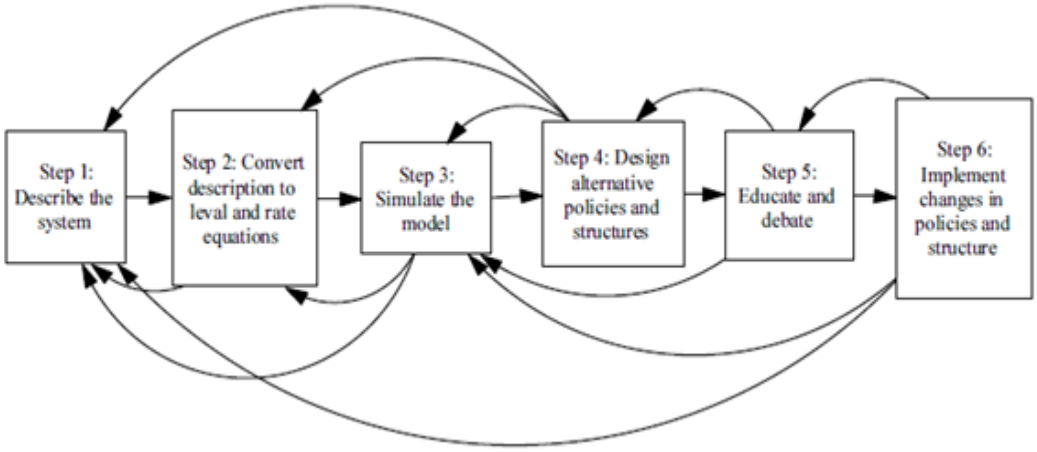
درحالی که استفاده از مدل ها برای پیش بینی بصورت گسترده استفاده می شود در جامعه سیستم داینامیک نسبت به استفاده از مدل های سیستم داینامیک برای پیش بینی بی میلی وجود دارد. گرچه ما معتقدیم که استفاده از سیستم داینامیک برای پیش بینی می تواند ارزش هایی را برای مشتریان ایجاد کند. مدل های سیستم داینامیک به عنوان ابزاری برای پیش بینی فواید زیر را دارا می باشند:

1. مدل های سیستم داینامیک می توانند پیش بینی هایی مطمئن تر و معتبرتر از مدل های آماری درباره روندهای کوتاه و میان مدت داشته باشند و حتی منجر به تصمیمات بهتر شوند.
2. مدل های سیستم داینامیک وسیله ایی برای یافتن تغییرات در ساختار صنعت به عنوان قسمتی از یک سیستم اعلام خطر یا سیستم یادگیری مداوم[6] فراهم می کنند.
3. مدل های سیستم داینامیک وسیله ایی برای تعیین حساسیت های کلیدی فراهم می کنند به عبارت دیگر باعث تقویت تفکر و حساسیت سناریوها می شوند.
4. مدل های سیستم داینامیک اجازه تعیین بافرها و احتمالات مناسب که ریسک را در برابر هزینه ها متوازن می کند می دهد (لینیز[7]، 1998).

[4] Galvin
[5] Forrester
[6] Early-warning-system or On-going learning system
[7] Lyneis

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره(2): 6 گام فرایند مدلسازی سیستم داینامیک(منبع: فارستر، 1994)

تکنیک های مختلفی از جمله مدلسازی ریاضی و شبیه سازی عامل[8] برای بررسی و پیش بینی سیستم های پیچیده مختلف از جمله حمل و نقل بکار رفته اند اما بدلیل محدودیت آنها در نمایش رفتار انسان ها در این سیستم ها و پیچیدگی آنها خیلی مناسب نبودند. اما سیستم داینامیک علاوه بر موارد بالا و بدلیل توانایی ارائه ساختارهای پیچیده متعامل و شبیه سازی رفتار آنها و همچنین توانایی ایجاد و تقویت ایده های خلاف شهود و جدید در پیش بینی رفتار سیستم های پیچیده مناسب می باشد(اولایا و همکاران[9]، 2007).

البته در زمینه استفاده از پیش بینی با مدل های سیستم داینامیک، آن هم در صنعت هوایی بدلایل فواید آن، امروزه کارهای زیادی صورت گرفته است. به عنوان مثال لینیز (1998) مدل سیستم داینامیک برای پیش بینی تقاضا هواپیماهای جت تجاری توسعه داده است. بافیل، آبد و جاسیمودین[10] (2000) مدلی برای پیش بینی تقاضا بلندمدت سفر هوایی داخلی در عربستان توسعه داده اند. در این مدل یکی از متغیرهای مهم جمعیت می باشد. جیمز و گالوین[11](2002) با استفاده از سیستم داینامیک رفتار آینده مولفه های مهم سیستم کنترل ترافیک هوایی[12] را تعیین کرده اند. میلر و کلارک[13](2007) مدلی را برای ارزیابی ارزش استراتژیک زیرساخت های حمل و نقل هوایی توسعه داده اند. آنها کرایه حمل و نقل(قیمت بلیط) و سطح خدمات را متغیر های اثرگذار بر تقاضا سفر هوایی در نظر گرفتند. گروش، راتلوف و هینزل[14](2007) در تدوین مدلی برای پیش بینی تقاضا، متغیرهایی مانند جمعیت، GDP و قدرت خرید را از عوامل تقاضا بیان کرده اند. پیرسون[15](2008) با استفاده از رویکرد سیستم داینامیک به تحلیل و بررسی طبیعت سیکلی و دوره ایی سودآوری صنعت خطوط هوایی می پردازد. کلیر، کرونرات و زاک[16] (2008) به شبیه سازی حرکت ها و برنامه های استراتژیک خطوط هوایی با سیستم داینامیک پرداخته اند. در مدل آنها کیفیت و قیمت روی

[8] Mathematical Modeling and Agent based simulation
[9] Olaya et. al.
[10] Bafail, Abed, and Jasimuddin
[11] James and Galvin
[12] The air traffic control (ATC) system
[13] Miller and Clarke
[14] Grosche, Rothlauf, and Heinzl
[15] Pierson
[16] Bernhard Kleer, Eva-Maria Cronrath, Alexander Zock

www.SID.ir

Archive of SID

تقاضا اثر گذار بود. سیریانی، یان چو و هسین چن[17] (2010) به توسعه مدل پیش بینی تقاضا مسافرت هوایی و ارزیابی سناریوهای سیاستی مختلف پرداخته اند. آنها بیان می کنند که قیمت بلیط، سطح خدمات، GDP، جمعیت، تعداد پرواز در روز و تاخیرات نقش مهمی در تقاضا مسافرت هوایی دارد.

