



دانشگاه اراک

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی صنایع

# عنوان پروژه:

## مدل‌های مدیریت درآمد در هتل‌داری

گردآورنده:

مهدی کشاورز

شماره دانشجویی:

۹۵۱۳۲۷۱۱۱۹

استاد راهنما:

دکتر حسینی نسب

## چکیده

مطالعه‌ی پیش رو، به بررسی مدیریت درآمد در صنعت هتلداری می‌پردازد. مدیریت درآمد به زبان ساده به کار بردن استراتژی‌های مدیریتی و روش‌ها و اصول ریاضی برای قیمت گذاری و یا تخصیص ظرفیت می‌باشد. برای مثال در صنعت هواپیمایی، تصمیم گیران همه‌ی صندلی‌ها را برای رزرو در یک زمان در دسترس عموم قرار نمی‌دهند بلکه بسته به تقاضا و قیمت، در هر دوره بخشی از آن را برای رزرو و خرید در اختیار مشتریان قرار می‌دهند. مدیریت درآمد برای اولین بار در خطوط هواپیمایی آمریکا ظهور کرد و سپس کاربرد آن گسترش یافت و به صنایع دیگر از جمله صنعت هتلداری نیز وارد شد. مشابه صنعت هواپیمایی، تصمیم گیران هتل‌ها نیز همه‌ی اتاق‌ها را به یک باره برای دسترس در اختیار قرار نمی‌دهند و بسته به نوع اتاق و شرایط زمانی، قیمت‌های مختلفی بر روی اتاق‌ها قرار می‌دهند. به علاوه با استفاده از روش‌های مختلف پیش بینی، احتمال عدم حضور مسافران و یا لغو درخواست آن‌ها را نیز محاسبه می‌کنند و به این ترتیب موفق می‌شوند رزرو بیش از حد داشته باشند و به این طریق درآمد آن‌ها بیشتر شود. به طور خلاصه مباحث مهمی که در مدیریت درآمد در هتلداری مطرح می‌باشند عبارت است از پیش بینی تقاضا، قیمت گذاری، نحوه تخصیص ظرفیت اتاق‌ها، استفاده از مدلسازی ریاضی و تحقیق در عملیات برای محاسبه‌ی نحوه‌ی قیمت گذاری و یا تخصیص اتاق. مدل‌های ارائه شده در این پژوهش، در دو دسته‌ی مدل‌های تخصیص ظرفیت و مدل‌های قیمت گذاری دسته بندی می‌شوند.

۵	۱- فصل اول: کلیات و تعریف مدیریت درآمد
۶	۱-۱- مفهوم مدیریت درآمد
۶	۱-۲- تاریخچه مدیریت درآمد
۱۲	۱-۳- اهرم ها
۱۲	۱-۳-۱- قیمت گذاری
۱۲	۱-۳-۲- موجودی
۱۳	۱-۳-۳- بازاریابی
۱۳	۱-۳-۴- کانال های ارتباطی
۱۵	۱-۴- فرآیند مدیریت درآمد
۱۶	۱-۴-۱- جمع آوری داده
۱۶	۱-۴-۲- تقسیم بندی
۱۷	۱-۴-۳- پیش بینی
۱۸	۱-۴-۴- بهینه سازی
۱۸	۱-۴-۵- ارزیابی مجدد پویا
۲۰	۱-۵- مدیریت درآمد در هتل داری
۲۰	۱-۵-۱- تصمیمات ساختاری
۲۰	۱-۵-۲- تصمیمات قیمتی
۲۱	۱-۵-۳- تصمیمات مقداری (کمی)
۲۲	۲- فصل دوم: مدل های مدیریت درآمد در هتل داری
۲۲	۲-۱- معرفی مدل ها
۲۲	۲-۲- مدل های مربوط به تخصیص ظرفیت
۲۳	۲-۲-۱- مدل کلاسیک با تقاضای ثابت
۲۵	۲-۲-۲- مدل برنامه ریزی در حالت پایه
۲۷	۲-۲-۳- مدل برنامه ریزی پایه با در نظر گرفتن نوع اتاق
۳۰	۲-۲-۴- مدل مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون

۵۳.....	۳-۲- مدل های مربوط به قیمت گذاری
۵۵.....	۲-۳-۱- مدل قیمت گذاری پویا
۵۹.....	نتیجه گیری و پیشنهاد
۶۳.....	منابع

## ۱- فصل اول: کلیات و تعریف مدیریت درآمد

این مفهوم کاربرد استراتژی های قیمت گذاری را در تخصیص بهینه ظرفیت به مشتریان نشان می دهد [۱]. مدیریت درآمد<sup>۱</sup> در عمل به این صورت تعریف می شود:

"هنر و علم پیش بینی زمان واقعی تقاضای مشتری و بهینه کردن درآمد و دسترسی به محصول به گونه ای که تقاضای مورد نظر را پوشش دهد. [۲]"

مدیریت درآمد عملاً تصمیم گیری درباره این است که چه محصولی با چه قیمتی و به چه مشتریانی باید فروخت تا محدودیت ظرفیت وجود داشته باشد [۲].

### ۱-۱- مفهوم مدیریت درآمد

کسب و کارها با تصمیمات مهمی روبرو هستند. از جمله اینکه چه چیزی بفروشند، چه موقع فروشند، به چه کسی بفروشند و چه میزانی بفروشند. مدیریت درآمد از تاکتیک ها و استراتژی های داده محور برای پاسخ به این سؤالات به منظور افزایش درآمد استفاده می کند. مدیریت درآمد، داده کاوی و تحقیقات در عملیات را با استراتژی، درک رفتار مشتری و همکاری با نیروی فروش ترکیب می کند. امروزه، متخصصان مدیریت درآمد باید دارای قدرت تحلیلی و تفکر ریزنگرانه باشند. به علاوه باید در تفکر استراتژیک و مدیریت فروش مهارت داشته باشند [۲].

سیستم های مدیریت درآمد برنامه ریزی ظرفیت و سیستم های قیمت گذاری را به گونه ای ترکیب می کند که تقاضا را مدیریت کرده قابلیت اطمینان محصول را افزایش دهد و در ارتباط با اینکه چگونه با تغییر در میزان سفارشات سود را حداکثر کند تصمیم گیری می شود [۳]. مدیریت درآمد به کار بردن تجزیه و تحلیل و آنالیزهای منظم است تا رفتار مصرف کننده را در سطوح خرد بازار پیش بینی شود و دسترسی<sup>۲</sup> و قیمت محصول را بهینه می کند تا رشد درآمد<sup>۳</sup> را به حداکثر برساند. هدف اصلی مدیریت درآمد فروش کالای مناسب به مشتری مناسب در زمان مناسب با قیمت مناسب و با بسته بندی مناسب است. ماهیت این مفهوم فهمیدن ادراک مشتریان از ارزش محصول و هماهنگی دقیق قیمت محصولات، قرارگیری و در دسترس بودن برای هر بخش مشتری<sup>۴</sup> است [۴].

مفهوم مدیریت درآمد اولین بار در دهه ۱۹۷۰ در صنعت خطوط هوایی آمریکا زاده شد [۳]. از اواخر دهه ۱۹۸۰ مزایای مدیریت درآمد در خطوط هوایی به صورت گسترده وارد صنعت هتل داری شد. در همین زمان، تعدادی از شرکت های مدیریت درآمد ظهور کردند که به صورت خاص در صنعت

<sup>۱</sup> Revenue Management

<sup>۲</sup> availability

<sup>۳</sup> Revenue Growth

<sup>۴</sup> Customer Segment

هتلداری متمرکز شدند. هتل های بیشتری شروع به استفاده از سیستم های مدیریت درآمد کردند در حالی که از شرکت های مشاوره ای کمک می گرفتند [۱].

## ۱-۲- تاریخچه مدیریت درآمد

قبل از ظهور مدیریت درآمد، BOAC که هم اکنون با نام بریتیش ایرویز یا خطوط هوایی بریتانیا شناخته می شود، تخفیف هایی را به صورت محدود و کنترل شده برای صندلی های خالی هواپیماها ارائه داد تا میزان تغییر در تقاضای این صندلی ها را ارزیابی کند [۵].

رابرت کراندال، رئیس و مدیر عامل سابق شرکت هواپیمایی آمریکا (امریکن ایرلاینز)، پیشگام روشی بود که با نام مدیریت عملکرد<sup>۵</sup> شناخته می شود که هدف آن در درجه اول به حداکثر رساندن درآمد از طریق کنترل موجودی مبتنی بر تجزیه و تحلیل آماری بود. تحت رهبری کراندال، آمریکایی ها شروع به سرمایه گذاری در روش های پیش بینی مدیریت عملکرد، کنترل موجودی و قابلیت های رزرو بیش از حد کردند. در اوایل دهه ۱۹۸۰، عواملی مانند رکود خفیف و رقابت های جدید ناشی از مقررات هواپیمایی (۱۹۷۸) تهدیدات دیگری ایجاد کردند. خطوط هوایی کم هزینه مانند پیپل اکسپرس<sup>۶</sup> به دلیل توانایی ارائه خدمات با هزینه های بسیار پایین، به سرعت در حال رشد بودند. بعد از سرمایه گذاری های بسیار، مفهوم جدیدی به نام کرایه/بلیط فوق ارزان<sup>۷</sup> به وجود آمد. سوپر سیور<sup>۸</sup> در واقعی نوعی بلیط با تخفیف بسیار زیاد بود اما این نسل جدید بلیط ها متفاوت بودند. در سال ۱۹۸۵ امریکن ایرلاینز اعلام کرد که این بلیط ها قیمت پایین تری از پیپل اکسپرس دارند و علاوه بر محدود بودن در پیش خرید و کنترل ظرفیت، قابل استرداد نیستند. این سیستم مدیریت عملکرد، آن تخفیف ها را فقط در شرایطی که مازاد صندلی های خالی داشتند هدف قرار داد. این سیستم به طور پیوسته تخفیف ها را ارزیابی می کرد و آن ها را با تخفیف های دیگر جایگزیت می کرد. در چند سال درآمد این شرکت ۱۴/۵ درصد و سود آن ۴۷/۸ درصد افزایش یافت.

صنایع دیگر این موفقیت امریکن ایرلاینز را مورد توجه قرار دادند و سیستم های مشابهی را به کار گرفتند. رابرت کراندال درباره ی موفقیت خود در مدیریت عملکرد با بیل ماریوت، مدیر عامل شرکت ماریوت اینترنشنال<sup>۹</sup> صحبت کرد.

این شرکت بسیاری از مشکلات مشابه شرکت امریکن ایرلاینز داشت:

<sup>۵</sup> Yield Management

<sup>۶</sup> People Express

<sup>۷</sup> Ultimate Super Saver Fares

<sup>۸</sup> Super Saver

<sup>۹</sup> Marriott International

موجودی فاسد شدنی، مشتریانی که پیشاپیش رزرو می‌کنند، رقابت با هزینه کم و نوسانات گسترده با توجه به تعادل عرضه و تقاضا. از آنجا که "عملکرد"<sup>۱۰</sup> یک اصطلاح هواپیمایی بود و لزوماً به هتل‌ها مربوط نمی‌شد، شرکت ماریوت اینترنشنال و دیگر شرکت‌ها شروع به استفاده از این مفهوم در حوزه کاری خود کردند. شرکت ماریوت اینترنشنال یک سازمان مدیریت درآمد ایجاد و در سیستم‌های خودکار مدیریت درآمد سرمایه‌گذاری کرد. این سیستم‌ها تقاضاهای روزانه را پیش‌بینی می‌کنند و برای اتاق‌ها پیشنهادهایی ارائه می‌دهند. آنها همچنین منطق "ترخ حصار" را مشابه خطوط هوایی ایجاد کردند که به آنها امکان می‌داد تخفیف‌های هدفمند برای بخش‌های حساس به قیمت بازار بر اساس تقاضا ارائه دهند. برای پرداختن به پیچیدگی‌های ایجاد شده به دلیل مدت زمان اقامت متغیر، سیستم پیش‌بینی تقاضای ماریوت<sup>۱۱</sup> برای پیش‌بینی الگوهای رزرو مهمان و بهینه‌سازی در دسترس بودن اتاق براساس قیمت و مدت اقامت ساخته شد. در اواسط دهه ۱۹۹۰، اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت درآمد بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون دلار به درآمد سالانه این شرکت افزود. گسترش مدیریت درآمد هتل‌ها به شرکت‌های کرایه اتومبیل نیز رسید که مسائل مشابهی مانند دسترسی و تخفیف و کنترل مدت زمان را تجربه کردند. در سال ۱۹۹۴، مدیریت درآمد توانست نشنال کار رنتال<sup>۱۲</sup> (یک شرکت کرایه اتومبیل) را از ورشکستگی نجات داد. نجات این شرکت از فروپاشی و رساندن آن به سودآوری نشان از پتانسیل مدیریت درآمد بوده دارد.

تا این زمان، مدیریت درآمد بر روی کسب درآمد از رابطه‌های کسب و کار با مشتری<sup>۱۳</sup> تمرکز کرده بود که در یک سوی آن یک سازمان و در سوی دیگر مشتری قرار داشت. در اوایل دهه ۱۹۹۰ مدیریت درآمد گسترش یافت و به رابطه‌های کسب و کار با کسب و کار<sup>۱۴</sup> نیز رسید که در یک سوی آن شرکت قرار داشت. این گسترش به تدوین استراتژی‌های قیمت‌گذاری شرکت‌های مختلف کمک شایانی نمود.

در مواجهه با نیاز به افزایش حجم در یک بازار رقابتی، شرکت یو پی اس<sup>۱۵</sup> (یک شرکت پستی آمریکایی) شروع به ساخت یک سازمان در حوزه قیمت‌گذاری کرد که بر تخفیف تمرکز داشت. با این حال، قیمت‌ها شروع به کاهش سریع کردند زیرا آن‌ها تخفیف‌های بیشتری برای شرکت‌ها و کسب و کارها در نظر گرفتند. تیم اجرایی یو پی اس هدف‌گذاری ویژه تخفیف‌های خود را در اولویت قرار داد اما نتوانستد روشی را که توسط شرکت‌های هواپیمایی و هتل‌ها استفاده کردند را دنبال کنند.

<sup>10</sup> Yield

<sup>11</sup> Marriott's Demand Forecast System: DFS

<sup>12</sup> National Car Rental

<sup>13</sup> Business to Consumer: B2C

<sup>14</sup> Business to Business: B2B

<sup>15</sup> UPS

یو پی اس به جای بهینه سازی درآمد و توجه به مفهوم گسسته موجود در آن (از قبیل خرید صندلی هواپیما یا اتاق هتل) در حال تلاش درباره‌ی قیمت ها و مذاکره بر سر نرخ سالانه هزینه برای مشتریانی بود که تعداد زیادی داشتند. در طول یک سال از خدمات مختلفی استفاده می‌کردند. آن ها برای کاهش مشکل تخفیف، این مسئله را مدلسازی و به نحوی فرموله کردند که از داده های قدیمی برای پیش بینی احتمال برنده شدن و افزایش درآمد در نقاط مختلف قیمت استفاده می‌کرد و این سیستم را تارگت پرچینگ<sup>۱۶</sup> نامیدند. آن ها با استفاده از این سیستم توانستند نتایج هرگونه پیشنهاد پیمانکاری را با قیمت های مختلف پیش بینی کرده و مشخص کنند که در کجا قیمت را افزایش دهند و در کجا تخفیف بدهند. در سال اول اجرای این سیستم مدیریت درآمد، یو پی اس از افزایش سود خود به میزان بیش از ۱۰۰ میلیون دلار خبر داد.

برنامه اصلی مدیریت درآمد ماریوت محدود به رزرو فردی بود، نه گروهی. در سال ۲۰۰۷، شرکت ماریوت یک "بهینه ساز قیمت گروهی" معرفی کرد که از یک مدل پاسخ پیشنهاد قیمت برای پیش بینی احتمال برنده شدن در هر نقطه قیمتی استفاده می‌کرد، بنابراین یک راهنمایی دقیق قیمت به نیروی های فروش ارائه می‌داد. سیستم اولیه باعث افزایش ۴۶ میلیون دلاری سود در سود شد.

