

جمشید جعفری

به نام خدا

عنوان پایان نامه:

بررسی و طراحی مدلی برای بهینه سازی عملیات تجدید قوای هواپیماهای پهن پیکر با استفاده از روش شبکه مسیر بحرانی (CPM) در فرودگاه بین المللی شیراز

به وسیله ی:

جمشید جعفری

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۱ / ۱۱ / ۱۰

در رشته ی:

مدیریت صنعتی

از دانشگاه شیراز

دانشکده ادبیات و علوم انسانی

بخش مدیریت و حسابداری

ارزیابی و تصویب توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر محمد علی سوخکیان  
دکتر نظام الدین فقیه  
دکتر علی محمدی

۲۶  
۱۳۸۱

تیرماه ۱۳۸۱

۴۴۸۶۲

وزارت اطلاعات و آمار جمهوری اسلامی ایران

تقدیم به:

مادرم به پاس قطره ای از الطاف بیکرانش نسبت به من

به

پدرم که با زحمات بی دریغش به من فرصت آموختن داد

به

همسر مهربانم

و به تمامی پویندگان راه علم و دانش

۴۴۸۹۲

## سپاسگزاری

سپاس و شکر خداوند یکتا را که به من فرصت زنده بودن و یادگرفتن داد. اکنون که کار نگارش این پایان نامه به اتمام رسید بر خود لازم می دانم که از استاد ارجمندم آقای دکتر محمد علی سوخکیان که بارهنگامی های ارزنده خود مرا کمک نمودند، همچنین از اساتید عزیزم آقایان دکتر نظام الدین فقیه و دکتر علی محمدی که در نقش استاد مشاور مرایاری نمودند تشکر و قدردانی نموده، توفیق روزافزون را برای همگی آنها از درگاه خداوند خواستارم.

## چکیده

**بررسی و طراحی مدلی برای بهینه سازی عملیات تجدید قوای هواپیماهای پهن پیکر با استفاده از روش شبکه مسیر بحرانی (CPM) در فرودگاه بین المللی شیراز**

**به وسیله ی:**

**جمشید جعفری**

مساله حمل و نقل در دنیای امروز به یک فاکتور مهم در تعیین عملکرد اقتصاد کشورها تبدیل شده است و این باعث آن شده که از آن به عنوان صنعت حمل و نقل یاد شود. در میان شاخه های مختلف صنعت حمل و نقل، حمل و نقل هوایی به دلیل استراتژیک بودن از لحاظ سرعت و امنیت بیش از سایرین نمود پیدا می کند.

یکی از مسائلی که در این صنعت توجه به آن دارای ارزش حیاتی می باشد وجود عاملی به نام زمان تاخیر می باشد. شاید کمتر بامسافر هوایی برخورد کرده باشیم که از وجود تاخیر در پروازها شکایتی نداشته باشد. علاوه بر این وجود تاخیر در مسائل اقتصادی و تولیدی جلوه کرده و همچنین باعث به وجود آمدن مشکلات روانی و اجتماعی بسیاری می شود. بنابراین لازم است که یک برنامه ریزی صحیح و مناسب به منظور کاهش زمانهای تاخیر تهیه و تنظیم گردد. یکی از عواملی که باعث بروز تاخیر می شود، عملیات تجدید قوا می باشد. عملیات تجدید قوا به مجموعه فعالیتهایی که از هنگام فرود هواپیما تا زمان پرواز مجدد، بر روی آن انجام می گیرد

اطلاق می شود. کاهش زمان این عملیات با حفظ کیفیت مناسب در انجام آنها مهمترین هدف رساله می باشد. در این رساله عملیات تجدید قوای هواپیماهای ایرباس ۳۰۰، توپولف و بوئینگ ۷۲۷ و ۷۳۷ به عنوان نمونه هایی از هواپیماهای پهن پیکر بر روی شبکه مسیر بحرانی (CPM) مدل سازی و اجرا گردیده است.

