



## مدیریت درآمد در هتل با رویکرد احتمالی گسسته

مهسا قندهاری\* و مسعود احمدی

### کلمات کلیدی

مدیریت درآمد  
برنامه ریزی احتمالی  
مدل سازی ریاضی

### چکیده:

در این پژوهش یک مدل برنامه ریزی خطی برای یافتن برنامه ریزی رزرواسیون با هدف حداکثر سازی درآمد در هتل ارائه می شود. در این مدل یک دوره برنامه ریزی خاص در نظر گرفته می شود که شامل چند روز مهم و شلوغ سال می باشد. برای این دوره، چند دوره رزرواسیون انجام می شود که این دوره ها ممکن است از چند ماه قبل از دوره برنامه ریزی آغاز شوند. هر دوره رزرواسیون می تواند قیمت متفاوت و بنابراین درآمد متفاوتی داشته باشد. میهمانان هتل، تعداد روزهای توقف متفاوت دارند و اتاق ها از انواع مختلف هستند. مدل در دو حالت تقاضای قطعی و تقاضای احتمالی حل شده است. برای حالت احتمالی سناریو های مختلف در نظر گرفته شده است. در نهایت مدل برای حالت های مذکور توسط نرم افزار Lingo حل شده است.

### ۱. مقدمه

کسب درآمد بهینه حاصل از منابع موجود هدف حیاتی هر سازمان تولیدی و خدماتی است. یکی از تفاوت های مهم محصول و خدمت آن است که محصول قابل ذخیره سازی است در حالی که خدمت چنین قابلیت را ندارد. هتل یک سازمان خدماتی است که هر شب اتاق به عنوان خروجی آن به حساب می آید. در صورتی که برنامه ریزی و مدیریت مناسبی بر روی این خروجی صورت نگیرد، هتل درآمد هنگفتی را از دست خواهد داد. مدیریت درآمد یکی از زیر شاخه های تحقیق در عملیات است که وظیفه آن مدیریت محصولات فاسد شدنی است.

مدیریت درآمد به صورت ذیل تعریف می شود: هنر بیشینه کردن سود حاصل از فروش ظرفیت محدودی از یک محصول فاسدشدنی در یک افق مشخص زمانی به وسیله فروش هر واحد محصول به مشتری مناسب در زمان مناسب با قیمت مناسب و از طریق کانال

تاریخ وصول: ۹۰/۲/۳۱

تاریخ تصویب: ۹۰/۵/۲۵

\* نویسنده مسئول مقاله: دکتر مهسا قندهاری، استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان؛ [ghanehary@yahoo.com](mailto:ghanehary@yahoo.com)  
مسعود احمدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان

ارتباطی مناسب [۱]. مدیریت درآمد به منظور یافتن استراتژی مناسب تخصیص موجودی و نیز قیمت گذاری برای سرمایه های فاسدشدنی استفاده می شود تا درآمد را در یک افق برنامه ریزی بیشینه کند [۲].

مدیریت درآمد در صنعت حمل و نقل هوایی به مدت چهل سال است که اجرا می شود. با به کارگیری یک سیستم مدیریت درآمد، صنایع هوایی افزایش سالانه ۱۰ درصد در درآمد های خود دارند که این میزان حدوداً معادل پنجاه تا صد میلیون دلار در سال است [۳]. به جرأت می توان گفت استفاده از مدیریت درآمد افزایش درآمدی بین پنج تا هفت درصد نصیب شرکت ها خواهد کرد [۴].

صنایع دیگر با خصوصیات مشابه به خطوط هوایی نیز در حال گسترش نظام های مدیریت درآمد هستند. از جمله این موارد می توان به تورهای مسافرتی، قطارها، صنعت کرایه اتومبیل، خطوط کشتیرانی، هتل ها و حتی سیستم های تولیدی ساخت بر اساس سفارش اشاره کرد. مدیریت درآمد برای شرکت هایی انجام می شود که محصولات فاسدشدنی دارند و هزینه ثابت آنها بالا و هزینه متغیرشان پایین است. هتل همانند شرکتی است که هزینه ثابت بالا و هزینه متغیر پایین دارد.

هر « شب اتاق » به عنوان محصول و خروجی اصلی هتل به حساب می آید که شرایط محصول فاسدشدنی را دارا است. با

## ۲. ادبیات پژوهشی

مفهوم مدیریت درآمد اولین بار در دهه ۱۹۷۰ در صنعت خطوط هوایی آمریکا زاده شد. این مفهوم، کاربرد استراتژی های قیمت گذاری را در تخصیص بهینه ظرفیت به مشتریان نشان می دهد [۷]. مدیریت درآمد بیشترین کاربرد را در صنعت هوایی داشته است.

