





دانشکده مهندسی عمران - گروه ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

ارائه روش تصمیم‌گیری برای مدیریت شبکه آسیب‌پذیر بر مبنای توابع عملکردی اجزا

اساتید راهنما:

دکتر علی منصورخاکی

دکتر افشین شریعت مهیمنی

نگارنده:

محسن بابائی

چکیده

یک شبکه حمل و نقلی تحت تاثیر یکسری عوامل خارجی یا داخلی می تواند دچار افت عملکرد و ناپایداری جریان ترافیک شود. عوامل خارجی عمدتاً شامل شرایط آب و هوایی خاص (مانند بارش برف، یخبندان و طوفان)، زلزله، بهمن و برخی عوامل دیگر می شود. عوامل داخلی آسیب پذیری ناشی از خرابی سیستم های کنترل، تصادفات، تعمیرات و ساخت و سازها است. تمامی عوامل مذکور می توانند منجر به افول ظرفیت کمان ها شوند و پاره ای از آنها تقاضای پایه موجود در زوج مبدا- مقصد های شبکه را تحت تاثیر قرار می دهند.

با توجه به اهمیت حفظ عملکرد شبکه در چنان شرایطی، در یک سطح مطلوب، در دهه آخر قرن بیستم تعریفی جدید برای ارزیابی عملکرد شبکه های حمل و نقلی ارائه شد که اعتماد پذیری آن ها را در شرایط عدم قطعیت بیان می کرد.

هرگاه قابلیت اطمینان عملکرد یک شبکه آسیب پذیر حمل و نقلی در سطح مطلوب نباشد، می توان قابلیت اطمینان آن را با سرمایه گذاری در اجزا آن افزایش داد. در این پژوهش روشی تحلیلی برای تصمیم گیری جهت سرمایه گذاری در راستای ارتقای قابلیت اطمینان دسترسی در شبکه های آسیب پذیر حمل و نقلی ارائه شده است. در این روش ابتدا قابلیت اطمینان دسترسی بر اساس قابلیت اطمینان کمان های شبکه و با استفاده از مسیرها و برش های کمین در یک فرم بسته بدست آمده و در مرحله بعد در پروسه بهینه سازی چند هدفه بکار رفته است.

کلیدواژه:

شبکه حمل و نقلی آسیب پذیر، عدم قطعیت، تصمیم گیری چند هدفه

فهرست مطالب

۱	فصل اول: تعریف مسأله
۱-۱	۱-۱- مقدمه و تشریح مسأله
۲	۲-۱- اهداف مطالعه
۳	۳-۱- فرضیات
۴	۴-۱- ضرورت انجام مطالعه
۵	۵-۱- روند انجام مطالعات
۷	فصل دوم: کاوش در متون
۷-۱	۱-۲- مقدمه
۷-۲	۲-۲- عوامل بروز آسیب در شبکه‌های حمل و نقلی
۸-۲	۳-۲- معیارهای قابلیت اطمینان در شبکه
۸-۳	۱-۳-۲- قابلیت اطمینان زمان سفر
۹-۳	۲-۳-۲- قابلیت اطمینان اتصال
۱۰-۳	۳-۳-۲- قابلیت اطمینان ظرفیت
۱۰-۴	۴-۳-۲- قابلیت اطمینان عملکرد شبکه
۱۲-۴	۴-۲- توابع عملکردی اجزای شبکه
۱۳-۵	۵-۲- روشهای به کار رفته در تحلیل شبکه های آسیب پذیر
۱۳-۵-۱	۱-۵-۲- شبیه سازی
۱۵-۵-۲	۲-۵-۲- تئوری بازی ها
۱۷-۵-۳	۳-۵-۲- استفاده از توابع عدم مطلوبیت
۱۸-۵-۴	۴-۵-۲- روش مبنی برحالات مختلف بروز آسیب
۲۰-۶	۶-۲- سرمایه گذاری جهت افزایش عملکرد شبکه
۲۰-۶-۱	۱-۶-۲- تعیین اجزای بحرانی
۲۲-۶-۲	۲-۶-۲- تخصیص منابع و نرخ تعمیر و خرابی
۲۴-۶-۳	۳-۶-۲- بازسازی شبکه پس از بروز آسیب
۲۷-۶-۴	۴-۶-۲- روش تقریبی برای سرمایه گذاری در شبکه های احتمالاتی
۲۸-۶-۵	۵-۶-۲- تحلیل سود- هزینه

