دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی‌تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی صنایع

پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

ارائه مدل و روش حل با رویکرد چندهدفه به مسئله مکان یابی - مسیریابی همزمان مواد خطرناک

نویسنده: سهیل داوری

اساتید راهنما: دکتر رضا زنجیرانی فراهانی و دکتر سید محمد معطر حسینی

۱۳۸۶

بسمه تعالي

تـاريخ: .....

شماره مدرک .....

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

فـرم اطلاعات پایان‌نـامه
کارشنـاسی - ارشد و دکتـرا
کتابخـانه مرکـزی

مشخصات دانشجو	نام خانوادگی : داوری	نام : سهیل	شماره دانشجویی: ۸۴۱۲۵۰۰۳	
	دانشکده: صنایع	رشته تحصیلی: مهندسی صنایع	گروه: صنایع	
عنوان	**ارائه مدل و روش حل با رویکرد چندهدفه به مسئله مکان‌یابی - مسیریابی همزمان مواد خطرناک**			
Title :	A multi-objective model for the problem of multi-period simultaneous Location-Routing Problem of HazMats			

استاد راهنما	نام خانوادگی : زنجیرانی فراهانی نام: رضا	درجه و رتبه استادیار	نام خانوادگی : معطرحسینی نام: سیدمحمد	درجه و رتبه دانشیار
استاد مشاور	نام خانوادگی : نام:	درجه و رتبه	نام خانوادگی : نام:	درجه و رتبه

دانشنامه	کارشناسی ○ ارشد ● دکترا ○						سال تحصیلی: ۱۳۸۶	
نوع پروژه	کاربردی ○ بنیادی○ توسعه ای○ نظری●							
مشخصات ظاهری	تعداد صفحات: ۸۰	تصویر: ●	جدول: ●	نمودار: ●	نقشه: ○	واژه‌نامه: ●	تعداد مراجع: ۸۲	تعداد ضمائم: ۲
زبان متن	فارسی ● انگلیسی ○			چکیده	فارسی ●		انگلیسی ●	
یاداشت	لوح فشرده ● دیسکت فلاپی○							
توصیفگر								
کلید واژه فارسی	مکان‌یابی، مسیریابی، مواد خطرناک.							
کلید واژه لاتین	Location – Routing – Hazardous Materials							

چکیده پایان‌نامه

مواد خطرناک که به اختصار HazMat نامیده می‌شوند، شامل مواد منفجره؛ گازها؛ مایعات و جامدات قابل‌اشتعال؛ مواد اکسیدکننده؛ مواد سمی؛ مواد خورنده، ضایعات خطرناک، زباله‌های منازل و بیمارستان‌ها می‌شوند. این مواد اصولاً در تاسیساتی چون پالایشگاه‌های نفتی، کارخانه‌های شیمیایی، کارخانه‌های تولید کاغذ، بیمارستان‌ها، خشکشوئی‌ها و حتی منازل تولید می‌شوند و به دلیل حمل‌ونقل فراوان این مواد به/از نقاط تقاضا و همچنین اثرات فاجعه‌بار آنها، پیشگیری‌های فراوانی در زمینه جلوگیری از هرگونه حادثه احتمالی آن‌ها بایستی انجام گردد. بدون شک نمی‌توان حمل این مواد را در هیچ جای دنیا ممنوع ساخت، لیکن چگونگی حمل آنها در اغلب اوقات بسیار بغرنج می‌نماید و اعتراضات مردمی در قبال این چنین تصمیماتی، دولت‌ها را در بسیاری مواقع مجبور به عقب‌نشینی نموده است. . اکثر قریب‌به‌اتفاق تسهیلات ناخوشایند مانند کارخانه‌های شیمیایی یا تولیدکننده و یا مصرف‌کنندگان مواد خطرناک و ناخوشایند هستند و به همین دلیل مسئله مسیریابی را می‌بایست همگام با حل مسئله مکان‌یابی این گونه تسهیلات انجام داد.

هدف پایان‌نامه، ارائه مدل و روش‌حلی برای مکان‌یابی و مسیریابی مواد خطرناک از نقاط تولید به یک روش موثر، مقرون‌به‌صرفه و با ریسک اندک با درنظرگرفتن مکان‌های کاندید استقرار برای تسهیلات پردازش و دفن این مواد از یک سو و نقاط تولید مواد خطرناک مشخص است. مواد خطرناک تولید شده، ابتدا به نقاط پردازش منتقل شده و مورد پردازش قرار می‌گیرند و باقیمانده که تقریبا بلااستفاده خواهد بود به نقاط دفن منتقل می‌شوند. در این پایان‌نامه پاسخ چهار پرسشی که در ادامه آمده است، یافته می‌شود:

- نقطه پردازش کجا قرار گیرد؟
- نقاط دفن کجا قرار گیرند؟
- مسیر حمل مواد خطرناک از نقاط مصرف به نقطه پردازش چگونه است؟
- مسیر حمل باقیمانده‌ها از نقطه پردازش به نقاط دفن چگونه است؟

لغات کلیدی: مکان‌یابی، مسیریابی، مواد خطرناک.

