

تحلیل و ارزیابی مدل‌های مدیریت تنظیم جهت معابر در شبکه‌های شهری

شهریار افندی‌زاده¹، رضا قویدلی ابرغان²، احسان زمانیان

1_ دانشیار دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

2_ کارشناس ارشد برنامه‌ریزی و حمل‌ونقل

3_ کارشناس ارشد برنامه‌ریزی و حمل‌ونقل

چکیده

در این مقاله با هدف کاهش زمان سفر و هزینه (شامل زمان سفر، استهلاک (مسافت - وسیله نقلیه) و مصرف سوخت) در یک شبکه شهری اقدام به معرفی روش‌هایی برای پیشنهاد پیکربندی‌های بهینه در یک شبکه معابر شهری شده و سپس جهت مقایسه پیکربندی‌های پیشنهادی با استفاده از مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران "EMME/2" شاخص‌های شبکه در پیکربندی‌های پیشنهادی به دست آمده است. سرانجام با محاسبه هزینه در پیکربندی‌های ارائه شده، مورد مقایسه قرار می‌گیرند. تخصیص سفر در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران مبتنی بر الگوریتم "فرانک-ولف" می‌باشد. جهت کاربردی نمودن، مطالعه موردی برای تعیین جهت معابر در محدوده نازی‌آباد در منطقه 16 شهرداری تهران ارائه شده است.

کلید واژه: مدیریت تنظیم جهت معابر، پیکربندی بهینه، مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، هزینه، منطقه 16.

1- رئیس سازمان راه‌سازی و حمل و نقل جاده‌ای، 09121279074، zargari@iust.ac.ir

2- کارشناس ارشد شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 09124181463، Rezaghaa@gmail.com

1- مقدمه

شبکه‌های خیابان‌های یکطرفه در شهرهای بزرگ به طور ناگهانی به وجود نیامده‌اند. پیدایش آن‌ها ناشی از وقایع مختلف می‌باشد که در عرض چند دهه شبکه خیابان‌های یکطرفه را به عنوان یک ضرورت مطرح ساختند. در دوره پیش از بزرگراه‌ها، یعنی از ابتدای پیدایش اتومبیل تا قبل از توسعه بزرگراه‌های شهری مراکز تجاری شهرها مراکز تمام فعالیت‌های فرهنگی و اجتماعی شهر و محدوده اطراف آن بودند. خیابانهای مرکز شهر محل تردد اتومبیل، تراموا، اتوبوس بودند. حرکت هر یک از این وسایل حمل و نقل با وسایل دیگر هماهنگ بود. عابر پیاده و اتومبیل با سرعت کم در کنار هم حرکت می‌کردند. در این دوره صاحبان پیشه برای رسیدن به محل کار خود مسافت زیادی طی نمی‌کردند. هنوز حومه‌نشینی شکل نگرفته بود و وسایل نقلیه عمومی در مسافت‌های طولانی فعالیت نمی‌کردند. جنگ جهانی دوم درس‌های بزرگی برای جوامع بشری به همراه داشت یکی از اثرات این جنگ پیدایش بزرگراهها بود. آلمان نازی در خلال جنگ با ایجاد بزرگراه‌های با دسترسی محدود توانسته بود جنگ افزار و سربازان را سریعاً به نقاط مورد نظر انتقال دهد.

این الگو مورد توجه واقع شد و پس از جنگ بسیاری از کشورهای جهان شروع به ساخت بزرگراه نمودند. پیدایش بزرگراه‌ها منافع زیادی داشت که بیشتر آن به گسترش تجارت مربوط می‌شد ولی همزمان این امکان را برای مردم فراهم نمود که تا به راحتی از محل کار خود دور شوند. هماهنگی بین استفاده‌کنندگان در خیابان‌های مرکز شهر به هم خورد و اولویت بیشتری به تسهیل ورود و خروج این مسافرین داده شد. از این پس دیگر خیابان‌های قدیمی و کم عرض مرکز شهر جوابگوی این تقاضای شدید سفر در صبح و بعد از ظهر نبودند. از اینرو یکطرفه کردن این خیابانها مورد توجه قرار گرفت [1].

دیدگاه گروه‌های مختلف مردم در مورد شبکه معابر با پیکربندی معابر یکطرفه متفاوت است. در سطور ذیل به آنها اشاره می‌شود:

دیدگاه مهندسی ترافیک

Ø مزایا

- افزایش ظرفیت 10 تا 20 درصدی تبدیل دوطرفه به یکطرفه
- کاهش تنوع گردش در تقاطع‌ها و کاهش زمان تأخیر در آنها
- کاهش فعالیت‌های کنار خیابان (مانند سوار و پیاده شدن از تاکسی‌ها)
- کاهش زمان سفر، مصرف سوخت، آلودگی

Ø معایب

- افزایش مسافت سفر (استهلاک)

- افزایش حجم گردش ها در تقاطع ها
- دیدگاه استفاده کنندگان (رانندگان، مسافران وسائط نقلیه عمومی، عابران)
- ∅ معایب
- گمراه کننده شدن شبکه یکطرفه برای رانندگان غیر دائمی
- گمراه کننده شدن شبکه به واسطه قرارگیری ایستگاه های نظیر در دو خیابان مجاور هم برای مسافران وسائط نقلیه عمومی
- کاهش ایمنی عابران
- دیدگاه جامعه مرکز شهر:
- ∅ معایب
- عدم علاقه به سکونت در معابر یکطرفه به دلیل دشوار شدن رسیدن به مقصدی نزدیک و ناهمسو با جهت حرکت
- عدم علاقه به سکونت و کسب و کار در معابر یکطرفه به دلیل سرعت بالا در آنها

