

بسمه تعالی



دانشگاه خوارزمی

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع-گرایش صنایع

عنوان پایان نامه:

برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع در زنجیره‌های تامین تحت شرایط عدم قطعیت

استاد راهنما :

دکتر محمد محمدی

استاد مشاور:

دکترسید علی ترابی

دانشجو:

مهدی رفیعی

تقدیم به :

پدر و مادرم که تمامی موفقیت های زندگی را به آنها مدیون هستم.

و

باسپاس از:

دکتر محمدی به خاطر پیگیری ها و راهنمایی های مداوم شان

## چکیده:

با توجه به رقابت تنگاتنگ سازمان ها در جوامع امروزی، کاهش هزینه های تولید و توزیع خصوصا هزینه هایی که باعث ایجاد ارزش افزوده نمی شوند (مانند حمل و نقل) امری حیاتی است. از این رو زنجیره تامینی که تمام فرآیندهای سازمان را در بر می گیرد، همواره توجه محققان و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. محققان مساله زنجیره تامین را با توجه به مفروضات مختلف، به دسته های مختلف طبقه بندی کرده اند.

در میان مسایل مختلف زنجیره تامین مهم ترین مساله طراحی زنجیره تامین می باشد، چرا که تغییر زنجیره تامین در فاز های بعد از طراحی بسیار هزینه بر است. از این رو در طراحی زنجیره تامین، به دست آوردن طرحی که در آن همه وقایع و شرایط تاثیر گذار بر روی زنجیره تامین در نظر گرفته شده باشد، مهم ترین هدف می باشد. وقایع تاثیر گذار بر روی زنجیره تامین به دو دسته بیرونی و درونی قابل تقسیم بندی می باشد. وقوع وقایع یاد شده در بیشتر موارد حالت غیر قطعی دارد، لذا بررسی ریسک ناشی از این وقایع و تاثیر آن بر روی زنجیره تامین بسیار مهم است. یکی از این وقایع، واقعه قطع تامین یا عرضه است. هدف این پژوهش بررسی ریسک و تاثیر این واقعه بر روی زنجیره تامین است. برای رسیدن به این هدف مدلی پیشنهاد شده که در دسته مسایل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط قرار می گیرد که مدلی سه سطحی، چند دوره ای و چند محصولی از زنجیره تامین می باشد. در این مدل تابع هدف، امید ریاضی هزینه تولید و توزیع با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول است. محدودیت های بالانس سطح موجودی در هر دوره نسبت به دوره قبل و بعد، میزان ماشین در دسترس، میزان کار- ساعت نیروی کار موجود برای قسمت تامین کننده، به کار برده شده است. محدودیت میزان ظرفیت برای مراکز انتقال و میزان فضای انبارش نیز برای مقاصد به کار برده شده است. در مدل ارائه شده برای مواجهه با از دست رفتن تقاضا به دلیل قطع تامین، تامین کننده ذخیره نیز فرض شده است. به دلیل ماهیت پیچیده، مدل پیشنهاد شده در دسته مسایل با پیچیدگی زیاد قرار می گیرد که رسیدن به جواب بهینه در زمان قابل قبول را بسیار دشوار یا در مواردی

غير ممكن مي سازد. لذا براي حل اين مساله از الگوريتم فرا ابتكاري ژنتيك با اولويت بندي كه جهت مساله فوق گسترش يافته است، استفاده مي كنيم.

### كلمات كليدي:

مساله زنجيره تامين، سه سطحی چند محصولی و چند دوره ای، ريسك قطع تامين ، الگوريتم فرا ابتكاري ژنتيك اولويت محور.