در زمینه خطوط هوایی می توان به پژوهشی اشاره کرد که توسط برنامه ریزی ریاضی و شبکه، مدلی برای بهینه سازی درآمد خطوط هوایی حمل بار ارائه شده است. در این پژوهش فرض شده است که پروازهای مختلفی در زمان های مختلف برای رسیدن از یک مبدأ به یک مقصد از چند ایالت می گذرند. این پروازها که از شهرهای متفاوت و در زمان های متفاوت انجام می شوند، دارای هزینه ها و درآمدهای گوناگون هستند و مسأله تعیین مقدار کالایی است که بایستی با هر یک از این پروازها فرستاده شود تا درآمد خطوط هوایی بیشینه شود [۸].

همچنین مدیریت درآمد در مباحثی تولیدی مورد استفاده قرار گرفته است. مدرس و همکارانش پژوهشی در زمینه مدیریت درآمد سیستم های تولیدی ساخت بر اساس سفارش انجام داده اند. آنها دو کلاس مشتری در نظر گرفته اند که هر یک از آنها دارای یک تابع توزیع احتمال تقاضا هستند. مشتری می تواند سفارش خود را لغو کند که البته در ازای آن جریمه پرداخت می کند. همچنین بنگاه می تواند با توجه به ظرفیت تولید خود حجمی از سفارش را رد کند که در این صورت بنگاه بایستی جریمه بپردازد. هر کلاس از مشتریان، نرخ سود و نرخ جریمه لغو سفارشی متفاوت از کلاس دیگر دارد. مسأله تعیین حجم پذیرفته شده برای سفارشات کلاس های مختلف مشتری می باشد [۱].

در زمینه صنعت هتلداری پژوهشی توسط هاروود انجام شد که در آن با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو بین دو سیاست تخصیص ظرفیت به میهمانان هتل مقایسه صورت گرفته است. این دو سیاست شامل یکی سیاست اولین ورود اولین خدمت و دیگری رویکرد پذیرش درخواست رزرواسیون با قیمت پایه است. آنها به این نتیجه رسیدند که وقتی گستره تقاضا وسیع باشد روش قیمت پایه درآمد بیشتری به همراه دارد [۹].

در پژوهشی دیگر یک مدل برنامه ریزی خطی ارائه شد که در آن درآمد هتل برای یک دوره زمانی بهینه سازی شد. به دلیل احتمالی بودن ساختار تقاضا، این مسأله به صورت یک مسأله برنامه ریزی احتمالی تبدیل شد که آنها با استفاده از تکنیک های بهینه سازی قوی<sup>۱</sup> و ایجاد سناریوهای مختلف آن را حل کردند. آنها در نهایت با ارائه چند مثال نتایج مدل را نشان دادند [۲].

لیو و همکارانش یک مدل برنامه ریزی خطی ارائه کردند که در آن درآمد هتل برای یک روز خاص و با دوره های رزرواسیون

وجودی که صنعت هتلداری مشخصه های مشابهی با صنعت هوایی دارد ولی تفاوت برجسته ای که بین آنها وجود دارد آن است که همه مسافران هواپیما از یک مبدأ به یک مقصد با طول مدت یکسان حرکت می کنند در حالی که مشتریان هتل دوره های توقف متفاوت در هتل دارند یعنی ساختار تقاضا متفاوت و پیچیده تر است [۵].

در این پژوهش یک مدل برنامه ریزی خطی ارائه می شود که هدف آن بهینه سازی درآمد هتل است. این مدل شرایط زیر را در برمی گیرد:

۱- برنامه ریزی برای یک دوره و نه برای یک روز خاص انجام می شود.

۲- چندین دوره رزرواسیون را می توان در نظر گرفت.

۳- ظرفیت هتل بر اساس اتاق های گوناگون در نظر گرفته شده است.