2- صورت کلی مسأله

مسأله مدیریت تعیین جهت معابر شبکه‌های شهری به این شرح قابل طرح است یک شبکه خیابانی و زیر مجموعه‌ای از خیابانهای آن به نام «مجموعه خیابان‌های مورد تصمیم‌گیری» مفروض است. برای هر عضو از مجموعه خیابانهای مورد تصمیم‌گیری (یعنی برای هر خیابان مورد تصمیم‌گیری) یک «مجموعه تصمیم» وجود دارد که یا همان مجموعه (دوطرفه، یکطرفه در یک جهت، یکطرفه در جهت دیگر) است یا یک زیرمجموعه دو عضوی آن می‌باشد. وقتی برای هر خیابان مورد تصمیم‌گیری تصمیم گرفته شد آنگاه یک «پیکربندی» برای شبکه خیابان‌های یکطرفه انتخاب شده است. برای طراحی پیکربندی جدید برای شبکه یک مجموعه محدودیت‌ها و فرضیات وجود دارد، که به شرح ذیل می‌باشند [1]:

محدودیت‌ها:

محدودیت های تصمیم‌گیری (انفرادی)

- وجود 3 وضعیت متصور برای مجموعه معابر مورد تصمیم‌گیری
- یکطرفه سازی معبر به دلایل فیزیکی مانند عرض کم سواره رو (2 وضعیت متصور)
- یکطرفه سازی معبر به دلایل سیاسی و امنیتی در جهتی خاص (1 وضعیت متصور) و حذف از مجموعه تصمیم
- تعداد پیکربندی‌ها در صورت عدم وجود محدودیت‌های دیگر حداقل 2^k و

- حداکثر 3^k (k تعداد اعضای مجموعه خیابان های مورد تصمیم گیری)
محدودیت های شبکه (غیرانفرادی)
- وجود یک خیابان موازی و خلاف جهت در کنار یک خیابان یکطرفه
 - وجود حداقل یک مسیر بین هر مبدأ و مقصد با تقاضای غیر صفر
 - عدم ورود همه خیابان های یکطرفه به تقاطع
 - عدم خروج همه خیابان های یکطرفه از تقاطع
- محدودیت های روانی ترافیک
- عدم علاقه مندی به اتمام یک خیابان در یک مسافت کوتاه به دلیل ثبات در وضعیت حرکت
 - لزوم تشکیل لوپ های یکطرفه در شبکه (غالباً ساعتگرد) جهت دسترسی مناسب به کاربری ها
- فرضیات مسأله [1]:**

- عرض سواره رو و پارکینگ
- عدم در نظر گرفتن معابر محلی در استخوان بندی شبکه
 - در نظر گرفتن وضعیت پارکینگ های حاشیه ای در هر پیکربندی جدید مانند وضع موجود (سر منشأ وجود پارکینگ نیاز به پارک خودرو)
 - در گذر به یک پیکربندی جدید (دوطرفه به یکطرفه) عرض سواره رو مجموع عرض دو سواره رو قبل
 - در گذر به یک پیکربندی جدید (یکطرفه به دوطرفه) تعلق عرض سواره رو موجود به دو خیابان
 - زمان سفر آزاد و ظرفیت بر واحد عرض
 - عدم در نظر گرفتن تأثیر یکطرفه سازی بر ظرفیت واحد عرض
- میزان تأخیر در تقاطع ها
- به روز نمودن زمان تأخیر در پیکربندی جدید در تقاطع های آزاد
 - در نظر گرفتن زمانبندی ثابت در پیکربندی جدید در تقاطع های چراغدار (تأثیر کم در جواب ها)
- یافتن ماتریس تقاضا
- با اتوبوس ها پس از تبدیل آنها به حجم همسنگ مانند وسائط نقلیه عادی (بدون توجه به مسیر خطوط) رفتار شده

- با کامیون ها پس از تبدیل آنها به حجم همسنگ مانند وسائط نقلیه عادی (بدون توجه به معابر غیر مجاز در شبکه) رفتار شده

3-هدف مسأله

تعیین یک پیکربندی مجاز و بهینه برای شبکه خیابان های یکطرفه بطوری که زمان سفر و هزینه نظیر آن کمترین باشد.

4- تابع هدف

معمولاً در طراحی شبکه خیابان های یکطرفه تابع هدف را زمان سفر کل استفاده کنندگان می گیرند اکنون توضیح داده می شود که چگونه این مقدار وابسته به جریان در کمان های شبکه است و برای به دست آوردن آن باید مسأله دیگری به نام مسأله تخصیص ترافیک حل شود در واقع تابع هدف هر چیز دیگری هم گرفته شود که وابسته به جریان در کمان ها باشد این موضوع صادق است. در زیر با فرض اینکه تابع هدف همان زمان سفر کل استفاده کنندگان است به شرح موضوع پرداخته می شود.

زمان سفر کل استفاده کنندگان در شبکه ناشی از حجم ترافیک و زمان سفر در کمان های شبکه است که این زمان سفر هم به نوبه خود تابع حجم ترافیک کمان نظیر خود می باشد. بعلاوه تأخیر در تقاطع ها نیز جزئی از این زمان می باشد بنابراین برای به دست آوردن زمان سفر کل استفاده کنندگان باید ابتدا حجم ترافیک در کمان های شبکه محاسبه شود. این حجم ناشی از تصمیم یکایک استفاده کنندگان در انتخاب مسیر برای رسیدن از مبدأ به مقصد سفرشان می باشد و ملاک هر یک از آن ها در این تصمیم گیری کمینه کردن زمان سفر خود است با تغییر در وضعیت یک کمان که در واقع تغییر در شبکه می باشد کل الگوی جریان ترافیک در کمان های دیگر تغییر می کند به عنوان مثال فرض می شود که یک کمان از وضعیت دو طرفه به وضعیت یکطرفه به سوی پایین خیابان درآیند. در این صورت کسانی که قبلاً در جهت بالا از آن خیابان استفاده می کردند دیگر امکان این کار را ندارند و به ناچار از مسیرهای دیگر استفاده خواهند کرد استفاده از یک مسیر جدید به معنی استفاده از حداقل یک کمان جدید می باشد که در نتیجه جریان در این کمان جدید نسبت به وضع سابق بیشتر خواهد شد و زمان سفر در آن نیز بالا می رود این ممکن است موجب شود تا افرادی که قبلاً در مسیر خود از این کمان استفاده می کردند حال مسیرهایی بیابند که نسبت به مسیر قبلی زمان سفر کمتری داشته باشد و این روند ادامه می یابد.