در قسمت اول پایان نامه، در فصول ۱ و ۲ معرفی عملیات تجدید قوا، اهداف و پرسشهای ویژه تحقیق و همچنین مبانی نظری شبکه ها و یافتن مسیر بحرانی آورده شده است. فصل سوم به جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها جهت تحقق اهداف پژوهش پرداخته است. در این فصل تمرکز بر روی عملیات تجدید قوای هواپیماهای ایرباس ۳۰۰، توپولف و بوئینگ ۷۲۷ و ۷۳۷ و بهینه سازی آن براساس روش شبکه مسیر بحرانی ارائه شده است.

فصل چهارم به ارائه یک روش جدید جهت بهینه سازی عملیات تجدید قوا در هنگام توقف چندین هواپیما در ایستگاه به طور همزمان پرداخته است. در این قسمت با استفاده از نرم افزار مدیریت و کنترل پروژه عملیات تجدید قوا در هنگام توقف چندین هواپیما به طور همزمان، بهینه سازی شده است. در انتها نیز خلاصه و نتایج حاصل از تحقیق به همراه ضمائم آورده شده است. امید که با استفاده از نتایج ارائه شده در سازمان هواپیمائی کشوری کمکی هر چند کوچک به پیشرفت صنعت حمل و نقل کشور شده باشد.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول</b>
۱	۱-۱- مقدمه و لزوم اهمیت اجرای طرح
۳	۱- تأخیرهای ناشی از عوامل درون سازمانی
۶	۲- تأخیرهای ناشی از عوامل برون سازمانی
۷	۳- عوامل عکس العملی
۷	۲-۱- عملیات تجدید قوا (Recovery Operation)
۱۱	۳-۱- اهداف تحقیق
۱۲	۴-۱- پرسشهای ویژه تحقیق
	<b>فصل دوم: مبانی نظری</b>
۱۳	۱-۲- زمانبندی
۱۴	۲-۲- معرفی شبکه مسیر بحرانی
۱۴	۲-۲-۱- تاریخچه روش شبکه مسیر بحرانی CPM
۱۵	۲-۲-۲- مبانی نظری روش شبکه مسیر بحرانی (Critical Path Method)
۱۸	۳-۲- روش یافتن مسیر بحرانی شبکه
	<b>فصل سوم: تجزیه و تحلیل داده ها</b>
۲۴	۱-۳- جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها
۲۴	۳-۱-۱- مقدمه
۲۵	۳-۱-۲- مقدمات اولیه جمع آوری اطلاعات
۲۶	۳-۱-۲-۱- محیط پژوهش

- ۲۷ ۳-۱-۲-۲- تاریخچه فرودگاه شیراز
- ۲۸ ۳-۱-۲-۳- علل توجه به فرودگاه بین المللی شیراز در صنعت حمل و نقل هوایی کشور
- ۳۰ ۳-۱-۲-۴- علت انتخاب هواپیماهای ایرباس ۳۰۰، بوئینگ ۷۲۷ و ۷۳۷ و توپولف (TY154M) بعنوان نمونه
- ۳۱ ۳-۱-۳- نحوه جمع آوری اطلاعات
- ۳۲ ۳-۱-۳-۱- انتخاب تعداد نمونه های مورد پژوهش
- ۳۳ ۳-۱-۳-۲- تعیین زمانهای ثبت نمونه های عملیات تجدید قوا
- ۳۴ ۳-۱-۳-۳- تهیه فرم جمع آوری داده های عملیات تجدید قوا
- ۳۵ ۳-۱-۳-۴- جمع آوری اطلاعات از نمونه های مورد تحقیق
- ۳۸ ۳-۲- تجزیه و تحلیل داده ها
- ۳۸ ۳-۲-۱- رسم شبکه عملیات تجدید قوای ایرباس ۳۰۰، توپولف و بوئینگ
- ۴۶ ۳-۲-۲- وارد نمودن زمان تکمیل فعالیتها بر روی شبکه و یافتن مسیر بحرانی
- ۵۵ ۳-۲-۳- تجزیه و تحلیل مسیر بحرانی شبکه
- ۵۶ ۳-۲-۳-۱- تخلیه مسافری از درب جلو و عقب
- ۵۷ ۳-۲-۳-۲- تأخیر در نصب پلکان
- ۵۸ ۳-۲-۳-۳- تأخیر در بازکردن دربها
- ۵۸ ۳-۲-۳-۴- پیاده شدن مسافری
- ۶۰ ۳-۲-۳-۵- نظافت
- ۶۳ ۳-۲-۳-۶- تأخیر در سوخت گیری
- ۶۴ ۳-۲-۳-۷- سوار کردن مسافری
- ۶۴ ۳-۲-۳-۷-۱- تأخیر در ورود مسافری
- ۶۶ ۳-۲-۳-۷-۲- سوار شدن مسافری
- ۶۷ ۳-۲-۳-۸- تأخیر در بستن دربها و ترخیص پلکان
- ۶۸ ۳-۲-۴- بهینه سازی زمان عملیات تجدید قوا با بررسی ساختار شبکه
- ۷۴ ۳-۲-۵- مطالعات آماری شبکه

