

بررسی اثرات شکل الگوی شبکه در پارامترهای عملکردی ترافیک معابر

بهنام امینی^۱، مرتضی مجردی^۲

۱- عضو هیات علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی

۲- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه بین المللی امام خمینی

چکیده

شکل الگوی شبکه معابر شهری در عملکردهای حمل و نقلی شهروندان موثر است. مطالعات متعددی در خصوص رابطه الگوی شبکه و پارامترهای تقاضای سفر انجام شده است. اما در مورد تاثیر فرم شبکه در مشخصه های ترافیکی از قبیل سرعت و حجم سفرها مطالعات محدودی صورت گرفته است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات شکل شبکه معابر بر روی پارامترهای عملکردی معابر شهری مانند طول و زمان سفرها و حجم تراکم ترافیک خیابانها و مقایسه آنها تحت شرایط بارگذاری مختلف بوده است. در این راستا نخست بر اساس یک رویکرد نظری تعدادی شبکه فرضی معابر با الگوهای متفاوت انتخاب و شاخص های عملکردی برای مقایسه این شبکه ها تعریف شده است. سپس یک ماتریس مبدا- مقصد پایه در نظر گرفته و ضرایب مختلفی به آن اعمال شد تا شرایط بارگذاری متفاوت ایجاد شود. در نهایت این ماتریس ها با استفاده از یک نرم افزار تخصیص ترافیک بر روی شبکه های مورد نظر، بارگذاری شدند. مقایسه نتایج نشان داد که هر یک از شبکه ها در محدوده بارهای مختلف اثرات منحصر بفردی در پارامترهای ترافیکی دارد. شناسایی این اثرات می تواند در طراحی شبکه های جدید و یا اصلاح شبکه های موجود با توجه به سایر مشخصه های اجتماعی و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه: الگوی شبکه، زمان سفر، حجم ترافیک

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، تلفن 0281-8371122 پست الکترونیکی amin@eng.ikiu.ac.ir



۱- مقدمه

شکل الگوی شبکه معابر شهری در رفتارهای حمل و نقلی شهروندان موثر است. برخی الگوها هماهنگی بیشتری با حمل و نقل همگانی دارند و برخی مستعد ایجاد گلوگاه های ترافیکی هستند [۲۱]. اما آیا می توان با انتخاب شکل خاصی از شبکه خیابانی و یا اصلاح شبکه های موجود طول سفرهای شهری را کاهش داد و حجم ترافیک معابر را به نحو مناسب ساماندهی کرد؟ شبکه معابر در طول زمان و در پاسخ به نیازهای استفاده کنندگان توسعه یافته اند. الگوی شبکه معابر متأثر از طیف گسترده ای از عوامل اجتماعی، اقتصادی، محیطی و تکنولوژی بوده است. اما این الگو نیز به نوبه خود در پارامترهای حمل و نقلی تاثیرگذار است.

مطالعات متعددی در خصوص رابطه الگوی شبکه و پارامترهای تقاضای سفر انجام شده است. اما در مورد اثرات فرم شبکه در مشخصه های ترافیکی از قبیل زمان و حجم سفرها مطالعات محدودی صورت گرفته است. یکی از دلایل این موضوع عدم امکان مشاهده یا مقایسه بین شبکه های موجود است. به هر ترتیب با مشخص شدن رابطه علی بین الگوی شبکه و پارامترهای ترافیکی امکان پیشگیری یا حل ریشه ای مشکلات ترافیک با اصلاح الگوهای شبکه فراهم می شود. این امکان به وضوح در طراحی شبکه های جدید اثربخش خواهد بود. با این وجود برای اصلاح شبکه های موجود نیز فرصت های بسیاری در قالب طرح های جامع و تفصیلی فراهم است.

۲- اهداف و چارچوب تحقیق

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات شکل شبکه معابر بر روی پارامترهای حمل و نقل شهری مانند طول و زمان سفرها و حجم تراکم ترافیک خیابانها و مقایسه آنها تحت شرایط بارگذاری مختلف است. به منظور بررسی رابطه بین شکل شبکه معابر شهری بر طول سفرها و حجم ترافیک روند زیر طی خواهد شد.

- I- حوزه بندی یک شهر فرضی و تعیین محل مراکز حوزه های مختلف
- II- طراحی انواع الگوهای شبکه های خیابانهای شهری
- III- معرفی شاخص های عملکردی برای تحلیل و مقایسه نتایج
- IV- تهیه ماتریس مبدأ - مقصد فرضی و اعمال ضرایب بر روی آن
- V- بارگذاری و تخصیص ترافیک ماتریس های مبدأ - مقصد بر روی شبکه ها
- VI- مقایسه نتایج بدست آمده بر اساس شاخص های مختلف



۳- مرور سوابق

مرور سوابق موضوع نشان دهنده تنوع زیاد در کارهای تحقیقاتی قبلی از نظر الگوی شبکه و شاخص های عملکردی و روش های تحلیلی بکار رفته است [۳ و ۴]. مطالعات متعددی با هدف تعیین شاخص های عملکردی برای الگوهای مختلف شبکه صورت گرفته است [۵ و ۶]. برخی از دیگر کارها از دیدگاه برنامه ریزی بوده که در آن ها تعامل بین الگوی شبکه با پارامترهای سفر مانند فراوانی یا وسیله سفر مطالعه شده است [۷ و ۸]. مطالعات متعددی نیز روی مدلسازی ترافیک شبکه و رابطه آن با الگوی شبکه انجام شده است [۹ و ۱۰]. در برخی از مطالعات به عملکرد شبکه در هنگام بروز اختلالات اساسی پرداخته شده است [۱۱].

