

نقش فن آوری شبکه نقلیه موردی در کاهش حوادث رانندگی

هادی نوبری^۱

چکیده

امروزه بهره‌گیری از فن‌آوری‌های اطلاعاتی - ارتباطی در تمامی عرصه‌های جوامع بشری روندی رو به رشد و توسعه را طی می‌نماید. حوزه‌های مختلف هر یک با توجه به زیرساخت‌های ایجاد شده از مزایای این نوع فن‌آوری‌ها استفاده می‌نمایند. آمار بالای حوادث رانندگی به همراه سهم قابل توجه بیمه‌های وسایل نقلیه در صنعت بیمه، ضرورت نیاز به تحقیق، بررسی و استفاده از فن‌آوری‌های جدید را مشخص می‌سازد. استفاده از فن‌آوری اطلاعات و شبکه، ابزاری واقعی و علمی در جهت کمک به کاهش حوادث رانندگی است. شبکه بی‌سیم موردی بین وسایل نقلیه یا شبکه نقلیه موردی، شبکه‌ای است که در آن وسایل نقلیه با استفاده از فن‌آوری بی‌سیم می‌توانند به‌طور خودکار شبکه‌ای موقت و موردی را ایجاد نمایند. در این شبکه، اطلاعات و داده‌های مختلف می‌تواند بین وسایل نقلیه یا وسایل نقلیه با تجهیزات کنارجاده‌ای تبادل می‌گردد. پیام‌های تبادل شده می‌توانند شامل اطلاعات ترافیکی، حوادث روی داده در مسیر، اطلاعات آب‌وهوایی و هر نوع اطلاعات تعریف شده دیگری باشد. این پژوهش یک مطالعه کاربردی بر روی شبکه نقلیه موردی است که نقش فن‌آوری اطلاعات را در کاهش ریسک حوادث رانندگی تبیین می‌سازد. این مقاله علاوه بر سعی در معرفی ابعاد و ساختار فن‌آوری شبکه‌های نقلیه موردی، نتایج مؤثر و علمی به دست آمده از شبیه‌سازی در محیط ONE را با پروتکل‌های مختلف در جهت حصول به کاهش حوادث رانندگی ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: حوادث رانندگی، شبکه‌های نقلیه موردی، نقش فن‌آوری اطلاعات، شبیه‌سازی، صنعت بیمه

۱- مقدمه

به دنبال ورود فن‌آوری‌های مختلف به جوامع، شرایط زندگی نیز تغییر می‌نماید. معمولاً فن‌آوری‌های جدید تلاش دارند رفاه و آسایش بیشتری را عرضه نمایند. حوادث رانندگی یکی از عوامل اصلی مرگ در کشورهای جهان می‌باشد. کارشناسان عوامل کلی حوادث رانندگی را به سه بخش انسان، وسیله نقلیه و مسیر تقسیم می‌کنند. وقوع سالانه بیش از هشتصد هزار حادثه رانندگی در ایران، کشورمان را به رتبه بالای آمار حوادث و تلفات انسانی و مالی در کل جهان تبدیل نموده است. جدول ۱، آمار متوفیان و مصدومین حوادث رانندگی از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ را نمایش می‌دهد [۳]. این آمار عمق فاجعه‌ای را حکایت دارد که در واژه‌ها نمی‌گنجد و گویای ضرورت و اهمیت رسیدگی به وضع موجود است. هرچند برابر این اطلاعات در سال‌های اخیر درصدی از تعداد متوفیان کاهش یافته ولی به تعداد مصدومین حوادث افزوده شده است. کارشناسان معتقدند تغییر قانون بیمه‌شخص ثالث و تعریف از مصدومین نیز در افزایش مصدومین موثر بوده است و تعداد مصدومیت‌های شدید بیشتر گردیده است. (عنایت، ۱۳۹۶) به هر صورت، علاوه بر بار مالی سنگین این حوادث، می‌توان گفت اثرات آسیب‌های اجتماعی آنها غیر قابل جبران می‌باشد. برابر آمار ارائه شده، درصد قابل توجهی از تولید ناخالص ملی صرف هزینه جبران، ناشی از حوادث رانندگی می‌شود که قسمت عمده‌ای از آن توسط شرکت‌های بیمه‌گر تامین می‌گردد. مسلماً کاهش قابل توجه حوادث رانندگی منجر به کاهش ریسک و حق بیمه بیمه‌نامه‌های وسایل نقلیه خواهد گردید و به آرامش خانواده‌ها و جامعه کمک خواهد نمود. علاوه بر خسارت مستقیم، هزینه‌ها و تبعات حوادث رانندگی نیز قابل اعتنا است. راه‌بندان، انسداد مسیر، افزایش مصرف سوخت، اتلاف زمان افراد در مسیر، آلودگی صوتی و مسایلی دیگر نتیجه یک حادثه رانندگی است.

جدول (۱) - آمار متوفیان و مصدومین حوادث رانندگی از ۱۳۸۸ لغایت ۱۳۹۵

ردیف	سال بررسی	تعداد فوت شده	تعداد مصدومین
۱	۱۳۸۸	۲۲,۹۷۴	۲۹۵,۱۷۹
۲	۱۳۸۹	۲۳,۲۴۹	۳۱۲,۷۴۵
۳	۱۳۹۰	۲۰,۰۶۸	۲۹۷,۲۵۷
۴	۱۳۹۱	۱۹,۰۸۹	۳۱۸,۸۰۲
۵	۱۳۹۲	۱۷,۹۹۴	۳۱۵,۷۱۹
۶	۱۳۹۳	۱۶,۸۷۲	۳۰۴,۴۸۵
۷	۱۳۹۴	۱۶,۵۸۴	۳۱۳,۰۱۷
۸	۱۳۹۵	۱۵,۹۳۲	۳۳۳,۰۷۱
	جمع کل	۱۵۲,۷۶۲	۲,۴۹۰,۲۷۵

حرکت، تراکم، شکل هندسی مسیر و سرعت وسایل نقلیه عواملی هستند که هر لحظه توپولوژی متفاوتی را در مسیر ایجاد می‌نمایند. کنش‌ها و واکنش‌های رانندگان در هدایت وسیله نقلیه، مسیر و وسیله نقلیه از عوامل دخیل در بروز حوادث می‌باشند. در حالت ایستایی، فارغ از نحوه قرارگیری وسایل نقلیه موجود در مسیر، شاید هیچ حادثه‌ای محتمل نباشد. در بعضی حالات واکنش‌ها از طرف رانندگان به رفتارها و حرکت‌های وسایل نقلیه دیگر که در همسایگی است، موجب بروز

