

به نام خداوند بخشنده مهربان



دانشگاه علامه طباطبائی

دانشکده ریاضی و علوم رایانه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم کامپیوتر گرایش نظریه سیستم ها

یک الگوریتم شاخه و کرانه برای مسیریابی بدون تداخل خودرو های
خودکار در پایانه های کانتینری

استاد راهنما:

حسن رشیدی

استاد مشاور:

لطیفه پور محمدباقر اصفهانی

پژوهشگر:

امیررضا تقی زاده

پاییز ۱۴۰۳



منشور اخلاق پژوهش

با یاری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداوند است و همواره ناظر به اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری ما دانشجویان دانشکده های دانشگاه علامه طباطبائی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

- ۱_ اصل حقیقت جوئی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت،
- ۲_ اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق،
- ۳_ اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش،
- ۴_ اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش،
- ۵_ اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار،
- ۶_ اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق،
- ۷_ اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی،
- ۸_ اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد،
- ۹_ اصل برائت: التزام به برائت جوئی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلاینند.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا: .. / .. / ..



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب دانش آموخته مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد رشته که در تاریخ .../.../...
.../... از پایان نامه خود تحت عنوان «.....» با کسب نمره درجه دفاع نموده ام، متعهد
می شوم:

۱- این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و درموردی که از
دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از مقاله، کتاب، پایان نامه و غیره) استفاده نموده ام،
مطابق ضوابط و رویه موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوط ذکر
و درج کرده ام.

۲- این پایان نامه قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین تر یا بالاتر) در
سایر دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده از هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب،
ثبت اختراع و ازین دست موارد از این پایان نامه را داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه
علامه طباطبائی مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.

۴- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می پذیرم
و دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک
تحصیلی ام هیچ گونه ادعائی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا: .../.../...



تاییدیه هیأت داوران جلسه دفاع از پایان نامه ویژه کتابخانه مرکزی

پایان نامه آقای/خانم با عنوان در رشته گرایش در تاریخ .../.../...
. با نمره نهایی به عدد و به حروف دفاع شده و تمامی نظرات اعلام شده در جلسه
دفاع توسط دانشجو در پایان نامه اعمال و یا اصلاح شده است.

امضاء	نام و نام خانوادگی (به صورت کامل به همراه پیشوند و پسوند)	استاد / استادان راهنما
امضاء	نام و نام خانوادگی (به صورت کامل به همراه پیشوند و پسوند)	استاد / استادان مشاور
امضاء	نام و نام خانوادگی (به صورت کامل به همراه پیشوند و پسوند)	استاد / استادان داور (تمامی داوران داخلی و خارجی ذکر شوند)
امضاء	نام و نام خانوادگی (به صورت کامل به همراه پیشوند و پسوند)	مدیر گروه آموزشی
امضاء	نام و نام خانوادگی (به صورت کامل به همراه پیشوند و پسوند)	نماینده تحصیلات تکمیلی

این گواهی جهت ارائه به کتابخانه مرکزی برای تسویه حساب پایان نامه دانشجو صادر
شده و فاقد هرگونه ارزش قانونی دیگری است.

تقدیم به مادر عزیزم و برادر گرانبھایم

و

روح پدر بزرگوارم

با سپاس فراوان از اساتید محترم، به ویژه جناب آقای دکتر رشیدی، سرکار خانم دکتر پور
محمدباقر اصفهانی و سرکار خانم دکتر آزادی پرند، که با راهنمایی‌ها و حمایت‌های
ارزشمندشان، این پژوهش به سرانجام رسید.

چکیده

با افزایش تعداد کانتینرها، به منظور بهبود کارایی بنادر، نیاز به استفاده بیشتر از ماشین آلات خودکار (AGV¹) وجود دارد. با توجه به هزینه های بالای جرثقیل های بندری، خرید بیشتر جرثقیل های جرثقیل انباشت خودکار (ASC²) و جرثقیل های اسکله (QC³) مقرون به صرفه نیست؛ از این رو، افزایش تعداد AGV ها به عنوان راهکاری اقتصادی تر مطرح می شود. با این حال، افزایش بی رویه ی AGV ها ممکن است به مشکلاتی چون تداخل و ترافیک منجر شود که باعث کاهش کارایی بندر خواهد شد.