۷۴ ۱-۵-۲-۳- مطالعه زمان کل عملیات تجدید قوا

### فصل چهارم: مدیریت عملیات تجدید قوا در هنگام توقف چندین هواپیما

۸۲ ۱-۴- مقدمه

۲-۴- معرفی-روش جدید: بهینه سازی عملیات تجدید قوا در هنگام توقف

۸۳ چندین هواپیما

۸۴ ۳-۴- روش استفاده از نرم افزار M.S.P. در مدیریت عملیات تجدید قوا

۸۴ ۱-۳-۴- وارد کردن داده های ورودی

۹۱ ۲-۳-۴- وارد نمودن فایل ها

۹۳ ۳-۳-۴- مدیریت و تجزیه و تحلیل شبکه های معرفی شده

۹۴ ۱-۳-۳-۴- شبیه سازی عملیات تجدید قوا

۹۶ ۲-۳-۳-۴- بهنگام نمودن برنامه اولیه عملیات تجدید قوا

۹۷ ۴-۴- مطالعه موردی: بکارگیری روش ارائه شده در فرودگاه بین المللی شیراز

۱۱۰ ۱-۴-۴- بهنگام نمودن برنامه ریزی اولیه

۱۱۰ ۵-۴- مزایای استفاده از روش ارائه شده در بهنگام سازی عملیات تجدید قوا

۱۱۱ ۱-۵-۴- بررسی همزمان عملیات تجدید قوای چندین هواپیما به طور همزمان

۱۱۱ ۲-۵-۴- شبیه سازی عملیات تجدید قوا

۱۱۲ ۳-۵-۴- مدیریت بهینه منابع عملیات تجدید قوا

۱۱۲ ۴-۵-۴- کاهش زمان عملیات تجدید قوا

### فصل پنجم: خلاصه و نتایج

۱۱۸ منابع و مآخذ

۱۱۹ پیوست



## فصل اول

### ۱-۱- مقدمه و لزوم اهمیت اجرای طرح

مسأله حمل و نقل در دنیای امروز به یک فاکتور مهم در تعیین عملکرد اقتصاد کشورها تبدیل شده است و این باعث آن شده که از آن بعنوان صنعت حمل و نقل یاد شود. مسلماً در هر صنعتی داشتن برنامه و برنامه ریزی، مهمترین شرط در تحقق اهداف بلندمدت می باشد. در میان شاخه های مختلف صنعت حمل و نقل از جمله، حمل و نقل زمینی، راه آهن، دریائی و هوائی، نقش حمل و نقل هوائی بیش از سایرین نمود پیدا می کند و این بدلیل استراتژیک بودن حمل و نقل هوائی از لحاظ سرعت، هزینه ها و امنیت می باشد در کشورهای پیشرفته تراکم جابجائی هوائی به حدی است که مهمترین فاکتور در برنامه ریزی فرودگاهها، کنترل ترافیک زمینی (Ground Traffic Control) و کنترل ترافیک هوائی (Air Traffic Control) پروازها می باشد. تمامی کشورهای توسعه یافته جهان به منظور کاهش هزینه های صنعت حمل و نقل هوائی دارای سازمانها و مؤسسات مشاوره و برنامه ریزی در صنعت هوائی می باشند. به نظرمی رسد در کشور ما نیز وجود برنامه جامع و مدون در برنامه ریزی عملیات مختلف حمل و نقل هوائی و بخصوص عملکرد فاکتور زمان احساس می شود.