## فهرست

### فصل اول: کلیات تحقیق ..... ۱

۱-۱- مقدمه ..... ۲

۱-۲- اهمیت مساله زنجیره تامین در حضور قطع تامین ..... ۳

۱-۳- بیان مساله ..... ۴

۱-۴- اهداف تحقیق ..... ۴

۱-۵- سوالات تحقیق ..... ۵

۱-۶- فرضیه های تحقیق ..... ۶

۱-۷- ساختار پایان نامه ..... ۶

۱-۸- جمع بندی ..... ۶

### فصل دوم: مرور ادبیات پیشینه تحقیق ..... ۷

۲-۱- مقدمه ..... ۸

۲-۲- ریسک قطع ..... ۸

۲-۳- پیشینه تحقیق ..... ۱۰

۲-۴- مرور ادبیات روش های حل زنجیره تامین در حضور ریسک قطع ..... ۱۳

۲-۴-۱- الگوریتم های ابتکاری و فرا ابتکاری ..... ۱۴

۲-۴-۲- الگوریتم ژنتیک ..... ۱۵

۲-۴-۳- الگوریتم ژنتیک اولویت محور ..... ۱۶

۲-۵- نتیجه گیری ..... ۱۷

### فصل سوم: مدل توسعه داده شده ..... ۱۸

|    |   |
|----|---|
| ۱۹ | ۱-۳-۱- مقدمه                            |
| ۱۹ | ۲-۳-۲- فرضیات                           |
| ۲۰ | ۳-۳-۳- معرفی مدل                        |
| ۲۱ | ۱-۳-۳-۱- مجموعه اندیس ها                |
| ۲۱ | ۲-۳-۳-۲- پارامترها                      |
| ۲۳ | ۳-۳-۳-۳- متغیرهای تصمیم گیری            |
| ۲۴ | ۴-۳-۳-۴- برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط |
| ۲۷ | ۴-۳-۴- توسعه حد پایین                   |
| ۲۸ | ۵-۳-۵- جمع بندی                         |

## فصل چهارم: توسعه الگوریتم های فرا ابتکاری

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| ۳۰ | ۱-۴-۱- مقدمه                      |
| ۳۰ | ۲-۴-۲- الگوریتم ژنتیک             |
| ۳۳ | ۱-۲-۴-۱- کدگذاری                  |
| ۳۵ | ۲-۲-۴-۲- تابع برازش               |
| ۳۵ | ۳-۲-۴-۳- جمعیت                    |
| ۳۶ | ۴-۲-۴-۴- انتخاب                   |
| ۴۱ | ۵-۲-۴-۵- جفت گیری                 |
| ۴۷ | ۶-۲-۴-۶- جهش                      |
| ۵۱ | ۷-۲-۴-۷- همگرایی                  |
| ۵۲ | ۸-۲-۴-۸- شرط توقف الگوریتم        |
| ۵۲ | ۳-۴-۳- الگوریتم ژنتیک اولویت محور |
| ۵۳ | ۱-۳-۴-۱- الگوریتم                 |
| ۵۷ | ۲-۳-۴-۲- عملگر تقاطع              |
| ۵۷ | ۳-۳-۴-۳- عملگر جهش                |
| ۵۷ | ۴-۳-۴-۴- جمعیت اولیه              |
| ۵۷ | ۵-۳-۴-۵- معیار توقف               |

فصل پنجم: تجزیه و تحلیل داده ها ..... ۵۸

۵-۱- مقدمه ..... ۵۹

۵-۲- طراحی آزمایشات ..... ۵۹

۵-۳- تحلیل نتایج ..... ۶۰

۵-۳-۱- عملکرد الگوریتم ..... ۶۰

فصل شش: نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ..... ۶۳

۶-۱- نتیجه گیری ..... ۶۴

۶-۲- نوآوری های تحقیق ..... ۶۵

۶-۳- پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ..... ۶۵

۶-۴- منابع ..... ۶۶

## فهرست اشکال:

- شکل ۴-۱: مراحل الگوریتم ژنتیک ..... ۳۱
- شکل ۴-۲: روشهای ایجاد جمعیت جدید از جمعیت ..... ۳۲
- شکل ۴-۳: احتمال انتخاب در روش چرخ رولت ..... ۳۸
- شکل ۴-۴: احتمال انتخاب در روش رتبه‌های ..... ۳۹
- شکل ۴-۵: انتخاب قطع سر ..... ۴۰
- شکل ۴-۶: انتخاب مسابقه‌ای ..... ۴۱
- شکل ۴-۷: ادغام تک نقطه‌ای ..... ۴۳
- شکل ۴-۸: ادغام دو نقطه‌ای ..... ۴۴
- شکل ۴-۹: ادغام چند نقطه‌ای ..... ۴۵
- شکل ۴-۱۰: ادغام حلقوی ..... ۴۶
- شکل ۴-۱۱: ادغام یکنواخت با استفاده از عدد تصادفی ..... ۴۷
- شکل ۴-۱۲: ادغام یکنواخت با استفاده از آرایه ماسک ..... ۴۷
- شکل ۴-۱۳: توابع بیتی قابل استفاده در جفتگیری ..... ۴۹
- شکل ۴-۱۴: توابع بیتی قابل استفاده در جفتگیری ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۵: معکوس سازی ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۶: حذف و کپی ..... ۵۱
- شکل ۴-۱۷: حذف و تولید مجدد ..... ۵۱
- شکل ۴-۱۸: ساختار کروموزم ..... ۵۳



