

بسمه تعالی



دانشگاه علامه طباطبائی  
دانشکده آمار، ریاضی و  
رایانه

فرم طرح پژوهش  
درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)  
پایان نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری

توجه: 1- این فرم با مساعدت و هدایت استادان راهنما/مشاور تکمیل شود.

2- دانشجویان در زمان تصویب پیشنهاد (پروپوزال) باید به نکات مهم در صفحه آخر، بدقت توجه نمایند.

عنوان پژوهش						
الف) فارسی یک الگوریتم شاخه و کرانه برای مسیریابی بدون تداخل خودروهای خودکار در پایانه‌های کانتینری						
ب) انگلیسی A Branch and Bound Algorithm for Anti-conflict Routing of Automated Guided Vehicles in Container Terminals						
رشته: علوم کامپیوتر - نظریه سیستم‌ها		مقطع: ارشد		تعداد واحد: ۶ واحد		
مشخصات دانشجو:						
شماره دانشجو: ۴۰۰۱۳۱۴۱۰۰۸			نام و نام خانوادگی دانشجو: امیررضا تقی زاده			
سال ورود: ۱۴۰۰			شماره تلفن: ۰۹۱۲۲۳۴۱۰۵۲			
تاریخ درخواست:			امضای دانشجو: 			
مشخصات استادان راهنما و مشاور (استادان راهنما و مشاور ۲ برای دانشجویان دکتری است):						
مسئولیت	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه/دانشکده/دانشگاه یا مؤسسه	تخصص اصلی/جانبی	تعداد در دست اقدام	امضا
استاد راهنما	حسن رشیدی	استاد	رایانه	نرم افزار	3	
استاد مشاور	لطیفه پورمحمد باقر	استادیار	رایانه	هوش مصنوعی		
استاد راهنما ۲						
استاد مشاور ۲						
مشخصات (نام و نام خانوادگی، مرتبه، دانشگاه) داور/نماینده تحصیلات تکمیلی						
تاریخ تصویب در شورای گروه:			نام و امضای مدیر گروه: 			
تاریخ تصویب در شورای دانشکده:			نام و امضای معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی / رییس دانشکده			