می توان نشان داد در شرایطی که برای مسأله مورد نظر این مطالعه در دست است حل مسأله تخصیص ترافیک معادل حل یک مسأله بهینه سازی است. بنابراین برای یافتن مقدار تابع هدف نظیر هر پیکربندی برای شبکه خیابان های یکطرفه می بایست ابتدا یک مسأله بهینه سازی دیگر برای تخصیص

تقاضا به شبکه حل شود. به این نوع مسایل که در درون خود مسأله بهینه‌سازی دیگری به صورت یک محدودیت دارند مسایل دوسطحی گویند. در سطح بیرونی تصمیم‌گیرندگان بیرونی قرار دارند که می‌خواهند با تغییر پیکربندی و تعیین جهت حرکت شبکه معابر زمان سفر کل استفاده‌کنندگان را به کمترین مقدار ممکن برسانند. با تغییر پیکربندی و تعیین جهت حرکت شبکه معابر تصمیم‌گیرندگان درونی یعنی استفاده‌کنندگان از شبکه شروع به حل مسأله خود می‌کنند که یافتن مسیری بین مبدأ و مقصد است که کمترین زمان سفر را داشته باشد. و وقتی تک تک این تصمیم‌ها روی هم قرار گرفت جریان تعادلی در کمان‌ها را به وجود می‌آورد که سیاست‌گذاران برای یافتن آن ناگزیر از حل مسأله تخصیص ترافیک هستند تا اثر تصمیم خود را ببینند [1].

4-1- فرمول بندی مسأله

برای مسأله تعیین جهت حرکت معابر از نمادگذاری زیر استفاده می‌شود [2]:

DS : مجموعه خیابان‌های مورد تصمیم‌گیری و $k = |DS|$. فرض می‌شود که این خیابانها از 1 تا k شماره گذاری شده اند.

d_i : مجموعه تصمیم i امین خیابان مورد تصمیم‌گیری که یا مجموعه $\{1, 2, 3\}$ است و یا یک زیر مجموعه دو عضوی از آن می باشد.

z_i : وضعیت i امین خیابان مورد تصمیم‌گیری است که از مجموعه d_i انتخاب می شود. وضعیت 1 نظیر دو طرفه است، وضعیت 2 نظیر یکطرفه در یک جهت خیابان و وضعیت 3 نظیر یکطرفه در جهت دیگر خیابان است.

Z : بردار (Z_1, Z_2, \dots, Z_k) که یک پیکر بندی برای شبکه معابر است.

$N(Z)$: شبکه خیابانی که با پذیرش پیکربندی Z برای شبکه معابر ایجاد می شود.

FN : مجموعه شبکه های خیابانی مجاز، یعنی شبکه‌هایی که محدودیتهای شبکه در آنها برقرار است.

A_z : مجموعه کمانها ناشی از انتخاب پیکربندی Z برای شبکه معابر

$X_2(Z)$: جریان تعادلی در کمان a ناشی از انتخاب پیکربندی Z برای شبکه معابر

$X(Z)$: بردار جریان تعادلی در کمانهای شبکه نظیر پیکربندی Z

t_a^z : تابع زمان سفر - حجم در کمان a وقتی پیکربندی Z برای شبکه معابر انتخاب می شود.

$Assign(N, D)$: روندی که با حل مسأله تخصیص ترافیک، تقاضای D را به شبکه N تخصیص داده

و جریان تعادلی در کمانها را به دست می دهد.

در حالت کلی که تابع هدف می تواند تابعی چون $f(Z)$ باشد، مسأله تعیین جهت حرکت معابر به

شرح رابطه (1) خواهد بود [2]:

$$(1) \quad \text{Minf}(z)$$

subject to:

$$Z = \{(z_1, z_2, \dots, z_k) \mid z_i \in d_i, i = 1, \dots, k\}$$

$$N(Z) \in FN$$

که در آن محدودیت اول در واقع تعریف یک پیکربندی است و محدودیت دوم همان محدودیتهای شبکه می باشد.

اما اگر تابع هدف زمان سفر کل استفاده کنندگان باشند آنگاه فرمول بندی رابطه (2) بهتر نمایانگر طبیعت دو سطحی مسأله خواهد بود [2].

(2)

$$\text{Min} \sum_{a \in A_z} x_a(Z) t_a^z(X_a(Z))$$

subject to:

$$Z = \{(z_1, z_2, \dots, z_k) \mid z_i \in d_i, i = 1, \dots, k\}$$

$$N(Z) \in FN$$

$$X(Z) = \text{Assign}(N(Z), D)$$

5- مدل های مدیریت تنظیم جهت معابر در شبکه های شهری

در این بند به بررسی مدل های حل مسأله مدیریت تعیین جهت معابر توسط محققان پرداخته می شود.