فهرست علائم اختصاری

AC	Ant Colony
CCC	Capacity Cut Constraint
CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
DEA	Data Envelopment Analysis
DSS	Decision Support System
GA	Genetic Algorithm
GIS	Geographical Information System
HazMat	Hazardous Material
LR	Lagrangean Relaxation
LRP	Location-Routing Problem
MATLAB	MATrix LABoratory
MOGA	Multi-Objective Genetic Algorithm
MOIP	Multiple Objective Integer Programming
MRHT	Minimum Risk HazMat Tree
MSF	Minimum Spanning Forest
NIABY	Not In Anyone’s BackYard
NIMBY	Not In My BackYard
OCST	Optimum Communication Spanning Tree
OFLR	Obnoxious Facility Location and Routing Model
SA	Simulated Annealing
TS	Tabu Search
VEGA	Vector Evaluated Genetic Algorithm
VRP	Vehicle Routing Problem

فهرست مندرجات

چکیده پایان‌نامه ۲

فهرست کلمات مخفف به‌کاررفته ۳

فصل ۱ – کلیات تحقیق و مرور مفاهیم ٦

۱–۱ تعریف مسئله ۷

۱–۱–۱ فرضیات مسئله ۱۰

۱–۲ کاربرد و اهمیت پایاننامه ۱۲

۱–۲–۱ یک نمونه عملی ۱۵

۱–۲–۲ کاربرد موارد مشابه در دنیا ۱٦

۱–۳ مرور مفاهیم مسئله مکان‌یابی – مسیریابی ۲۰

۱–۴ تسهیلات ناخوشایند و مواد خطرناک ۲۱

فصل ۲ – مرور ادبیات ۲۳

۲–۱ مسائل مکان‌یابی مواد خطرناک ۲٤

۲–۲ مسائل مسیریابی مواد خطرناک ۲۵

۲–۳ مسائل مکان‌یابی – مسیریابی همزمان ۲۸

۲–۴ مسائل مکان‌یابی– مسیریابی مواد خطرناک ۳۰

۲–۵ مسائل متفرقه مواد خطرناک ۳۱

فصل ۳ – مدلسازی مسئله ۳۷

۳–۱ فرمولبندی مسئله ۳۸

۳–۱–۱ علامات و عبارات ٤۰

۳–۱–۲ مدلسازی قسمت اول (مکان‌یابی تسهیلات ناخوشایند) ٤۱

۳-۱-۳ مدلسازی قسمت دوم (مسیریابی حمل مواد خطرناک) ٤٣
فصل ۴ – روش‌حل و نتایج محاسباتی ٤٥
۴-۱ روش تولید مسائل نمونه ٤٦
۴-۲-۱ حل مسئله تک‌هدفه هزینه ٥٣
۴-۲-۲حل مسئله تک‌هدفه ریسک ٥٦
۴-۲-۳ حل مسئله دوهدفه (هزینه/ریسک) ٥٨
فصل ۵ – نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی ٦٢
۵-۱ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ٦٣
۵-۲ تحقیقات آتی ٦٤
فصل ۶ - منابع و مآخذ ٦٦
ضمیمه شماره ۱ - واژه‌نامه ٧٥
ضمیمه شماره ۲ - نتایج محاسباتی ٧٧
English Abstract ٨١

فصل ۱

کلیات تحقیق و مرور مفاهیم

فصل ۱

کلیات تحقیق و مرور مفاهیم

خلاصه: در این قسمت، ابتدا به تعریف مسئله مورد بررسی در این پایان‌نامه پرداخته، فرضیات تحقیق مورداشاره قرار گرفته و کاربرد آن به تفصیل بحث می‌شود. در ادامه به ارائه موارد عملی کاربرد پایان‌نامه پرداخته و سپس به مروری کلی بر مفاهیم مکان‌یابی –مسیریابی و تعریف مواد خطرناک پرداخته می‌شود. بدون‌شک، ارائه کلیه مفاهیم در این مکتوب میسر نیست. علاقه‌مندان به مطالعه بیشتر این مباحث می‌توانند به منابع مرتبط مراجعه نمایند.

۱-۱ تعریف مسئله

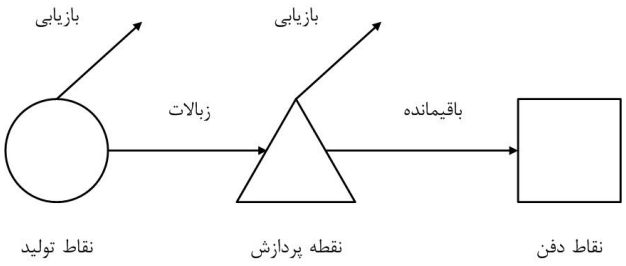
هدف این پایان‌نامه ایجاد یک سیستم برای حمل مطمئن، موثر و مقرون‌به‌صرفه مواد خطرناک و به‌طور ویژه حمل زباله‌های بیمارستانی و شهری است. به‌عبارت بهتر آنچه در ادامه خواهد آمد، ارائه مدل و روش‌حلی برای مکان‌یابی و مسیریابی مواد خطرناک از نقاط تولید به یک روش موثر، مقرون‌به‌صرفه و با ریسک اندک با درنظرگرفتن مکان های کاندید استقرار برای تسهیلات پردازش و دفن این مواد از یک‌سو و نقاط تولید مواد خطرناک مشخص در یک بازه زمانی تعیین‌شده است. مواد خطرناک تولیدشده، ابتدا به نقاط پردازش منتقل شده و مورد پردازش قرار می گیرند، باقیمانده که تقریبا بلااستفاده خواهد بود به نقاط دفن منتقل می‌شوند. به‌عبارت بهتر تصمیم اصلی در این پایان‌نامه شناسایی مسیرهای حمل است که مستقل از مکان‌های استقرار نیستند. در این پایان‌نامه پاسخ چهار پرسشی که در ادامه آمده است، یافته می‌شود:

- نقطه پردازش در کجا قرار گیرد؟
- نقاط دفن در کجا قرار گیرند؟
- مسیر حمل مواد ناخوشایند از نقاط مصرف به نقطه پردازش چگونه باشد؟
- مسیر حمل باقیمانده‌ها از نقطه پردازش به نقاط دفن چگونه باشد؟

در مسئله مکان‌یابی – مسیریابی همزمان مواد خطرناک که در دسته مسائل چندهدفه قرار می‌گیرد، سه هدف عمده مورد بررسی قرار خواهند گرفت که عبارتند از:

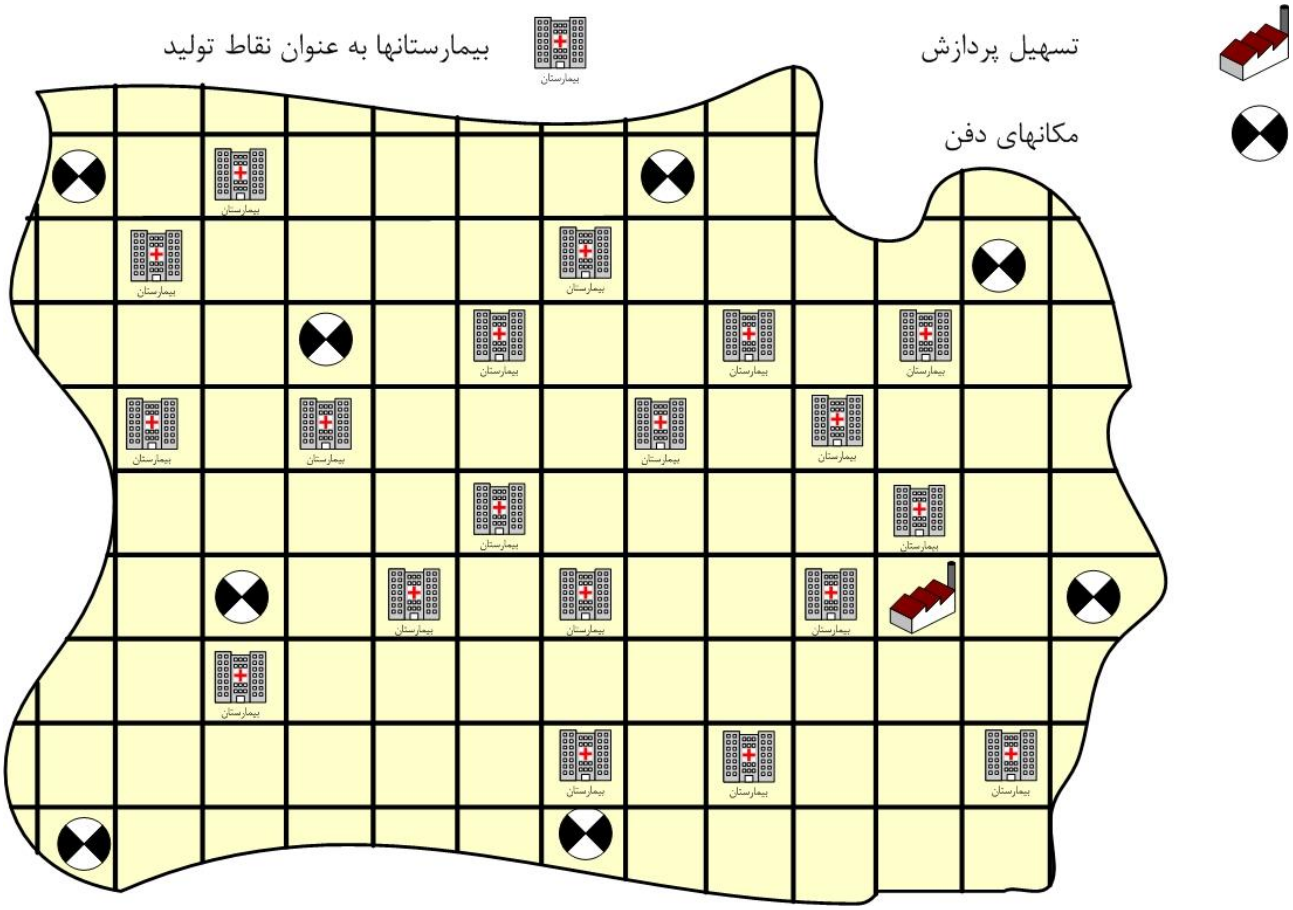
- کمینه‌نمودن مجموع هزینه‌های حمل مواد خطرناک
- کمینه‌سازی ریسک حمل مواد خطرناک
- بیشینه‌سازی برابری و عدالت در مکان‌یابی تسهیلات ناخوشایند پردازش و دفن