## فهرست جداول:

جدول ۴-۱: احتمال انتخاب در روش چرخ رولت ..... ۳۸

جدول ۵-۱: عملکرد الگوریتم در مقایسه با حد پایین LINGO ..... ۶۱

## فصل اول: کلیات تحقیق

## ۱-۱- مقدمه

در جوامع امروزی با گسترش صنایع و جهانی سازی، مساله زنجیره تامین و لجستیک یکی از مسایل مهم صنایع است. با توجه به این که تنظیم و تعدیل زنجیره تامین پس از فاز طراحی دشوار و پرهزینه است، لذا طراحی یک زنجیره تامین جامع که تمامی ابعاد و شرایطی که صنعت با آن مواجه است را دربر گیرد بسیار حایز اهمیت خواهد بود. یکی از مسایلی که در زنجیره تامین مطرح است مساله مقابله با ریسک های زنجیره تامین است.

مدرسه مدیریت کرانفیلد [۱] یک پروژه تحقیقاتی گسترده روی ریسک های زنجیره تامین آغاز کرد. در این تحقیق همه انواع ریسک ها در مورد تقاضا یا تامین مورد بررسی قرار گرفت. در گزارش نهایی بدست آمده توسط این تحقیق علل ریسک ها و قطع ها به طبقات زیر تقسیم بندی شده اند :

۱. بلایای طبیعی (زلزله)

۲. تروریسم (حملات ۱۱ سپتامر)

۳. فعالیت های صنعتی (افزایش قیمت نفت)

۴. حوادث غیر مترقبه (آتش سوزی)

۵. مشکلات تولید

در ادامه تنگ [۲] ریسک های زنجیره تامین را به دو دسته ریسک های قطع و ریسک های عملیاتی تقسیم بندی کرد. ریسک های عملیاتی به عدم قطعیت ذاتی متغیرهای زنجیره تامین باز می گردد مثل عدم قطعیت تقاضا و... . ریسک های قطع به بلایای طبیعی و انسانی مثل سیل، زلزله، تروریسم، بحران اقتصادی، اعتصابات و ... باز می گردد.

احتمال وقوع ریسک های قطع تامین در اثر حوادث طبیعی کم است ولی آسیب های هزینه ای سنگینی را به صنایع وارد می آورد. در دهه اخیر با زیاد شدن رخداد این گونه رویداد ها مثل حادثه ۱۱ سپتامبر، سونامی ژاپن، طوفان کاترینا و طوفان سندی اهمیت این مساله روز به روز بیشتر شده است.

در این فصل ابتدا به اهمیت مساله زنجیره تامین در حضور ریسک قطع پرداخته سپس به اهداف، سوالات و فرضیه های تحقیق خواهیم پرداخت.

## ۱-۲- اهمیت مساله زنجیره تامین در حضور قطع تامین

باریونو و دیوتج [۳]، لاتور [۴] و موعود [۵] نشان داده اند که ریسک ناشی از خرابی تامین در دنیای تجاری مدرن امروز، روز به روز در حال افزایش است. محققان زیادی بر این باورند که زنجیره های تامین بین المللی قوی و قابل اعتماد هستند. اما در واقعیت، تعداد زیادی از این زنجیره تامین ها شکننده اند و هنگام بروز ریسک قطع دچار خرابی می شوند. برای مثال در سال ۲۰۰۸ کمپانی بویینگ مجبور به پرداخت خسارت سنگینی برای تعویق تحویل دریم لاینر ۷۸۷<sup>۱</sup> شد. این خسارت سنگین، از تاخیر در تامین برخی اجزا حیاتی محصول ایجاد شد. (بتگیت و هایاشی [۶]).

