تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۱۳
Print ISSN: 2664-9144

مدیریت درآمد شرکت‌های هوایی افغانستان با رویکرد برنامه‌ریزی خطی

محمد حسین محمدی[1]
عضو کدر علمی پوهنحی اقتصاد مؤسسه تحصیلات عالی تاج
محمد بشیر بهرنگی۲
عضو کدر علمی پوهنحی اقتصاد مؤسسه تحصیلات عالی تاج

چکیده
کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثر بخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایج که از اعمال آنها بدست می آید، همگی تابع کیفیت تصامیمی است که مدیر اتخاذ می کند. بعضی از مسائل مربوط به مدیریت درآمد شرکت‌های هوایی که در آن تقاضا و هزینه پروازها تقریباً بشکل ثابت باشند، می توانند بشکل مسائل برنامه‌ریزی خطی تبدیل شده و با روشهای نظیر سمپلکس، M بزرگ و روش دوفاز حل گردند. حل برنامه‌ریزی خطی و مسائل ترانسپورتی توسط روش‌های دستی (محاسبات دستی) با تعداد متحول‌های زیاد، بسیار وقت‌گیر و مشکل می باشد. گزینه Excel Solver در برنامه اکسل، می تواند چنین محاسبات پیچیده را در کسری از ثانیه انجام دهد. در این مقاله سعی بر آن شده که مدل پیشنهادی برنامه‌ریزی خطی بدست آمده از تقاضای ثابت و قیمت های ثابت پرواز شرکت‌های هوایی افغانستان را با مسیرهای مشمول بر یک توقف با دو نوع نرخ کرایه، توسط Excel Solver حل گردد. اطلاعات این مدل پیشنهادی می‌تواند به مدیران شرکت‌های ترانسپورتی هوایی افغانستان این امکان را فراهم‌سازد که تصامیم بهتری را جهت افزایش درآمد، اتخاذ نمایند. اجرای مدل پیشنهادی درآمد شرکت هوایی توسط Excel Solver و روشی مرسوم به سمپلکس انجام شده است. اطلاعات حاصل از این مدل می تواند، تصمیم‌گیری برای تعداد پروازها، اجرا و تعلیق پروازها را به مدیران شرکت‌های هوایی پیشنهاد کند طوریکه مفاد برای این شرکت‌ها اعظمی باشد.

واژگان کلیدی: مدیریت درآمد شرکت‌های هوایی، برنامه‌ریزی خطی، روش سمپلکس، حل مسائل برنامه‌ریزی خطی مبتنی بر Excel Solver

1 Mohammadihussain398@gmail.com
2 bbahrangi@gmail.com

۱. مقدمه و بیان مسئله

در اوایل، شرکت‌های هوایی از تکنیک‌های مدیریت درآمد برای بهبود عملکرد درآمدهایشان استفاده می کردند که با بهینه‌سازی موجودیت سیت‌های متفاوت یا میزان بازدهی شکل می گرفت. رویکردهایی از قبیل رویکرد مبتنی بر پروازها و رویکرد منبع- مقصد نظر به فرض‌های معمول، استفاده گردید که در آن قیمت تکت‌ها مشخص بود. مسائل مدیریت درآمد کلاسیک شامل تخصیص ظرفیت‌های معین به کلاسهای متفاوت مشتریان است که اعظمی درآمد را نتیجه گردد. این ساحه به شکل وسیع در صنعت خدمات تطبیق می شد، جایی که ظرفیت ها ثابت فرض می شدند. مدیریت درآمد یک ابزار مهم برای گزینش عرضه و تقاضا توسط تقسیم بندی مشتریان به بخش‌هایی است که خواهان پرداخت در ظرفیت‌های محدود تخصیص‌یافته می‌باشند طوریکه درآمد شرکت را اعظمی بسازد. (Haddat, Ropper and Jones, 2008).