در این پژوهش، روشی برای توزیع عملیات کانتینری بین AGV ها به صورت بدون تداخل ارائه می شود. مسئله شامل جابه جایی تعداد مشخصی از کانتینرها بین محوطه ی ذخیره سازی و اسکله با استفاده از چندین AGV است. این مساله به صورت مدل عدد صحیح مختلط (MIP⁴)، مدلسازی می گردد. حل متداول این مدل بهینه سازی، با استفاده از الگوریتم شاخه و کرانه (B&B⁵) می باشد اما به علت در نظر گرفتن تداخل، پیچیدگی مساله، و در نتیجه تعداد محدودیت های مساله، افزایش یافته است. به همین دلیل، روش های ابتکاری⁶ و تسریع کننده متناسب با ماهیت مساله در نظر گرفته شده که زمان حل مساله را به طور قابل توجهی کاهش می دهد.

پاراگراف مربوط به نتایج آزمایش ها

کلیدواژه ها: توزیع AGV ها، مسیریابی، روش های مسیر یابی بدون تداخل، روش شاخه و کرانه

¹ Automated Guided Vehicles

² Automated Stacking Crane

³ Quay Crane

⁴ Mixed Integer Programming

⁵ Branch and Bound

⁶ Heuristic Methods

فهرست مطالب

فصل ۱ کلیات	۸
۱-۱ مقدمه	۹
۲-۱ طرح مساله	۹
۳-۱ روش تحقیق	۹
۴-۱ دستاورد ها	۹
۵-۱ ساختار گزارش	۹
فصل ۲ مفاهیم و تعاریف اولیه	۱۰
۱-۲ مقدمه	۱۱
۲-۲ تعاریف مربوط به بنادر	۱۱
۳-۲ تعاریف مربوط به بهینه سازی	۱۱
۱-۳-۲ تعاریف بهینه سازی خطی	۱۱
۲-۳-۲ تعاریف بهینه سازی عدد صحیح	۱۱
۳-۳-۲ تعاریف الگوریتم های اکتشافی	۱۱
۴-۲ جمع بندی	۱۱
فصل ۳ بررسی رویکرد های موجود	۱۳
۱-۳ مقدمه	۱۴
۲-۳ رویکرد بدون در نظر گرفتن تداخل	۱۴
۱-۲-۳ روش سیمپلکس شبکه پیشرفته	۱۴
۲-۲-۳ روش سیمپلکس شبکه پویا	۱۴
۳-۳ رویکرد های با در نظر گرفتن تداخل	۱۴
۱-۱-۳-۳ مدل دو سطحی با استفاده از الگوریتم ژنتیک	۱۴

۲-۱-۳-۳	مدل ترکیبی ژنتیک و ازدحام ذرات	۱۴
۴-۳	مقایسه روش ها	۱۴
۵-۳	خلاصه و جمع بندی	۱۴
فصل ۴ روش پیشنهادی		۱۵
۱-۴	مقدمه	۱۶
۲-۴	فرضیات روش پیشنهادی	۱۶
۳-۴	مدلسازی مساله	۱۶
۴-۴	محدودیت های مساله	۱۸
۱-۴-۴	دسته ی اول: محدودیت های تخصیص وظیفه کانتینری:	۱۸
۲-۴-۴	دسته ی سوم: محدودیت های مربوط به تداخل AGV ها	۲۱
۳-۴-۴	دسته ی چهارم: محدودیت های مربوط به زمان	۲۱
۴-۴-۴	دسته ی پنجم محدودیت های دامنه ی متغیر های تصمیم	۲۱
۵-۴	چارچوب روش پیشنهادی	۲۱
۶-۴	شرح جزئیات داخل چارچوب	۲۱
۷-۴	خلاصه و جمع بندی	۲۱
فصل ۵ ارزیابی روش پیشنهادی		۲۲
۱-۵	مقدمه	۲۳
۲-۵	داده های مورد آزمایش	۲۳
۳-۵	جزئیات پیاده سازی روش پیشنهادی	۲۳
۴-۵	تحلیل نتایج آزمایشات	۲۳
۵-۵	خلاصه و جمع بندی	۲۳
فصل ۶ نتایج بدست آمده و کارهای آتی		۲۴
۱-۶	خلاصه ای از کارهای انجام شده	۲۵
۲-۶	نتایج بدست آمده	۲۵