در اوایل دهه ۱۹۹۰، مدیریت درآمد بر فروش و تبلیغات تلویزیونی نیز تأثیر گذاشت. شرکت هایی مانند سی بی سی<sup>۱۷</sup>، ای بی سی<sup>۱۸</sup> و ان بی سی<sup>۱۹</sup> سیستم هایی را ایجاد کردند که می‌توانند تبلیغات را بر اساس تقاضای کل پیش بینی شده و رتبه بندی های پیش بینی شده به صورت خودکار تنظیم کنند. امروزه بسیاری از شبکه های تلویزیونی در سراسر جهان دارای سیستم های مدیریت درآمد هستند.

از مدیریت درآمد تا به این مرحله در قیمت گذاری محصولات قابل فرسودگی استفاده شده است. در دهه ۱۹۹۰، شرکت فورد موتور شروع به اتخاذ مدیریت درآمد برای سودآوری بیشتر از وسایل نقلیه خود با تقسیم مشتریان به بازارهای کوچک و ایجاد ساختارهای قیمت متفاوت و هدفمند کرد. قیمت گذاری برای وسایل نقلیه و آپشن های آن ها بر اساس برآورد سالانه حجم و پیش بینی سودآوری تعیین شد. این شرکت دریافت که برخی محصولات قیمت زیادی دارند و برخی دیگر قیمتی کم تر از ارزش آن ها.

---

<sup>16</sup> Target Praching

<sup>17</sup> CBC

<sup>18</sup> ABC

<sup>19</sup> NBC



با فهم مناسب از طیف مختلف ترجیحات مشتری در یک خط محصول و بازار جغرافیایی، رهبری فورد یک سازمان مدیریت درآمد ایجاد کرد تا میزان پاسخگویی به قیمت بخش<sup>۲۰</sup> های مختلف مشتری را برای هر نوع تشویق و عامل محرکی اندازه گیری کند و رویکردی را توسعه دهد که انگیزه بهینه سازی را از طریق محصول و منطقه هدف قرار دهد. تا پایان آن دهه، شرکت فورد تخمین زد که تقریباً ۳ میلیارد دلار سود بیشتر از مدیریت درآمد حاصل می شود.

موفقیت های مدیریت قیمت گذاری و مدیریت درآمد در شرکت فورد و دیگر شرکت ها، کاربرد این مفهوم را برای پرداختن به مشکلات تولید و درآمد برای تقریباً هر شرکتی بیش از گذشته کرد. بسیاری از تولید کنندگان خودرو این شیوه را هم در زمینه فروش خودرو و هم برای فروش قطعات به کار گرفته اند. خرده فروشان از مفاهیم پیشگام در شرکت فورد استفاده کردند تا قیمت های پویاتر و هدفمند تری را در قالب تخفیف ها و تبلیغات ایجاد کنند تا دقیقاً با تقاضا مطابقت داشته باشند.

برنامه ریزی تبلیغات و بهینه سازی به خرده فروشان در زمان بندی و پیش بینی فروش برای هدفمند شدن تبلیغات مناسب با هر گروه از مشتری کمک بسیاری کرد. شرکت ها به سرعت از بهینه سازی قیمت گذاری پایین<sup>۲۱</sup> (یک استراتژی قیمت گذاری در خرده فروشی ها که در آن قیمت محصول را کم تعیین می کنند تا به نرخ فروش بالا دست یابند) برای به حداکثر رساندن درآمد استفاده کردند. علاوه بر این، استراتژی های تخفیف اجازه می دهد شرکت ها از مشتریان جدیدی که از این راه به دست می آیند برای افزایش درآمد خود استفاده کنند.

تا سال ۲۰۰۰، تقریباً تمام شرکت های هواپیمایی اصلی، شرکت های هتل داری، خطوط مسافرتی و شرکت های کرایه اتومبیل، سیستم های مدیریت درآمد را برای پیش بینی تقاضای مشتری و بهینه سازی قیمت موجود پیاده سازی کرده بودند. این سیستم های مدیریت درآمد بهینه سازی محدودی برای مدیریت قیمت های از پیش تعریف شده داشتند.

این سیستم های مدیریت درآمد "بهینه سازی" محدود را برای دلالت در مدیریت قیمت های از پیش تعریف شده در دسته بندی قیمت های از پیش تعیین شده محدود داشتند. هدف، انتخاب بهترین ترکیب تقاضای پیش بینی شده با توجه به قیمت های موجود بود. الگوریتم های پیشرفته بهینه سازی بر "فروش مقدار مناسب موجودی با قیمت معین" تمرکز دارند و نه تنها خود قیمت. با درک اینکه کنترل موجودی دیگر کافی نیست، گروه هتل های آی اچ جی<sup>۲۲</sup>، ابتکاری را برای درک بهتر حساسیت قیمت تقاضای مشتری آغاز کردند. آی اچ جی مشخص کرد که تنها محاسبه

<sup>20</sup> Segment

<sup>21</sup> Price Markdown

<sup>22</sup> IHG

خاصیت کشسانی قیمت کافی نیست. شفافیت نرخ و قیمت اهمیت بسیاری دارد. آی اچ جی متوجه شد که وقتی یک رقیب نرخ خود را تغییر می‌دهد، درک مصرف کننده از نرخ آی اچ جی نیز تغییر می‌کند. تیم آی اچ جی با کار با داده های رقابتی شخص ثالث، قادر به تجزیه و تحلیل قیمت، حجم و داده های به اشتراک گذاری شده برای اندازه گیری دقیق کشش قیمت در هر بازار برای مدت طولانی اقامت بود. این عناصر در سیستمی گنجانده شده بودند که تفاوت ها در خاصیت ارتجاعی مشتری را نیز بر اساس اینکه تا چه اندازه رزرو قبل از تاریخ ورود انجام می‌شود، اندازه گیری می‌کردند. درآمد افزایش به سزایی پیدا کرد و درآمد به ازای هر اتاق ۲.۷ درصد افزایش یافت. امروزه شرکت های بسیاری وجود دارد که با استفاده از تحقیق در عملیات و علوم مدیریتی، به ارائه خدمات مدیریت درآمد می‌پردازند.

در ادامه، جدول ۱ که نشان دهنده ی پژوهش های انجام شده در زمینه مدیریت درآمد می‌باشد آورده شده است. در این جدول، تاریخ هر پژوهش به همراه توضیح مختصری از آن ذکر شده است تا به خوبی تاریخچه ی این پژوهش ها از ابتدا تا سال های اخیر نمایش داده شود.

جدول ۱ - پژوهش های انجام شده در زمینه مدیریت درآمد [۱]

پژوهشگر	سال	موضوع پژوهش
لیبرمن و یچیالی	۱۹۷۸	استفاده از حدود کنترلی برای رزرو مضاعف و یک کلاس مشتری
لادنی و آربل	۱۹۹۱	استفاده از برنامه ریزی پویا برای رزرو مضاعف و یک کلاس مشتری
بیتران و موندسچین	۱۹۹۵	مسأله تخصیص ظرفیت به اتاق ها در یک روز خاص
ودرفورد	۱۹۹۵	استفاده از برنامه ریزی ریاضی قطعی برای یک دوره رزرواسیون
دناقی و همکاران	۱۹۹۷	عوامل موفقیت مدیریت درآمد در هتل
بیکر و کولیر	۱۹۹۹	مقایسه پنج سیاست کنترل رزرو در هتل
بادینلی	۲۰۰۰	استفاده از برنامه ریزی پویا بر اساس الگوی تقاضای کلی
دایگل و ریکارد	۲۰۰۰	نقش سیستم های اطلاعاتی در مدیریت درآمد هتل

ویرتز و همکارانش	۲۰۰۳	بررسی اثر به کارگیری مدیریت درآمد بر رضایت مشتری
امکسیز و همکارانش	۲۰۰۵	بررسی اثر مدیریت درآمد بر عملکرد مالی و عملیاتی
لای و ان جی	۲۰۰۵	ارائه یک مدل برنامه ریزی خطی برای یک دوره زمانی و یک دوره رزرو
هاروورد	۲۰۰۶	استفاده از شبیه سازی مونت کارلو برای مقایسه دو سیاست تخصیص ظرفیت هتل
لیو و همکاران	۲۰۰۸	ارائه یک مدل برنامه ریزی خطی برای یک روز خاص و دوره رزرو متفاوت
نون و ماتیلا	۲۰۰۹	بررسی اثر نرخ های ترکیبی و غیر ترکیبی بر مطلوبیت مشتری

### ۱-۳-۳- اهرم ها

در حالی که مدیریت عملکرد شامل اقدامات خاص برای تولید محصول از طریق مدیریت موجودی فاسد شدنی است، مدیریت درآمد شامل طیف گسترده ای از فرصت ها برای افزایش درآمد است. یک شرکت می تواند از دسته بندی های ارائه شده در ادامه مانند یک سری اهرم استفاده کند اما تنها یک یا دو تای آن ها همزمان قابل استفاده هستند. این اهرم ها یا دسته بندی های مدیریت درآمد به شرح زیر می باشند [۵].

### ۱-۳-۱- قیمت گذاری

این دسته از مدیریت درآمد شامل تعریف مجدد استراتژی قیمت گذاری و تدوین تاکتیک های نظارتی قیمت گذاری است. هدف اصلی یک استراتژی قیمت گذاری پیش بینی ارزش<sup>۲۳</sup> ایجاد شده برای مشتریان و سپس تعیین قیمت های خاص برای کسب آن ارزش است. هنگامی که یک شرکت قصد اجرای یک استراتژی قیمت گذاری دارد، تاکتیک های قیمت گذاری تعیین می کند که چگونه این شرکت ارزش را کسب می کند. تاکتیک ها شامل ایجاد ابزارهایی مناسب برای قیمت گذاری هستند که به صورت پویا تغییر می کنند تا در برابر تغییرات واکنش نشان دهند و مرتباً ارزش ایجاد شده و درآمد را کسب کنند. به عنوان مثال، بهینه سازی قیمت شامل بهینه سازی مداوم متغیرهای

<sup>23</sup> Value

مختلف از جمله حساسیت به قیمت، نسبت قیمت و موجودی برای به حداکثر رساندن درآمد است. یک استراتژی قیمت گذاری موفق که با تاکتیک های مبتنی بر قیمت گذاری تحلیلی پشتیبانی می شود، می تواند به شدت سودآوری یک شرکت را بهبود ببخشد [۵].

### ۱-۳-۲- موجودی

هنگامی که بر کنترل موجودی متمرکز هستیم، مدیریت درآمد بیشتر مربوط به چگونگی بهینه سازی یا تخصیص ظرفیت است. اول، یک شرکت می تواند برای افزایش حجم فروش، به محصولات تخفیف اختصاص دهد. با پایین آمدن قیمت محصولات، یک شرکت می تواند بر تقاضای ضعیف (کم) غلبه کرده و سهم بازار جدیدی بدست آورد که در نهایت باعث افزایش درآمد می شود. از طرف دیگر، در شرایطی که تقاضا برای یک محصول زیاد است اما تهدید لغو شدن وجود دارد (به عنوان مثال اتاق های هتل یا صندلی های هواپیما)، شرکت ها اغلب به منظور به حداکثر رساندن درآمد از رزرو مازاد (رزرو بیش از حد ظرفیت) استفاده می کنند تا از حداکثر ظرفیت استفاده کنند. تمرکز بر رزرو بیش از حد<sup>۲۴</sup>، بیشتر از بهینه سازی آمیزه مشتری<sup>۲۵</sup> باعث افزایش حجم کل فروش در شرایط وجود احتمال لغو می شود [۵].

### ۱-۳-۳- بازاریابی

ارتقاء قیمت<sup>۲۶</sup> به شرکت ها اجازه می دهد با کاهش موقت قیمت محصولات خود، حجم بالاتری را به فروش برسانند. تکنیک های مدیریت درآمد، پاسخگویی مشتری به این ارتقاء را به منظور ایجاد تعادل بین رشد حجم و سودآوری اندازه گیری می کنند. هنگامی که در مورد تمایل مشتری به پرداخت عدم اطمینان وجود دارد، ارتقاء موثر به حداکثر رساندن درآمد کمک می کند. وقتی محصولات یک شرکت به شکل تعهدات بلند مدت مانند خدمات اینترنتی یا تلفنی به فروش می رسد، ارتقاء محصول یا تبلیغات به جذب مشتری کمک می کند که بعداً منجر به عقد قرارداد می شود و در یک افق زمانی بلند مدت درآمد ایجاد می کند.

در چنین شرایطی، شرکت ها باید سیاست های تبلیغاتی خود را نیز استراتژیک کنند. آنها باید تصمیم بگیرند که برای اجتناب از دست دادن مشتری، چه زمان افزایش هزینه های پیمانکاری و با چه میزانی افزایش هزینه را شروع کنند. بهینه سازی مدیریت درآمد<sup>۲۷</sup> در ایجاد تعادل بین

<sup>24</sup> Overbooking

<sup>25</sup> Customer Mix

<sup>26</sup> Price Promotion

<sup>27</sup> Revenue Management Optimization

متغیرهای پیشبرد در ارتقاء محصول به منظور به حداکثر رساندن درآمد و در عین حال به حداقل رساندن اصطکاک و فرسایش سودمند است [۵].

### ۱-۳-۴- کانال های ارتباطی

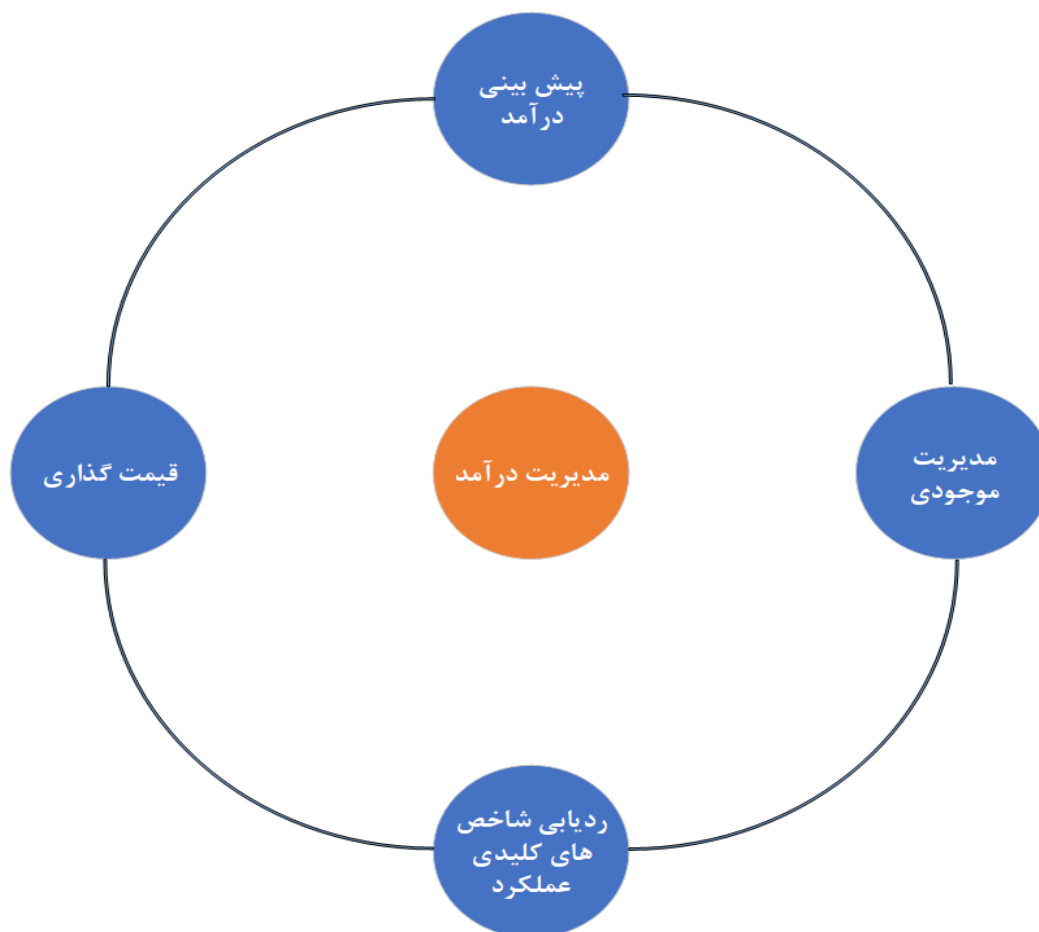
مدیریت درآمد در کانال های مختلف با هم متفاوت است. کانال های مختلف مشتری های متفاوت با حساسیت متفاوت نسبت به قیمت دارند. به عنوان مثال مشتریانی که آنلاین خرید می کنند معمولاً نسبت به مشتریانی که به صورت فیزیکی در فروشگاه خرید می کنند، نسبت به قیمت حساس تر هستند. کانال های مختلف اغلب هزینه ها و حاشیه های سود مختلفی دارند. تکنیک های مدیریت درآمد کمک می کند تا برای هر کانال توزیع و یا ارتباط موجود، قیمت های مناسب با آن کانال ارائه شود.