همچنین، مدیریت درآمد بعنوان تطبیق اطلاعات سیستم و استراتژی‌های قیمت گذاری است که ظرفیت مناسب را به مشتریان مناسب با قیمت مناسب و در وقت درست اختصاص می‌دهد. (Kimes and Wirtz, 2003).

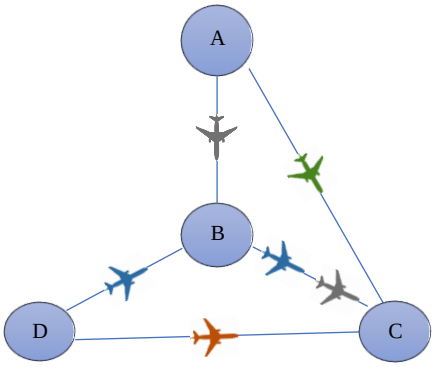
دریافت درآمد برای شرکت‌های هوایی یک موضوع مهم و اساسی است و چالش روزمره و ثابت این نوع شرکت ها می باشد. در این مقاله، سعی بر آن شده است که اگر سطح تقاضا و قیمت تکت‌ها از قبل معلوم باشد، می‌توان از روشهای برنامه‌ریزی خطی به منظور دریافت اعظمی درآمد استفاده نمود. تخمین اندازۀ تقاضا و روشهای قیمت‌گذاری تکت‌ها از جمله راه‌هایی است که می‌تواند تعیین‌کننده‌ی درآمد شرکت‌های مسافربری هوایی باشد. اگر تقاضا برای پرواز معین باشد و قیمت‌های تکت‌ها نیز ثابت باشد. استفاده از این مودل برای دریافت اعظمی درآمد شرکت‌های مسافربری هوایی مفید واقع می‌شود که هزینه‌های خود را تخمین زده می‌توانند ولی بصورت عموم اکثر شرکت‌های مسافربری هوایی نمی‌توانند تخمین دقیقی از هزینه‌های خویش داشته باشند. ولی سوال این است که:

اگر طیاره ۱ از شهر A به شهر C توسط شهر B مسیری داشته باشد و هم چنین طیارۀ ۲ از شهر D به شهر C توسط شهر B مسیری داشته باشد ، و همچنین دو پرواز مستقیم بدون توقف دیگر از شهر A به شهر C و از D به شهر C داشته باشیم، تقاضا برای سیت‌ها چطور باید مدیریت شوند؟

۱-۱- مسئله تحقیق

چطور می توان برای این چهار پرواز، مسافرین را با دو سطح متفاوت کرایه پرواز، از شهر مبدأ به شهر مقصد جابجا نمائیم طوریکه درآمد حاصل از این پروازها اعظمی گردد؟

در شکل (۱-۱) ذیل مسیرهای متفاوتی که از این پروازها شکل می گیرد را می بینید.



شکل ۱-۱: مسیرهای مجاز برای پرواز دو طیاره

با داشتن قیمت تکت‌ها و تعداد تقاضا برای سیت های این پروازها، سوالی که می توان مطرح نمائیم این است که چطور این سیت‌ها برای هر پرواز برای مسافرین تخصیص داده شوند که از طرفی تقاضا برای سیت‌ها برآورده شود و از طرفی دیگر، مفاد شرکت هوایی به بیشترین حالت برسد.

در جدول (۱-۱) اطلاعات مربوط به تقاضا و نرخ تکت‌ها را می بینید.

Routes	Pijkl	Dijkl
AC11	300	40
AB11	180	32
BC11	200	80
BC12	200	80
DC12	500	20
DB12	300	55
AC21	90	100
AB21	50	130
BC21	70	110
BC22	70	110
DC22	150	60
DB22	100	90

جدول ۲-۱ قیمت تکت‌ها و تقاضا برای سیت ها

درحالیکه P_{ijkl} قیمت تکت‌های در دو نوع کلاس I و II برای هر دو طیاره، طیاره ۱ و طیاره ۲ می باشد و D_{ijkl} مقدار تقاضا برای دو نوع کلاس I و II برای دو طیاره، طیاره ۱ و طیاره ۲ می باشد. دیده می شود که تعداد این نوع پروازها، 6 نوع پرواز متفاوت می باشد.

