



دانشکده: فنی و مهندسی

رساله دکتری رشته: مهندسی صنایع گرایش: صنایع

عنوان رساله:

مدل سازی چندهدفه‌ی زنجیره‌ی تامین چندسطحی چندمحصولی

نام دانشجو:

آرمان ساجدی نژاد

استاد راهنما:

دکتر سید کمال چهارسوقی

بهمن ۱۳۹۰





بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای آرمان ساجدی نژاد رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان مدل سازی چندهدفه زنجیره ی تامین چندسطحی چندمحصولی در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۲۳ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر سید کمال چهارسوقی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر عیسی نخعی کمال آبادی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر نسیم نهاوندی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد مهدی سپهری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر بهروز کریمی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمدرضا اکبری جوکار	استاد	
استاد ناظر	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	

آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آن‌ها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارایه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارایه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب آرمان ساجدی‌نژاد دانشجوی رشته مهندسی صنایع ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۶ مقطع دکتری دانشکده فنی و مهندسی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا
تاریخ: ۱۳۹۰/۱۱/۲۳

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی صنایع است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید کمال چهارسوقی، مشاوره جناب آقای دکتر نخعی و مشاوره سرکار خانم دکتر نهاوندی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب آرمان ساجدی نژاد دانشجوی رشته مهندسی صنایع مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: آرمان ساجدی نژاد

تاریخ و امضا: بهمن ماه ۱۳۹۰



دانشکده: فنی و مهندسی

رساله دکتری رشته: مهندسی صنایع گرایش: صنایع

عنوان رساله:

مدل‌سازی چندهدفه‌ی زنجیره‌ی تامین چندسطحی چندمحصولی

نام دانشجو:

آرمان ساجدی‌نژاد

استاد راهنما:

دکتر سید کمال چهارسوقی

اساتید مشاور:

دکتر عیسی نخعی

دکتر نسیم نهاوندی

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به:

همسر مهربانم

پدر و مادر فداکارم

و به همه کسانی که در راه پیشرفت دانش سهمی بر عهده داشته‌اند.

سپاس‌گزاری و قدردانی:

قبل از هرچیز جا دارد از زحمات جناب آقای دکتر چهارسوقی که هدایت و راهنمایی این پروژه توسط ایشان انجام شده و همیشه حمایت‌های علمی و معنوی خود را به اینجانب مبذول داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر نخعی و سرکار خانم دکتر نهاوندی که در روند تحقیق، گام به گام با اینجانب پیش رفته و مشاوره‌های ایشان تضمین اتمام این تحقیق بود، بسیار سپاسگزارم. از اساتید محترم ناظر که نظارت ایشان باعث تقویت این رساله شده است، تشکر می‌نمایم.

در اینجا از مشاوره‌های جناب آقای مهندس مردانی، مدیر تحقیق و توسعه شرکت سیمارون پرداز که در مشاوره‌های علمی و عملی و همچنین استفاده از لیسانس نرم‌افزارهای تحت اختیار این شرکت همکاری‌های بی‌دریغی داشته‌اند تشکر نمایم.

از همسر سرکار خانم محمودزاده که زحمت و پراستاری این پایان‌نامه را برعهده داشتند و همواره مشوق اینجانب در دوران تحصیل بودند و در سختی‌های مراحل مختلف تحقیق با من مشارکت داشته‌اند، کمال سپاس و قدردانی را دارم.

در پایان نیز از کمک‌رسانی دوستان خوبم جناب آقای دکتر جعفرحیدری، جناب آقای مهندس نیک‌بخش و جناب آقای دکتر حمیدرضا کوشا صمیمانه تشکر می‌نمایم.

آرمان ساجدی‌نژاد

بهمن‌ماه ۱۳۹۰

در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰، مدیران دریافتند که صرفاً تولید یک محصول کیفی، کافی نیست. در واقع تامین محصولاتی با معیارها، کیفیت و هزینه‌ی مورد نظر مشتری، چالش‌های جدیدی را به وجود آورد. امروزه با جهانی شدن بازارها و افزایش رقابت‌ها، تلاش سازمان‌ها برای بقا در این بازارها افزایش یافته است. این موضوع، منجر به پیدایش فلسفه‌ی مدیریت زنجیره‌ی تامین شده است.

