۳- شناسایی نرم افزارهای موجود در کشور به منظور انجام شبیه سازی ترافیکی

با توجه به مزیت‌های شبیه‌سازی که پیش از این بیان شد، استفاده جهانی از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در بسیاری از مطالعات ترافیکی و حمل و نقلی رشد روزافزونی یافته است. از این رو، کشور ما نیز از این امر مُستثنی نبوده و استفاده از نرم افزارهای مختلف در زمینه حمل و نقل و ترافیک (بخصوص نرم‌افزارهای شبیه ساز خردنگر) رو به افزایش است. در حال حاضر در کشور، در اکثر مطالعات ترافیکی (میدانی یا تحقیقاتی) از این دسته نرم‌افزارها استفاده می شود. در این قسمت از مطالعات، ابتدا ارگان‌های اصلی استفاده کننده و مرتبط با شبیه‌سازی جریان ترافیک شناسایی می‌شود و سپس نرم‌افزارها و موارد استفاده از آن‌ها بیان می‌شود.

۳ -۱ - شناسایی ارگان های اصلی و مهم در رابطه با شبیه سازی ترافیکی در کشور

با توجه به اینکه این نرم‌افزارها برای دامنه گسترده‌ای از کاربران شامل محققان، مدیران، برنامه‌ریزان و مهندسان حوزه ترافیک و حمل و نقل طراحی شده است، می‌توان از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی جریان ترافیک در زمینه مدیریت و کنترل ترافیک، برنامه‌ریزی و طراحی اجزای ترافیک، انجام مطالعات و تحقیقات در زمینه‌های مختلف مرتبط با این حوزه و دیگر موارد استفاده نمود. با توجه به گستردگی زمینه‌های استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ترافیک و کاربران آن می توان استفاده کنندگان اصلی از نرم افزارهای شبیه‌سازی ترافیکی را به ۳ دسته زیر تقسیم نمود:

۳-۱-۱- سازمان‌های مسئول در زمینه حمل و نقل و ترافیک

این سازمان‌ها علاوه بر نقش نظارتی بر بررسی پروژه‌های ترافیکی و حمل و نقلی مانند مطالعات ساماندهی شهرها، در موارد متعددی در زمینه مطالعات مربوط به اقدامات ترافیکی مانند غیر همسطح کردن تقاطعات، تعریض و یکطرفه کردن معابر از این نرم افزارها استفاده می نمایند. معاونت حمل و نقل و ترافیک (سازمان ترافیک) شهرداری شهرها از جمله سازمان هایی هستند که در این دسته قرار می‌گیرند.

از طرفی در مجموعه‌هایی مانند شرکت کنترل ترافیک، با توجه به وجود قابلیت ارتباط بسیاری از نرم افزارهای شبیه‌سازی با ابزار کنترل ترافیک (مانند SCATS) می‌توان جریان ترافیک را بصورت همزمان شبیه سازی نمود و وضعیت ترافیکی را در بازه‌های زمانی آتی پیش‌بینی نمود. به این ترتیب می‌توان زمان وقایع و اتفاقات، وضعیت ترافیک و تاثیرات این وقایع بر دیگر اجزا را پیش‌بینی کرد و برای آن تصمیم گیری نمود.

۳-۱-۲- شرکت‌های مشاور (بخش‌های خصوصی در زمینه حمل و نقل و ترافیک)

بسیاری از مطالعات ترافیکی توسط شرکت‌های مشاور انجام می‌شود. دامنه وسیعی از مطالعات، از

عارضه سنجی ترافیکی کاربری‌های خاص تا مطالعات ساماندهی و تفصیلی شهرها توسط بخش خصوصی و شرکت‌های مشاور انجام می‌شود. در بسیاری از این مطالعات برای تحلیل و ارزیابی وضع موجود و نیز سناریوهای پیشنهادی از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی استفاده می‌شود.

۳-۱-۳- مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی

در جهت انجام پژوهش بر روی موضوعات خاص ترافیکی، انجام پایان نامه دانشجویی و همچنین آموزش به دانشجویان از این نرم افزارها در این مراکز استفاده می شود. در سال های اخیر روند رو به رشدی در بکارگیری این نرم افزارها در این مراکز مشاهده می گردد.

۳ -۲ - شناسایی نرم افزارها، میزان و موارد استفاده از آنها در کشور

از میان نرم‌افزارهای شبیه‌سازی متعدد موجود در دنیا، تنها تعداد اندکی در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند. نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مرسوم در ایران Aimsun، VISSIM و Synchro هستند. اگرچه بسیاری از کاربران این نرم‌افزارها در ایران از نسخه‌های قفل شکسته استفاده می‌کنند، نرم‌افزارهای Aimsun و VISSIM در ایران نمایندگی رسمی دارند. بعلاوه نرم‌افزار Synchro نیز در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد، با این تفاوت که در کشور با توجه به قابلیت برجسته این نرم‌افزار در زمینه بهینه‌سازی زمان‌بندی چراغ راهنمایی، به این وجه نرم‌افزار توجه زیادی شده و از این نرم‌افزار برای بهینه‌سازی زمان‌بندی چراغ راهنمایی استفاده شده است. اگرچه SimTraffic در بسته نرم‌افزاری Synchro Studio یک برنامه شبیه‌سازی جریان ترافیک است از آن بندرت استفاده می‌شود. سایر نرم‌افزارهای شبیه‌سازی عملاً در ایران مورد استفاده قرار نگرفته است.

بر اساس گروه‌بندی ارائه شده در میان ۳ دسته از ارگان‌های مذکور در بند (۱-۳-۱)، دسته اول سازمان‌هایی هستند که وظیفه نظارت، برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و تصمیم‌سازی را برعهده دارند. این نهادها در جهت انجام وظیفه نظارتی خود بر مدل‌های شبیه‌سازی ترافیکی در انجام پروژه‌های ترافیکی، در ارتباط نزدیک با این نرم‌افزارها هستند. این گروه عموماً از سه نرم‌افزار Aimsun، VISSIM و Synchro استفاده می‌کنند، شرکت کنترل ترافیک تهران، سازمان‌های حمل و نقل و ترافیک شهر تهران و مشهد نرم‌افزار VISSIM را خریداری کرده‌اند و نرم‌افزار Aimsun توسط سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، سازمان قطار شهری شیراز و حومه و سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای و مدیریت راه‌های کشور به صورت رسمی تهیه شده است. براساس تعداد ۱۷ پرسشنامه که توسط کارشناسان و مدیران سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، شرکت مطالعات جامع حمل ونقل و ترافیک شهر تهران و شرکت کنترل ترافیک شهر تهران تکمیل شده است، ۱۵ نفر (۸۸%) از نرم افزار Aimsun، ١٤ نفر (۸۲%) از نرم افزار Synchro، ۷ نفر (٤١%) از نرم افزار VISSIM و یک نفر (٦%) از Corsim استفاده می کنند. در

عمل با توجه به تعداد زیاد شهرهای کشور، حتی در کلانشهرها نیز به ندرت این نرم افزارها مورد استفاده قرار گرفته است و در برخی از شهرها به صورت خیلی محدود نسخه های قفل شکسته نرم افزار Aimsun را در اختیار دارند.

نهادهای خصوصی مانند شرکت‌های مشاور بیش از گروه‌های دیگر از این نرم‌افزارها استفاده می‌کنند. شرکت‌های مشاور در برخی از مطالعات خود مانند عارضه سنجی ترافیکی کاربری‌ها، اصلاح هندسی معابر و تقاطعات، بررسی عملکرد تسهیلات ترافیکی از این نرم‌افزارها استفاده می‌کنند. از این رو نرم‌افزار Aimsun بیش از دیگر نرم‌افزارها استفاده می‌شود و تعداد قابل توجهی از مشاوران در مطالعات ترافیکی از این نرم‌افزار سود می‌برند. همچنین نرم‌افزار Synchro نیز در بهینه‌سازی چراغ راهنمایی توسط مشاوران مورد استفاده قرار می‌گیرد. اکثر مشاوران از نسخه های قفل شکسته نرم افزار Aimsun استفاده می کنند و تنها چهار شرکت مشاور نرم‌افزار Aimsun را به صورت رسمی تهیه نموده‌اند و تنها یک شرکت از نسخه اصلی VISSIM استفاده می‌کند که این شرکت نیز خود نماینده این نرم افزار در کشور است. عدم تمایل بسیاری از مشاورین برای تهیه نرم افزارهای اصلی و عدم اهتمام لازم در بکارگیری نیروهای متخصص در این زمینه نشانگر این است که هنوز اهمیت و لزوم بکارگیری درست از این نرم افزارها مشخص نشده است. از دلایل آن عدم آشنایی لازم کارفرما از محدودیت ها و توانایی های این نرم افزارها است، تعداد کم سازمان های مسئول دارای این نرم افزارها گواه این موضوع است.