۴- تقاضا برای هتل در دو حالت در نظر گرفته شده است: الف) تقاضای قطعی، ب) تقاضای احتمالی

مزایای این مدل نسبت به مدل های قبلی ارائه شده در این است که از طرفی مدل، دو عامل را با هم در خود جای داده است ۱- برای یک دوره زمانی و نه یک روز خاص برنامه ریزی انجام می دهد ۲- دوره های رزرواسیون مختلف با قیمت های متفاوت را در نظر می گیرد، که در پژوهش های قبلی هردوی این عوامل توأمان با هم در مدل وارد نشده اند [۲] و [۶]. از سوی دیگر مدل های قبلی ارائه شده برای مدیریت درآمد هتل، ظرفیت هتل را براساس تعداد افراد قابل اسکان در آن در نظر گرفته اند در حالی که این روش برخورد با مسأله در عمل با مشکل مواجه خواهد شد زیرا هر میهمان الزاماً به صورت انفرادی به هتل مراجعه نمی کند بلکه ممکن است به صورت مجموعه ای از افراد برای رزرو یک اتاق مشخص در هتل مراجعه کند. برای مثال فرض کنید هتل یک اتاق چهار نفره برای رزرو دارد و دو خانواده دو نفره درخواست رزرواسیون بدهند. در عمل پذیرش درخواست هر دو خانواده غیرممکن است در حالی که در مدل های قبلی چنین مشکلی در نظر گرفته نشده است. مدل ارائه شده در این پژوهش با در نظر گرفتن ظرفیت هتل براساس تعداد اتاق های با انواع مختلف، این مشکل را حل نموده است. ر نهایت این مدل حالت احتمالی تقاضا را در نظر گرفته است که در پژوهش صورت گرفته توسط احمدی و همکارانش حالت قطعی آن در نظر گرفته شده بود [۵].

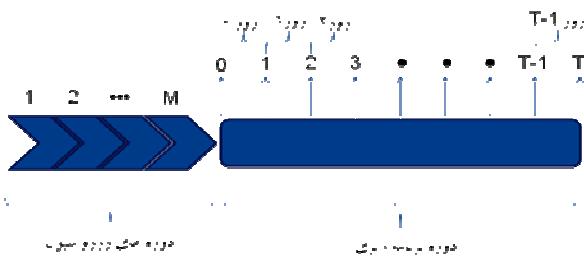
چارچوب مقاله به صورت ذیل می باشد: در بخش ۲ ادبیات پژوهش مربوط به مدیریت درآمد ارائه می گردد. در بخش ۳ مدل برنامه ریزی قطعی ارائه می شود. در بخش ۴ مدل برنامه ریزی احتمالی تشریح می گردد و در نهایت در بخش ۵ مثال های عددی بیان خواهد شد.

<sup>1</sup> - Robust optimization

خاص را در نظر می‌گیرد که می‌تواند شامل چند روز مهم و شلوغ سال باشد.

برای این دوره، چند دوره رزرواسیون انجام می‌شود که این دوره‌ها ممکن است از چند ماه قبل از دوره برنامه ریزی آغاز شوند. هر دوره رزرواسیون می‌تواند قیمت متفاوت و بنابراین درآمد متفاوتی داشته باشد. میهمانان هتل، تعداد روزهای توقف متفاوت دارند. اتاق‌ها از انواع مختلف بوده و شامل یک نفره، دوفره و غیره می‌باشند.

بنابراین برنامه ریزی بر روی اتاق‌ها انجام می‌شود و متغیرهای تصمیم تعداد درخواست‌های پذیرفته شده برای رزرو اتاق‌ها با انواع مختلف و در دوره‌های رزرو متفاوت است. محدودیت‌های مدل مربوط به ظرفیت هتل و تقاضاهای مختلف برای روزهای مختلف و با زمان‌های توقف متفاوت است.



شکل ۱. مشخصات مدل ارائه شده

در هر روز مشخص  $p$  ظرفیت اتاق‌های مختلف هتل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

تعداد افرادی که در ابتدای روز  $p$  وارد هتل می‌شوند + تعداد افرادی که از قبل از روز  $p$  در هتل اقامت دارند و تا پس از آن هم در هتل می‌مانند

این طور فرض می‌شود که در ابتدای دوره برنامه ریزی هیچ میهمانی در هتل وجود ندارد. مدل برنامه ریزی قطعی این مقاله به صورت مدل ۱ می‌باشد:

$$\max z = \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^k x_{i,j,t}^k$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^T x_{0,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j=p+1}^T x_{i,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k = 1, \dots, K; \forall p = 1, \dots, T-1$$

$$0 \leq x_{i,j,t}^k \leq U_{i,j,t}^k, \text{int eger} \quad i = 0, \dots, T-1; \quad j = 1, \dots, T; \quad t = 1, \dots, M; \quad k = 1, \dots, K$$

for all  $0 \leq i < j \leq T$

متفاوت بهینه‌سازی می‌شود. در این پژوهش نیز تقاضا حالت احتمالی داشت و مسأله به یک مسأله برنامه ریزی احتمالی تبدیل شد و آنها با استفاده از رویکرد بهینه‌سازی قوی و سناریوهای مختلف مسأله را حل نمودند. آنها تنها یک مدل اتاق را برای هتل در نظر گرفتند. در مدل آنها درآمد حاصل از کرایه اتاق به هر نفر در دوره‌های رزرواسیون مختلف، متفاوت است [۶].