مدیریت موجودی زنجیره‌ی تامین، یکی از چالش‌های مدیریت است. مدیریت از یک سو با تصمیمات استراتژیک سازمان در رابطه با اعضای زنجیره‌ی تامین و از سوی دیگر با مفاهیم و مقادیر موجودی‌ها در کل زنجیره‌ی تامین، ارتباط تنگاتنگی دارد. استراتژی‌های کل زنجیره‌ی تامین و یا هر یک از اعضای آن، بر اساس نحوه‌ی پاسخگویی به مشتریان (زمان تحویل کوتاه، محصولات نوین، در دسترس بودن محصولات در سطحی بالا و ...) و کارایی زنجیره (قیمت پایین محصولات، کاهش هزینه‌ها و استفاده‌ی موثر از سرمایه‌ها و ...) می‌باشند. تعیین سطح موجودی‌ها در طول زنجیره‌ی تامین، به نحوی که زنجیره بتواند به اهداف متنوع خود مانند رسیدن به رضایت مشتری در زمینه‌ی پاسخگویی و یا کارایی دست یابد، کاری دشوار می‌نماید.

در این تحقیق متغیرهای کنترل موجودی در زنجیره‌ی تامین مورد بررسی قرار گرفته و با بررسی مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین و هدف‌گذاری چندگانه در آن، به چالش‌های محاسبه‌ی بهینه‌ی موجودی در زنجیره‌ی تامین پرداخته شده است. در ابتدا، مدل ریاضی زنجیره‌ی تامین چند سطحی با تولید یک محصول، ارائه شده است. این مدل، با تکمیل مدل‌های موجود در ادبیات، می‌تواند در بسیاری از زنجیره‌های تامین، به منظور رسیدن به سطح هزینه‌ی بهینه، به کار رود.

در مرحله‌ی بعد، با بررسی مدل شبیه‌سازی بر پایه‌ی مدل ریاضی و ترکیب آن با الگوریتم‌های بهینه‌یابی، مدل‌سازی برای یکی از زنجیره‌های تامین کشور، با چند محصول، انجام شد. نتایج بهینه برای زنجیره‌ی تامین مذکور، تحلیل شده و در جهت بهبود هزینه و کاهش زمان تحویل سفارشات مورد استفاده قرار گرفت. بهبود شاخص‌های عملکردی بررسی موردی تا میزان ۴۰ درصد، مهمترین نتیجه‌ی بهینه‌سازی در این مرحله از تحقیق است.

در ادامه‌ی تحقیق، مدل بهینه‌سازی بر پایه‌ی شبیه‌سازی برای تعداد بیشتری از اعضای زنجیره‌ی تامین توسعه یافته و نتایج با بررسی سناریوهای مختلف تولید، مقایسه و تحلیل شدند. برای هر سطح از زنجیره، با توجه به اهداف چندگانه، سناریوی تولیدی مناسب انتخاب شده و نتایج بهینه‌گی مقایسه شدند. در پایان نیز با تحلیل سناریوهای مختلف، شاخص‌های هزینه‌ی کل زنجیره‌ی تامین و دیرکرد در تحویل سفارشات، در سطوح مختلف زنجیره، مورد بررسی قرار گرفتند. نحوه‌ی پخش کابان‌ها در سطح زنجیره‌ی تامین، نحوه‌ی تخصیص اندازه‌ی دسته‌ی محصولات تولیدی و نیز چگونگی استفاده از سناریوهای متفاوت تولیدی در راستای نیل به اهداف متنوع زنجیره، همچنین نسبت پخش هزینه‌های زنجیره‌ی تامین در حالت بهینه، از دیگر نتایج به دست آمده در این تحقیق است.

کلید واژه: زنجیره‌ی تامین، مدل ریاضی، سیستم تولید به‌هنگام، شبیه‌سازی، بهینه‌یابی، الگوریتم‌های فراابتکاری.