اگرچه تعداد دانشگاه‌هایی که در گرایش راه و حمل و نقل دانشجو می پذیرد محدود هستند (۷ دانشگاه در گرایش برنامه‌ریزی حمل و نقل و ۱۲ دانشگاه در گرایش راه و ترابری) و مراکز تحقیقاتی دانشگاهی نیز به مرکز تحقیقات حمل و نقل دانشگاه علم و صنعت و دانشگاه صنعتی شریف محدود می شود. اما برخی از این مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها در استفاده از این نرم افزارها در کشور پیشگام بوده اند. در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی در فرایند انجام تعدادی از پایان‌نامه‌ها، سمینارها و پژوهش‌ها از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ترافیکی Aimsun، VISSIM، CORSIM، SimTraffic و Synchro استفاده نموده‌اند. استفاده دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی از نرم‌افزارهای شبیه سازی با مقاصد مختلفی انجام می‌شود که به ماهیت پژوهش بستگی دارد، اما بطور کلی بیشترین استفاده از این نرم‌افزارها برای شبیه سازی شرایط خاص ترافیکی و ارزیابی نتایج پژوهش است. دانشگاه های علم و صنعت، تربیت مدرس و یزد نرم افزار VISSIM را در اختیار دارند و دانشگاه های علم و صنعت، صنعتی امیرکبیر، تهران (قطب علمی کنترل و پردازش موازی)، تربیت مدرس، خواجه نصیر الدین طوسی، شیراز و واحدهای علوم تحقیقات، تهران جنوب و پرند دانشگاه آزاد اسلامی نرم افزار Aimsun را به صورت رسمی تهیه کرده اند.

همانطور که بیان شد از میان نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جریان ترافیک، نرم‌افزار Aimsun بیش از دیگر نرم‌افزارها

استفاده می‌شود و کاربرانی با دیدگاه های مختلف (شامل برنامه ریزان و تصمیم گیران، مشاوران و محققان) در ایران دارد. نرم افزار VISSIM با توجه به اینکه پس از Aimsun وارد ایران شد دارای کاربرانی کمتر می باشد و در حال حاضر تعداد محدودی از سازمان های دولتی، دانشگاه ها و پژوهشکده ها استفاده کننده اصلی از این نرم‌افزار هستند و تنها یکی از شرکت های مشاور از این نرم افزار استفاده می کند. نرم افزار Synchro دارای کاربران قابل توجهی در هر یک از گروه های استفاده کننده است اما همانطور که بیان شد استفاده این کاربران از این نرم افزار به بهینه سازی چراغ راهنمایی محدود شده و از آن بعنوان شبیه ساز خردنگر جریان ترافیک استفاده نمی‌شود.

اگرچه تنوع نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در کشور قابل مقایسه با تنوع نرم‌افزارهای مورد استفاده در دنیا نیست، اما نرم‌افزارهای مورد استفاده در کشور از به روزترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی جریان ترافیک هستند که استفاده مناسب از آنها می تواند در ارتقای سطح مطالعات ترافیکی در کشور کمک قابل توجهی نماید.

در مدت کوتاهی که از ورود نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جریان ترافیک می‌گذرد، میزان استفاده از این نرم‌افزارها رشد قابل توجهی یافته است و تنوع این نرم‌افزارها نیز رو به افزایش است اما فارغ از نوع نرم‌افزار، نحوه استفاده از این نرم‌افزارها و روند استفاده از آن‌ها دارای مراحل مشابهی است.

۴ - شناسایی پارامتر های تاثیر گذار در اولویت بندی نرم‌افزار ها جهت شبیه سازی

پیشرفت صنعت، توسعه شهری و رشد جمعیت در دهه‌های اخیر باعث شده که تراکم و ازدحام در شبکه حمل و نقل شهری به صورت معنی‌داری افزایش یابد. به طوری که، نتایج یک مطالعه جدید نشان می دهد که مجموع میزان تاخیرهای ناشی از تراکم در شبکه‌های حمل و نقل در کشور آمریکا در سال ۲۰۰۳ و نسبت به سال ۱۹۸۲ به میزان ۵۲۸ درصد افزایش یافته است[۸]. افزایش تراکم در شبکه های حمل و نقلی و محدودیت‌های روش‌های سنتی در تحلیل و ارزیابی استراتژی‌های مدیریتی باعث شده که تعداد زیادی از متخصصان حمل و نقلی به استفاده از روش‌های شبیه‌سازی ترافیکی گرایش پیدا کنند[۹]. زیرا، یک درک بهتر از جزئیات و جنبه‌های رفتاری رانندگان و نگاه ریزنگر به تعامل و برهمکنش بین وسایل‌نقلیه می‌تواند در بازگو کردن انتخاب یک سیاست کارا برای رفع مشکلات ترافیکی موثر باشد. در این راستا، امروزه از نرم افزارهای شبیه‌ساز ترافیکی در موارد گوناگونی از جمله طراحی تسهیلات حمل و نقلی، مدیریت جریان ترافیک، ارزیابی سیستم‌های اطلاع رسانی به رانندگان و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند استفاده می‌شود.

در این بند، به بررسی فرایند اولویت‌بندی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی با توجه به پارامترهای موثر در مقایسه آنها پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که هدف از توضیحات ارائه شده در این قسمت (و همچنین بند ۵ که در آن مطالعات مقایسه‌ای نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مرور می‌شوند) انتخاب نرم‌افزار شبیه‌ساز برتر برای استفاده در شهر تهران نمی‌باشد. بلکه در واقع پس از مرور اجمالی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز خردنگر که پیش از این ارائه شد، روند کلی مقایسه و انتخاب یک نرم‌افزار شبیه‌سازی با توجه به فاکتورهای تاثیرگذار در اولویت‌بندی بیان شده است.

با توجه به هدف کلی متن حاضر که "آشنایی با نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مهندسی ترافیک و قابلیت‌های هرکدام" است، و دانستن این مطلب که مقایسه ویژگی‌های نرم‌افزارها معمولا به منظور انتخاب نرم‌افزار بهینه انجام می‌گیرد، مطالب ارائه شده در بخش‌های آتی در این راستا و به عنوان راهنمای فرایند انتخاب ارائه شده است.

شناسایی پارامترهای مهم و تاثیرگذار در اولویت‌بندی نرم‌افزارها برای شبیه‌سازی می‌تواند با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی و بکارگیری تکنیک‌های آفریدن ایده[۱] انجام شود. در پروژه "مطالعات کالیبره نمودن نرم افزارهای مهندسی ترافیک بر اساس شرایط ترافیکی شهر تهران" به منظور تعیین معیارهای مهم و موثر در انتخاب نرم‌افزار بهینه، ساختار روش تصمیم طی جلسات متوالی طوفان فکری، تنظیم و نهایی گردید به این ساختار در اصطلاح«شبکه اثرات[۲]» گویند [۱۰]. شبکه اثرات از شاخه‌های اصلی تشکیل شده است که عبارتند از:

---

[۱] Idea generation techniques

[۲] Impacts Network

- قابلیت های عملکردی و دقت
- راحتی کار و سهولت استفاده
- کمک به مدیریت دانش کاربران
- معیار مربوط به کاربران فعلی
- خصوصیات شرکت فروشنده

شکل (۹) معیارهای فوق و ارتباط آنها با هم را نشان می‌دهد. از آنجا که قرار است این مساله توسط فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[۱] حل شود، ساختار مساله انتخاب نرم‌افزار برتر بدین روش تصمیم‌گیری در شکل (۹) قابل مشاهده است. در واقع در شکل ارائه شده، «شبکه اثرات» که اصطلاح متداول ساختار مساله ANP است مطرح گردیده است.

هر یک از این شاخه‌ها زیر مجموعه هایی دارند که در ادامه تشریح می گردد.

۴- ۱- قابلیت های عملکردی و دقت

قابلیت های عملکردی و دقت دارای معیار های اصلی و زیر معیارهای جزیی است. معیارهای اصلی در خصوص قابلیت عملکردی یک شبیه ساز ترافیکی در ۵ معیار اصلی زیر خلاصه می شود:

- قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی طرح هندسی[۲]
- قابلیت نرم‌افزار درپوشش گزینه های تقاضا[۳]
- قابلیت نرم‌افزار در اعمال کنترل ترافیک[۴]
- قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی حمل و نقل عمومی[۵]
- قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی رفتار کاربران[۶]

زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی طرح هندسی» در جدول (۳) ارائه شده است.