مثال دیگر، زلزله و سونامی متعاقب آن در ژاپن نه تنها باعث از دست رفتن حجم عظیمی از سرمایه ها و داراییها گردید، بلکه باعث ایجاد وقفه در شرکتهای وابسته به صنایع ژاپن گردید. (مانند شرکت هایی که به شرکت های قطعات الکترونیکی ژاپنی از قبیل پنل های ال سی دی، فلش مموری ها و... وابسته بودند.) (کلارک و تاکاهاشی [۷])

مثالهای یاد شده ضعف هر چه بیشتر زنجیره تامین های بین المللی را بیش از پیش آشکار می کند. هم چنین این وقایع می توانند تاثیرات دراز مدت تولیدی از قبیل هزینه حمل و نقل گرانتر، تاخیر سفارشات، کمبود موجودی، ازدست رفتن سهم بازار، پایین آمدن سهم شرکتهای و... را به همراه داشته باشند. برای مثال یک مطالعه عملی که توسط هندریکس و سینگهال [۸] انجام شد، تحت تاثیر قرار گرفتن حدود ۴۰ درصدی سود بازار سهام شرکتهای توسط خرابیها در بازه زمانی ۲۰۰۰-۱۹۸۹ را نشان داد. شواهد دیگری هم وجود دارند که نشان می دهند شرکتهای مجبور به گذاشتن وقت زیاد برای از بین بردن تاثیرات منفی ناشی از خرابیها و قطع ها شده اند. با توجه به مطالب گفته شده، طراحی زنجیره تامینی که در مقابل این گونه حوادث انعطاف پذیر باشد حایز اهمیت است. بنابراین در دهه های اخیر محققان زیادی به این مهم همت

<sup>1</sup> Dreamliner 787

گماشته اند تا طرح زنجیره تامین بدست آمده از فاز طراحی هر چه بیشتر با جهان بیرون و وقایع همراه با آن هماهنگ باشد.

### ۱-۳- بیان مساله

در این تحقیق مساله طراحی زنجیره تامین سه سطحی (شامل تامین کنندگان، توزیع کنندگان و مقاصد) چند محصولی چند دوره ای در حضور ریسک خرابی مطرح می گردد. با فرض چند دوره ای بودن مساله، متفاوت بودن تقاضای هر فصل محصولات را جهت نزدیکی هر چه بیشتر مساله به واقعیت در نظر گرفته ایم. علاوه بر این، تصمیم گیرنده می تواند تخمین خود از زمان خرابی تا به شبکه برگشتن یک تسهیل را با فرض چند دوره ای بودن مساله دقیق تر در زنجیره تامین پیاده کند. محدودیت های در نظر گرفته شده برای این مساله به طور خلاصه عبارتند از محدودیت های ظرفیت برای هر بخش از زنجیره تامین و بالانس موجودی برای هر تامین کننده و توزیع کننده. برای کاهش تاثیر قطع تامین کنندگان و توزیع کنندگان از یک تسهیل ذخیره قابل اطمینان (با احتمال خرابی صفر) در زنجیره تامین استفاده کرده ایم. برای تامین کننده ذخیره یک ظرفیت پشتیبانی که توسط مدیریت زنجیره تامین و مدیریت تامین کننده ذخیره تعیین می شود، در نظر گرفته ایم. مقدار خرید بیش از این ظرفیت، منتهی به هزینه سنگین تری از مقدار خرید پایین تر از این ظرفیت برای زنجیره تامین خواهد بود.

### ۱-۴- اهداف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق طراحی زنجیره تامین با در نظر گرفتن شرایطی از دنیای واقعی که تاکنون توسط محققان نادیده گرفته شده است، می باشد. برای رسیدن به این مهم زنجیره تامین سه سطحی چند محصولی چند دوره ای با محدودیت ظرفیت تولید، توزیع و انبارش کالا در مقاصد را در نظر گرفتیم. سپس تسهیلات ذخیره را برای مواجهه با خرابی تامین کنندگان و توزیع کنندگان اصلی را به مدل افزوده ایم. از آنجایی که مساله به دست آمده در دسته مسایل بسیار سخت قرار می گیرد از طریق الگوریتم های دقیق

قابل حل نمی باشد. بنابراین، به ارایه راه حلی براساس ژنتیک اولویت محور که با اندکی تغییر برای مساله چند دوره ای و چند محصولی استفاده شده است، می پردازیم.