## فرم طرح پژوهش

درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

شرح پیشنهاد پایانه نامه / رساله	
الف) نوع کار پژوهش <sup>1</sup> :	
<input type="checkbox"/> بنیادی <input type="checkbox"/> کاربردی <input checked="" type="checkbox"/> نظری-کاربردی	
ب) مساله شناسی (شامل بیان مسأله، تشریح ابعاد و حدود مسئله، معرفی دقیق آن، بیان جنبه‌های مجهول و مبهم، اهمیت و ضرورت تحقیق):	
<p>مسئله ی توزیع و مسیر یابی وسایل نقلیه شامل تخصیص کار های حمل و نقلی و ارائه ی یک مسیر هدایت خودرو، در امتداد زمان می باشد. این مسئله در حوزه های مختلفی همچون شرکت های ارسال کالا، تاسیسات حمل و نقل، سیستم های تولیدی انعطاف پذیر<sup>2</sup>، عملیات کارگاهی<sup>3</sup> و نظایر آن کاربرد دارد. مسئله ی مورد بحث این تحقیق، مسیر یابی و توزیع کار های کانتینری به خودرو های خودکار (AGV<sup>4</sup>) در پایانه های خودکار می باشد.</p> <p>در بنادر دریایی، کانتینر ها از کشتی ها در محوطه ی دریا توسط جرثقیل های اسکله (QC)<sup>5</sup> بر روی خودرو های AGV قرار می گیرند. AGV ها که خودرو هایی بدون سرنشین هستند و به وسیله ی رایانه کنترل می شوند، قادر به انتقال این کانتینر ها از محوطه ی دریا به مناطق ذخیره سازی در محوطه کانتینری و بالعکس می باشند. در محوطه ی ذخیره سازی، کانتینرها توسط جرثقیل های ذخیره سازی خودکار (ASC)<sup>6</sup> بر روی AGV ها قرار می گیرند.</p> <p>با افزایش روز افزون تعداد کانتینرها، جهت افزایش کارایی بنادر، نیاز بیشتر به ماشین آلات خودکار می باشد. به دلیل قیمت قابل ملاحظه ی جرثقیل های بنادر، خرید بیشتر ASC ها و QC ها مقرون به صرفه نمی باشد؛ به همین علت، افزایش تعداد AGV ها راهکاری اقتصادی تر به نظر می رسد. با این حال، افزایش بی رویه ی تعداد AGV ها سبب مشکلاتی نظیر تداخل AGV ها با یکدیگر و ترافیک می شود که منجر به کاهش کارایی بندر خواهد شد. در نتیجه، ارائه ی راهکاری بدون تداخل جهت مسیر یابی AGV، حائز اهمیت است.</p> <p>در این پژوهش، یک راهکار بدون تداخل جهت توزیع عملیات کانتینری برای AGV ها ارائه می شود. الزامات این پژوهش، تعدادی کار کانتینری در محوطه ی ذخیره سازی و اسکله می باشد که باید بین تعدادی AGV توزیع و بین این دو مکان جا به جا شوند. با توجه به محدودیت فضای بنادر و منابع، این راهکار می تواند نقش به سزایی در افزایش کارایی بندر داشته باشد.</p>	
ب) روش شناسی	
<p>روش حل مسئله به کمک فرمول بندی آن در قالب یک مسئله ی بهینه سازی عدد صحیح مختلط (MIP<sup>7</sup>) می باشد. مسئله ی MIP، یک مسئله ی بهینه سازی ترکیبیاتی np-سخت است. در این مسئله، تعدادی متغیر تصمیم عدد صحیح یا حقیقی به همراه چند محدودیت وجود دارند و یک تابع هدف برحسب متغیر های تصمیم داده می شود. هدف، پیدا نمودن مقادیری برای متغیر های تصمیم است که در محدودیت ها صدق کنند و به ازای این مقادیر، مقدار تابع هدف، کمینه گردد. فرم ریاضی این مساله که در مرجع [9] بررسی گردیده، به صورت رابطه ی (۱) می باشد.</p> $\min\{c(x,y): g_i(x,y) \leq b_i, i = 1, \dots, m, x \in R_+^p, y \in Z_+^n\} \quad (1)$ <p>مسئله ی مسیر یابی و توزیع AGV ها را می توان به فرم یک مسئله ی MIP بازنویسی نمود. در این مسئله، ورودی ها، تعدادی کانتینر می باشند که هر یک باید به AGV ها تخصیص داده شوند و سپس به هر AGV یک مسیر با هدف کمینه نمودن زمان کل عملیات اختصاص داده می شود، به طوریکه هیچ AGV ای با یکدیگر در حین حرکت و انجام عملیات تداخل نداشته باشد. این مسئله در دو حالت ایستا و پویا مورد بررسی قرار می گیرد.</p> <p>روش های گوناگونی، جهت حل MIP ها، نظیر استفاده از الگوریتم های تکاملی همچون الگوریتم های ژنتیک، الگوریتم ازدحام ذرات و روش های شبکه نظیر NS<sup>8</sup> و DNSA<sup>9</sup> مطرح گردیده اند. در روش های NS<sup>8</sup> و DNSA<sup>9</sup> که بر پایه ی مدل کمترین جریان هزینه (MCF) می باشند، جواب های بهینه ی عمومی ارائه می گردند. این روش های کلاسیک، اغلب به دلیل متکی بودن به تشکیل گراف ها، در صورت بزرگ بودن ابعاد مسئله، نیازمند حافظه زیاد می باشند. برای حل این مشکل، در مرجع [11] دو الگوریتم پیشرفته NS<sup>+</sup> و DNSA<sup>+</sup> ارائه گردید. الگوریتم های ژنتیک، چون بر پایه ی روش های ابتکاری هستند، سرعت بالایی جهت ارائه ی جواب بهینه دارند ولی از طرفی، امکان خطای بالا در این الگوریتم وجود دارد. الگوریتم ازدحام ذرات (PSO)<sup>10</sup>، یک الگوریتم تکراری می باشد. تعداد پارامتر های قابل تنظیم این الگوریتم کم بوده ولی به دلیل پیدا کردن جواب بهینه محلی، ممکن است در دور تکرار بیوفند و به جواب بهینه عمومی دیر همگرا شود. در مرجع [12] یک الگوریتم ترکیبی ژنتیک و ازدحام ذرات ارائه گردیده است.</p>	

<sup>2</sup> Flexible manufacturing system

<sup>3</sup> Job Shop

<sup>4</sup> Automated Guided Vehicles

<sup>5</sup> Quay Crane

<sup>6</sup> Automated stacking crane

<sup>7</sup> Mixed Integer programming

<sup>8</sup> Network Simplex Algorithm

<sup>9</sup> Dynamic Network Simplex Algorithm

<sup>10</sup> Particle Swarm Optimization

## فرم طرح پژوهش

### درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

یک روش جستجوی جواب بهینه در مسائل MIP، روش شاخه و کرانه ( $B\&B^{11}$ ) است. عناصر اصلی روش شاخه و کرانه عبارتند از: کران پایین هر گره (که برابر تابع هدف مسئله ی رها شده<sup>۱۲</sup> است)، کران بالای عمومی درخت، روش انتخاب گره بعدی (جهت شاخه بندی)، استراتژی شاخه بندی، قواعد هرس کردن و اصل توقف از شاخه بندی. (تومازلا و همکاران ۲۰۲۰)<sup>[۷]</sup> در این روش که بر پایه ی ساخت پویای یک درخت می باشد، ابتدا یک کران عمومی با استفاده از یک روش ابتکاری<sup>۱۳</sup> ساخته می شود و سپس گره های زیر مساله ی بعدی با رهایی از یک محدودیت، تولید و حل میگردند. سپس مقدار بهینه ی گره در صورت شدنی بودن، با کران همگانی مقایسه و مقدار کران، به روز رسانی می شود. در صورت نشدنی بودن مقدار بهینه، این مقدار با کران همگانی مقایسه و زیر درخت گره، هرس می گردد. این عمل تا زمان رسیدن به جواب بهینه، ادامه پیدا خواهد کرد.

