



دانشگاه آزاد اسلامی
مرکز چاپ و انتشارات

برنامه ریزی و بهینه سازی سامانه های تخلیه خودکار

نویسندگان

دکتر بهنام وحدانی

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین)

دکتر سید میثم موسوی

(عضو هیئت علمی دانشگاه شاهد)

مهندس وحید محقق

(دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه شاهد)

سرشناسه	موسوی، سیدمیثم، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی سامانه‌های ذخیره خودکار / نویسندگان سید میثم موسوی، بهنام وحدانی، وحید محقق
مشخصات نشر	تهران : دانشگاه شاهد، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۴۵۶ ص.؛ مصور، جدول
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۱۲۱-۶۳-۵
وضعیت فهرست نویسی	فیا :
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	انبارداری
موضوع	Warehouses -- Management :
موضوع	انبارداری -- خودکاری
موضوع	Warehouses -- Management -- Automation :
موضوع	انبارداری -- برنامه های کامپیوتری
موضوع	Warehouses -- Management -- Computer programs :
شناسه افزوده	حیدانی، بهنام، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	محمّدی، وحید، ۱۳۶۸ -
شناسه افزوده	دانشگاه شاهد :
رده بندی کنگره	HF۵۴۳ .م۳۴ .ق۲ .۹۲
رده بندی دیویی	۶۸۷۸۵ :
شماره کتابشناسی ملی	۵۱۰۰۵۸۱ :



برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی سامانه‌های ذخیره خودکار

نویسندگان: سید میثم موسوی، بهنام وحدانی و وحید محقق

تعداد: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت و سال چاپ: اول - ۱۳۹۶

قیمت: ۲۳۸۰۰۰ ریال

نشانی ناشر: تهران، ابتدای آزادراه خلیج فارس، روبه‌روی حرم مطهر امام خمینی (ره)،

معاونت پژوهش و فناوری، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شاهد

دورنگار: ۵۱۲۱۵۱۲۴

تلفن: ۵۱۲۱۴۱۲۲

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

صد هزاران دام و دانه ست ای خدا
ما چو مرغان حریص بی‌نوا
دم به دم ما بسته‌ی دام توئیم
هر یکی گر باز و سیمرغی شویم
می‌رهانی هر دمی ما را و باز
سوی دامی می‌رویم ای بی‌نیاز

(مولانا)

خودکار، ری جریان مواد با توجه به پیشرفت‌های موجود در فناوری موردنیاز گسترش یافته است. این روند به توجه به نیازهای انبارداری و سیستم پخش مورد استفاده قرار می‌گیرد. خودکارسازی دربرگیرنده فعالیت مستقل یک سیستم فنی با در نظرگیری عملکرد و مسائل اقتصادی است. با توجه به فعالیت‌های وابسته به رایانه و فعالیت‌های مستقل، می‌توان گفت که مدیریت انبارداری خود فعالیتی مربوط به خودکارسازی است که در سطحی بالا از مدیریت کسب‌وکار قرار دارد. خودکارسازی جریان مواد به ذهن کنترل و هدایت فعالیت‌های حمل جریان مواد است.

از سویی، سامانه بازیابی و ذخیره خودکار یکی از سامانه‌های اساسی حمل مواد است که به‌طور گسترده در مراکز توزیع و محیط‌های تولید خودکار کاربرد دارد. سامانه بازیابی و ذخیره خودکار تنها به‌عنوان جایگزین انبارهای سنتی استفاده نمی‌شوند بلکه بخشی از سامانه‌های پیشرفته تولید محسوب می‌شود. سامانه بازیابی و ذخیره خودکار می‌تواند نقش مهمی را در کارخانه‌های مدرن ایفا کند و مزایای فراوانی را در کنترل موجودی و بهبود در هزینه، فضا و تجهیزات به ارمغان آورد.