۲. مبانی نظری

۲/۱. تحقیق در عملیات

تحقیق در عملیات مجموعه‌ای از تکنیک‌های ریاضی است که طی شش دهه گذشته برای بهبود فرآیند تصمیم‌گیری تجاری تکامل یافته اند. تحقیق در عملیات ابزارهایی را برای بهینه‌سازی و یافتن بهترین راه حل‌ها ارائه می‌دهد تا از میان هزاران تصمیمی پلان‌ریزی استراتژی که مدیران قرار است روزانه بگیرند، بهترین آنها اتخاذ شوند. امروزه ما شاهد ظهور نرم افزارهای تحقیق در عملیات هستیم که این ابزارها می تواند حتی توسط مدیران بدون هیچ دانشی از تکنیک‌های ریاضی که زمینه‌ساز رویه‌های راه‌حل است، استفاده شود.

۲/۲. برنامه‌ریزی خطی

برنامه‌ریزی خطی یک تکنیک ریاضیکی برای تخصیص بهینه برای محصولات، خدمات، وظایف، تجهیزات جدید، پروژه ها و ... می باشد که نظر به منابع محدود مانند قوای کار، مواد خام، ماشین آلات، وقت، پول (سرمایه)، انرژی و امثال اینها، بدست می‌آید. تکنیک‌های بهینه‌یابی با قیودات یا همان برنامه‌ریزی خطی، یک روش مدل‌سازی ریاضیکی است که بهینه را از میان منابع مقید معین می‌سازد و در حل این مدل بدنبال متحولین تصمیم[1] می‌باشیم که همان بهینه مسئله را در اختیار قرار می‌دهد. تابع هدف، تابعی از متحولین تصمیم می‌باشند که تصمیم‌گیرنده می‌تواند آنرا نظر به درآمد Maximize (برای هزینه ها، Minimize) انتخاب کند. اگر تابع هدف و قیودات یک مسئله برنامه‌ریزی، خطی باشند، مدل حاصل از این مسئله برنامه‌ریزی خطی را LP یا برنامه‌ریزی خطی یاد می‌نمایند. قیودات دیگری که در مدل درج می گردد متحولین نامنفی می باشند و علت وجود چنین متحولین، عدم منفی‌بودن کمیت‌های فزیکی‌ای مانند تولیدات، تعداد اتاق، تعداد ساعت‌ها، مقدار مواد خام و ... هستند که این کمیت‌ها به نوبه خود متحولین تصمیم را تشکل می‌دهند.

۳. پیشینهٔ تحقیق

یکی از اولین مدل‌های حل مسائل مدیریت درآمد ها به شخصی بنام لیتل وود (Littlewood, 2005) بر می گردد که وی در مدل اش حد حمایتی لازمی را برای مقایسه دو ویژگی تقاضای متوقعه و کرایه‌ها معین ساخت. وی قاعده‌ای را پیشنهاد ساخت که بنام قاعده "لیتل وود" شناخته می‌شود که سطح حمایتی را برای کلاس‌های کرایه بالا مورد استفاده می‌باشد. بلوبابا، تحقیقات لیتل وود را گسترش داد و مدلEMSR را بوجود آورد. اولین مدل وی که بنام EMSR-a می‌باشد از مقایسات جوره‌ای برای دریافت تعداد سیت‌های ریزروشده برای کلاس‌های کرایه بالا استفاده نمود. (Belobaba, 1989)

بعدها بلوبابا مدل‌اش را توسعه بخشید و نام آنرا EMSR-b نهاد. در این روش بجای استفاده از مجموع سطوح حمایتی، از مجموع تقاضا برای مشتریان پرداخت‌کننده و محاسبهٔ کرایه وزنی برای آنها استفاده نمود. این کرایه‌های وزنی برای مقایسه استفاده شده و سطوح متفاوت حمایتی محاسبه می‌گردد.