2-3- مدل جریان

یک مدل سیستم داینامیک می تواند خیلی پیچیده و شامل صدها متغیر باشد. مدل بایستی خصوصیات زیر را داشته باشد:

- باید هر بیانیه ایی از روابط علت و معلولی مورد نیاز را در بر گرفته و تشریح کند.
- از نظر ریاضی ساده باشد.
- باید از واژگان صنعتی، اقتصادی و تکنولوژی زمینه مورد مطالعه استفاده کند و مفاهیم آنها را بیان کند.
- قابل گسترش به تعدادی زیادی از متغیرها بدون محدودیت کامپیوتری.
- توانایی اجرا کردن تعاملات پیوسته در جایی که هر نوع گسستگی مصنوعی ناشی از فاصله های زمانی راه حل ها اثری روی نتایج نداشته باشد.
- بایستی توانایی ایجاد تغییرات گسسته در تصمیمات هنگامی که نیاز شد را داشته باشد(فارستر،1961).
- انواع متغیرهایی که در نمودار جریان هستند در جدول زیر آورده شده است.

جدول شماره(1): متغیرها و سمبل های سیستم داینامیک

متغیر	توصیف
متغیرهای سطح، انباره یا حالت Level, Stock or State variables	این متغیرها انباشت های سیستم هستند مانند تعداد ناوگان هواپیما، تعداد باند فرود، جمعیت و غیره.
متغیرهای نرخ یا جریان Rate or Flow variables	وظیفه متغیرهای نرخ یا جریان پر و خالی کردن متغیر انباشت است مانند نرخ تولید هواپیما و نرخ رشد جمعیت.
متغیرهای کمکی یا مبدل Auxiliary or Converters variables	این متغیرها ورودی را به خروجی تبدیل می کنند. عموما برای برآورد متغیرهای نرخ در مدل شبیه سازی استفاده می شوند.
ثابت های زمانی(Constants)	این متغیرها برای تعیین متغیرهای استاتیک یا مرز مدل استفاده می شوند.
متغیرهای رابط(اتصال دهنده ها) Connectors	وظیفه رابط اتصال عناصر مدل می باشد.

در ادامه مدل جریان سیستم خطوط هوایی در قالب سه مدل ظرفیت ایرلاین و تقاضا، مدل سودآوری ایرلاین و مدل قیمت ارائه و تشریح می گردد.

3- تجزیه و تحلیل داده ها

3-1- مدل ظرفیت ایرلاین و تقاضا

مدل زیر به تعیین تقاضا و سپس تعیین ظرفیت متناسب با تقاضا می پردازد. پیرسون (2008) در مدل خود نشان می دهد که قیمت بلیط، تراکم و GDP بر تقاضا اثر گذارند. هر چند بعضی از مسافران(مانند تجار) به قیمت بلیط

[17] Erma Suryani, Shuo-Yan Chou , Chih-Hsien Chen

www.SID.ir

Archive of SID

حساس نیستند(لیهر، گروبلر و کلین[18]،1999) اما بصورت عمومی قیمت بلیط بر تقاضا اثر گذار است.

در این مدل تقاضا تابعی از سهم بازار ایرلاین و بازار کلی سفر هوایی در ایران و همچنین اثر قیمت روی تقاضا می باشد. دراین مدل با فرض اینکه حمل نقل هوایی دارای روند ثابتی می باشد براساس رگرسیون تعداد مسافر هوایی طبق آمار نامه حمل و نقل هوایی در سال های 1380 تا 1390 و ادامه این روند تا سال 1400 طبق فرمول زیر مقدار بازار کلی سفر هوایی تعیین شده است:

$$y = 1.060x + 10.47 \ , \ R^2 = 0.933$$

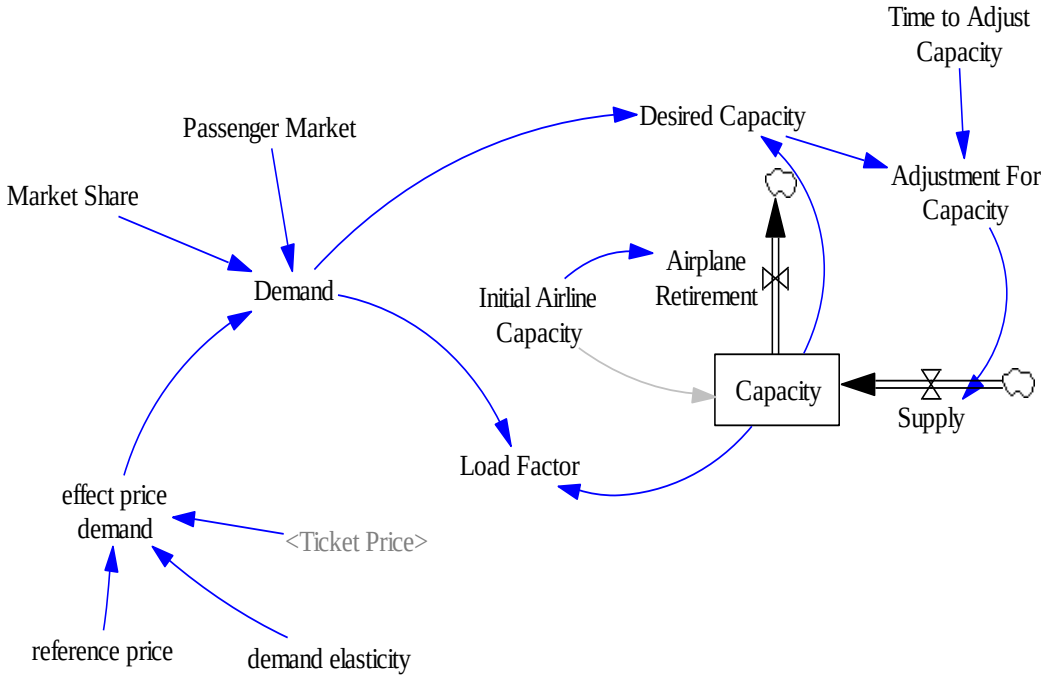
در نتیجه فرمول تقاضا بصورت زیر می باشد:

$$\text{Demand} = \text{Market Share} \times \text{Passenger Market} \times \text{effect price demand}$$

اثر قیمتی تقاضا نیز تابعی از قیمت بلیط و کشش قیمتی می باشد. کشش قیمتی تقاضا برابر 0.8- فرض شده است.

هر ایرلاین همیشه مبتنی بر پیش بینی تقاضا و ملاحظات استراتژیک اندازه بهینه ناوگان خود را مشخص می کند. ایرلاین با سفارش ناوگان جدید و کنار گذاشتن ناوگان، تعداد ناوگان خود را تنظیم می کند. البته سفارش و تحویل ناوگان جدید همیشه با تاخیر وربرو است(کرونرات[19]،2012).

عمر متوسط ناوگان هوایی ایران در حدود 22.4 سال می باشد. با توجه به اینکه عمر مفید یک هواپیما حدود 30 سال است، تا سال 1400 تمام ناوگان ایران بازنشسته خواهد شد. در نتیجه در اینجا فرض شده است بعلت عمر بالای ناوگان موجود تمام ناوگان موجود در طول 20 سال از رده خارج شوند.



شکل شماره(3): مدل تعیین ظرفیت و تقاضا

[18] Martin Liehr, Andreas Größler, Martin Klein
[19] Cronrath

www.SID.ir

Archive of SID

3-2- مدل قیمت

در این مدل به تعیین قیمت بلیط پرداخته ایم. قیمت بلیط توسط فشار ناشی از تراکم، هزینه های ایرلاین و فشار رقابتی تغییر می یابد(پیرسون،2009).

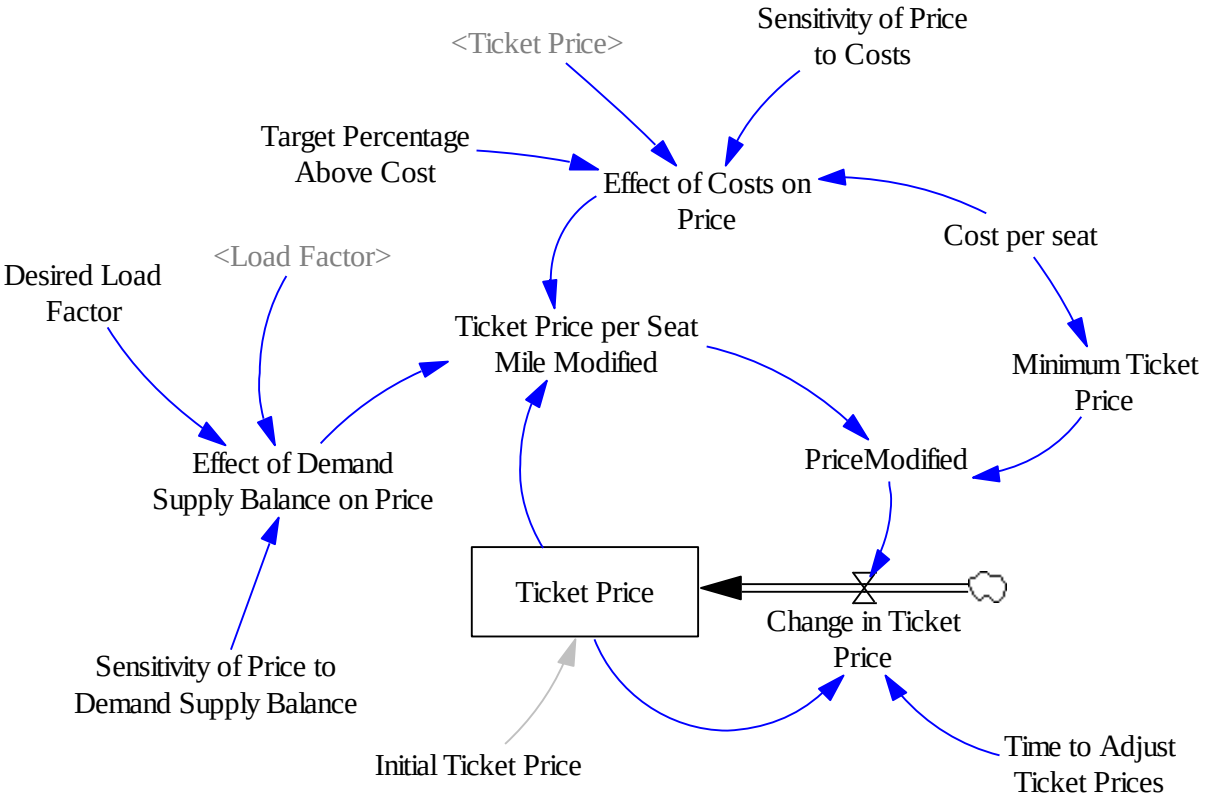
در این مدل فرض شده است قیمت هر بلیط در ابتدا 50000 تومان و مینمم آن برابر حدود 20٪ بیشتر هزینه هر مسافر باشد. در نتیجه قیمت بلیط براساس مقدار قیمت اصلاحی که ناشی از اثرات هزینه های ایرلاین روی قیمت و اثرات تقاضا می باشد تعیین می شود. فرمول مقدار قیمت اصلاحی در هر صندلی بشکل زیر است:

$$\text{Ticket Price per Seat Mile Modified} = \text{Ticket Price} \times \text{Effect of Demand Supply Balance on Price} \times \text{Effect of Costs on Price}$$