به طور کلی مسائل LRP در ادبیات به دلایل متفاوتی کمتر موردتوجه قرار گرفته‌اند و ادبیات موضوع بیانگر خلا تحقیقات در مورد مسئله مکان‌یابی – مسیریابی مواد خطرناک است که در حیطه مسائل برنامه‌ریزی عددصحیح چندهدفه[1] (MOIP) قرار می‌گیرد. در این پایان‌نامه با تکیه بر ادبیات مرتبط، مسئله با استفاده از تکنیک‌های چندهدفه و در سایزهای بزرگتر حل می‌شود که خود گامی بزرگ در پیشبرد مسائل مکان‌یابی – حمل مواد خطرناک است. نماهای شماتیکی از مسئله در نمودارهای ۱–۱و ۱–۲ و ۱–۳ آورده شده است.

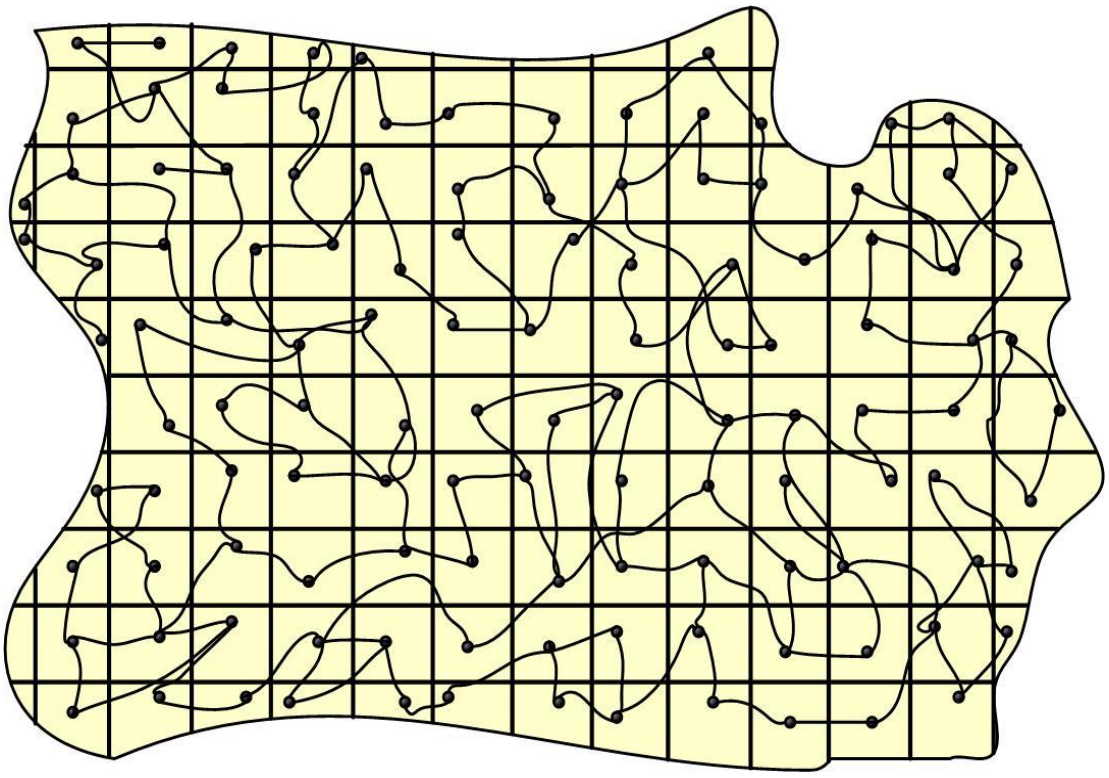


نمودار شماره ۱–۱ . نمای شماتیکی از مسئله مورد بررسی

[1] MOIP: Multiple Objective Integer Programming



نمودار شماره ۱-۲. نمای شماتیکی از مکان‌های کاندید استقرار و مکان‌های تولید مواد



نمودار شماره ۱-۳. نمای شماتیکی از مسیرهای کاندید حمل

همانطور که در نمودار شماره ۱-۲ مشاهده می‌گردد هر کدام از خانه‌های موجود در شکل که به عنوان بیمارستان مشخص شده‌اند، به عنوان نقاط تولیدکننده زباله‌های شهری تلقی و شده‌اند. نقاط کاندید استقرار مراکز پردازش و نقاط دفن نیز مشخص شده‌اند. هم‌چنین نمودار شماره ۱-۳ نشان‌دهنده مسیرهای ممکن حمل مواد بین هر دو نقطه است.