1 Decision Variables

ییننگجی لان، هوینا جائو، مایکل او بال و ایتیر کارائسمن در مقاله شان که مسئله مدیریت درآمد شرکت‌های هوایی چند کرایه ای بود، اطلاعات تقاضا را محدود درنظر گرفته‌بودند (بین حد کم تقاضا و حد زیاد تقاضا) . آنها ت حت انتروال عدم قطعیت، پالیسی بوکینگ بهینه را توسط شرط Minimax معین ساختند. (Yingjie Lan, 2008)

کاربرد تکنیک‌های مدیریت درآمد بیشتر زمانی مورد تطبیق است که شرکت‌ها دارای ظرفیتی ثابت و تقاضایی که می‌تواند به بخش‌های معینی تقسیم‌بندی شود. (Kimes, Chase and Choi,1998)

۴. روش‌شناسی تحقیق

مدل پیشنهادی

می توان مسئله اعظمی درآمد شرکت‌های ترانسپورتی هوایی را بشکل ریاضیکی طور ذیل فرمول بندی نمائیم.

$$Max\ R = \sum p_{ijk} x_{ijkl}$$

$$x_{AB11} \le D_{AB11}$$
$$x_{BC11} \le D_{BC11}$$
$$x_{AC11} \le D_{AC11}$$
$$x_{DB12} \le D_{DB12}$$
$$x_{BC12} \le D_{BC12}$$
$$x_{DC12} \le D_{DC12}$$
$$x_{AB21} \le D_{AB21}$$
$$x_{BC21} \le D_{BC21}$$
$$x_{AC21} \le D_{AC21}$$
$$x_{DB22} \le D_{DB22}$$
$$x_{BC22} \le D_{BC22}$$
$$x_{DC22} \le D_{DC22}$$
$$x_{AC11} + x_{AC21} \le 180$$
$$x_{DC12} + x_{DC22} \le 180$$
$$x_{BC11} + x_{BC21} + x_{AC11} + x_{AC21} \le 180$$
$$x_{BC12} + x_{BC22} + x_{DC12} + x_{DC22} \le 180$$
$$x_{BC11} + x_{BC12} \le 80$$
$$x_{BC21} + x_{BC22} \le 110$$
$$\forall\ x_{ijkl} \ge 0$$

طوریکه $k = 1$ و $k = 2$ بترتیب قیمت تکت برای کلاسهای I و II می باشد $l = 1$ و $l = 2$ ، نوعیت پرواز طیاره ۱ و طیاره ۲ را نشان می دهد.

برای حل مسئله برنامه‌ریزی خطی فوق، از قدمهای ذیل استفاده صورت می گیرد.

قدم اول: نصبSolver add-in در اکسل

قدم دوم: درج تابع هدف و تعیین متحولین تابع هدف

قدم سوم: درج تمامی قیودات مسئله و اجرای Solver در اکسل با استفاده از Simplex LP

اجرای قدم اول: نصب Solver add-in در اکسل:

- در اکسل ۲۰۱۰ و بالاتر از آن، به File رفته و گزینهٔ Option را انتخاب نمائید.
- بالای Add-Ins کلیک‌نموده و در باکس Manage ، Excel Add-ins را انتخاب نمائید.
- بالای Go کلیک‌نمائید.
- در باکس Add-Ins available، گزینهٔ Solver Add-in را انتخاب نمائید و بعداً بالای OK کلیک‌نمائید.
- بعدا از اضـــافه نموده Solver Add-in ، گزینهٔ ای بنام Solver در گروپ Analysis تب Data ظاهر می گردد.