بنابراین زمان به دلیل ماهیت و عملکرد این صنعت همواره مهمترین نقش را در حمل و نقل هوایی ایفا می نماید. مطمئناً برنامه ریزی صحیح و دقیق در این زمینه صرفه جوئیهای مناسبی را برای کشور به دنبال خواهد داشت. در صورت عدم توجه کافی به مساله زمان در صنعت حمل و نقل هوایی، یکی از مسائلی که می تواند بوجود آید مساله تأخیر می باشد. شاید کمتر با مسافر هوایی برخورد کرده باشیم که از وجود مساله تأخیر شکایتی نداشته باشد. بروز مساله تأخیر تنها در مسائل اقتصادی و تولیدی جلوه می کند، بلکه بر عملکرد کل جامعه تأثیر خواهد گذاشت. مطمئناً مشکلات روانی - اجتماعی بروز تأخیرها در قشرهای مختلف جامعه و همچنین خارجیانی که با آن در ارتباط هستند باعث بوجود آمدن نظرات و تفکرات اجتماعی نامطلوبی خواهد شد.

تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد که کل جامعه درگیر و مرتبط با صنعت حمل و نقل هوایی از تأخیرهای خواسته یا ناخواسته در امان نبوده اند. از آنجا که کاهش تأخیر دارای اهمیت فوق العاده ای است و از طرفی ارتباط مستقیمی با آحاد جامعه دارد بنابراین برنامه ریزی در جهت کاهش تأخیرهای حاصله ضروری می باشد و عدم توجه به آن باعث بوجود آمدن مشکلات جبران ناپذیری خواهد شد.

اما دیگر مساله ای که لزوم بررسی زمان تأخیرها را ایجاب می نماید، اشغال محوطه پارکینگ توسط هواپیما می باشد. یکی از ویژگیهای هر فرودگاهی پذیرش محدود هواپیماها بطور همزمان در پارکینگ می باشد. این امر بدلیل محدود بودن فضای محوطه فرودگاه و حجم زیادی که هواپیما اشغال می کند نمود پیدا می کند.

مدت زمانی که هر هواپیما می تواند در محوطه فرودگاه توقف کند، بیا توجه به نوع هواپیما محدود و بر اساس برنامه از پیش تعیین شده پرواز می باشد. بنابراین هر گونه تأخیر در زمان ورود یا خروج هواپیما سبب اشغال بیش از زمان مقرر جایگاه توسط هواپیما می شود که این عامل مستقیماً بر عملکرد سایر پروازها تأثیر مستقیم دارد. بنابراین بایستی اشغال جایگاه توسط هواپیما مطابق با زمان از پیش تعیین شده عمل گردد تا تعللی در عملکرد سیستم بوجود نیاید. در فرودگاههای بین المللی از جمله فرودگاه بین المللی شیراز، عملکرد ترخیص

به موقع هواپیما، توجه بیشتری طلب می نماید. پروازهای بین المللی بدلیل آنکه بایستی خود را با چند زمان محلی هماهنگ سازند، از اولویت بالاتری در ترخیص سریع جایگاه برخوردار می باشند، و این بدلیل آنست که بروز هرگونه تأخیر زمانی بلند مدت، بر عملکرد چندین پرواز در سطح ایران، منطقه و نهایتاً جهان تأثیر خواهد گذاشت.

برای اینکه اهمیت موضوع بیشتر مشخص شود به شرحی که در ادامه می آید توجه نمائید از فرودگاه بین المللی شیراز به مقصد دبی و بالعکس چندین پرواز در طی هفته صورت می گیرد. فرودگاه بین المللی دبی از فرودگاههای مهم در سطح منطقه و خلیج فارس و حتی جهان می باشد به طوریکه فرودگاه بین المللی دبی شاهد پروازهایی از پنج قاره دنیا می باشد. حال با توجه به این موضوع بروز تأخیر در پروازهای شیراز-دبی باعث ایجاد اختلال در زمانبندیهای انجام شده در مبدأ و مقصد خواهد شد.