در مقاله [۱] یک الگوریتم شاخه و کرانه جهت حل مساله ی زمان بندی بدون تداخل AGVها ارائه گردید. در این مطالعه، پیکربندی عمومی نقطه به نقطه<sup>۱۴</sup> با مسیر های دوطرفه استفاده شد. در این پژوهش، ابتدا یک کران بالای عمومی بر پایه ی یک الگوریتم ابتکاری بدون تداخل پیشنهاد شد و سپس در هر گره، مساله ی تخصیص تعدادی کانتینر و ترتیب زمانی عملیات AGVها با رهاسازی از تداخل و با هدف کمینه نمودن زمان کل عملیات، حل گردید و یک کران پایین برای گره بدست آمد. در صورت بزرگتر بودن این کران از کران بالای عمومی، شاخه های زیرین هرس می شوند؛ در غیر اینصورت، گره به لیست گره های فعال اضافه شده تا در لایه ی بعدی، جهت انجام فرآیند شاخه بندی<sup>۱۵</sup> مدنظر قرار گیرد. پس از تخصیص تمام کانتینرها به تمامی AGVها، با بهره گیری از یک روش ابتکاری، جواب بهینه ی بدون تداخل با کوتاهترین مسیر برای AGVها، بدست آمد.

در این پژوهش به مرور روش های کلاسیک  $NSA+$  و  $DNSA+$  و روش های جدید بدون تداخل HGA-PSO و شاخه و کرانه پرداخته خواهد شد.

#### (ب) کلمات کلیدی ( 4-6 کلمه):

فارسی: (به ترتیب حروف الفبای فارسی)

توزیع AGVها، مسیریابی، روش های مسیر یابی بدون تداخل، روش شاخه و کرانه

انگلیسی: (به ترتیب حروف الفبای انگلیسی)

AGV Dispatching, Route Planning, Vehicle routing without conflict, Branch-and-bound method

#### (ت) پیشینه پژوهش (بیان مختصر سابقه تحقیقات انجام شده پیرامون موضوع و نتایج حاصل در داخل و خارج و نظریات علمی موجود در رابطه با مسئله):

در چند دهه ی اخیر، پژوهش های بسیاری در حوزه ی زمان بندی AGVها انجام شده است. رشیدی و همکاران (۲۰۱۱) در مرجع [۵] مسئله ی زمان بندی پویا و ایستای AGVها را به عنوان یک مدل کمترین جریان هزینه<sup>۱۶</sup> مطرح نمودند. در این مدل، تابع هدف سه جمله دارد: زمان سفر AGV در طی مسیر پایانه، زمان انتظار AGVها در اسکله، و میزان تاخیر در انجام وظیفه. برای حل مدل، در این تحقیق ابتدا پیشرفت هایی بر روی الگوریتم سیمپلکس شبکه ( $NSA^{17}$ ) صورت گرفت و سپس یک الگوریتم جدید، به نام  $NSA+$  جهت حل مسائل ایستا پیشنهاد گردید. جهت تکمیل  $NSA+$  برای مسائل پویا، در پژوهش یک الگوریتم ناقص به نام جستجوی حریصانه ی خوردها ( $GVS^{18}$ ) ارائه گردید. برای ارزیابی فواید و اشکالات نسبی  $NSA+$  در مقایسه با  $GVS$  این الگوریتم ها برای مسائل زمان بندی پویای خودروهای خودران به کار گرفته شدند. نتایج پژوهش حاکی از کاهش زمان انتظار و انتقال در راستای افق، بود. با وجود دستیابی به جواب بهینه عمومی، زمان اجر برای مسائل پویا به دلیل ساخت دوباره ی گراف، زیاد می باشد. در این مساله، امکان برخورد AGVها و ترافیک در راه ها بررسی نگردید. جهت حل مشکل ساخت مجدد گراف در مقاله [۵]، الگوریتم سیمپلکس شبکه ی پویا ( $DNSA$ ) توسط رشیدی (۲۰۱۴) مطرح و برای زمان بندی AGVها استفاده گردید. در این الگوریتم، گراف مورد نظر دوباره ساخته نشد و برخی کمان ها و پارامتر های جواب درختی پوشا به روز رسانی شدند. عملکرد روش پیشنهادی، برای مسائل زمان بندی پویا در بنادر بررسی شد. نتایج نشان دادند الگوریتم پیشنهادی به جواب بهینه عمومی می رسد و از  $NSA+$  عملکرد بهتری دارد. با این حال، در برخی از مسائل با ابعاد بالا، تعداد عملیات های مورد نیاز برای بروز رسانی درخت پوشا، زیاد است و به همین علت، نیاز به مدیریت حافظه می باشد. همچنین، پیکربندی بندر، به صورت مسیر های یک جهتی می باشد.

یانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله [۲] یک فرمول بندی از مدل دو سطحی برای مسئله زمان بندی یکپارچه AGVها، QCها و جرقیل های ریلی خودکار ( $ARMG^{19}$ ) ارائه نمودند. سطح بالایی مربوط به زمان بندی یکپارچه ی AGVها می باشد و سطح پایینی، مربوط به مسیر یابی AGVها است. در مدل ارائه شده، جهت جلوگیری از ازدحام و ترافیک، محدودیت هایی برای کنترل تراکم AGVها در هر مسیر اتخاذ گردید. برای حل مدل، در هر سطح، یک الگوریتم ژنتیک مبتنی بر قاعده، مطرح شد. جهت بهبود سرعت عملیات، از ابزاری مشابه -AGV Support با هدف تحویل سریعتر کانتینرها به ASC استفاده شد. در این پژوهش، پیکربندی مسیر های AGV، به صورت جفت راه های یک طرفه می باشد. همچنین، به دلیل استفاده از الگوریتم ژنتیک، احتمال همگرایی به یک جواب بهینه ی موضعی، زیاد می باشد.

در مرجع [۲] نوشته ی شوون و همکاران (۲۰۲۰)، با تاثیر از مقاله ی [۲]، یک فرمول بندی بدون تداخل دو سطحی برای مسئله ی زمان بندی یکپارچه ی AGVها، QCها و ASCها توسعه گردید. برخلاف مقاله ی [۳] جهت رفع تداخل احتمالی، محدودیت های زمان انتظار برای AGVها در نظر گرفته شدند. لایه ی بالایی مدل، مربوط به زمان بندی ماشین های

<sup>11</sup> Branch and Bound

<sup>12</sup> Relaxed

<sup>13</sup> Heuristic

<sup>14</sup> General Point-to-Point

<sup>15</sup> Branching Procedure

<sup>16</sup> Minimum Cost Flow

<sup>17</sup> Network Simplex

<sup>18</sup> Greedy Vehicle Search

<sup>19</sup> Automatic Rail-Mounted Gantry

## فرم طرح پژوهش

### درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

AGV، QC و ASC در بندر (کمینه نمودن بیشترین زمان عملیات) بوده و لایه ی زیرین مربوط به مسیر یابی AGV (کمینه کردن مسیر طی شده) می باشند. برای حل مدل، دو الگوریتم ژنتیک، با توجه به رویکرد انتخاب نسل های نخبه<sup>۲۰</sup> و عدم تداخل، جهت بهبود همگرایی و دقت جواب پیشنهاد گردید. پیگیری مسیر های AGV ها، به صورت تک مسیر های یک طرفه در نظر گرفته شد که به دلیل کم بودن تعداد مسیر های انتخابی AGV باعث کاهش کارایی بندر می شود.

در مقاله ی [۴] نوشته ی ژانگ و همکاران (۲۰۲۰)، دو مساله ی برنامه ریزی یکپارچه ی جرثقیل ها و AGV های متعدد بدون تداخل مورد بررسی قرار گرفت. نویسندگان، مساله را به صورت مدل برنامه ریزی عدد صحیح ترکیبی با هدف کمینه نمودن تاخیر AGV ها، مدلسازی نمودند. این مدل بر پایه ی برنامه ریزی یکپارچه، مسیر بهینه و عدم تداخل خودروها می باشد. برای حل این مساله، محققین، یک الگوریتم ترکیبی بر پایه ی الگوریتم ژنتیک و ازدحام ذرات با استفاده از منطق فازی، پیشنهاد نمودند. شبیه سازی پویای گره های مسیری نشان داد که مدل پیشنهادی می تواند مسائل دارای تداخل و تراکم AGV ها را حل نماید و قابل استفاده در ترمینال های کانتینری موجود می باشد. در این پژوهش، پیگیری مسیر AGV ها به صورت یک طرفه بود و این عامل، مسیر های انتخابی AGV را محدود می نماید.

در جدول ۱ خلاصه ی پژوهش های انجام شده، شرح داده شده است.

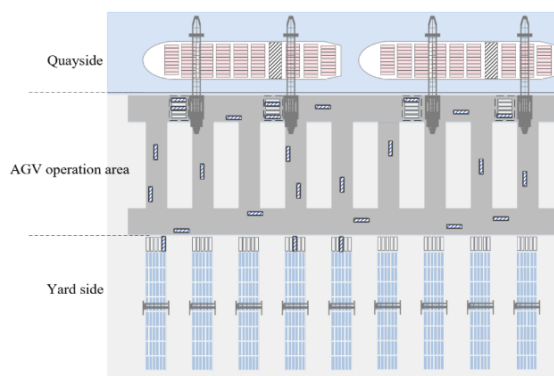
جدول ۱ خلاصه ی مهم ترین پژوهش های مرتبط با زمان بندی AGV ها