۳-۶ کارهای آتی ۲۵

کتابنامه ۲۶

پیوست ۲۸

واژه‌نامه ۳۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۲ عنوان جدول	۱۲
جدول ۱-۴ پارامترهای مساله	۱۶
جدول ۲-۴ مجموعه‌های مساله	۱۷
جدول ۳-۴ متغیرهای تصمیم	۱۷
جدول ۴-۴ متغیرهای تصمیم واسطه	۱۸

فهرست شکل‌ها و نمودارها

شکل ۱-۲ یک تصویر نمونه ۱۲

فهرست اصطلاحات استفاده شده در پایان نامه

مخفف	اصطلاح	ترجمه
AGV	Automated Guided Vehicles	
ASC	Automated Stacked Cranes	
MIP	Mixed Integer Programming	
B&B	Branch and Bound	
HP	Handover Points	
QC	Quay Crane	
ACT	Automated Container Terminal	
GVS	Greedy Vehicle	
GA	Genetic Algorithm	
PSO	Particle Swarm Algorithm	
NSA	Network Simplex Algorithm	
DNSA	Dynamic Network Simplex Algorithm	

فصل ۱ کلیات

۱-۱ مقدمه

(در این بخش پژوهشگر به ارائه اطلاعات دقیق و روشن درباره موضوع مورد پژوهش، ارائه دلایل منطقی و نظری منجر به انجام پژوهش و بیان ارتباط بین این پژوهش با پژوهش‌های قبلی می‌پردازد)

۲-۱ طرح مساله

(در این بخش پژوهشگر به بیان ابهام‌ها، چالش‌ها، شکاف‌های دانشی، تعارض بین داده‌های پیشین، موارد مجهول و نیازهای موجود در رابطه با موضوع پژوهش می‌پردازد.)

۳-۱ روش تحقیق

(در این بخش پژوهشگر باید درباره اهمیت، مزایا و اولویتهای انجام پژوهش توضیح داده و ضرورت و تبعات ناشی از عدم انجام این پژوهش را بیان کند.)

۴-۱ دستاوردها

(اهداف پژوهش بیان نظام‌مند مواردی است که پژوهشگر با توجه به مسئله پژوهش به دنبال دستیابی به آن است. اهداف پژوهش شامل دو نوع اصلی و فرعی است)

(هدف اصلی باید به صورت یک جمله و نه عبارت بیان شود، به تمامی جنبه‌ها، متغیرها و زاویه پژوهش اشاره نماید و کاملاً همخوان با عنوان پژوهش باشد)

۵-۱ ساختار گزارش

فصل ۲

مفاهیم و تعاریف اولیه

۱-۲ مقدمه

(در مقدمه این فصل توضیحات کلی در مورد محتوای فصل ارائه می‌شود.)

۲-۲ تعاریف مربوط به بنادر

(در این بخش پژوهشگر باید با بررسی مبانی نظری گوناگون، چهارچوب نظری عنوان پژوهش خویش را تعیین کرده و مشخص سازد. مقصود از مبانی نظری بازگویی نظریه‌ها، الگوها، چهارچوب‌ها، تعریف‌ها و رویکردهای موجود در خصوص موضوع پژوهش است.)

۳-۲ تعاریف مربوط به بهینه سازی

(این بخش بیانگر پژوهش‌هایی است که تاکنون در رابطه با عنوان پژوهش گزارش شده اند.)