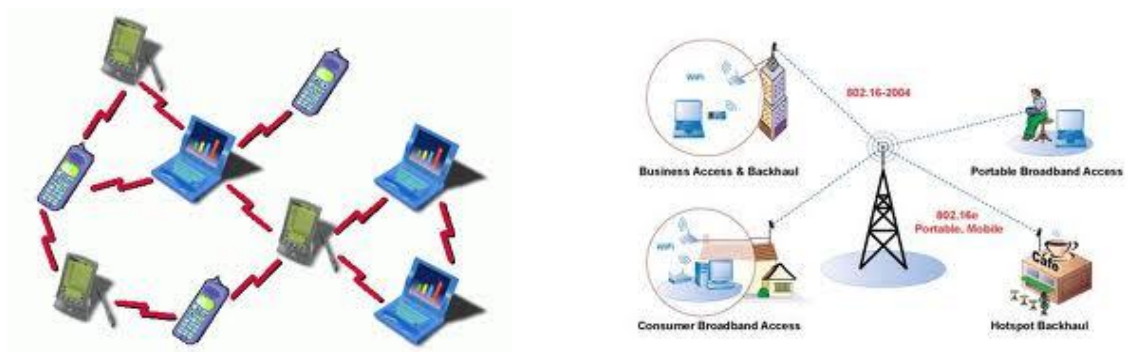
حوادث است. مسلماً بی‌نظمی توپولوژیک، احتمال وقوع حوادث رانندگی را افزایش می‌دهد. می‌توان گفت هر نوع بی‌نظمی در چارچوب قانون قابل تعریف نیست. نظم فرهنگی است که ریشه در عوامل بسیار دارد.

شبکه‌های بی‌سیم از فن‌آوری‌هایی است که پژوهش، رشد، توسعه و استفاده از آن در دهه‌های اخیر افزایش یافته و شاهد نفوذ آن در حوزه‌های مختلف زندگی بشری هستیم. این فن‌آوری از علوم مهندسی و پایه با پیچیدگی بالا بهره می‌برد. فارغ از احتمال تأثیرات منفی این نوع فن‌آوری در سلامتی انسانها، جوامع مختلف با توجه به زیرساخت‌های متعدد ایجاد شده، از مزایای چنین شبکه‌هایی استفاده می‌نمایند. بخش دوم مقاله به شبکه‌های رایانه‌ای اختصاص یافته است و در بخش سوم، شبکه‌های نقلیه موردی، خصوصیات و کاربردهای آن مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. نحوه انتشار و انتقال اطلاعات در شبکه‌های نقلیه موردی در بخش چهارم و در بخش پنجم به پروتکل‌های مسیریابی و انتقال پیام می‌پردازیم. حدود مسئله و فرضیات آن و هدف از شبیه‌سازی در بخش شش ارائه گردیده و در بخش آخر نتایج حاصل از شبیه‌سازی مورد تحلیل می‌باشد.

۲- شبکه‌های رایانه‌ای

شبکه‌های رایانه‌ای ابزاری هستند که از دیدگاه اجتماعی یک پدیده فرهنگی و از دید مهندسی یک تخصص و علم به شمار می‌روند. گردآوری، سازماندهی و فرآوری داده‌ها و نشر آن هدف اصلی فناوری اطلاعات است. واضح است در این عصر، موثرترین ابزار برای رسیدن به این اهداف شبکه‌های رایانه‌ای است. تحقیقات در مورد شبکه‌های بی‌سیم به دلیل کاربردهای روزافزونی که دارد و همچنین به دلیل نیاز به سرویس‌هایی که این نوع شبکه‌ها ارائه می‌دهند، رشد چشمگیری داشته و این شبکه‌ها به سرعت در حال توسعه هستند. سرویس‌های ارائه شده در این نوع شبکه‌ها نیز مرتباً بیشتر و بهتر می‌شود. از نمونه کاربردهای این نوع شبکه‌ها می‌توان به شبکه‌های سلولی که براساس شبکه‌های سیار موردی می‌باشند اشاره نمود. شبکه‌های سلولی در مخابرات مورد استفاده دارد و در آن گره‌های متحرک و ایستگاه‌های ثابتی موجودند.

از نقطه نظر معماری، شبکه‌ها به دو دسته با زیرساخت و بدون زیرساخت تقسیم می‌شوند. معماری این نوع شبکه‌ها در شکل ۱ ترسیم شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود شبکه‌های با زیرساخت مبتنی بر دروازه‌های ثابت هستند که به عنوان ایستگاه پایه برای برقراری ارتباط عمل می‌نمایند. این ایستگاه‌ها معمولاً با سیم کشی به یکدیگر دسترسی دارند و گره‌های شبکه را که بصورت سیار در حال حرکت هستند به هم ارتباط می‌دهند.



شکل (۱) - شبکه با زیرساخت و بدون زیرساخت

یک ایستگاه ثابت مسئولیت برقراری ارتباط با گره‌های سیار داخل آن سلول است. به عبارت دیگر یک آنتن مسئول ارتباط با میزبان‌های آن سلول خاص می‌باشد. نصب و راه‌اندازی شبکه‌های بدون زیرساخت به دلیل عدم نیاز به زیرساخت نسبت به نصب و راه‌اندازی شبکه‌های با زیرساخت بسیار با صرفه‌تر و سریع‌تر است. در شبکه‌های بدون زیرساخت مسیریاب‌های معین و ثابتی وجود ندارد.