نویسندگان (سال)	مسئله ی حل شده	الگوریتم پیشنهادی	توپولوژی مسیر	فواید	اشکالات
رشیدی و همکاران (۲۰۱۱)	زمان بندی ایستا و پویا AGV ها در بنادر	سیمپلکس شبکه پیشرفته (NSA+)	تک مسیر یک جهته	الگوریتم به جواب بهینه در صورت وجود، می رسد.	ساخت مجدد گراف در مسائل پویا، عدم بررسی تداخل
رشیدی (۲۰۱۴)	ارائه ی الگوریتمی کارا برای مسائل پویای AGV ها	سیمپلکس شبکه پویا (DNSA)	تک مسیر یک جهته	سرعت بیشتر از NSA	زیاد شدن تعداد عملیات های بروز رسانی و مدیریت حافظه، عدم بررسی تداخل
یانگ و همکاران (۲۰۱۸)	زمان بندی بدون تداخل AGV ها، QC ها و ARMG ها	مدل دو سطحی و حل با استفاده از الگوریتم ژنتیک	جفت مسیره یک جهته	سرعت بالا در ارائه ی جواب، عدم تداخل AGV ها از طریق محدود کردن تعداد AGV های مجاز در هر مسیر	امکان عدم همگرایی و پیدا نمودن جواب بهینه موضعی، مسیرهای یک جهته
شوون و همکاران (۲۰۲۰)	زمان بندی یکپارچه بدون AGV ها، QC ها و ASC ها	بهبود مدل دو سطحی یانگ (۲۰۱۸) از طریق ارائه ی دو الگوریتم ژنتیک با انتخاب نسل نخبه	تک مسیره و یک جهته	همگرایی بیشتر الگوریتم ژنتیک بدلیل استفاده از رویکرد نسل های نخبه	عدم بررسی مسیر های دو جهته جهت افزایش مسیر های انتخابی AGV ها
ژانگ و همکاران (۲۰۲۰)	برنامه ریزی بدون تداخل AGV ها و جرثقیل ها جهت کمینه نمودن تاخیر	الگوریتم ترکیبی ژنتیک و ازدحام ذرات با استفاده از منطق فازی	تک مسیره و یک جهته	سرعت همگرایی بالا به دلیل ادغام PSO و GA، وجود دو نوع کانتینر باری و تخلیه	توپولوژی مسیر AGV ها ساده و یک جهته می باشد.

### ث) گزاره های پژوهش (هدف ها، سؤال ها و یا فرضیه ها) :

هدف این پژوهش، بررسی محدودیت ها و فرض های بیان شده در مسائل توزیع AGV ها بدون تداخل می باشد و در تلاش است با تغییر برخی از این مفروضات، مسئله موجود را با رویکردی جدید، حل نماید. مفروضات این مسئله به شرح زیر است:

- فرض ۱- طرح بندر: بندر شامل دو محدوده اصلی محوطه (محدوده دریایی) و بارانداز (محدوده خشکی) است. مسیر حرکت AGV ها در این محدوده ها، به صورت افقی می باشد. محدوده ی عملیات AGV فقط به صورت چندین راه عمودی دو طرفه می باشد. بندر دارای m جرثقیل QC با موقعیت مشخص است. پیگیری بندر به صورت نقطه به نقطه ی عمومی می باشد. (شکل ۱)

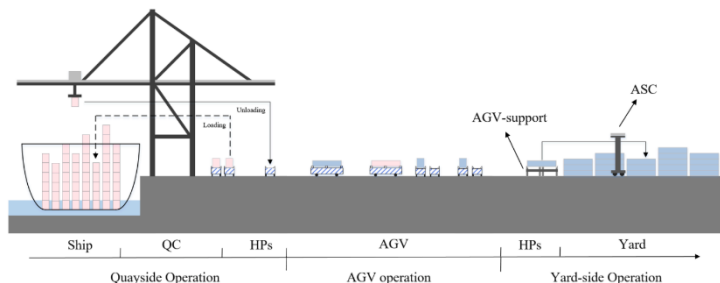


شکل ۱ - چینش بندر

## فرم طرح پژوهش

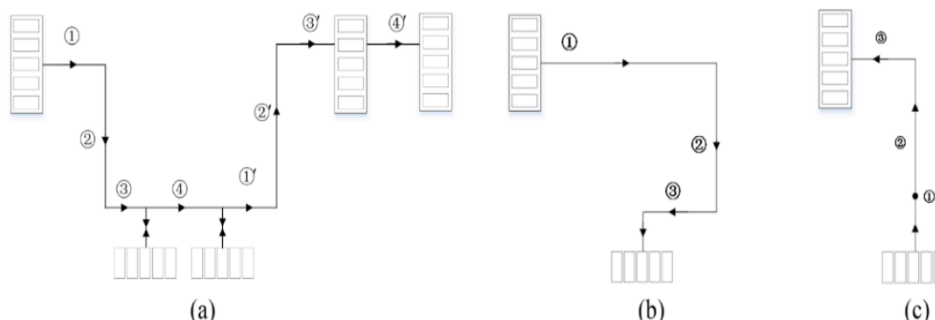
### درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