در این قسمت با توجه به موارد ذکر شده بالا عوامل تأخیرها را مورد بررسی قرار می دهیم. عوامل اصلی بوجود آمدن تأخیرها در فرودگاه بین المللی شیراز به سه دسته اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱- عوامل درون سازمانی

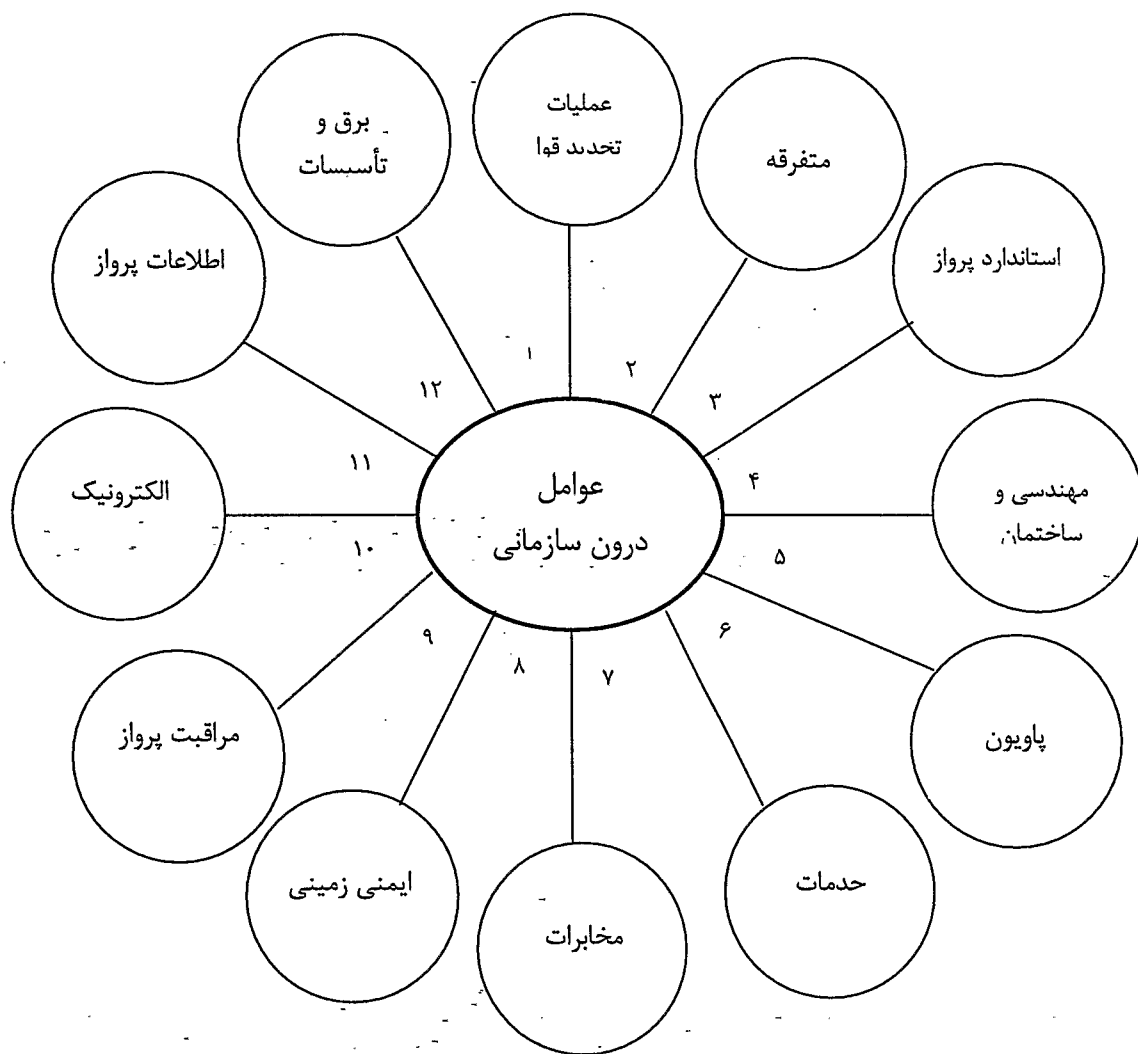
۲- عوامل برون سازمانی

۳- عوامل عکس العملی

در زیر هر یک از این عوامل را بطور مشروحتر ذکر می کنیم.