در این نوع شبکه‌ها همه گره‌ها قابلیت حرکت داشته و همچنین به‌عنوان مسیریاب¹ عمل می‌کنند. به تعدادی از مشخصات عمده این نوع شبکه‌ها در زیر اشاره می‌شود:

- محیط‌های بی‌سیم سرشار از نویز محیطی، تداخل و تضعیف می‌باشند.
- پهنای باند کانال‌های ارتباطی بی‌سیم در برابر پهنای باند کانال‌های ارتباطی سیمی ناچیز هستند. بنابراین هر گره به‌عنوان یک مسیریاب نیز عمل می‌نماید.
- گره‌ها بصورت پویا در حال حرکت در این شبکه‌ها می‌باشند. بنابراین توپولوژی این شبکه به علت حرکت گره‌ها نیز بصورت پویا می‌باشد.
- شبکه قابلیت خود سازماندهی دارد و هیچ کنترل مرکزی ثابتی برای پشتیبانی پیکربندی شبکه و یا بازپیکربندی آن وجود ندارد به معنی دیگر کنترل شبکه بین گره‌های بی‌سیم توزیع شده است.
- به علت سیار بودن گره‌ها، همبندی شبکه دائماً در حال تغییر می‌باشد.
- در هر لحظه گره‌هایی به شبکه می‌توانند اضافه یا از آن حذف شوند یا خود را به حالت خاموش درآورند.
- به دلیل وجود گره‌های سیار، امکان کشف مسیر برای ارسال اطلاعات تنها با وجود قراردادهای مسیریابی ویژه این نوع از شبکه‌ها امکان‌پذیر است. این نوع شبکه‌ها از نوع سیستم‌های چند پرشی محسوب می‌شوند، بدین معنی که برای ارسال یک بسته اطلاعاتی نیاز به مشارکت گره‌ها و دست به دست کردن آن بسته است.
- شبکه محلی بی‌سیم عموماً از کامپیوترهای سیار تشکیل شده است که از طریق سیگنال‌های رادیویی، داده مخابره می‌کنند. از ویژگی‌های مهم این نوع شبکه این است که هیچگونه توپولوژی خاصی بر آن حاکم نیست و موقعیت ایستگاه‌ها در خلال زمان تغییر می‌یابد. با توجه به آنکه برد هر یک از ایستگاه‌ها ثابت و محدود است فلذا برخی از ایستگاه‌ها در برد یکدیگر قرار دارند و همدیگر را می‌شنوند و به اصطلاح دیگر در همسایگی هم قرار می‌گیرند. درحالی‌که برخی دیگر قادر به مبادله مستقیم داده با یکدیگر نیستند.

۳- شبکه‌های نقلیه موردی

شبکه بی‌سیم موردی بین وسایل نقلیه یا شبکه نقلیه موردی، شبکه‌ای است که در آن وسایل نقلیه با استفاده از فن‌آوری بی‌سیم می‌توانند بطور خودکار شبکه‌ای موقت و موردی را ایجاد نمایند. در این شبکه، اطلاعات و داده‌های مختلف؛ در قالب پیام؛ می‌تواند بین وسایل نقلیه یا وسایل نقلیه با تجهیزات کنارجاده‌ای تبادل گردد. در این نوع شبکه، هر وسیله نقلیه هم به‌عنوان رابط داده‌ای؛ مسیریاب؛ و هم به‌عنوان یک ایستگاه داده با‌عنوان گره شبکه استفاده می‌شود. همبندی شبکه دائماً در حال تغییر است. علت این تغییر، سیار بودن گره‌ها یا همان وسایل نقلیه می‌باشد. علاوه بر این در هر لحظه امکان افزوده

شدن یک گره به شبکه یا خاموش شدن آن وجود دارد. در این نوع شبکه، مسیرها در سناریوی شهری همان خیابان‌ها و در خارج از شهر جاده‌ها می‌باشند. در سناریوی شهری جهت خیابان‌ها مسیر حرکت گره‌ها را مشخص می‌نمایند. کاربردهای زیادی برای شبکه‌نقلیه موردی تعریف گردیده است. ایجاد امنیت برای سرنشینان وسایل نقلیه، کاهش حوادث رانندگی، کمک و رسیدگی سریع به حادثه دیدگان، توزیع ترافیک، کاربردهای آماری و امکانات رفاهی و تفریحی از جمله کاربردهای هدف‌گذاری شده است. از نگاه دیگر این به معنی کاهش حوادث رانندگی و ریسک بیمه‌ای مربوطه می‌باشد. به‌عنوان مثال وسایل نقلیه می‌توانند مسیر انحرافی یا ترافیک بوجود آمده از حوادث رانندگی را به وسایل نقلیه همجوار یا ایستگاه پلیس یا مراکز دیگر اطلاع دهند تا موجبات افزایش امنیت سرنشینان و نیز کمک به حادثه‌دیدگان و جلوگیری از ترافیک و راهبندان گردند. مثالی دیگر برای کاربرد این نوع شبکه‌ها این است که برای ارتقای رفاه سرنشینان وسایل نقلیه می‌توانند توانایی ارتباط با اینترنت و دیگر شبکه‌ها را داشته باشند تا از اخبار، وضعیت ترافیک و گزارشات هواشناسی مطلع گردند. همچنین شبکه‌های نقلیه موردی امکانات سرگرمی از قبیل بازی‌ها و اشتراک فایل به وسیله اینترنت را برای وسایل نقلیه برخط فراهم می‌سازند. در نتیجه طراحان و سازندگان وسایل نقلیه فعالیت‌های گسترده‌ای را در مورد چگونگی به کارگیری شبکه‌های سیارموردی در تولیداتشان آغاز کرده‌اند. لذا اطلاعات و داده‌های مورد تبادل می‌تواند شامل وضعیت آب و هوایی، اعلام حوادث رانندگی، وضعیت ترافیکی، امکانات جاده‌ای، دسترسی به اینترنت، سرگرمی و هر داده یا اطلاعات دیگری باشد.

در این شبکه گره‌ها به‌صورت متحرک و خودسازمانده هستند و الگوی حرکتی گره‌های موجود در این شبکه کنترل شده نمی‌باشد. شبکه‌های نقلیه موردی یکی از برجسته‌ترین فن‌آوری‌هایی است که برای بهبود کارایی و اطمینان سیستم‌های حمل‌ونقل امروزی مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرد. اصولاً این فن‌آوری در دو سطح توصیف می‌گردد: از دید کلان و از دید خرد [۱۵]. وقتی به جنبه کلان نگاه می‌کنیم نه تنها به توپولوژی جاده‌ها نظر داریم بلکه به مسیرهای حرکت وسایل نقلیه، توان افزایش مسیرها یا حتی به عوامل مهم فرعی دیگر نیز که همگی در الگوی حرکتی وسایل نقلیه در توپولوژی جاده‌ها تاثیر دارد توجه می‌نماییم. جنبه خرد نیز به مسایلی نظیر عوامل انسانی در داخل وسایل نقلیه، عوامل تاثیرگذار وسایل نقلیه دیگر، تغییر مسیر، مدیریت تقاطع‌ها و مواردی از این قبیل توجه می‌نماید. عمده هدف از فعالیت‌ها و تحقیقات انجام شده در این فن‌آوری در مسئله حمل‌ونقل، ارتقای امنیت جاده‌ای، افزایش کارایی و کیفیت حمل‌ونقل و همچنین کاهش اثرات حمل‌ونقل بر محیط می‌باشد. به‌عنوان مثال کاهش تعداد تصادفات به نوبه خود می‌تواند میزان تراکم ترافیکی ناشی از حوادث جاده‌ای را کاهش دهد. کاهش تراکم و ترافیک وسایل نقلیه نیز می‌تواند به کاهش اثرات محیطی ناشی از حمل‌ونقل کمک نماید [۱۵].

