





دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

رساله دکتری مهندسی صنایع - صنایع

ارایه مدل سه سطحی قیمت گذاری و تعیین تراکم بار

ترافیکی برای محدوده های طرح ترافیک

غلامرضا مروجی

استاد راهنما :

دکتر عیسی نخعی کمال آبادی

اساتید مشاور:

دکتر محمدرضا امین ناصری-دکتر محمود صفارزاده

بهمن ماه ۱۳۹۱



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای غلامرضا مروچی رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان ارائه مدل سه سطحی قیمت گذاری و تعیین تراکم بار ترافیکی برای محدوده های طرح ترافیک در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۹ 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 عیسی نخعی کمال آبادی	استاد	
استاد مشاور	دکتر محمود صفارزاده	استاد	
استاد مشاور	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر امیر البدوی	استاد	
استاد ناظر	دکتر حمید رضا اسکندری	استادپار	
استاد ناظر	دکتر سیدمهدی تشکری هاشمی	استاد	
استاد ناظر	دکتر علی منصورخاکی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر امیر البدوی	استاد	

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 1: 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 2: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که

در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار

خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از

آن دفاع شده است.»

ماده 3: 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 4: در صورت عدم رعایت ماده 3، 50% بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده 5: 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 4 را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده 6: اینجانب غلامرضا مروجی دانشجوی رشته مهندسی صنایع - صنایع مقطع دکتری تعهد فوق
وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: غلامرضا مروجی

تاریخ و امضا: 1391/12/09



تقدیم به

همسر عزیز و فداکارم

و

فرزندان دلبندم

که در این سال هارنج بسیاری به خاطر من تحمل نمودند

و روح مادر گرامیم که هرگز نتوانستم برق شادی این موفقیت را در چشمان

مهربانش ببینم

با تشکر و قدر دانی از:

کلیه بزرگوارانی که در طول مدت این پژوهش همواره
سبب دلگرمی و کمک ایشان یاریگر اینجانب بوده است
به خصوص استاد راهنمای ارجمندم و اساتید مشاور
گرامی و جناب آقای مهندس بهروز (مدیر عامل محترم
شرکت کنترل ترافیک تهران)

چکیده

امروزه گسترش شهرنشینی، افزایش استفاده از وسایل نقلیه شخصی برای عبور و مرور و کمبود زیرساختهای حمل و نقل شهری به خصوص در مراکز پرجمعیت و سنتی کلان شهرها باعث ازدحام بیش از ظرفیت خیابانها (به خصوص شریانی)، مراکز جمعیتی - تجاری، بزرگراهها، افزایش شدید آلودگی، هدر رفتن منابع عظیمی از انرژی (به ویژه سوخت های فسیلی)، وقت و پول شهروندان شده است. از جمله رویکردهایی که برنامه ریزان شهری برای مواجهه با بخشی از این معضل اتخاذ کرده اند اجرای قیمت گذاری تراکم بار ترافیکی¹ در مراکز پرتردد شهری است تا ضمن استفاده بهتر از زیرساخت های موجود، قادر به برنامه ریزی های برای بهبود کیفیت جریان ترافیک درون شهری، مدیریت مصرف انرژی، کنترل آلودگی، کاهش تاخیرات، روانی جریان ترافیک و ارائه خدمت عادلانه تر به شهروندان در استفاده از ظرفیت موجود در این مناطق باشند.

محقق در این پژوهش سعی دارد با استفاده از روش مسایل برنامه ریزی دوسطحی² و سه سطحی³ مدل مناسبی برای سه گروه از کاربران (سیاست گذاران ترافیک درون شهری - شرکت های بهره - بردار سامانه مکانیزاسیون ثبت تخلفات ورود غیر مجاز به محدوده مشمول مقررات محدودیت طرح ترافیک - رانندگان خودروها) در محدوده های تجاری مرکزی⁴، که هر کدام اهداف و مطلوبیت خود را دنبال می نمایند، ارائه نموده و با استفاده از روش فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک به حل مدل پردازد. رویکرد پژوهشگر در این پژوهش ایجاد مدلی برای مدیریت بهینه انرژی مصرفی خودروها به همراه کاهش آلاینده CO₂ هوای محدوده، حفظ درآمدزایی بهینه شرکت های بهره بردار سامانه مکانیزاسیون ثبت تخلفات ورود