کرین [۱۲] مدلی را با هدف ارتباط بین شکل شهری و تقاضای سفر ایجاد کرد و فقط زمان سفر را در نظر گرفت. او نشان داد که تفاوت بین فاکتورهای ساختار شهری دارای اثرات متفاوتی در زمان سفر و طول آنها دارد و هزینه های کلی سفر و یا هزینه های متغیر آن متاثر از انواع وسایل نقلیه می باشد. اشنلن و همکاران [۱۳] مبادرت به انجام مدلسازی بین ساختار شهری، شکل شبکه حمل و نقل و انتخاب وسیله برای سفرهای تکراری کردند و برای این منظور در دو سطح ناهمفزون فردی و همفزون خانواده و برای انواع شکل شهرها، انواع شبکه معابر و انواع همسایگی ها در میان شهرهای هلند اطلاعات مورد نیاز خود را جمع آوری کردند و برای سه هدف کار، خرید و تفریح مدل هایی را ارائه کردند.

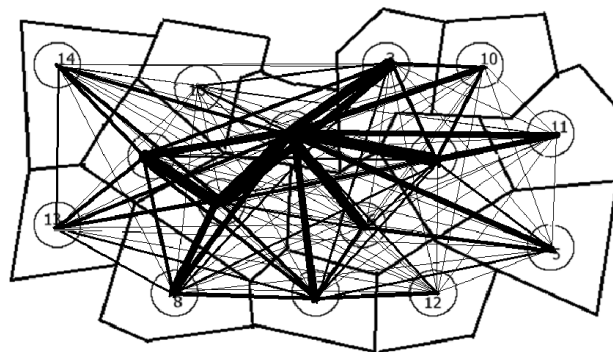
زی و لوینسون [۱۴] با استفاده از یک مدل شبیه سازی به بررسی انواع شبکه های حمل و نقل شهری پرداخته اند. آن ها ضمن معرفی شاخص های موجود برای اندازه گیری ساختار شبکه راهها مانند ناهمگنی، ارتباط، قابلیت دسترسی و نحوه ارتباط داخلی به تعریف شاخص هایی تکمیلی مانند بی نظمی، الگوهای اتصال و پیوستگی پرداخته و آنها را بر روی ۱۶ شبکه فرضی با سطح دسترسی متفاوت بکار گرفتند و در نهایت چنین نتیجه گرفته اند که این معیارها را می توان برای توصیف کمی ویژگی های ساختاری شبکه های معابر پیچیده و برای مقایسه ساختارهای متفاوت شبکه ها بکار گرفت و آنها را در برنامه ریزی های شهری و کارهای حمل و نقلی مورد استفاده قرار داد. مطالعات دیگری با رویکردهای پیچیده تر برای این موضوع انجام شده است [۱۵ و ۱۶]. اما هیچیک به مسئله تاثیر الگوهای شبکه بر پارامترهای ترافیک پرداخته اند که محور اصلی این تحقیق است.



۴- اطلاعات اولیه

۴-۱- تعیین حوزه بندی و ماتریس مبدأ-مقصد

در این تحقیق از حوزه بندی و ماتریس پایه سفرهای یک شهر فرضی با ۱۵ حوزه ترافیکی مطابق شکل ۱ برای مدلسازی استفاده شده است.



شکل ۱ - حوزه بندی و خطوط تمایل سفر فرضی

ماتریس مبدأ - مقصد پایه مطابق جدول ۱ انتخاب شد. برای تحلیل حساسیت حجم ترافیک نسبت به انواع شبکه‌های مختلف این ماتریس پایه در اعداد 0.75 ، $1/25$ ، $1/5$ ، $1/75$ ، 2 و 5 ضرب و بر روی شبکه‌های مورد نظر بارگذاری شد.