نویسندگان این کتاب بر اساس تجربیات گذشته در زمینه انبارداری، بعد از تألیف کتاب «مدل‌ها و سیستم‌های نوین انبارداری و برداشت سفارش»، در این کتاب سعی کرده‌اند مسئله انبارداری با تمرکز بر روی بهینه‌سازی استفاده از سامانه‌های ذخیره و بازیابی خودکار مورد بررسی قرار دهند. بخش اول کتاب به بررسی خودکارسازی و مسائل مربوط به آن می‌پردازد. بخش دوم دربرگیرنده مروری کلی بر ادبیات موجود در این زمینه است. در این فصل، ادبیات موضوع به همراه روندها و مدل‌هایی در این زمینه آورده شده است و روندهای که برای تحقیقات آتی جذاب

است، مطرح شده است. در فصل سوم، روشی برای بهینه‌سازی در طراحی سامانه‌های ذخیره و بازیابی بار واحد خودکار آورده شده است. در فصل چهارم، بهبود بهره‌وری در سامانه ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار و کاهش زمان برداشت سفارش بررسی شده است. در ادامه به صورت جزئی‌تر، سامانه بار واحد چند راهرویی به همراه یک ماشین ذخیره و بازیابی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه، مسئله به صورت مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی، رابطه‌بندی شده است. سپس یک الگوریتم ژنتیک به عنوان یک مسئله فراابتکاری و ابتکاری توسعه داده شده است و یک مقایسه‌ی عملکردی بین آن‌ها انجام شده است. در نهایت تعدادی نتایج عددی از مجموعه‌ای بزرگ از مسائل، ارائه شده است. در فصل پنجم، مدل تحلیلی برای محاسبه زمان سفر برای سامانه‌های ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار در انبار بهینه‌بندی شده دارای سه گروه (ABC) در انبار مستطیل در زمان ارائه شده است. به طور خاص، یک روش برای ارزیابی تحلیلی فرم بسته میانگین زمان سفر برای چرخه‌های تک و دو دستوری همراه با پیکربندی ورودی و خروجی قرار گرفته در گوشه چپ انبار و دارای تغییرات در منحنی ABC ارائه شده است. ارزیابی تحلیلی عددی با شبیه‌سازی برای ارزیابی روش ارائه شده با توجه به سناریوهای تحلیلی توسعه یافته است. در فصل ششم، بهینه‌سازی سامانه‌های ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، مدل‌های تحلیلی و شبیه‌سازی برای بررسی عملکرد سامانه ذخیره و بازیابی، شبیه‌سازی هدایت خودکار توسعه داده شد. در بخش تحلیلی، سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار از طریق شبکه صف نیمه‌باز مدل‌سازی شد. علاوه بر این، با استفاده از طراحی آزمایش‌ها مدل‌های ارائه شده مورد بررسی قرار گرفتند. در فصل هفتم، روش‌های هوشمند که می‌توانند برای طراحی و مدیریت مدرن انبار مورد استفاده قرار گیرند، مطرح شده‌اند. در فصل هشتم، روشی برای شبیه‌سازی سامانه‌های ذخیره و بازیابی خودکار توسط هوش ازدحامی مطرح شده است و در مثالی بکار گرفته شده است. در فصل نهم، مدل‌های ریاضی که هم‌زمان تخصیص ذخیره‌سازی، بازیابی ذخیره‌سازی و هزینه‌های انبارداری را کمینه می‌کند، برای یک سامانه ذخیره و بازیابی خودکار سازمان توسعه داده شده است. جواب بهینه با استفاده از روش شبیه‌سازی تیریدی به دست آمده و یک سیاست بهینه سفارش ارائه شده است. در نهایت در فصل دهم، مسئله برداشت سفارش در انبار خودکار دارای چند راهرو که یک ماشین ذخیره بازیابی عملیات ذخیره و بازیابی را انجام می‌دهد، بررسی شده است.

این نکته باید ذکر شود که این مجموعه در این حجم و با این محدوده از موضوعات مرتبط با انبارداری، خالی از اشکال نبوده و نویسندگان این کتاب منتظر نظرها و پیشنهادهای خوانندگان گرامی در راستای بهبود کیفیت این کتاب خواهند بود.