---

[۱] Analytic Network Process

[۲] Geometric design

[۳] Demand options

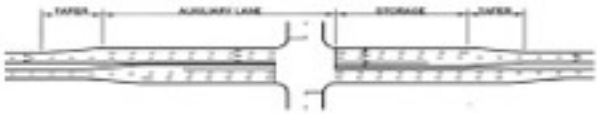
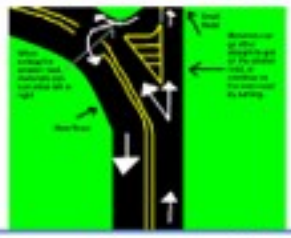
[۴] Traffic control

[۵] Transit applications

[۶] Travelers' behavior

شکل ۹- شبکه اثرات انتخاب گزینه بهینه به روش تصمیم گیری «فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)»

جدول ۳ - زیر معیارهای « قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی طرح هندسی»

زیر معیار	تشریح
خطوط کمکی (Auxiliary lanes)	خطوطی که در سیستم‌های بزرگراهی و شریان‌های اصلی برای گردش‌ها تعبیه می‌شود تا از تداخل خطوط گردشی با خطوطی که قصد حرکت مستقیم دارند تا حد امکان پرهیز شود (مانند تصویر ارائه شده). 
مقاطع تغییر خط (Weaving area)	در معابر و بخصوص در آزاد راه‌ها و بزرگراه‌ها مقاطعی بین یک ورودی و یک خروجی اصلی را گویند که خودروها در این مقطع وارد معبر اصلی می شوند به خطوط پر سرعت تر می پیوندند یا با تغییر خط از معبر اصلی خارج می شوند.
نواحی انشعاب و سه راهی شدن (Major fork areas)	تقاطعی از معابر که ۲ یا چند مسیر فرعی از راه اصلی جدا شده و بخشی از جریان ترافیک تغییر مسیر می‌دهد (مانند تصویر). 
تقاطع شبدری (Cloverleaf interchanges)	تقاطع معابر آزادراهی یا بزرگراهی که در آن حرکات چپگرد توسط لوپ تامین شده است (مانند تصویر).
تقاطع پل لوزی (Diamond interchanges)	تقاطع مسیرهای آزادراهی با سایر معابر که برای تامین دسترسی از کاهش سطح عملکردی در مسیر منشعب از مسیر اصلی و ایجاد تقاطع همسطح در محل تقاطع با مسیر فرعی استفاده می‌شود (مانند تصویر).

ادامه جدول ۳- زیر معیارهای « قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی طرح هندسی»

زیر معیار	تشریح
تقاطع پل تک نقطه ای (Single point interchanges)	تقاطع معابر بزرگراهی به صورتی که حرکت‌های چپگرد توسط خروجی‌های مجزا از مسیر اصلی منشعب شده و در یک نقطه خاص به مسیر اصلی وارد می‌شوند (مانند تصویر ارائه شده).
جمع و پخش کننده (Collector-distributor roads)	خطوطی هستند که طراحی می شوند تا از بین برنده تغییر خطوط در آزاد راه‌ها باشند. این خطوط به موازات خطوط اصلی آزادراهی و بزرگراهی طراحی می شوند (مانند تصویر ارائه شده).

ادامه جدول ۳- زیر معیارهای « قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی طرح هندسی»

زیر معیار	تشریح
میدان (Roundabouts)	تقاطعات شهری که با وجود جزیره مرکزی (معمولا به شکل دایره) در محل برخورد معابر شریانی درجه ۲، دسترسی و محلی مشخص می‌شوند.
دوربرگردان (U-turns)	بریدگی‌هایی در معابر دوطرفه که امکان حرکت واگرد (حرکت در خلاف جهت قبلی و در همان راستا) را به وسایل نقلیه موجود در یک جهت یا هر دوجهت معبر می‌دهد.
حداکثر تعداد خطوط عبوری در یک جهت (Maximum number of lanes)	منظور این است که یک نرم‌افزار چه تعداد خط عبوری در هر جهت را می‌تواند مدل کند.
حداکثر ابعاد و اندازه شبکه (Maximum network size)	منظور این است که یک نرم‌افزار چه ابعاد شبکه‌ای را می‌تواند مدل کند.
مدلسازی تقاطعات خیلی نزدیک بهم (Modeling very close intersections)	اینکه آیا نرم افزار می تواند تقاطعات خیلی نزدیک به هم را مدلسازی نماید.
ترسیم قوس ها (به صورت یک الگوی از پیش آماده) (Designing curves)	یعنی آیا الگو و تمپلیت یک قوس وجود دارد
خطوط گردشی در تقاطعات (Turning lanes in intersections)	آیا نرم افزار قادر به مدلسازی خطوط گردشی در تقاطعات است (بخصوص خط ویژه گردش به راست)
خط ممتد و عدم امکان تغییر خط (Solid line)	خطی که امکان عبور از آن وجود ندارد و مثلاً ابتدای ورودی یک رمپ ترسیم می گردد تا خودرودی ورودی وارد خطوط دیگر آزاد راه نشود و در خط کمکی افزایش سرعت دهد.
ممنوعیت بلوکه کردن تقاطع (Yellow box)	ممنوع بودن ورود وسایل نقلیه به داخل تقاطع در صورت وجود صف در ابتدای مقطع خروجی
پارک حاشیه ای (Curb parking)	امکان شبیه سازی پارک حاشیه ای
تنوع در عرض خطوط (Different lane width)	یعنی آیا نرم افزار می تواند خطوط مختلفی با عرض های مختلفی برای یک معبر ترسیم نماید
شعاع و هندسه گردش (Turning radius and geometry)	یعنی تنظیم مسیر حرکت خودرو در تقاطع بر اساس حرکت واقعی و شعاع گردش آن در مقابل پیش فرض یک حرکت خشک و غیر واقعی خودرو در تقاطع.
شیب قوس قائم (Vertical curve slop)	یعنی بتوان در نرم افزار شیب قوس قائم را نیز وارد نمود
جهت انگلیسی معابر (Inverse direction)	یعنی بتوان معابری داشت که مسیر رفت در سمت چپ و مسیر بازگشت در سمت راست باشد. در شهر تهران چند مورد از این الگوی حرکتی وجود دارد.
توزیع خطوط (Lane distribution)	میزان استفاده از خطوط است. یعنی اینکه با چه نسبتی خودروها خطوط را انتخاب می کنند. مثلاً خط یک ۵۰٪ خط دو ۳۰٪ و خط سه ۲۰٪ حجم ترافیک ورودی را در خود دارد.

همچنین، زیر معیارهای«قابلیت نرم‌افزار درپوشش گزینه های تقاضا» در جدول (٤) ارائه شده است.

جدول ۴ - زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار درپوشش گزینه های تقاضا»

زیر معیار	تشریح
نرخ جریان و توزیع گردش (Flow rate and turning data)	یعنی نرم افزار این قابلیت را دارد که برای یک کمان بخصوص مقدار حجم کمان را دریافت نموده و بعد وقتی به تقاطع آن کمان با کمان‌های دیگر رسید، گردش برای تقاطع را توزیع نماید.
تابع توزیع ورودی (Arrival type)	یعنی وسایل نقلیه با چه توزیعی از اتصال دهنده[۱] (که به سنترویید[۲] وصل است) وارد کمان بعد از آن می شوند و یا برای ورودی به یک کمان با توجه به نرخ جریان[۳] تعریف شده اولیه، چگونه توزیع می‌شوند (مثلاً با توزیع نرمال با حجم ورودی در هر ساعت ۱۰۰۰ وسیله نقلیه).
اطلاعات مبدا - مقصد (Origin-destination data)	یعنی ماتریس مبدا - مقصد را دریافت دارد
تغذیه تقاضا و اتصال به مدل های ماکرو (Connection to macro models)	یعنی بتواند به مدل‌های ماکرو متصل شود و حجم تقاضا را در کمان ها و در شبکه از مدل‌های ماکرو بازخوانی کند.
تکنیک های تخصیص (Assignment techniques)	یعنی بتواند با توجه با داشتن ماتریس مبدا - مقصد و همچنین شبکه معابر، با روش تخصیص مناسب، حجم ترافیک در هر کمان را مشخص سازد.
تقاضای عابر پیاده و دوچرخه (Pedestrian and non-motorized demand)	یعنی بتواند به صورت منطبق با واقعیت، گزینه های سفر غیر موتوری را مدل کند.
اتصال به بانک داده اطلاعات آنلاین (Linking to online demand data base)	یعنی بتواند به مرکز دریافت اطلاعات در لحظه متصل شود و حجم تقاضا را به صورت آنلاین دریافت نماید. یعنی نرم افزار به چنین پایگاهی وصل شود و حجم واقعی شبکه را که این پایگاه از شناساگرها[۴] اخذ می کنند را وارد نرم افزار کنند.