¹ Congestion Pricing

² Bi-level Programming Problems

³ Multi-level

⁴ Central Business Districts

غیر مجاز به محدوده مشمول مقررات محدودیت طرح ترافیک و همزمان کاهش هزینه‌های رانندگان خودروهای عبوری در محدوده طرح ترافیک خواهد بود.

کلمات کلیدی: برنامه ریزی سه سطحی، قیمت گذاری تراکم بار ترافیکی، بهینه سازی، محدوده تجاری مرکزی ، الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1.....	مقدمه
3.....	فصل اول
3.....	تعریف مساله
4.....	1-1- تعریف کلی مساله
5.....	2-1- نیاز به مطالعه در مورد مساله
5.....	1-2-1 زمینه کاربردی روش تحقیق در مسائل مهندسی صنایع (Relevance)
6.....	2-2-1 از دیدگاه پژوهشی (Rigor)
6.....	3-1- اثرات مهم مطالعه بر مساله از نظر بهبود آن
9.....	4-1- اهداف و مفروضات تحقیق
12.....	5-1- دامنه اثر مساله در جامعه علمی و اجتماع
13.....	6-1- محدودیتها و چارچوب پروژه
20.....	فصل دوم

20	.....مروری بر مطالعات پیشین
20	.....(کاوش در متون)
21	.....مقدمه
22	.....1-2-قیمت گذاری تراکم بار
24	.....2-2-لزوم و فن‌آوری‌های رایج مکانیزاسیون برای کنترل محدوده طرح ترافیک
27	.....3-2-برخی مدل‌های بهینه سازی در شبکه و ظرفیت در قیمت گذاری ترافیک
28	.....1-3-2-برخی مطالعات انجام شده ظرفیت شبکه
32	.....2-3-2-مینیمم سازی هزینه های تردد
33	.....3-3-2-مینیمم سازی تعداد جایگاه پرداخت عوارض در شبکه مکانیزه
34	.....4-2-مدل های مصرف و هزینه انرژی در تراکم بار ترافیک
37	.....5-2-مدل آلودگی های حمل و نقل شهری
38	.....6-2-مدل های شبکه در قیمت گذاری
40	.....7-2-کاربران ناهمگن
41	.....8-2-برنامه ریزی چند هدفه و برنامه ریزی دو سطحی
43	.....9-2-تعریف مساله دوسطحی
44	.....10-2-پیچیدگی مسایل برنامه ریزی دوسطحی و تعرفه بندی
45	.....11-2-تعریف مساله چند سطحی

- 12-2- برخی روشهای حل مسایل دوسطحی 47
- 13-2- الگوریتم ژنتیک 49
- 14-2- عملگرهای الگوریتم ژنتیک 50
- 1-14-2- کدگذاری 50
- 2-14-2- ارزیابی 50
- 3-14-2- ترکیب 51
- 4-14-2- جهش 51
- 5-14-2- رمزگشایی 51
- 15-2- عدالت در قیمتگذاری تراکم بار ترافیکی 52
- فصل سوم 54
- روش تحقیق 54
- 1-3- روش تحقیق 55
- 1-1-3- تفاسیر ممکن از غیر تجربی 57
- 2-1-3- تحقیق مفهومی 57
- 3-1-3- مدل سازی تحلیلی و شبیه سازی 58
- 4-1-3- سناریو آفرینی 58
- 5-1-3- روش تحقیق رویکرد اکتشافی (Exploratory) 59
- 2-3- دستورالعمل جمع آوری داده و روش به کار رفته 60