- فرض ۲- موقعیت جرثقیل‌ها و AGV‌ها: موقعیت جرثقیل‌های QC و مکان ذخیره‌سازی هر کانتینر از پیش تعیین شده است. موقعیت اولیه ی AGV‌ها در یک راس مجازی صفر، در نظر گرفته شده است.
- فرض ۳- تجهیزات محل ذخیره‌سازی کانتینری: ابزار اصلی حمل کانتینر از فضا‌های ذخیره‌سازی، جرثقیل‌های ASC است و جهت تسریع انجام کار، ماشین‌های AGV-Support در ابتدای محل ذخیره‌سازی قرار گرفته‌اند تا کانتینر AGV‌ها را دریافت و به ASC‌ها منتقل کنند. (شکل ۲)



شکل ۲- عملیات AGV در ترمینال

- فرض ۴- کار کانتینری: در این مسئله N کار کانتینری وجود دارد که متشکل از دو نوع بار زدن (از محدوده ذخیره‌سازی به سمت QC‌ها) و تخلیه بار (از QC‌ها به محدوده ذخیره‌سازی) می‌باشد.
- فرض ۵- توالی کار جرثقیل‌ها: در مسئله، چرخه دوگانه ترکیبی QC‌ها در نظر گرفته شده است. به این صورت که QC‌ها هیچ‌گاه به موقعیت اولیه خود پس از قراردادن (یا برداشتن) کانتینر باز نمی‌گردند و بلافاصله شروع به قراردادن (یا برداشتن) کانتینر از روی AGV دیگر، می‌نمایند.
- فرض ۶- ظرفیت‌ها: ظرفیت هر QC و هر AGV یک کانتینر است.
- فرض ۷- قواعد حرکت AGV‌ها: AGV نمی‌تواند چندین بار محدوده ی دریا و خشکی گردش به راست یا چپ کند. ۴ عمل اصلی یک برای AGV فرض گردیده است. (شکل ۳) که عمل‌های ۱ و ۲ و ۳، مربوط به زمانی است که AGV حاوی بار است و عمل ۴، هنگامی رخ می‌دهد که AGV بدون بار حرکت کند.



شکل ۳- عمل‌های AGV‌ها

- فرض ۸- رویدادها: تداخل بین AGV‌ها در سه حالت کلی رخ می‌دهد:
  - اگر دو AGV در مسیر افقی در خلاف جهت، به سوی یک نقطه مشترک حرکت کنند.
  - اگر یک QC در حال انجام عملیات در مکان X باشد و یک AGV دیگر با عمل ۱، جهت بار زدن (یا تخلیه) وارد مکان X شود.
  - اگر دو AGV در مسیر عمودی، در خلاف جهت هم به سوی یک نقطه مشترک حرکت کنند.
- فرضا ۹- سرعت AGV‌ها: سرعت AGV‌ها ثابت در نظر گرفته شده‌اند.
- فرض ۱۰- زمان کل عملیات<sup>۲۱</sup>: منظور از زمان کل، زمان انجام و اتمام آخرین کار کانتینری می‌باشد.
- فرض ۱۱- هدف مسئله: در این مسئله مسیریابی، تخصیص کارهای کانتینری و تولید ترتیب این کارها برای هر AGV با هدف کمینه نمودن زمان کل عملیات است. جهت کمینه نمودن زمان عملیات کل کانتینر‌ها، پنج وظیفه باید اتخاذ شوند:
  - تخصیص کار کانتینری به AGV
  - ترتیب عملیات‌های AGV
  - مسیر حرکت AGV
  - ترتیب کانتینر‌ها برای AGV‌ها
  - زمان عملیات در محدوده ی محوطه و بارانداز

مرجع‌های اصلی:

- [1] Wang, Z., & Zeng, Q. (2022). A branch-and-bound approach for AGV dispatching and routing problems in automated container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 166, 107968. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107968>
- [2] Yang, Y., Zhong, M., Dessouky, Y., & Postolache, O. (2018). An integrated scheduling method for AGV routing in automated container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 482–493. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.007>
- [3] Ji Shouwen, C. Z., Luan Di, & Dong, G. (2021). Integrated scheduling in automated container terminals considering AGV conflict-free routing. *Transportation Letters*, 13(7), 501–513. <https://doi.org/10.1080/19427867.2020.1733199>
- [4] Zhong, M., Yang, Y., Dessouky, Y., & Postolache, O. (2020). Multi-AGV scheduling for conflict-free path planning in automated container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106371. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106371>
- [5] Rashidi, H., & Tsang, E. P. K. (2011). A complete and an incomplete algorithm for automated guided vehicle scheduling in container terminals. *Computers & Mathematics with Applications*, 61(3), 630–641. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.12.009>
- [6] Rashidi, H. (2014). A dynamic version for the Network Simplex Algorithm. *Applied Soft Computing*, 24, 414–422. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.07.017>
- [7] Tomazella, C. P., & Nagano, M. S. (2020). A comprehensive review of Branch-and-Bound algorithms: Guidelines and directions for further research on the flowshop scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 158, 113556. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113556>