۲۹	۷-۲- ارزیابی رفتار کاربران در تحلیل عملکرد شبکه
۲۹	۱-۷-۲ مقدمه
۲۹	۲-۷-۲ ریسک پذیری کاربران در انتخاب مسیر
۳۰	۳-۷-۲ آسیب پذیری و نقش علائم و قوانین ترافیکی
۳۱	۴-۷-۲ تخصیص دینامیک در شبکه احتمالاتی
۳۲	۵-۷-۲ نقش قابلیت اطمینان زمان سفر در تعیین شاخص سرویس دهی
۳۳	۸-۲ بررسی عملکرد شبکه با تقاضای احتمالاتی
۳۵	فصل سوم : روشها و تکنیکهای بنیانی تحقیق
۳۵	۱-۳ تعاریف پایه قابلیت اطمینان
۳۵	۱-۱-۳ متغیرهای تصادفی و قابلیت اطمینان
۳۸	۲-۱-۳ تابع مخاطره
۳۹	۳-۱-۳ گشتاورها
۴۱	۴-۱-۳ همبستگیها
۴۲	۵-۱-۳ متغیرهای تصادفی با توزیع توأم
۴۲	۶-۱-۳ توزیعهای معروف و پر کاربرد در قابلیت اطمینان
۴۲	۱-۶-۱-۳ توزیع یکنواخت
۴۳	۲-۶-۱-۳ توزیع نمایی
۴۴	۳-۶-۱-۳ توزیع نرمال
۴۶	۴-۶-۱-۳ توزیع لوگ نرمال
۴۷	۵-۶-۱-۳ توزیع ویبل
۴۹	۶-۶-۱-۳ توزیع گاما
۵۰	۲-۳ قابلیت اطمینان سیستم های چند جزئی
۵۱	۱-۲-۳ سیستم های سری
۵۲	۲-۲-۳ سیستم های موازی
۵۵	۳-۲-۳ سیستم موازی با چند خروجی
۵۵	۴-۲-۳ سیستم های مختلط
۵۶	۱-۴-۲-۳ شمارش

- ۵۶..... ۲-۴-۲-۳- مسیریابی
- ۵۷..... ۳-۴-۲-۳- روش مبتنی بر عنصر اصلی سیستم
- ۵۸..... ۴-۴-۲-۳- روشهای تقریبی محاسبه قابلیت اطمینان
- ۶۰..... ۵-۴-۲-۳- ساختارهای ستارهای و مثلثی
- ۶۰..... ۳-۳- **تخصیص قابلیت اطمینان**
- ۶۰..... ۱-۳-۳- مقدمه و تعریف
- ۶۲..... ۲-۳-۳- روش تخصیص یکسان
- ۶۳..... ۳-۳-۳- روش تخصیص ARINC
- ۶۴..... ۴-۳-۳- روش تخصیص AGREE
- ۶۶..... ۵-۳-۳- روش کمینه کردن تلاش
- ۶۶..... ۱-۵-۳-۳- توابع تلاش
- ۶۷..... ۲-۵-۳-۳- روش کمینه کردن تلاش
- ۶۹..... ۵-۳-۳- کاربرد برنامه‌ریزی پویا در تخصیص قابلیت اطمینان
- ۷۲..... ۴-۳- **شبیه‌سازی**
- ۷۲..... ۱-۴-۳- فرآیند شبیه‌سازی
- ۷۳..... ۲-۴-۳- شبیه‌سازی مونت کارلو
- ۷۴..... ۱-۲-۴-۳- نمونه‌گیری از توزیع‌های یک متغیره
- ۷۵..... ۲-۲-۴-۳- روش تبدیل معکوس
- ۷۵..... ۳-۲-۴-۳- روش قبول و رد کردن
- ۷۶..... ۲-۴-۳- شبیه‌سازی LHS
- ۷۷..... ۱-۲-۴-۳- روش LHS میانه
- ۷۸..... ۱-۲-۴-۳- روش LHS رندوم
- ۷۸..... ۳-۴-۳- تولید متغیر تصادفی نرمال
- ۷۸..... ۱-۳-۴-۳- روش مونت کارلو
- ۷۹..... ۱-۱-۳-۴-۳- الگوریتم کانولوشن
- ۷۹..... ۲-۱-۳-۴-۳- روش مستقیم
- ۸۰..... ۳-۱-۳-۴-۳- روش رد و قبول کردن