#### ۱- تأخیرهای ناشی از عوامل درون سازمانی:

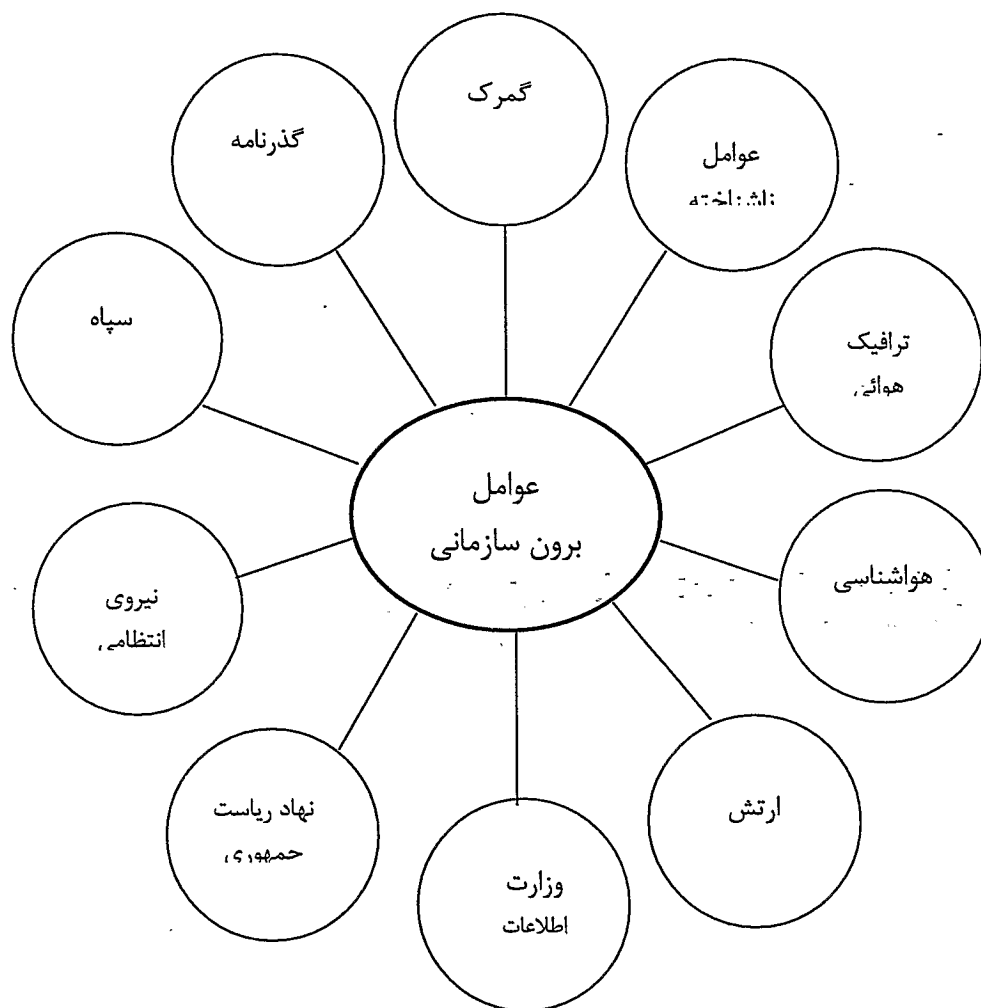
این نوع تأخیر در شکل زیر نشان داده شده است. همچنین عوامل بروز هر یک از تأخیرها در صفحه ۴ ذکر شده است.