فهرست مطالب

فصل ۱ کلیات تحقیق ۱

- ۱-۱ مقدمه ۱
- ۲-۱ بیان مساله ۱
- ۳-۱ به روز بودن مساله ۳
- ۴-۱ سوالات تحقیق ۵
- ۵-۱ اهداف تحقیق ۷
- ۶-۱ نوآوری تحقیق ۹
- ۷-۱ روش تحقیق ۱۰
- ۸-۱ مفروضات تحقیق ۱۳
- ۹-۱ مراحل انجام تحقیق ۱۴

فصل ۲ مرور ادبیات ۱۷

- ۱-۲ مقدمه ۱۷
- ۲-۲ مرور ادبیات در حوزه‌ی زنجیره‌ی تامین ۱۸
- ۱-۲-۲ مدل‌های هماهنگی زنجیره‌ی تامین ۲۲
- ۲-۲-۲ مدل‌سازی موجودی در زنجیره‌ی تامین ۲۴
- ۳-۲-۲ مدل ترکیبی با چند هدف ۳۲
- ۴-۲-۲ مدل‌سازی بر اساس سناریو (Li et al., 2002) ۳۶
- ۳-۲ مرور ادبیات بهینه‌سازی بر پایه‌ی شبیه‌سازی ۳۹
- ۱-۳-۲ الگوریتم شبیه‌سازی برای بهینه‌سازی زنجیره‌ی تولید ۳۹
- ۲-۳-۲ روش بهینه‌سازی بر پایه‌ی شبیه‌سازی جهت تخمین ظرفیت تجاری راه آهن ۴۲
- ۳-۳-۲ بهینه‌سازی بر اساس شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین ۴۴
- ۴-۳-۲ الگوی شبیه‌سازی شده برای برنامه‌ریزی زمانی زنجیره‌ی تولید نیمه رسانا ۴۷
- ۵-۳-۲ ابزار شبیه‌سازی و بهینه‌سازی شبکه‌ی زنجیره‌ی تولیدات IBM ۴۸

۵۰.....	۶-۳-۲ تجزیه و تحلیل زنجیره‌ی تامین با استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ژنتیکی
۵۲.....	۴-۲ سیستم تولید ناب
۵۴.....	۱-۴-۲ تولید ناب و چابک
۵۶.....	۲-۴-۲ سیستم تولید به‌هنگام JIT
۶۰.....	۳-۴-۲ مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین با الگوی JIT با در نظر گرفتن دو نوع کانبان
۶۳.....	۴-۴-۲ مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین با الگوی JIT با در نظر گرفتن اندازه‌ی دسته
۶۹.....	۵-۲ جمع‌بندی مرور ادبیات

فصل ۳ مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین بر مبنای سیستم به‌هنگام ۷۵

۷۵.....	۱-۳ مقدمه
۷۵.....	۲-۳ مدل JIT موجودی با تقاضای متغیر و اندازه‌ی دسته‌ی تولیدی
۸۱.....	۳-۳ پیچیدگی حل مدل
۸۳.....	۴-۳ مثال عددی
۸۹.....	۵-۳ توسعه‌ی مدل ریاضی

فصل ۴ شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین ۹۲

۹۲.....	۱-۴ مقدمه
۹۳.....	۲-۴ طبقه بندی‌هایی از مسایل شبیه‌سازی - بهینه‌سازی
۹۴.....	۱-۲-۴ بهینه‌سازی چند معیاره
۹۵.....	۳-۴ مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین با الگوی به‌هنگام
۹۷.....	۱-۳-۴ شرایط مدل
۹۸.....	۲-۳-۴ شبیه‌سازی مدل
۱۰۲.....	۴-۴ بهینه‌یابی
۱۰۵.....	۱-۴-۴ حد بالای جواب‌های اولیه
۱۰۶.....	۲-۴-۴ زمان اجرای شبیه‌سازی برای هر عضو در هر نسل
۱۰۷.....	۳-۴-۴ آماده‌سازی مدل

- ۴-۴-۴ اعتبارسنجی و اعتباربخشی مدل ۱۰۷
- ۴-۵-۴ حل مثال واقعی مدل زنجیره‌ی تامین بهنگام با چند محصول ۱۰۹
- ۴-۵-۱ مدل و اهداف آن ۱۱۱
- ۴-۵-۲ رویکرد اساسی پیش‌بینی تقاضا ۱۱۳
- ۴-۵-۳ اولویت بندی تولید ۱۱۵
- ۴-۵-۴ بهینه‌سازی ۱۱۸
- ۴-۵-۵ نتایج ۱۲۳