در جدول ۲، اهرم های مدیریت درآمد که پیشتر توضیح داده شدند، به صورت جدولی و خلاصه توضیح داده شده است [۵].

جدول ۲- مقایسه اهرم های مدیریت درآمد

هدف	اهرم	ردیف
تعریف مجدد استراتژی قیمت گذاری و تدوین تاکتیک های نظارتی قیمت گذاری	قیمت گذاری	۱
چگونگی بهینه سازی یا تخصیص ظرفیت	موجودی	۲
ارتقاء قیمت	بازاریابی	۳
قیمت متناسب با مشتریان هر کانال	کانال های ارتباطی	۴

در شکل ۱ نیز که در زیر آورده شده، عناصر دخیل در مدیریت درآمد مجسم شده اند.



شکل ۱- عناصر دخیل در مدیریت درآمد

#### ۴-۱- فرآیند مدیریت درآمد

برای مدیریت درآمد، پنج مرحله زیر طی می شود [۳]:

۱- جمع آوری داده

۲- تقسیم بندی

۳- پیش بینی

۴- بهینه سازی

۵- ارزیابی مجدد پویا

## ۱-۴-۱- جمع آوری داده

فرایند مدیریت درآمد با جمع آوری داده آغاز می‌شود. داده‌ها مناسب از جمله توانایی‌های یک سیستم مدیریت درآمد برای ارائه اطلاعات دقیق و عملی است. یک سیستم باید داده‌های قدیمی را برای موجودی، قیمت‌ها، تقاضا و سایر عوامل جمع آوری و ذخیره کند. هر داده‌ای که جزئیات محصولات ارائه شده، قیمت آن‌ها، رقابت و رفتار مشتری را منعکس کند باید جمع آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل شود. در بعضی از حوزه‌ها، روش‌های تخصصی جمع آوری داده به سرعت به کمک بخش مربوطه خود آمده‌اند و بعضی اوقات حتی به یک هنجار تبدیل شده‌اند. به عنوان مثال در اتحادیه اروپا، کمیسیون اروپا اطمینان می‌دهد که شرکت‌ها و دولت‌ها به قوانین اتحادیه اروپا در رقابت عادلانه پایبند هستند؛ در حالی که هنوز هم جای خود را برای نوآوری، استانداردهای متحد و توسعه مشاغل کوچک باقی می‌گذارد.

معمولاً برای جمع آوری داده از یک منبع سوم یا شخص ثالث استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از شاخص‌های عملیاتی که لازم است برای محاسبه آن‌ها داده جمع آوری شود عبارتند از: نرخ اشغال یا Occupancy Rate یا OR، میانگین نرخ روزانه یا Average Daily Rate یا ADR و درآمد هر اتاق موجود یا Revenue per Available Room یا RevPAR. این داده‌ها همچنین برای گزارشگری مالی، روندهای پیش‌بینی و اهداف توسعه استفاده می‌شود. اطلاعات در مورد رفتار مشتری یک دارایی با ارزش است که می‌تواند الگوهای رفتاری مصرف‌کننده، تأثیر اقدامات رقبا و سایر اطلاعات مهم بازار را نشان دهد. این اطلاعات برای شروع فرآیند مدیریت درآمد بسیار مهم است [۵].

## ۱-۴-۲- تقسیم بندی

پس از جمع آوری داده‌های مربوطه، تقسیم بازار کلید قیمت‌گذاری مبتنی بر بازار و افزایش حداکثری درآمد است. به عنوان مثال خطوط هوایی از این تاکتیک برای ایجاد تمایز بین مشتریان حساس به قیمت و مشتریان بدون حساسیت به قیمت استفاده می‌کنند [۵]. گروهی از مشتریان تمایل دارند رزرو خود را زودتر انجام دهند و از آنجا که نسبت به هزینه حساس هستند، ترجیح می‌دهند بر روی صندلی‌های معمولی بنشینند و یا اتاق‌های معمولی را رزرو کنند. این مشتریان را با نام مشتریان آزاد<sup>۲۸</sup> می‌شناسند. اما برخی مشتریان هزینه برای آن‌ها اهمیت

<sup>28</sup> Leisure Customers

چندانی ندارد و رزرو آن ها معمولا در روز های نزدیک به اقامت یا پرواز می باشد. این گروه از مشتریان با نام مشتریان تجاری<sup>۲۹</sup> شناخته می شوند.

باید مشتریان را مبتنی بر پاسخگویی آن ها به قیمت محصولاتی معین در شرایط زمانی و مکانی معین، در گروه های مشابهی قرار داد. مدیریت درآمد تلاش می کند تا در یک لحظه خاص، ارزش یک محصول را در یک بازار خرد مشخص کند و سپس رفتار مشتری را در حاشیه ترسیم کند تا حداکثر درآمد قابل دستیابی از هر بازار خرد تعیین شود. این میکرو بازارها با انجام یک تحلیل مناسب به صورت کیفی حاصل می شوند. مشتریان تجاری و مشتریان آزاد دو بخش بازار هستند اما مشتریان تجاری را می توان مجددا به دو دسته تقسیم کرد. مشتریانی که زود رزرو می کنند و مشتریانی که دیر رزرو می کنند. ابزارهای مفیدی مانند تجزیه و تحلیل خوشه ای<sup>۳۰</sup> (خوشه بندی) به مدیران درآمد امکان می دهد مجموعه ای از تکنیک های تقسیم بندی داده محور ایجاد کنند. تقسیم بازار مبتنی بر رفتار مشتری برای مرحله بعدی که پیش بینی تقاضا هر خوشه است ضروری می باشد.

### ۱-۴-۳- پیش بینی

مدیریت درآمد نیاز به پیش بینی عناصر مختلف از جمله تقاضا، موجودی در دسترس، سهم بازار و کل بازار دارد و عملکرد آن به میزان قابل توجهی به کیفیت این پیش بینی ها بستگی دارد. پیش بینی یک کار مهم مدیریت درآمد است و زمان زیادی را برای توسعه، نگهداری و اجرای آن می برد. پیش بینی های مبتنی بر مقدار که از مدل های سری زمانی، منحنی های رزرو، منحنی های لغو و غیره استفاده می کنند، مقادیر آینده تقاضا مانند رزرو یا کالاهای خریداری شده را تعیین می کنند. پیش بینی های مبتنی بر قیمت به دنبال پیش بینی تقاضا به عنوان تابعی از متغیرهای بازاریابی، از جمله قیمت یا تبلیغات هستند. این کار شامل پیش بینی های تخصصی مانند "مدل های واکنش بازار" یا "کشش قیمت متقابل" برای پیش بینی رفتار مشتری در نقاط خاص قیمتی است. با ترکیب این پیش بینی ها و حساس بودن قیمت و نسبت های محاسبه شده، سیستم مدیریت درآمد می تواند این مزایا را تعیین کند و استراتژی های بهینه سازی قیمت را برای به حداکثر رساندن درآمد تدوین نماید [۵].

<sup>29</sup> Business Customers

<sup>30</sup> Cluster Analysis



## ۱-۴-۴- بهینه سازی

در حالی که پیش بینی نشان می‌دهد که مشتریان چه کاری انجام می‌دهند، بهینه سازی نشان می‌دهد که یک شرکت چگونه باید پاسخ دهد و اغلب به عنوان اوج فرآیند مدیریت درآمد در نظر گرفته می‌شود. بهینه سازی مربوط به ارزیابی گزینه های مختلف در مورد نحوه فروش محصول و شخصی است که برای فروش در نظر گرفته شده است [۵].

بهینه سازی شامل حل دو مشکل مهم برای دستیابی به بالاترین درآمد ممکن است: اول تعیین اینکه کدام تابع هدف بهینه سازی شود. یک شرکت باید بین بهینه سازی قیمت ها، کل فروش، سهم حاشیه ای<sup>۳۱</sup> یا حتی ارزش طول عمر مشتری<sup>۳۲</sup> تصمیم بگیرد. دوم، شرکت باید تصمیم بگیرد که از کدام روش بهینه سازی استفاده کند. به عنوان مثال بسیاری از بنگاه ها از برنامه نویسی خطی استفاده می‌کنند که یک تکنیک پیچیده برای تعیین بهترین نتیجه از مجموعه ای از روابط خطی برای تعیین قیمت به منظور به حداکثر رساندن درآمد است. تجزیه و تحلیل رگرسیون یکی از ابزارهای آماری مناسب است که شامل یافتن رابطه ایده آل بین چندین متغیر از طریق مدل های پیچیده و آنالیز است. مدل های انتخاب گسسته نیز می‌توانند در پیش بینی رفتار مشتری به منظور هدف قرار دادن آن ها با محصولات مناسب با قیمت مناسب مفید باشند.

چنین ابزارهایی مانند به یک شرکت اجازه می‌دهد تا محصولات خود، سطح موجودی و نقاط قیمت گذاری را بهینه کند تا به بالاترین درآمد ممکن برسند.

## ۱-۴-۵- ارزیابی مجدد پویا

مدیریت درآمد مستلزم آن است که یک شرکت بطور مداوم قیمت ها، محصولات و فرآیندهای خود را دوباره ارزیابی کند تا درآمد خود را به حداکثر برساند. در یک بازار پویا، یک سیستم مدیریت درآمد مؤثر، متغیرهای درگیر در فرآیند را به منظور حرکت پویا با بازار، مجدداً ارزیابی می‌کند. با تکامل بازارهای خرد، استراتژی و تاکتیک های مدیریت درآمد نیز باید تغییر کنند [۵]. در جدول ۳، خلاصه مراحل فرآیندهای مدیریت درآمد توضیح داده شده است.

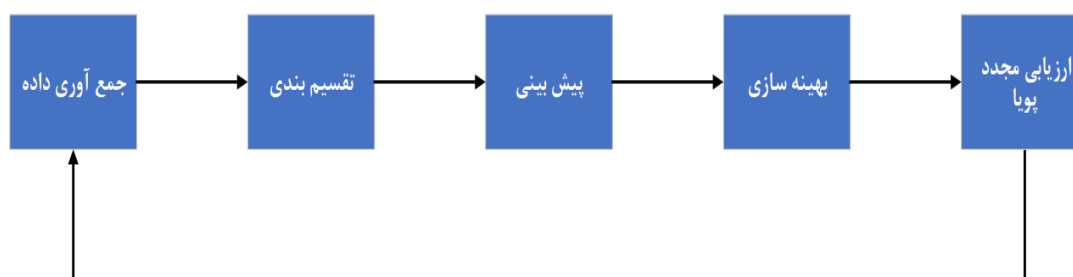
<sup>31</sup> Contribution Margin

<sup>32</sup> Customer Lifetime Values: CLV

جدول ۳- خلاصه مراحل فرآیندهای مدیریت درآمد

ردیف	مرحله	توضیح
۱	جمع‌آوری داده	گام اولیه در یک فرآیند مدیریت درآمد جمع‌آوری داده برای به دست آوردن اطلاعات مناسب
۲	تقسیم‌بندی	تقسیم بندی مشتریان بر مبنای پاسخگویی آن‌ها به قیمت‌ها
۳	پیش‌بینی	پیش‌بینی و نمایش کمی عناصر تاثیر گذار از جمله تقاضا، موجودی در دسترس، سهم بازار و کل بازار
۴	بهینه‌سازی	اوج فرآیند مدیریت درآمد مشخص شدن نحوه‌ی پاسخگویی شرکت به پیش‌بینی‌ها
۵	ارزیابی مجدد پویا	ارزیابی و بهبود مداوم

در زیر در شکل ۲، فرآیندهای مدیریت درآمد مجسم شده‌اند. فرآیند مدیریت درآمد از جمع‌آوری اطلاعات آغاز می‌شود و با تقسیم‌بندی، پیش‌بینی و بهینه‌سازی ادامه می‌یابد. در نهایت نیز ارزیابی صورت می‌گیرد تا بهبود به صورت مستمر ادامه یابد زیرا ارزیابی با نشان دادن نقاط ضعف، راه را برای بهبود هموار می‌کند.



شکل ۲- فرآیند مدیریت درآمد

## ۱-۵- مدیریت درآمد در هتل داری

کسب درآمد بهینه حاصل از منابع موجود هدف حیاتی برای هر سازمان تولیدی و خدماتی است. یکی از وجوه تمایز محصول و خدمت این است که محصول قابل ذخیره سازی است در حالی که خدمت چنین ویژگی ندارد. هتل ها به عنوان یک سازمان خدماتی هستند که هر شب اتاق به عنوان خروجی آن محسوب می گردد و در صورتی که برنامه ریزی و مدیریت مناسبی بر روی این خروجی انجام نگیرد هتل درآمد هنگفتی را از دست خواهد داد [۲].

مدیریت درآمد امروزه در صنعت هتل داری به عنوان روشی معمول به شمار می آید و در اتخاذ تصمیم های مرتبط با قیمت اتاق ها، رزرواسیون و تخصیص تقاضا به اتاق های مشخص به مدیران کمک می کند. مدیریت درآمد به عنوان تکنیکی تعریف می شود که مدیران را قادر می سازد تا هر اتاق را (که بصورت یک موجودی فنا شدنی تعریف می شود) به بالاترین قیمت فروخته و از این طریق بیشترین سطح درآمد را ایجاد کنند [۳]. همانطور که پیشتر نیز اشاره عناصر اصلی فرآیند مدیریت درآمد عبارتند از:

جمع آوری داده، تقسیم بندی، پیش بینی، بهینه سازی و ارزیابی مجدد که به نوعی کنترل نیز محسوب می شود.

به طور کلی در حوزه مدیریت درآمد سه گروه از تصمیمات شناسایی شده اند که عبارتند از: تصمیمات ساختاری، قیمتی و کمی [۲].

## ۱-۵-۱- تصمیمات ساختاری

در این گونه تصمیمات اصولاً در ارتباط با این موضوع تصمیم گرفته می شود که ساختار فروش به چه صورت باشد و یا اینکه چه مکانیزم هایی برای تقسیم بندی و تفکیک اتاق ها صورت گرفته است.

## ۱-۵-۲- تصمیمات قیمتی

در تصمیمات قیمتی در ارتباط با این موضوع تصمیم گیری می شود که چه قیمت هایی ارائه شود (قیمت های با رزرواسیون و قیمت های بدون رزرو)، اتاق های مختلف با چه قیمتی ارائه شوند، قیمت در طی زمان چه تغییری داشته باشد و این که در طی دوره های مختلف چه نوع تخفیفاتی ارائه شود.

### ۱-۵-۳- تصمیمات مقداری (کمی)

در تصمیمات مقداری در ارتباط با رد و یا پذیرش درخواست های رزرو، چگونگی تخصیص اتاق ها در دوره های مختلف و این که چگونه می توان ظرفیت مشخصی از بازار را دور نگه داشت و در زمان های بعدی به فروش رساند بحث می شود.

سیستم مدیریت درآمد هتل ها معمولاً از تصمیمات کمی به عنوان ساختار قیمتی استفاده می کنند زیرا نسبت به دو ساختار دیگر ساده تر بوده و رویه یکسانی را برای انواع مختلف محصولات هتل (انواع اتاق ها در دوره های زمانی مختلف هفته) بکار می گیرد و منجر به انعطاف پذیری قیمتی بالایی برای هتل می شود [۳].

آی تی تی شرارتن استاروود، هالیدی اینس ورلد واید، ماریوت اینترنشنال و گروه هتل های هیلتن جزو اولین هتل هایی بودند که سیستم های مدیریت درآمد را پیاده سازی و از روش های مدیریت درآمد استفاده کردند [۱].