<p>ایمنی زمینی:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× تأخیر حضور ماشینهای آتش نشانی</li> <li>× تأخیر حضور مارشالرها</li> <li>× اشکال در تردد زمینی</li> <li>× مشکل کتیگوری</li> </ul> <p>اطلاعات پرواز:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× ناهماهنگی در اعلان بموقع اطلاعات پروازی</li> </ul> <p>مراقبت پرواز:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× خطای کنترلر</li> <li>× اشکال اجازه پروازی</li> </ul> <p>مخابرات:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× عدم مخابره بموقع پلن و سایر اطلاعات</li> <li>× استاندارد پرواز:</li> <li>× تأخیر در مراحل صدور گواهی نامه ها</li> <li>× تأخیر در بازدید و چک دوره ای هواپیما</li> </ul> <p>عوامل متفرقه:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× تأخیر حضور پرسنل در شیفت</li> </ul>	<p>عوامل تجدید قوا:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× سوختگیری</li> <li>× آذوقه رسانی</li> <li>× تهویه مطبوع</li> </ul> <p>الکترونیک:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× اشکال سیستم X-RAY</li> </ul>
<p>مخابرات:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× اشکال سیستمهای ارتباطی رادیویی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× برق و تأسیسات:</li> <li>× اختلال در سیستم روشنایی باند</li> <li>× اختلال در سیستم برق فرودگاه</li> </ul>
<p>خدمات:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× عدم نظافت بموقع بانداز اجسامی که باعث لغزش می شوند.</li> </ul>	<p>پاویون:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× تأخیر در سوار نمودن VIP</li> </ul>
<p>عوامل متفرقه:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× تأخیر حضور پرسنل در شیفت</li> </ul>	<p>مهندسی و ساختمان:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>× عوامل توسعه و مرمت عوامل میدان پروازی</li> <li>× مشکلات ساختمانی باند</li> <li>× محدودیت ترمینال</li> </ul>

## ۲- تأخیرهای ناشی از عوامل برون سازمانی:

این تأخیرها در شکل زیر نشان داده شده اند.



### ۳- عوامل عکس‌العملی:

این عوامل اصطلاحاً به تأخیرهای ناشی از ورود هواپیما اطلاق می‌گردد. مسلماً هر چه در ورود هواپیما به فرودگاه بر طبق برنامه زمان بندی شده تأخیر وجود داشته باشد. این عوامل باعث تأخیر در سایر عملیات که باید بر روی هواپیما انجام شود، می‌شوند.

تمام عوامل ذکر شده بالا در بروز تأخیرهای پروازی دخیل می‌باشند اما در میان علل تأخیر پروازی بیان شده، بعضی فعالیتها بصورت دائم و برروی هر پرواز اجرا می‌گردد. یکی از این عوامل که جزء عوامل تأخیرهای درون سازمانی می‌باشند، عملیات تجدید قوا (Recovery Operation) می‌باشد که بر طبق آمارهای بدست آمده از فرودگاه بین‌المللی شیراز، تقریباً ۶۰٪ از تأخیرها را به خود اختصاص می‌دهد. در قسمت بعد عملیات تجدید قوا بطور کامل توضیح داده خواهند شد. استفاده از روش مسیر بحرانی (Critical Path Method) می‌تواند بعنوان یک روش مناسب در بهینه سازی عملکرد عملیات تجدید قوا مورد استفاده قرار گیرد.

### ۱-۲- عملیات تجدید قوا (Recovery Operation)

عملیات آماده سازی یا تجدید قوا عبارتست از مجموعه ای از فعالیت ها که به هنگام نشست و برخاست یا دخول و خروج هواپیما و بنابر آن اشغال جایگاه به انجام می‌رسد. این کارها و فعالیت ها بر اساس یک برنامه تعیین شده و بوسیله گروهها و افراد مختلف انجام می‌شود. بعضی از این فعالیتها بصورت متوالی و پی در پی انجام می‌شود در حالیکه بعضی دیگر بصورت هم زمان و با هم انجام می‌گیرد. تنها عنصر مشترک تمامی این فعالیتها زمان است. هر فعالیت باید سروقت معین و یا هنگامیکه هواپیما با تأخیر وارد شد انجام گیرد. تأخیر در بلندشدن یک هواپیما بر بهره گیری از جایگاه در کل فرودگاه تأثیر منفی خواهد گذاشت. بخصوص اگر این اتفاق در ساعات اوج بیفتد. بطور کلی خدمات زیر در حین عملیات تجدید قوا انجام می‌گیرد:

- پارک هواپیما