[۱] conector

[۲] centroid

[۳] flow rate

[۴] detector

ادامه جدول ۴- زیر معیارهای«قابلیت نرم‌افزار درپوشش گزینه های تقاضا»

زیر معیار	تشریح
ماتریس های مبدا - مقصد زیر ساعتی (Sub-hour OD matrix)	**بتواند ماتریس های مبدا - مقصد در بازه زمانی کمتر از یک ساعت را مدلسازی نماید (مثلاً ماتریس های ۱۵ دقیقه -۱۵ دقیقه)**
تکه مسیر (Partial route)	**در قسمتی از مسیر اصلی، حکم می کند که برخی از خودروها به‌جای مسیر اصلی از مسیر جایگزین استفاده کنند و پس از طی مسیر موقت دوباره به مسیر اصلی بازگردند**
خصوصات وسیله (خصوصیات دینامیک و استاتیک) (Vehicle properties)	**بتوان خصوصیات وسایل مختلف را تعریف نمود (مثل خصوصیات دینامیک خودرو (چون سرعت، شتاب تند شونده، شتاب کند شونده، ...) و خصوصیات استاتیک خودرو (چون ابعاد، وزن و ...)**
وجود یک تمپلیت آماده برای موتورسیکلت (Motorcycle)	**یعنی ماهیت وسیله ای چون موتورسیکلت در این نرم افزار، با خصوصیاتش از پیش تعیین شده باشد.**
انجام عملیات روی ماتریس ها (Matrix manipulation)	**امکان انجام عملیات جبر ماتریسی بر روی ماتریس های تقاضا**

همچنین، زیر معیارهای«قابلیت نرم‌افزار در اعمال کنترل ترافیک» در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵- زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار در اعمال کنترل ترافیک»

زیر معیار	تشریح
کنترل چراغ پیش- تنظیم (Pre-timed signal)	یعنی نرم افزار بتواند پیش تنظیم های صورت گرفته برای زمان بندی چراغ های تقاطع را مدلسازی نماید.
کنترل های متغیر و نیمه متغیر (با استفاده از چراغ برای معبر، تقاطع و ...) Actuated/Semi-actuated (Adaptive) control	یعنی نرم افزار بتواند شرایط کنترل کامل (و یا بخشی) تقاطع هایی که تنظیماتشان (زمان‌بندی چراغ های آنها) بر اساس حجم عبوری از تقاطع است را مدلسازی نماید.
پیاده سازی الگوریتم های کنترل مختلف (برنامه ریزی زمانبندی با حدواسط خارجی) External interface timing plan (coding)	یعنی بتوان الگوریتم های کنترل تقاطع را به صورت برنامه های نوشته شده و با استفاده از محیط گرافیکی کاربر نرم افزار اعمال نمود. این برنامه ها می تواند الگوریتم های پیچیده ای باشد که امکان پیاده سازی آنها تنها به وسیله خود نرم‌افزار وجود ندارد و نیازمند کد نویسی مجدد و اعمال این کد ها است.
کنترل همزمان (اتصال به SCATS) Real-time control (connection to Scats)	اتصال به سیستم SCATS و دریافت اطلاعات کنترل شبکه از طریق SCATS
میدان چراغدار (Signalized roundabout)	مدلسازی میادینی که چراغ دار شده‌اند.
تقاطعات با علائم توقف و احتیاط (Stop/Yield intersection)	مشخص و بدون نیاز به توضیح
مکان های دریافت عوارض (Toll plaza)	یعنی اینکه مدل موقعیت های دروازه های ورودی به مناطق قیمت گذاری شده، به صورت از پیش آماده در نرم‌افزار موجود و قابل استفاده باشد.
حساسیت به علائم ترافیکی (سوای علائم توقف و تسلیم) Sensitivity to traffic signs (other than stop and yield signs)	یعنی اینکه خودروها (رانندگان آنها) به علائم نصب شده در معابر (مثلا علامت«حداکثر سرعت ۵۰ کیلومتر») حساس باشند و واکنش مناسب از خود نشان دهند.
چراغهای هماهنگ شده (Coordinated traffic signals)	یعنی بتوان چراغ های تنظیم شده هماهنگ (مثلا ایجاد موج سبز برای شریان اصلی) را مدلسازی کرد.
علائم پیام متغیر و عکس العمل راننده (Variable message signs (VMS) and traveler responds)	بتوان تابلوهای پیام متغیر را مدلسازی نمود و همچنین واکنش رانندگان به این تابلو ها را نیز پوشش داد.
هدایت مسیر دینامیک (Dynamic route guidance)	بتوان سیستم های هوشمند حمل و نقل مثل سیستم های هدایت مسیر (که معمولا در خودرو ها نصب می شود) را در مدلسازی وارد نمود.
کنترل خروجی رمپ ها به بزرگراه ها (Ramp metering)	مشخص و بدون نیاز به توضیح

ادامه جدول ۵ - زیر معیارهای«قابلیت نرم‌افزار در اعمال کنترل ترافیک»

زیر معیار	تشریح
بهینه سازی زمانبندی چراغ ((Optimizing) Signal timing)	یعنی بتوان توسط نرم‌افزار با توجه به احجام ورودی و خروجی تقاطع، زمان‌بندی بهینه چراغ را برای تقاطع انجام داد.
مدلسازی قیمت گذاری بر معابر (Modeling road tolls, congestion charging and distance -based pricing)	بتوان سیاست های مختلف قیمت گذاری بر معابر (مثل محدوده طرح ترافیک، قیمت گذاری بر محدوده مرکزی شهر و مواردی از این دست) را با در نظر گرفتن رفتار رانندگان نسبت به آن مدلسازی نمود.
خطوط اختصاصی (به خودروی اضطراری، خودرو پرسرنشین و ...) (Reserved lane (emergency, HOV lanes,...))	بتوان خطوط اختصاصی چون خطوط تخصیص یافته به وسایل حمل و نقل همگانی و یا خودروهای اضطراری را مدلسازی نمود.
محدودیت سرعت متغیر (Variable speed limit)	یعنی تغییر محدودیت سرعت مجاز بزرگراه (تغییر حداکثر سرعت مجاز) ممکن باشد
اولویت حرکت (به حمل و نقل عمومی، خودرو اضطراری و ...) (Preemption (Priority to public transport vehicles, emergency....))	مشخص و بدون نیاز به توضیح
نواحی کاهش سرعت (Reduced (speed) area)	یعنی امکان کاهش سرعت در مقطعی از مسیر وجود داشته باشد.

همچنین، زیر معیارهای«قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی حمل و نقل عمومی» در جدول (٦) ارائه شده است.