به طور کلی اهداف مورد نظر تحقیق به صورت زیر است:

- گسترش مساله طراحی زنجیره تامین در شرایط قطع به حالت چند دوره ای و چند محصولی، برای نزدیک تر شدن هرچه بیشتر مساله به واقعیت.
- تطبیق الگوریتم ژنتیک اولویت محور، جهت به دست آوردن جواب بهینه یا نزدیک به بهینه در مدت زمان قابل قبول.
- بدست آوردن مقدار تولید، کمبود و موجودی باقیمانده هر دوره به تفکیک محصول برای هرتامین کننده اصلی.
- بدست آوردن مقدار تولید هر دوره به تفکیک محصول برای تامین کننده ذخیره.
- بدست آوردن مقدار جابجایی انجام شده توسط هر توزیع کننده اصلی یا ذخیره در هر دوره به تفکیک محصول.
- بدست آوردن هزینه کمینه زنجیره تامین با توجه به سناریو های مختلف.
- بدست آوردن تعداد تامین کنندگان و توزیع کنندگان بهینه برای زنجیره تامین.
- توسعه الگوریتم ژنتیک اولویت محور برای حل مساله ارایه شده.
- مقایسه کارایی الگوریتم توسعه داده شده از طریق تجزیه و تحلیل نتایج حاصله با نتایج حد پایین مساله.

### ۱-۵- سوالات تحقیق

- چگونه می توان تامین کننده ذخیره را در زنجیره تامین سه سطحی در نظر گرفت؟
- چگونه می توان تاثیر ریسک خرابی را در مدل در نظر گرفت؟
- چگونه می توان کمبود و نگهداری کالا را در مدل در نظر گرفت؟

- چگونه می توان الگوریتم ژنتیک اولویت محور را برای این مدل توسعه داد و به کار برد؟
- کارایی الگوریتم ژنتیک اولویت محور برای حل مساله چگونه است؟

### ۱-۶- فرضیه های تحقیق

- با ارایه و توسعه مدل های ریاضی و استفاده از برنامه های کامپیوتری می توان حل مسایل زنجیره تامین را در محیط آشفته (خرابی) مورد بررسی قرار داد.
- با طراحی الگوریتم های فرا ابتکاری می توان حل مسایل پیچیده زنجیره تامین در شرایط قطع را بهبود بخشید.

### ۱-۷- ساختار پایان نامه

این پایان نامه در شش فصل گردآوری شده است فصل اول به ارایه مقدمه، بیان مساله، ضرورت تحقیق و اهداف تحقیق می پردازد.

در فصل دوم به بیان مفاهیم نظری مساله زنجیره تامین در حضور قطع میپردازیم. سپس با بررسی پیشینه و مطالعات صورت گرفته به تعیین خلاء های موجود در این زمینه می پردازیم.

فصل سوم و چهارم بخش اصلی این تحقیق را می سازد. در فصل سوم مدل توسعه یافته مطرح میشود و در فصل چهارم الگوریتم پیشنهادی برای حل آن ارایه می گردد.

فصل پنجم به تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی می پردازد.

در فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارایه می گردد.

### ۱-۸- جمع بندی

در این فصل خلاصه ای اجمالی از زنجیره تامین در حضور قطع و اهمیت آن در جهان واقعی ذکر گردید. سپس به بیان مساله تحقیق، دلایل اصلی انجام این تحقیق پرداختیم. هم چنین اهداف، سوالات پژوهش و اهمیت آن را در محیط های صنعتی بیان کردیم. در نهایت ساختار تحقیق را در ادامه مطرح کردیم.

## فصل دوم: مرور ادبیات پیشینه تحقیق



## ۲-۱- مقدمه

طراحی زنجیره تامین تعیین می کند که چه مقدار تسهیلات اعم از توزیع کننده، تامین کننده و... جهت پاسخ به تقاضای مشتریان داشته باشیم و به هریک از این تسهیلات با توجه به محدودیت ظرفیتشان چه مقداری از تقاضا را تخصیص دهیم که هزینه کمتر و قابلیت اطمینان بیشتری را برای زنجیره تامین در بر داشته باشد.