آدرس الکترونیکی نویسندگان

mousavi.sme@gmail.com

b.vahdani@gmail.com

v.mohagheghi@gmail.com

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: خودکارسازی جریان مواد
۳	۱-۱- مبانی خودکارسازی
۴	۱-۱-۱- تاریخ خودکارسازی جریان مواد
۵	۱-۱-۱- رگان و تعریف‌ها
۷	۱-۱-۳- ساختار سامانه‌ی کنترل
۹	۱-۱-۳-۱- سطح ۶: ارائه ارتباط
۹	۱-۱-۳-۲- سطح ۵: کنترل سیستم
۱۰	۱-۱-۳-۳- سطح ۴: کنترل سیستم ترکیبی
۱۰	۱-۱-۳-۴- سطح ۳: کنترل بخش
۱۰	۱-۱-۳-۵- سطح ۲: کنترل ابتدایی
۱۲	۱-۱-۳-۶- سطح ۱: انتقال دهنده‌ها
۱۲	۱-۱-۴- مهندسی کنترل
۱۲	۱-۱-۴-۱- دسته‌بندی کنترل‌ها
۱۵	۱-۱-۴-۲- کنترل کننده‌های منطقی برنامه پذیر
۱۹	۱-۲- کنترل رایانه
۲۰	۱-۳- حسگرها
۲۰	۱-۳-۱- دسته‌بندی حسگرها
۲۱	۱-۳-۱-۱- حسگرهای مکانیکی

- ۲۱-۱-۳-۲- حسگرهای اپتیکی ۲۱
- ۲۳-۱-۳-۳- حسگرهای مغناطیسی و القایی ۲۳
- ۲۴-۱-۳-۴- حسگرهای آلتراسونیک ۲۴
- ۲۴-۱-۴-۱- فعال‌کننده‌ها ۲۴
- ۲۶-۱-۵-۱- رابط‌ها در سامانه‌های خودکار ۲۶
- ۲۸-۱-۶-۱- جمع‌بنایی ۲۸
- فصل ۲: سامانه‌های بازیابی ذخیره‌سازی خودکار: مروری بر سیاست‌های کنترلی و مدل‌های زمان گردش ۳۱
- ۳۱-۱-۲- معرفی ۳۱
- ۳۳-۱-۱-۲- برنامه‌ریزی و طراحی تجهیزات ۳۳
- ۳۴-۱-۲-۱- تعریف و حوزه حمل مواد ۳۴
- ۳۵-۱-۲-۳- تجهیزات حمل مواد ۳۵
- ۳۶-۱-۲-۲- سامانه‌های بازیابی و ذخیره‌سازی خودکار ۳۶
- ۳۶-۱-۲-۱- تعریف سامانه بازیابی و ذخیره خودکار ۳۶
- ۳۹-۱-۲-۲- انواع و کاربردهای سامانه بازیابی و ذخیره خودکار ۳۹
- ۴۲-۱-۲-۳- انواع جراثیل‌های پرکننده در سامانه بازیابی و ذخیره خودکار ۴۲
- ۴۲-۱-۲-۴- سامانه شناسایی خودکار در سامانه بازیابی و ذخیره خودکار ۴۲
- ۴۳-۱-۲-۵- تصمیمات طراحی سامانه بازیابی و ذخیره خودکارها ۴۳
- ۳-۲-۱-۳- مدل‌های موجود زمان گردش در جنبه‌های مختلف از سامانه‌های سامانه بازیابی و ذخیره ۴۷

۴۷	۱-۳-۲- تفاسیر زمان مدل‌های گردش سامانه بازیابی و ذخیره خودکار
۴۹	۲-۳-۲- چرخه‌های مختلف فرمان جراثیل پرکننده
۵۵	۳-۳-۲- خصوصیات عملکردی حامل‌ها
۵۷	۴-۳-۲- سلول‌های ذخیره در یک قفسه، طراحی ساختار قفسه و چیدمان فیزیکی
۵۷	۳-۲-۴-۱- سلول‌های ذخیره در یک قفسه
۵۸	۲-۳-۲- طراحی ساختار قفسه و چیدمان فیزیکی در یک سامانه بازیابی و ذخیره خودکار
۶۵	۵-۳-۲- سیاست منطقه یک حامل
۶۸	۶-۳-۲- جایگاه ایستگاه ورودی/خروجی
۶۸	۱-۶-۳-۲- ورودی و خروجی در سمت مخالف انتهای راهرو
۶۹	۲-۶-۳-۲- ورودی و خروجی در جهت رافق انتهای راهرو اما در سطح متفاوت
۷۰	۳-۶-۳-۲- ورودی و خروجی در سطح یکسان اما در نقطه میانی راهرو
۷۱	۴-۶-۳-۲- ورودی و خروجی که در انتهای هر راهرو بالا رده شده‌اند
۷۳	۷-۳-۲- تخصیص ذخیره‌سازی
۷۹	۸-۳-۲- توالی درخواست
۸۵	۹-۳-۲- دسته‌بندی سفارش
۸۷	۱۰-۳-۲- روش‌های ابتکاری در هم آمیختن بارها و مرتب‌سازی
۹۰	۴-۲- نتیجه‌گیری و موضوعات تحقیقات آتی
۱۰۵	فصل ۳: طراحی سامانه‌های ذخیره و بازیابی بار واحد خودکار
۱۰۸	۱-۳- معرفی