5-1- پژوهش در زرنر و وسولوسکی¹

هدف این دو پژوهشگر یافتن پیکربندی بهینه خیابانهای یکطرفه و دو طرفه در یک شبکه خیابانی با تابع هدف کمینه کردن زمان سفر استفاده کنندگان است. هر خیابان مورد تصمیم گیری معادل یک کمان فرض می شود و مجموعه تصمیم هر کمان 3 عضو دارد. در این پژوهش هیچ محدودیتی برای شبکه منظور نشده است، جز اینکه بین هر مبدأ و مقصد باید مسیری وجود داشته باشد. دشواری مسأله فقط در بزرگی اندازه و نه در محدودیتهای آن است. آنها با یک سری فرضیات موفق شدند از

¹ - Drenzer & Wesolowsky

دشواری به دست آوردن تابع هدف بکاهد و در واقع حل مسأله تخصیص را به یافتن کوتاهترین مسیر بین دو گره تقلیل دهند. شرح فرضیات آنها در ادامه می آید.

فرض اول اینکه تأخیر را تنها در کمانهای شبکه در نظر گرفتند و به عبارت دیگر تأخیر در تقاطعها را اعمال نکردند. در فرض دوم سرعت را در همه کمانهای شبکه یکسان و مستقل از حجم گرفتند. در نتیجه زمان سفر در هر کمان مستقل از حجم در آن کمان و ضریبی از طول کمان می شود. این موضوع دو نتیجه به همراه خود دارد. اول اینکه زمان سفر در هر مسیر متناسب با طول آن مسیر است و بنابراین تقاضا از کوتاهترین مسیر (از نظر مسافت) بین مبدأ و مقصد استفاده می کند. دوم اینکه کل استفاده کنندگان، متناسب با مسافت طی شده توسط آنها می باشد. بنابراین می توان از مسافت طی شده به عنوان تابع هدف بهره برد.

فرض دیگر این پژوهش این است که هر کمان که یک طرفه می شود طول آن در عددی کوچکتر از یک که a نامیده می شود ضرب می شود. این فرض معادل است با این که سرعت در کمانهای یکطرفه $1/a$ برابر سرعت در کمانهای دوطرفه است. به این ترتیب باز هم زمان سفر کل استفاده کنندگان متناسب با مسافت طی شده توسط استفاده کنندگان خواهد بود.

بدین سان با مسأله تعیین پیکربندی بهینه خیابانهای یکطرفه و دوطرفه مواجه هستیم تا مسافت طی شده توسط استفاده کنندگان کمینه شود [3].

5-2- پژوهش لی و یانگ¹

هدف این دو پژوهشگر نیز طراحی شبکه خیابانهای یکطرفه و دوطرفه با منظور کاهش زمان سفر کل استفاده کنندگان است. آنها نیز هر خیابان مورد تصمیم گیری را نظیر یک کمان و مجموعه های تصمیم گیری را نظیر یک کمان و مجموعه های تصمیم را سه عضوی فرض کردند. در مجموع آنها نیز تنها سختی مسأله را در بزرگ بودن آن یعنی تعداد زیاد پیکربندی ها و نه محدودیت های شبکه دیدند. ولی برای فایق آمدن بر این سختی، فرضیات ساده کننده نظیر آنچه که در زرنر و وسولوسکی در نظر گرفتند، اعمال نکردند.

برای تابع زمان سفر -حجم کمانها از تابع معروف رابطه (3) استفاده کرده اند:

$$T_a(V_a) = T_{0a} [1 + 0.15(V_a / C_a)^{0.4}]$$

که در آن T_a زمان سفر در کمان a و T_{0a} زمان سفر آزاد در کمان a می باشند. C_a ظرفیت در کمان a و متناسب با تعداد خطوط کمان a است. در حالتی که یک کمان یکطرفه شود ظرفیت در هر خط را به میزان 12 درصد افزایش داده اند.

¹ -Lee & Yang

تأخیر در تقاطع به تفکیک برای سه حرکت مستقیم، گردش به راست و گردش به چپ دیده شده است. تمام تقاطعها را چراغدار و دارای دو فاز دیده‌اند و زمان تأخیر برای هر یک از سه حرکت فوق علاوه بر زمانبندی چراغ به حرکت‌های درگیر با آن حرکت هم وابسته است.

لی و یانگ سپس دو روش برای حل این مسأله ارائه کرده‌اند، یکی الگوریتم ابتکاری ویژه و دیگری الگوریتم ابتکاری بر پایه روش سرد و گرم کردن شبیه‌سازی شده. الگوریتم ابتکاری ویژه با شبکه دوطرفه شروع کرده و در هر تکرار با به دست آوردن حجم در کمانها، بر اساس تفاوت حجم در دو کمان رفت و برگشت، دو کمان دو طرفه را برگزیدند. آنگاه برای این دو کمان که همزمان می‌توانند $3 \times 3 = 9$ وضعیت داشته باشند، 8 وضعیت همزمان دیگر (غیر از وضعیت فعلی) را در نظر می‌گیرند و به این طریق 8 شبکه مختلف به وجود می‌آید که پس از تخصیص تقاضا به آنها می‌توان بهترین را برگزید و با آنها می‌توان بهترین را برگزید و با آن روش را ادامه دارد. به این ترتیب در هر تکرار یک یا دو کمان یکطرفه می‌شوند. این الگوریتم پایه نظری نداشته و صرفاً به منظور مقایسه با روش گرم و سرد کردن شبیه‌سازی شده طراحی شده است.