جدول ۱- ماتریس پایه مبدا - مقصد ترافیک

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	4097	3650	5173	2374	3606	3189	2222	2974	2217	2264	1010	1658	1251	709
2	4144	0	2783	970	431	674	1352	2685	4236	430	379	308	1520	968	331
3	3652	2786	0	1056	218	233	568	506	1028	614	182	128	212	227	529
4	5120	959	1061	0	804	580	635	584	692	1607	2197	134	330	233	126
5	2345	444	216	862	0	1349	644	324	263	119	248	198	224	130	74
6	3539	668	229	566	1356	0	1200	274	506	146	272	499	215	164	41
7	3114	1403	542	611	606	1196	0	1007	1137	227	290	1265	542	466	140
8	2162	2758	515	575	298	278	1020	0	1598	225	200	244	869	444	90
9	2922	4205	1028	672	292	463	1085	1622	0	298	278	296	1664	1202	360
10	2178	432	597	1640	138	128	248	233	326	0	324	64	112	93	52
11	2226	365	198	2218	251	268	305	191	264	329	0	74	104	84	28
12	996	302	126	140	204	494	1250	236	290	50	86	0	180	162	32
13	1568	1538	222	305	248	181	534	890	1642	116	110	190	0	840	120
14	1238	1001	233	224	132	156	476	458	1211	97	92	170	833	0	293
15	692	346	520	126	70	41	134	89	370	49	28	28	120	299	0

۲-۴- تعیین انواع الگوهای شبکه معابر شهری

در این تحقیق از شبکه‌های مختلفی برای تحلیل استفاده شده است. این شبکه‌ها شامل الگوهای شاخه‌ای، شطرنجی، قطبی با یک حلقه کمربندی، قطبی با دو حلقه کمربندی، شطرنجی سه جهته، خطی اصلاح شده و شعاعی بودند. شکل ۲ الگوهای شبکه انتخابی را نشان می‌دهد. برای هر یک از الگوها علامت اختصاری به شرح زیر استفاده شده است:

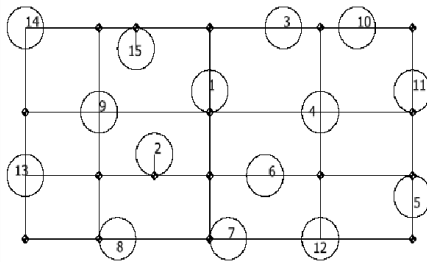
B = الگوی شاخه‌ای

G = الگوی شطرنجی

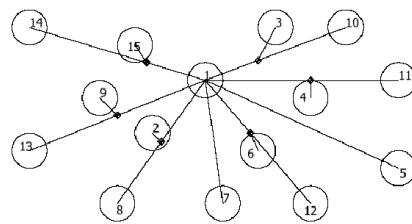
W = الگوی قطبی با یک حلقه کمربندی



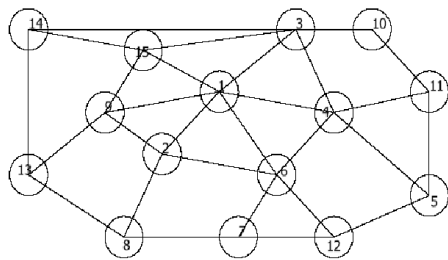
W2 = الگوی قطبی با دو حلقه کمربندی
3.D.G = الگوی شطرنجی سه جهته
S.M = الگوی خطی اصلاح شده
R = الگوی شعاعی