اجرای قدم دوم: درج تابع هدف و تعیین متحولین تابع هدف

تمامی تقاضا ها برای دو نوع کلاس متفاوت کرایه ها را از مبدأ به مقاصد برای هر دو طیاره را طور ذیل در اکسل درج نمائید.

	A	B	C
1			
2	Routes	Pijkl	Dijkl
3	AC11	300	40
4	AB11	180	32
5	BC11	200	80
6	BC12	200	80
7	DC12	500	20
8	DB12	300	55
9	AC21	90	100
10	AB21	50	130
11	BC21	70	110
12	BC22	70	110
13	DC22	150	60
14	DB22	100	90

جدول ۳-۱ : تشکیل جدول مربوط به اطلاعات پروازها

درآمد شرکت ترانسپورتی هوایی را در حجرهٔ B16 طور ذیل فرمول بندی می نمائیم.

f_x =SUMPRODUCT(B3:B14,B17:B28)

در تمامی حجره های B17:B28 ؛ صفر درج می نمائیم که متحولین تابع هدف را شکیل می دهند.

	A	B
16	Routes	Solution
17	AC11	0
18	AB11	0
19	BC11	0
20	BC12	0
21	DC12	0
22	DB12	0
23	AC21	0
24	AB21	0
25	BC21	0
26	BC22	0
27	DC22	0
28	DB22	0

جدول ۴-۱ : تشکیل جدول برای تعریف متحولین تابع هدف

قدم سوم: قیوداتی که در معادلهٔ (1.1) درج شده است را به سه ست قیودات تقسیمات می‌نمائیم. ست اول قیودات را می‌توانیم براحتی در پنجرهٔ Solver Parameters ، اضافه نمائیم.(به شکل (۳-۱) مراجعه نمائید)

ست قیودات دوم را که مربوط به ظرفیت هر یک از طیاره‌ها در پروازهای بین AC، AB ، DB و DC می باشد را به همراه ظرفیت پروازها را طور ذیل در اکسل فرمول‌بندی می‌نمائیم. این جدول را هر جایی از صفحهٔ اکسل می‌توانید ایجاد نمائید.

SUM(B16,B22)	180
SUM(B20,B26)	180
SUM(B17,B23,B24,B18)	180
SUM(B21,B27,B19,B25)	180

جدول ۵-۱ : جدول مربوط به فرمول بندی ست قیودات دوم

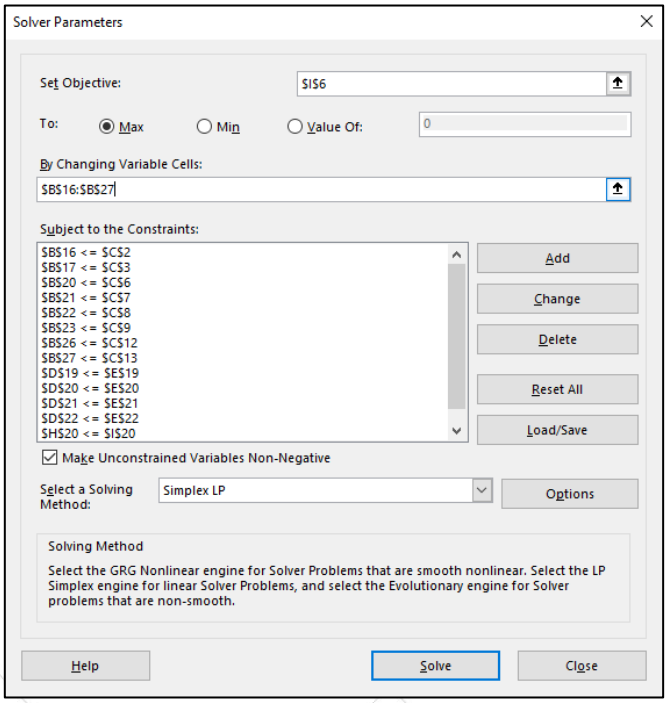
ست سوم از قیودات را که مربوط به مسیرهای بین B و C است را می‌توان برای هر دو نوع طیاره طور ذیل فرمول‌بندی نمائیم.