۱-۱-۱ فرضیات مسئله

- در این مسئله، به حل یک مدل m/1/n می‌پردازیم که در آن m برابر تعداد محل‌های تولید زباله، ۱ تعداد محل‌های پردازش و n تعداد محل‌های دفن است.
- مسئله درمورد مکان‌های پردازش (یک تسهیل)، به‌صورت برونزا و درمورد مکان‌های دفن، به‌صورت درونزا حل می‌گردد. به عبارتی تعداد مکان‌های پردازش ازپیش مشخص بوده و تعداد مکان‌های دفن پس از حل مسئله مشخص می‌شود.
- اطلاعات مسئله به‌صورت قطعی موجود هستند و لذا مسئله مورد بررسی در دسته مسائل قطعی قرار می‌گیرد.
- در این مسئله ۲ هدف در قسمت اول و ۲ هدف در قسمت دوم به‌صورت توامان مورد بررسی قرار می‌گیرند. اهداف قسمت اول عبارتند از: بیشینه‌سازی برابری در توزیع ناخوشایندی تسهیلات و کمینه‌سازی هزینه ثابت استقرار تسهیلات. هم‌چنین اهداف قسمت دوم کمینه‌سازی هزینه‌های کل حمل ازیک‌سو و کمینه‌سازی ریسک حمل از سوی دیگر است.
- مسئله در مورد یک نوع محصول حل می‌گردد.
- اطلاعات مسئله در یک بازه زمانی بلندمدت، ثابت درنظر گرفته شده و ازاین‌رو مسئله در دسته مسائل ایستا قرار می‌گیرد.
- مسئله برروی یک شبکه حل می‌گردد و نقاط استقرار روی گره‌های شبکه درنظر گرفته می‌شوند. بدیهی است مسیرهای ممکن نیز از اجتماع یالهای شبکه (گراف) تشکیل می‌گردند.
- ظرفیت تسهیلات پردازش و دفن محدود درنظر گرفته می‌شود.

- فاصله بین نقاط، نامتقارن است. به‌عبارت بهتر، فاصله نقطه A تا B برابر فاصله نقطه B تا A نیست که درعمل فرضی منطقی‌تر است. این موضوع می‌تواند ناشی از یکطرفه‌بودن مسیرها (گراف جهت‌دار شهری / بین شهری) و یا موارد دیگر باشد.
- مسئله به صورت سه‌مرحله‌ای بررسی می‌گردد. این مراحل عبارتند از نقاط تولید، نقاط پردازش و هم‌چنین نقاط دفن.
- ظرفیت ناوگان حمل محدود است و این موضوع، مسئله را از نوع مسائل CVRP قرار می‌دهد.
- در این پایان‌نامه، مطابق ادبیات مسئله سعی می‌شود مکان‌های تسهیلات از بین تعدادی مکان کاندید انتخاب شود که فرضی در عمل واقعی‌تر است.
- محدودیت طول مسیر در این پایان‌نامه درنظر گرفته نمی‌شود، به عبارتی ناوگان حمل می‌تواند مسیری با هر طول دلخواه را طی کند.
- هزینه ثابت استقرار تسهیلات در مسئله وجود دارد.
- تحویل جزئی در مسئله وجود ندارد. به‌عبارت بهتر تقاضای هر نقطه توسط تنها یک ناوگان برآورده می‌گردد.
- برابری در توزیع ناخوشایندی تسهیلات در مسئله وجود دارد.
- نقاط استقرار می‌توانند برروی نقاط تقاضا قرار گیرند. به عنوان مثال، نقطه‌ای خاص می‌تواند تولیدکننده نوع خاصی زباله باشد و درعین‌حال مکان قرارگیری تسهیل پردازش نیز باشد.
- انتقال زباله‌ها از مراکز تولید به مرکز پردازش همراه با ریسک حمل و هزینه حمل بوده و به‌صورت دوهدفه حل می‌گردد.
- از آنجا که باقیمانده زباله‌ها خطرناک نیستند، حمل از مرکز پردازش به مکان‌های دفن تنها همراه با هزینه حمل بوده و به‌صورت تک‌هدفه حل می‌گردد.
- مقدار کاهش حجم مواد ناشی از بازگشت مقداری از آن‌ها به چرخه دراثر بازیافت در مبدا و هم‌چنین پردازش موجود است.

این موارد در قسمت ذیل به‌طور خلاصه مورد اشاره قرار گرفته‌اند.

مسئله برونزا	○	مسئله درونزا	●		
مسئله قطعی	●	مسئله احتمالی	○		
مسئله تک‌هدفه	○	مسئله دوهدفه	○	مسئله چندهدفه	●
یک محصول	●	چند محصول	○		
مسئله ایستا	●	مسئله پویا	○		
مسئله گسسته	○	مسئله پیوسته	○	مسئله شبکه	●
ظرفیت تسهیلات نامحدود	○	ظرفیت تسهیلات محدود	●		
فاصله متقارن	○	فاصله نامتقارن	●		
مسئله یک‌مرحله‌ای	○	مسئله چندمرحله‌ای	●		
ظرفیت ناوگان نامحدود	○	ظرفیت ناوگان محدود	●		
عدم وجود نقاط کاندید استقرار	○	نقاط کاندید استقرار	●		
بدون محدودیت طول مسیر	●	با محدودیت طول مسیر	○		
بدون هزینه ثابت استقرار تسهیلات	○	با هزینه ثابت استقرار تسهیلات	●		
با تحویل جزئی	○	بدون تحویل جزئی	●		
بدون درنظر گرفتن برابری	○	درنظر گرفتن برابری	●		
نقاط استقرار جدا از نقاط تقاضا	○	امکان استقرار تسهیلات بر نقاط تقاضا	●		
روش حل قطعی*	●	روش حل ابتکاری	●	روش حل فوق‌ابتکاری	○

* در مورد مسائل با اندازه‌های کوچک.