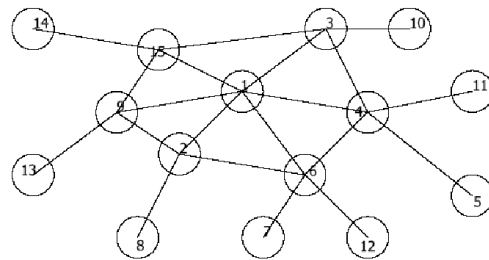
ب- الگوی شطرنجی



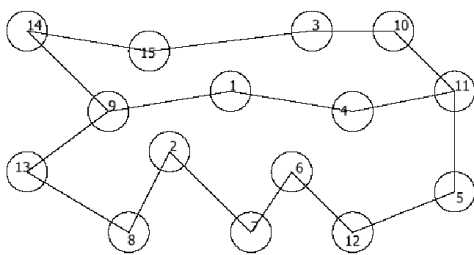
الف - الگوی شاخه‌ای



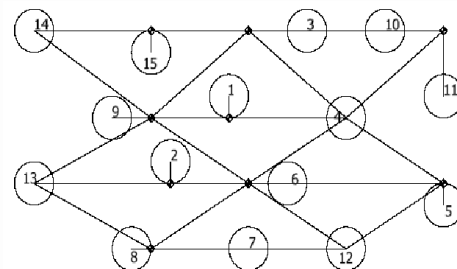
د - الگوی قطبی با دو حلقه کمربندی



ج- الگوی قطبی با یک حلقه کمربندی

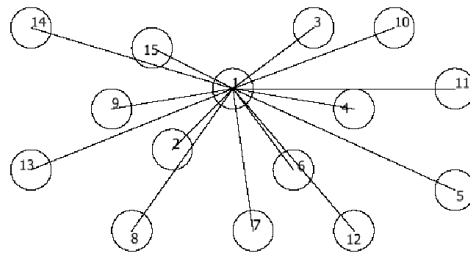


و- الگوی خطی اصلاح شده



ه - الگوی شطرنجی سه جهته





ز-الگوی شعاعی

شکل ۲ - الگوهای شبکه انتخابی

۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات

۵-۱- تخصیص ترافیک

در تخصیص ترافیک به کمک ماتریس‌های مبدأ-مقصد موجود بارگذاری بر روی شبکه معابر صورت می‌گیرد. برای رسم شبکه معابر از نرم‌افزار گرافیکی GNE 6.0 استفاده شده است [۱۷]. توسط این نرم‌افزار گرهمها و کمانهای شبکه رسم شده و اطلاعات مربوط به هر گرهم و کمان وارد می‌شود. سپس این اطلاعات ذخیره شده و برای استفاده در نرم‌افزار QRSII به همراه روش میانگین متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۸ و ۱۹]. برای تمام پیوندهای شبکه‌ها حداکثر سرعت حرکت ۶۰ کیلومتر بر ساعت فرض شد و ظرفیت هر جهت خیابانهای شریانی نیز ۱۲۰۰ وسیله نقلیه ساعت در نظر گرفته شد.

نرم‌افزار QRSII برای محاسبه زمان سفر کمانها از فرمول زیر استفاده می‌کند.

$$t = (1 - \phi)t_b + \phi \left[t_0 + t_0 \alpha : \left(\frac{v}{c} \right)^n \sum_{allh} p_h^{n+1} \right] \quad (1)$$

که در آن:

ϕ : پارامتر اندازه هر گام

α : ضریب نسبت حجم به ظرفیت که می‌تواند بر حسب نوع راه متغیر باشد.

n : توان نسبت حجم به ظرفیت که می‌تواند بر حسب نوع راه متغیر باشد.

t : زمان سفر کمان

t_b : زمان سفر اولیه کمان



t_0 : زمان سفر آزاد کمان

C: ظرفیت کمان بر حسب وسیله نقلیه بر ساعت

p_h : احتمال اینکه سفر تخصیص داده شده به شبکه در h ساعت دوره زمانی اتفاق بیافتد.

که رابطه فوق را می توان بصورت زیر ساده سازی کرد:

$$t = t_0 + t_0 \alpha \left(\frac{V}{C} \right)^\eta \sum_{allh} P_{ph}^{n+1}$$

(2)

که در آن α, η ضرایب ثابت مطابق پیش فرض برنامه یعنی 0.73 برای ضریب نسبت حجم به ظرفیت و $2/1$ برای توان نسبت حجم به ظرفیت استفاده شد.

خروجی های نرم افزار QRSII شامل: حجم ترافیک هر کمان، زمان سفر هر کمان، میانگین سرعت در شبکه، حداکثر طول سفرها در شبکه بر حسب دقیقه وسیله نقلیه - کیلومتر طی شده، وسیله نقلیه - ساعت طی شده، میانگین طول سفرها می باشد.

۵-۲- معرفی شاخص های مقایسه ای

برای مقایسه میان شبکه ها لازم است شاخص هایی تعریف گردد تا میزان کارایی هر شبکه به نحو مناسب تعیین شود. شاخصها بر اساس خروجی های برنامه و به ترتیبی انتخاب شدند تا بتوانند ویژگی های ترافیک و ویژگی های سفرها را بخوبی نشان دهد. بر این اساس دو نوع شاخص زیر تعریف شد.

الف - شاخصهایی که بیان کننده ویژگیهای ترافیکی شبکه ها می باشند که عبارتند از:

میانگین سرعت، میانگین حجم و نسبت حجم به ظرفیت.

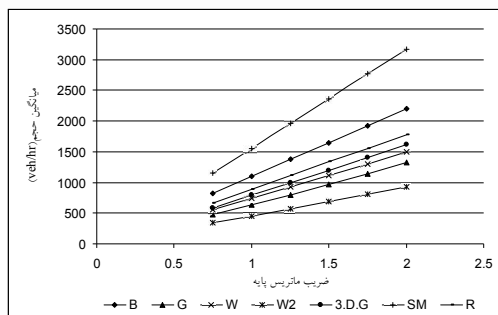
ب - شاخصهایی که نشان دهنده ویژگی سفرها در هر یک از شبکه ها هستند که عبارتند از: میانگین زمان سفرها و میانگین طول سفرها .

۵-۳- تحلیل حساسیت الگوی شبکه معابر نسبت به شاخص های ترافیکی

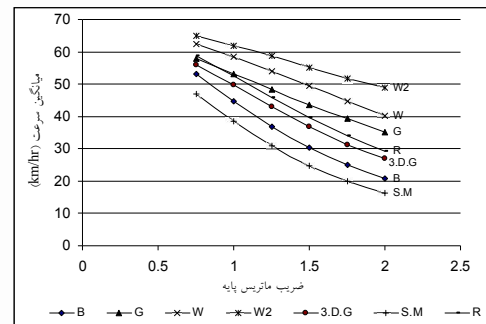
برای تحلیل حساسیت شکل شبکه معابر نسبت به شاخص های ترافیکی ، ماتریس های تهیه شده بر روی شبکه های مختلف بارگذاری شد و مقادیر هر یک از شاخصهای عنوان شده در قسمت قبل تعیین گردید. در شکل ۳ نمودارهای میانگین سرعت و حجم برای شبکه های مختلف نشان داده شده است.