اثر تقاضا بر قیمت از تقسیم تراکم موجود بر تراکم مطلوب به توان حساسیت قیمت به تقاضا محاسبه می شود. یعنی هر چه تراکم موجود از تراکم مطلوب بیشتر شود با توانی برابر حساسیت قیمت به تقاضا موجب افزایش قیمت می شود. از طرف دیگر اثر هزینه ها به شکل زیر محاسبه می شود:

$$\text{Effect of Costs on Price} = \left(\text{Cost per seat} \times \frac{1+\text{Target Percentage Above Cost}}{\text{Ticket Price}}\right)^{\text{Sensitivity of Price to Costs}}$$

این فرمول نشان می دهد که اثر هزینه بر قیمت تحت تاثیر مستقیم هزینه هر مسافر تقسیم بر قیمت بلیط و درصدی که بایستی به عنوان سود و هزینه های دیگر دریافت گردد می باشد.



شکل شماره(4): مدل قیمت

www.SID.ir

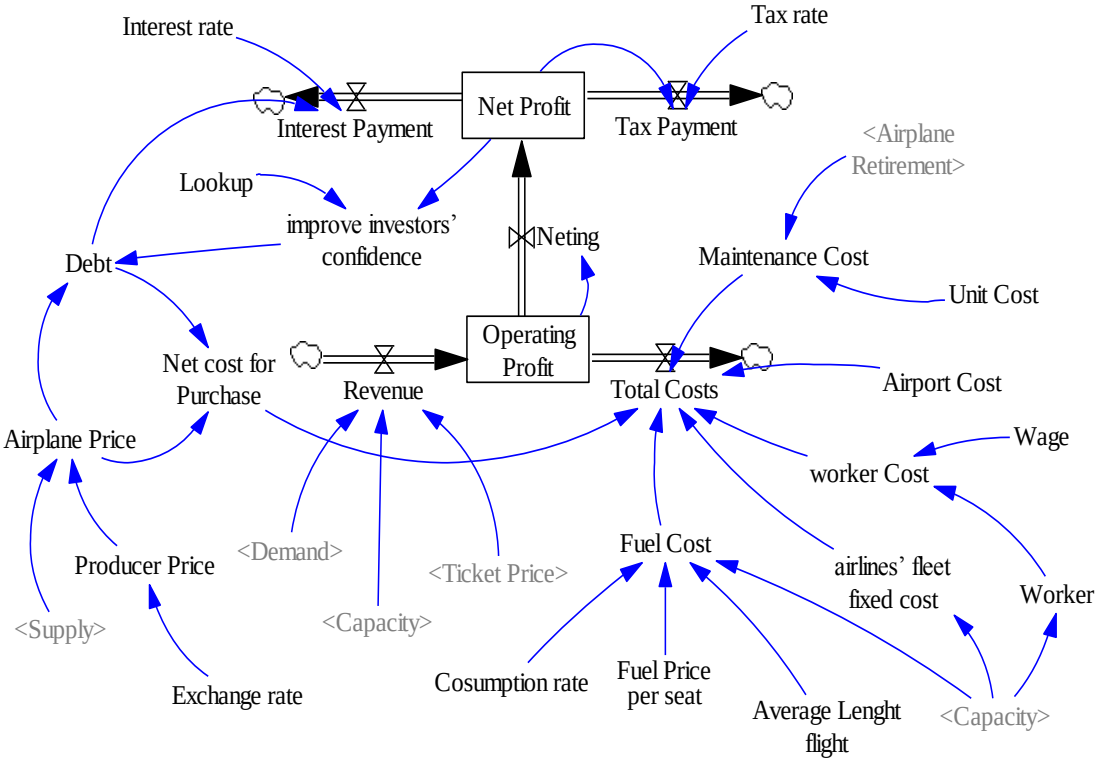
Archive of SID

3-3- مدل سودآوری ایرلاین

در این مدل ما به محاسبه سود عملیاتی و سود خالص می پردازیم. سود عملیاتی از طریق تفاضل درآمدها از هزینه ها حاصل می شود.

محل اصلی درآمد ایرلاین از فروش بلیت به مسافر و یا حمل بار است. هزینه‌های هر ایرلاین شامل اجاره‌ی هواپیما، سرویس‌دهی به مسافران، بیمه، خدمه، خلبان، سوخت، هدایت و ناوبری استهلاک، باند فرودگاه و تعمیر و نگهداری هواپیما، هزینه‌های مربوط به آموزش، سرویس‌های مشتری، حقوق پرسنل، ساختمان، رزرو بلیط و ... می‌باشند(الهام اسدی، امیر توکلی کاشی،1387). اما ما در این مدل اعم هزینه ها شامل هزینه سوخت، هزینه نیروی انسانی، تعمیر و نگهداری، فرودگاه و خرید هواپیما را آورده ایم.

سود خالص بعد از کسر مالیات و هزینه های مالی مربوط به وام خرید هواپیما از سود عملیاتی بدست می آید. میزان وام بستگی به سودآوری ایرلاین دارد یعنی هر چه ایرلاین سودآورتر میزان اعتبار آن بالاتر و موسسات مالی میزان وام بیشتری را به ایرلاین اختصاص می دهند.