۱-۲ کاربرد و اهمیت پایان‌نامه

اهمیت این پایان‌نامه را می‌توان با ارائه چندین مثال روشن ساخت:

- هزینه‌های ناشی از حوادث این مواد گاهاً بسیار زیاد است و حتی در مواردی مانند مرگ افراد و یا مصدومیت‌های شدید، غیرقابل اندازه‌گیری است. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های انسداد مسیر(های) حمل، پاکیزه سازی محل حادثه از مواد، تخلیه محل از افراد، هزینه‌های پزشکی، هزینه‌های ازدست‌رفتن تسهیلات، و هزینه خسارت‌های جانی و غیرجانی وارده به حادثه‌دیدگان و اسکان حادثه‌دیدگان در محل‌های مناسب و غیره است.
- اعتراضات مردمی در مورد استقرار تسهیلات ناخوشایند بسیار بالا است و حتی برخی اوقات استقرار آنها را غیرممکن نموده و ضررهای هنگفتی را به دولت‌ها تحمیل نموده است.
- سالانه در ایالات متحده آمریکا، ۱۹۰۰۰ تن رایانه قابل‌حمل دور انداخته می‌شود که حاوی مواد خطرناکی چون انواع فلزات، مواد سمی و پلاستیک‌هایی است که در چرخه بازیافت، تقریباً غیرقابل بازگشت هستند. به علاوه فروش رایانه‌های قابل حمل در سال ۲۰۰۹، بیش از ۱۵۰ میلیون عدد خواهد بود و به‌طور متوسط هر رایانه ۳ سال مورداستفاده قرار خواهد گرفت که مدیریت زباله‌های ناشی از این رایانه‌ها شامل باطری‌ها و بدنه آن‌ها در سالیان آتی از دغدغه‌های اساسی دولت‌ها خواهد بود. این اعداد و ارقام همگی نشانگر اهمیت غیرقابل انکار مدیریت صحیح زباله‌های ناشی از این نوع رایانه‌ها هستند که درزمره زباله‌های خطرناک قرار می‌گیرند.
- سالانه بیش از ۱/۵ بیلیون تن مواد خطرناک در آمریکا حمل می‌شود که بیش از ۶۵ درصد آن از طریق زمینی انجام می‌گردد، این مقدار در مقیاس جهانی به حدود ۳ تا ۴ بیلیون تن می‌رسد که رقم قابل‌توجهی بوده و با توجه به ماهیت این مواد، لزوم مدیریت صحیح آنها را گوشزد می‌نماید [2]. به عبارت بهتر از هر پنج کامیونی که در جاده‌های آمریکا به سفر مشغولند، یک کامیون حاوی HazMat است.
- سالانه حدود ۲ درصد به میزان تولید مواد خطرناک در جهان اضافه می‌شود.
- حساسیت افکار عمومی نسبت به حوادث این‌چنین بسیار بالا است، چنانچه طبق آمار منتشره، تنها حدود ۱۰ نفر سالانه بر اثر حوادث مواد خطرناک در ایالات متحده آمریکا جان خود را از دست می‌دهند، حال آنکه این رقم در مورد حوادث رانندگی حدود ۳۵۰۰۰ نفر است [33]. بااین‌وجود عکس‌العمل رسانه‌های گروهی و واکنش‌های مردمی در قبال این حوادث بسیار بیش از هر نوع حادثه دیگری است.

- اثرات سوء عدم‌مدیریت این نوع زباله‌ها در طول زمان مشخص می‌گردد که شامل آلودگی شدید منابع آب محلی و انواع بیماری‌ها است که اغلب در اثر دفن غیراصولی و یا حمل و مکان‌یابی ناصحیح مکان‌های دفن است. این موضوع علی‌الخصوص در مورد زباله‌های پزشکی که منجر به شیوع بیماری‌های همگانی می‌گردند، به‌وضوح قابل لمس است.
- حوادث بسیاری از این مواد در سال‌های اخیر رخ داده‌اند. نمونه‌هایی از حوادث مرتبط با مواد خطرناک ذیلاً آورده شده است:
  - در سال ۲۰۰۳ تنها در آمریکا، ۴۸۸ حادثه ناشی از مواد خطرناک رخ داده است که باعث مرگ ۱۵ نفر، زخمی‌شدن ۳ نفر و خسارتی معادل ۳۷/۷۵ میلیون دلار شده است [36].
  - نشت Chlorine از قطار مواد شیمیایی سمی در Ontario کانادا در سال ۱۹۷۶ وتخلیه ۲۰۰۰۰۰ نفر ساکن منطقه [33]
  - کشته شدن ۴۰۰۰ نفر در اثر ماده Methyl Iso Cyanate در منطقه Bhopal هندوستان [33]
  - انفجار یک کارخانه شیمیایی در سال ۱۹۷۶ در شهر کوچک Seveso و رها شدن Dioxin و آسیب دیدگی‌های جدی حدود ۱۹۰ نفر و ازبین‌رفتن هزاران پرنده در منطقه [33]
- امروزه ایرانی‌ها روزانه ۴۰ هزار تن و تهرانی‌ها ۷ هزار تن زباله تولید می‌نمایند، در کشور ما تنها ۱۰ درصد زباله‌ها تفکیک می‌گردند که تنها ۲ درصد در این بین قابل‌بازیافت است. این موضوع در کشورهایی چون ژاپن حتی تا صددرصد تخمین زده می‌شود. جدا از غیرطبیعی بودن این رقم در مقیاس جهانی، هزینه مدیریت این حجم از زباله، حدوداً ۶۰۰ بیلیون ریال است. بدیهی است از مهم‌ترین روش‌های کاهش چنین هزینه‌ای، ایجاد یک سیستم حمل سریع و موثر است. (روزنامه سرمایه ۱۴ بهمن ۱۳۸۵)
- تخمین زده می‌شود بازیافت صحیح زباله‌های شهر تهران با درنظر گرفتن کلیه هزینه‌ها، سالانه بیش از ۳۶۴ میلیارد ریال ارزش افزوده ایجاد نماید. (روزنامه سرمایه ۱۴ بهمن ۱۳۸۵) این رقم در سراسر کشور حتی به چندین برابر نیز می‌رسد.