در یک شبکه نقلیه موردی علاوه بر اینکه هر گره می‌تواند مبدا یا مقصد پیام باشد همچنین می‌تواند حامل پیام و به‌عنوان ابزاری برای انتقال پیام استفاده گردد. البته در طرح‌های مختلف علاوه بر وسیله نقلیه، اشیا و موجودات متحرک نیز به‌عنوان ابزاری جهت انتقال اطلاعات از حسگرها یا گره‌ای در شبکه به مقصدی دیگر از شبکه مطرح گردیده‌اند. در شبکه‌های نقلیه موردی سه نوع ارتباط تعریف گردیده است [۱۰].

- ارتباط بین وسایل نقلیه^۱ یا V۲V
- ارتباط یک وسیله نقلیه با تجهیزات کنار جاده‌ای ثابت یا APها و بالعکس^۲ که عبارت است از V۲I
- ارتباط بین تجهیزات کنار جاده‌ای و APها با همدیگر

زمانی وسایل نقلیه می‌توانند بصورت مستقیم داده‌ها را دریافت یا ارسال کنند که در حوزه ارتباطی نقاط دسترسی یا وسیله نقلیه دیگر قرار گیرند. محدودیت برد ارسال (بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر)، باعث گردیده تا روش‌های مسیریابی مختلفی برای انتقال پیام ارائه گردد. در شبکه‌هایی که اتصال آنها به انتها وجود نداشته باشد یا به اصطلاح دیگر مسیرها بصورت خلوت باشند حمل پیام یا همان مسیریابی تحمل‌پذیر نسبت به تاخیر تعریف می‌گردد [۱۶]. برای شبکه‌های نقلیه موردی دارای ارتباط آنها به انتها و یا تحمل‌پذیر نسبت به تأخیر کاربردهای بسیار زیادی تعریف شده است و شاید عمده آنها کمک به مدیریت شهری و غیر شهری است. این اطلاعات در قالب تقاضای درخواستی ارائه می‌شود. به دلیل محدودیت برد ارسال، زمانی وسایل نقلیه می‌توانند به صورت مستقیم داده‌ها را دریافت یا ارسال کنند که در حوزه ارتباطی نقاط دسترسی یا وسیله نقلیه دیگر قرار گیرند.

نوع و خصوصیات ویژه شبکه‌های نقلیه موردی بالاخص توپولوژی پویای آن باعث گردیده است مباحث و روش‌های مختلفی در مسئله مسیریابی انتقال اطلاعات برای این شبکه‌ها طرح و پیشنهاد گردد. در مدیریت شهری تجهیزات مختلفی با رویکرد استفاده‌های مختلف در نقاط مختلف شهر نصب می‌گردند. در شبکه‌های نقلیه موردی اگر از الگوی مبتنی بر ایستگاه‌های ثابت استفاده گردد هزینه نصب، پیاده‌سازی و نگهداری این تجهیزات بسیار زیاد است. مطالعات محل نصب، نحوه قرارگرفتن این نقاط دسترسی یا ایستگاه‌های ثابت، تعداد و نحوه ارتباط میان آنها در سناریوهای مختلف شهری یا جاده‌ای خود از مشکلات پیاده‌سازی الگوی مبتنی بر ایستگاه‌های ثابت برای شبکه‌های نقلیه موردی است. این موضوع هنگامی عمق پیدا می‌کند که برای مسیریابی بخواهیم به اطلاعات مختلفی از مسیرها در شبکه دسترسی داشته باشیم. پروتکل‌های انتشار داده بیشتر در زمینه انتشار داده‌های مربوط به ترافیک، موانع و خطرهای موجود در جاده‌ها ارائه شده‌اند. روش‌های متعارفی که برای گزارش حوادث یا وضعیت ترافیک وجود دارد از زیرساخت‌هایی مانند حسگرهای ترافیک کنار جاده و یا ارتباطات بی‌سیم سلولی میان وسایل نقلیه و مرکز نظارت استفاده می‌کنند. مشکل عمده این‌گونه طرح‌ها هزینه توسعه آنها است. علاوه بر این، شبکه‌های مبتنی بر زیرساخت، به علت طبیعت متمرکز مقیاس پذیر نیستند. بنابراین شبکه‌های نقلیه موردی جایگزینی برای شبکه‌های نقلیه مبتنی بر زیرساخت هستند و نیازی به سرمایه‌گذاری در زمینه زیرساخت شبکه‌های بی‌سیم نیست.

مهمترین موضوع در این شبکه‌ها جهت کاربردی سازی آن بحث بر روی مدیریت انتقال پیام‌های ارسالی از وسایل نقلیه بوده است. هدف از پژوهش‌ها، انتقال پیام در کمترین زمان ممکن و نزدیک شدن به نرخ دریافت ایده‌آل می‌باشد. در این صورت است که می‌توان به فن‌آوری قابل اتکایی رسید. نتایج به دست آمده از پژوهش‌ها از نتایج بسیار قابل قبول حکایت دارد. بدین جهت تحقیقات در این حوزه فزونی گرفته و پروتکل‌های مربوطه تدوین گردیده است شرکت‌های خودروسازی و نهادهای حاکمیتی در کشورهای مختلف، سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه‌ای را بر روی این فن‌آوری انجام داده‌اند.

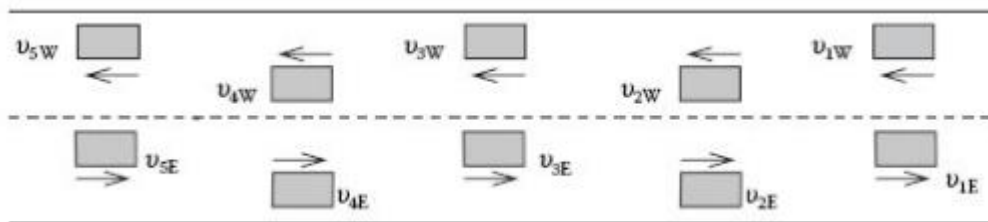
۴- انتشار و انتقال اطلاعات در شبکه‌های نقلیه موردی

چگونگی مبادله اطلاعات ترافیکی بین وسایل نقلیه در شبکه‌های نقلیه موردی مقیاس پذیر بسیار جذاب ولی در عین حال دارای مسائل چالش برانگیز بسیاری است. راه حل مسائل می‌تواند در دو راه‌کار اصلی زیر، گروه‌بندی شود.