- ۱۱۲..... ۲-۳- طراحی سامانه‌های ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار بار واحد
- ۱۱۲..... ۱-۲-۳- تحلیل داده‌ها
- ۱۱۲..... ۲-۲-۳- طرح‌ریزی چیدمان انبار
- ۱۱۳..... ۳-۲-۳- طرح‌ریزی تجهیزات انبار
- ۱۱۳..... ۴-۲-۳-لاحظات اقتصادی انبار
- ۱۱۴..... ۲-۳- تابع هدف کمینه هزینه کل
- ۱۱۴..... ۳-۳- توسعه مدل رای طراحی ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار بار واحد
- ۱۱۶..... ۱-۳-۳- توسعه تابع هدف - کمه‌سازی هزینه کل
- ۱۲۵..... ۴-۳- یک مثال توضیحی از طراحی سامانه ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار بار واحد
- ۱۲۶..... ۱-۴-۳- فرآیند بهینه‌سازی متغیرها، تعیین تابع هدف
- ۱۲۸..... ۵-۳- نتیجه‌گیری
- ۱۳۵..... فصل ۴: مدیریت انبارداری: بهبود بهره‌وری در سامانه‌های بازیابی و ذخیره خودکار
- ۱۳۵..... ۱-۴- معرفی
- ۱۳۶..... ۲-۴- مروری بر ادبیات
- ۱۴۰..... ۳-۴- توضیح مسئله و رابطه ریاضی
- ۱۴۱..... ۱-۳-۴- تحلیل زمان حرکت ماشین ذخیره و بازیابی
- ۱۴۳..... ۱-۱-۳-۴- زمان حرکت در یک راهرو
- ۱۴۴..... ۲-۱-۳-۴- زمان حرکت بین راهروها
- ۱۴۵..... ۴-۳-۲- ایجاد روابط ریاضی برای مسئله
- ۱۵۱..... ۴-۴- روش‌های حل

۱۵۲.....	۵-۴- الگوریتم ژنتیک
۱۵۴.....	۴-۵-۱- معرفی
۱۵۴.....	۴-۵-۲- آغاز کردن
۱۵۵.....	۴-۵-۳- تابع شایستگی و ارزیابی
۱۵۶.....	۴-۵-۴- عملگر انتخاب
۱۵۷.....	۴-۵-۵- عملگر تقاطع
۱۵۹.....	۴-۵-۶- جهش
۱۶۰.....	۴-۶- مثال عددی
۱۶۰.....	۴-۶-۱- مدل‌های شبیه‌سازی
۱۶۱.....	۴-۶-۲- نتایج عددی و بررسی
۱۷۳.....	۴-۷- نتیجه‌گیری
فصل ۵: مدل‌سازی تحلیلی و عددی چرخه زمانی ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار در انبارداری با	
۱۷۹.....	ذخیره‌سازی طبقه‌بندی‌شده
۱۷۹.....	۵-۱- مقدمه
۱۸۱.....	۵-۲- بررسی ادبیات
۱۸۳.....	۵-۳- تعریف سامانه و مفروضات
۱۸۶.....	۵-۴- استراتژی تخصیص مبتنی بر کلاس
۱۸۶.....	۵-۴-۱- نظریه توزیع تقاضا
۱۸۹.....	۵-۴-۲- تکرار تقاضای کلاس ABC همبسته به توزیع تقاضا
۱۹۲.....	۵-۵- چرخه فرمان تک دستوری