## ۲- فصل دوم: مدل‌های مدیریت درآمد در هتل‌داری

استفاده از مدل‌های ریاضی و مباحث تحقیق در عملیات و مدیریتی، در کنار یکدیگر باعث افزایش کارایی مدل مدیریت درآمد می‌شود و فرآیندها و مراحل آن را بهبود می‌بخشد. داشتن یک مدل ریاضیاتی که به خوبی و با استفاده از داده‌های قبلی تهیه و تنظیم شده است، راهی برای افزایش اطمینان در تصمیم‌گیری‌ها و به دنبال آن افزایش درآمد می‌باشد. البته در دنیای هتل‌داری و هر کسب و کار دیگری، افزایش درآمد را نمی‌توان الزاماً با افزایش سود برابر دانست زیرا در شرایط بسیاری برای افزایش درآمد لازم است هزینه‌هایی نیز صورت بگیرد که در صورتی که این افزایش هزینه کنترل شده نباشد، سود به دست آمده ارزش چندانی ندارد و حتی ممکن است باعث ایجاد ضرر نیز شود. اما در بحث پیش روی ما یعنی هتل‌داری، باید توجه داشت که بخشی از صنعت خدمات است و مسائلی از قبیل موجودی و یا فاسد شدن آن در این بحث مطرح نمی‌شود. مدل‌های پیش رو تنها این نکته را بیان می‌کنند که چه اتاقی در چه زمانی و با چه قیمتی به کدام مشتری اختصاص داده شود پس افزایش درآمدی که به همراه دارد با افزایش سود نیز همراه می‌باشد.

در ادامه مدل‌های مدیریت درآمد در هتل‌داری در دو دسته بندی به همراه مفروضات، نمادها و جدول خلاصه اطلاعات ارائه و کاربرد هر یک نیز تشریح شده است. در آخر تلاش شده است تا این مدل‌ها با یکدیگر مقایسه شوند تا درک بیشتری از کاربرد هر یک در شرایط مختلف به دست آید.

### ۲-۱- معرفی مدل‌ها

به طور کلی می‌توان همه‌ی مدل‌های مدیریت درآمد را در یک چیز مشترک دانست و آن این است که همگی به دنبال افزایش درآمد و بهینه سازی آن می‌باشند اما در ساختار آن‌ها تفاوت‌هایی وجود دارند و بسته به شرایط موجود، هر کدام رویکرد متفاوتی را پیش می‌گیرند. این مدل‌ها را می‌توان در دو دسته تقسیم بندی کرد:

(۱) مدل‌های مربوط به تخصیص ظرفیت

(۲) مدل‌های مربوط به قیمت گذاری

### ۲-۲- مدل‌های مربوط به تخصیص ظرفیت

در این نوع مدل‌ها، هدف یافتن بهترین شیوه‌ی تخصیص اتاق برای کسب بیشترین درآمد است؛ به این معنی که باید مشخص شود در چه دوره ای/شب‌ی چه تعداد اتاق را برای رزرواسیون در دسترس قرار دهیم. در این مدل‌ها قیمت اتاق‌ها از قبل مشخص است.

در ادامه مدل های تخصیص ظرفیت معرفی شده اند. نکته ی قابل توجه این است که در همه ی این مدل ها، متیر تصمیم تعداد اتاق هایی است که تخصیص داده می شود ک هدف این مدل ها را نشان می دهد.

## ۲-۲-۱- مدل کلاسیک با تقاضای ثابت

مدل کلاسیک مدیریت درآمد نوعی مساله تخصیص ظرفیت است. در این مدل هدف یافتن بهترین شیوه تخصیص ظرفیت هتل برای انواع مختلف دوره های اقامت در هتل است [۳]. مفروضات این مدل عبارتند از:

۱- تقاضا قطعی بوده و برابر مقادیر مورد انتظار فرض می شود.

۲- قیمت ها از قبل مشخص است (هر نوع یا کلاس از اتاق، قیمت مشخصی دارد).

۳- مدت زمان اقامت هر شخص از قبل مشخص است.

اطلاعات ورودی مدل کلاسیک مدیریت درآمد عبارتند از:

۱- قیمت هر نوع اتاق

۲- میزان تقاضا در هر شب

۳- تعداد رزروهای انجام شده برای هر نوع اتاق

۴- ظرفیت هر اتاق هتل

مدل تحقیق در عملیات آن عبارت است از [۶]:

$$f = \sum_{a,L,k}^{maximize} P_k \times L \times X_{a,L,k} \quad (1)$$

$$\sum_{a,L,k} X_{a,L,k} \leq C_l \quad \forall l, a, l, k \in N_l \quad (2)$$

S. t:

$$X_{a,L,K} \leq d_{a,L,k} \quad \forall a, L, K \quad (3)$$

$$X_{a,L,k} \geq 0 \quad \forall a, L, k \quad (4)$$

نماد ها و متغیر تصمیم این مدل عبارتند از:

۱- مدت اقامت در هتل به وسیله  $(a, L, k)$  نمایش داده می‌شود که در آن  $a$  بیانگر اولین شب اقامت،  $L$  طول مدت اقامت و  $k$  معرف کلاس قیمتی است. در این نوع مدل با "نوع اقامت" روبرو هستیم.

۲- قیمت های مرتبط با کلاس قیمتی  $k$  ام  $P_k =$

۳- تقاضای مورد انتظار برای اقامت از نوع  $(a, L, k)$   $d_{a,L,K} =$

۴- ظرفیت در دسترس هتل (تعداد اتاق های خالی) در پایان شب  $l$  ام  $C_l =$

۵- مجموع مدت اقامت تا پایان شب 1 ام بصورت زیر نشان داده می شود:

$$N_l = \{(a, L, k)\} \quad (5)$$

$$N_l = \{(a, L, k): a = l = a + L - 1\} \quad (6)$$

۶- متغیر تصمیم این مدل به قرار زیر است:

تخصیص بهینه ظرفیت هتل برای اقامت  $X_{a,L,k} =$

تابع هدف در این مدل درآمد کل هتل را بهینه می‌کند. با در نظر گرفتن این محدودیت که مجموع تعداد رزروهای انجام شده در هر شب از میزان ظرفیت هتل در همان شب بیشتر نباشد، در این مدل کلاس های قیمتی بر اساس دوره های زمانی مختلف تعیین شده است و میزان کل ظرفیت هتل بصورت یکسان در نظر گرفته می شود. از این رو در محدودیت اول ظرفیت اتاق بصورت  $C_l$  تعریف می‌شود که پارامتر مذکور معرف ظرفیت خالی هتل در شب 1 ام است. علاوه بر این به منظور جلوگیری از به وجود آمدن ظرفیت خالی (به عنوان موجودی فنا شدنی) تعداد اتاق هایی که به هریک از درخواست های رزرو تخصیص می‌یابد با میزان تقاضای مورد انتظار محدود می‌شود. این مدل برای کنترل ظرفیت اتاق ها کارایی دارد متغیر های تصمیم مورد استفاده در این مدل میزان اتاق های تخصیص داده شده هستند و قیمت اتاق ها در کلاس های مشخصی از قبل تعیین می‌شوند. نکته قابل تامل در مورد این مدل این است که کشش قیمتی تقاضا در این مدل لحاظ نمی‌شود که می‌تواند به عنوان یک نقص برای مدل محسوب شود [۳].

در جدول ۴، خلاصه مدل کلاسیک مدیریت درآمد آورده شده است.

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
کلاسیک	مدل های تخصیص ظرفیت	یافتن بهترین شیوه تخصیص	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	سادگی	در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی

## ۲-۲-۲- مدل برنامه ریزی در حالت پایه

این نوع مدل، مدلی ساده و پایه است که در آن مسئله‌ی نوع اتاق مطرح نیست اما مسائلی مانند زمان ورود و خروج در آن مشخص است. این نوع مدل برای هر نوعی از ورود و خروج قیمتی در نظر گرفته شده است.

مفروضات این مدل عبارتند از:

- ۱- قیمت اتاق ها مشخص است.
- ۲- تنها یک نوع اتاق وجود دارد.
- ۳- در روز اول برنامه ریزی، هیچ مسافری در هتل وجود ندارد.
- ۴- در روز اول هیچ مسافری خارج نمی شود و تنها ورود مسافر صورت می گیرد.
- ۵- مقدار تقاضا روشن و مشخص است. این مقدار ثابت می باشد.

اطلاعات ورودی عبارتند از:

- ۱- ظرفیت هتل
- ۲- قیمت اتاق
- ۳- میزان تقاضا برای ورود در روز  $t$  و خروج در روز  $j$

مدل تحقیق در عملیات آن عبارت است از [۴]:



$$Max Z = \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{ij} x_{ij} \quad (7)$$

S. t

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{ij} \leq C \quad (8)$$

$$\sum_{j=2}^T x_{1j} \leq C \quad (9)$$

$$x_{ij} \leq d_{ij} \quad \forall i = 1, \dots, T-1; j = 2, \dots, T \quad (10)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, T-1; j = 2, \dots, T \quad (11)$$

نماد ها و متغیر تصمیم این مدل عبارتند از:

$R_{ij}$ : درآمد ناشی از ورود مسافر در روز  $i$  و خروج در روز  $j$

$C$ : ظرفیت هتل

$d_{ij}$ : میزان تقاضا برای ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$

$T$ : شناساگر طول دوره عمر مورد بررسی

$i$ : شناساگر روز ورود

$j$ : شناساگر روز خروج

$x_{ij}$ : متغیر تصمیم تعداد مسافران پذیرفته شده جهت ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$

تعداد کل مسافرانی که در روز  $k$  وارد می شوند عبارت است از:

$$\sum_{j=k+1}^T x_{kj} \quad (12)$$

و تعداد کل مسافرانی که در روز  $k$  خارج می شوند عبارت است از:

$$\sum_{i=1}^{k-1} x_{ik} \quad (13)$$

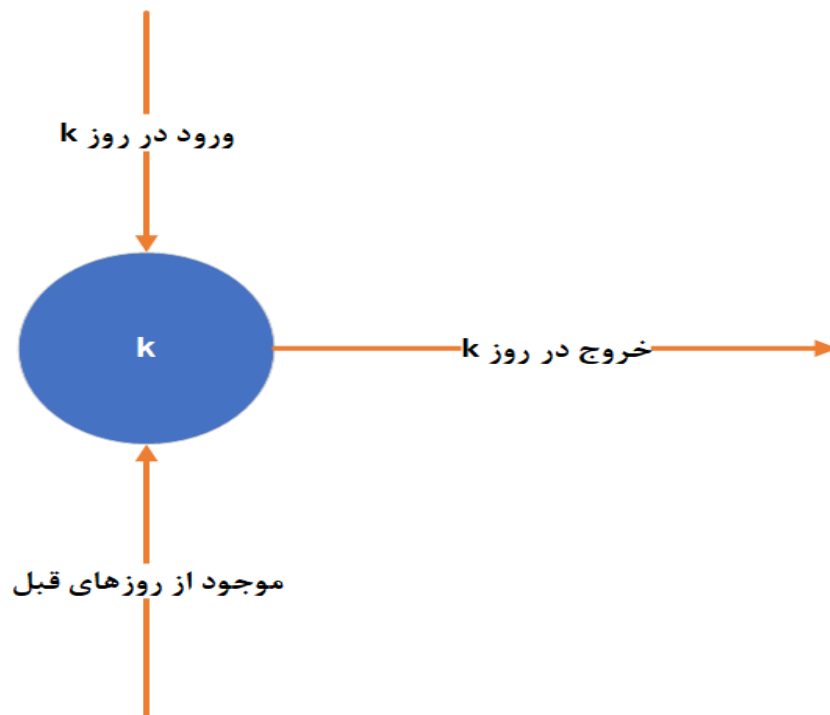
بنابراین تعداد کل مسافران حاضر در هتل در روز  $k$  عبارت است از:

$$\sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=k}^T x_{ij} + \sum_{j=k+1}^T x_{kj} - \sum_{i=1}^{k-1} x_{ik} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{ij} \quad (14)$$

از آنجا که در روز اول هیچ خروجی صورت نمی‌گیرد و تنها ورودی داریم، تعداد مسافران ورودی در این روز عبارت است از:

$$\sum_{j=2}^T x_{1j} \quad (15)$$

در شکل ۳، نمایش ورود و خروج مسافران از هتل به صورت شکل مجسم شده است.



شکل ۳ - نمایش ورود و خروج مسافران در روز  $k$  ام در مدل برنامه ریزی در حالت پایه

در این مدل همانند مدل کلاسیک مدیریت درآمد، به بررسی تخصیص ظرفیت پرداخته شده است و قیمت‌ها نیز از قبل مشخص است. به علاوه، عوامل مهم دیگری از جمله کشش قیمتی تقاضا در نظر گرفته نشده است و تنها قیمت‌های مشخصی برای هر نوعی از ورود و خروج که با شناساگرهای  $i$  و  $j$  نشان داده شده اند در نظر گرفته شده است.

این مدل را می‌توان در هتل‌های ساده و یا میهمان‌خانه‌هایی در نظر گرفتن که تنها یک نوع اتاق دارند اما لازم است از اطلاعات آماری موجود که سوابق هتل را نشان می‌دهند برای پیش‌بینی تقاضا استفاده کرد.

توجه کنید که این مدل در نگاه اول مشابه مدل کلاسیک می‌باشد اما تفاوت‌هایی وجود دارد. در مدل کلاسیک زمان ورود و مدت زمان اقامت و کلاس اتاق وجود داشت اما در این مدل زمان ورود و زمان خروج.

در جدول ۵، خلاصه مدل برنامه‌ریزی در حالت پایه آورده شده است.

جدول ۵ - خلاصه مدل برنامه‌ریزی در حالت پایه

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی در حالت پایه	مدل های تخصیص ظرفیت	یافتن میزان تخصیص با در نظر گرفتن ورود و خروج	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	سادگی	- در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی - در نظر نگرفتن نوع اتاق - مفروضات ساده

## ۲-۲-۳ مدل برنامه‌ریزی پایه با در نظر گرفتن نوع اتاق

این مدل مانند مدل پایه خود است که در آن با در نظر گرفتن زمان ورود و خروج و قیمت این نوع تقاضا، سعی در اختصاص اتاق به هر نوع تقاضا می‌شود تا درآمد بهینه شود اما تفاوت در این است که در این مدل، نوع اتاق نیز در نظر گرفته شده است. تفاوت چندانی به وجود نمی‌آید تنها هنگام فرموله کردن آن پیچیدگی افزایش می‌یابد اما با در نظر گرفتن نوع اتاق کارایی آن افزایش می‌یابد. مفروضات این مدل عبارتند از:

۱- قیمت اتاق‌ها مشخص است.

۲- چند نوع اتاق وجود دارد.

۳- در روز اول برنامه ریزی، هیچ مسافری در هتل وجود ندارد.

۴- در روز اول هیچ مسافری خارج نمی‌شود و تنها ورود مسافر صورت می‌گیرد.

۵- مقدار تقاضا روشن و مشخص است. این مقدار ثابت می باشد.

اطلاعات ورودی عبارتند از:

۱- ظرفیت هتل

۲- قیمت اتاق

۳- میزان تقاضا برای ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$

مدل تحقیق در عملیات آن عبارت است از [۴]:

$$Max Z = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{ijh} x_{ijh} \quad (16)$$

S. t

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{ijh} \leq C_h \quad (17)$$

$$\sum_{j=2}^T x_{1jh} \leq C_h \quad (18)$$

$$x_{ijh} \leq d_{ijk} \quad \forall i = 1, \dots, T-1; j = 2, \dots, T; h = 1, \dots, H \quad (19)$$

$$x_{ijk} \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, T-1; j = 2, \dots, T; h = 1, \dots, H \quad (20)$$

نماد ها و متغیر تصمیم این مدل عبارتند از:

$R_{ijh}$ : درآمد ناشی از ورود مسافر در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  در اتاق نوع  $h$

$C_h$ : ظرفیت اتاق نوع  $h$  در هتل

$d_{ijk}$ : میزان تقاضا برای ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  در اتاق نوع  $h$

$T$ : شناساگر طول دوره عمر مورد بررسی

$h$ : شناساگر نوع اتاق مورد بررسی

$H$ : شناساگر تعداد نوع اتاق های موجود در هتل

$i$ : شناساگر روز ورود

$j$ : شناساگر روز خروج

$x_{ijk}$ : متغیر تصمیم تعداد مسافران پذیرفته شده جهت ورود در روز  $i$ ام و خروج در روز  $j$ ام در اتاق نوع  $h$

در جدول ۶، خلاصه مدل برنامه ریزی در حالت پایه با در نظر گرفتن نوع اتاق آورده شده است.