- بیش لز ۳۰۰۰ نوع زباله در دسته زباله‌های خطرناک جای می‌گیرند که نمونه‌هایی از آن‌ها در جدول شماره ۱-۱ آورده شده‌اند.
- مسئله موردبررسی در این پایان‌نامه می‌تواند در سازمان‌های بسیاری مورداستفاده قرار گیرد:
  - مجتمع‌های پتروشیمی و پالایشگاه‌ها
  - شهرداری‌ها
  - بیمارستان‌ها
  - سایر صنایع پایین‌دستی کارخانجات پتروشیمی

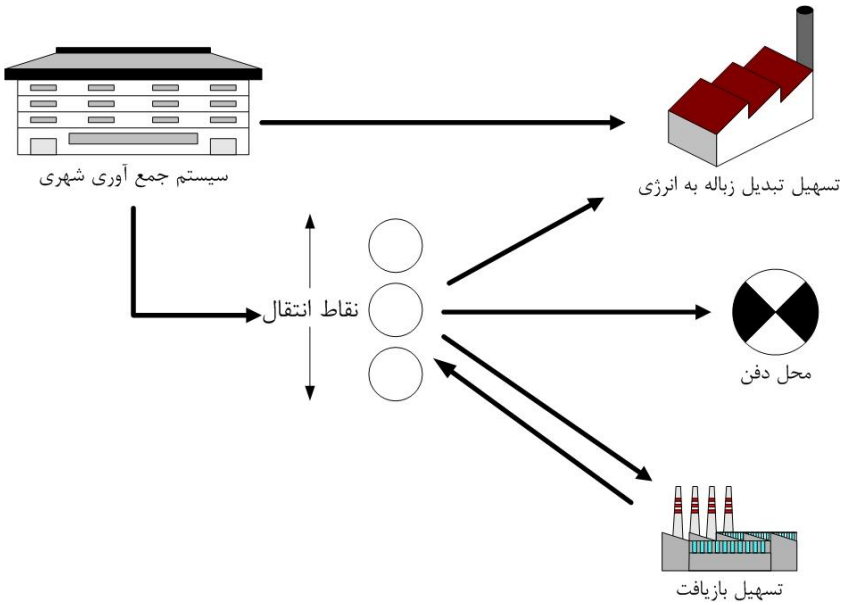
جدول شماره ۱-۱. انواع زباله‌های خطرناک شهری

غیره	آرایشی - بهداشتی	مواد باغبانی	زباله‌های پزشکی	ضایعات اتومبیل‌ها	زباله‌های منازل
تونر چاپگر	خمیردندان	حشره‌کش‌ها	سرنگ‌های مصرف شده و نشده	روغن‌موتور	پاک‌کننده‌ها، پودر و مایع لباسشویی
رنگ‌های ساختمانی	عطر و مواد خوشبوکننده	کود و سم	داروها	مواد شیمیایی	شوینده‌های ظروف
چسب	لوسیون‌ها	آفت‌کش‌ها	خون	روغن‌ترمز	سفیدکننده‌ها
مواد عکاسی		باقیمانده گیاهان تیز و برنده	اعضای پیوندی	باتری خودرو	نرم‌کننده‌ها
واکس			مواد دیالیزی		صابون
حلال‌ها			بانداژها		خوشبوکننده‌ها

۱-۲-۱ یک نمونه عملی [43]

شهرداری منطقه Hamilton-Wentworth در جنوب اونتاریو (کانادا) و در ۵۰ کیلومتری آبشار نیاگارا قرار دارد. این منطقه شامل ۶ شهر کانادا بوده و جمعیتی معادل ۴۵۰۰۰۰ نفر دارد. سالانه حدود ۳۰۰۰۰۰ تن انواع زباله‌ها در این