۱-۳-۲ تعاریف بهینه سازی خطی

(در این بخش توضیحات مقدماتی در زمینه پیشینه‌های موضوع ارائه می‌شود که ضمن اشاره به دامنه موضوعی پژوهش‌های پیشین، به میزان جامعیت و دقت شناسایی آن پژوهش‌ها و گروه‌بندی پژوهش‌های شناسایی شده می‌پردازد.)

۲-۳-۲ تعاریف بهینه سازی عدد صحیح

(در این بخش پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور به صورت گروه‌بندی شده مرور می‌شود. پژوهشگر باید در نگارش هر پیشینه پژوهش به نام پژوهشگر(ها)، سال انجام پژوهش، موضوع و یا هدف پژوهش، روش‌شناسی پژوهش و یافته‌های حاصل از آن بپردازد.)

۳-۳-۲ تعاریف الگوریتم‌های اکتشافی

(در این بخش پژوهش‌های انجام شده در خارج از کشور به صورت گروه‌بندی شده مرور می‌شود. پژوهشگر باید در نگارش هر پیشینه پژوهش به نام پژوهشگر(ها)، سال انجام پژوهش، موضوع و یا هدف پژوهش، روش‌شناسی پژوهش و یافته‌های حاصل از آن بپردازد.)

۴-۲ جمع بندی

(در این بخش باید پیشینه‌های مطالعه شده مورد استنتاج قرار گیرند. و نیاز به انجام پژوهش‌های جدید در آن حوزه به روشنی تبیین گردد.)



شکل ۱-۲ یک تصویر نمونه

جدول ۱-۲ عنوان جدول

عنوان	عنوان	عنوان
متن	متن	متن

فصل ۳ بررسی رویکرد های موجود

۱-۳ مقدمه

(در مقدمه این فصل توضیحات کلی در مورد محتوای فصل ارائه می‌شود.)

۲-۳ رویکرد بدون در نظر گرفتن تداخل

۱-۲-۳ روش سیمپلکس شبکه پیشرفته

۲-۲-۳ روش سیمپلکس شبکه پویا

(در این بخش با توجه به اهداف پژوهش، طرح، رویکرد، و یا روش پژوهش مشخص می‌شود. به‌طور کلی پژوهش‌ها از نظر هدف به سه روش بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای انجام می‌شوند و از نظر گردآوری داده‌ها به روش‌های توصیفی، همبستگی، تجربی، پیمایشی، تحلیل محتوا، تاریخی و جز آن تقسیم می‌شوند)

۳-۳ رویکرد های با در نظر گرفتن تداخل

۱-۱-۳-۳ مدل دو سطحی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

۲-۱-۳-۳ مدل ترکیبی ژنتیک و ازدحام ذرات

(در این بخش جامعه آماری پژوهش به تفکیک مشخصاتی مانند سن، جنس و ... توصیف می‌شود. منظور از جامعه پژوهش مجموعه اعضای حقیقی یا فرضی مورد مطالعه است که نتیجه‌های پژوهش به آنها مربوط می‌شود.)

۴-۳ مقایسه روش ها

(در این بخش نحوه انتخاب نمونه‌های آماری، متناسب با اندازه جامعه پژوهش و روش پژوهش توصیف می‌شود. به‌طور کلی برای نمونه‌گیری از روش‌های احتمالی (مانند تصادفی، نظام‌مند، طبقه‌ای، خوشه‌ای و جزء آن) و غیراحتمالی (مانند داوطلبانه، سهمیه‌ای، هدفمند و جزء آن) استفاده می‌شود.)

۵-۳ خلاصه و جمع بندی

(در این بخش با توجه به روش پژوهش، روش گردآوری داده‌ها تبیین می‌شود به‌طور کلی برای جمع‌آوری داده‌ها یکی از روش‌های مصاحبه، مشاهده، پرسشنامه و تحلیل اسناد و مدارک استفاده می‌شود.)

فصل ۴

روش پیشنهادی

۲-۴ فرضیات روش پیشنهادی

(در این بخش، داده‌های گردآوری شده در فرآیند اجرای پژوهش در قالب متن، آزمون آماری (توصیفی و استنباطی)، نمودار، و جدول بر مبنای پرسش‌ها یا فرضیه‌های پژوهش گروه‌بندی شده و سپس تجزیه و تحلیل می‌شوند).