جدول ۶ – خلاصه مدل برنامه ریزی در حالت پایه با در نظر گرفتن نوع اتاق

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی در حالت پایه با در نظر گرفتن نوع اتاق	مدل های تخصیص ظرفیت	یافتن میزان تخصیص با در نظر گرفتن ورود و خروج	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	سادگی	- در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی - مفروضات ساده

## ۲-۲-۴- مدل مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون

این مدل، گستردگی بیشتری نسبت به مدل های قبلی دارد اما پیچیدگی و مفروضات آن نیز بیشتر است. مدل مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون، بیشتر در هتل هایی کاربرد دارد که بزرگ یا نسبتاً بزرگ هستند اما هتل های کوچک از آن مستثنی نیستند. این هتل ها برای رزرواسیون دوره هایی را در نظر می گیرند که مشتریان در این دوره ها می توانند اتاق مورد نظر خود را رزرو کنند. دوره های رزرواسیون ممکن است از چندین ماه قبل آغاز شود. نکته در این است که برای هر دوره قیمت های متفاوتی در نظر گرفته می شود اما این مدل ها همچنان در دسته ی مدل های مربوط به تخصیص ظرفیت دسته بندی می شوند زیرا قیمت هر نوع اتاق با دوره ی رزرواسیون خود، از قبل مشخص شده است و متغیر تصمیم این مدل ها تعداد درخواست های پذیرفته شده برای تخصیص اتاق ها است. در واقع تعداد متغیرهای تصمیم ضربی از انواع اتاق، تعداد روزهای ورود، تعداد روزهای خروج و تعداد دوره های رزرو است [۲].

مفروضات این مدل به شرح زیر می باشند. این مفروضات برای همه ی انواع مدل های مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون مشترک می باشند:

۱- قیمت اتاق ها مشخص است.

۲- قیمت دوره های رزرواسیون مشخص است.

- ۳- میهمانان هتل، روز های ورود و خروج متفاوت و در نتیجه زمان توقف متفاوتی دارند [۱].
- ۴- میهمانان حداکثر تا انتهای دوره ی برنامه ریزی در هتل توقف دارند و در صورتی که بخواهند بیشتر در هتل توقف داشته باشند باید مجددا رزرو داشته باشند تا این رزرو در برنامه ریزی های دوره های بعدی لحاظ شود [۳].
- مدل های مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون را می توان از جنبه های مختلف بررسی کرد: قطعی یا احتمالی بودن تقاضا.
- در نظر گرفتن یا نگرفتن لغو و یا عدم حضور میهمان.
- خروج یا ورود زود هنگام.
- در ادامه مدل های مدیریت درآمد با دوره های رزرواسیون در شرایط مختلف بررسی می شوند.

## ۲-۲-۴-۱- مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی

ورودی های مدل:

۱- قیمت اتاق ها

۲- ظرفیت هر نوع اتاق

۳- قیمت هر دوره رزرو

۴- رزرو ها (نوع اتاق و نوع رزرو و زمان ورود و خروج)

۵- تعداد درخواست ها

مدل مربوط به شرح زیر است [۱]:

$$Max Z = \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^h x_{i,j,m}^h \quad (21)$$

S. t:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=2}^T x_{1,j,m}^h \leq C^h \quad \forall h = 1, \dots, H \quad (22)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{i,j,m}^h \leq C^h \quad (23)$$

$$\forall h = 1, \dots, H; \quad \forall m = 1, \dots, T - 1$$

$$x_{i,j,m}^h \leq U_{i,j,m}^h \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & \text{integer } i = 1, \dots, T - 1; \\ & j = 2, \dots, T; \quad h = 1, \dots, H; \\ & m = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (25)$$

$$0 \leq i < j \leq T \quad (26)$$

نمادها و تابع هدف:

$R_{i,j,m}^h$  درآمد حاصل از اتاق نوع  $h$  که  $h = 1, 2, \dots, H$

برای ورود در زمان  $i$  که  $i = 1, \dots, T - 1$

و خروج در زمان  $j$  که  $j = 2, \dots, T$

و دوره ی ثابت رزرو  $m$  که  $m = 1, \dots, M$

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

$C^h$ : ظرفیت (تعداد) اتاق های از نوع  $h$

$x_{i,j,m}^h$ : تعداد رزرواسیون اتاق های از نوع  $h$  که ورود به آنها در زمان  $i$  و خروج از آنها در زمان  $j$  باشد و در دوره  $m$  ثابت رزرو کرده باشند.

تابع هدف:

تابع هدف درآمد هتل حاصل از رزرواسیون اتاق های مختلف در دوره های مختلف و برای ورود و خروج های گوناگون را در دوره برنامه ریزی مورد نظر بیشینه می کند.

محدودیت ها:

در این مدل فرض می شود در ابتدای برنامه ریزی هیچ مهمانی در هتل وجود ندارد. بنابراین برای روز ۱ محدودیت ظرفیت بدین گونه محاسبه می شود:

تعداد افرادی که در روز ۱ وارد می شوند و برای هر مدت، حداکثر تا پایان دوره برنامه ریزی در هتل می مانند. بنابراین محدودیت اول مدل که یک محدودیت ظرفیت است، به صورت رابطه شماره (۲۲) خواهد بود.

برای روزهای بعدی در دوره برنامه ریزی در هر روز مشخص  $k$  که  $k = 1, 2, \dots, T - 1$ ، ظرفیت اتاق های مختلف هتل به صورت زیر محاسبه می شود:

تعداد افرادی که قبل از روز  $k$  در هتل اقامت دارند و تا پس از آن هم در هتل می‌مانند + تعداد افرادی که در ابتدای روز  $k$  وارد هتل می‌شوند = ظرفیت اشغال شده هتل در روز  $k$  (مشابه آن در مدل های پیشین ذکر شده است).

بنابراین محدودیت دوم نیز که یک محدودیت ظرفیت است، به صورت رابطه (۲۳) خواهد بود. با توجه به اینکه میزان پذیرش رزرواسیون برای اتاق ها نمی‌تواند از میزان درخواست ها(تقاضاها) بیشتر باشد، پس محدودیت سوم مدل که محدودیت مربوط به تقاضاست بصورت رابطه (۲۴) است. در جدول ۷، خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی آورده شده است.

جدول ۷ - خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی	مدل های تخصیص ظرفیت	یافتن نحوه تخصیص	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	کاربرد بیشتر	- در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی - در نظر نگرفتن عواملی همچون لغو درخواست یا خروج زود هنگام

## ۲-۲-۴-۲- مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی

### با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست

در مدل قبلی این گونه فرض می‌شود که تمامی مسافرانی که ثبت رزرو کرده اند، در زمان مقرر به هتل مراجعه کنند؛ در حالی که در اکثر مواقع غیر از این نوع مسافران، دو نوع دیگر از مشتریان نیز وجود دارند. برخی مشتریان قبل از این که زمان ورود آن ها فرا برسد متقاضی لغو درخواست خود هستند که به این حالت "لغو درخواست" گفته می‌شود. گروهی دیگر نیز وجود دارند که در روز مورد نظری که برای آن ثبت رزرو کرده اند، در هتل حاضر نمی‌شوند که به این حالت "عدم حضور" گفته می‌شود. می‌توان با استفاده از سوابق موجود رزروهای پیشین، یک احتمال تقریبی برای این



دو حالت در نظر گرفت. در صورتی که احتمال لغو درخواست را با  $p_a$  و احتمال عدم حضور را با  $p_b$  نشان دهیم، آن گاه مسأله به صورت مدل زیر می شود. مفروضات و نمادهای مدل زیر همانند مدل پیشین یعنی "مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی" می باشند.

ورودی های مدل:

۱- قیمت اتاق ها

۲- ظرفیت هر نوع اتاق

۳- قیمت هر دوره رزرو

۴- رزرو ها (نوع اتاق و نوع رزرو و زمان ورود و خروج)

۵- تعداد درخواست ها

۶- احتمال لغو درخواست و احتمال عدم حضور

مدل تحقیق در عملیات آن به شکل زیر است [۱]:

$$Max Z = \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^h x_{i,j,m}^h \quad (27)$$

S. t:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=2}^T x_{1,j,m}^h (1 - p_a - p_b) \leq C^h \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (28)$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{i,j,m}^h (1 - p_a - p_b) \leq C^h \quad (29)$$

$$\forall h = 1, \dots, H; \quad \forall m = 1, \dots, T - 1$$

$$x_{i,j,m}^h (1 - p_a - p_b) \leq U_{i,j,m}^h$$

$$integer \ i = 1, \dots, T - 1;$$

$$j = 2, \dots, T;$$

$$h = 1, \dots, H; \ m = 1, \dots, M \quad (30)$$

$$0 \leq i < j \leq T \quad (31)$$

رابطه (۲۸) و (۲۹) نشان دهنده محدودیت ظرفیت با در نظر گرفتن احتمال لغو درخواست و عدم حضور می‌باشند.

رابطه (۳۰) نشان دهنده محدودیت تقاضا با در نظر گرفتن احتمال لغو درخواست و عدم حضور است.

نمادها و متغیر تصمیم:

$R_{i,j,m}^h$  درآمد حاصل از اتاق نوع  $h$  که  $h = 1, 2, \dots, H$

برای ورود در زمان  $i$  که  $i = 1, \dots, T - 1$

و خروج در زمان  $j$  که  $j = 2, \dots, T$

و دوره ی ثابت رزرو  $m$  که  $m = 1, \dots, M$

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

$C^h$ : ظرفیت (تعداد) اتاق های از نوع  $h$

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

$p_a$ : احتمال لغو درخواست

$p_b$ : احتمال عدم حضور

در جدول ۸، خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره رزرواسون در حالت تقاضای قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست آورده شده است.

جدول ۸ - خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست	مدل های تخصیص ظرفیت	یافتن نحوه تخصیص با در نظر گرفتن احتمال لغو درخواست و عدم حضور	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	در نظر گرفتن احتمال لغو یا عدم حضور	- در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی - ثابت فرض کردن تقاضا

## ۲-۲-۳- مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای

### قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست و خروج زود

#### هنگام یا دیر هنگام

در بسیاری از موارد، مسافران پذیرفته شده در هتل دچار تغییر برنامه می شوند و ممکن است کمتر یا بیشتر از زمان برنامه ریزی شده اولیه در هتل حضور داشته باشند. طبیعتاً آزادسازی این محدودیت منجر به واقعی تر شدن مدل برنامه ریزی از یک جهت و پیچیده تر شدن آن از یک جهت دیگر می گردد اما کاربردی تر شدن مدل بیش از پیچیدگی آن اهمیت دارد و آن را به واقعیت نزدیک تر می کند.

فرض کنیم که هر مسافر حداکثر به میزان دو روز بتواند برنامه خود را تغییر دهد. احتمال تغییر برنامه به مدت یک و دو روز را به ترتیب با  $p_1$  و  $p_2$  نشان می دهیم. این احتمالات از سوابق آماری هتل قابل استخراج است. حال نیاز است متغیرهای جدیدی را تعریف کنیم.

ورودی های مدل:

۱- قیمت اتاق ها

۲- ظرفیت هر نوع اتاق

۳- قیمت هر دوره رزرو

۴- رزروها (نوع اتاق و نوع رزرو و زمان ورود و خروج)

۵- متغیرهای جدید  $Y_{ij}$  و  $E_{iej}$  و  $V_{ijv}$  که به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$Y_{ij}$ : تعداد واقعی مسافرانی که در روز  $i$  وارد و در روز  $j$  خارج می‌شوند.

$E_{iej}$ : تعداد مسافرانی که طبق برنامه اولیه قصد ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  داشته اند ولی زودتر خارج شده اند.

$V_{ijv}$ : تعداد مسافرانی که طبق برنامه اولیه قصد ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  داشته اند ولی دیرتر خارج شده اند.

حال داریم [۴]:

$$E_{iej} = \begin{cases} k_1 \times 0 & j = i + 1 \\ k_2 \times p_1 \times x_{ij} & j = i + 2 \quad e = j - 1 \\ k_3 \times p_1 \times x_{ij} & j \geq i + 3 \quad e = j - 1 \\ k_4 \times p_2 \times x_{ij} & j \geq i + 3 \quad e = j - 2 \end{cases} \quad (32)$$

$$\sum_{k=1}^K k_i = 1, k = 0 \text{ or } 1 \quad (33)$$

$$E_{iej} = \begin{cases} k_1 \times 0 & j = T \\ k_2 \times p_1 \times x_{ij} & j = T - 1 \quad v = j + 1 \\ k_3 \times p_1 \times x_{ij} & j \leq T - 2 \quad v = j + 1 \\ k_4 \times p_2 \times x_{ij} & j \leq T - 2 \quad v = j + 2 \end{cases} \quad (34)$$

$$\sum_{k=1}^K k_i = 1, k = 0 \text{ or } 1 \quad (35)$$

بنابراین تعداد واقعی مسافرانی که در روز  $i$  وارد و در روز  $j$  خارج می‌شوند بصورت زیر قابل محاسبه است:

$$Y_{ij} = X_{ij} - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv} \quad (36)$$

بقیه روابط، مفروضات و ورودی ها همانند قبل است.

به این ترتیب مدل به دست آمده به شکل زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^h (X_{ij} \\ & - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) \end{aligned} \quad (37)$$

*S. t:*

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^M \sum_{j=2}^T (X_{ij} - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) (1 - p_a \\ - p_b) \leq C^h \quad \forall k = 1, \dots, K \end{aligned} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T (X_{ij} - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) (1 \\ - p_a - p_b) \leq C^h \quad \forall h \\ = 1, \dots, H \quad \forall m = 1, \dots, T - 1 \end{aligned} \quad (39)$$

$$\begin{aligned} \left( X_{ij} - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv} \right) \leq U_{i,j,m}^h, \\ \text{integer } i = 1, \dots, T - 1; j = 2, \dots, T; h \\ = 1, \dots, H; m = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (40)$$

$$0 \leq i < j \leq T \quad (41)$$

نمادها و متغیر تصمیم:

$R_{i,j,t}^h$  درآمد حاصل از اتاق نوع  $h$  که  $h = 1, 2, \dots, H$

برای ورود در زمان  $i$  که  $i = 1, \dots, T - 1$

و خروج در زمان  $j$  که  $j = 2, \dots, T$

و دوره ی ثبت رزرو  $m$  که  $m = 1, \dots, M$

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

$C^h$ : ظرفیت (تعداد) اتاق های از نوع  $h$

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

$p_a$ : احتمال لغو درخواست

$p_b$ : احتمال عدم حضو

در جدول ۹، خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست و خروج زود هنگام یا دیر هنگام آورده شده است.

جدول ۹ – خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای قطعی با در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست و خروج زود هنگام یا دیر هنگام

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون با تقاضای قطعی و احتمال لغو و جابجایی	تخصیص ظرفیت	یافتن نحوه تخصیص با در نظر گرفتن احتمال لغو درخواست و عدم حضور و جابجایی	میزان تخصیص ص	حدکثر کردن درآمد	- بررسی لغو و عدم حضور - بررسی جابجایی	- در نظر نگرفتن کشش قیمتی تقاضی - ثابت فرض کردن تقاضا

## ۲-۲-۴-۴-مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون در حالت تقاضای

### احتمالی

در ادامه قصد داریم تقاضا (که با نماد  $U_{i,j,m}^h$  نشان داده می‌شد) را با رویکردی احتمالی و غیر ثابت مورد بررسی قرار دهیم. راهی برای در نظر گرفتن این حالت احتمالی، استفاده از امید ریاضی برای پارامتر  $U_{i,j,t}^k$  است، اما راه دیگر استفاده از سناریوهای مختلف برای حالات مختلف است. در سناریوهای مختلف تقاضا و درآمدهای مختلفی داریم که هر کدام را در مسئله دخیل می‌کنیم. از آنجا که تقاضا احتمالی و غیر مشخص در نظر گرفته شده است بنابراین لازم است دو مورد به مسئله افزوده شود:

۱- میزان ریسک گریزی یا ریسک پذیری تصمیم گیرندگان برای مشخص شدن متوسط انحراف های منفی از میانگین درآمد

۲- جریمه عبور از تقاضا نیز مشخص شود زیرا ممکن است در برخی از سناریوها تقاضای پذیرفته شده  $(x_{i,j,m}^h)$  از تقاضای در نظر گرفته شده در آن سناریو  $(U_{i,j,t}^{k,s})$  بیشتر شود (از آنجا که تقاضا احتمالی است ممکن است پذیرشی بیش از تقاضای واقعی به وجود آید که لازم است شامل جریمه ای از جنس هزینه شود).