۸۱	.....LHS روش ۲-۳-۴-۳
۸۲	.....۵-۳- تصمیم‌گیری
۸۲	.....مقدمه ۱-۵-۳
۸۳	.....تعاریف و مفاهیم اولیه ۲-۵-۳
۸۳	.....هدف ۱-۲-۵-۳
۸۴	.....مقصد ۲-۲-۵-۳
۸۴	.....راه‌حل بهینه ۳-۲-۵-۳
۸۴	.....راه‌حل برتر ۴-۲-۵-۳
۸۴	.....راه‌حل موثر ۵-۲-۵-۳
۸۴	.....راه‌حل رضایتبخش ۶-۲-۵-۳
۸۵	.....انواع روشهای تصمیم‌گیری چند هدفه ۳-۵-۳
۸۷	.....روشهایی که نیاز به اطلاعات اولیه از تصمیمگیر دارند ۱-۳-۵-۳
۸۷	.....اهداف حددار ۱-۱-۳-۵-۳
۸۸	.....روش لکسیکوگراف ۲-۱-۳-۵-۳
۸۹	.....برنامه ریزی آرمانی (GP) ۳-۱-۳-۵-۳
۹۱	.....روش دسترسی به مقصد ۴-۱-۳-۵-۳
۹۲	.....روشهای موجود با استفاده از کسب اطلاعات میان کنشی ۲-۳-۵-۳
۹۳	.....روش استفاده از مقاصد رضایتبخش ۱-۲-۳-۵-۳
۹۵	.....روش گرادیان «گفرین» ۲-۲-۳-۵-۳
۹۷	.....روش توابع تعدیل و توابع ضمیمه ۳-۲-۳-۵-۳
۱۰۰	.....روش SEMOP ۴-۲-۳-۵-۳
۱۰۱	.....روشهای مربوط به کسب اطلاعات از تصمیم‌گیر در بعد از حل مساله ۳-۴-۵-۳
۱۰۱	.....روش پارامتریک (وزین) ۱-۳-۴-۵-۳
۱۰۲	.....روش مربوط به محدودیت‌های b_L ۲-۳-۴-۵-۳
۱۰۳	.....۶-۳- جمع بندی و خلاصه
۱۰۴	.....فصل چهارم: ارائه روشی جهت سرمایه‌گذاری در شبکه آسیب‌پذیر
۱۰۴	.....مقدمه ۱-۴-۱

- ۱۰۵..... ۲-۴- تحلیل قابلیت اطمینان
- ۱۰۶..... ۱-۲-۴- مؤلفه‌های عرضه
- ۱۰۶..... ۱-۱-۲-۴- تابع عملکردی کمان‌ها
- ۱۰۸..... ۲-۱-۲-۴- تابع قابلیت اطمینان کمان‌ها
- ۱۰۹..... ۳-۱-۲-۴- تابع سرمایه‌گذاری در کمان‌ها
- ۱۱۰..... ۴-۱-۲-۴- ارائه روش محاسبه قابلیت اطمینان کمان‌ها در سطوح مختلف سرمایه‌گذاری
- ۱۱۰..... ۱-۴-۱-۲-۴- شبیه‌سازی مونت کارلو
- ۱۱۱..... ۲-۴-۱-۲-۴- شبیه‌سازی LHS
- ۱۱۱..... ۳-۴-۱-۲-۴- روش پیشنهادی
- ۱۱۲..... ۲-۲-۴- ارزیابی رفتار کاربران در شبکه و ارائه روش تخصیص
- ۱۱۵..... ۴-۲-۴- ارائه معیارهای ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه
- ۱۱۵..... ۱-۴-۲-۴- مقدمه
- ۱۱۶..... ۲-۴-۲-۴- قابلیت اطمینان زمان سفر
- ۱۱۶..... ۲-۴-۲-۴- قابلیت اطمینان ظرفیت
- ۱۱۶..... ۱-۲-۴-۲-۴- ارزیابی معیار
- ۱۱۸..... ۲-۲-۴-۲-۴- ارائه روش پیشنهادی
- ۱۱۸..... ۳-۲-۴-۲-۴- کارآمدی روش پیشنهادی
- ۱۱۹..... ۳-۴-۲-۴- قابلیت اطمینان دسترسی
- ۱۱۹..... ۱-۳-۴-۲-۴- ارزیابی معیار
- ۱۲۰..... ۲-۳-۴-۲-۴- ارائه روش پیشنهادی
- ۱۲۲..... ۳-۳-۴-۲-۴- کارآمدی روش پیشنهادی
- ۱۲۳..... ۳-۴- ارائه مدل تخصیص قابلیت اطمینان
- ۱۲۳..... ۱-۳-۴- مدل پیشنهادی
- ۱۲۵..... ۲-۳-۴- ارزیابی مدل ارائه شده
- ۱۲۵..... ۴-۴- انتخاب مدل تصمیم‌گیری
- ۱۲۹..... ۵-۴- ارائه الگوریتم برای حل مسأله
- ۱۳۱..... فصل پنجم : مطالعه موردی