- روش مبتنی بر ارسال سیل آسا^۱
- روش مبتنی بر انتشار

در روش مبتنی بر ارسال سیل آسا، هر وسیله نقلیه بصورت متناوب اطلاعات مربوط به خود را پخش می‌کند. هرگاه وسیله نقلیه پیام پخش شده را دریافت کند، آن را ذخیره کرده و دوباره بازپخش می‌کند. این راه‌کار به علت حجم بالای پیام‌های ارسال شده در شبکه، به ویژه شبکه‌هایی که تراکم ترافیک بالایی دارند مقیاس پذیر نمی‌باشد. برخی از کاربردهای ایمنی جاده‌ها که نیاز به برقراری ارتباط با گروهی از وسایل نقلیه دارند از پروتکل‌های تک پخش نمی‌توانند استفاده کنند. به این دلیل که این نوع پروتکل‌ها ارتباطات دو به دو را پشتیبانی می‌کنند. کاربردهای ایمنی، نیاز به انتشار اطلاعات بصورت سریع و قابل اطمینان به تعدادی از گره‌ها دارند. زمانی که دانشی از گره‌های مجاور در دسترس نباشند، ارسال سیل آسا متداولترین روش برای پخش اطلاعات است. این روش در شبکه‌هایی که تراکم گره‌ها بالا است روشی ناکارآمد محسوب می‌شود. هدف اغلب روش‌های انتشار اطلاعات مبتنی بر روش ارسال سیل آسا در شبکه‌های نقلیه موردی بدست آوردن نرخ تحویل بالای پیام است.

در روش مبتنی بر انتشار، تعداد پیامی که بصورت همه پخش ارسال می‌شوند محدود بوده و در شبکه به صورت سیل آسا ارسال نمی‌شوند. روش مبتنی بر انتشار، اطلاعات را در همه جهات بین وسایل نقلیه ارسال می‌کند و یا با محدود کردن جهت انتشار اطلاعات می‌تواند اطلاعات را به وسایل نقلیه در جلو یا عقب خود ارسال نماید [۹]. نتایج نشان می‌دهد که انتشار با استفاده از وسایل نقلیه در جهت مخالف افزایش قابل توجهی در کارایی انتشار داده دارد.



شکل (۲) - حرکت وسایل نقلیه در جاده دوطرفه مستقیم

وسایل نقلیه‌ای که در بخش پائین جاده قرار دارند به سمت شرق و وسایل نقلیه‌ای که در بخش بالای جاده قرار دارند به سمت غرب در حال حرکت هستند. SE و SW به ترتیب نشان‌دهنده میانگین سرعت حرکت در جهت شرق و غرب می‌باشد. محدوده همه انتقال‌ها در محدوده ارتباطی R انجام می‌گیرد. در این روش فرض بر این است که هر وسیله نقلیه از اطلاعات مسیر پیش‌روی خود آگاهی دارد و هر B ثانیه بسته‌های داده را پخش می‌کند. در این روش دو نوع داده پخش شده وجود دارد.

۱. داده تولید شده

۲. داده بازپخش شده

محتوی داده تولید شده شامل اطلاعات وسیله نقلیه از قبیل شناسه، سرعت و مکان آن می باشد. در هر دوره تناوب ارسال این اطلاعات بروزرسانی می شوند. محتوی داده بازپخش شده شامل اطلاعات مربوط به وسیله نقلیه جلویی است که در هر دوره تناوب از ارسال، به عقب منتشر می شود تا وسایل نقلیه از موقعیت وسایل نقلیه جلوتر از خود آگاهی پیدا کنند. در حالت کلی سه مدل انتشار مطرح شده است که به صورت زیر می باشد:

۱. انتشار در جهت موافق

۲. انتشار در جهت مخالف

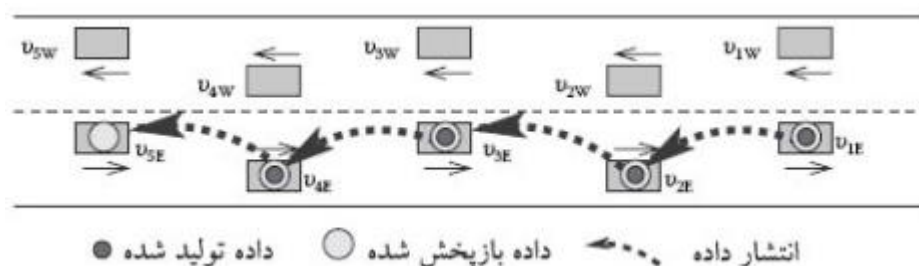
۳. انتشار در هر دو جهت

در مدل انتشار در جهت موافق، هر وسیله نقلیه به طور متناوب داده تولید شده و بازپخش شده را در یک بسته داده بصورت همه پخشی فقط به وسایل نقلیه ای که جهت یکسانی دارند ارسال می کند. هنگامی که گره V_1 بسته را به صورت همه پخشی ارسال کند گره V_2 زمانی می تواند بعد از گره V_1 بسته را ارسال کند که تابع تمام موارد زیر باشد:

۱. V_2 در محدوده ارسال V_1 قرار داشته باشد.

۲. V_1 و V_2 در جهت یکسان حرکت کنند. به عنوان مثال هر دو در جهت شرق حرکت کنند.

۳. V_1 جلوتر از V_2 قرار داشته باشد. یعنی وقتی که V_1 و V_2 در جهت شرق حرکت می کنند V_1 در شرق V_2 قرار دارد.



شکل (۳) - چگونگی پخش اطلاعات از V_{IE} به V_{SE} در جهت موافق

شکل ۳؛ چگونگی پخش اطلاعات از V_{IE} به V_{SE} که در جهت یکسان در حال حرکت هستند را نشان می دهد. با توجه به شکل وسایل نقلیه متحرک در جهت مخالف هیچ دخالتی در انتشار داده ندارند. مدل ها و پروتکل های مختلفی در مسیریابی داده ارسالی تحقیق و ارایه گردیده است. که در بخش بعدی به اجمال به این موضوع می پردازیم.