### ۳. مدل برنامه ریزی قطعی

نمادهای مدل به صورت زیر می‌باشند:

زمان ورود میهمان به هتل:  $i = 0, 1, 2, \dots, T-1$

زمان خروج میهمان از هتل:  $j = 1, 2, 3, \dots, T$

دوره‌های رزرواسیون:  $t = 1, 2, 3, \dots, M$

اتاق‌ها با ظرفیت‌های متفاوت:  $k = 1, 2, 3, \dots, K$

پارامترهای ورودی شامل موارد زیر هستند:

درآمد حاصل از اتاق نوع  $k$  برای ورود در زمان  $i$  و خروج در زمان  $j$  و در دوره ثبت رزرو  $t$ :  $R_{i,j,t}^k$

تقاضا برای اتاق از نوع  $k$  که ورود در زمان  $i$  و خروج در زمان  $j$  باشد و در دوره  $t$  برای رزرو مراجعه کرده باشند:  $U_{i,j,t}^k$

$C_k$ : تعداد اتاق‌های از نوع  $k$  (ظرفیت)

و متغیرهای تصمیم نیز به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$x_{i,j,t}^k$ : تعداد رزرواسیون اتاق‌های از نوع  $k$  که ورود به آنها در زمان  $i$  و خروج از آنها در زمان  $j$  باشد و در دوره  $t$  ثبت رزرو کرده باشند.

شکل شماره ۱ مشخصات مدل را به صورت کلی نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود این مدل یک دوره برنامه ریزی

و مجموع احتمالات برابر یک است. این سناریوها و احتمالات آنها در رابطه ۲ و ۳ مشاهده می گردد.

$$p_s \geq 0 \quad s = 1, 2, \dots, S \quad (2)$$

$$\sum_{s=1}^S p_s = 1 \quad (3)$$

با توجه به این روش مدل مدیریت درآمد در هتل با رویکرد احتمالی گسسته به صورت مدل ۴ خواهد بود.

$$\begin{aligned} \max z = & \underbrace{\sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k}_A \\ & - \lambda \sum_{s=1}^S p_s \left\{ \min \left\{ 0, \underbrace{\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k}_B \right\} \right\} \\ & - \underbrace{\sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T w_{i,j,t}^k \left\{ \min \left\{ 0, U_{i,j,t}^{k,s} - x_{i,j,t}^k \right\} \right\}}_C \end{aligned} \quad (4)$$

s.t.

$$\sum_{t=1}^M \sum_{j=1}^T x_{0,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k = 1, \dots, K$$

$$\sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^P \sum_{j=p+1}^T x_{i,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k = 1, \dots, K; \forall p = 1, \dots, T-1$$

$$0 \leq x_{i,j,t}^k \leq \max \{ U_{i,j,t}^{k,s} \}, \text{integer} \quad i = 0, \dots, T-1; \quad j = 1, \dots, T; \quad t = 1, \dots, M; \quad k = 1, \dots, K; \quad s = 1, \dots, S$$

for all  $0 \leq i < j \leq T$

نظر گرفته شده باشد. پارامترهای  $w_{i,j,t}^k$  وزنهای جریمه برالی عبور از محدودیت تقاضا است.

به عنوان مثال در صورتی که تصمیم گیرندگان بخواهند میهمانان کمتری را برای توقف یک روزه پذیرش کنند و مسافران سه روزه و چهار روزه بیشتری بپذیرند این پارامتر را برای توقف یک روزه بیشتر و برای توقف های سه روزه و چهار روزه کمتر می گیرند. برای تبدیل مدل به مدل برنامه ریزی خطی از روش زیر استفاده می شود [۶]. بایستی در مدل ۴ جایگذاریهایی مطابق روابط ۵ و ۶ انجام شود.

$$-y_s = \min \left\{ 0, \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k \right\} \quad (5)$$

#### ۴. مدل برنامه ریزی احتمالی

در مدل ارائه شده در بخش قبلی تقاضا یعنی  $U_{i,j,t}^k$  معمولاً حالت احتمالی دارد. از سوی دیگر ممکن است گردانندگان هتل قیمت های متفاوتی را برای هر شب اتاق در نظر بگیرند و بنابراین  $R_{i,j,t}^k$  می تواند حالت های مختلفی به خود بگیرد. راهی برای در نظر گرفتن این حالت احتمالی استفاده از امید ریاضی برای پارامتر  $U_{i,j,t}^k$  می باشد.