SUM(B18:B19)	80
SUM(B24:B25)	110

جدول ۶-۱ : جدول مربوط به فرمول بندی ست قیودات سوم

- حال بالای Solver از ریبون Data کلیک کنید.
- در پنجرهٔ Solver Parameters ، حجرهٔ B16 که منحیث تابع هدف می باشد را انتخاب می نمائیم.
- برای اینکه مطمئن شوید که نوع مسئله بهینه‌سازی، اعظمی باشد؛ بالای باکس Max کلیک نمائید.

- برای تعیین تمامی ۱۲ متحول تابع هدف، در بخش :By Changing Variable Cells حجره های B17:B28 را انتخاب نمائید.
- تمامی ۱۸ قید را در بخش :Subject To Constraints اضـــافه نموده و در آخیر مطمئن شـــوید که گزینهٔ Make Unconstrained Variables Non-Negative box فعال باشد.
- در نهایت نوعیت روش را از بخش :Select a Solving Method ، Simplex LP انتخاب نموده و بالای دکمهٔ Solve کلیک نمائید. در شکل ۷–۱ ذیل، تمامی قدم های فوق را می بینید.



شکل ۷–۱ : پنجرهٔ Solver Parameters برای تعیین مسئله اعظمی درآمد شرکت‌های ترانسپورتی هوایی

جدول ۸–۱ ذیل، تعداد سیت‌های اختصاص یافته به هر دو طیاره را برای مسیرهای متفاوت، نشان می‌دهد که درآمد کل توسط Solver ، برای مسئله برنامه‌ریزی خطی معادلهٔ $R = 94470$ (1.1) می باشد.

Routes	Solution
AC11	40
AB11	32
BC11	45
BC12	35
DC12	20
DB12	55

Routes	Solution
AC21	100
AB21	0
BC21	103
BC22	0
DC22	60
DB22	90

جدول ۸-۱ : حل مسئله برنامه‌ریزی خطی (تعداد تکت‌های اختصاص یافته‌شده به پروازها)

۵. نتایج و یافته‌های تحقیق

همانطور که قبلاً بحث‌شد، روش سمپلکس برای متحولین تصمیم زیاد بشکل گرافیکی و تحلیلی مشکل بوده و استفاده از پروگرام‌های کمپیوتری می‌تواند در حل مسائل مدیریت درآمد شرکتها کمک شایانی نماید. حل بدست آمده از Excel Solver برای مسئله شرکت‌های هوایی این مقاله بصورت ذیل بدست آمده است.

$$R = \sum p_{ijk} \cdot x_{ijkl} = (300)40 + (180)32 + (200)45 + (200)35 + (500)20 + (300)55 + (90)100 + (50)0 + (70)103 + (70)60 + (150)60 + (100)90 = 94470$$

هر حل دیگری که از مدل فوق بدست آید از این مقدار بدست آمده کمتر و یا مساوی خواهد بود. حل این مسئله می تواند کمک بسزایی در دریافت درآمد شرکت‌های هوایی داشته باشد که تعداد متحول‌ها یا پروازهای آن محدود به ۳ شهر A، B و C نباشد. این به آن معنی است که می‌توان مدل درآمد شرکت‌های هوایی فوق را در ابعاد شبکه بزرگتر از ۳ شهر نیز تعمیم دهیم. هم‌چنین محدودیت‌های متفاوت در پروازها را می‌توان به این مدل در هر زمان، اعمال نمائیم که بازهم یک قالب درستی از تصمیم‌گیری‌های سازمانی محسوب می گردد. گرچه در این مدل، دو نوع نرخ متفاوت کرایه مد نظر گرفته‌شده است ولی پیشنهاد می‌گردد که این مدل به سه نوع کرایه و با ظرفیت چوکی‌های متفاوت تعمیم داده شود تا نتایج آن بتواند مورد پذیرش مدیران شرکت‌های هوایی افغانستان قرار بگیرد. هم چنین پیشنهاد می گردد که این مدل مدیریت درآمدهای شرکت‌های ترانسپورتی هوایی، بالای مصارف ثابت و متحول این شرکت ها مورد مطالعه قرار داده شود که خود لازمه ای بر افزایش مفاد شرکت‌های ترانسپورتی هوایی خواهد بود.