برای سرد و گرم کردن شبیه‌سازی شده پیشنهاد می‌کنند که پیکربندی اولیه شبکه خیابانهای یکطرفه و دوطرفه در ابتدا کاملاً تصادفی انتخاب شود. به این شکل که برای هر یک از کمانها که می‌توانند یکطرفه باشند بطور تصادفی تصمیم‌گیری شود. البته اگر این پیکربندی اولیه امکان‌پذیر نبود آنگاه پیکربندی دیگری تولید می‌شود و این کار ادامه می‌یابد تا به یک پیکربندی امکان‌پذیر برسیم و این پیکربندی به عنوان پیکربندی اولیه به الگوریتم گرم و سرد کردن شبیه‌سازی شده داده می‌شود. منظور از امکان‌پذیر نبودن این است که به یک گره فقط خیابانهای یکطرفه متصل باشند و این خیابانها همگی به سوی آن گره و یا همگی در جهت دور شدن از آن گره یکطرفه باشند.

آنها سپس برای مقایسه دو الگوریتم پیشنهادی از یک شبکه شطرنجی با 5×5 گره که شامل 80 کمان می‌باشد استفاده کرده‌اند. طول تمام کمان‌ها بطور تصادفی عددی بین 200 و 500 متر در نظر گرفته شده است. در حالت کلی همه کمانها دو طرفه اند و در هر طرف دو خط دارند. تمام گره‌های کناری و غیر گوشه را که جمعاً 12 گره هستند، مبدأ و مقصد سفرها فرض کرده‌اند. لذا ماتریس تقاضا 12×12 خواهد بود. فرض می‌شود که تمام کمانها قابلیت یکطرفه شدن را دارند.

در ادامه، یک ماتریس تقاضای فرضی در نظر گرفته شده است و به شبکه فعلی که همه کمانها دوطرفه‌اند تخصیص داده شده است که برای 72 درصد کمانها نسبت (V/C) بزرگتر یا مساوی 0.75 بوده است. این ماتریس تقاضا را تقاضای متوسط نامیده‌اند. از ضرب این ماتریس در 0.5 و 1.5 به ترتیب ماتریس تقاضای کم و ماتریس تقاضای زیاد را به دست

آورده‌اند. به این ترتیب با یک شبکه و سه ماتریس تقاضا، سه مسأله طراحی شبکه خیابانهای یکطرفه و دوطرفه بوجود آمده است.

این دو پژوهشگر سپس ابتدا با روش گرم و سرد کردن شبیه‌سازی شده و پس از آن با الگوریتم ابتکاری ویژه این سه مسأله را حل کرده‌اند. پس از حل به این نتیجه رسیده‌اند که تابع هدف جواب نهایی به دست آمده در تقاضای کم، متوسط و زیاد در روش ابتکاری ویژه به ترتیب برابر 94، 69 و 48 درصد به دست آمده توسط روش گرم و سرد کردن شبیه سازی شده است.

لی و یانگ در پایان نتیجه‌گیری کرده اند که هرچند هزینه محاسبه روش سرد و گرم شبیه سازی- شده نسبت به الگوریتم ابتکاری ویژه بسیار بیشتر است ولی استفاده از آن به خصوص در تقاضاهای زیاد بسیار کارتر است. [4].

5-3- طراحی شبکه در مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد

پژوهشکده حمل و نقل شریف در گزارش ارزیابی گزینه‌های خیابانهای یکطرفه که به عنوان بخشی از مطالعات طرح جامع حمل و نقل مشهد تهیه شده است، به طراحی شبکه خیابانهای یکطرفه و دوطرفه برای شهر مشهد پرداخته است. روش بکار گرفته شده، انتخاب بهترین گزینه از میان چند گزینه مختلف بوده که توسط کارشناسان آشنا با شبکه خیابانی شهر پیشنهاد شده است.

مهمترین برتری روش گزینه‌سازی در طراحی شبکه خیابانهای یک طرفه و دو طرفه این است که گزینه‌سازان محدودیتهای شبکه را لحاظ می‌نمایند. از این رو هر گزینه نظیر یک پیکربندی مجاز است. ولی گزینه‌سازی دامنه انتخاب را بسیار محدود می سازد زیرا از بین چندین میلیون پیکربندی مجاز، به چند ده تا از آنها اکتفا می شود.

در این روش یک شبکه با حداکثر خیابانهای دو طرفه (با کمترین خیابانهای یکطرفه)، که آنرا شبکه مبنای خیابان های یکطرفه می نامند، به این ترتیب ساخته شد که تمام خیابانهایی که در شبکه فعلی یکطرفه بودند و امکان دو طرفه را داشتند به صورت دو طرفه درآمدند. در مطالعات مشهد امکان دو- طرفه شدن، وجود عرض حداقل 7 متر برای سواره رو در نظر گرفته شده است. این گزینه از آنجا مناسب‌ترین گزینه تشخیص داده شده است که در حالت عدم شلوغی طبیعی‌ترین گزینه به نظر می رسد و هر گزینه دیگری در نهایت به عنوان شبکه خیابانهای یک طرفه و دوطرفه پذیرفته شود باید نسبت به این گزینه برتری قابل قبولی داشته باشد.

به نظر این پژوهشگران هر گزینه‌ای برای شبکه خیابانهای یکطرفه در پی آن است که زمان سفر کل استفاده‌کنندگان را نسبت به شبکه مبنای خیابان‌های یکطرفه و دو طرفه کاهش دهد، اما این کار ممکن است هزینه افزایش مسافت طی شده توسط استفاده‌کنندگان شبکه را در پی داشته باشد. در این مطالعه استهلاک وسیله نقلیه و مصرف سوخت متناسب با مسافت طی شده فرض شده و بر این

اساس هزینه وسیله نقلیه - کیلومتر محاسبه شده است. هزینه هر واحد از زمان سفر (زمان صرف شده در شبکه) هم برابر با ارزش سرانه تولید ناخالص ملی در آن واحد از زمان در نظر گرفته شده و بر این اساس به مقایسه بین شبکه های مختلف پرداخته شده است. به این صورت که یکبار تقاضای صبح و یکبار تقاضای عصر به شبکه هر گزینه تخصیص داده شده و کل زمان سفر و کل مسافت طی شده استفاده کنندگان در شبکه در صبح و عصر به دست آمده است. با توجه به هزینه ای که برای این دو کمیت در نظر گرفته شده است، هزینه کل برای هر یک از شبکه ها محاسبه و در نهایت شبکه با کمترین هزینه به عنوان بهترین شبکه برگزیده شده است [5].