اما راه دیگری برای این منظور استفاده از سناریوهای مختلف برای حالات مختلف است [۱۰]. در هر سناریو  $U_{i,j,t}^k$  ها و  $R_{i,j,t}^k$  ها مقادیر متفاوتی دارد. هر سناریو دارای یک احتمال مشخص است

$\lambda$  و  $w_{i,j,t}^k$  پارامترهای غیرمنفی هستند. در تابع هدف مدل ۴ اولین عبارت، درآمد مورد انتظار هتل است و عبارت دوم، انحراف از میانگین درآمد می باشد. در این مدل انحراف از میانگین به منظور اندازه گیری ریسک درآمد هتل مورد استفاده قرار می گیرد. پارامتر  $\lambda$  به عنوان فاکتور مقابله با ریسک تصمیم گیرنده به حساب می آید.

هر چقدر تصمیم گیرنده ریسک پذیر تر باشد  $\lambda$  کمتر بوده و بنابراین درآمد حاصل بیشتر خواهد بود. انحراف معیار موجود در عبارت سوم فاکتوری برای اصلاح مدل است. به دلیل این که ممکن است تعداد تقاضاهای واقعی کمتر از تعداد تقاضای در

$$-z_{i,j,t}^{k,s} = \min\{0, U_{i,j,t}^{k,s} - x_{i,j,t}^k\} \tag{۶}$$

بنابراین  $z_{i,j,t}^{k,s} \geq 0, y_s \geq 0$  و در نتیجه مدل به صورت مدل  $\gamma$  خواهد آمد.

$$\begin{aligned} \max z = & \sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k - \lambda \sum_{s=1}^S p_s y_s - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T W_{i,j,t}^k z_{i,j,t}^{k,s} \\ \text{s.t.} & \\ & \sum_{t=1}^M \sum_{j=1}^T x_{0,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k=1, \dots, K \\ & \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^P \sum_{j=p+1}^T x_{i,j,t}^k \leq C_k \quad \forall k=1, \dots, K; \forall p=1, \dots, T-1 \\ & \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^M \sum_{i=0}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,t}^{k,s} x_{i,j,t}^k + y_s \geq 0 \quad s=1, \dots, S \\ & y_s \geq 0 \quad s=1, \dots, S \\ & U_{i,j,t}^{k,s} - x_{i,j,t}^k + z_{i,j,t}^{k,s} \geq 0 \quad i=0, \dots, T-1; j=1, \dots, T; t=1, \dots, M; k=1, \dots, K; s=1, \dots, S \\ & z_{i,j,t}^{k,s} \geq 0 \quad i=0, \dots, T-1; j=1, \dots, T; t=1, \dots, M; k=1, \dots, K; s=1, \dots, S \\ & 0 \leq x_{i,j,t}^k \leq \max\{U_{i,j,t}^{k,s}\}, \text{integer} \quad i=0, \dots, T-1; j=1, \dots, T; t=1, \dots, M; k=1, \dots, K; s=1, \dots, S \\ & \text{for all } 0 \leq i < j \leq T \end{aligned} \tag{۷}$$

نفره (  $k = 1, 2, 3$  ) می باشد که از هر کدام به ترتیب ۲۰، ۳۰ و ۴۰ اتاق در هتل وجود دارد.

درآمد هر شب اتاق برای یک نفر در دوره رزرواسیون اول ۴۵۰۰۰۰ ریال می باشد که به عنوان مثال درآمد هر شب اتاق دو نفره ۹۰۰۰۰۰ ریال می شود. درآمد هر شب اتاق در دوره رزرواسیون دوم ۵۵۰۰۰۰ ریال فرض می شود که مثلاً درآمد هرشب اتاق دو نفره در این دوره ۱۱۰۰۰۰۰ ریال محاسبه می شود. تقاضاها برای دوره‌های مختلف رزرواسیون و برای اتاق‌های با انواع متفاوت و ورود و خروج گوناگون به صورت جدول ۱ فرض می شود.

این مدل توسط نرم افزار Lingo حل خواهد شد و جواب های بدست آمده بیانگر میزان پذیرش درخواست های مختلف رزرواسیون می باشد.