۱-۵- مقدمه.....	۱۳۱
۲-۵- انتخاب شبکه.....	۱۳۱
۳-۵- تخصیص و محاسبه قابلیت اطمینان کمانها.....	۱۳۲
۴-۵- محاسبه معیارهای ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۱۳۵
۵-۵- سرمایه‌گذاری در شبکه.....	۱۳۶
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....	۱۴۲
مراجع.....	۱۴۴

فهرست شکله‌ها و جداول

فهرست شکلها

صفحه	عنوان شکل
۳۷	شکل ۳-۱: رابطه میان چهار رابطه عملکردی در قابلیت اطمینان
۴۴	شکل ۳-۲: تابع چگالی توزیع نمایی با $\lambda = 1/2$
۴۷	شکل ۳-۳: تابع چگالی توزیع نرمال استاندارد
۴۷	شکل ۳-۴: تابع قابلیت اطمینان توزیع نرمال استاندارد
۴۸	شکل ۳-۵: فرمهای مختلف تابع چگالی توزیع لوگ نرمال
۴۹	شکل ۳-۶: فرمهای مختلف تابع چگالی توزیع ویبل
۵۱	شکل ۳-۷: فرمهای مختلف تابع چگالی توزیع گاما و $\lambda = 1$
۵۳	شکل ۳-۸: سیستم شماتیک با اجزای سری
۵۳	شکل ۳-۹: سیستم شماتیک با اجزای موازی
۵۴	شکل ۳-۱۰: نمودار ون برای یک سیستم موازی سه جزئی
۵۵	شکل ۳-۱۱: دو ترکیب مختلف سری و موازی برای یک سیستم ۴ جزئی
۵۷	شکل ۳-۱۲: یک سیستم پنج جزئی مختلط
۶۰	شکل ۳-۱۳: گره‌ها و کمان‌های یک شبکه حمل و نقلی با چینش مختلط اجزا
	شکل ۳-۱۴: دیاگرام بلوک‌های پی‌درپی برنامه‌ریزی پویا برای تخصیص قابلیت
۷۱	اطمینان در یک سیستم با اجزای سری
۸۷	شکل ۳-۱۵: تقسیم‌بندی انواع روشهای چند هدفه
۱۰۷	شکل ۴-۱: تابع چگالی نرمال برای ظرفیت احتمالی کمان (تابع عملکردی کمان)

- شکل ۴-۲: فلوجارت روش پیشنهاد شده برای سرمایه‌گذاری در شبکه‌های آسیب‌پذیر ۱۳۱
- شکل ۵-۱: گره‌ها و کمان‌های یک شبکه حمل و نقلی با چینش مختلط اجزا ۱۳۳
- شکل ۵-۲: نتایج شبیه‌سازی مونت کارلو برای ۵۰۰۰ بار نمونه‌گیری در حالت پایه ۱۳۵
- شکل ۵-۳: نتایج شبیه‌سازی LHS برای ۱۰۰ بار نمونه‌گیری در حالت پایه ۱۳۶
- شکل ۵-۴: مقایسه قابلیت اطمینان دسترسی شبکه در دو حالت شبیه‌سازی و پیشنهادی ۱۳۷
- شکل ۵-۵: مقایسه قابلیت اطمینان ظرفیت شبکه در دو حالت شبیه‌سازی و پیشنهادی ۱۳۷
- شکل ۵-۶: قابلیت اطمینان دسترسی بهینه شبکه برای سطح تقاضای پایه ($\mu = 1$) ۱۴۰