4-5- پژوهش بر اساس روش سرد و گرم کردن شبیه سازی شده (SA)

این پژوهش اساساً با الهام از کار لی و یانگ صورت گرفته و در آن سعی شده است تا حد ممکن محدودیتهای مختلف شبکه نیز در آن لحاظ شود. همچنین در این پژوهش برای نخستین بار، نتایج مدل پیشنهادی بر روی شبکه خیابانی یک شهر واقعی بررسی شده است.

از جمله محدودیتهایی که در این پژوهش لحاظ شده است می توان به اعمال طراحی بر روی خیابانهای مورد تصمیم گیری و نه همه خیابانهای شبکه، همسویی و ناهمسویی خیابانها و وجود حداقل یک مسیر بین دو گره مبدأ و مقصد که دارای تقاضای سفر هستند اشاره کرد.

این پژوهشگر سپس مدلی بر پایه روش گرم و سرد کردن شبیه سازی شده جهت ساخت شبکه های خیابانی امکان پذیر ارائه نموده و در نهایت با استفاده از مدل پیشنهادی خود، پیکربندی مناسبی را برای خیابانهای یکطرفه و دوطرفه در شهر شیراز مشخص کرده است. در این پژوهش برای تخصیص ترافیک وسایل نقلیه از "EMME/2" استفاده شده است.

در این پژوهش، معیار بهبود وضعیت شبکه نسبت به حالت قبل، کاهش زمان سفر کل استفاده کنندگان در ساعت اوج ترافیک در نظر گرفته شده است و در نهایت بهترین گزینه دارای کمترین زمان سفر نسبت به سایر گزینه ها می باشد. این پژوهشگر فرضیاتی نیز مانند تبدیل تقاضای وسیله نقلیه همگانی و تقاضای کامیون به تقاضای همسنگ سواری در نظر گرفته است. در ادامه کار این پژوهشگر شبکه مناسب خیابانهای یکطرفه و دوطرفه شیراز را با استفاده از روش گزینه سازی بر مبنای قضاوت مهندسی به دست

آورده و نتایج هر دو روش را با یکدیگر مقایسه کرده است [6].

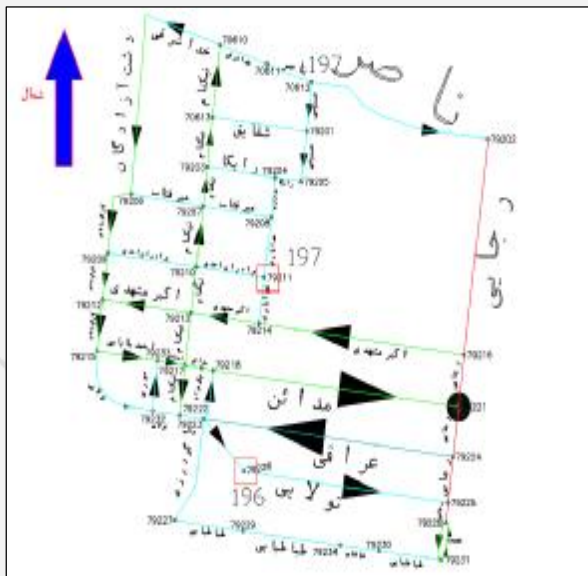
5-5- پژوهش بر اساس الگوریتم ژنتیک (GA)

در این پژوهش با ساخت 25 کروموزوم که گزینه های مناسبی برای شبکه شهر قزوین بوده اند و در واقع نظر کارشناسان در تعیین جهت معابر بوده است اقدام به ترکیب، تکثیر و جهش در این شبکه ها بر اساس الگوریتم ژنتیک شده است و تعداد نسله ها تا 300 تکرار ادامه یافته و در نهایت بر اساس نتایج تخصیص با استفاده از EMME/2 بر روی شبکه های بدست آمده و زمان سفر بر روی کمانها و تقاطع

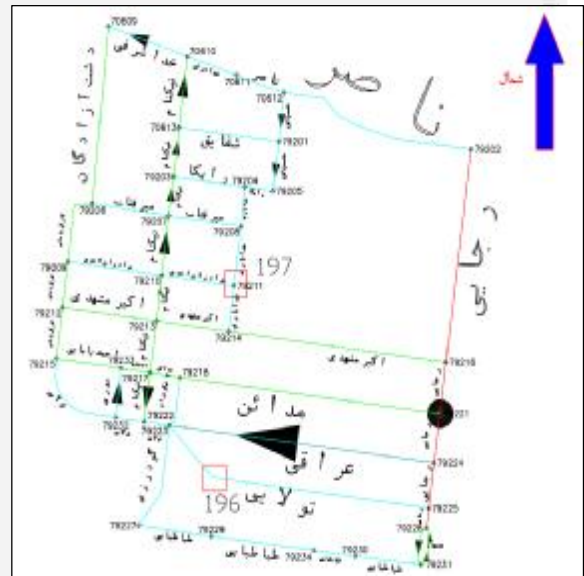
ها اقدام به مقایسه زمان سفر در شبکه‌های مزبور شده است و بهترین شبکه به عنوان شبکه برتر معرفی شده است. در این پژوهش به محدودیت‌های شبکه نیز توجه شده است به این صورت که نباید خیابانهای ورودی به یک تقاطع همگی به طرف داخل تقاطع یکطرفه باشند و امکان خروج از تقاطع وجود نداشته باشد و بالعکس ترکیب خیابانها نباید به گونه‌ای باشد که امکان ورود به تقاطع وجود نداشته باشد. از دیگر محدودیتهایی که در مدل پیشنهادی رعایت شده است وجود حداقل یک مسیر بین هر مبدأ و مقصد است، به عبارت دیگر تمامی رانندگان باید بتوانند حداقل یک مسیر از مبدأ تا مقصد خود بیابند و ترکیب شبکه نباید به گونه‌ای باشد که حتی یک راننده قادر به یافتن مسیری بین مبدأ و مقصد خود نباشد [7].