### ۵. مثال های عددی

#### ۵-۱. مثال عددی برای حالت قطعی

این طور فرض می شود که هتلی تصمیم دارد برای ۵ روز اول سال خود برنامه ریزی کند. تعداد دوره های رزرواسیون ۲ دوره بوده (  $t = 1, 2$  ) و انواع اتاق ها شامل دو نفره، سه نفره و چهار

جدول ۱. تقاضا برای دوره های مختلف رزرواسیون و برای اتاق های با ظرفیت متفاوت و ورود و خروج های گوناگون

t=۱ و k=۱						t=۱ و k=۲						t=۱ و k=۳					
i	j					i	j					i	j				
	۱	۲	۳	۴	۵		۱	۲	۳	۴	۵		۱	۲	۳	۴	۵
۰	۶	۷	۱۰	۴	۵	۰	۸	۱۳	۵	۶	۴	۰	۱۲	۸	۱۸	۴	۷
۱		۷	۵	۷	۲	۱		۱۴	۸	۲	۹	۱		۶	۵	۳	۵
۲			۱۴	۵	۵	۲			۱۱	۷	۶	۲			۱۲	۸	۷
۳				۵	۷	۳				۸	۵	۳				۴	۷
۴					۲	۴					۱۰	۴					۴

$t=2$ و $k=1$						$t=2$ و $k=2$						$t=2$ و $k=3$								
		j							j							j				
i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵
۰		۱۰	۶	۳	۴	۸	۰		۸	۸	۹	۷	۹	۰		۵	۸	۱۱	۳	۲
۱			۱۱	۵	۳	۲	۱			۴	۷	۱۰	۴	۱			۶	۸	۳	۱
۲				۸	۲	۲	۲				۱۱	۶	۱۵	۲				۱۲	۵	۲
۳					۸	۴	۳					۱۰	۵	۳					۶	۴
۴						۵	۴						۱۲	۴						۲

خروج‌های گوناگون، دوره‌های رزرو متفاوت و اتاق‌ها با انواع مختلف هستند، به صورت جدول ۲ بدست می‌آید.

پس از حل مدل توسط نرم افزار Lingo، برخی از تقاضاهای آورده شده در جدول قبل مورد پذیرش قرار می‌گیرند. متغیرهای تصمیم مدل که در واقع میزان تقاضاهای پذیرفته شده برای ورود و

جدول ۲. تعداد تقاضاهای مورد پذیرش از میان تقاضاهای ارائه شده به هتل در حالت قطعی تقاضا

$t=1$ و $k=1$						$t=1$ و $k=2$						$t=1$ و $k=3$								
		j							j							j				
i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵
۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰		۵	۰	۰	۰	۰
۱			۰	۰	۰	۰	۱			۰	۰	۰	۰	۱			۰	۰	۰	۵
۲				۰	۰	۰	۲				۰	۰	۰	۲				۰	۰	۷
۳					۰	۰	۳					۰	۰	۳					۰	۷
۴						۰	۴						۰	۴						۴

$t=2$ و $k=1$						$t=2$ و $k=2$						$t=2$ و $k=3$								
		j							j							j				
i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵	i		۱	۲	۳	۴	۵
۰		۴	۱	۳	۴	۸	۰		۴	۵	۵	۷	۹	۰		۵	۸	۱۱	۳	۲
۱			۰	۱	۱	۲	۱			۰	۰	۰	۴	۱			۱	۰	۳	۱
۲				۰	۰	۱	۲				۰	۰	۵	۲				۰	۰	۲
۳					۰	۴	۳					۰	۵	۳					۰	۴
۴						۵	۴						۷	۴						۲

درآمد هر شب اتاق برای یک نفر در دوره رزرواسیون دوم و در سناریوی اول ۵۵۰۰۰۰ ریال فرض می‌شود. درآمد هر شب اتاق برای یک نفر در دوره رزرواسیون اول و در سناریوی دوم ۵۰۰۰۰۰ ریال می‌باشد. درآمد هر شب اتاق برای یک نفر در دوره رزرواسیون دوم و در سناریوی دوم ۶۰۰۰۰۰ ریال فرض می‌شود. احتمال سناریوی اول  $0/8$  و احتمال سناریوی دوم  $0/2$  می‌باشد. برای کلیه موارد برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود. همچنین فاکتور ریسک  $\lambda$  عدد ۱ می‌باشد. تقاضا در سناریوی

## ۵-۲. مثال عددی برای حالت احتمالی

این طور فرض می‌شود که هتلی تصمیم دارد برای ۵ روز اول سال خود برنامه‌ریزی کند. تعداد دوره‌های رزرواسیون ۲ دوره بوده ( $t = 1, 2$ ) و انواع اتاق‌ها شامل دو نفره، سه نفره و چهار نفره ( $k = 1, 2, 3$ ) می‌باشد که از هر کدام به ترتیب ۲۰، ۳۰ و ۴۰ اتاق در هتل وجود دارد. تصمیم‌گیرندگان دو سناریو برای مدل در نظر می‌گیرند ( $s = 1, 2$ ). درآمد هر شب اتاق برای یک نفر در دوره رزرواسیون اول و در سناریوی اول ۴۵۰۰۰۰ ریال می‌باشد.