فصل ۵ توسعه‌ی مدل ۱۳۲

- ۵-۱ توسعه‌ی شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین ۱۳۲
- ۵-۱-۱ مدل‌سازی ۱۳۳
- ۵-۱-۲ جزئیات مدل ۱۳۴
- ۵-۲ اعتبارسنجی و اعتباربخشی ۱۳۵
- ۵-۳ زمان اجرا و آماده‌سازی ۱۳۹
- ۵-۴ بهینه‌سازی ۱۴۴
- ۵-۵ نتایج ۱۴۷
- ۵-۵-۱ بهترین جواب‌های یافت شده در سناریوها ۱۴۷
- ۵-۵-۲ نسبت هزینه ۱۵۱
- ۵-۵-۳ تحلیل پارامترهای بهترین جواب‌ها ۱۵۴
- ۵-۵-۴ تحلیل نتایج بین سناریوها ۱۵۶

فصل ۶ نتیجه‌گیری و پیشنهاد تحقیقات آتی ۱۵۹

- ۶-۱ مقدمه ۱۵۹
- ۶-۲ مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین ۱۵۹
- ۶-۳ نوآوری‌های تحقیق ۱۶۱
- ۶-۴ تکنیک‌های مورد استفاده ۱۶۶

۱۶۷	۵-۶ نتایج تحقیق.....
۱۶۷	۱-۵-۶ مدل ریاضی زنجیره‌ی تامین
۱۶۷	۲-۵-۶ بهبود در فرآیند مورد تحقیق.....
۱۷۱	۳-۵-۶ ارزیابی الگوی انتخاب سناریوهای مختلف بر اساس تعداد اعضای زنجیره
۱۷۴	۶-۶ پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی.....
۱۷۵	فهرست مراجع

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ سطوح تصمیم‌گیری در سازمان ۲
- جدول ۱-۲ انواع روش‌های تحقیق ۵
- جدول ۲-۱ روش‌های مدیریت و کنترل موجودی ۲۵
- جدول ۲-۲ مقایسه‌ی نابی و چابکی ۵۴
- جدول ۲-۳ مراحل شکل‌گیری تولید ناب ۵۵
- جدول ۲-۴ مقایسه‌ی شاخص‌های نابی و چابکی ۵۵
- جدول ۲-۵ انواع کانبان در محل‌های حمل (معنی عمومی کانبان و نقاط) ۶۰
- جدول ۲-۶ بررسی انواع مطالعات در زمینه‌ی مدل‌سازی زنجیره‌ی تامین ۷۰
- جدول ۲-۷ مقایسه‌ی روش مدل‌سازی در ادبیات موضوع تحقیق ۷۳
- جدول ۳-۱ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۸ ۸۵
- جدول ۳-۲ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۹ ۸۶
- جدول ۳-۳ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۱۰ ۸۷
- جدول ۴-۱ حد بالای مقادیر تصادفی کانبان‌های کششی و تولیدی و اندازه‌ی دسته‌ی تولیدی ۱۰۶
- جدول ۴-۲ حداکثر زمان لازم برای شبیه‌سازی هر کروموزوم ۱۰۶
- جدول ۴-۳ نتایج شبیه‌سازی و بهینه‌سازی برای کشف متغیرهای تصمیم ۱۲۴
- جدول ۴-۴ نمونه‌ی مقادیر به‌دست آمده برای متغیرهای تصمیم برای ۱۰ عضو نخبه‌ی نسل‌ها ۱۲۵
- جدول ۴-۵ مشخصات بهترین جواب یافت شده ۱۲۹
- جدول ۴-۶ مشخصات جواب با کمترین تاخیر ۱۳۰
- جدول ۴-۷ مشخصات بهترین جواب برای سناریوی اولویت محصول ۱۳۱
- جدول ۵-۱ جواب‌های استفاده شده در اعتباربخشی ۱۳۸
- جدول ۵-۲ مقدار آماره‌ی آزمونی یکسانی جواب‌ها ۱۳۹
- جدول ۵-۳ حد بالای زمان آماده‌سازی ۱۴۰
- جدول ۵-۴ فاکتورهای رگرسیونی برای زمان آماده‌سازی ۱۴۱
- جدول ۵-۵ مقادیر تست مربع کای برای زمان‌های اجرا ۱۴۲
- جدول ۵-۶ زمان اجرای به‌دست آمده برای هر سناریو ۱۴۳