6- بررسی و مقایسه روش‌های مدیریت تنظیم جهت معابر در یک مطالعه موردی

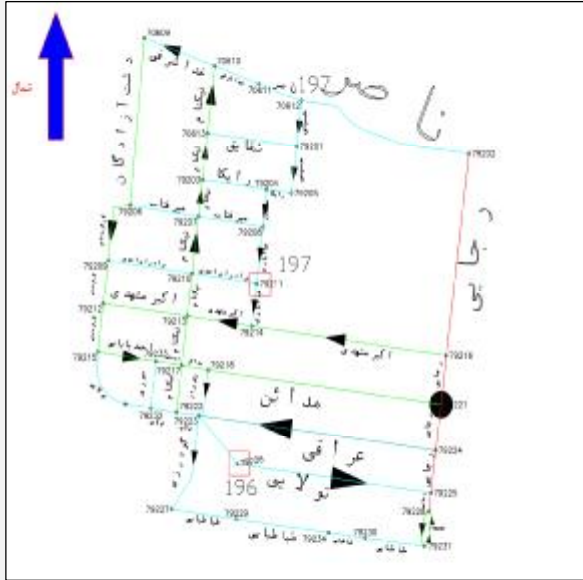
محدوده مورد مطالعه، شبکه معابر نازی‌آباد در شرق منطقه 16 شهرداری تهران می‌باشد. با استفاده از مدل‌های اشاره شده به ایجاد پیکربندی‌های نزدیک بهینه در شبکه‌های شهری اقدام می‌گردد.



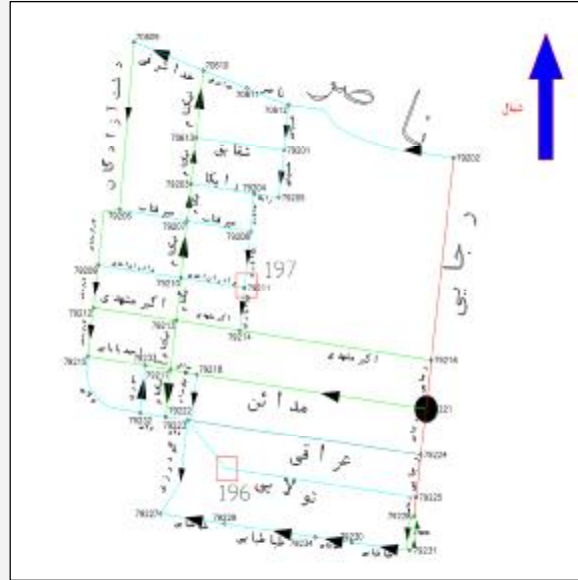
شکل (2): پیکربندی شبکه مدل درزور و وسولوسکی



شکل (1): پیکربندی شبکه وضع موجود



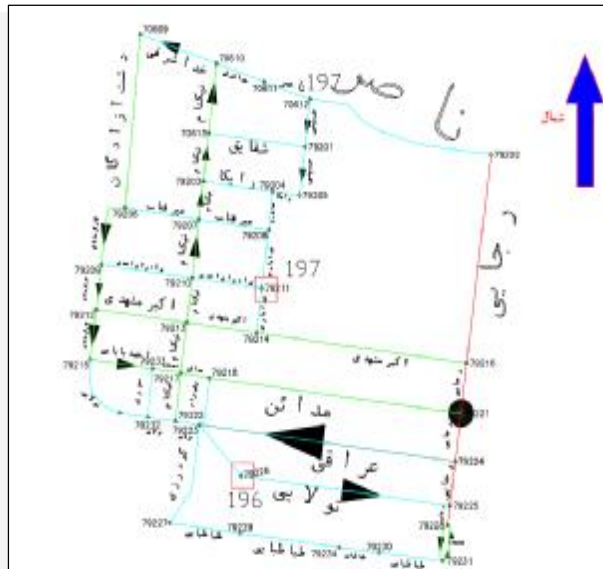
شکل (4): پیکربندی شبکه مدل SA



شکل (3): پیکربندی شبکه مدل لی و یانگ

سپس شبکه هر پیکربندی پیشنهادی به عنوان ورودی مدل حمل و نقل و ترافیک تهران استفاده می-شود و نتایج خروجی مدل (شاخص های شبکه) در محدوده مورد مطالعه برای محاسبه هزینه و معرفی پیکربندی مناسب بدست می آید. اشکال (1) تا (5) پیکربندی وضع موجود و پیکربندی های پیشنهادی را ارائه می نمایند.

جدول (1) نتایج خروجی مدل حمل و نقل و ترافیک تهران را که شامل شاخص های شبکه در یک ساعت اوج و نیز محاسبه هزینه متناظر هر پیکربندی در یک سال می باشد را ارائه می دهد. در محاسبه هزینه تعداد روزهای کاری در سال 320 روز، ترافیک در ساعت اوج 10 درصد متوسط ترافیک روزانه، ارزش متوسط زمان در هر ساعت 1000 تومان، استهلاک متوسط وسیله نقلیه در هر کیلومتر 50 تومان و هزینه یک لیتر بنزین 500 تومان در نظر گرفته شده است [8].