اول برای دوره‌های مختلف رزرواسیون، اتاق‌ها با انواع متفاوت و ورود و خروج‌های گوناگون به صورت جدول ۳ فرض می‌شود.

جدول ۳. تقاضا برای دوره‌های مختلف رزرواسیون، اتاق‌های متفاوت و ورود و خروج‌های گوناگون در سناریوی ۱

$s=1$ و $t=1$ و $k=1$					$s=1$ و $t=1$ و $k=2$					$s=1$ و $t=1$ و $k=3$							
$j$					$j$					$j$							
$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵
۰	۶	۷	۱۰	۴	۵	۰	۸	۱۳	۵	۶	۴	۰	۱۲	۸	۱۸	۴	۷
۱		۷	۵	۷	۲	۱		۱۴	۸	۲	۹	۱		۶	۵	۳	۵
۲			۱۴	۵	۵	۲			۱۱	۷	۶	۲			۱۲	۸	۷
۳				۵	۷	۳				۸	۵	۳				۴	۷
۴					۲	۴					۱۰	۴					۴

$s=1$ و $t=2$ و $k=1$					$s=1$ و $t=2$ و $k=2$					$s=1$ و $t=2$ و $k=3$							
$j$					$j$					$j$							
$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵
۰	۱۰	۶	۳	۴	۸	۰	۸	۸	۹	۷	۹	۰	۵	۸	۱۱	۳	۲
۱		۱۱	۵	۳	۲	۱		۴	۷	۱۰	۴	۱		۶	۸	۳	۱
۲			۸	۲	۲	۲			۱۱	۶	۱۵	۲			۱۲	۵	۲
۳				۸	۴	۳				۱۰	۵	۳				۶	۴
۴					۵	۴					۱۲	۴					۲

پذیرفته شده برای ورود و خروج‌های گوناگون، دوره‌های رزرو متفاوت و اتاق‌ها با انواع مختلف هستند، به صورت جدول ۵ بدست می‌آید:

همچنین تقاضا در سناریوی دوم برای دوره‌های مختلف رزرواسیون، اتاق‌ها با انواع متفاوت و ورود و خروج‌های گوناگون به صورت جدول ۴ فرض می‌شود. پس از حل مدل توسط نرم افزار Lingo، متغیرهای تصمیم مدل که در واقع میزان تقاضاهای

جدول ۴. تقاضا برای دوره‌های مختلف رزرواسیون، اتاق‌های متفاوت و ورود و خروج‌های گوناگون در سناریوی ۲

$s=2$ و $t=1$ و $k=3$					$s=2$ و $t=1$ و $k=2$					$s=2$ و $t=1$ و $k=1$							
$j$					$j$					$j$							
$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵
۰	۲	۷	۱	۸	۸	۰	۶	۶	۳	۲	۵	۰	۲	۶	۲	۱۰	۷
۱			۱	۵	۵	۱		۱	۱	۲	۱۴	۱		۲	۸	۴	۱
۲		۶		۲	۲	۲		۵	۱	۱۳	۲	۲		۳	۸	۵	۲
۳				۳	۳	۳		۵	۸	۸	۳	۳		۶	۶	۶	۳
۴					۴	۴		۵		۵	۴	۴		۲		۲	۴

$s=2$ و $t=2$ و $k=3$					$s=2$ و $t=2$ و $k=2$					$s=2$ و $t=2$ و $k=1$							
$j$					$j$					$j$							
$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵	$i$	۱	۲	۳	۴	۵
۰	۵	۵	۸	۸	۷	۰	۱۴	۱۰	۲	۳	۸	۰	۲	۲	۳	۳	۸
۱		۶	۵	۲	۷	۱		۲	۶	۲	۵	۱		۲	۱	۲	۱
۲			۳	۲	۲	۲		۳	۳	۲	۲	۲		۲	۲	۳	۲
۳				۳	۳	۳		۹	۳	۳	۳	۳		۲	۶	۳	۳
۴					۴	۴		۳		۴	۴	۴		۹		۴	۴

جدول ۵. تعداد تقاضاهای مورد پذیرش از میان تقاضاهای ارائه شده به هتل در حالت احتمالی تقاضا