جدول ۶ - زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی حمل و نقل عمومی»

زیر معیار	تشریح
مسیر اتوبوس (Bus routes)	**مشخص و بدون نیاز به توضیح**
ایستگاه های اتوبوس (Bus stops)	**مشخص و بدون نیاز به توضیح**
توزیع زمان توقف اتوبوس (Stop times distribution)	**یعنی امکان استفاده از توابع زمان توقف اتوبوس در ایستگاه‌ها وجود داشته باشد.**
محاسبه زمان توقف بر اساس نرخ سوار و پیاده شدن (Stop times calculation based on boarding-alighting)	**نحوه محاسبه مدت زمان توقف اتوبوس در ایستگاه است.**
استفاده از شانه (Shoulder use applications)	**شرایطی که در مدلسازی بتوان استفاده ناوگان اتوبوسرانی را از شانه خطوط معابر مدلسازی نمود.**
جدول زمانبندی خطوط اتوبوس (Transit line time tables)	**مشخص و بدون نیاز به توضیح**
اتصال بین عابرپیاده و حمل و نقل عمومی (Connection between transit and pedestrian)	**مشخص و بدون نیاز به توضیح**
خصوصیات ناوگان حمل و نقل عمومی (دینامیک و استاتیک) Vehicle properties (vehicle dynamic (max speed, acceleration., deceleration.), vehicle static (dimension, weight, …))	**یعنی بتوان خصوصیات مختلف استاتیک و دینامیک ناوگان حمل و نقل عمومی را اعمال نمود.**

همچنین، زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی رفتار کاربران» در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷- زیر معیارهای «قابلیت نرم‌افزار در مدلسازی رفتار کاربران»

زیر معیار	تشریح
حذف محدودیت حرکت بین خطوط (lane dicipline)	یعنی خودرو ها بتوانند حتی در بین خطوط (مشابه آنچه در شرایط واقعی در کشورمان رخ می دهد) هم رانندگی کنند.
استفاده از جهت مقابل (در شریانی ها) (use of the opposite direction)	یعنی در خیابانهای محلی و شریانی (معمولا یک خط در هر جهت) خودرو ها برای سبقت از هم بتوانند از جهت مخالف هم استفاده کنند.
کاهش ظرفیت و بسته شدن خطوط (مدیریت سوانح) (Capacity reduction & Lane blocking)	مثلا طبق آمار، یک لینک خاص با فراوانی مشخصی (از توزیع مشخص با پارامترهای معین)، ظرفیتش کم و یا بسته می شود. حال می خواهیم ببینیم که آیا نرم‌افزار این قابلیت را دارد که این امر را مدلسازی نماید.
منطق پیروی خودروها (Car following logic)	مشخص و بدون نیاز به توضیح
منطق تغییر خط (Lane changing logic)	مشخص و بدون نیاز به توضیح
حساسیت راننده به فاصله جانبی (مثلا تغییر عرض خطوط) (Sensitivity of driver to lateral distance (e.g. different introduced widths of a lane))	یعنی راننده بر اساس عرض خط، سرعت و مانور های خود را تنظیم کند.
رفتار عابر و دوچرخه سوار (Pedestrian and non-motorised behaviour)	مشخص و بدون نیاز به توضیح

۴- ۲ - راحتی کار و سهولت استفاده

معیار راحتی کار و سهولت استفاده شامل زیر معیار های اصلی زیر است:

- سهولت استفاده از نرم‌افزار در ورود اطلاعات
- سهولت استفاده از نرم‌افزار در کار باداده ها و ترسیم ها
- سهولت استفاده از نرم‌افزار در اتصال به نرم افراز های دیگر
- سهولت استفاده از نرم‌افزار در دریافت خروجی

زیر معیار های هر یک از این معیارها به قرار جدول (۸) است.

جدول ۸ - زیر معیار های هر یک از این معیارهای آیتم« راحتی کار و سهولت استفاده»

ورود اطلاعات Data entry (import options)	راحتی در ترسیم طرح هندسی (Geometric design)
	راحتی کار برای پیاده سازی داده های تقاضا (Demand options)
	راحتی در پیاده سازی ابزارهای کنترل ترافیک (Traffic control)
	راحتی پیاده سازی حمل و نقل عمومی (Transit applications)
	راحتی در وارد نمودن پارامترهای رفتاری مسافران (User behavior parameters)
کار باداده ها و ترسیم ها (پارامترهای پیش‌فرض، راحتی در یکپارچه سازی، ممزوج کردن شبکه ها، داشتن امکان undo، داشتن نوار ابزار پیوسته و جامع، فرمت های نقشه های پشت صحنه) Data editing and object drawing (default parameters provided,easy integration with a database,Network merge (Copy and paste capability), Undo option, integrated toolbar & menu, Background mapping formats)	راحتی در ترسیم طرح هندسی (Geometric design)
	راحتی کار برای پیاده سازی داده های تقاضا (Demand options)
	راحتی در پیاده سازی کنترل ترافیک (Traffic control)
	راحتی پیاده سازی حمل و نقل عمومی (Transit applications)
	راحتی در وارد نمودن خصوصیات کاربر (User behavior)
	سهولت در کالیبراسیون (Easy calibration)
	کیفیت و کارایی پیغام خطا (Error message effectiveness)
اتصال به نرم افراز های دیگر (Connection to other software)	اتصال به نرم افزار های GIS مبنا (GIS software)
	اتصال به SCAT و SCOOTS (Connection to SCAT SCOOTS)
	اتصال به نرم افزار های دیگر شبیه سازی خرد (Connection to other micro-simulation software)
	حدواسط COM و امکان ماکرو نویسی (Programming (Com interface, API, Batch mode, Sdk…))

ادامه جدول ۸- زیر معیار های هر یک از این معیارهای آیتم« راحتی کار و سهولت استفاده»

دریافت خروجی (Output characteristics and export options)	فرمت فایل خروجی (Output file formats)
	ارائه های بصری و تصویری (Visual presentation)
	ارائه نتایج به صورت انیمیشن (Animation of results)
	شاخص های سنجش مربوط به ترافیک (Traffic related MOE's)
	شاخص های مصرف منابع (مصرف سوخت) (Use of resources (GAS, LNG, CNG…) MOE's)
	شاخص های سنجش مربوط به محیط زیست (Environmental MOE's)

۴- ۳- کمک به مدیریت دانش کاربران

معیار« کمک به مدیریت دانش کاربران » شامل زیر معیارهایی است که عبارتند از:

- منابع موجود (یعنی خود نرم‌افزار چه گزینه های اجرا شده ای را به عنوان مثال در اختیار کاربر قرار می‌دهد و راهنمای نرم افزار چقدر جامع و کامل است)
- دوره های آموزشی
- پشتیبانی گروهی کاربران (ایجاد فروم)
- پشتیبانی فنی (خط مستقیم)
- نسخه دانشگاهی
- نسخه دانشجویی و نسخه آزمایشی

۴- ۴ - معیار مربوط به کاربران فعلی

« معیار مربوط به کاربران فعلی» شامل زیر معیارهایی است که عبارتند از:

- آشنایی عمومی متخصصان داخلی (مانند متخصصان شرکت کنترل ترافیک و شهرداری تهران) با

نرم‌افراز

- تطابق نرم افراز با ادبیات ترافیکی آموزش داده شده در دانشگاه های کشور

۴- ۵- خصوصیات شرکت فروشنده

معیار « خصوصیات شرکت فروشنده » شامل زیر معیارهایی است که عبارتند از:

- نمایندگی فعال و پاسخگو و گارانتی مناسب
- تنوع فروش

۵ - شناسایی مطالعات مشابه انجام شده به‌منظور مقایسه نرم‌افزار های شبیه ساز و بررسی نتایج حاصل از آنها

با توجه به گسترش استفاده از نرم افزارهای شبیه‌ساز ترافیکی و توسعه آن‌ها در زمینه‌های مختلف، لزوم بررسی و تحقیق در مورد نقاط قوت و ضعف این نرم افزارها محسوس به نظر می‌رسد تا بر اساس این نقاط ضعف و قوت، نرم‌افزار برتر یا ترکیبی از این نرم افزارها برای انجام مطالعات ترافیکی استفاده شود. در این راستا، تاکنون مطالعات گوناگونی در سراسر دنیا صورت گرفته است که هدف این بخش، مروری اجمالی بر این مطالعات است. لذا در این بخش، ابتدا مطالعات داخلی و سپس مطالعات خارجی تبیین و تشریح می‌گردند.

۵ -۱ - مطالعات داخلی در زمینه مقایسه نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی

بکارگیری نرم افزارهای شبیه‌ساز ترافیکی در مطالعات و پروژه‌های حمل و نقلی داخلی محدود به سال‌های اخیر است. لذا، تحقیقات و مطالعات محدودی در زمینه نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی در ایران صورت گرفته است. جداول (۹) و (۱۰)، به صورت اجمالی، تعدادی از مطالعات داخلی در این زمینه را مرور می‌نمایند.

۵ -۲ - مطالعات خارجی در زمینه مقایسه نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی

تا کنون مطالعات گوناگونی در زمینه مقایسه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز ترافیکی و انتخاب نرم‌افزار برتر در کشورهای مختلف انجام شده است. این بخش از گزارش به تشریح این تحقیقات اختصاص دارد. جداول (۱۱) تا (۲۰)، به صورت اجمالی، تعدادی از مطالعات خارجی در این زمینه را مرور می‌نمایند.