زنجیره تامین همواره با یک سری عدم قطعیت ها که در داخل یا خارج زنجیره تامین حضور دارند، مواجه است. این عدم قطعیت ها به زنجیره تامین در افزایش هزینه ها، نارضایتی مشتریان و ... فشار می آورد. بدین ترتیب شناخت این عدم قطعیت ها و استفاده از راهکارهای مناسب جهت مقابله، ضروری است. یکی از عدم قطعیت های که تأثیرات سنگینی بر روی زنجیره تامین می گذارد، قطع تامین است. در ادامه این فصل، ابتدا مفهوم و طبقه بندی انواع ریسک قطع مطرح می گردد. سپس پیشینه تحقیق در نظر گرفتن این ریسک در زنجیره تامین مورد بررسی قرار می گیرد.

## ۲-۲- ریسک قطع

به هر عاملی که باعث ایجاد وقفه در طول زنجیره تامین می شود، قطع گفته می شود. قطع می تواند در هر دو طرف زنجیره تامین رخ دهد یعنی هم در طرف تقاضا و هم در طرف عرضه. در این پایان نامه ما به بررسی ریسک های قطع عرضه، یعنی هر آنچه که باعث می شود محصول به دست مشتری نرسد، پرداخته ایم. معرفی انواع ریسک های قطع:

ریسک های قطع بسته به میزان تاثیر به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. ریسک های قطع محلی

۲. ریسک های قطع منطقه ای

۳. ریسک های قطع کشوری

۱- ریسک های قطع محلی:

این قبیل ریسکها معمولا یک تسهیل زنجیره تامین را تحت تاثیر قرار می دهند که از آن جمله می توان به مشکلات تولیدی و آتش سوزی ها اشاره نمود.

۲- ریسک های قطع منطقه ای :

این قبیل ریسک ها معمولا چند تسهیل یک زنجیره تامین را در بر می گیرند که از آن جمله می توان به بلایای طبیعی مثل طوفان، زلزله و فعالیت های آتش فشانی اشاره کرد.

۳- ریسک های قطع کشوری :

این دسته ریسکها از ریسک های قطع معمولا تمام تسهیلات یک زنجیره تامین در یک کشور را در بر می گیرند که از آن جمله می توان به بحران اقتصادی، اعتصاب اتحادیه ها و حوادث تروریستی اشاره نمود.

علاوه بر این، ریسک های قطع بسته به مدت زمان تاثیر به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. ریسک های قطع کوتاه مدت

۲. ریسک های قطع میان مدت

۳. ریسک های قطع بلندمدت

۱- ریسک های قطع کوتاه مدت:

این قبیل ریسک ها، تاثیراتی کمتر از ۶ ماه دارند و معمولا شامل حوادث تولیدی، شرایط جوی و اعتصاب کارکنان می شوند.

۲- ریسک های قطع میان مدت:

این قبیل ریسک ها، تاثیراتی بیش تر از ۶ ماه و کمتر از دو سال دارند و معمولا شامل حوادثی چون آتش سوزی می شوند.

۳- ریسک های قطع دراز مدت:

این قبیل ریسک ها، تاثیراتی بیش تر از دو سال دارند و معمولا شامل حوادثی چون بحران اقتصادی و برخی از بلایای طبیعی مثل زلزله و... می شوند.

## ۲-۳- پیشینه تحقیق

پس از شناخت مفهوم ریسک قطع و میزان تاثیر آن بسته به زمان و مکان، پیشینه تحقیق کاربرد ریسک قطع در مساله زنجیره تامین مطرح می گردد.

سیندر [۹] چهار دلیل اصلی را برای مورد توجه قرار گرفتن خرابی (قطع) در سالهای اخیر بیان می دارد. اول، وقوع حوادثی مثل حمله تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ و طوفان کاترینا در سال ۲۰۰۵ که تاثیرات نامطلوبی بر روی زنجیره های تامین داشتند. دوم، استفاده روز افزون از تکنیک تولید به هنگام<sup>۱</sup> در دهه های اخیر که آسیب پذیری زنجیره تامین را افزایش داده است (اگر همه فاکتورهای سیستم تولیدی در روش تولید در لحظه دقیقا همان مقدار مورد انتظار باشد سیستم به طور کارا کار می کند، اما هنگامیکه یک قطع در سیستم رخ میدهد زنجیره تامین با مشکل مواجه می شود). سوم، جهانی شدن فزاینده زنجیره های تامین که باعث به کارگیری تامین کنندگانی که در شرایط ناپایدار اقتصادی و سیاسی به سر می برند، شده است.