$t=1$ و $k=3$						$t=1$ و $k=2$						$t=1$ و $k=1$					
$j$					$i$	$j$					$i$	$j$					$i$
۵	۴	۳	۲	۱	۳	۵	۴	۳	۲	۱	۰	۵	۴	۳	۲	۱	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۳	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۷	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۴	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴
$t=2$ و $k=3$						$t=2$ و $k=2$						$t=2$ و $k=1$					
$j$					$i$	$j$					$i$	$j$					$i$
۵	۴	۳	۲	۱	۵	۵	۴	۳	۲	۱	۰	۵	۴	۳	۲	۱	۰
۷	۶	۱۱	۸	۵	۰	۹	۳	۲	۸	۸	۰	۸	۴	۳	۲	۳	۰
۷	۰	۰	۱	۰	۱	۴	۲	۲	۰	۰	۱	۲	۰	۱	۰	۰	۱
۵	۰	۱	۰	۰	۲	۷	۰	۱	۰	۰	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۲
۵	۰	۰	۰	۰	۳	۵	۰	۰	۰	۰	۳	۴	۰	۰	۰	۰	۳
۲	۰	۰	۰	۰	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۴

- [3] Lai, K.K., Ng, W.L.; "A Stochastic Approach to Hotel Revenue Optimization", *Computers and Operations Research*, Vol. 32, 2005, pp.1059-1072.
- [4] Chatwin, R.; "Multi-Period Airline Overbooking with a Single fare Class", *Operations Research*, vol. 46, No. 6, 1998, pp. 805-819.
- [5] Jones, P.; "Yield Management in UK Hotels: a Systems Analysis", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 50, No. 11, 1999, pp. 1111-1119.
- [6] Liu S.; Lai K.K.; Wang S.Y.; "Bookig Models for Hotel Revenue Management Considering multiple-Day Stays", *International Journal of Revenue Management*, vol. 2, No. 1, 2008, pp. 78-91.
- [7] Weatherford, L.R., Bodily, S.E.; "A Taxonomy and Research overview of Perishable Asset Eevenue Management: Yield Management, Overbooking Pricing", *Operations Research*, vol. 10, 1992, p. 831-844.
- [8] Bartodziej, P., Derigs, U., Zils, M.; "O&D Revenue Management in Cargo Airlines-a Mathematical Programming Approach", *OR Spectrum*, vol. 29, 2007, pp.105-121.
- [9] Harewood, S.I., "Managing a Hotel's Perishable Inventory using Bid Prices", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 26, No. 10, 2006, pp. 1108-1122.
- [10] Mulvey, J.M., Vanderbei, R.J., Zenios, S.A., *Robust Optimization of Large Scale Systems*. *Operations Research*, Vol.43 No2, 1995, pp.264-81.

## ۶. نتیجه گیری

در این پژوهش یک مدل برنامه ریزی خطی قطعی و نیز یک مدل برنامه ریزی خطی احتمالی برای مدیریت درآمد در هتل ارائه شد. این مدل نسبت به مدل های قبلی دارای این مزیت بود که شامل کلیه این موارد می شود ۱- در نظر گرفتن یک دوره برنامه ریزی ۲- در نظر گرفتن دوره های رزرواسیون متفاوت ۳- در نظر گرفتن اتاق های متفاوت برای ظرفیت هتل ۴- دو حالت تقاضای قطعی و احتمالی.

مدل با در نظر گرفتن سناریو های مختلف با احتمالات متفاوت، حالت احتمالی گسسته را در نظر گرفت. سپس چند مثال عددی برای حالت قطعی و احتمالی تقاضا برای مدل توسط نرم افزار Lingo حل شد. هرچقدر ریسک تصمیم گیرنده بیشتر باشد، فاکتور مقابله با ریسک او کمتر و درآمد حاصل از هتل بیشتر خواهد بود. به عنوان پیشنهادی برای پژوهش های آتی می توان حالت احتمالی پیوسته برای تقاضا را در مدل در نظر گرفت.

## مراجع

- [۱] مدرس یزدی، م؛ زعفریان، ط؛ شریف یزدی، م؛ "شبه سازی مدیریت درآمد در سیستم های تولیدی ساخت بر اساس سفارش با امکان لغو/برگشت سفارشات"، *ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع*، ۳۰ بهمن و ۱ اسفند ۱۳۸۷.
- [۲] احمدی، م؛ کتابی، س؛ قندهاری، م؛ "توسعه مدلی برای مدیریت درآمد در هتل"، *شومین کنفرانس بین المللی تحقیق در عملیات*، ۱۵ و ۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹.