- ۱۹۵..... ۵-۶-۷ زمان چرخه دو دستوری
- ۱۹۵..... ۵-۶-۱-۱ محاسبات حرکت میان
- ۲۰۰..... ۵-۶-۲- استفاده از مدل ارائه‌شده
- ۲۰۲..... ۵-۶-۱-۲ ارزیابی تحلیلی چرخه تک دستوری و چرخه دو دستوری
- ۲۰۴..... ۵-۶-۷-۱ مدل‌سازی عددی یک انبار ذخیره و بازیابی مبتنی بر کلاس ذخیره‌سازی
- ۲۰۴..... ۵-۶-۷-۱-۱ ریکرد نظری: روش تبدیل معکوس
- ۲۰۶..... ۵-۶-۷-۲- مدل‌سازی عددی یک سامانه ذخیره‌سازی و بازیابی خودکار مبتنی بر ۳ کلاس
- ۲۰۷..... ۵-۶-۸- مقایسه نتایج تبدیل عددی
- ۲۰۹..... ۵-۶-۹- نتیجه‌گیری
- فصل ۶: یک فناوری جدید برای سامانه ذخیره‌سازی واحد بار خودکار: سامانه‌های ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
- ۲۱۵..... ۶-۱-۱ مقدمه
- ۲۱۹..... ۶-۲- سابقه و هدف
- ۲۲۱..... ۶-۳-۱-۳ مدل‌های تحلیلی برای سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
- ۲۲۲..... ۶-۳-۱-۱ شبکه صف نیمه‌باز
- ۲۲۴..... ۶-۳-۲- مدل شبکه صف نیمه‌باز در سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
- ۲۳۱..... ۶-۳-۱-۲-۱ سناریوهایی برای حرکت‌شناسی جابجاییها
- ۲۳۳..... ۶-۳-۲-۲- محاسبات احتمال وقوع برای سناریوهای ذخیره‌سازی و بازیابی
- ۲۳۴..... ۶-۳-۲-۳- ترکیب مشتری
- ۲۳۵..... ۶-۳-۲-۴- محاسبات زمان خدمت

۲۳۸.....	۶-۳-۲-۵- مدل شبکه صف نیمه‌باز از سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۳۹.....	۶-۳-۳- راه‌حل تحلیل تقریبی سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۴۲.....	۶-۳-۳-۱- تحلیل تقریبی شبکه صف توزیع عمومی وابسته به بار با داشتن زمان سرویس مختلف
۲۴۵.....	۶-۳-۱- پیاده‌سازی سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۵۳.....	۶-۳-۴- روش حل تقریبی هندسی سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۵۸.....	۶-۳-۵- مقایسه نتایج مدل تحلیلی
۲۶۰.....	۶-۴-۱- مدل شبیه‌سازی برای سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۶۰.....	۶-۴-۱- طراحی آزمایش‌ها
۲۶۱.....	۶-۴-۱-۱- مدل شبیه‌سازی در سامانه و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۶۵.....	۶-۴-۱-۲- فاکتورهای طراحی
۲۷۰.....	۶-۴-۱-۳- طراحی آزمایش‌ها و نتایج
۲۷۷.....	۶-۴-۱-۴- آزمون توکی
۲۸۳.....	۶-۴-۲- تحلیل رگرسیون برای پیکربندی قفسه در سامانه ذخیره و بازیابی ماشین‌های هدایت خودکار
۲۸۴.....	۶-۴-۲-۱- تشریح مسئله
۲۸۶.....	۶-۴-۲-۲- مدل‌سازی رگرسیون
۲۸۷.....	۶-۴-۲-۳- آزمایش‌ها
۲۸۸.....	۶-۴-۲-۴- تحلیل تابع رگرسیون
۳۰۰.....	۶-۵- نتیجه‌گیری

فصل ۷: روش‌های بهینه‌سازی هوشمند برای سامانه‌های ذخیره‌سازی صنعتی	۳۰۹
۱-۷-۱- مقدمه	۳۰۹
۱-۷-۱-۱- مشکلات در هنگام برنامه‌ریزی و مدیریت سامانه‌های پیچیده	۳۰۹
۱-۷-۲- روش‌های بهینه‌سازی هوشمند در طراحی و مدیریت انبار	۳۱۰
۱-۷-۳- بهینه‌سازی سامانه‌ها	۳۱۲
۱-۷-۴- فرایند بهینه‌سازی	۳۱۳
۱-۷-۵- هوش مصنوعی	۳۱۵
۲-۷-۲- محاسبات تکاملی	۳۱۷
۲-۷-۱- محاسبات تکاملی	۳۱۷
۲-۷-۲- الگوریتم ژنتیک	۳۱۹
۲-۷-۲-۱- کد نویسی راه‌حل‌ها	۳۲۲
۲-۷-۲-۲- اپراتورهای ژنتیکی و تکاملی	۳۲۲
۲-۷-۳- مورد جستجو برای چیدمان بهینه بر اساس ردیف	۳۲۶
۳-۷-۳- هوش ازدحامی	۳۳۴
۳-۷-۱- اطلاعات عمومی درباره هوش ازدحامی	۳۳۴
۳-۷-۲- بهینه‌سازی ازدحام ذرات	۳۳۴
۳-۷-۱-۲-۳- الگوریتم ازدحام ذرات	۳۳۵
۳-۷-۳-۳- بهینه‌سازی دسته‌ی مورچگان	۳۳۸
۳-۷-۳-۱- الگوریتم کلونی مورچه‌ها	۳۳۸
۳-۷-۳-۲- سامانه مورچه‌ها	۳۳۹