63	3-3- تعاریف و مفاهیم واژه‌گان کلیدی و نشانه‌های ریاضی
63	3-3-1- تعاریف و مفاهیم واژه‌گان کلیدی
65	3-3-2- نشانه‌های ریاضی
69	3-4- برنامه‌های کامپیوتری استفاده شده
69	3-5- جدید بودن و نوآوری تحقیق
71	فصل چهارم
71	اطلاعات شبکه حمل و نقل
72	4-1- شبکه مورد مطالعه
72	4-2- معرفی نرم افزار شبیه ساز AIMSUN
74	
82	4-4- مراحل ایجاد شبکه تحقیق
82	4-4-1- گام اول: تعریف شبکه فیزیکی
83	4-4-2- گام دوم: تعریف اطلاعات مربوط به حجم ترافیک
88	4-4-3- گام سوم: تنظیمات چراغهای راهنمایی
89	4-4-4- گام چهارم: تعریف خطوط ویژه اتوبوس
90	4-5- کد نویسی در محیط Maple برای تعیین ماتریس‌های وضعیت ترافیک
91	فصل پنجم
91	مدلسازی مساله

- 92-1-5 مدل کلی تحقیق 92
- 92-2-5 ذینفعان (بازیگران) مدل 92
- 92-1-2-5 سطح بالا یا سطح رهبر (Leader Level) 92
- 93-2-3-5 سطح پایین یا سطح پیروان (Followers levels) 93
- 94-4-5 فرمولاسیون مدل و الگوریتم 94
- 96-5-5 دسته بندی رویکردهای چهارگانه تعرفه بندی تراکم بار ترافیکی 96
- 96-1-5-5 رویکرد نخست در مدلسازی 96
- 98-2-5-5 رویکرد دوم در مدلسازی 98
- 99-3-5-5 رویکرد سوم در مدلسازی 99
- 100-4-5-5 رویکرد چهارم در مدلسازی 100
- 101-6-5-6 مصرف انرژی وسایل نقلیه بنزین سوز 101
- 102-1-6-5 روش مصرف سوخت مبتنی بر مولفه های رانندگی 102
- 103-2-6-5 روش سرعت متوسط 103
- 103-3-6-5 روش مبتنی بر فاکتورهای آلودگی 103
- 104-7-5 مدل اول، مدل سرعت متوسط (کمتر از 15 کیلومتر در ساعت) 104
- 105-8-5 مدل دوم، مدل مصرف سوخت مبتنی بر مولفه های رانندگی 105
- 106-9-5 مدل سوم، مدل مبتنی بر فاکتورهای آلودگی 106
- 108-10-5 تشریح سطوح مدل 108

111	..... (حل با روش KKT) مساله نمونه
116	..... الگوریتم ژنتیک پیشنهادی
117	..... نحوه کدگذاری کروموزومها
117	..... تولید جمعیت اولیه و ارزیابی جواب
118	..... تقاطع
119	..... جهش
120	..... شرط خاتمه
122	..... فصل ششم
122	..... تحلیل اطلاعات و ارائه نتایج
123	..... 1-6- تحلیل اطلاعات
133	..... 2-6- بررسی نتایج وضعیت واقعی در مدل
133	..... 3-6- نتیجه گیری در مورد هر یک از سوالات یا فرضیات تحقیق
141	..... 4-6 - نتیجه گیری در مورد کل تحقیق
142	..... 5-6- کاربردهای عملی و تئوری
143	..... 6-6- پیشنهادهای تحقیقاتی برای آینده
161	..... پیوست 1
164	..... پیوست 2
167	..... پیوست 3