جدول ۹- خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه پور رضا و همکاران (۱۳۸۸)[11]

نرم افزارهای مقایسه شده	CORSIM، VISSIM، PARAMICS، AIMSUN و INTEGRATION
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبیه سازی صورت نگرفته است.
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	زمینه‌های کاربرد قابلیت پرداخت مناسب پیشینه کاربرد نرم افزار میزان حمایت و پشتیبانی فنی پس از فروش هزینه توان گرافیکی
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	در این مطالعه، پس از تعریف و تشریح مبانی اولیه شبیه سازی، لزوم بکارگیری نرم افزار شبیه‌ساز ترافیکی مناسب برای تحلیل و ارزیابی‌های حمل و نقلی بیان می‌گردد. در ادامه، به بررسی معیارهای انتخاب نرم افزار برتر پرداخته می‌شود و در نهایت، هر یک از نرم افزارها بر اساس هر یک از معیارهای فوق الذکر رتبه بندی می‌شوند. نتایج این مطالعه، نرم افزار CORSIM را به عنوان نرم افزار برتر و نرم افزار VISSIM را به عنوان گزینه دوم، معرفی می‌نماید.

جدول ۱۰ - خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه شریعت و بابایی (۱۳۸۵)[۱۲]

نرم افزارهای مقایسه شده	AIMSUN و VISSIM
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبیه سازی صورت نگرفته است.
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	مدل تعقیب خودرو[۱]
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	هدف این مطالعه، بررسی و مقایسه مدل‌های تعقیب خودرو در نرم افزارهای AIMSUN و VISSIM است. در این مطالعه، ابتدا، مدل‌های تعقیب خودرو ارائه شده در مطالعات پیشین تبیین می‌گردد. سپس مدل تعقیب خودرو گیپس (۱۹۸۱) [۱۳] (به کار رفته در نرم افزار AIMSUN) و مدل ویدمَن و ریتر (۱۹۹۲) [۱٤] (به کار رفته در نرم افزار VISSIM) تشریح می گردد. در ادامه، نویسندگان مقاله، به بحث درباره این دو مدل می‌پردازند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدل تعقیب خودرو بکار رفته در نرم افزار AIMSUN، ساده تر و پردازش آن سریعتر از مدل تعقیب خودرو بکار رفته در نرم افزار VISSIM است.

جدول ۱۱- خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه فنگ و اِلفتریادو (۲۰۰۵) [۱۵]

نرم افزارهای مقایسه شده	AIMSUN، CORSIM و VISSIM
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	تقاطع غیر همسطح
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	توانایی در نمایش و مدل کردن اجزای هندسی شبکه توانایی در شبیه سازی طرح‌های کنترل چراغ های راهنمایی دقت نرم افزار در مقایسه با نتایج میدانی توانایی در ارائه خروجی انواع معیارهای سنجش عملکرد
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	هدف این مقاله، مشخص کردن امکانات و تسهیلاتی است که باید یک نرم افزار شبیه سازی ترافیکی داشته باشد تا بتواند سناریوهای مختلف در تقاطعات غیر همسطح را ارزیابی نماید. برای این منظور، دو تقاطع غیر همسطح در ایالات آریزونا آمریکا انتخاب شده است. سپس این دو تقاطع غیر همسطح در سه نرم افزار AIMSUN، CORSIM و VISSIM شبیه سازی شده اند. طبق نتایج این مطالعه، اختلاف بین خروجی‌های نرم افزار AIMSUN و داده‌های میدانی برداشت شده، کمتر از دو نرم افزار دیگر است.

[۱] Car Following

جدول ۱۲- خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه راخا و وَن آردِه (۱۹۹۶) [۱۶]

نرم افزارهای مقایسه شده	TRANSYT و INTEGRATION
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبکه ساده با دو تقاطع چراغدار که با یک شریانی دو طرفه به هم متصل شده‌اند.
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	دقت و توانایی نرم افزار در شبیه سازی تقاطعات چراغدار
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	این مطالعه به بررسی قابلیت‌های دو نرم افزار TRANSYT و INTEGRATION در شبیه سازی تقاطعات چراغدار می‌پردازد. نتایج این مطالعه گواه بر آن است که نرم افزار INTEGRATION نسبت به نرم افزار TRANSYT، قابلیت‌های بیشتری برای شبیه سازی تقاطعات چراغدار دارد. به طوری که این نرم افزار می‌تواند سناریوهای زمان بندی‌های دینامیک چراغ‌های راهنمایی را نیز مدل نماید. با این وجود، در شرایطی که زمان‌بندی چراغ راهنمایی استاتیک باشد، هر دو نرم افزار فوق با دقت‌های مشابه، تقاطعات چراغدار را شبیه‌سازی می‌نمایند.

جدول ۱۳ - خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه شِنو و همکاران (۲۰۰۵) [۱۷]

نرم افزارهای مقایسه شده	AIMSUN و VISSIM
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	بخشی از آزاد راه
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	معیارهای مقایسه در این مطالعه به دو دسته معیارهای کمی و کیفی دسته بندی شده است. که عبارتند از: معیارهای کیفی: توانایی‌ها و قابلیت‌های عملکردی نرم افزار، مانند: توانایی در ایجاد و مدل کردن اجزای هندسی شبکه توانایی در در نظر گرفتن مشخصات تقاضا توانایی در مدل‌سازی وسایل کنترل ترافیک توانایی در در مدل‌سازی حمل و نقل همگانی و مدیریت تصادفات کیفیت خدمات ارائه شده توسط شرکت سازنده، مانند: برگزاری دوره‌های آموزشی پشتیبانی فنی از نرم افزار پشتیبانی گروه‌های کاربر آسانی و سهولت کار کردن با نرم افزار، مانند: راحتی در یادگیری و مدت زمان یادگیری نرم افزار میزان تلاش برای ورود داده ها به نرم افزار (توانایی در دریافت ورودی) ابزارهای در دسترس و محیط نرم افزار ویژگی‌ها و مشخصات ورودی و خروجی نرم افزار، مانند: انیمیشن سازی نتایج فرمت فایل‌های ورودی و خروجی معیارهای کمی: دقت نرم افزار مدت زمان انجام یک شبیه سازی
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	در این گزارش، یک روش جامع برای انتخاب یک نرم افزار شبیه‌ساز ترافیکی از بین چندین گزینه ارائه شده است. در روش ارائه شده، معیارهای انتخاب به دو دسته کمی و کیفی تقسیم شده‌اند. در راستای پیاده‌سازی روش ارائه شده، دو نرم افزار AIMSUM و VISSIM به عنوان گزینه های انتخاب در نظر گرفته شده‌اند و از دو دسته کاربر خواسته شده است که ابتدا، اهمیت بین معیارهای انتخاب را تعیین نمایند. سپس، با توجه به معیارهای انتخاب، به هر یک از نرم افزارها مقداری بین ۱ تا ۱۰ بدهند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که دقت دو نرم‌افزار فوق در مقایسه با داده‌های میدانی، تقریباً برابر است. علاوه بر این، کاربران گوناگون بر اساس نیازهایشان، نرم افزارهای متفاوتی را انتخاب می‌کنند. زیرا، وزن‌های متفاوتی به معیارهای انتخاب می‌دهند. به عبارت دیگر، نیازهای کاربران بر مقادیر وزن‌ها تاثیر می‌گذارد. برای مثال در این مطالعه، دسته اول کاربران، نرم افزار AIMSUN و دسته دوم، نرم افزار VISSIM را انتخاب کردند.

جدول ۱۴- خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه بلومبرگ و دیل (۲۰۰۰) [۱۸]

نرم افزارهای مقایسه شده	VISSIM و CORSIM
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبکه کوچک
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	سطح سرویس در تقاطعات قابلیت اطمینان زمان سفر زمان سفر در لینک‌های شبکه حجم ترافیک در لینک‌های شبکه
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	در این مقاله، ابتدا دو نرم افزار VISSIM و CORSIM معرفی می‌گردند. سپس، تفاوت های عمده بین دو نرم افزار فوق بیان می‌گردد. در ادامه نویسندگان این مطالعه سعی می‌کنند که به بررسی اثرات همفزون شده این تفاوت‌ها بر نتایج خروجی نرم افزارها بپردازند. در راستای این هدف، یک شبکه در هر دو نرم افزار شبیه سازی می‌شود و خروجی‌های دو نرم افزار مقایسه می‌گردند. نتایج این مقایسات نشان می‌دهد که با وجود تفاوت‌های موجود بین دو نرم افزار VISSIM و CORSIM، اختلاف بین خروجی‌های این دو نرم افزار اندک است و خروجی‌های دو نرم افزار، کاربران را به تصمیم‌گیری‌ها و سیاستگذاری‌های متفاوتی رهنمون نمی‌نماید.