فهرست جداول

- ۱۳۳ جدول ۱-۵: مشخصات کمان‌های شبکه
- ۱۳۳ جدول ۲-۵: کمان‌های موجود در مسیرها و زوج مبدا-مقصدها
- جدول ۳-۵: مقایسه مقادیر حجم تخصیص یافته به کمان‌ها در روش پیشنهادی و مونت کارلو
- ۱۳۴
- ۱۳۵ جدول ۴-۵: مقادیر سرمایه‌گذاری در کمان‌ها و قابلیت اطمینان متناظر با آنها
- جدول ۵-۵: حالات مختلف سرمایه‌گذاری برای تصمیم‌گیری که هزینه و قابلیت اطمینان دسترسی مطلوب او $(R_{net}^0, Effort^0)$ به ترتیب ۸ و ۹۵ درصد است
- ۱۳۸
- جدول ۶-۵: حالات مختلف سرمایه‌گذاری برای تصمیم‌گیری که هزینه و قابلیت اطمینان ظرفیت مطلوب او $(R_{net}^0, Effort^0)$ به ترتیب ۱۰ و ۵۰ درصد است
- ۱۳۹
- جدول ۷-۵: قابلیت اطمینان دسترسی بهینه شبکه با سطوح حداکثر سرمایه-گذاری $Effort_L$
- ۱۴۱
- جدول ۸-۵: شماره کمان‌هایی که باید در سطوح سرمایه‌گذاری مختلف $Effort_L$ ارتقا یابند و $\mu = 1$
- ۱۴۲
- جدول ۹-۵: مقایسه زمان اجرای برنامه در روش پیشنهادی با دو روش شبیه‌سازی در صورت بکارگیری هر سطح سرمایه‌گذاری با مدل تعیین محدودیت‌های b_L
- ۱۴۲

فصل اول: تعریف مسأله

۱-۱- مقدمه و تشریح مسأله

همواره ملاحظات اقتصادی در یک کشور و یا یک شهر ایجاب می‌کند که شبکه حمل و نقلی آن به نحوی مؤثر، ایمن و قابل اطمینان بتواند دسترسی مسافران را در نقاط مختلف شبکه تأمین نماید. جهت طراحی یا ارزیابی یک شبکه حمل و نقلی در راستای نیل به اهداف مورد انتظار از شبکه، مهندسان نیازمند معیارها و ابزار علمی‌ای هستند که از آن طریق بتوان به شبکه‌ای با عملکرد مناسب دست یافت. بدیهی است که دست یافتن به چنان ابزار علمی و همچنین قدرت بکارگیری آنها در مقیاس واقعی و کاربردی، نشانه رشد و پیشرفت یک کشور است.

در حال حاضر معمول‌ترین شاخص ارزیابی عملکرد راه‌ها سطح سرویس‌دهی است که براساس چگالی وسایل نقلیه در واحد مسافت در یک خط بیان می‌شود. در مقیاس گسترده‌تر در شبکه‌ها، از تأخیر کل، مقدار وسیله نقلیه- مسافت پیموده شده و وسیله نقلیه - زمان سفر صرف شده برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود. اما در شرایط بروز آسیب و بحران در یک شبکه، دیگر موارد فوق کارآمد نبوده و می‌بایست اعتمادپذیری عملکرد شبکه را بررسی کرد. به عنوان مثال وقوع زلزله با توجه به قدرت تخریب آن امری احتمالی است و نمی‌توان حدس زد که در صورت اتفاق با چه شدت یا بزرگی رخ خواهد داد و بنابراین برای ارزیابی وضع عملکرد شبکه پس از وقوع حادثه باید از ابزاری سود جست که عدم قطعیت را در پارامترهای ارزیابی دخالت دهند.

حال اگر فرض شود که قرار است در شبکه آسیب پذیر مذکور به نحوی سرمایه‌گذاری شود که در صورت بروز یک آسیب خاص، عملکردی مناسب داشته باشد و بتواند معیار عملکرد مورد نظر را با اعتمادپذیری مطلوب تصمیم‌گیر برآورده سازد، با مسأله‌ای روبرو هستیم که در این پایان نامه مطرح شده و نگارنده درصدد حل آن برآمده است. در این پژوهش سعی می‌شود با استفاده از توابع عملکردی اجزاء

(کمان‌های) شبکه، روشی ارائه شود که ضمن ارزیابی وضع عملکردی موجود در شبکه، سرمایه‌گذاری در هر کدام از اجزاء را به نحوی که قابلیت اطمینان عملکرد شبکه در مواجهه به آسیب‌های محتمل بیشینه شده و سرمایه‌گذاری در کمترین حد قابل قبول قرار گیرد، تعیین نماید.