منابع و مأخذ

1. Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2012). An introduction to management science: Quantitative approaches to decision making (XIIIth ed.). Mason, OH: South-Western Cengage Learning
2. Bodhibrata Nag, Business Applications of Operations Research, Business Expert Press, 2014, LLC, New York: 105-108.
3. Conway, D. and Ragsdale, C. 1987, "Modeling optimization problems in the unstructured world of spreadsheets," Omega, Vol. 25, No. 3, pp. 313–322.
4. Dash, M., & Pathak, R. (2011). A linear programming model for assessing asset-liability management in banks. The IUP Journal of Financial Risk Management 8(1), 50– 67.
5. Ebiendele E Peter and Ebiendele Helen, Design and Implementation of Mathematical Model for Revenue Management in Hospitality Industry, Journal of Hotel & Business Management, 2018, Nigeria
6. Eppen, G. D.; Gould, F.; Schmidt, C.; Moore, J.; and Weatherford, L. 1998, Introductory Management Science: Decision Modeling with Spreadsheets, fifth edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
7. Houyuan Jiang, Giovanna Miglioncico, Airline network revenue management with buy-up,2014, Journal of Mathematical Programming and Operations Research, UK.
8. Jaillet, P., Song, G., & Yu, G. (1996). Airline network design and hub location problems. Location Science 4(3), 195–212.
9. Kuancheng Huang, Heng Lu, A linear programming-based method for the network revenue management problem of air cargo, 2015, Transportation Research Procedia, Taiwan.
10. L. H. Lee, E. P. Chew and M. S. Sim, A heuristic to solve a sea cargo revenue management problem, Department of Industrial &Systems Engineering, National University of Singapore, Singapore.
11. Michael C. Clough, Timothy L. Jacobs, Esma S. Gel, New Formulations for Price and Ticket Availability Decisions in Choice-based Network Revenue Management, American Airlines
12. Miriam O'callaghan, Dienshkumar K Balasubramanian, Farahnaz Behgounia, Neha Shukla, Pruyansha Jayaswal and Bahman Zohuri, Descriptive Analytics for Airline Price Optimization Driven by Artificial Intelligence and Machine Learning, and Excel Spread Sheet Algorithms, June 2021, USA, Acta Scientific Pharmaceutical Science 5.7: 20-29
13. Peter Belobaba (1988), Air travel demand and airline seat inventory management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
14. Pinedo, M. L. (2009). Planning and scheduling in manufacturing and services (2nd ed.). New York, NY: Springer Science + Business Media.
15. Schrage, L. (1997). Optimization modeling with LINGO (Vth ed.). Chicago, IL: LINDO Systems.
16. Winston, W. L. (2003). Operations research: Applications and algorithms (IVth ed.). Independence, KY: Cengage Learning.
17. Winston, W. L. and Albright, S. C. 1997, Practical Management Science: Spreadsheet Modeling and Applications, Duxbury Press, Pacific Grove, California.
18. Yingjie Lan, Huina Gao, Michael O. Ball and Itir Karaesmen, Revenue Management with Limited Demand Information, Management Science, Vol. 54, No. 9 (Sep., 2008), pp. 1594-1609 (16 pages), Published By: INFORMS