در هر سناریو  $U_{i,j,m}^h$  ها و  $R_{i,j,m}^h$  ها مقادیر مختلفی دارد. هر سناریو دارای یک احتمال مشخص است و مجموع احتمالات برابر یک است. این سناریوها و احتمالات آنها در رابطه های (۴۲) و (۴۳) مشاهده می‌گردد. احتمالات مدل را می‌توان با استفاده از روندها و سوابق موجود بدست آورد. برای مثال می‌تواند میانگینی از داده های ده سال اخیر هتل باشد.

$$p_s \geq 0 \quad s = 1, 2, \dots, S \quad (42)$$

$$\sum_{s=1}^S p_s = 1 \quad (43)$$

اطلاعات ورودی:

۱- نوع و تعداد اتاق ها

۲- درآمد تحت سناریوهای مختلف با در نظر گرفتن نوع اتاق و دوره رزرو

۳- تعداد واقعی مسافرها با در نظر گرفتن خروج زود هنگام یا دیر هنگام

۴- پیش بینی/احتمال رزرو

با توجه به این روش، مدل مدیریت درآمد در هتل با رویکرد احتمالی گسسته برای حالت احتمالی تقاضا به صورت مدل زیر خواهد بود [۲]:

$$\begin{aligned}
& \max z \\
& = \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \\
& - \lambda \sum_{s=1}^S p_s \left| \min \left\{ 0, \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \right. \right. \\
& \left. \left. - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \right\} \right| \\
& - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T w_{i,j,m}^h \min \{ 0, U_{i,j,m}^{h,s} \\
& - x_{i,j,m}^h \}
\end{aligned} \tag{44}$$

S. t:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^T x_{1,j,m}^h \leq C^h \quad \forall k = 1, \dots, K \tag{45}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{i,j,m}^h & \leq C^h \quad \forall h = 1, \dots, H; \quad \forall k \\
& = 1, \dots, T-1
\end{aligned} \tag{46}$$

$$\begin{aligned}
0 \leq x_{i,j,m}^h & \leq \max \{ U_{i,j,m}^{h,s} \}, \text{integer } i \\
& = 1, \dots, T-1; \quad j = 2, \dots, T; \quad m \\
& = 1, \dots, M; \quad h = 1, \dots, H; \quad s = 1, \dots, S
\end{aligned} \tag{47}$$

$$0 \leq i < j \leq T \tag{48}$$

اولین عبارت رابطه‌ی (۴۴) یعنی تابع هدف، امید ریاضی درآمد تحت سناریوهای مختلف است و عبارت دوم، متوسط انحراف های منفی از میانگین درآمد با توجه به ریسک است. این عبارت به منظور خطی سازی ریسک موجود در درآمد ناشی از تصادفی بودن تقاضا به تابع هدف اضافه شده است. در حقیقت اگر تصمیم گیرنده ریسک پذیری پایینی داشته باشد  $\lambda$  مربوط به او بیشتر بوده و سعی می کند سناریوهایی که درآمد احتمالی او را از درآمد میانگین کمتر می کند انتخاب نکند.



پارامتر  $\lambda$  به عنوان فاکتور مقابله با ریسک تصمیم گیرنده به حساب می آید. هرچند تصمیم گیرنده ریسک پذیرتر باشد،  $\lambda$  کمتر بوده و بنابراین درآمد حاصل بیشتر خواهد بود. انحراف معیار موجود در عبارت سوم مدل، فاکتوری برای اصلاح مدل است که از جنس هزینه است. با توجه به این که در محدودیت سوم، ماکزیمم تقاضا در سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده است  $(x_{i,j,m}^h \leq \max \{U_{i,j,m}^{h,s}\})$ ، بنابراین ممکن است در برخی از سناریوها تقاضای پذیرفته شده  $(x_{i,j,m}^h)$  از تقاضای در نظر گرفته شده در آن سناریو  $(U_{i,j,t}^{k,s})$  بیشتر شود. به منظور کاهش اثر چنین قضیه ای عبارت سوم به تابع هدف افزوده شده است. پارامتر  $w_{i,j,m}^h$  وزن جریمه برای عبور از محدودیت تقاضا است که از نوع هزینه می باشد. برای مثال در صورتی که تصمیم گیرندگان بخواهند میهمان های 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 [۱].

نمادها و متغیر تصمیم:

$R_{i,j,t}^h$  درآمد حاصل از اتاق نوع  $h$  که  $h = 1, 2, \dots, H$

برای ورود در زمان  $i$  که  $i = 1, \dots, T - 1$

و خروج در زمان  $j$  که  $j = 2, \dots, T$

و دوره ی ثابت رزرو  $m$  که  $m = 1, \dots, M$

$R_{i,j,t}^{h,s}$ : درآمد تحت سناریوی  $S$

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

$U_{i,j,m}^{h,s}$ : تقاضا برای اتاق از نوع  $h$  که ورود در زمان  $i$  و خروج در زمان  $j$  باشد و در دوره  $m$  رزرو کرده باشند تحت سناریوی  $S$

$C^h$ : ظرفیت (تعداد) اتاق های از نوع  $h$

$x_{i,j,m}^h$ : تعداد رزرواسیون اتاق های از نوع  $h$  که ورود به آنها در زمان  $i$  و خروج از آنها در زمان  $j$  باشد و در دوره  $m$  ثابت رزرو کرده باشند.

$p_a$ : احتمال لغو درخواست

$p_b$ : احتمال عدم حضو

برای تبدیل مدل به مدل برنامه ریزی خطی از روش زیر استفاده می شود [۳]:

$$\begin{aligned}
& -y_s \\
& = \min \left\{ 0, \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^h x_{i,j,m}^h \right. \\
& \quad \left. - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \right\}
\end{aligned} \tag{49}$$

$$-z_{i,j,m}^{h,s} = \min\{0, U_{i,j,m}^{h,s} - x_{i,j,m}^h\} \tag{50}$$

و با توجه به این که

$$y_s \geq 0, z_{i,j,m}^{h,s} \geq 0 \tag{51}$$

مدل بصورت زیر نوشته می شود.

$$\begin{aligned}
& \max z \\
& = \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \\
& \quad - \lambda \sum_{s=1}^S p_s y_s \\
& \quad - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T w_{i,j,m}^h z_{i,j,m}^{h,s} \\
& S.t:
\end{aligned} \tag{52}$$

$$\sum_{t=1}^M \sum_{j=1}^T x_{1,j,m}^h \leq C^h \quad \forall h = 1, \dots, H \tag{53}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T x_{i,j,m}^h &\leq C^h \quad \forall h \\
&= 1, \dots, H; \quad \forall k \\
&= 1, \dots, T-1
\end{aligned} \tag{5f}$$

$$\begin{aligned}
&\sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \\
&- \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \\
&+ y_s \geq 0 \\
&s = 1, \dots, S \\
&y_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, S
\end{aligned} \tag{5g}$$

$$\begin{aligned}
U_{i,j,m}^{h,s} - x_{i,j,m}^h + z_{i,j,m}^{h,s} &\geq 0 \\
i &= 1, \dots, T-1; \\
j &= 2, \dots, T; \\
m &= 1, \dots, M; \\
h &= 1, \dots, H; \quad s = 1, \dots, S
\end{aligned} \tag{5h}$$

$$\begin{aligned}
z_{i,j,m}^{h,s} &\geq 0 \quad i = 1, \dots, T-1; \quad j \\
&= 2, \dots, T; \quad m \\
&= 1, \dots, M; \quad h \\
&= 1, \dots, H; \quad s = 1, \dots, S
\end{aligned} \tag{5i}$$

$$\begin{aligned}
0 &\leq x_{i,j,m}^h \leq \max\{U_{i,j,m}^{h,s}\}, \\
\text{integer } i &= 1, \dots, T-1 \\
j &= 2, \dots, T; \\
m &= 1, \dots, M \\
h &= 1, \dots, H; \\
s &= 1, \dots, S
\end{aligned} \tag{5j}$$

$$0 \leq i < j \leq T \tag{5k}$$

در جدول ۱۰، خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای احتمالی آورده شده است.

جدول ۱۰ - خلاصه مدل برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون در حالت تقاضای احتمالی

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون با تقاضای احتمالی	تخصیص ظرفیت	نحوه تخصیص اتاق با تقاضای احتمالی	میزان تخصیص	حدکثر کردن درآمد	- نزدیک به واقعیت - در نظر گرفتن جریمه و انحراف از تقاضا و یا انحراف از میانگین درآمد	- پیچیدگی

## ۲-۲-۴-۵- مدل پیشنهادی برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون

مدل های برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون را می توان در دو دسته تقسیم بندی کرد:

۱- مدل های با تقاضای ثابت

۲- مدل های با تقاضای احتمالی

از آنجا که مورد دوم بیشتر به واقعیت نزدیک است، در مدل ارائه شده در این قسمت، از آن استفاده می کنیم. به علاوه لازم است احتمال لغو درخواست، عدم حضور، خروج یا ورود دیر هنگام و زود هنگام نیز در نظر گرفته شود تا مدل را تا جای ممکن به واقعیت نزدیک کرد.

مفروضات این مدل:

۱- در روز ۱ برنامه ریزی هیچ مسافری در هتل نیست.

۲- در روز ۱ برنامه ریزی تنها ورود مسافر امکان پذیر است و خروج نداریم.

۳- چند نوع اتاق با قیمت های متفاوت داریم.

۴- ورود و خروج مسافران و مدت زمان توقف آن ها متفاوت است.

۵- سناریوهای تقاضای متفاوتی داریم به این معنی که تقاضا ثابت نیست.

۶- در هر سناریو قیمت ثابت است.

ورودی های مدل:

۱- قیمت اتاق ها

۲- تعداد اتاق ها

۳- قیمت دوره های رزرو

۴- اطلاعات رزرو

۵- احتمال لغو درخواست

۶- احتمال عدم حضور

۷- احتمال خروج زود هنگام

۸- احتمال خروج دیر هنگام

بنابراین مدل به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } z \\
 & = \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} (X_{ijm}^h \\
 & - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) \\
 & - \lambda \sum_{s=1}^S p_s \left| \min \left\{ 0, \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} (X_{ijm}^h \right. \right. \\
 & - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) \\
 & - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} (X_{ijm}^h \\
 & - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) \left. \right\} | \\
 & - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T w_{i,j,m}^h \min \left\{ 0, U_{i,j,m}^{h,s} \right. \\
 & \left. - (X_{ijm}^h - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ijv}) \right\}
 \end{aligned} \tag{۶۰}$$

S. t:

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^T (X_{ijm}^h - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} \\
& \quad + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ivj}) (1 \\
& \quad - p_a - p_b) \\
& \leq C^h \quad \forall k \\
& = 1, \dots, K
\end{aligned} \tag{۶۱}$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T (X_{ijm}^h - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} \\
& \quad + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ivj}) (1 \\
& \quad - p_a - p_b) \\
& \leq C^h \quad \forall h \\
& = 1, \dots, H; \quad \forall k \\
& = 1, \dots, T-1
\end{aligned} \tag{۶۲}$$

$$\begin{aligned}
0 & \leq x_{i,j,m}^h (1 - p_a - p_b) \\
& \leq \max \{U_{i,j,m}^{h,s}\}, \\
& \text{integers } i = 1, \dots, T-1 \\
& j = 2, \dots, T; \\
& m = 1, \dots, M; \\
& h = 1, \dots, H; s = 1, \dots, S \\
0 & \leq i < j \leq T
\end{aligned} \tag{۶۳}$$

نمادها و متغیر تصمیم:

$R_{i,j,t}^h$  درآمد حاصل از اتاق نوع  $h$  که  $h = 1, 2, \dots, H$   
 برای ورود در زمان  $i$  که  $i = 1, \dots, T-1$   
 و خروج در زمان  $j$  که  $j = 2, \dots, T$   
 و دوره ی ثبت رزرو  $m$  که  $m = 1, \dots, M$   
 $R_{i,j,t}^{h,s}$ : درآمد تحت سناریوی  $s$

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

$U_{i,j,m}^{h,s}$ : تقاضا برای اتاق از نوع  $h$  که ورود در زمان  $i$  و خروج در زمان  $j$  باشد و در دوره  $m$  رزرو کرده باشند تحت سناریوی  $S$

$C^h$ : ظرفیت (تعداد) اتاق های از نوع  $h$

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

$p_a$ : احتمال لغو درخواست

$p_b$ : احتمال عدم حضو

$Y_{ij}$ : تعداد واقعی مسافرانی که در روز  $i$  وارد و در روز  $j$  خارج می شوند.

$E_{iej}$ : تعداد مسافرانی که طبق برنامه اولیه قصد ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  داشته اند ولی زودتر خارج شده اند.

$V_{ijv}$ : تعداد مسافرانی که طبق برنامه اولیه قصد ورود در روز  $i$  و خروج در روز  $j$  داشته اند ولی دیرتر خارج شده اند.

از فرمول های گذشته برای خروج زود هنگام داریم:

$$E_{iej} = \begin{cases} k_1 \times 0 & j = i + 1 \\ k_2 \times p_1 \times x_{ij} & j = i + 2 \quad e = j - 1 \\ k_3 \times p_1 \times x_{ij} & j \geq i + 3 \quad e = j - 1 \\ k_4 \times p_2 \times x_{ij} & j \geq i + 3 \quad e = j - 2 \end{cases} \quad (65)$$

$$\sum_{k=1}^K k_i = 1, k = 0 \text{ or } 1 \quad (66)$$

$$E_{iej} = \begin{cases} k_1 \times 0 & j = T \\ k_2 \times p_1 \times x_{ij} & j = T - 1 \quad v = j + 1 \\ k_3 \times p_1 \times x_{ij} & j \leq T - 2 \quad v = j + 1 \\ k_4 \times p_2 \times x_{ij} & j \leq T - 2 \quad v = j + 2 \end{cases} \quad (67)$$

$$\sum_{k=1}^K k_i = 1, k = 0 \text{ or } 1 \quad (68)$$

بنابراین تعداد واقعی مسافرانی که در روز  $i$  وارد و در روز  $j$  خارج می‌شوند بصورت زیر قابل محاسبه است:

$$Y_{ijm}^h = X_{ijm}^h - \sum_{e=i+1}^{j-1} E_{iej} + \sum_{v=i+1}^{j-1} V_{ivj} \quad (69)$$

از قبل نیز داریم:

$$\begin{aligned} & -y_s \\ & = \min \left\{ 0, \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^h x_{i,j,m}^h \right. \\ & \quad \left. - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} x_{i,j,m}^h \right\} \end{aligned} \quad (70)$$

$$-z_{i,j,m}^{h,s} = \min \{ 0, U_{i,j,m}^{h,s} - x_{i,j,m}^h \} \quad (71)$$

و

$$y_s \geq 0, z_{i,j,m}^{h,s} \geq 0 \quad (72)$$

از طرفی دیگر موضوعی که در حالت ابهام باقی است، این است که در صورت لغو درخواست و یا عدم حضور میهمانان هتل، مبلغی باید به آن‌ها بازگردانده شود. این مبلغ با درصدی از مبلغ



پرداخت شده مشخص می‌شود. برای مثال فرض کنید در صورت لغو درخواست، ۸۰ درصد مبلغ به مسافران عودت داده شود. برای وارد کردن این عدد در مدل، لازم است میزان مبلغ بازگشتی از متوسط درآمد در تابع هدف کسر شود. مکمل این عدد از ۱۰۰ درصد یعنی ۲۰ درصد را با  $g$  نمایش می‌دهیم و عددی بین ۰ تا ۱ می‌باشد (در صورتی که برای لغو درخواست یا عدم حضور مبلغی بازگردانده نشود این عدد صفر می‌باشد و در صورتی که تمامی مبلغ بازگردانده شود این عدد ۱ می‌باشد).

$$Rx - [(p_a x + p_b x) \times Rg] = Rv. \quad (73)$$

عبارت (۷۳) نشان دهنده‌ی درآمد کسب شده می‌باشد. با ساده سازی این عبارت به عبارت زیر می‌رسیم:

$$Rx[1 - g(p_a + p_b)] = Rv. \quad (74)$$

میزان  $g$  بسته به نوع رزرو یا نوع ورود و خروج نیز می‌تواند متفاوت باشد. همچنین نوع اتاق نیز در این مسئله تاثیر گذار است بنابر این می‌توان این عدد را به این صورت و با فرض ثابت بودن نشان داد:

$$g_{i,j,m}^h$$

از آنجا که تعداد واقعی در خواست ( $Y$ ) نیز جایگزین رزرو ها ( $x$ ) می‌شود و با ساده سازی و خطی کردن مدل همانند آنچه که در مدل قبلی گفته شد، مدل پیشنهادی در نهایت به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} & \text{Max } z \\ & = \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T [1 \\ & - g_{i,j,m}^h (p_a + p_b)] R_{i,j,m}^{h,s} Y_{i,j,m}^h \\ & - \lambda \sum_{s=1}^S p_s y_s \\ & - \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T w_{i,j,m}^h z_{i,j,m}^{h,s} \end{aligned} \quad (75)$$