شکل شماره(5): مدل سودآوری صنعت

برای شرکت‌های هواپیمایی افزایش نرخ ارز به معنای افزایش ناگهانی هزینه عملیاتی و هزینه‌های جاری است که به هیچ وجه قابل تغییر نیستند. بازار تولید هواپیما در جهان یک بازار رقابتی نیست. به این ترتیب در حالی که درآمدهای شرکت‌های هواپیمایی ثابت هستند و محدود به یک سقف معین، هزینه‌های آنها بی‌اندازه متغیر هستند و آماده افزایش‌های ناگهانی و غیرمترقبه. این هزینه‌ها از نوسانات بازارهای گوناگون تاثیر می‌پذیرند. نرخ ارز گرچه اصلی‌ترین منبع این نوسانات و افزایش‌های ناگهانی هزینه است، اما تشدید تحریم‌ها، پیوستن کشورهای همسایه یا کشورهای

www.SID.ir

Archive of SID

عرضه‌کننده خدمات نگهداری هواپیما به این تحریم‌ها هم افزایش هزینه‌ها و سختی مبادلات تجاری در این صنعت را به دنبال دارد(دادپی،1389). در نتیجه می توان گفت هزینه هواپیما چون عمدتا از خارج از ایران تامین می گردد تحت تاثیر نرخ ارز می باشد.

عمر ناوگان بر میزان تعمیر و نگهداری تاثیر دارد(والریز و همکاران[20]،2002). همانطور که اشاره شد به علت عمر بالای ناوگان یکی از هزینه های مهم هر ایرلاین هزینه تعمیر و نگهداری می باشد. هزینه نیروی انسانی تابع تعداد نیروی انسانی که ان هم تابع ظرفیت ناوگان می باشد. هزینه های ثابت هر پرواز نیز به ظرفیت و تعداد پرواز بستگی دارد.

3-4- اعتبار سنجی مدل

فرایند اعتبار سنجی به اعتماد به مدل و نتایج آن کمک می کند. هدف رسیدن به درک عمیق تر می باشد(سیریانی، یان چو و هسین چن،2010). به عبارت دیگر این گام از رویکرد سیستم داینامیک مانند دیگر گام ها با هدف یادگیری همراه است.

ما در اینجا با استفاده از تست های سازگاری ابعادی[21]، شرایط حدی[22]، ارزیابی رفتار متغیر های وابسته به هم (استرمن،2000) به اعتبارسنجی مدل پرداخته ایم.

تست سازگاری ابعادی

در این تست به بررسی معادلات و استفاده از آنالیزهای روتین نرم افزارهای سیستم داینامیک برای اطمینان از سازگاری واحدهای متغیرهای مدل با معادلات پرداخته می شود. در این تست ما با استفاده از گزینه Unit Check به تست واحدها پرداخته که بعد از اصلاح واحد چند متغیر مدل چک کردید. همچنین با استفاده از گزینه Check Model از لحاظ ساختاری مدل توسط نرم افزار تایید گردید.

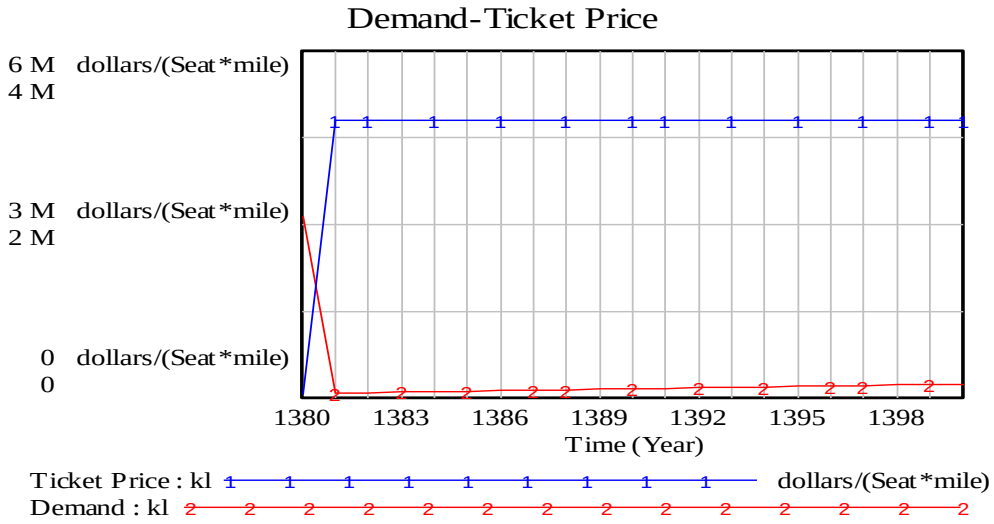
تست شرایط حدی

در این تست با استفاده از مقادیر حدی در هر معادله مدل و ترکیباتی از معادلات برای تعیین اینکه آیا معادلات و مدل بصورت منطقی و مطابق با قوانین فیزیکی رفتار می کنند می پردازیم. در این تست در قسمت تقاضا اثر قیمت بر تقاضا لحاظ شد که به عنوان مثال با افزایش زیاد در قیمت میزان تقاضا به صفر رسید (شکل6).