170 پیوست 4

174 پیوست 5

176 پیوست 6

فهرست جداول

صفحه	عنوان
47	جدول 1-2- چارچوب کلی مسایل دوسطحی با تصمیمگیری چند پیرو.....
76	جدول 1-4. خلاصه خروجیهای شبیه ساز در ساعت 7-8 صبح
78	جدول 2-4- زمان تاخیر در بازه های زمانی 5 دقیقه برای کل شبکه در ساعت اوج صبح (7-8).....
79	جدول 3-4- خلاصه شبکه در بازه زمانی 7-11.....
80	جدول 4-4- خلاصه شبکه در بازه زمانی 11-14.....
81	جدول 5-4- خلاصه شبکه در بازه زمانی 14-17.....
85	جدول 6-4. میزان ضریب رشد ماتریس توزیع
86	جدول 7-4. میزان تولید و جذب نواحی ترافیکی در ساعت اوج صبح
116	جدول 1-5. نمایش پاسخ های بدست آمده از حل مساله نمونه
124	جدول 1-6- متوسط روزانه تعداد وسائلنقلیه ورودی به گستره طرح ترافیک.....
125	جدول 2-6- سناریوهای گوناگون قیمتگذاری گستره طرح ترافیک
127	جدول 3-6: نتایج خودروهای فاقد مجوز (ناشناس-عمومی-تاکسی-متخلف) ورودی روزانه
128	جدول 4-6: نتایج کران بالای مدل تحقیق با خودروهای فاقد استاندارد آلاینده

جدول 6-5: نتایج کران بالای با خودروهای حایز حداکثر استاندارد آلاینده‌گی و مصرف سوخت یورو 1292

جدول 6-6: نتایج کران پایین مدل تحقیق با خودروهای فاقد استاندارد آلاینده‌گی.....130

جدول 6-7: نتایج کران پایین مدل با خودروهای حایز حداکثر استاندارد آلاینده‌گی و مصرف یورو 1312

جدول 6-8: نتایج کران پایین مدل با خودروهای حایز استانداردهای سوخت و تولید آلاینده‌گی یورو 1322

جدول 6-9: نتایج مدل با داده‌های واقعی تحقیق.....133

جدول 6-10: مقایسه سناریوهای کران پایین مدل با حداکثر تولید 100 تن آلاینده CO.....137

جدول 6-11: نتایج سناریوی سختگیرانه به منظور تشویق به استفاده از حمل و نقل عمومی.....141

میزان حجم ورودی‌های محدوده طرح ترافیک در یک روز نمونه سال.....161

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
13	شکل 1-1. حوزه عملکردی تحقیق
19	شکل 2-1. قدم‌ها و چارچوب‌های تحقیق (تکنیک تحقیق)
56	شکل 1-3. مدل رفت و برگشتی درروش تحقیق (V-W Model)
56	شکل 2-3. روند پیدایش و حل مساله از نظرروش تحقیق (از بالا به پایین)
73	شکل 1-4. کمانهای شبکه
74	شکل 2-4. گره‌های شبکه یا به عبارتی تقاطعات
75	شکل 3-4. سطح سرویس و حجم تخصیص یافته به معابر در ساعت 8-7 صبح
75	شکل 4-4. چگالی در ساعت 8-7 صبح
78	شکل 5-4. زمان تاخیر در بازه‌های زمانی 5 دقیقه برای شبکه در ساعت اوج صبح (8-7)
78	شکل 6-4. سرعت در بازه‌های زمانی 5 دقیقه برای شبکه در ساعت اوج صبح (8-7)
79	شکل 7-4. جریان در بازه‌های زمانی 5 دقیقه برای شبکه در ساعت اوج صبح (8-7)

- شکل 4-9. اتصال Centroid ها به معابر شبکه توسط کمانهای مجازی..... 85
- شکل 4-10. تعریف signal groups..... 88
- شکل 4-11. تعریف تنظیمات چراغ های راهنمایی در تقاطعات..... 89
- شکل 4-12. خطوط ویژه و ایستگاه های اتوبوس با زمان بندی سرفاصله در وضع موجود..... 89
- نمودار 5-1- رویکردهای قیمتگذاری تراکم بار ترافیک..... 96
- شکل 5-2. مساله نمونه..... 111
- شکل 5-3. نحوه نمایش جواب..... 117
- شکل 5-4. نحوه انجام تقاطع..... 119
- شکل 5-5. نحوه انجام جهش..... 120
- شکل 5-6. فلوجارت مربوط به روند کلی الگوریتم ژنتیک..... 121