S. t:

$$\sum_{t=1}^M \sum_{j=1}^T Y_{1jm}^h (1 - p_a - p_b) \leq C^h \quad \forall h = 1, \dots, H \quad (\text{Y6})$$

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^T Y_{i,j,m}^h (1 - p_a - p_b) &\leq C^h \quad \forall h \\ &= 1, \dots, H; \quad \forall k \\ &= 1, \dots, T - 1 \end{aligned} \quad (\text{Y7})$$

$$\begin{aligned} &\sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} Y_{i,j,m}^h \\ &- \sum_{s=1}^S p_s \sum_{h=1}^H \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{j=i+1}^T R_{i,j,m}^{h,s} Y_{i,j,m}^h \\ &+ y_s \geq 0 \end{aligned} \quad (\text{Y8})$$

$$\begin{aligned} &s = 1, \dots, S \\ &y_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{i,j,m}^{h,s} - Y_{i,j,m}^h + z_{i,j,m}^{h,s} &\geq 0 \quad i \\ &= 1, \dots, T - 1; j \\ &= 2, \dots, T; m \\ &= 1, \dots, M; h \\ &= 1, \dots, H; s = 1, \dots, S \end{aligned} \quad (\text{Y9})$$

$$\begin{aligned} z_{i,j,m}^{h,s} &\geq 0 \quad i = 1, \dots, T - 1; j \\ &= 2, \dots, T; m \\ &= 1, \dots, M; h \\ &= 1, \dots, H; s = 1, \dots, S \end{aligned} \quad (\text{A0})$$

$$0 \leq Y_{ijm}^h (1 - p_a - p_b) \leq \max\{U_{i,j,m}^{h,s}\},$$

integer  $i = 1, \dots, T - 1;$   
 $j = 2, \dots, T;$  (۸۱)

$$m = 1, \dots, M;$$

$$h = 1, \dots, H;$$

$$s = 1, \dots, S$$

$$0 \leq i < j \leq T$$
 (۸۲)

$$\text{Constant } g_{i,j,m}^h \in [0,1]$$
 (۸۳)

در جدول ۱۱، خلاصه مدل پیشنهادی برنامه ریزی با دوره‌های رزرواسیون آورده شده است.

جدول شماره ۱۱ - خلاصه مدل نهایی برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
مدل نهایی برنامه ریزی با دوره های رزرواسیون	تخصیص ظرفیت	نحوه‌ی تخصیص اتاق با تقاضای احتمالی	میزان تخصیص ص	حدکثر کردن درآمد	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نزدیک به واقعیت</li> <li>- در نظر گرفتن جریمه و انحراف از تقاضا و یا انحراف از میانگین درآمد</li> <li>- در نظر گرفتن لغو درخواست و عدم حضور</li> <li>- در نظر گرفتن جابجایی در زمان خروج</li> </ul>	پیچیدگی مدل

## ۲-۳- مدل‌های مربوط به قیمت‌گذاری

مدل‌های قیمت‌گذاری، بهترین شیوه قیمت‌گذاری بر روی اتاق‌ها در دوره/روزهای مختلف را مشخص می‌کنند تا مجموع درآمدهای هتل بیشینه شود. ابتدا از اهمیت و نقش قیمت‌گذاری در بازاریابی بحث می‌شود و سپس مدل مربوطه ارائه می‌شود [۱].

قیمت یکی از چهار P معروف در آمیزه بازاریابی<sup>۳۳</sup> می‌باشد. این چهار P عبارتند از:

قیمت یا Price

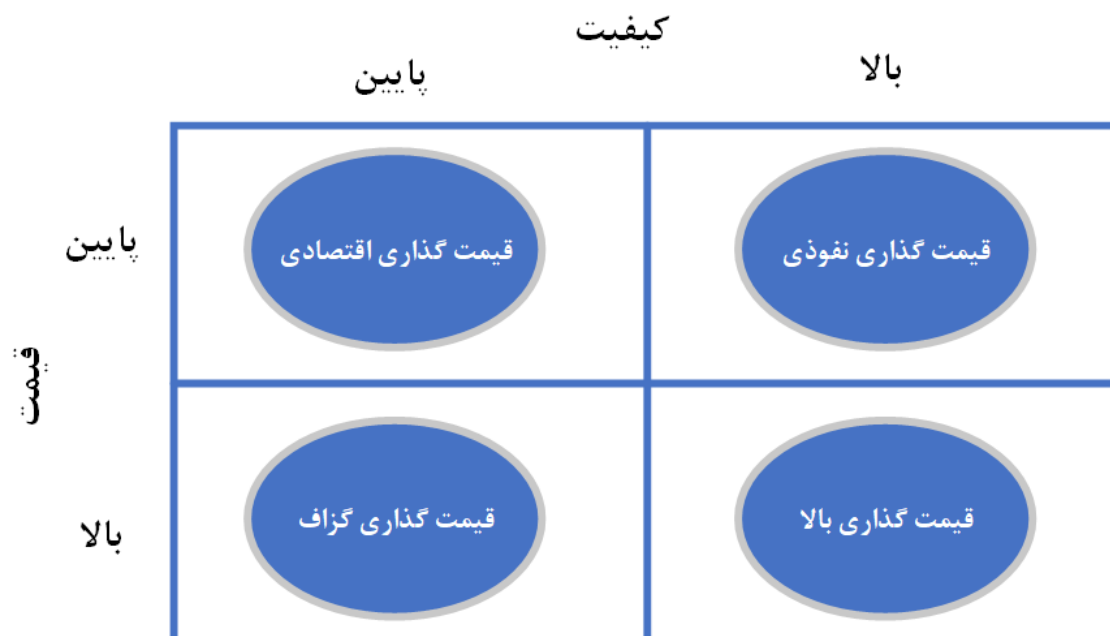
محصول یا Product

تبلیغات یا Promotion

مکان یا Place (جایی که محصول در آن توزیع می‌شود)

قیمت‌گذاری می‌تواند مبتنی بر عملیات، مبتنی بر درآمد، مبتنی بر مشتری، مبتنی بر ارزش، مبتنی بر رابطه یا مبتنی بر جامعه باشد بنابراین تصمیم‌گیری در این زمینه با پیچیدگی‌های زیادی همراه است. در قیمت‌گذاری محدودیت‌هایی وجود دارد. برای مثال ممکن است جواب به دست آمده عددی بزرگ باشد و بازار کشش این قیمت را نداشته باشد و یا عددی باشد که کوچک است و بتوان با قیمت بیشتری نیز اتاق‌ها را ارائه کرد. به علاوه تصمیمات مدیریتی، فرهنگ جامعه، شرایط اقتصادی، موقعیت جغرافیایی هتل و شهری که در آن قرار دارد، فصل ثبت رزرو، راه‌های دسترسی و بسیاری از عوامل دیگر نیز در قیمت‌گذاری دخیل هستند. بسته به شرایط، هتل ممکن است یکی از چهار سیاست اصلی موجود در ماتریس قیمت‌گذاری که در زیر ارائه شده است را در پیش بگیرد.

در شکل ۴، ماتریس قیمت‌گذاری مجسم شده است. این ماتریس تاثیر کیفیت و قیمت را در انتخاب استراتژی قیمت‌گذاری نشان می‌دهد.

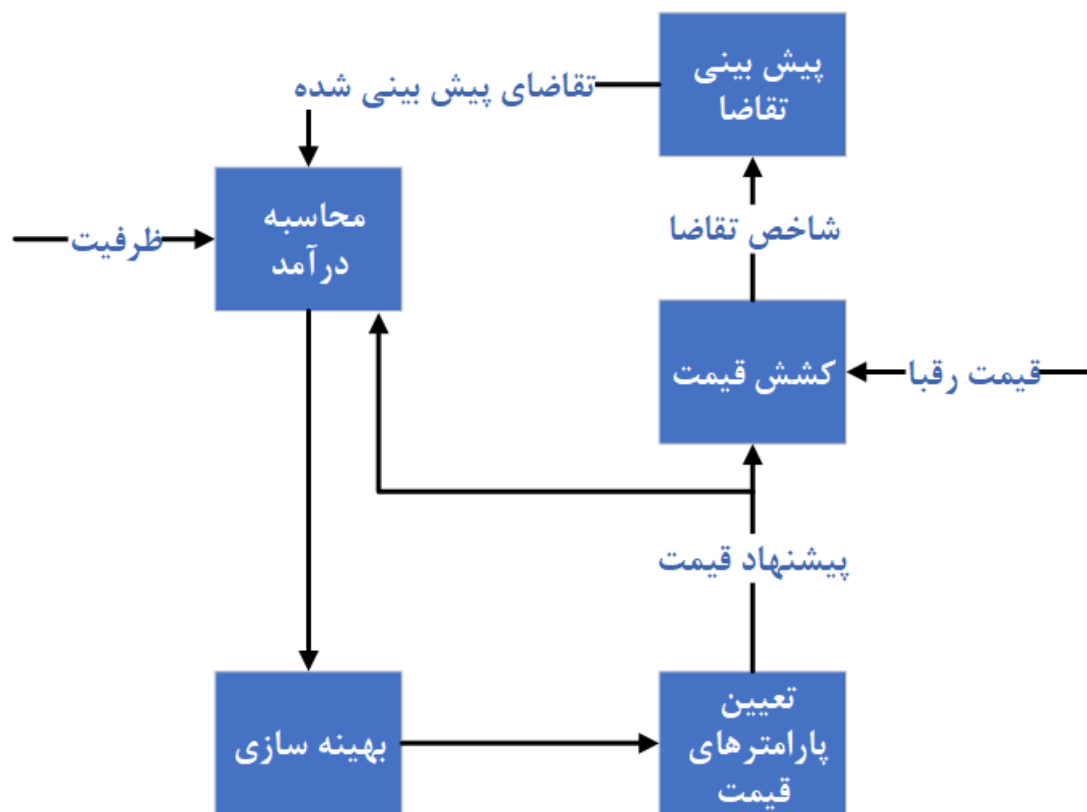


شکل ۴ - ماتریس قیمت گذاری

استراتژی‌های قیمت‌گذاری و چارچوب‌های سازمان/هتل نیز در تعیین قیمت بسیار تاثیرگذار هستند. این که هتل چه نوع سیاستی را در پیش گرفته است می‌تواند نقشی تعیین کننده در قیمت گذاری داشته باشد. برای مثال ممکن است تصمیم گیرندگان هتل، استراتژی قیمت اقتصادی را در پیش گرفته باشند که با مدل همخوانی نداشته باشد.

از یک سو ریاضیات به تصمیم گیرندگان قیمتی بالا پیشنهاد می‌کند و از سوی دیگر شرایط بازار و سیاست های مدیریتی این قیمت را نمی‌پذیرد. به این دلیل لازم است مدلسازی به گونه ای صورت بگیرد که علاوه بر افزایش درآمد، با چارچوب های موجود نیز همخوانی داشته باشد. به این منظور استفاده از مدل قیمت گذاری پویا پیشنهاد می‌شود که انعطاف لازم برای این منظور را داراست و به علاوه جواب بهینه مورد نظر را نیز به دست می‌دهد.

در شکل ۵، چارچوبی برای قیمت‌گذاری ارائه شده است.



شکل ۵ - فرآیند قیمت گذاری [۷]

### ۲-۳-۱- مدل قیمت‌گذاری یویا

همانگونه که در قسمت‌های قبلی توضیح داده شد، مدل‌های مذکور برای مدیریت درآمد در زمره تاکتیک‌های کنترل ظرفیت هتل بودند. متغیرهای تصمیم‌مورد استفاده در آن مدل‌ها اتاق‌های تخصیص یافته به مشتریان است و قیمت‌های مرتبط با هر کلاس قیمتی از پیش تعیین شده بود. برای فرموله کردن مسئله در قالب تاکتیک کنترل قیمت، نیاز به تغییر متغیرهای تصمیم به متغیرهایی است که بر اساس آن‌ها بتوان قیمت‌ها را بصورت روزانه تعیین کرد. همچنین کُشش قیمتی تقاضا به عنوان یک پارامتر در این مدل وارد می‌شود [۱۱].

هتل‌ها معمولاً طبقات قیمتی مختلفی را برای اتاق‌های خود طراحی می‌کنند و تعدادی اتاق را به هر کدام از این طبقات قیمتی اختصاص می‌دهند. طبقات قیمتی پایین‌تر اختصاص به درخواست‌های زودتر برای رزرو دارد و پس از اینکه این درخواست‌ها کامل شد سیستم رزرواسیون طبقات قیمتی بالاتر را برای رزرو ارائه می‌دهد. معمولاً اختصاص تعداد زیادی اتاق به طبقات پایین‌تر سبب بیشتر شدن درخواست‌های رزرو می‌شود اما از سوی دیگر منجر به از دست رفتن بخشی از درآمد‌های ناشی از رزرو طبقات قیمتی بالاتر می‌شود. از سوی دیگر اختصاص دادن تعداد زیادی اتاق به طبقات قیمتی بالاتر نیز ممکن است منجر به زیاده‌اشدن اتاق‌های خالی در هتل شود. هدف

از مدل پیش رو، یافتن چهارچوبی است که قیمت بهینه را برای هر کدام از این طبقات (نوع اتاق) و در هر شب تعیین کند و بدین وسیله درآمد هتل را بهینه کند. این موضوع منجر به پیاده سازی یک مدل بهینه سازی پیچیده می شود که این توانایی را داشته باشد که بتواند درخواست های آتی و احتمالات آن را در نظر بگیرد. در این مدل قیمت ها روزانه تغییر می کنند.

برای حل صحیح مدل بهینه سازی نیاز به انجام پیش بینی صحیحی از درخواست های رزرو است. استفاده از یک ابزار برآورد مناسب می تواند متضمن دستیابی به جواب های دقیق و با کمترین میزان خطا باشد.

مدیران هتل ها معمولاً تمایل دارند که مکانیزم های چند طبقه ای را مشابه آنچه که در خطوط هوایی استفاده می شود، پیاده سازی کنند. در این سیستم چند طبقه ای، در هر شب قیمت های متفاوتی ارائه می شود که هر کدام از این قیمت ها مرتبط با یک طبقه مشخص است. برای پیاده سازی این موضوع در مدل ارائه شده تحلیلی پارامتریک بر روی مدل انجام شده است تا قیمت های مرتبط به هر طبقه تعیین شود. هدف از این تحلیل پارامتریک ایجاد تغییرات پویا در قیمت ها پس از درخواست رزرو های جدید است.

روش مورد استفاده در این مدل به این صورت است که نخست سناریو های مختلفی برای تقاضای پیش بینی شده تعریف شده و سپس احتمال وقوع هر یک از این سناریو ها تعیین می گردد. سپس برای حل مدل پویا هر یک از این احتمالات به عنوان تقاضای برآورد شده تعریف می شود. خروجی این مدل قیمت های تعیین شده برای هر روز در طی افق برنامه ریزی است. هر قیمت با توجه به میزان تقاضای پیش بینی شده تعیین می شود. برای مثال زمانی که سطح تقاضا پایین باشد، سطح قیمت ها نیز متناسب با سطح تقاضا پایین می آید.

مدل مذکور این توانایی را خواهد داشت که قیمت ها را بصورت پویا برای هر شب تعیین کند و کشف قیمتی تقاضا نیز وارد می شود بدین ترتیب مدیران هتل قادر خواهند بود تا قیمت ها را به گونه ای تطبیق دهند تا تغییرات ایجاد شده روزانه در تقاضا را به نحو مطلوبی مدیریت کنند.

مفروضات مدل قیمت گذاری پویا:

در مدل ارائه شده، اقامت در هتل بوسیله پارامترهای  $a$  و  $l$  و  $k$  مشخص می شود. برای فرموله کردن این مدل نیاز به تعریف پارامترهای اضافی و متغیرهای کمکی نیز می باشد که در ادامه تشریح می گردد. چند نوع اتاق وجود دارد که به وسیله پارامتر  $k$  نمایش داده می شود.