همانطور که در شکل ۳-الف مشاهده می شود روند تغییرات میانگین سرعت با افزایش حجم تقاضا، روندی خطی و نزولی است که البته در مورد شبکه‌های شاخه‌ای و خطی اصلاح شده به سمت غیرخطی بودن تمایل دارد. همچنین سرعت میانگین در شبکه‌های قطبی به مراتب بالاتر از دیگر شبکه‌ها است. این بدان علت است که در این شبکه‌ها ترافیک بصورت مناسب‌تر در درون شبکه خیابانی توزیع شده و تعداد خیابانهای متراکم در آن کمتر است. از دیگر نکات قابل توجه این است که شبکه شعاعی در حالت غیر متراکم میانگین سرعت بالاتری نسبت به شبکه شطرنجی دارد اما با افزایش حجم ترافیک این میانگین به شدت کاهش پیدا می کند.



ب- میانگین حجم



الف- میانگین سرعت

شکل ۳- میانگین سرعت و حجم در شبکه تحت بارگذاریهای مختلف

شکل ۳-ب روند تغییرات میانگین حجم ترافیک در معابر شبکه‌های مختلف بر حسب وسیله نقلیه بر ساعت را نشان می دهد. نکته قابل توجه در این شکل تغییرات خطی این شاخص می باشد. در شبکه‌های خطی اصلاح شده، شعاعی و شاخه‌ای از آنجا که برای تعیین مسیر محدودیت وجود دارد و تعداد مسیرهای جایگزین در آن بسیار اندک است لذا این مسئله قابل توجه است که با افزایش تراکم در شبکه همچنان مسیرهای قبلی دارای زمان سفر کوتاهتری نسبت به دیگر مسیرها بوده و خودروها به همان مسیرهای گذشته تخصیص داده شوند و در نتیجه تغییرات حجم در آنها به صورت خطی باشد. اما در شبکه‌های قطبی و شطرنجی با اینکه نسبت ارتباط در آنها نیز بالا است اما همچنان این حالت برقرار است. این حالت در این شبکه‌ها از آن جهت روی می دهد که با اینکه تعداد انتخاب مسیرها بسیار متنوع است اما باز هم به دلیل تراکم بالا در آنها توزیع جریان ترافیک در شبکه‌ها تقریباً مانند قبل انجام می شود. در شکل شبکه قطبی ملاحظه می گردد که روند خطی شدن تغییرات از ضریب ۱/۲۵ شروع می شود، زمانی که کمان‌های شبکه به حد ظرفیت خود می رسند..

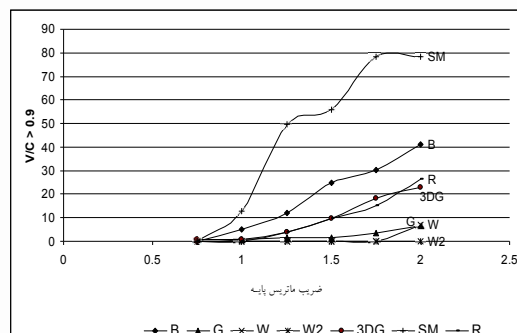
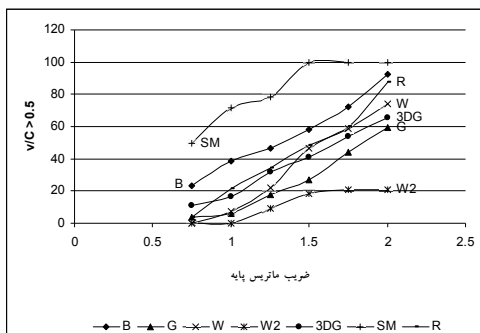
نسبت حجم به ظرفیت یکی از پارامترهای مهم در تعیین تراکم و در تحلیل‌های ترافیکی می باشد که در تعیین سطح سرویس معابر بسیار با اهمیت می باشد. در این تحقیق این نسبت برای مقادیر مختلف



نسبت حجم به ظرفیت میانگین بزرگتر از ۰/۵، ۰/۹ برای شبکه‌های مختلف بررسی و در شکل ۴ شده است. همانطور که در شکل ۴-الف نشان داده شده است در شبکه‌های مختلف به استثناء قطبی، درصد خیابانهای با نسبت V/C بزرگتر از ۰/۵، با افزایش حجم تقاضا بصورت نامنظم تغییر می‌کند اما در شبکه‌های قطبی با دو حلقه کمربندی به دلیل توزیع مناسب جریان ترافیک منظم تغییر می‌کند. دلیل این امر را می‌توان چنین بیان کرد که در این شبکه‌ها هنگامی که تعدادی از معابر به حداکثر ظرفیت خود می‌رسند چون مسیرهای جایگزین متعددی وجود دارد لذا مابقی جریان به سمت دیگر کمان‌های شبکه هدایت می‌شوند.