- جدول ۵-۷ معادلات زمان اجرا بر حسب تعداد کارخانه‌ها در هر سناریو..... ۱۴۳
- جدول ۵-۸ بهینه‌یابی با درصدهای مختلف دو الگوریتم..... ۱۴۶
- جدول ۵-۹ بهترین جواب‌های یافت شده برای انواع سناریوها..... ۱۴۸
- جدول ۶-۱ درصد کاهش سطح موجودی در هر سناریو..... ۱۷۰
- جدول ۶-۲ درصد کاهش تاخیر در تحویل سفارشات در هر سناریو..... ۱۷۱
- جدول ۶-۳ معادلات حاکم بر زمان اجرا..... ۱۷۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ نقش موجودی در زنجیره‌ی تامین ۳
- شکل ۲-۱ پراکندگی انواع روش‌های تحقیق ۵
- شکل ۳-۱ متغیرهای مساله‌ی میزان موجودی ۶
- شکل ۴-۱ انواع مدل‌سازی در زنجیره‌ی تامین ۸
- شکل ۵-۱ محدوده‌ی تحقیق ۹
- شکل ۶-۱ مدل رفت و برگشتی در روش تحقیق (V-W Model) ۱۱
- شکل ۷-۱ روند پیدایش و حل مساله از نظر روش تحقیق (از بالا به پایین) ۱۲
- شکل ۸-۱ انواع موردکاوی از دیدگاه روش تحقیق ۱۲
- شکل ۹-۱ انواع مدل‌های ترکیبی ریاضی و شبیه‌سازی ۱۳
- شکل ۱۰-۱ نمودار مراحل تحقیق ۱۶
- شکل ۱-۲ جریان در مدل لی و کیم ۲۳
- شکل ۲-۲ چارچوب مفهومی سیستم پیشنهاد شده برای زنجیره‌ی تامین ۲۹
- شکل ۳-۲ چارچوب مفهومی طراحی ترکیبی ۳۳
- شکل ۴-۲ حاشیه‌ی سود برحسب رضایت مشتری (Koo et al., 2007) ۳۵
- شکل ۵-۲ مشخصات هر گره در شبکه‌ی لی و کومار ۳۷
- شکل ۶-۲ انواع ساختارهای پیشنهاد شده برای زنجیره‌ی تامین ۳۷
- شکل ۷-۲ شبکه‌ی توزیع در زنجیره‌ی تامین (Yoshizumi & Okano, 2007) ۴۰
- شکل ۸-۲ نتایج شبیه‌سازی برای WLTP (Yoshizumi & Okano, 2007) ۴۱
- شکل ۹-۲ نمونه‌ی سیستم شبیه‌سازی شده (Yoshizumi & Okano, 2007) ۴۱
- شکل ۱۰-۲ رویکرد شبیه‌سازی مستقر در ارزیابی ظرفیت ۴۳
- شکل ۱۱-۲ اثر متقابل شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ۴۵
- شکل ۱۲-۲ طراحی قسمت تامین ۴۶
- شکل ۱۳-۲ ارتباط بخش‌های مختلف مدل (Samiento & Moraga, 2007) ۵۱
- شکل ۱۴-۲ محدوده‌ی عملکردی نابی و چابکی ۵۲
- شکل ۱۵-۲ ارزش در تولید ناب ۵۴
- شکل ۱۶-۲ سیستم کنترل Kanban ۵۹
- شکل ۱۷-۲ سیستم کنترل Conwip ۵۹