مدل قیمت گذاری پویا به صورت زیر است [۸]:

$$Max = \sum_{l=1}^{\max l} P_{l,K} \times O_{l,K} \quad (۸۴)$$

S. t:

$$O_{l,k} \leq C_{l,k} \quad \forall l$$

$$P_{l,k} \geq 0 \quad \forall l$$

هدف این مدل بیشینه کردن مجموع درآمد هتل است از این رو تابع هدف آن بصورت مجموع مقادیری تعریف می شود که از حاصل ضرب قیمت یک شب مشخص ضرب در تعداد اتاق های رزرو شده در همان شب به دست می آید، علاوه بر این تنها محدودیت این مدل این است که مجموع رزرو های انجام شده در هر شب نباید بیشتر از ظرفیت هتل در همان شب باشد. در زیر مدل مدیریت درآمد پویا بیان شده است.

نماد ها و متغیر تصمیم در این مدل به قرار زیر است:

۱- قیمت های اختصاص یافته در پایان هر شب برای اتاق نوع  $P_{l,k} = k$

۲- متغیر کمکی در این مدل نیز بصورت زیر محاسبه می شود:

تعداد اتاق هایی که به درخواست های رزرو نوع مرتبط به هر کلاس اختصاص می یابد  $X_{a,L,k}$

$$X_{a,L,k} = d_{a,L,k} \left( \frac{\sum_{l=a}^{a+L-1} \sum_{k=1}^K P_{l,k}}{L \times P_{nom}} \right)^e \quad (۸۵)$$

۳- تعداداتاق هایی که برای پایان هر شب رزرو شده است  $O_{l,k}$

$$O_{l,k} = \sum_{a,l,k \in N_l} X_{a,L,k} \quad (۸۶)$$

۴- قیمت اسمی که غالبا برابر با میانگین قیمت اتاق ها محاسبه می شود.  $P_{nom}$

این قیمت را می توان از سوابق هتل استخراج کرد.

۵- کشش قیمتی تقاضا  $e$

کشش قیمتی تقاضا درصد تغییر در مقدار تقاضای کالا را در یک دوره زمانی خاص نسبت به درصد تغییر در قیمت کالا اندازه گیری می کند. از آن جایی که قیمت و تقاضا رابطه ی معکوس دارند،



ضریب کششی قیمتی تقاضا عددی منفی خواهد بود. بر اساس قانون تقاضا وقتی قیمت افزایش پیدا می‌کند، مقدار تقاضا کاهش پیدا خواهد کرد به اینصورت که قیمت و تقاضا در جهت مقابل هم حرکت می‌کنند و رابطه آنها عموماً معکوس است. لذا کشش قیمتی تقاضا نیز عموماً به عنوان شاخصی منفی در نظر گرفته می‌شود. در علم اقتصاد به منظور سهولت در کار علامت منفی آن نادیده انگاشته می‌شود و از قدرمطلق آن در محاسبات استفاده می‌شود و یا اینکه با قرار دادن یک علامت منفی در ابتدای فرمول محاسبه کشش قیمتی تقاضا تغییر علامت می‌دهد. در زیر فرمول محاسبه کشش قیمتی تقاضا آورده شده است که در آن  $\Delta Q$  تغییر تقاضا و  $\Delta P$  تغییر در قیمت است:

$$e = - \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} \quad (87)$$

۶- ظرفیت هتل در پایان هر شب  $C_{l,k}$

خروجی این مدل قیمت‌های بهینه برای هر شب است تا سیاست قیمت‌گذاری مناسب را برای هتل تعیین کند. نکته قابل ذکر این است که قیمت‌های بدست آمده در این مدل می‌توانند بصورت پیوسته در نظر گرفته شوند و بصورت مشابه در بسیاری از سیستم‌های رزرو آنلاین بکار گرفته شوند. علاوه بر این به منظور جلوگیری از نارضایتی مشتریان در اثر نوسانات قیمتی سیستم مدیریت درآمد می‌تواند تنها میانگین قیمت اتاق‌ها را ارائه دهد. در جدول ۱۲، خلاصه‌ی مدل قیمت‌گذاری پویا آورده شده است.

جدول ۱۲ - خلاصه مدل قیمت‌گذاری پویا

نام مدل	دسته بندی	هدف مدل	متغیر تصمیم	تابع هدف	نقطه قوت	نقطه ضعف
قیمت‌گذاری پویا	مدل‌های قیمت‌گذاری	قیمت‌های بهینه برای هر شب	قیمت‌های اختصاص یافته در پایان هر شب	حدکثر کردن درآمد	در نظر گرفتن کشش قیمتی تقاضا	افزایش پارامترها و پیچیده تر شدن

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

مدل‌های ارائه شده در این پژوهش را به صورت زیر می‌توان خلاصه کرد:

۱- مدل‌های تخصیص ظرفیت که شامل مدل کلاسیک، مدل پایه و مدل با دوره‌های رزرواسیون است.

۲- مدل قیمت‌گذاری پویا

مدل کلاسیک از جمله مدل‌های تخصیص ظرفیت با کاربردی می‌باشد که با وجود سادگی، به علت در نظر گرفتن نوع اتاق، روز ورود و مدت زمان اقامت، از قابلیت‌های خوبی برای افزایش حداکثری درآمد برخوردار است. این مدل در همه‌ی نوع هتل‌ها قابل استفاده است و سادگی آن، باعث کارایی آن می‌شود.

مدل‌های برنامه‌ریزی در حالت پایه، با در نظر گرفتن روز ورود و خروج، دست برنامه‌ریزها را برای برنامه‌ریزی بازتر می‌گذارند و کاربرد آن را به مراتب افزایش می‌دهند. مزیتی که مدل کلاسیک نسبت به این مدل دارد این است که مدت زمان اقامت را به جای روز خروج بررسی می‌کند و این کار علاوه بر سادگی بیشتر، کار برنامه‌ریزی را ساده تر می‌کند.

مدل‌های برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون، پیچیده ترین نوع مدل‌های ارائه شده بودند. این مدل‌ها عوامل مختلفی را در نظر می‌گیرند:

نوع اتاق، روز ورود، روز خروج، دوره ثبت رزرو، بازگشت پول، تقاضای احتمالی، جریمه عبور از تقاضا، ریسک گریزی و عواملی از این قبیل که همه‌ی آن‌ها اگرچه برنامه‌ریزی را دشوار و پیچیده می‌کنند اما مدل بسیار به واقعیت نزدیک شده و کارایی آن افزایش می‌یابد. این نوع از مدل‌ها بیشتر توسط هتل‌های بزرگ به کار گرفته می‌شود.

در انتها مدل قیمت‌گذاری پویا، با در نظر گرفتن کشش قیمتی تقاضا، مدل را هرچه بیشتر کاربردی می‌کند و یک محدودیت معقول برای قیمت‌گذاری تعیین می‌کند.

در این پژوهش تلاش شد تا تمامی عوامل ممکن در همه‌ی حالت‌های ممکن بررسی شوند و مدل‌های ارائه شده، امکان استفاده در صنعت هتلداری را داشته باشند اما همچنان پژوهش درباره‌ی مدیریت درآمد در حوزه‌ی هتلداری جای بحث دارد و الگوریتم‌های بسیاری را می‌توان برای حل مسائل آن در نظر گرفت.

در ادامه، مدل‌های مربوط به تخصیص ظرفیت، خلاصه شده و در جدول‌هایی با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

در جدول های ۱۳ و ۱۴ و ۱۵، خلاصه ای از مدل های تخصیص ظرفیت ارائه شده آمده است. لازم به ذکر است مدل های مشابه ادغام شده‌اند و بهترین مورد ذکر شده است.

جدول شماره ۱۳ – مقایسه‌ی مدل های تخصیص ظرفیت

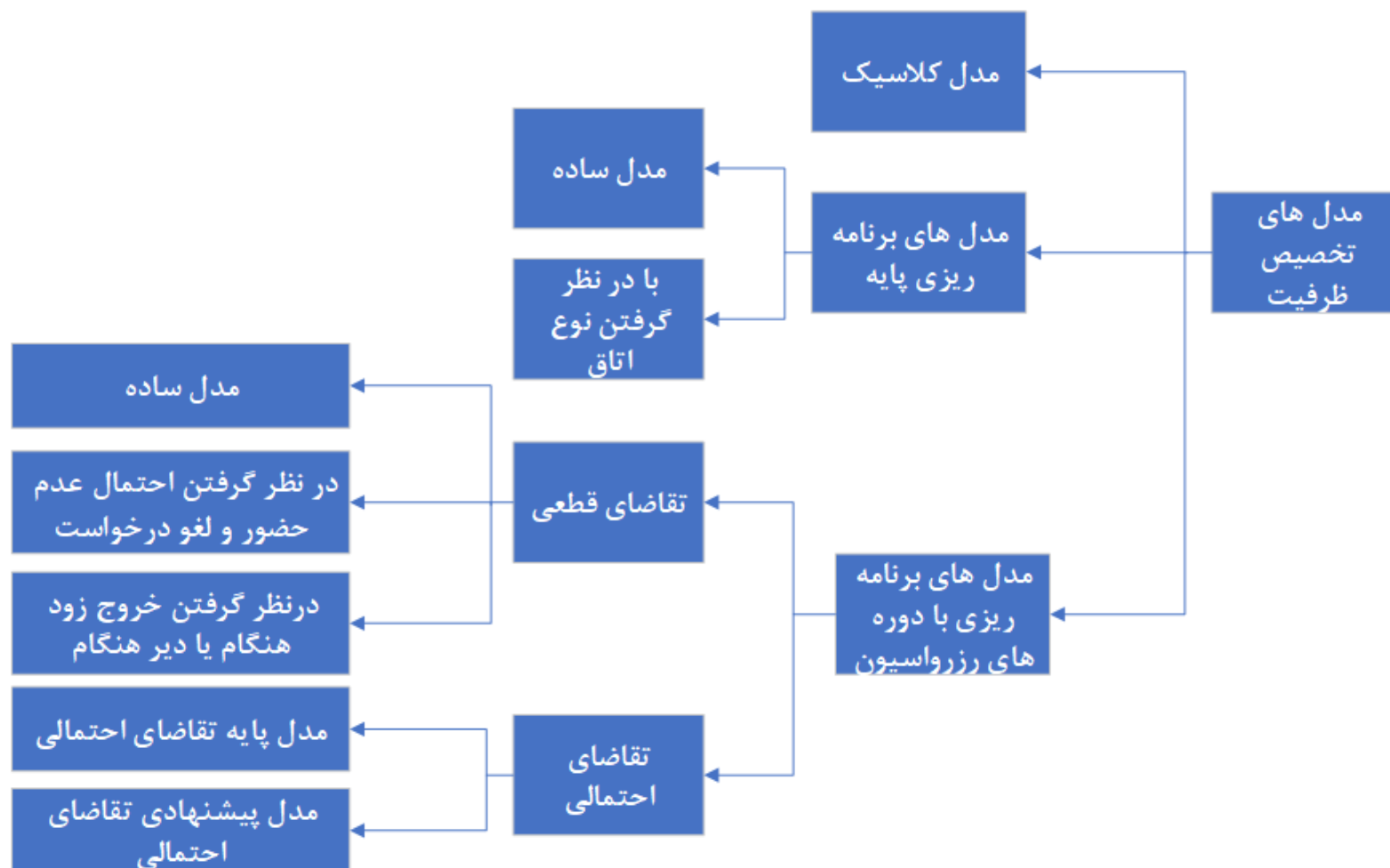
ردیف	نام مدل	کاربرد	مزیت	نقص
۱	مدل کلاسیک	هتل های کوچک تا بزرگ	سادگی	در نظر نگرفتن همه عوامل
۲	مدل برنامه‌ریزی پایه	هتل های کوچک تا بزرگ	سادگی	در نظر نگرفتن همه عوامل
۳	مدل نهایی برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	در نظر گرفتن تمامی جنبه ها	پیچیدگی بسیار

جدول شماره ۱۴ – مقایسه‌ی مدل‌های برنامه‌ریزی پایه

ردیف	نام مدل	کاربرد	امکانات بیشتر
۱	مدل برنامه ریزی پایه ساده	هتل های کوچک تا بزرگ	- تاریخ ورود و خروج مسافر
۲	مدل برنامه ریزی پایه با در نظر گرفتن اتاق	هتل های کوچک تا بزرگ	- تاریخ ورود و خروج مسافر - نوع اتاق

ردیف	نام مدل	کاربرد	مزیت‌ها
۱	مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون با تقاضای قطعی – مدل ساده	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	تاریخ ورود و خروج مسافر، نوع اتاق، دوره رزرواسیون
۲	مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون با تقاضای قطعی – در نظر گرفتن احتمال عدم حضور و لغو درخواست	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	تاریخ ورود و خروج مسافر، نوع اتاق، دوره رزرواسیون، احتمال لغو درخواست یا عدم حضور
۳	مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون با تقاضای قطعی – در نظر گرفتن خروج زود هنگام یا دیر هنگام	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	تاریخ ورود و خروج مسافر، نوع اتاق، خروج زود هنگام یا دیر هنگام
۴	مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون با تقاضای احتمالی – مدل پایه	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تاریخ ورود و خروج مسافر</li> <li>- نوع اتاق</li> <li>- ریسک پذیری</li> <li>- وزن جریمه</li> <li>- انحراف از میانگین درآمد</li> <li>- انحراف از تقاضا</li> </ul>
۵	مدل برنامه‌ریزی با دوره‌های رزرواسیون با تقاضای احتمالی – مدل نهایی	معمولا متوسط رو به بالا تا بزرگ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تاریخ ورود و خروج مسافر</li> <li>- نوع اتاق</li> <li>- ریسک پذیری</li> <li>- وزن جریمه</li> <li>- انحراف از میانگین درآمد</li> <li>- انحراف از تقاضا</li> <li>- احتمال لغو درخواست یا عدم حضور</li> </ul>

در شکل ۶، انواع مدل های تخصیص ظرفیت مجسم شده اند.



شکل ۶ - انواع مدل های مدیریت درآمد مربوط به تخصیص ظرفیت

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی برای قیمت‌گذاری نیز سناریوهای مختلفی ارائه شود به این معنی که قیمت نیز همانند تقاضا متغیر باشد تا مدل هرچه بیشتر به واقعیت نزدیک شود زیرا قیمت‌گذاری بسته به شرایط مختلف می‌تواند تغییر کند. همچنین هنگامی که به دلیل رزرو مضاعف، امکان پذیرش مسافران وجود ندارد، علاوه بر جریمه‌های مالی که از درآمد کسر می‌شوند، می‌توان هزینه‌هایی دیگر مانند لطمه به برند شرکت و عواملی این‌چنینی را نیز در نظر گرفت.

- [۱] کتابی، س قندهاری، م احمدی، م: "بهینه سازی درآمد هتل در حالت وجود تقاضای قطعی و غیر قطعی با در نظر گرفتن لغو درخواست و عدم حضور میهمان". مدیریت تولید و عملیات: ۱۳۹۳، دوره پنجم، پیاپی ۹، شماره ۲، ۱۴۴-۱۲۹
- [۲] قندهاری، م. احمدی، م. : "مدیریت درآمد در هتل با رویکرد احتمالی گسسته". هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع: ۱۳۸۹، اصفهان
- [۳] سلیمانپور، پ. شیدایی مقدم، آ. و قورچی بیگی، خ. : "ارائه مدل قیمت گذاری پویا برای سیستم مدیریت درآمد هتل ها: با مطالعه موردی هتل مارال کلاردشت". همایش بین المللی مدیریت: ۱۳۹۳، تهران
- [۴] مدرس، م. نجفی، م. : "برنامه ریزی تصادفی پایدار درآمد هتل". نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید: ۱۳۸۸، شماره ۴، جلد ۲۰، ۲۱-۱۱
- [5] [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Revenue\\_management](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Revenue_management)
- [6] Goldman, P., Freling, R., Pak, K., & Piersma, N. (2002). Models and techniques for hotel revenue management using a rolling horizon. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 1(3), 207-219.
- [7] Bayoumi, A. E. M., Saleh, M., Atiya, A. F., & Aziz, H. A. (2013). Dynamic pricing for hotel revenue management using price multipliers. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 12(3), 271-285.
- [8] Aziz, H. A., Saleh, M., Rasmy, M. H., & ElShishiny, H. (2011). Dynamic room pricing model for hotel revenue management systems. *Egyptian Informatics Journal*, 12(3), 177-183.