جدول ۱۵ - خلاصه شناسنامه‌ای مطالعه تین (۲۰۰۲) [۱۹]

نرم افزارهای مقایسه شده	CORSIM، SimTraffic و VISSIM
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	تقاطع چراغدار
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	میزان اختلاف و تغییر در نتایج هر بار اجرای شبیه سازی
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	ماهیت احتمالی نرم‌افزارهای شبیه ساز ترافیک باعث می‌گردد که نتایج هر بار اجرای یک شبیه سازی با اجرای بار دیگر متفاوت باشد. در این راستا و برای حل این مشکل، میانگین نتایج چندین بار اجرای یک شبیه سازی به عنوان خروجی نرم افزار در نظر گرفته می‌شود. هدف از مطالعه تین و همکاران [۱۹]، بررسی و مقایسه میزان تغییرپذیری نتایج خروجی سه نرم‌افزار فوق الذکر است. در این مطالعه، تغییرپذیری دو پارامتر تاخیر و ظرفیت در تقاطعات چراغدار مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که خروجی‌های نرم افزار CORSIM کمترین تغییرات و نرم افزار SimTraffic بیشترین تغییرات را دارد.

جدول ۱۶- خلاصه شناسنامه‌ای از مطالعه بوکسیل و یو (۲۰۰۰) [۲۰]

نرم افزارهای مقایسه شده	٦٥ نرم افزار شبیه ساز ترافیکی
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبیه سازی صورت نگرفته است.
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	نرم افزار شبیه ساز باید بتواند تجهیزات ترافیکی مانند چراغ‌های رانندگی را مدل نماید. نرم افزار شبیه ساز باید رفتار رانندگان و برهم‌کنش بین وسایل نقلیه را به خوبی مدل نماید. نرم افزار شبیه ساز باید بتواند شرایط مختلف ترافیکی (متراکم[1]، غیر متراکم[2] و تصادفات) را با جزئیات بالا مدل نماید. نرم افزار شبیه ساز باید بتواند تغییرپذیری در تقاضای ترافیک را شبیه سازی نماید. نرم افزار شبیه ساز باید بتواند استراتژی‌های مختلف کنترل ترافیک را ارزیابی نماید. نرم افزار شبیه ساز باید شرایط ترافیک در شبکه را به درستی برآورد نماید. نرم افزار شبیه ساز باید بتواند الگوی جریان ترافیک را با توجه به استراتژی‌های اطلاع رسانی به مسافران پیش‌بینی نماید. نرم افزار شبیه ساز باید بتواند ترافیک آزادراهی و شریانی را مدل نماید. قابل دسترس برای همگان باشد. نرم افزار و قابلیت‌هایش به خوبی مستند شده باشد.
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	هدف از این مطالعه، ارزیابی توانایی‌ها و قابلیت‌های نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی در زمینه حمل و نقل هوشمند است. بدین منظور، نویسندگان این مقاله، ٦٥ نرم افزار شبیه ساز ترافیکی را انتخاب کردند و با توجه به معیارهای فوق الذکر، ۹ نرم افزار AIMSUN، CONTRAM، CORFLO، CORSIM، FLEXYT، HUTSIM، INTEGRATION، PARAMICS و VISSIM را در مرحله اول انتخاب کردند. در مرحله بعد، قابلیت‌های ۹ نرم افزار فوق در زمینه حمل و نقل هوشمند مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و مزیت‌ها و ضعف‌های هر یک از نرم افزارهای فوق بیان شده است. در انتها، نویسندگان این مقاله، دو نرم افزار CORSIM و INTEGRATION را به عنوان گزینه‌های برتر معرفی نموده‌اند.

[1] Congested

[2] Uncongested

جدول ۱۷ - خلاصه شناسنامه‌ای مطالعه جونز و همکاران (۲۰۰۴) [۲۱]

نرم افزارهای مقایسه شده	CORSIM، SimTraffic و AIMSUN
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	جمع کننده شهری، شریانی اصلی چراغ‌دار و کریدورهای بین شهری
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	نیازهای سخت‌افزاری و نرم افزاری راحتی مدل سازی شبکه حمل و نقل در نرم افزار نیازهای داده‌ای نرم افزار و مناسب بودن پیش‌فرض‌های نرم افزار دقت نرم افزار در مقایسه با داده‌های میدانی توانایی ارتباط با نرم افزارهای دیگر توسعه پذیری و داشتن قابلیت‌ها و امکانات گوناگون مانند داشتن امکاناتی برای مدیریت تصادفات و حمل و نقل هوشمند.
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	هدف این مقاله ارزیابی سه نرم افزار شبیه ساز CORSIM، SimTraffic و AIMSUN بر اساس معیارهای فوق الذکر است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هر سه نرم افزار فوق، نتایج قابل قبولی را برای شبیه سازی ترافیکی ارائه می دهند. لذا، در نهایت هیچ رتبه بندی برای انتخاب بهترین نرم افزار ارائه نشده است و اذعان شده که هر کدام از نرم افزارهای فوق دارای نقاط قوت و ضعفی هستند. لذا نویسندگان این مطالعه توصیه می‌کنند که نوع نرم افزار بر اساس نیازها و ویژگی های پروژه تعیین گردد. به عبارت دیگر، نویسندگان این مطالعه بر این باورند که بکارگیری ترکیبی از نرم‌افزارهای فوق می‌تواند گزینه مناسب‌تری باشد. همچنین در زمینه سهولت کار با نرم افزار، نرم افزار شبیه ساز SimTraffic به عنوان نرم برتر معرفی شده است.

جدول ۱۸ - خلاصه شناسنامه‌ای مطالعه شآ و نَم (۲۰۰۲) [۲۲]

نرم افزارهای مقایسه شده	CORSIM، VISSIM و PARAMICS
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	شبکه آزادراهی
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	توانایی‌های نرم افزار؛ مانند: محدودیت در اندازه شبکه، انیمیشن، سه بعدی سازی تصاویر سهولت کار با نرم افزار نیازهای خاص پروژه‌ای که در این مقاله مطرح شده است؛ مانند: توانایی نرم افزار در مباحثی همچون حمل و نقل همگانی و مدیریت تصادفات مشخصه‌ها دیگر؛ مانند: دقت نرم افزار در مقایسه با داده‌های میدانی پشتیبانی فنی و هزینه نرم افزار
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	در سال ۱۹۹۹ پروژه‌ای به نام«ارزیابی عملکردی سیستم آزادراهی جنوب شرقی ایالت ویسکانسین[۱]» در ایالات متحده آمریکا آغاز شد. هدف و تمرکز اصلی این پروژه، بررسی ایمنی و کارایی عملکردی سیستم آزادراهی کلان شهر میلواکی[۲] واقع در ایالت ویسکانسین بود. در ابتدا، نرم افزار شبیه ساز CORSIM برای پروژه فوق انتخاب شد، ولی با توجه به محدودیت های آن نسخه از نرم افزار، تیم پروژه تصمیم گرفتند که یکی از دو نرم افزار VISSIM یا PARAMICS را برای پروژه فوق الذکر انتخاب کنند. نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو نرم افزار شبیه ساز VISSIM و PARAMICS نسبت به CORSIM مزیت‌های قابل توجهی دارند. همچنین پس از بررسی‌های انجام شده، در نهایت PARAMICS به عنوان گزینه برتر انتخاب گردید.