۳-۴ مدلسازی مساله

مساله مورد بحث، به شکل یک مساله ی عدد صحیح مختلط می باشد. چهار رکن اصلی مساله ی بهینه سازی، پارامترها، مجموعه ها، متغیرهای تصمیم و محدودیت^۱ های مساله می باشند. این محدودیت ها از ماهیت مساله ی مدلسازی شده ناشی می شوند.

الف) پارامترهای مساله به شرح زیر می باشند:

جدول ۱-۴ پارامترهای مساله

پارامتر	شرح پارامتر
m	اندیس جرثقیل QC
(m,i)	اندیس کانتینر، به معنی i -امین کار QC^2 شماره m
(m,id)	اندیس آخرین کار کانتینری روی جرثقیل QC شماره m
l	اندیس AGV
(m, i, α)	α -امین عمل کانتینر (m,i) و $\alpha \in \{1,2,3,4\}$
M	عدد مثبت بزرگ
v^{AGV}	سرعت AGV ها که یکنواخت در نظر گرفته شده است.
$G_{(m,i)}^Q$	زمان مورد نیاز برای یک QC برای جابجایی کانتینر (m,i)
$G_{(m,i)}^Y$	زمان مورد نیاز برای یک AGV برای گذاشتن (برداشتن) کانتینر (m,i) بر (از) روی AGV-Support
$O_{(m,i)}$	مسیر عمودی برای یک QC جهت جابجایی کانتینر (m,i) به طوریکه $O_{(m,i)} \in X^R$
$A_{(m,i)}^L$	سمت چپ‌ترین مسیر عمودی بلوکی که کانتینر (m,i) را ذخیره کرده است.
$A_{(m,i)}^R$	سمت راست ترین مسیر عمودی بلوکی که کانتینر (m,i) را ذخیره کرده است
$S_{(m,i)(m,i+1)}^Q$	زمان مورد نیاز برای یک QC جهت تعویض ^۳ از کانتینر (m,i) به $(m,i+1)$

¹ constraints

² QC Operation

³ Switch

مجموعه های مساله به شرح زیر می باشند:

جدول ۲-۴ مجموعه های مساله

مجموعه	شرح مجموعه
B	مجموعه ی AGV ها
L	مجموعه ی کانتینر های بارگذاری ^۱
D	مجموعه ی کانتینر های تخلیه ^۲
$C = D \cup L$	مجموعه ی تمامی کانتینر ها
W^V	α مجموعه اعمال عمودی AGV ها ^۳ که $W^V = \{(m, i, \alpha) (m, i) \in C, \alpha \in \{2\}\}$
W^H	مجموعه اعمال افقی AGV ها ^۴ که $W^H = \{(m, i, \alpha) (m, i) \in C, \alpha \in \{1, 3, 4\}\}$
$W^T = W^V \cup W^H$	مجموعه تمامی اعمال AGV ها.
X^R	مجموعه ی مسیر ^۵ های عمودی محدوده ی عملیات ^۶ AGV که $X^R = \{1, 2, \dots, x_R\}$
Y^R	مجموعه ی مسیر ^۷ های افقی محدوده ی عملیات AGV که $Y^R = \{1, 2, \dots, x_R\}$
Y^S	مجموعه ی مسیرهای افقی در محدوده عملیاتی دریایی ^۸ به طوریکه $Y^S = \{y_{r+1}, y_{r+1} + 1, \dots, y_R\}$
Y^L	مجموعه ی راه های افقی برای $Y^L = \{1, 2, \dots, y_r\}$
$\psi_1 \cup \psi_2$	مجموعه ای از جفت کانتینر های (m, i, n, j) به طوریکه (m, i) باید قبل (n, j) باشد. در اینجا ψ_1 عملیات QC و ψ_2 عملیات ASC ها می باشد

متغیر های تصمیم^۹ مساله به شرح زیر می باشند:

جدول ۳-۴ متغیر های تصمیم

متغیر	شرح متغیر	دامنه
$Z_{(m,i)(n,j),l} = 1$	اگر کانتینر (n, j) بلافاصله پس از کانتینر (m, i) انجام شود و هر دو به AGV شماره l تخصیص داده شوند.	دودویی
$U_{(m,i,\alpha_1)(n,j,\alpha_2)}^{AGV} = 1$	اگر عمل (m, i, α_1) قبل از (n, j, α_2) انجام شود	دودویی
$U_{(m,i)(n,j,\alpha_2)}^{QC} = 1$	اگر جابه جایی کانتینر با QC و عمل افقی (n, j, α_2) همزمان انجام شوند	دودویی
$P_{(m,i,\alpha),x}^X = 1$	اگر موقعیت پایانی عمل (m, i, α) بر روی مسیر عمودی x باشد	دودویی
$P_{(m,i,\alpha),y}^Y = 1$	اگر موقعیت پایانی عمل (m, i, α) بر روی مسیر افقی y باشد	دودویی
$P_{(m,i,0),x}^X = 1$	اگر موقعیت آغازی عمل (m, i, α) بر روی مسیر عمودی x باشد	دودویی

¹ Loading

² Unloading

³ AGV Vertical Actions

⁴ AGV Horizontal Actions

⁵ Paths

⁶ Operation Area

⁷ Paths

⁸ AGV seaside operation area

⁹ Decision Variables

دودویی	اگر موقعیت آغازی عمل (m, i, α) بر روی مسیر عمودی x باشد.	$P_{(m,i,0),y}^Y = 1$
حقیقی	زمان آغازی برای جابه‌جایی کانتینر (m, i) توسط QC	$T_{(m,i)}^Q$
حقیقی	زمان آغازی برای قرار دادن (برداشتن) کانتینر (m, i) بر روی (از روی) $AGV-Support$ توسط AGV	$T_{(m,i)}^Y$
حقیقی	زمان آغازی برای شروع کانتینر (m, i) توسط AGV	$T_{(m,i,\alpha)}^{Start}$

متغیرهای واسطه^۱ مدل به شرح زیر هستند:

جدول ۴-۴ متغیرهای تصمیم واسطه

متغیر	شرح متغیر	دامنه
$t_{(m,i,\alpha_1)(n,j,\alpha_2)}^{AGV}$	زمان مورد نیاز یک AGV جهت انتقال از محل پایان عملیات (m, i, α_1) به محل پایان عملیات (n, j, α_2) . این متغیر می‌تواند توسط متغیرهای $P_{(m,i,\alpha),y}^Y$ و $P_{(m,i,\alpha),x}^X$ محاسبه گردد. (که سرعت AGV را نشان می‌دهد).	حقیقی
$X_{(m,i,\alpha)}^{position}$	مسیر عمودی که محل پایان عملیات (m, i, α) در آن قرار دارد.	صحیح
$Y_{(m,i,\alpha)}^{position}$	مسیر افقی که محل پایان عملیات (m, i, α) در آن قرار دارد	صحیح

مدل ریاضیاتی مساله به صورت (۱) است. در این مدل، هدف کمینه نمودن زمان کل عملیات^۲ می‌باشد. این زمان، برابر است با طولانی‌ترین کار کانتینری. اگر آخرین کار کانتینری جرثقیل QC شماره m یک کار بارگذاری باشد و برابر با $T_{(m,i_d)}^Q + G_{(m,i_d)}^Q$ خواهد بود و در غیر اینصورت برابر با $T_{(m,i_d)}^Y + G_{(m,i_d)}^Y$ است.

$$[ADRP \text{ model}] \text{ Min : } \max_m \left\{ T_{(m,i_d)}^Q + G_{(m,i_d)}^Q, T_{(m,i_d)}^Y + G_{(m,i_d)}^Y \right\} \quad (1)$$

۴-۴ محدودیت‌های مساله

با توجه به فرضیه‌ها، محدودیت‌های مساله به ۵ دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۴-۴-۱ دسته اول: محدودیت‌های تخصیص وظیفه کانتینری:

محدودیت‌های تخصیص وظیفه‌ی کانتینری مشخص می‌کنند که کدام کانتینر توسط AGV حمل می‌شود و ترتیب حمل کانتینرها توسط AGV چگونه است؛ همچنین اطمینان می‌دهند که مدل چرخه‌زنی دوگانه‌ی جرثقیل‌های دروازه‌ای (QC) به کار گرفته شده است. محدودیت (۲) تضمین می‌کند که هر کانتینر توسط یک AGV پردازش شود، که در اینجا + به عنوان یک گره مجازی عمل می‌کند. محدودیت (۳) پیوستگی عملیات AGV ها را تضمین می‌کند، به این معنی که هر کانتینر برای عملیات AGV یک پیشرو یا یک جانشین دارد. محدودیت (۴) تضمین می‌کند که هر AGV باید عملیات خود را از گره مجازی آغاز کند. محدودیت (۵) تضمین می‌کند که هر AGV باید عملیات خود را در گره مجازی به پایان برساند. محدودیت‌های (۶) و (۷)

¹ Intermediate Variables

² Makespan

$$\sum_{l \in B} \sum_{(n,j) \in C \cup \{0\}} Z_{(m,i)(n,j),l} = 1, \forall (m,i) \in C \quad (2)$$

$$\sum_{(n,j) \in C \cup \{0\}} Z_{(n,j)(m,i),l} = \sum_{(h,k) \in C \cup \{0\}} Z_{(m,i)(h,k),l} \quad \forall (m,i) \in C, \forall l \in B \quad (3)$$

$$\sum_{(m,i) \in C} Z_{0,(m,i),l} = 1, \forall l \in B \quad (4)$$

$$\sum_{(m,i) \in C} Z_{(m,i),0,l} = 1, \forall l \in B \quad (5)$$

$$\sum_{l \in B} \sum_{(n,j) \in D \cup \{0\}} Z_{(m,i)(n,j),l} = 1, \forall (m,i) \in L \quad (6)$$

$$\sum_{l \in B} \sum_{(n,j) \in L \cup \{0\}} Z_{(m,i)(n,j),l} = 1, \forall (m,i) \in D \quad (7)$$

دسته ی دوم: محدودیت های موقعیتی اعمال AGV ها

محدودیت های مکانی اعمال AGV، مکان AGV را در هنگام حمل و نقل مشخص می کنند. در این مدل، مکان های ذخیره سازی کانتینرها مشخص است؛ بنابراین، مسیر عمودی محل عملیات جرثقیل (QC) برای هر کانتینر از پیش تعیین شده و همچنین محدوده ی مسیر عمودی مکان عملیات خشکی هر کانتینر نیز شناخته شده است. مکان شروع کانتینر تخلیه برای حمل و نقل AGV در سمت ساحل و مکان پایان آن در سمت محوطه انبار است. کانتینر بارگیری به صورت معکوس عمل می کند، یعنی مکان شروع آن در محوطه انبار و مکان پایان آن در سمت ساحل است که نشان می دهد محدودیت های مکانی برای کانتینرهای بارگیری و تخلیه متفاوت هستند. محدودیت های مکانی اعمال AGV به صورت زیر توضیح داده می شوند:

- محدودیت های (۸) و (۹) بیان می کنند که اگر کانتینر (m,i) وظیفه ی پیشین (n,j) باشد که توسط همان AGV حمل می شود، مکان پایان (m,i) باید با مکان شروع (n,j) یکسان باشد. محدودیت (۸) مربوط به مسیر عمودی و محدودیت (۹) مربوط به مسیر افقی است.

- محدودیت های (۱۰) و (۱۱) تضمین می کنند که برای هر عمل AGV تنها یک مکان مشخص باشد، از جمله مکان شروع عمل $(m,i,1)$ و مکان های پایان اعمال $(m,i,1)$ تا $(m,i,4)$.