منطقه تولید شده و هر شهر وظایف تعیین‌شده‌ای در قبال زباله‌های تولیدی خود دارد. سیستم مدیریت زباله‌های این منطقه به دو سیستم جمع‌آوری زباله‌ها و سیستم دفن زباله‌ها تقسیم شده است که وظیفه مدیریت ۱۷ بخش را برعهده دارند. این سیستم از یک تسهیل تبدیل زباله به انرژی، یک تسهیل بازیافت، یک محل دفن با مساحتی معادل ۵۵۰ جریب، یک دپوی زباله‌های خطرناک و سه محل انتقال تشکیل یافته است. محل‌های انتقال، وظیفه دریافت زباله‌ها و تخصیص مناسب آنها به تسهیل مناسب را دارند. این سیستم در شکل شماره ۱-۴ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۱-۴. سیستم شهرداری منطقه Hamilton-Wentworth

۱-۲-۲ کاربرد موارد مشابه در دنیا

جدول شماره ۱-۲ مقالات منتشرشده موارد عملی در دنیا را نمایش می‌دهد.

جدول شماره ۱-۲. موارد کاربردی گوناگون مواد خطرناک

شماره	مقاله	مورد کاربرد	کشور
۱	E. Erkut et al. (1998) [33]	مدلسازی ریسک	آمریکا
۲	V. Akgun et al. (2000) [1]	یافتن مسیرهای گوناگون حمل در یک شبکه	آلبرتا، کانادا
۳	J. Zhang et al. (2000) [79]	استفاده از GIS برای ارزیابی ریسک حمل مواد خطرناک	ادمونتون، کانادا
٤	K. G.Zografos et al. (2000) [80]	توسعه یک سیستم پشتیبانی تصمیم در مقابله با شرایط اضطراری مواد خطرناک	یونان
٥	E.T. Iakovou (2001) [50]	حمل دریایی مواد پتروشیمی و نفت‌خام	خلیج مکزیک
٦	B. Fabiano et al. (2002) [39]	ایجاد ساختار ارزیابی ریسک و تصمیم‌گیری حمل مواد خطرناک	جنوا، ایتالیا
۷	P. Thomas et al.(2002) [71]	مکان‌یابی تسهیلات مواد خطرناک	اوهایو، آمریکا
۸	M.F. Milazzo (2002) [58]	ارزیابی ریسک حمل مواد خطرناک	مسینا، ایتالیا
۹	B.Y. Kara et al. (2003) [51]	ارزیابی دقیق ریسک حمل مواد خطرناک	اونتاریو، کانادا
۱۰	J. Rakas et al. (2004) [65]	مکان‌یابی تسهیلات مواد خطرناک	مریلند، آمریکا
۱۱	A. V.Gheorghe et al. (2005) [44]	ارزیابی ریسک حمل ریلی مواد خطرناک	سوئیس

۱۲	V. Misra et al. (2005) [60]	ارزیابی تاثیر بهینه‌سازی مدیریت مواد زائد و خطرناک بر سلامت و محیط‌زیست	هندوستان
۱۳	H. Ohtani et al. (2005) [63]	ارزیابی آماری حوادث مواد خطرناک	ژاپن
۱٤	B. Fabiano et al. (2005) [40]	ارزیابی ریسک و مدیریت شرایط اضطراری مواد خطرناک	جنوا، ایتالیا
۱٥	S. Mbuligwe et al. (2006) [55]	ارزیابی تاثیر بهینه‌سازی مدیریت مواد زائد و خطرناک جامد	تانزانیا
۱٦	R. Bubbico et al.(2006) [16]	ارزیابی ریسک حمل مواد خطرناک	سیسیل، ایتالیا
۱۷	O.B. Delgado et al. (2006) [26]	مقایسه دو منطقه از نظر میزان و نوع تولید زباله	شمال مکزیک
۱۸	M. Verma et al. (2007) [78]	یافتن میزان در معرض خطر قرارگرفتن جمعیت در اثر نشت مواد خطرناک	کانادا
۱۹	J.B. Sheu et al. (2007) [70]	طراحی شبکه لجستیک معکوس جمع‌آوری مواد خطرناک	تایوان
۲۰	E. Emek et al. (2007) [34]	مکان‌یابی تسهیلات مواد خطرناک	ترکیه
۲۱	P. Carotenuto; et al. (2007) [19]	زمانبندی حمل مواد خطرناک	لازیو، ایتالیا
۲۲	P. Carotenuto; et al. (2007) [20]	یافتن مسیرهای گوناگون با درنظرگرفتن برابری توزیع ریسک	لازیو، ایتالیا
۲۳	V. Akgun et al. (2007) [2]	طراحی مسیر حمل مواد خطرناک با درنظرگرفتن شرایط آب‌وهوایی	تگزاس، آمریکا
۲٤	E. Erkut and F. Gzara (2007) [38]	طراحی مسیر حمل مواد خطرناک	راونا، ایتالیا

۲۵	E. Erkut and O. Alp (2007) [37]	طراحی مسیر حمل مواد خطرناک	راونا، ایتالیا
۲۶	H.A. Eiselt (2007) [32]	مکان‌یابی محل دفع زباله‌های شهری	شرق کانادا
۲۷	S. Alumur; B.Kara (2007) [7]	مکان‌یابی – مسیریابی مواد خطرناک	آناتولی، ترکیه