در مورد شبکه‌های قطبی با یک حلقه کمربندی شرایط متفاوت است. در این شبکه‌ها در حالت غیر متراکم توزیع جریان خوب است اما با افزایش حجم تقاضا روند تغییرات V/C بصورت نامنظم تغییر می‌کند. دلیل این امر را می‌توان چنین بیان کرد که با افزایش حجم به میزان ۱/۲۵ و ۱/۵ برابر، یک تغییر ناگهانی در توزیع جریان درون شبکه اتفاق می‌افتد اما از این مقادیر به بعد جریان ترافیک خود را با شرایط وفق داده و در دیگر کمانها توزیع پیدا می‌کند. توزیع حجم در شبکه‌های شطرنجی بصورت مناسب‌تر انجام می‌شود همانطور که از این شکل استنباط می‌شود با افزایش حجم ترافیک توزیع درون شبکه بهتر و مناسب‌تر صورت می‌گیرد.

شکل ۴-ب درصد معابر با نسبت حجم به ظرفیت بزرگتر از ۰/۹ را نشان می‌دهد که این عدد بیان کننده حالت‌های بحرانی شبکه بوده و پایین بودن سطح سرویس معابر شبکه را بخوبی نشان دهد.



ب-درصد خیابانهای با V/C بزرگتر از ۰/۵

الف-درصد خیابانهای با V/C بزرگتر از ۰/۹

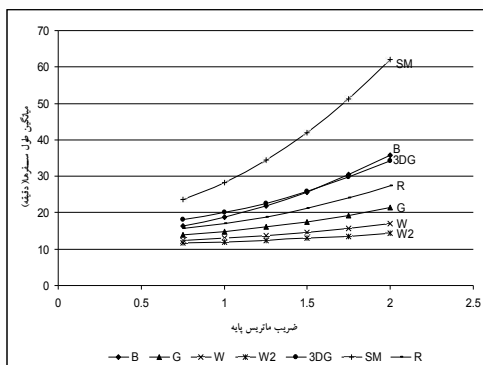
شکل ۴- توزیع V/C در خیابانهای شبکه تحت بارگذاریهای مختلف



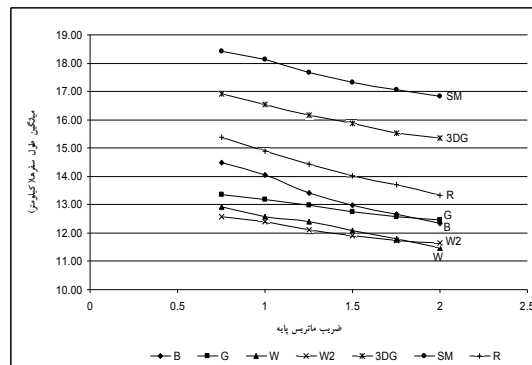
آنچنان که در این شکل مشاهده می شود شبکه ی با دو حلقه کمربندی عملکرد بهتری نسبت به سایر شبکه ها داشته و درصد معابری که نسبت حجم به ظرفیت در آنها بیشتر از ۰/۹ است، در این شبکه صفر است. شبکه های شطرنجی و قطبی با یک حلقه کمربندی نیز تقریباً عملکردی مطابق شبکه قطبی با دو حلقه کمربندی دارند و درصد معابر با نسبت حجم به ظرفیت بیشتر از ۰/۹ در آنها زیر ۱۰ درصد است. همانگونه که از این شکل پیداست در اکثر شبکه ها، بیشترین اختلافات از ضریب ۱/۷۵ شروع می شود و از این مقدار است که شیب نمودارها، افزایش پیدا می کند.

۴-۵- بررسی تغییرات شاخص میانگین زمان و طول سفرها

یکی از خروجی های برنامه تخصیص ترافیک، میانگین زمان سفرهاست که بعد از انجام هر مرحله بارگذاری روی شبکه بدست می آید. مطابق شکل ۵-الف با افزایش حجم ترافیک میانگین زمان سفرها بر حسب دقیقه نیز افزایش پیدا می کند. که این امر ناشی از تراکم و تأخیر ایجاد شده در شبکه می باشد.



الف- زمان سفرها (دقیقه)



ب- طول سفرها (کیلومتر)

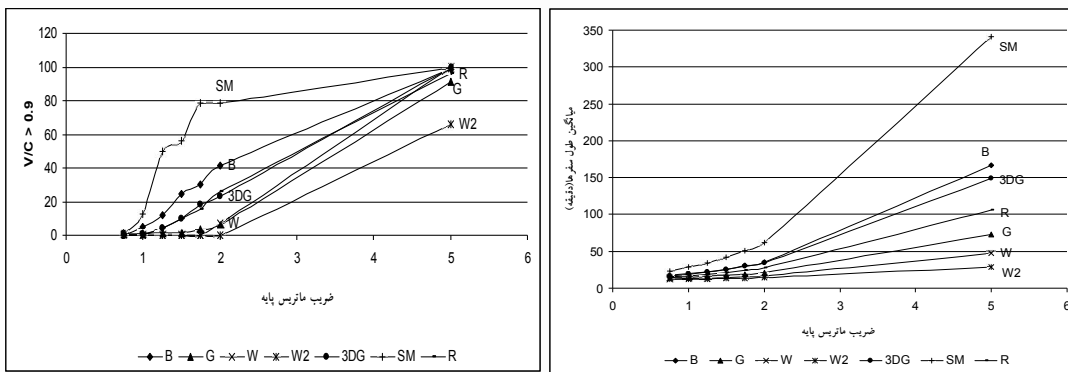
شکل ۵- میانگین طول و زمان سفرها در شبکه تحت بارگذاریهای مختلف