شکل (5): پیکربندی شبکه مدل GA

7- نتیجه گیری

مسألة مدیریت تنظیم جهت معابر یک مسأله بهینه سازی ترکیباتی می باشد که با روش های معمول در حل مسائل با متغیرهای پیوسته قابل حل نمی باشد. در این مطالعه پس از تعریف مسأله مدیریت تنظیم جهت معابر، محدودیت ها، فرضیات و تابع هدف به مدل های موجود در حل این مسأله رداخته شد. سپس مدل های ارائه شده جهت مقایسه بر روی یک شبکه در محدوده نازی آباد واقع در

جدول (۱): نتایج خروجی مدل حمل و نقل و ترافیک تهران و محاسبه هزینه در بیکر بندی های پیشنهادی

هزینه در شبکه	مصرف بنزین در شبکه در ساعت اوج (لیتر)	مسافت طی شده در شبکه در ساعت اوج (وسیله نقلیه-کیلومتر)	زمان سفر در شبکه در ساعت اوج (وسیله نقلیه-دقیقه)		مدل	ردیف
			در ساعت اوج	در ساعت اوج		
۳۷۶۶۶	۲۰۷۲۴۰	۱۲۶۲۵	۱۳۴۰۵	شبکه وضع موجود		۱
۳۷۵۴۶	۲۰۶۳۸۰	۱۲۵۶۲	۱۳۵۱۲	دورتر و وسپوسکی		۲
۳۷۴۴۴	۲۰۶۱۲۴	۱۲۶۲۱	۱۳۳۱۸	لی و بانگ		۳
۳۷۳۵۸	۲۰۵۷۴۳	۱۲۲۵۷	۱۳۲۵۹	SA		۴
۳۷۲۱۸	۲۰۵۳۰۴	۱۲۰۳۵	۱۳۰۵۰	GA		۵

منطقه 16 شهرداری تهران استفاده گردید که منجر به پیشنهاد پیکربندی‌هایی گردید. نهایتاً با ورود اطلاعات شبکه هر پیکربندی پیشنهادی به مدل حمل و نقل و ترافیک تهران، شاخص‌های عملکردی هر شبکه در یک ساعت اوج به دست آمد.

مقایسه مدل‌ها بر اساس تابع هدف (زمان سفر) و هزینه انجام شده است، و در هر دو مورد مدل حل مسأله مبتنی بر الگوریتم ژنتیک پاسخ بهتری ارائه نموده است.

در مقایسه مدل‌ها می‌توان بیان داشت که مدل‌های لی و یانگ، SA و GA به دلیل ماهیت NP-hard بودن مسأله و فراابتکاری بودن این روش‌ها پاسخ‌های بهتری ارائه نموده‌اند. همچنین هر چند اساس مدل لی و یانگ و SA تشابهاتی را دارا می‌باشند ولیکن مدل لی و یانگ سختی مسأله را در ابعاد شبکه دیده است ولی مدل SA با اعمال محدودیت‌های شبکه توانسته است شرایط واقعی را در مدل لحاظ نماید. در خصوص مطلوب‌تر بودن پاسخ مدل GA در مقایسه با مدل SA می‌توان به ماهیت الگوریتم ژنتیک در مقایسه با الگوریتم گرم و سرد کردن شبیه‌سازی شده اشاره نمود، چرا که در جستجوی فضای پاسخ، غالباً مدل GA در مقایسه با مدل SA به شرایط بهینه جهانی بیشتر همگرا می‌شود.

8- مراجع

- 1- تغییر جهت حرکت معابر شهر تهران، گزارش 3-208، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، شهریور ماه 1381
- 2- ساختار مدل تخصیص شهر تهران، گزارش 4-3-905، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، تیر ماه 1387
3. Drezner Z., G.O.Wesolowsky, "Selecting configuration of one-way and two-way routes", Transportation Research 31, 4, Nov.1997
4. Lee C.K. and K.I.Yang, "Network Design of one-way streets with simulated annealing", Papers in regional science, 73, 2, pp. 119-134, 1994
- 5- ارزیابی گزینه‌های خیابان‌های یکطرفه، مطالعات جامع حمل و نقل مشهد، گزارش شماره 13-76، مرکز مطالعات و تحقیقات حمل و نقل (ممتحن)، دانشگاه صنعتی شریف، آذر 1376
- 6- میر جلالیه شیرازی، داود، "طراحی شبکه خیابانهای یکطرفه با استفاده از SA"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، 1380
- 7- طارمی، رضا، "بهینه سازی شبکه خیابانهای شهری با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، آبان 1382
- 8- برآورد میزان مصرف سوخت و آلودگی هوا در مدل حمل و نقل و ترافیک تهران، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، گزارش شماره 3-130، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، آبان ماه 1375



**Shahriar Afandizadeh ^a, Reza Ghavideli Abarghan ^b,
Ehsan zamanian ^c**

a Ph.D, Islamic Azad University, Tehran ¹

b "M.Sc Graduated, ²

c" M.Sc Graduated,

Abstract

This article suggests methods of optimal street direction determination management by according to trip time decrease and totally, cost(involved, trip time(hr),depreciation(VKT) & fuel usage(lit)) at an urban network.

then , for comparison of the methods, they are executed on the Tehran region 16(Naziabad) as case study; and by utilizing the “EMME/2” model(Tehran

transportation & traffic model) the network indexes at each scenario are gotten.

Finally, by cost calculation at each scenario(network configurations), comparison is completed.

It's noticeable that, at Tehran transportation & traffic model, traffic assignment has been based on Frank-Wolfe algorithm.

¹ .Zargari@iust.ac.ir

² . rezaghaa@gmail.com