۱-۲- اهداف مطالعه

همان‌طور که در بخش قبل توضیح داده شد، هدف این مطالعه به ارائه روشی می‌انجامد که طی آن

به دنبال دو هدف جزئی در شبکه‌های آسیب‌پذیر هستیم:

الف) بیشینه کردن قابلیت اطمینان عملکرد شبکه آسیب‌پذیر

ب) کمینه کردن مقدار سرمایه‌گذاری

باید توجه داشت که اهداف فوق در تعارض با یکدیگر قرار دارند، یعنی با کاهش مقدار

سرمایه‌گذاری، مقدار قابلیت اطمینان بهینه عملکرد شبکه کاهش می‌یابد و بالعکس، برای افزایش قابلیت

اطمینان عملکرد شبکه باید مقدار سرمایه‌گذاری را افزایش داد. بنابراین هدف نهایی از انجام این پژوهش

ارائه یک پروسه تصمیم‌سازی جهت رسیدن به یک نقطه تعادل مطلوب بین مقدار سرمایه‌گذاری و قابلیت

اطمینان عملکرد شبکه است.

۱-۳- فرضیات

فرضیات اصلی این پژوهش عمدتاً شامل موارد ذیل‌اند:

الف) توابع عملکردی برای هر کدام از اجزای شبکه (کمان‌ها) موجودند و تغییرات هر کدام از آنها

با اعمال سرمایه‌گذاری‌های معینی قابل حصول است.

ب) تابع عملکردی مفروض برای هر کمان، یک تابع چگالی احتمالی است که احتمال رخداد ظرفیت‌های مختلف را در هر کمان به صورت چگالی احتمالی نمایش می‌دهد. در حقیقت ظرفیت هر کمان یک متغیر تصادفی پیوسته فرض شده است. لازم به ذکر است که انجام محاسبات با متغیرهای تصادفی پیوسته مشکل‌تر از متغیرهای تصادفی گسسته است، بعلاوه یک توزیع پیوسته را می‌توان به توزیع گسسته‌ای نظیر آن و با دقت پائین‌تر تبدیل نمود. به دلیل آشنایی اکثر محققان با تابع توزیع نرمال و همچنین بکارگیری این توزیع در مطالعات مشابه، در این پژوهش از تابع توزیع نرمال استفاده شده است.

ج) آسیب‌دیدگی کمان‌ها به صورت مستقل از یکدیگر فرض شده‌اند، این فرض در روند کلی روش ارائه شده تأثیر چشمگیری نداشته و می‌توان با توسعه نحوه محاسبات، آن را اصلاح کرد که البته نیازمند تحلیل‌های پیچیده‌تری خواهد بود.

د) تقاضای زوج مبدأ-مقصد‌ها احتمالاتی نیست و به صورت ثابت بررسی می‌شود، می‌توان وابستگی تقاضا را نسبت به آسیب دیدگی مورد نظر، به صورت ضربی از تقاضای پایه در نظر گرفت.

۱-۴- ضرورت انجام مطالعه

ایران کشوری است مستعد بروز انواع عوامل محیطی که ممکن است با وقوع هر کدام از آنها عملکرد شبکه‌ها حمل و نقلی درون شهری و یا برون‌شهری به شدت افول کرده و ضررهای اقتصادی و اجتماعی عمده‌ای را تحمیل کند. فرض کنید زلزله‌ای رخ داده و تعدادی از کمان‌های شبکه را دچار آسیب کرده است و نیازمند اتصال برخی از گره‌های شبکه به منظور امداد رسانی هستیم؛ و یا بارش برف و باران باعث کاهش ظرفیت کمان‌ها شده و در عین حال تقاضای مسافران برای استفاده از وسایل نقلیه شخصی افزایش یافته است، در حالی که بعضی از سفرهای اجباری باید انجام شود. ارائه راه‌حلی جهت

بهبود وضع شبکه و ارتقاء وضع کیفی یا کمی کمان‌ها و یا حتی گسترش شبکه به صورت اضافه کردن یکسری کمان‌ها در حالات ذکر شده، امری چاره‌گشا و ضروری است.