۳۴۳.....	۴-۳-۷- بهینه‌سازی کلونی زنبور
۳۴۵.....	۴-۳-۷-۱- الگوریتم دسته زنبور
۳۴۶.....	۵-۳-۷- جستجو برای یک طرح نامحدود بهینه از اشیاء با بهینه‌سازی گروه ذرات
۳۵۰.....	۴-۳-۷-۱- نتایج و بحث
۳۵۱.....	۴-۷- نتیجه‌گیری
۳۵۹.....	فصل ۸: بهینه‌ری سامانه‌های ذخیره و بازیابی خودکار توسط هوش ازدحامی
۳۵۹.....	۸-۱- معرفی
۳۶۲.....	۸-۲- روش‌های استفاده‌شده
۳۶۳.....	۸-۳- تعریف پارامتر و تنظیم بهینه‌ری
۳۶۷.....	۸-۴- نتایج و بحث
۳۷۴.....	۸-۵- جمع‌بندی
	فصل ۹: تعریف سیاست برداشت سفارش: مدل تخصیص بارش و راه‌حل شبیه‌سازی تیریدی در
۳۸۱.....	سامانه‌های ذخیره و بازیابی خودکار
۳۸۱.....	۹-۱- معرفی
۳۸۳.....	۹-۲- بررسی ادبیات سامانه ذخیره و بازیابی خودکار
۳۸۹.....	۹-۳- مدل پیشنهادی و روش شبیه‌سازی
۳۸۹.....	۹-۳-۱- روش ارائه‌شده بر اساس تخصیص ذخیره‌سازی اختصاصی
۳۸۹.....	۹-۳-۱-۱- فرض‌ها
۳۹۰.....	۹-۳-۱-۲- نمادها
۳۹۰.....	۹-۳-۱-۳- پارامترهای تصمیم‌گیری

- ۳۹۱..... ۹-۳-۱-۴- مدل ریاضی توسعه داده شده
- ۳۹۲..... ۹-۳-۱-۵- توضیح ساده مدل توسعه داده شده
- ۳۹۴..... ۹-۳-۲- الگوریتم شبیه‌سازی تبریدی
- ۳۹۵..... ۹-۳-۱-۲- گام‌های الگوریتم
- ۳۹۶..... ۹-۴- نتایج تبرید و مقایسه
- ۳۹۶..... ۹-۴-۱- راه حل مدل توسعه داده شده
- ۳۹۷..... ۹-۴-۲- راه حل شبیه‌سازی تبریدی
- ۴۰۰..... ۹-۴-۲-۱- دستاورد ها
- ۴۰۲..... ۹-۴-۳- مقایسه هر دو راه حل
- ۴۰۲..... ۹-۵- جمع‌بندی
- ۴۰۹..... فصل ۱۰: یک مدل زمان سفر برای سامانه‌های برداشت سفارش در انبارهای خودکار
- ۴۰۹..... ۱۰-۱- معرفی
- ۴۱۲..... ۱۰-۲- تعریف مسئله و فرض‌ها
- ۴۱۶..... ۱۰-۳- ایجاد رابطه مدل
- ۴۱۶..... ۱۰-۳-۱- نمادها
- ۴۱۷..... ۱۰-۳-۲- تحلیل زمان سفر ماشین ذخیره‌بازیابی
- ۴۱۷..... ۱۰-۳-۲-۱- زمان سفر در یک راهرو
- ۴۱۸..... ۱۰-۳-۲-۲- زمان سفر بین راهروها
- ۴۱۹..... ۱۰-۳-۳- رابطه مسئله
- ۴۲۳..... ۱۰-۴- روش ابتکاری

۴۲۷..... ۱۰-۵ مطالعات عددی

۴۳۲..... ۱۰-۷ جمع‌بندی

www.ketab.ir