- شکل ۲-۱۸ سیستم کنترل ترکیبی ۵۹
- شکل ۲-۱۹ تصویر کلی نقش کانبان در زنجیره ۶۱
- شکل ۲-۲۰ روابط در دو کارخانه سریالی در زنجیره‌ی تامین با سیستم ارتباط کانبان ۶۲
- شکل ۲-۲۱ نمای یک زنجیره‌ی تامین ۵ سطحی ۶۴
- شکل ۲-۲۲ ذخیره موجودی دو ایستگاه مجاور در زنجیره‌ی تامین (Wang & Sarker, 2005) ۶۵
- شکل ۲-۲۳ مقدار موجودی ذخیره شده ۶۷
- شکل ۲-۲۴ نمونه‌ی الگوریتم شاخه و حد (Wang & Sarker, 2005) ۶۸
- شکل ۳-۱ مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن اندازه‌ی دسته‌های تولیدی ۷۷
- شکل ۳-۲ مقایسه‌ی رشد توابع چندجمله‌ای ۸۲
- شکل ۳-۳ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۸ ۸۵
- شکل ۳-۴ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۹ ۸۷
- شکل ۳-۵ مقادیر موجودی برای کانبان تولیدی با مقدار ۱۰ ۸۹
- شکل ۳-۶ استفاده از بهینه‌سازی در شبیه‌سازی برای مسایل MINLP ۹۰
- شکل ۳-۷ استفاده از بهینه‌سازی در شبیه‌سازی برای مورد کاوی ۹۱
- شکل ۴-۱ تصویر کلی کانبان در زنجیره‌ی تامین سریالی ۹۶
- شکل ۴-۲ مدل دو کارخانه‌ی سریالی در زنجیره‌ی تامین با سیستم ارتباطی کانبان ۹۶
- شکل ۴-۳ مدل کلی زنجیره‌ی تامین بر اساس تولید بهنگام ۹۷
- شکل ۴-۴ روابط در مدل شبیه‌سازی شده ۹۹
- شکل ۴-۵ ثبت اندازه‌ی دسته‌ی تولیدی در مدل شبیه‌سازی شده ۱۰۰
- شکل ۴-۶ اتم‌های ایجاد سفارش در مدل شبیه‌سازی ۱۰۱
- شکل ۴-۷ مدل شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین سریالی در زنجیره‌ی تامین با سیستم ارتباطی کانبان ۱۰۲
- شکل ۴-۸ نمایی از یک حالت شبیه‌سازی در حال اجرا برای مقایسه‌ی با مدل ریاضی ۱۰۸
- شکل ۴-۹ هموار شدن جواب برای اعتبارسنجی ۱۰۹
- شکل ۴-۱۰ نمای زنجیره‌ی تامین مورد بررسی ۱۱۰
- شکل ۴-۱۱ نمای مدل شبیه‌سازی شده برای زنجیره‌ی مورد مطالعه ۱۱۲
- شکل ۴-۱۲ روابط در مدل شبیه‌سازی برای زنجیره‌ی مورد مطالعه ۱۱۲
- شکل ۴-۱۳ برآورد آماری پارامترهای ورودی به مدل ۱۱۴
- شکل ۴-۱۴ سیکل تولید محصول در کارخانه‌ی آخر ۱۱۵
- شکل ۴-۱۵ وابستگی سیکل کاری به تعداد کانبان تولیدی ۱۱۵