علاوه بر عوامل محیطی که دو مورد از آنها توضیح داده شد، کشور ما دچار ضعف سیستم‌های کنترل و حوادث درون شبکه‌ای نیز هست که آنها نیز به سهم خود تأثیر بسزایی در نقص عملکرد شبکه می‌گذارند. به عنوان مثال عملیات تعمیر و نگهداری بدون برنامه، خرابی‌های پی‌درپی در سیستم‌های کنترل و تصادفات و خرابی وسایل نقلیه می‌توانند ظرفیت کمان‌ها و در نتیجه عملکرد شبکه را تحت تأثیرات نامطلوب قرار دهند.

موارد فوق باعث شد تا موضوع پایان‌نامه در راستای بهبود اعتمادپذیری شبکه در شرایط بروز آسیب تعریف شود.

۱-۵- روند انجام مطالعات

این پژوهش که حاصل یک مطالعه کتابخانه‌ای است، طی مراحل در پی آمده حاصل شده است:

گام اول- جمع‌آوری مطالعات انجام شده در زمینه موضوع تعریف شده، در این مرحله تا حدودی مشخص می‌شود که مبانی علمی مسأله کدام‌اند و با مطالعه چه نوع مراجعی و با چه کلیدواژه‌هایی می‌توان در مباحث مربوطه قدرت لازم جهت انجام گام‌های بعدی پژوهش را کسب کرد.

گام دوم - مطالعه کتب و مقالات منتشر شده در خصوص جنبه‌های مختلف موضوع؛

گام سوم- در این مرحله تحقیق رنگ بهتری به خود می‌گیرد و سعی می‌شود تا با توجه به مطالعات پیشین و جوانب بررسی شده توسط دانشمندان مختلف، با تفکر عمیق و دقیق بیشتر راه حلی مناسب برای موضوع طرح شده ارائه گردد.

گام چهارم - اجرای روش به دست آمده در مرحله قبل بر روی یک شبکه شماتیک و تحلیل نتایج حاصل از آن، تأثیر زیادی در تفهیم روش و بازگویی آن در شکل یک روش اجرایی خواهد داشت. البته بهتر است شبکه انتخاب شده برای مطالعه موردی در مطالعات پیشین وجود داشته باشد، تا در صورت وجود نقاط اشتراک روش ارائه شده با آنها کارآمدی روش پیشنهادی ملموس و قابل ارزیابی باشد؛ از این رو در این پژوهش شبکه‌ای انتخاب شده که در تعدادی از مقالات مورد بحث و تحلیل بوده است.

گام پنجم - جمع‌بندی مطالب پیشین و طرح مسائل جدید برای تحقیقات آتی در این مرحله صورت می‌گیرد.

در این پایان نامه، پس از طی مراحل فوق، مطالب در ۶ فصل جمع‌آوری و تبیین شده‌اند. در فصل اول به شرح و بسط مسأله و ابعاد مختلف آن پرداخته شده است. در فصل دوم ضمن توضیح مطالعات مرتبط با موضوع پایان نامه، سعی شده است مفاهیم بنیانی و روشهای معمول و بکار رفته در مطالعات پیشین تا حدودی مورد نقد و بررسی قرار گیرد. فصل سوم شامل مبانی علمی و تکنیک‌های ریاضی مرتبط و مورد نیاز در حل مسأله است. در این فصل مباحثی پیرامون قابلیت اطمینان، روشهای تخصیص قابلیت اطمینان، شبیه‌سازی و انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه مطرح شده است. در فصل چهارم روش پیشنهادی نگارنده ارائه می‌شود، که خود شامل دو قسمت اصلی است: ارائه مدلی جهت ارزیابی قابلیت اطمینان دسترسی و قابلیت اطمینان ظرفیت شبکه؛ و به کارگیری مدل ارائه شده در پروسه تصمیم‌گیری جهت تعیین نقطه بهینه سرمایه‌گذاری در شبکه آسیب‌پذیر. در فصل پنجم، روش پیشنهاد شده در فصل چهارم را در قالب یک مطالعه موردی بیان می‌کند. فصل آخر (فصل ششم) حاوی نتایج کلی بدست آمده از فصول پیشین است. نگارنده سعی کرده است با توجه به تجربیاتی که در هنگام مطالعه کسب کرده و کاستی‌های موجود در زمینه موضوع مورد مطالعه، پیشنهادات خود را در فصل

ششم ارائه نماید. در ضمن، در مواردی که نیازمند برنامه نویسی کامپیوتری بوده است، برنامه نوشته شده با ذکر نرم افزار استفاده شده در پیوست مطالعات وارد شده است.