[20] Angelos G. Varelis, Yeoryios A. Stamboulis, Emmanuel D. Adamides
[21] Dimensional Consistency
[22] Extreme Conditions

www.SID.ir

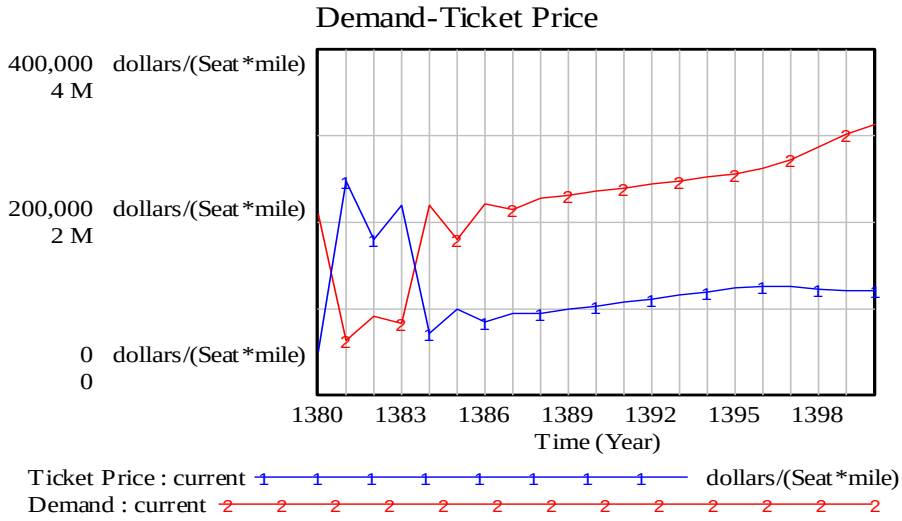
Archive of SID



شکل شماره(6):تست حالت حدی متغیر قیمت

ارزیابی رفتار متغیر های وابسته به هم

در این تست رفتار دو متغیر قیمت و تقاضا را بررسی می کنیم. همانطور که از نمودار شکل 7 مشخص است و طبق معادلات اقتصادی رابطه بین تقاضا و قیمت عکس هم می باشد یعنی زمانی که قیمت افزایش می یابد تقاضا کاهش می یابد و برعکس.



شکل شماره(7): آنالیز حساسیت

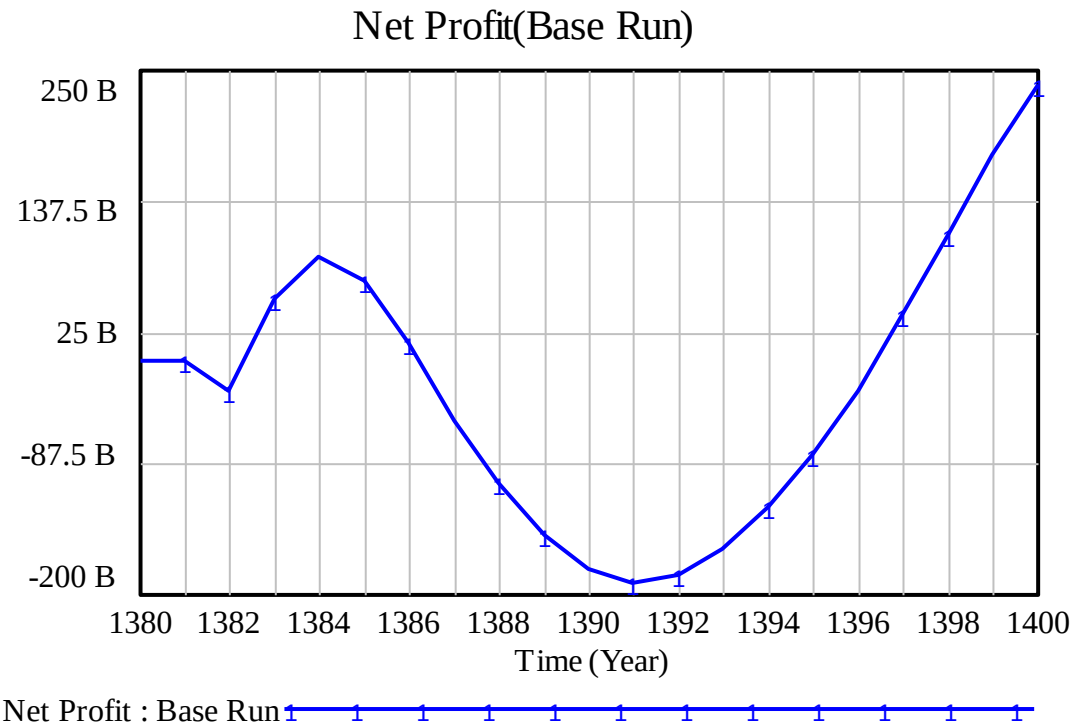
3-5- شبیه سازی و سناریو سازی

در حالت پایه سیستم همچنان به روند خود ادامه دهد. در این حالت پیشنهاد می‌شود که دولت برای خرید هواپیمای داخلی، وام در اختیار ایرلاین‌ها قرار دهد. هزینه در این حالت کمتر و به میزان 50٪ هزینه تهیه هواپیما از

www.SID.ir

Archive of SID

خارج و وام به میزان 30000 تومان با بهره 12 درصد به هر صندلی داده شود.



شکل شماره(8): نتایج شبیه سازی مدل در حالت پایه

همانطور که از نمودار فوق مشخص است رفتار سیکلی سودآوری ایرلاین ها قابل مشاهده می باشد که با ادبیات موضوع مرتبط با مکانیزم سودآوری ایرلاین ها منطبق است.

سناریو روش پیش بینی است که با تغییر داده های موجود آینده های محتمل را ایجاد می کنیم. در اینجا ما چهار سناریو داریم:

سناریو 1: در این حالت نرخ ارز از 1200 به 2500 افزایش می یابد.