- شکل ۴-۱۶ ایجاد اولویت FIFO ۱۱۶
- شکل ۴-۱۷ ایجاد اولویت بر مبنای شانس ۱۱۷
- شکل ۴-۱۸ ایجاد سناریوی اولویت ۱۱۷
- شکل ۴-۱۹ الگوریتم شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ۱۱۸
- شکل ۴-۲۰ ورود زمان سفارش دهی ۱۱۹
- شکل ۴-۲۱ روند تناسب برای ده عضو نخبه از نسل‌های مختلف ۱۲۴
- شکل ۴-۲۲ اولویت تولید بر اساس اولین درخواست ۱۲۵
- شکل ۴-۲۳ اولویت تولید بر اساس بیشترین کانبان انبار شده ۱۲۶
- شکل ۴-۲۴ اولویت تولید بر مبنای شانس ۱۲۶
- شکل ۴-۲۵ سناریوی انتخاب محصولات برای تولید بر اساس اولویت ۱۲۷
- شکل ۴-۲۶ اولویت نسبت تعداد کانبان در حال انتظار به تعداد کانبان تولید شده از همان محصول ۱۲۷
- شکل ۴-۲۷ لایه‌های جواب برای سناریوها ۱۲۸
- شکل ۴-۲۸ مقایسه‌ی مقدار موجودی در سناریوهای مختلف ۱۲۸
- شکل ۴-۲۹ حداقل تاخیر در تحویل سفارشات در سناریوهای مختلف ۱۲۹
- شکل ۴-۳۰ مقایسه‌ی سناریوها برای ارزش یکسان اهداف ۱۳۰
- شکل ۴-۳۱ نحوه پراکندگی دو نوع کانبان در سطح زنجیره تامین ۱۳۱
- شکل ۵-۱ مدل شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین هفت سطحی ۱۳۳
- شکل ۵-۲ الگوریتم ارتباط شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ۱۳۴
- شکل ۵-۳ مقدار هزینه با افزایش ضریب هزینه نگهداری ۱۳۶
- شکل ۵-۴ مقدار دیرکرد در تحویل سفارشات با افزایش زمان ایجاد سفارش ۱۳۷
- شکل ۵-۵ آزمون یکسانی خروجی برای جواب‌های یکسان ۱۳۸
- شکل ۵-۶ روند به دست آوردن زمان آماده‌سازی برای سناریوی FIFO و سه کارخانه ۱۴۰
- شکل ۵-۷ روند به دست آوردن زمان آماده‌سازی برای سناریوی Random و هفت کارخانه ۱۴۰
- شکل ۵-۸ روند افزایش زمان آماده‌سازی بر حسب تعداد کارخانه‌ها ۱۴۱
- شکل ۵-۹ زمان اجرای به‌دست آمده برای هر سناریو ۱۴۳
- شکل ۵-۱۰ نمای الگوریتم بهینه‌سازی طراحی شده ۱۴۵
- شکل ۵-۱۱ بهترین ترکیب برای الگوریتم بهینه‌سازی ۱۴۶
- شکل ۵-۱۲ هزینه در بهترین‌های هر سناریو ۱۴۹
- شکل ۵-۱۳ تاخیرات موجود در بهترین جواب‌های یافت شده ۱۴۹
- شکل ۵-۱۴ هزینه و تاخیر در زنجیره‌ی تامین با سطوح مختلف ۱۵۰

- شکل ۵-۱۵ پیش‌بینی هزینه در زنجیره‌ی تامین ۱۵۰
- شکل ۵-۱۶ پیش‌بینی تاخیرات در زنجیره‌ی تامین ۱۵۱
- شکل ۵-۱۷ تقسیم بندی هزینه برای بهترین جواب در زنجیره‌ی تامین ۳ سطحی ۱۵۲
- شکل ۵-۱۸ تقسیم بندی هزینه برای بهترین جواب در زنجیره‌ی تامین ۴ سطحی ۱۵۲
- شکل ۵-۱۹ تقسیم بندی هزینه برای بهترین جواب در زنجیره‌ی تامین ۵ سطحی ۱۵۲
- شکل ۵-۲۰ تقسیم بندی هزینه برای بهترین جواب در زنجیره‌ی تامین ۶ سطحی ۱۵۳
- شکل ۵-۲۱ تقسیم بندی هزینه برای بهترین جواب در زنجیره‌ی تامین ۷ سطحی ۱۵۳
- شکل ۵-۲۲ یکنواختی درصد هزینه‌ها در سطوح مختلف زنجیره‌ی تامین (با کمترین هزینه) ۱۵۴
- شکل ۵-۲۳ یکنواختی درصد هزینه‌ها در سطوح مختلف زنجیره‌ی تامین (با کمترین تاخیرات) ۱۵۴
- شکل ۵-۲۴ روند متغیرهای زنجیره‌های چند سطحی ۱۵۵
- شکل ۵-۲۵ مجموع کانبان‌ها در سطوح مختلف زنجیره‌ی تامین ۱۵۶
- شکل ۵-۲۶ تعداد کانبان‌ها در کلیه‌ی مراحل زنجیره‌ی تامین ۱۵۶
- شکل ۵-۲۷ اندازه‌ی دسته‌های تولیدی استفاده شده در سناریوها ۱۵۷
- شکل ۶-۱ نمای تولید بهنگام برای دو کارخانه ۱۶۰
- شکل ۶-۲ مدل زنجیره‌ی تامین چند سطحی ۱۶۲
- شکل ۶-۳ نمای مدل شبیه‌سازی زنجیره‌ی تامین ۱۶۲
- شکل ۶-۴ ارتباط بین بهینه‌سازی و شبیه‌سازی ۱۶۳
- شکل ۶-۵ الگوی بهینه‌سازی ابتکاری برای چند هدف ۱۶۴
- شکل ۶-۶ الگوی ترکیب الگوریتم‌های بهینه‌سازی ۱۶۵
- شکل ۶-۷ همپوشانی تکنیک‌های مختلف در تحقیق ۱۶۶
- شکل ۶-۸ فرآیند بهینه‌سازی در بررسی موردی ۱۶۸
- شکل ۶-۹ فرآیند شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ۱۶۹
- شکل ۶-۱۰ کاهش سطح موجودی بعد از انجام فرآیند بهینه‌سازی ۱۶۹
- شکل ۶-۱۱ کاهش هدف تاخیر در تحویل سفارشات نسبت به وضعیت کنونی ۱۷۰
- شکل ۶-۱۲ مقادیر اهداف در زنجیره‌ی تامین با پنج عضو ۱۷۳
- شکل ۶-۱۳ نسبت هزینه‌ها در زنجیره‌ی تامین ۱۷۳