۵- پروتکل های مسیریابی و انتقال پیام

برای انتقال پیام از یک وسیله نقلیه به وسیله نقلیه دیگر یا تجهیزات کنار جاده ای می بایست زبان مشترکی استفاده گردد. به این زبان مشترک پروتکل انتقال پیام گفته می شود. پروتکل های مسیریابی نیز حاوی الگوریتم و روش مسیریابی پیام جهت رسیدن به مقصد می باشد. پروتکل های مسیریابی که جزئی از فن آوری های شبکه بشمار می روند دارای الگوریتم های پیچیده بر پایه مهندسی نرم افزار، سخت افزار، شبکه، هوش مصنوعی، سیستم های خبره^۱ و علوم و مهندسی های دیگر می باشند.

شبکه‌های بزرگ توپولوژی پیچیده دارند، و به سرعت تغییر می‌کنند. در این بخش صرفاً معرفی و مروری بر پروتکل‌های شناخته‌شده فن‌آوری شبکه نقلیه موردی داریم. پروتکل‌های مختلف و متنوعی بر روی فن‌آوری شبکه‌های نقلیه موردی در حال پژوهش و ارایه می‌باشد. به‌طور کلی در فن‌آوری شبکه‌های نقلیه موردی این پروتکل‌ها به ۵ قسمت تقسیم می‌شوند.

- پروتکل مسیریابی مبتنی بر توپولوژی^۱ مانند: HARP, DSR, GSR, FSR, STAR, OLSR, DSDV
- پروتکل مسیریابی مبتنی بر موقعیت^۲ مانند: SADV, NSR, VADD, CAR, GyTar, GPSR
- پروتکل خوشه‌ای مانند: LORA-CBF, GBDRP, COIN
- پروتکل مسیریابی Geocast مانند: DG-CASTOR, DRG, IVG
- پروتکل مسیریابی broadcast مانند: Epidemic, SRB, DV-CAST, BROADCAST

این حجم تحقیق بر روی پروتکل‌های مختلف و ارایه آنها نشان از اهمیت این فن‌آوری دارد. مسیریابی جهت انتقال پیام به مقصد یکی از اجزای مهم فن‌آوری شبکه نقلیه موردی است. در بین انواع این روش‌ها، پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر موقعیت این مزیت را دارند که تاخیر در تحویل^۳ را نیز می‌توانند پشتیبانی نمایند. در شبیه‌سازی برای تبادل پیام و مسیریابی در این مقاله از چهار پروتکل؛ GSR, GyTar, NSR, Epidemic؛ استفاده شده است تا تحقیق از جامعیت خوبی برخوردار گردد و بتوانیم نشان دهیم این فن‌آوری تا چه اندازه می‌تواند در کاهش حوادث رانندگی و رسیدگی سریعتر به این حوادث موثر باشد.

۶- حدود و فرضیات مسئله و شبیه‌سازی

شبیه‌سازی در بسیاری زمینه‌ها از جمله مدل‌سازی سامانه‌های طبیعی و انسانی، کسب شناخت از محیط فعالیت به کار می‌رود. از شبیه‌سازی می‌توان برای نشان‌دادن تأثیرات و نتایج نهایی با کمترین هزینه و ایجاد یک شرایط واقعی نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری استفاده نمود. هدف از شبیه‌سازی موضوع این مقاله، بررسی نقش فن‌آوری شبکه نقلیه موردی در کاهش حوادث رانندگی است. رسیدن به دو هدف در مسئله طرح شده بسیار مهم است. یکی از آنها استفاده از این فن‌آوری و بهینه‌سازی الگوریتم‌های موجود جهت رسیدن به نرخ بالای دریافت پیام می‌باشد به‌گونه‌ای که ما بطور نسبی مطمئن باشیم پیام‌های مورد نیاز و تعریف شده توسط این فن‌آوری توسط وسایل نقلیه مقصد یا تجهیزات و ایستگاه‌های کنارجاده‌ای دریافت خواهند گردید. دومین موضوع دریافت پیام ارسالی در کمترین زمان مناسب می‌باشد.

در صورتی که پیام دریافتی حاوی اعلام هشدار باشد. این پیام یا به ایستگاه کنار جاده‌ای مورد نظر می‌رسد که واکنش لازم از طرف آنها داده می‌شود یا توسط یک یا چند وسیله نقلیه مورد نظر دریافت می‌شود. پس از دریافت پیام، وسیله نقلیه می‌تواند بصورت هوشمند نسبت به پیام دریافتی واکنش دهد. واکنش‌ها به‌عنوان نمونه می‌تواند محدود کردن سرعت، روشن کردن چراغ‌ها، روشن کردن چراغ‌های هشداردهنده و دیگر موارد تعریف شده در سیستم جامع این فن‌آوری باشد. در شرایطی دیگر راننده وسیله نقلیه می‌بایست نسبت به اعلام‌های دریافتی واکنش مناسب اتخاذ نماید.