- محدودیت (۱۲) نشان می‌دهد که مسیر افقی شروع کانتینر بارگیری در ناحیه عملیات خشکی AGV است.
 - محدودیت (۱۳) نشان می‌دهد که مسیر افقی شروع کانتینر تخلیه در ناحیه عملیات ساحلی AGV است.
 - محدودیت (۱۴) نشان می‌دهد که مسیر عمودی شروع کانتینر تخلیه، مسیر عمودی مکان عملیات QC است.
 - محدودیت (۱۵) نشان می‌دهد که مسیر عمودی شروع کانتینر بارگیری، مسیر عمودی مربوط به بلوکی است که کانتینر $(m,i)(m,i)(m,i)$ در آن ذخیره شده است.
 - محدودیت (۱۶) نشان می‌دهد که مسیر افقی پایان کانتینر تخلیه در ناحیه عملیات خشکی AGV است.
 - محدودیت (۱۷) نشان می‌دهد که مسیر افقی پایان کانتینر بارگیری در ناحیه عملیات ساحلی AGV است.
 - محدودیت (۱۸) نشان می‌دهد که مسیر عمودی پایان کانتینر بارگیری، مسیر عمودی مکان عملیات QC است.
 - محدودیت (۱۹) نشان می‌دهد که مسیر عمودی پایان کانتینر تخلیه، مسیر عمودی مربوط به بلوکی است که کانتینر $(m,i)(m,i)(m,i)$ در آن ذخیره شده است.
 - محدودیت‌های (۲۰) و (۲۱) پیوستگی مکانی حمل و نقل AGV را تضمین می‌کنند. محدودیت (۲۰) تضمین می‌کند که مکان شروع و مکان پایان یک **عمل** افقی روی همان مسیر افقی باشد. محدودیت (۲۱) تضمین می‌کند که مکان شروع و مکان پایان یک **عمل** عمودی روی همان مسیر عمودی باشد.
- این محدودیت‌ها اطمینان می‌دهند که اعمال AGV در مکان‌های صحیح و مطابق با ترتیب مورد نیاز انجام می‌شود.

۴-۴-۲ دسته ی سوم: محدودیت های مربوط به تداخل AGV ها

۴-۴-۳ دسته ی چهارم: محدودیت های مربوط به زمان

۴-۴-۴ دسته ی پنجم محدودیت های دامنه ی متغیر های تصمیم

تعداد کل محدودیت ها: ۴۶

۴-۵ چارچوب روش پیشنهادی

۴-۶ شرح جزئیات داخل چارچوب

۴-۷ خلاصه و جمع بندی

فصل ۵ ارزیابی روش پیشنهادی

۱-۵	مقدمه
۲-۵	داده های مورد آزمایش
۳-۵	جزئیات پیاده سازی روش پیشنهادی
۴-۵	تحلیل نتایج آزمایشات
۵-۵	خلاصه و جمع بندی

فصل ۶ نتایج بدست آمده و کارهای آتی

۱-۶ خلاصه ای از کارهای انجام شده

۲-۶ نتایج بدست آمده

۳-۶ کارهای آتی

کتابنامه

- [1] Aarti Singh, Dimple Juneja, Manisha Malhotra, Autonomous Agent Based Load Balancing Algorithm in Cloud Computing, Procedia Computer Science, Volume 45, 2015, Pages 832-841, ISSN 1877-0509.
- [2] Amazon Elastic Compute Cloud (EC2). Retrieved from [http://www. amazon. com/ec2/](http://www.amazon.com/ec2/) (accessed on April 18, 2010).
- [3] andles, M. , Bendiab, A. T. & Lamb, D. (2008(. Cross layer dynamics in self-organising serviceoriented architectures. IWSOS, Lecture Notes inComputer Science, 5343, pp. 293-298, Springer.

پیوست

(در صورت وجود)

واژه‌نامه

(در صورت وجود)

Abstract

.....

Keywords: (3 to 10 keywords that sorted by Alphabet)



Allameh Tabataba'i University

Faculty of

Department of

**Thesis/Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Arts (MA) / Master of
Science (MSc)/ Doctor of Philosophy (PhD) in**

..... Title

Supervisor(s)

.....

Advisor(s)

.....

By

.....

Tehran

Month, Year