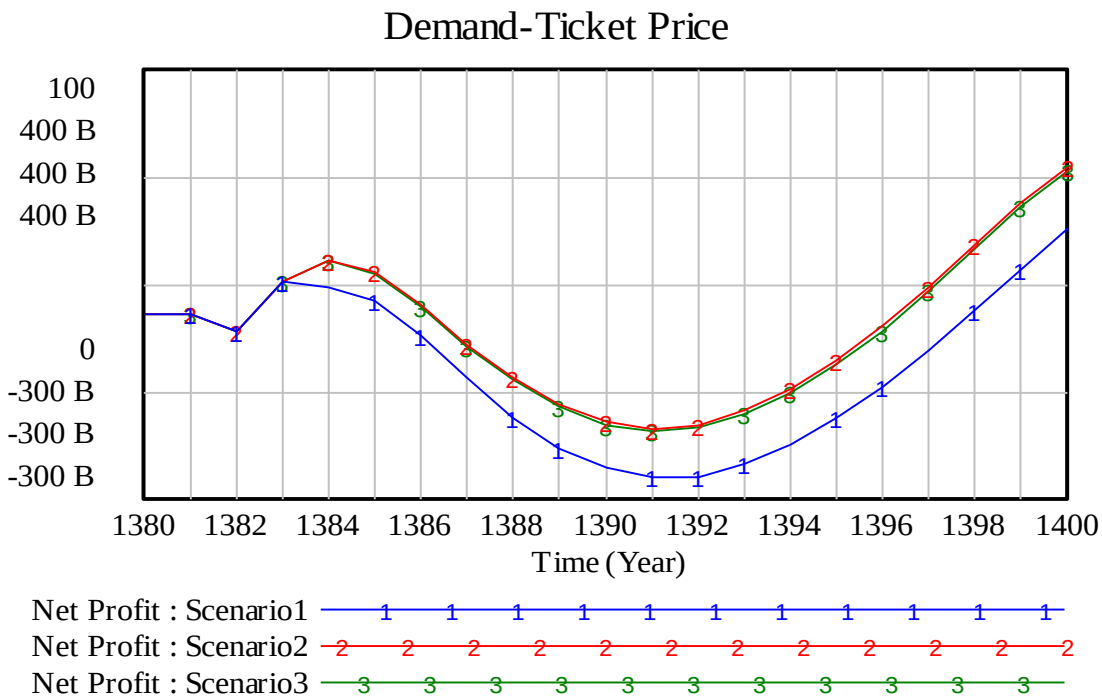
سناریو 2: در این سناریو فقط بهره وام از 12 درصد به 4 درصد کاهش می یابد.

سناریو3: مدیریت فرودگاه های با ظرفیت خالی حاضر هستند به ایرلاینی که مایل به نشست و برخاست از این فرودگاه‌ها باشد، بیش از 60٪ تخفیف بدهد. فرودگاه‌های کوچکتر حتی با تخفیف بالاتر تا 80٪ نیز راضی خواهند شد. در نتیجه در این سناریو فرض می شود با استفاده از فرودگاه های کوچک تر هزینه فرودگاه به 60٪ قیمت فعلی برسد.

در نمودار 8 نتایج حاصل از اجرا سه سناریو فوق آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره(9): نتایج شبیه سازی مدل تحت 3 سناریو

همانطور که از شکل فوق مشخص است طبق سناریو 1 با افزایش نرخ ارز سودآوری ایرلاین ها بشدت کاهش می یابد اما با توجه به ساختار سیکلی سودآوری ایرلاین ها در بلند مدت و در سال 1398 سود خالص ایرلاین مثبت می گردد.

رفتار مدل تحت سناریو 2 و 3 نزدیک بهم و نزدیک به رفتار حالت پایه می باشد. به عبارت دیگر در سناریو 2 هر چند نرخ بهره بانکی کاهش می یابد اما بدلیل اینکه اکثر ایرلاین ها هواپیماهای خارجی را خریداری می کنند و ترجیح می دهند بجای خرید هواپیمای داخلی(ایران 140) هواپیماهای دست دوم خارجی را تهیه کنند در نتیجه میزان بهره اثر آنچنانی بر سودآوری ایرلاین ها نمی گذارد. همچنین هر چند استفاده از فرودگاه های کوچک هزینه های فرودگاهی را کاهش می دهد اما سایر هزینه ها مانند مسیر طولانی تر و هزینه سوخت بیشتر و ... را افزایش می دهد که این نیز رفتار مدل را آنچنان تغییر نمی دهد. همچنین در مقایسه سناریو 2 و 3 سناریو 2 مبنی بر کاهش نرخ بهره بانکی موثر تر می باشد.

4- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانطور که اشاره شد تقاضا مسافرت هوایی بشدت سیکلی و نوسانی می باشدو به همین دلیل سودآوری این صنعت نیز بشدت تابع تقاضا و سیکلی می باشد. در نتیجه خطوط هوایی برای موفقیت نیاز به برنامه ریزی مناسب در جهت استفاده از امکانات و منابع خود منطبق با روند تقاضا دارند.

در این مقاله سعی شد تا با استفاده از سیستم داینامیک به بررسی مکانیزم تقاضا و سودآوری ایرلاین ها در ایران پرداخته و اثرات متغیرهای مهمی همچون نرخ ارز، بهره بانکی و هزینه های ایرلاین ها از جمله هزینه فرودگاه روی

www.SID.ir

Archive of SID

سودآوری آنها برررسی گردد.

تقاضا به عواملی از جمله بازار حمل و نقل هوایی کشور، سهم بازار ایرلاین و قیمت بلیط بستگی دارد. همچنین سودآوری یک ایرلاین تابع تقاضا، قیمت بلیط، ظرفیت ایرلاین و همچنین هزینه های مختلف بستگی دارد.

در این مقاله با شبیه سازی مدل دینامیکی تحت سناریو های مختلف مشاهده شد که بدلیل اینکه ایرلاین ها بیشتر از هواپیماهای خارجی استفاده می کنند نرخ ارز عامل مهمی بر سودآوری آنها می باشد و نرخ بهره بانکی عامل اثرگذاری در هنگام خرید تلقی نمی شود.

5- مراجع

[1] الهام اسدی، امیر توکلی کاشی،(1386)، لزوم توجه به مدیریت صنعت حمل و نقل هوایی، مقاله در سایت موسسه مشاوره مدیریت رها راهبرد فردا، زمستان 1386.(http://www.Raha.co.ir)

[2]دفتر فن آوری اطلاعات و بررسی های آماری، سالنامه آماری حمل و نقل هوایی کشور. سایت سازمان هواپیمایی کشوری.