[۱] Wisconsin

[۲] Milwaukee

جدول ۱۹ - خلاصه شناسنامه‌ای مطالعه میدلتَن و کُنر (۱۹۹۹) [۲۳]

نرم افزارهای مقایسه شده	CORSIM، FREQ و INTEGRATION
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	بخشی از آزادراه
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	در این مطالعه، از ملاک‌های زیر برای انتخاب سه نرم افزار CORSIM، FREQ و INTEGRATION از بین نرم افزارهای موجود استفاده شده است و معیار مقایسه سه نرم افزار فوق، دقت نتایج خروجی نرم افزار در مقایسه با داده‌های میدانی است. نرم افزار باید قادر به شبیه سازی ترافیک در آزاد راه‌ها باشد. نرم افزار باید قادر به شبیه سازی عملکرد وسیله نقلیه در خطوط اصلی و رمپ‌ها باشد. نرم افزار برای ارزیابی شبکه‌های متراکم، مناسب و کارار باشد. نرم افزار باید به صورت گسترده در پروژه‌های مختلف استفاده شده باشد و کتب و مدارک کافی در زمینه نرم افزار منتشر شده باشد. نرم افزار به صورت مداوم توسعه داده شده باشد و پشتیبانی فنی مطلوبی داشته باشد.
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	توسعه شهری و رشد جمعیت در مناطق شهری ایالت تگزاس باعث ازدحام و تراکم در شبکه بزرگراهی این ایالت شده است به طوری که سطح سرویس در آزاد راه‌های شهری کاهش یافته است. در راستای بررسی و ارزیابی استراتژی‌ها و اقدامات بهبود دهنده و به منظور کاهش تراکم در شبکه‌های شهری این ایالت، پروژه‌ای تعریف شده که یکی از اهداف آن، انتخاب یک نرم افزار مناسب برای شبیه سازی شبکه های حمل و نقلی با تراکم بالا است. در این راستا، از بین نرم افزارهای موجود و با توجه به معیارهای فوق الذکر، نرم افزارهای CORSIM، FREQ و INTEGRATION برای مقایسه نهایی انتخاب شدند. در ادامه، نرم افزارهای فوق کالیبره و اعتبار سنجی شدند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هر سه نرم افزار فوق الذکر برای شبیه سازی شرایط غیر متراکم مناسب هستند ولی برای شبیه سازی شرایط متراکم، هیچ کدام از نرم افزارهای فوق، کاملاً راضی کننده نیستند و از میان نرم افزارهای بیان شده، CORSIM نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

جدول ۲۰ - خلاصه شناسنامه‌ای مطالعه پروِدرس و لانگ لای (۲۰۰۰) [۲۴]

نرم افزارهای مقایسه شده	INTEGRATION، KRONOS و KWaves
نوع تسهیلات شبیه سازی شده	بخشی از آزاد راه
معیارهای و ملاک‌های مقایسه	دقت نرم افزار (اختلاف بین خروجی نرم افزار و داده‌های میدانی)
خلاصه مطالعه و دستاوردهای آن	در این مطالعه، توانایی سه نرم افزار فوق، در زمینه شبیه‌سازی عملکرد آزاد راه در حالتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نرم افزارهای INTEGRATION و KRONOS نسبت به KWaves، خروجی‌های دقیق‌تری را ارائه می‌دهند. طبق این مطالعه، INTEGRATION نتایج قابل قبولی را در شرایط مختلف ترافیکی ارائه می‌دهد ولی مدل تغییر خط این نرم افزار واقع‌گرایانه نیست. همچنین پارامترهای پیش فرض KRONOS، کمترین اصلاح را برای رسیدن به نتایج قابل قبول نیاز دارند. به طوری که اختلاف بین خروجی نرم افزار بر اساس پارامترهای پیش‌فرض و داده‌های میدانی، کم تر از دو نرم افزار دیگر است.

۶ - جمع بندی

گسترش و تنوع نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی باعث شده که مطالعات گوناگونی در زمینه تعیین نرم افزار برتر صورت گیرد. در هر یک از این مطالعات، با توجه به نیازهای پروژه، نرم افزارهای مختلفی منتخب شده‌اند. در حقیقت، هر یک از نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی دارای نقاط ضعف و قوت مربوط به خود هستند (جدول ۲). لذا، می توان نتیجه گرفت که در ایده‌آل‌ترین حالت، باید بر اساس نیازهای هر پروژه حمل و نقل، نرم افزار برتر و کاراتر را انتخاب کرد.

در این کتابچه پس از معرفی کلی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی خردنگر مطرح در دنیا و مقایسه ویژگی‌های مثبت و منفی آنها، روند کلی اولویت‌بندی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بر حسب پارامترهای تاثیرگذار در ارزیابی آنها انجام شده است. در نتیجه مورد استفاده اصلی این مجموعه، حاصل شدن شناخت اولیه نسبت به نرم‌افزارهای موجود شبیه‌سازی و همچنین آشنایی با فرآیند انتخاب نرم‌افزار مناسب برای استفاده در مطالعات مختلف است. همچنین مرور مطالعاتی که تا کنون به بررسی ویژگی‌های نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و مقایسه قابلیت‌های گوناگون آنها پرداخته‌اند در متن حاضر به صورت اجمالی انجام شده است تا با ارائه دید کلی، راهنمایی برای تحقیق بیشتر پژوهشگران و مطالعه علاقه‌مندان در این زمینه باشد.

منابع و مآخذ

[۱] Transportation Research Board, "Highway Capacity Manual", National Research Council, Washington DC, (۲۰۰۰).

[۲] http://www.aimsun.com , visited: ۲۵ Dec. ۲۰۱۰.

[۳]VISSIM ۵.۳, Brochure, PTV AG, (۲۰۰۹).

[٤] http://en.wikipedia.org/wiki/Quadstone_Paramics , visited: ۲۵ Dec. ۲۰۱۰.

[۵] CORSIM User's Guide, Federal Highway Administration, (۲۰۰٦).

[٦] http://www.caliper.com/transmodeler/default.htm , visited: ۲۵ Dec. ۲۰۱۰.

[۷] http://www.citilabs.com/cube_dynasim.html , visited: ۲۵ Dec. ۲۰۱۰.

[۸]F. C. Fang and L. Elefteriadou, "Some guidelines for selecting microsimulation models for interchange traffic operational analysis," Journal of transportation engineering, vol. ۱۳۱, p. ۵۳۵, .۲۰۰۵

[۹] H. A. Rakha and M. W. Van Aerde, "Comparison of simulation modules of TRANSYT and INTEGRATION models," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. ۱۵٦٦, pp. ۷-۱, .۱۹۹٦

[۱۰] H. Xiao, et al., "Methodology for selecting microscopic simulators: Comparative evaluation of AIMSUN and VISSIM," .۲۰۰۵

[۱۱] پوررضا،م و همکاران، " بررسی مدل های شبیه سازی حمل و نقلی و انتخاب نرم افزار برتر جهت کاربردهای ترافیکی "، نهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران ، ۱۳۸۸.

[۱۲] شریعت، ا.، بابایی،م.، " ارزیابی مدل های شبیه سازی حرکت خودرو در نرم افزارهای شبیه ساز "، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، ۱۳۸۵.

[۱۳] P. G. Gipps, "A behavioural car-following model for computer simulation," Transportation Research Part B, vol. ۱۵, pp. ۱۱۱-۱۰۵, .۱۹۸۱

[۱٤] Wiedemann R and Reiter U, "Microscopic traffic simulation: the simulation system: The simulation system Mission,background and actual state. In: CEC project ICARUS (V۱۰۵۲) final report, vol ۲, Appendix A. Brussels, CEC," .۱۹۹۲

[۱۵] F. C. Fang and L. Elefteriadou, "Some guidelines for selecting microsimulation models for interchange traffic operational analysis," Journal of transportation engineering, vol. ۱۳۱, p. ۵۳۵, .۲۰۰۵

[١٦] H. A. Rakha and M. W. Van Aerde, "Comparison of simulation modules of TRANSYT and INTEGRATION models," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. ١٥٦٦, pp. ٧٠-١, .١٩٩٦

[١٧] H. Xiao, et al., "Methodology for selecting microscopic simulators: Comparative evaluation of AIMSUN and VISSIM," .٢٠٠٥

[١٨] L. Bloomberg and J. Dale" ,Comparison of VISSIM and CORSIM traffic simulation models on a congested network," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. ١٧٢٧, pp. ٦٠-٥٢, .٢٠٠٠

[١٩] Z. Z. Tian, et al., "Variations in capacity and delay estimates from microscopic traffic simulation models," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. ١٨٠٢, pp. .٢٠٠٢ ,٣١-٢٣

[٢٠] S. A. Boxill and L. Yu, "An evaluation of traffic simulation models for supporting ITS development," Center for Transportation Training and Research, Texas Southern University.٢٠٠٠

[٢١] S.L.Jones, et al., "Traffic simulation software comparison study," University of Alabama at Birmingham.٢٠٠٤

[٢٢] J.W. Shaw and H. Nam, "Microsimulation, freeway system operational assessment, and project selection in southeastern Wisconsin: Expanding the vision," presented at the TRB Annual Meeting, Washington, DC, .٢٠٠٢

[٢٣] M. D. Middleton, et al., "Evaluation of Simulation Models for Congested Dallas Freeways," Texas Transportation Institute, Texas A & M University System.١٩٩٩

[٢٤] P. D. Prevedouros and H. Li, "Comparison of Freeway Simulation with INTEGRATION, KRONOS, and KWaves," in Fourth International Symposium on Highway Capacity, Maui, Hawaii, ٢٠٠٠, pp. ٩٦–.١٠٧

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.