فصل ۱

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

طراحی زنجیره‌ی تامین فرآیندی پویاست و به گونه‌ای نیست که یکبار برای همیشه انجام شود. لازم است با توجه به ظهور حلقه‌های جدید در زنجیره و نیز تغییرات محیطی، تجدید نظرهای لازم در آن صورت گیرد. یکی از اهداف مدیران که امروزه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد اجرای فرآیندهای کسب و کار و یکپارچه کردن آن‌ها با سایر اعضای کلیدی زنجیره‌ی تامین می‌باشد. یک فرآیند کسب و کار، ساختاری از مجموعه فعالیت‌ها، با خروجی مشخص برای مشتریان است. در ابتدا فرآیندهای کسب و کار به عنوان ابزاری برای یکپارچه کردن کارکردهای درون سازمان به‌شمار می‌آمد. اکنون که فرآیندهای کسب و کار برای ساختاردهی به فعالیت‌های بین اعضای یک زنجیره‌ی تامین به‌کار می‌روند، می‌توان ادعا کرد که ارزش واقعی در یکپارچگی فرآیندهای کسب و کار بین سازمان‌ها در زنجیره‌ی تامین است. سازمان‌هایی که می‌خواهند راهبر بازار باشند، نیاز دارند فرآیندهای کسب و کار بین سازمانی را پیاده کنند (Lambert, 2005).

یکی از مهمترین مسایل تصمیم‌گیری برای این مدیران، پرداختن به موجودی‌های زنجیره‌ی تامین است. موجودی‌ها، اهدافی مثل پاسخگویی در زنجیره‌ی تامین را تسهیل می‌کنند. ولی اساساً برای کل زنجیره‌ی تامین هزینه‌ساز هستند. رسیدن به توازن در سطوح موجودی هر بخش از زنجیره‌ی تامین، برای مرتفع نمودن عدم قطعیت‌ها در سفارشات زنجیره، از مسایل عمده در تصمیم‌گیری مدیریتی زنجیره‌ی تامین است.

۱-۲ بیان مساله

یکی از مهمترین ویژگی‌های محیط‌های کسب و کار امروزی، پیچیدگی این محیط‌هاست. جهانی شدن کسب و کارها و توسعه‌ی دامنه‌ی فعالیت‌های آن‌ها در سطح بین‌المللی، علاوه بر مزایای فوق‌العاده‌ی آن، مشکلاتی را نیز برای شرکت‌ها به وجود آورده است. با گسترش دامنه‌ی بازار شرکت‌ها از یک سو و توسعه‌ی مراکز تامین و توزیع کالا از سوی دیگر، پیچیدگی‌های محیط‌های کسب و کار به شدت گسترش یافته است. عدم توانایی شرکت‌ها در انجام اموری همچون پیش‌بینی تقاضای مشتریان، دستیابی به سطح موردنیاز رضایت‌مندی مشتریان و برنامه‌ریزی در جهت افزایش سود، کسب و کارها را به سوی همکاری با سایر