1. Topology Based Routing Protocol

2. Position Based Routing Protocol

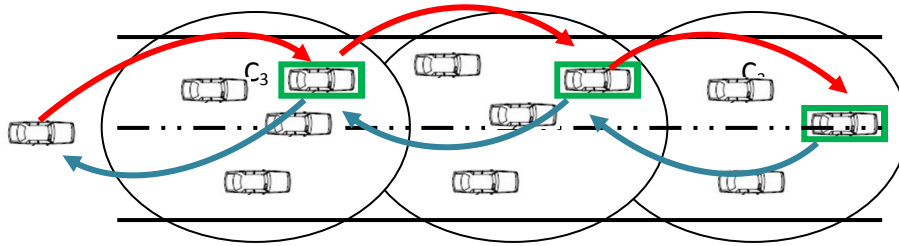
3. DTN: Delay Tolerant Network

در سیستم تعریف شده، تمام وسایل نقلیه در شبکه دارای شناسه منحصر به فردی می‌باشند که موقعیت هر کدام توسط سیستم موقعیت یاب جهانی^۱ قابل شناسایی است. علاوه بر وسایل نقلیه همه مسیرها و تقاطع‌ها دارای شناسه منحصر بفرد هستند. شبیه‌سازی انجام گرفته مستقل از نوع پیغام می‌باشد. مبدا و مقصد پیام بطور تصادفی انتخاب می‌گردند. مبدا پیغام می‌تواند وسیله نقلیه یا یک ایستگاه ثابت باشد. مقصد پیغام نیز می‌تواند یک وسیله نقلیه مشخص یا یک ایستگاه ثابت یا حتی چند وسیله نقلیه به همراه ایستگاه باشد. به‌عنوان مثال مقصد می‌تواند وسیله نقلیه پلیس یا وسیله نقلیه امدادی یا یک ایستگاه آتش نشانی در نظر گرفته شود. موقعیت وسیله نقلیه مبدا پیام و وسیله نقلیه مقصد پیام طبق نقشه و موقعیت یاب جهانی مشخص است و برای جامع بودن شبیه‌سازی هر دو متحرک در نظر گرفته شده‌اند. هر وسیله نقلیه به نقشه شهری به‌روز دسترسی داشته و در صورت لزوم از آن استفاده می‌نماید. روش‌های مورد بررسی مستقل از نحوه قرارگیری مسیرها و تقاطع‌ها می‌باشند. هر مسیر دارای وزن یکسان و در شبیه‌سازی دوطرفه در نظر گرفته شده است تا امکان استفاده از حمل-پیغام برای همه مسیرها یکسان باشد. استفاده از این فن‌آوری در سناریوی شهری بسیار پیچیده‌تر از سناریوی جاده‌ای است. در سناریوی جاده‌ای تقاطع‌ها و مسیرها تا یک نقطه جغرافیایی مشخص بسیار محدود می‌باشد. ولی در سناریوی شهری تقاطع‌ها و مسیرهای متنوع و متفاوتی وجود دارد. بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد تقاطع‌ها در سناریوی شهری نقش مهم و کلیدی در انتخاب مسیر دارند. در اغلب روش‌های حریم‌ناهی، تصمیم‌گیری برای انتخاب مسیر جهت ارسال بسته‌ها در تقاطع‌ها بر اساس اطلاعات محلی است. هر اندازه اطلاعات محلی به‌دست آمده نزدیکتر به وضعیت واقعی شبکه باشند مسلم است انتخاب بهتری خواهیم داشت.

مهمترین ویژگی روش‌های جدید استفاده از خصوصیت ایستای شبکه‌های نقلیه موردی است بدین معنی که از هیچ ساختار ثابت یا تجهیزاتی به غیر از خود گره‌ها برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده نمی‌گردد. برای این منظور روش‌های جدید، معمولاً قطعه مسیر موجود مابین دو تقاطع را به چندین بخش ثابت تقسیم می‌کنند که در اصطلاح این بخش‌ها را سلول می‌گوئیم. وسعت هر سلول برابر با محدوده برد رادیویی وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود و در هر قطعه مسیر نحوه توزیع، تراکم وسایل نقلیه، وجود ایستگاه‌های امدادی و اطلاعات دیگر قطعه مسیرها سلول به سلول جمع‌آوری و با تبادل بین آنها به درخواست کننده اطلاعات یا مقصد پیام می‌رسد. ایده تقسیم‌بندی قطعه مسیر به سلول‌ها باعث می‌گردد هم اطلاعات دقیق‌تری از قطعه مسیر بدست آید و هم نیاز به ایستگاه‌های ثابت منتفی شود. با استفاده از فاکتورهای بدست آمده از این اطلاعات محلی، امتیاز هر قطعه مسیر بدست آمده و قطعه مسیری که دارای امتیاز بیشتری باشد انتخاب می‌گردد تا پیام از آن قطعه مسیر ارسال و بدین ترتیب مسیر بهینه برگزیده می‌شود. هر سلول دارای یک شماره مشخصه یکتا در آن قطعه مسیر است. انتخاب کننده مسیر پیام، درخواست اطلاعات^۲ را به یکی از گره‌های موجود در سلول اول ارسال می‌کند (تحویل مستقیم). پس از آن گره دریافت کننده پیام آن‌را به دورترین گره در سلول بعدی تحویل می‌دهد و این کار ادامه می‌یابد تا پیام به گرهی در آخرین سلول آن قطعه مسیر برسد. این گره‌ها که پیام درخواست اطلاعات به آنها می‌رسند به‌عنوان نماینده آن سلول عمل می‌کنند. و بدین ترتیب پیام در طول مسیر تا مقصد مسیریابی می‌گردد. روش‌های مختلفی برای انتخاب نماینده یک سلول وجود دارد که یکی از آنها Geographical Forwarding می‌باشد. شکل ۴ شمایی از نحوه تبادل پیغام میان سلول‌ها را نمایش می‌دهد.