[3] کریمی مجد، فرج ا ...، بررسی و نقدی بر وضعیت صنعت هوانوردی کشوری و حمل ونقل هوایی، سومین همایش ایمنی هوانوردی، 27 آذرماه 1384 .

[4] الهام اسدی، امیر توکلی کاشی(1387)، خطوط هوایی کم‌هزینه، مقاله در سایت موسسه مشاوره مدیریت رها راهبرد فردا، 1387.(http://www.Raha.co.ir)

[5]امیر توکلی کاشی (1387)، تخمین تعداد هواپیماهای مورد نیاز در ناوگان هوایی ایران، مقاله در سایت موسسه مشاوره مدیریت رها راهبرد فردا، 1387.(http://www.Raha.co.ir)

[6] دادپی، علی،(1389)، مروری بر صنعت هوانوردی ایران و چالش‌های در پیش‌رو، هشتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تهران.

[7] Skinner, S., Dichter, A., Langley, P., & Sabert, H. (1999). Managing growth and profitability across peaks and troughs of the airline industry cycle – An industry dynamics approach.

[8] Dadpay, Ali,(2010). A Review of Iranian Aviation Industry: Victim of Sanctions or Creation of Mismanagement?.

[9] Churchman, C. (1968) The Systems Approach, New York: Dell Publishing Co.

[10] Sterman, J. (2000) Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Publishing.

[11] Sterman, J. (1994) Learning in and About Complex Systems. System Dynamics Review, 10(2-3): 291-330.

[12] James J. Galvin Jr. ,(2002), Air Traffic Control Resource Management Strategies and the Small Aircraft Transportation System: A System Dynamics Perspective, Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University towards fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Industrial and Systems Engineering, December 2, 2002.

[13] Forrester, J. (1994) System Dynamics, System Thinking, and Soft OR. System Dynamics Review, 10(2-3): 245-255.

[14] Lyneis, J. (1998). System dynamics in business forecasting: A case study of the commercial jet aircraft industry. System Dynamics in Business Forecasting, May 1998.

[15] Olaya, C., Díaz, F., & Caicedo S. (2007). Towards a System Dynamics Model of De Soto's Theory on Informal Economy. Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society. Massachusetts Institute of Technology – System Dynamics Group, Boston, MA, USA 2007. ISBN: 978-0-9745329-7-4.

www.SID.ir

Archive of SID

[16] Bafail, A. O., Abed, S. Y., & Jasimuddin, S. M. (2000), The determinants of domestic air travel demand in the Kingdom of Saudi Arabia, Journal of Air Transportation World Wide, 5(2), 72–86.
[17] James, J., & Galvin, Jr. (2002). Air traffic control resource management strategies and the small aircraft transportation system: A system dynamics perspective. Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
[18] Miller, B., & Clarke, J. P. (2007), The hidden value of air transportation infrastructure, Technological Forecasting and Social Science, 74, 18–35.
[19] Grosche, T., Rothlauf, F., & Heinzl, A. (2007). Gravity models for airline passenger volume estimation. Journal of Air Transport Management, 13, 175–183.
[20] Kawika Pierson,(2008), The Cyclical Nature of Airline Industry Profits, MIT System Dynamics Group 3nd Year PhD, Fall 2008 ,Albany-MIT PhD Colloquium.
[21] Bernhard Kleer, Eva-Maria Cronrath, Alexander Zock (2008), Market development of airline companies: A system dynamics view on strategic movements, The 2008 International Conference of the System Dynamics Society,July 20 – 24, 2008, Athens, Greece.
[22] Erma Suryani, Shuo-Yan Chou , Chih-Hsien Chen,(2010), Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework, Expert Systems with Applications 37 (2010) 2324–2339.
[23] Forrester, J. (1961) Industrial Dynamics. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
[24] Martin Liehr, Andreas Größler, Martin Klein,(1999), Understanding Business Cycles in the Airline Market, the 17th International Conference of The System Dynamics Society and the 5th Australian & New Zealand Systems Conference, July 20 - 23, 1999 --- Wellington, New Zealand.
[25] Eva-Maria Cronrath,(2012), Understanding the Airline Profit Cycle– Research Approach and First Results, Contribution to the 13th PhD Colloquium of the Student Chapter of the System Dynamics Society, July 22, 2012, St. Gallen, Switzerland.
[26] Kawika Pierson,(2009), Modeling the Cyclical Nature of Aggregate Airline Industry Profits, MIT Sloan School of Management PhD Candidate. the 27th International Conference of the System Dynamics Society, July 26 – 30, 2009, Albuquerque, New Mexico, USA.
[27] Angelos G. Varelis, Yeoryios A. Stamboulis, Emmanuel D. Adamides,(2002), A life-cycle system dynamics model of aircraft-engine maintenance, he 20th International Conference of the System Dynamics Society, July 28 - August 1, 2002,Palermo, Italy.

www.SID.ir

Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

Analyzing Iranian airlines profitability by using system dynamics approach

Ali Haji Gholam Saryazdi[1] , Manuchehr Manteghi[2]
1-PhD Candidate of IT Management, Tarbiat Modares University, Tehran.
2- Member of Faculty, Malek Ashtar University, Tehran.

Abstract

Aviation industry is a very important part of the aerospace industry in Iran. It has considerable impact on economic growth as well as facilitating public travels and commercial trades. The industry is highly dynamic. Hence study of this industry status and recognizing dynamics of the industry, help us to better plan for success of this industry.

One of the requirements of plan is correct anticipation of needs of future. Dynamic systems approach is appropriate because of being holistic (or comprehensive), simulation capabilities as well as validating results for forecasting and analyzing demand. In this article we have tried by using dynamic systems approach, simulate Iranian airlines demand. In other words, by modeling airlines dynamics and then validating the model, we have studied the behavior of demand under different scenarios.

Keywords: Airlines, System Dynamics Approach, State –Flow Diagram, Simulation.

www.SID.ir