مرجع‌های فرعی:

- [8] Tsang, E. (1993). Chapter 10 - Optimization in CSPs. In E. Tsang (Ed.), *Foundations of Constraint Satisfaction* (pp. 299–319). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-701610-8.50018-5>
- [9] Wolsey, L. A. (2008). Mixed Integer Programming. In *Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering* (pp. 1–10). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470050118.ecse244>
- [10] Clausen, J. (2003). Branch and Bound Algorithms-Principles and Examples. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:16580792>
- [11] H. Rashidi, E. P. Tsang. (2016) *Port Automation and Vehicle Scheduling: Advanced Algorithms for Scheduling Problems of AGVs* (3rd ed.) (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003308386>

چ) مفهوم‌ها و تعریف‌ها:

- کانتینر: جعبه‌های بزرگ فلزی که حاوی کالا بوده و به عنوان محموله در کشتی‌های باری مورد استفاده قرار می‌گیرند و توسط AGV‌ها از کشتی‌های باری به منطقه ذخیره‌سازی منتقل می‌گردند.
- جرثقیل‌های QC: این جرثقیل‌ها در محوطه‌ی اسکله جهت خالی نمودن بار کانتینری از کشتی‌ها و انتقال کانتینر‌ها به AGV‌ها و بالعکس مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- مناطق ذخیره‌سازی کانتینری: در این محوطه‌ها، کانتینر‌های منتقل شده از محوطه‌ی اسکله به صورت عمودی بر روی هم قرار می‌گیرند.
- ماشین‌های AGV-support: این خودروها که در ابتدای مناطق ذخیره‌سازی مستقر هستند، جهت تسریع کار AGV‌ها و کاهش زمان انتظار، کانتینر‌ها را به صورت عمودی از AGV‌ها دریافت می‌نمایند تا کانتینر‌های دریافتی توسط جرثقیل‌های ASC در محل ذخیره‌سازی قرار داده شوند. این خودروها، همچنین وظیفه‌ی انتقال بار از ASC‌ها بر روی AGV مورد نظر را دارند.
- جرثقیل‌های ASC: این جرثقیل‌ها که در مناطق ذخیره‌سازی قرار دارند، کانتینر‌ها را به صورت عمودی در مناطق ذخیره‌سازی، قرار می‌دهند.

ح) واژه‌نامه:

**AGV:** Automated Guided Vehicle  
**GA:** Genetic Algorithm  
**PSO:** Particle Swarm Optimizer  
**ASC:** Automated Stacking Crane  
**QC:** Quay Crane  
**B&B:** Branch-and-Bound

## فرم طرح پژوهش

درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

**NSA:** Network Simplex Algorithm  
**MIP:** Mixed integer programming  
**DNSA:** Dynamic Network Simplex Algorithm  
**GVS:** Greedy Vehicle Search  
**ARMG:** Automatic Rail-Mounted Gantry

خ) مشکلات و تنگناهای احتمالی پژوهش:

عدم امکان مقایسه با روش‌های موجود پیشین به دلیل جدید بودن شرایط و فرضیات مسئله

فرم طرح پژوهش

درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

(د) زمان بندی و مراحل پیشرفت کار		
1- طول مدت اجرای تحقیق:		
2- تاریخ شروع:		
3- تاریخ احتمالی تنظیم و نگارش:		
4- تاریخ احتمالی تایپ و تکثیر:		
5- تاریخ احتمالی تحویل به استادان راهنما و مشاور جهت مطالعه:		
6- تاریخ احتمالی آمادگی برای دفاع:		
(ذ) امضای دانشجو		
<p>نام و نام خانوادگی: امیررضا تقی زاده      امضاء و تاریخ: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹</p> 		
(ر) تاییدها		
استادان راهنما و مشاور		
نام و نام خانوادگی استاد راهنما:	حسن رشیدی	امضاء و تاریخ:
		
نام و نام خانوادگی استاد مشاور:	امضاء و تاریخ:	
نام و نام خانوادگی استاد راهنما 2 (دانشجویان دکتری):		
امضاء و تاریخ:		
نام و نام خانوادگی استاد مشاور 2 (دانشجویان دکتری):		
امضاء و تاریخ:		
(ز) نظر کمیته تخصصی تحصیلات تکمیلی گروه:		
1- ارتباط با رشته تحصیلی دانشجو:		
ارتباط دارد	ارتباط فرعی دارد	ارتباط ندارد
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		