چون در شبکه های شطرنجی و قطبی با یک و دو حلقه کمربندی تراکم ترافیک کم است و تأخیر تجربه شده ناشی از آن نیز کم می باشد. لذا مشخص است که میانگین زمان سفرها در هر مرحله تغییرات چندانی ندارد روند تقریباً یکنواختی را طی می کند. اما در شبکه های شاخه ای، شعاعی و شطرنجی سه جهته این موضوع کاملاً فرق می کند. در این شبکه ها در حالت بارگذاری متراکم شبکه (مقدار ضریب بیشتر از ۱/۲۵) شیب نمودارها به شدت افزایش پیدا می کند.

مطابق شکل ۵-ب میانگین طول سفرها با افزایش حجم کاهش پیدا می کند. این کاهش بدان علت است که با افزایش تقاضا و افزایش زمان سفر، سفر کنندگان ترجیح می دهند که مسافت کمتری را در



شبکه برای رسیدن به مقصد خود طی کنند و در نتیجه در هر بار تغییر ماتریس بارگذاری و افزایش حجم سفرها، میانگین طول سفرها نیز کاهش می یابد.
به منظور تعیین حالتی که در آن شبکه ها دچار انسداد کامل شود و تمام خیابانهای آنها در حال تراکم کامل قرار گیرند، ماتریس پایه در مقدار ۵ ضرب شد و ماتریس حاصله بر روی تمام شبکه مورد نظر بارگذاری و تخصیص سفرها انجام گرفت. شکل ۶ تغییرات میانگین زمان سفر و درصد خیابانهای با $V/C > 0.9$ بزرگتر از ۰/۹ را در شبکه های مختلف تحت این بار حدی نشان می دهد. همانگونه که در شکل ۶-الف مشخص است بعد از ضریب بار ۲ شیب نمودارها به شدت افزایش می یابد. علت این امر را می توان در عدم وجود مسیرهای جایگزینهای مناسب دانست بدین ترتیب که هرچه تعداد ارتباط ها در شبکه ها بیشتر باشد شیب این نمودار نیز کمتر می شود.



ب- درصد خیابانهای با $V/C > 0.9$ بزرگتر از ۰/۹

الف- میانگین زمان سفر

شکل ۶- روند تغییرات میانگین زمان سفر و توزیع V/C خیابانهای شبکه ها تحت بارگذاری حدی

شکل ۶-ب درصد خیابانهای با نسبت حجم به ظرفیت بزرگتر از ۰/۹ را نشان می دهد. مطابق این شکل در شرایط حدی شبکه قطبی نسبت به شبکه شطرنجی دارای عملکرد ضعیفتری می باشد به گونه ای که در مقدار ضریب ۵ تفاوت چشمگیر کارکرد این دو شبکه به وضوح قابل مشاهده است.

۶- نتیجه گیری

با توجه به روند تغییرات شاخص های عملکردی بکار رفته در این تحقیق می توان شبکه های خیابانی را به لحاظ کارایی به دو دسته کلی زیر طبقه بندی کرد:

- دسته اول شامل شبکه های قطبی با یک و دو حلقه کمربندی و شطرنجی
- دسته دوم شامل شبکه های شاخه ای، شطرنجی سه جهته و شعاعی



بطور کلی شبکه های دسته اول عملکرد بهتری نسبت به دسته دوم دارند. با توجه به نمودارها می توان چنین نتیجه گیری کرد که بجز شبکه های خطی، تمامی شبکه ها در شرایط غیر متراکم، تغییرات تقریباً مشابهی دارند. اما با افزایش بارگذاری، قابلیت های این شبکه ها نسبت به یکدیگر متفاوت می شود. در مورد شبکه های دسته اول عملکرد شبکه قطبی با دو حلقه کمربندی در تمامی حالات متراکم و غیر متراکم مناسب تر می باشد. در شبکه های دسته دوم تفاوت قابل ملاحظه در عملکرد هنگامی بوجود می آید که حجم تقاضا افزایش پیدا کرده و ترافیک شبکه متراکم تر می شود. در شرایطی که هنوز میزان تراکم در شبکه ها بالا نرفته است شبکه شطرنجی سه جهته دارای عملکرد بهتری می باشد اما در حالت های فوق تراکم این شبکه شعاعی است که نتیجه بهتری را بدست می دهد. از منظر عملی نیز می توان چنین نتیجه گرفت در شهرهای بزرگ پر جمعیت که در آنها حجم تقاضا بسیار بالا می باشد استفاده از شبکه های دسته اول و خصوصاً شبکه شطرنجی و الگوی قطبی با دو حلقه کمربندی و یا بیشتر می تواند نتیجه بهتری را در توزیع مناسب حجم درون شبکه، بدست دهد. اما در شهرهای کوچک و کم جمعیت که در آنها خیابانها نیز با ترافیک سنگین روبرو نیستند استفاده از شبکه های دسته اول هم قابل قبول خواهد بود.