مطالب گفته شده محققان را بر آن داشت تا به بررسی زنجیره تامین در مواجهه با ریسک قطع بپردازند. هدف عمده در زنجیره تامین با در نظر گرفتن احتمال قطع، کمینه کردن هزینه های توسعه، جایابی تسهیلات و حمل و نقل است. اگرچه هدف عمده در زنجیره تامین کمینه کردن هزینه ها است، اما قابلیت اطمینان نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. به کارگیری مدل های ریاضی کارا و منعطف در مقابله با ریسک قطع می توانند علاوه بر کمینه کردن هزینه به طور همزمان قابلیت اطمینان زنجیره تامین را افزایش دهند. به عبارت دیگر هدف در مدل سازی زنجیره تامین با در نظر گرفتن ریسک قطع، ساخت مدلی است که در تمام شرایط یعنی هم شرایط نرمال و هم شرایط خرابی عملکرد قابل قبولی را داشته باشد (کوی [۱۰]).

در مساله زنجیره تامین با حضور ریسک قطع، مسایل مرتبط با جایابی تسهیلات قابلیت اطمینان در نظر گرفته شده و روی مدل سازی و حل آن تمرکز شده است. موضوع قابلیت اطمینان بیشتر روی مسایل P- میان کلاسیک و جایابی با هزینه ثابت بدون ظرفیت اجرا شده است.

1-just in time (JIT)

درزرنر [۱۱] در سال ۱۹۸۷ مساله جایابی تسهیلات تحت خرابی تصادفی را بررسی کرد و دو مدل پیشنهاد داد. مدل اول، یک مساله قابلیت اطمینان  $P$  - میانه با تابع هدف می نیمم فاصله وزن دهی که احتمال خرابی تسهیلات را از پیش تعیین شده اند، بود. مدل دوم، مساله  $(P, Q)$  مرکز با تابع هدف مینیماکس جهت جایابی  $P$  تسهیل که حداقل  $Q$  تای آنها ممکن است خراب شوند، بود. در هر دو این مسایل مشتری ها از نزدیکترین تسهیل خراب نشده بر مبنای رویکرد ابتکاری همسایگی سرویس می گرفتند. لی [۱۲] یک روش کارا بر مبنای منحنی های پرکننده جهت حل مساله  $p$  - میانه قابل اطمینان ارائه داد. مدل او یک مدل جایابی پیوسته است که احتمال خرابی تسهیلات مستقل نمی باشد.

سیندر [۱۳] مساله  $p$  - میانه قابل اطمینان و مساله جایابی تسهیلات قابل اطمینان با هزینه ثابت بدون محدودیت ظرفیت، را بر مبنای هزینه انتظاری خرابی و ماکزیمم هزینه خرابی بررسی کرد. در این مدل ها جایابی تسهیلات جهت مینیم کردن کل هزینه تحت شرایط نرمال تولیدی انجام شد. در راستای دست یابی به این تابع هدف فرض شد که هزینه تخصیص دوباره در صورت خرابی یک تسهیل نباید از یک مقدار تعیین شده بالاتر رود.

سیندر و دسکین [۱۴] مساله  $p$  - میانه قابل اطمینان و مساله جایابی تسهیلات قابل اطمینان با هزینه ثابت بدون ظرفیت را با فرض خرابی مرکز توزیع با احتمالات مختلف، در نظر گرفتند. همچنین آنها فرض کردند که زمانی یک مرکز توزیع خراب می شود قادر به پاسخگویی مشتریان نخواهد بود و مشتریان کنونی می بایست به یک مرکز توزیع دیگر که خراب نشده است تخصیص یابند. تابع هدف مدل آن ها از مجموع وزنی هزینه اسمی (هزینه کل بدون وقوع هیچ خرابی در زنجیره تامین) و هزینه های انتظاری شرایط خرابی تشکیل شده است. برای ساده سازی بیشتر مدل، همه پخش کننده ها را با احتمال خرابی یکسان فرض کردند. در نهایت، مدل بدست آمده باروش آزاد سازی لاگرانژ حل شده است.