## فرم طرح پژوهش

درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

<b>2- نوع آوری :</b>	
<input type="checkbox"/> نوع آوری دارد	<input type="checkbox"/> نوع آوری ندارد
<b>3- هدف‌ها :</b>	
<input type="checkbox"/> مطلوب است	<input type="checkbox"/> مطلوب نیست
<input type="checkbox"/> قابل دسترسی است	<input type="checkbox"/> قابل دسترسی نیست
<b>4- مسئله شناسی:</b>	
<input type="checkbox"/> رسا است	<input type="checkbox"/> رسا نیست
<b>5- گزاره‌های پژوهش:</b>	
<input type="checkbox"/> درست تدوین شده است	<input type="checkbox"/> درست تدوین نشده و ناقص است
<b>6- روش‌شناسی :</b>	
<input type="checkbox"/> مناسب است	<input type="checkbox"/> مناسب نیست
<b>7- محتوی و چارچوب طرح:</b>	
<input type="checkbox"/> از انسجام برخوردار است	<input type="checkbox"/> از انسجام برخوردار نیست
<b>ژ) نظر گروه آموزشی</b>	
در جلسه مورخ ..... گروه آموزشی ..... مطرح شد و به دلایل زیر مورد موافقت قرار گرفت/ قرار نگرفت. <b>ذکر دلایل:</b>	
<b>نام و نام خانوادگی مدیر گروه:</b>	
<b>امضا و تاریخ:</b>	
<b>س) نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده:</b>	
موضوع و طرح تحقیق پایان‌نامه ..... دانشجوی مقطع ..... رشته ..... که به تصویب کمیته تخصصی تحصیلات تکمیلی گروه رسیده است، در جلسه مورخ ..... شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده آمار، ریاضی و رایانه طرح شد و پس از بحث و تبادل نظر مورد تصویب اکثریت اعضا قرار گرفت/ نگرفت ع 1/ پ .	
<b>نام و نام خانوادگی معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده:</b>	
<b>امضا و تاریخ:</b>	

## فرم طرح پژوهش

درخواست تصویب پیش‌نهادی (Proposal)

موارد مهم که در زمان تصویب پیشنهاد (پروپوزال) باید به آن توجه داشته باشند:	
<p>1- دانشجو موظف است کاربرگ انتخاب زمینه پیشنهادی پایان نامه خود را تا پایان نیمسال سوم به تایید استاد/استادان راهنما و گروه آموزشی برساند.</p> <p>2- دانشجو موظف است کاربرگ تصویب پیشنهادی پایان نامه (پروپوزال) خود را با نظر استاد/استادان راهنما/مشاور به گروه تحویل دهد و پس از اعمال تغییرات مورد نظر گروه، تا قبل از پایان نیمسال سوم تحصیلی پیشنهاد خود را به تصویب شورای گروه و دانشکده برساند.</p> <p>3- مهلت تعیین یا تغییر استاد راهنمای دوم و مشاور برای پایان نامه دانشجویان تا پایان نیمسال سوم (قبل از زمان تصویب پیشنهاد) است.</p>	<p><b>دانشجویان</b> <b>کارشناسی</b> <b>ارشد</b></p>
<p>1- دانشجو موظف است کاربرگ انتخاب زمینه پیشنهادی رساله خود را تا پایان نیمسال پنجم به تایید استاد/استادان راهنما و مشاور و همچنین گروه آموزشی برساند.</p> <p>2- دانشجو موظف است کاربرگ تصویب پیشنهادی رساله (پروپوزال) خود را با نظر استاد/استادان راهنما و مشاور به گروه تحویل دهد و پس از اعمال تغییرات مورد نظر گروه، تا قبل از پایان نیمسال پنجم تحصیلی پیشنهاد خود را به تصویب شورای گروه و دانشکده برساند.</p> <p>3- مهلت تعیین یا تغییر استاد راهنمای دوم و مشاور برای پایان نامه دانشجویان تا پایان نیمسال پنجم (قبل از زمان تصویب پیشنهاد) است.</p>	<p><b>دانشجویان</b> <b>دکتری</b></p>
<p>4- عدم ثبت نام دانشجو در نیم سال هایی که پایان نامه/رساله دارد به منزله انصراف از تحصیل وی تلقی می شود.</p> <p>5- دانشجو موظف است پیش از تصویب پیشنهادی پایان نامه/رساله، اطلاعات مربوطه را در سامانه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران به آدرس <a href="http://sabt.irandoc.ac.ir">http://sabt.irandoc.ac.ir</a> ثبت کند. پس از تایید نهایی و دریافت گواهی ثبت پیشنهادی، جهت درج در پرونده تحصیلی به آموزش دانشکده تحویل دهد.</p> <p>6- دانشجو موظف است پس از اخذ واحد پایان نامه/رساله، کاربرگ گزارش پیشرفت تحصیلی را یک ماه قبل از پایان هر نیمسال تحصیلی تکمیل کند و پس از تایید استادان راهنما و مشاور و مدیر گروه جهت درج در پرونده تحصیلی و انجام مراحل ثبت نام برای نیم سال بعد به کارشناس دانشکده تحویل دهد.</p> <p>7- دانشجو موظف است پس از تصویب پیشنهادی در هر نیم سال تحصیلی (تا قبل از دفاع) ثبت نام و واحد پایان نامه/رساله را اخذ کند.</p>	<p><b>دانشجویان</b> <b>کارشناسی</b> <b>ارشد و</b> <b>دکتری</b></p>