۷- مراجع

1. Kansky, K. J., 1963, *Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics*. The University of Chicago, Chicago, IL, USA.
2. Rodrigue, J.P., 2009, *The geography of transport systems*. Routledge, London ; New York.
3. Stead, D., and S. Marshall. 2001, The relationships between urban form and travel patterns. An international review and evaluation. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 1, No. 2, pp. 113–141.
4. Polzin, S. E., 2004, *The Relationship between Land Use, Urban Form and Vehicle Miles of Travel: The State of Knowledge and Implications for Transportation Planning*. Publication BC 353: RPWO : 46. Center for Urban Transportation Research. Florida Department of Transportation, p. 28.
5. Hu, Y., Q. Wu, and D. Zhu., 2008, Topological Patterns of Spatial Urban Street Networks. Presented at the 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008.
6. National Research Council (U.S.), National Cooperative Highway Research Program, American Association of State Highway and Transportation Officials, United States, Cambridge Systematics, University of Maryland (College Park, Md.), and Resource Systems Group, Inc. , 2010, *Measuring transportation network performance*. Transportation Research Board, Washington, D.C.
7. Jiang, B. A topological pattern of urban street networks: Universality and peculiarity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 384, No. 2, Oct., pp. 647–655.
16. Zhang, L., and D. Levinson., 2007, A Model of the Rise and Fall of Roads. Presented at the Engineering Systems Symposium, Massachusetts Institute of Technology, 2004.
8. Tsekeris, T., and N. Geroliminis. 2013, City size, network structure and traffic congestion. *Journal of Urban Economics*, Vol. 76, Jul., pp. 1–14.
9. Mazlounian, A., N. Geroliminis, and D. Helbing. 2010, The spatial variability of vehicle densities as determinant of urban network capacity.



Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, Vol. 368, No. 1928, Sep., pp. 4627–4647.

10. Geroliminis, N., and C. F. Daganzo. 2008, Existence of urban-scale macroscopic fundamental diagrams: Some experimental findings. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 42, No. 9, Nov., pp. 759–770.

۱۱. Aderinlewo, O., and N. A. Okine. 2009, Effect of transportation infrastructure network size on its performance during disruptions. *International Journal of Critical Infrastructures*, Vol. 5, No. 3, p. 285.

۱۲. Crane, R. 1996, On Form versus Function: Will the New Urbanism Reduce Traffic, or Increase It? *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 15, No. 2, Jan., pp. 117–126.

۱۳. Snellen, D., A. Borgers, and H. Timmermans. 2002, Urban form, road network type, and mode choice for frequently conducted activities: a multilevel analysis using quasi-experimental design data. *Environment and Planning A*, Vol. 34, No. 7, pp. 1207–1220.

۱۴. Xie, F., and D. Levinson. Topological evolution of surface transportation networks. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 33, No. 3, May 2009, pp. 211–223.

۱۵. Derrible, S., and C. Kennedy. 2009, Network Analysis of World Subway Systems Using Updated Graph Theory. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2112, No. -1, Dec., pp. 17–25.

۱۶. Derrible, S. 2012, Network Centrality of Metro Systems. *PLoS ONE*, Vol. 7, No. 7, Jul., p. e40575.

۱۷. General Network Editor Software GNE 6.0 , Accessed Jul. 15, 2013.

<http://my.execpc.com/~ajh/GNETalk.htm> .

18. Quick Response Software QRS II. Accessed Jul. 15, 2013

<http://my.execpc.com/~ajh/intro.htm>.

19. Moving Average. Accessed Jul. 15, 2013 .

https://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average.



Effects of the Road Network Pattern on the Traffic Parameters

Behnam Amini¹, Morteza Mojarradi²

1-Assistant professor, Imam Khomeini International University

2-Research assistant, Imam Khomeini International University

Abstract

Structural pattern of urban road networks affects the transportation performance of the road users. Several studies have been conducted on the relationship between network pattern and travel demand parameters but few researches have been done on the influence of urban network form on different traffic characteristics such as speed and volume of trips. This study aimed to investigate the effects of road networks, on operational parameters of urban road networks such as travel time and traffic volume and to compare them under different loading conditions. Based on a theoretical approach, several hypothetical network patterns were selected and some performance indicators were defined to compare these networks. Then a base origin - destination matrix considered, and a few multiplier factors were applied to establish different loading conditions. Finally, these matrices have been loaded on the networks using a traffic assignment software. The comparison of results showed that each network pattern has a unique effect on the traffic parameters in different range of the loads. The identification of these effects can be useful in designing of new road networks, or modification of the existing networks with respect to the other social and economic characteristics.