1. GPS : Global Position System

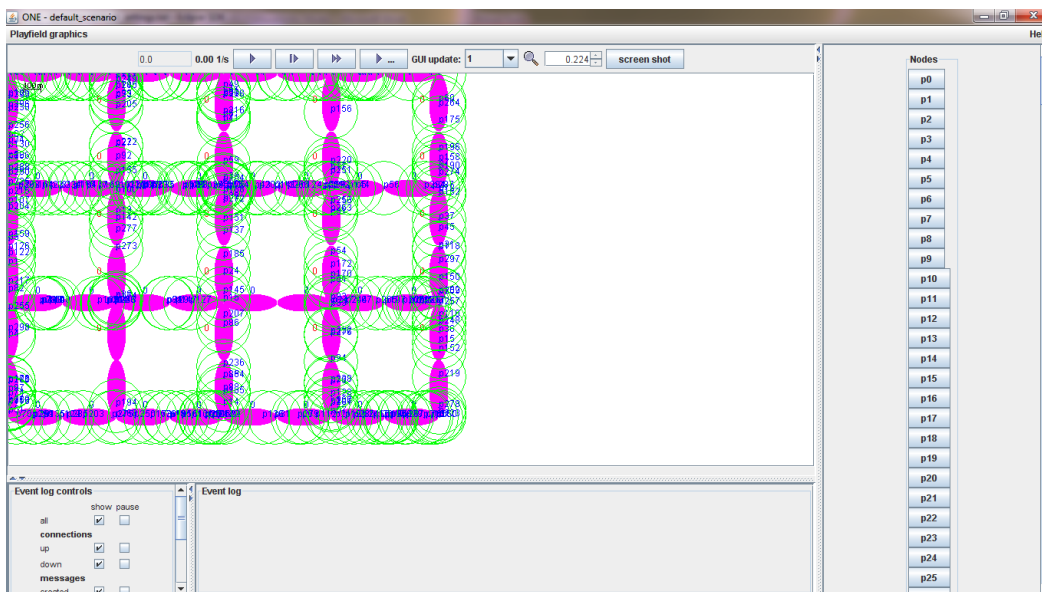
2. Request Message



شکل (۴) - نحوه انتخاب نماینده هر سلول و تبادل اطلاعات درخواستی

۷- شبیه سازی

شبیه سازی و ارزیابی نتایج برای روش پیشنهادی و مقایسه آن بر روی دو معیار انجام شده است یکی از آنها نرخ تحویل داده^۱ و دیگری تاخیر در تحویل^۲ می باشد. همه این پارامترها در دو حالت ترافیک زیاد و ترافیک کم ارزیابی گردیده اند. برای اطمینان از نتایج به دست آمده، هر سناریو هفت بار تکرار شده و میانگین نتایج، محاسبه و معیار سنجش قرار گرفته است. شبیه سازی به وسیله محیط شبکه بندی فرصت طلبانه^۳ (ONE) انجام گردیده است. هسته این شبیه ساز موتوری است که به صورت گسسته-رخداد عمل می کند. این شبیه ساز وابسته به زبان جاوا است. انواع مدل های حرکتی گره ها، برقراری ارتباط مستقیم بین آنها، مسیریابی و بررسی پیام ها از خصوصیات این شبیه ساز می باشد. در هر مرحله از شبیه سازی موتور شبیه ساز می تواند بروز رسانی گردد. این شبیه ساز بصورت پیمانه ای طراحی شده است و امکان توسعه و ورود توابع مختلف دیگر فراهم است. شکل ۵ محیط گرافیکی این شبیه ساز را نمایش می دهد. سناریوهای مختلف شبیه سازی بر روی ۲ نقشه که یکی به ابعاد ۲۵۰۰×۲۰۰۰ متر مربع و یکی دیگر به متر اژ ۶۰۰۰×۶۰۰۰ اجرا شده است. نحوه توزیع گره ها یا همان وسایل نقلیه بر روی نقشه به صورت تصادفی می باشد. همچنین وسایل نقلیه مبدا و مقصد به صورت تصادفی انتخاب می شوند.



شکل (۵) - شمایی از محیط گرافیکی شبیه ساز ONE

1. Delivery Ratio
2. End To End Delay
3. Opportunistic Networking Environment

وسایل نقلیه مبدا و مقصد در حال حرکت در نظر گرفته شده‌اند و برای اطمینان از نتایج بدست آمده هر سناریو هفت بار تکرار شده است و میانگین نتایج، محاسبه و معیار ارزیابی قرار گرفته است. در مقایسه نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود مقدار تغییرات در هر هفت بار نسبت به همدیگر از دامنه تغییرات محدودی برخوردار می‌باشد و این اطمینان از نتایج را بیشتر می‌نماید. به‌روزرسانی محیط شبیه‌سازی از هر یک دهم در واحد زمان شبیه‌سازی، اتفاق می‌افتد. به معنی دیگر از هر یک دهم در واحد زمان شبیه‌سازی، عملیات متوقف و کلیه عوامل شبکه به‌روزرسانی و شبیه‌سازی دوباره از سر گرفته می‌شود.

جدول (۲) - مشخصات پارامترهای شبیه‌سازی حالت و نقشه اول

۲۵۰۰×۲۰۰۰ مترمربع	مساحت محیط عملیاتی
۱۶	تعداد تقاطع
۲۶	تعداد قطعه مسیر
۱۰۰-۳۰۰	تعداد وسایل نقلیه
کیلومتر در ساعت ۳۰-۵۰	میانگین سرعت وسایل نقلیه
۲۵۰ متر	محدوده ارسال بسته
۱۲۸ بایت	اندازه بسته داده
۰۱-۰۱ ثانیه	نرخ ارسال داده
۲۰۰ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
معین و بصورت تصادفی	مبدا و مقصد پیام

پارامترهای شبیه‌سازی برای ۲ حالت و نقشه متفاوت تنظیم گردیدند یکی برای نقشه‌ای به مساحت ۲۵۰۰×۲۰۰۰ متر مربع دارای ۱۶ تقاطع و ۲۶ قطعه مسیر که در جدول ۲ پارامترهای مربوطه به نقشه اول ارائه شده است. در جدول ۳ نیز مشخصات نقشه دوم و پارامترهای شبیه‌سازی مربوطه در این حالت نمایش داده شده است. این نقشه از نظر مساحت ۷,۲ برابر نقشه اول است. تعداد وسیله‌نقلیه در نقشه دوم با توجه به مساحت آن مقداری افزایش پیدا نموده و تعداد تقاطع‌ها نیز از ۱۶ تقاطع در نقشه اول به ۳۸ تقاطع تغییر یافته است.

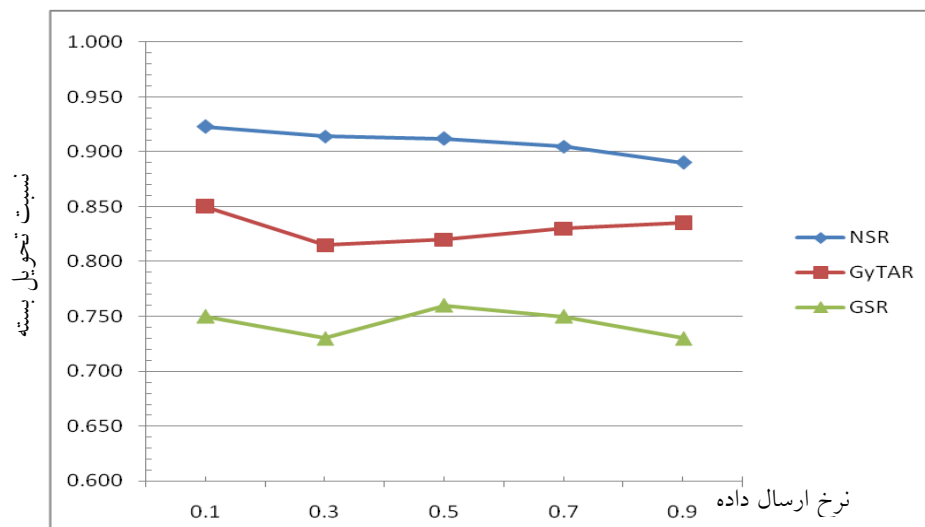
جدول (۳) - مشخصات پارامترهای شبیه‌سازی حالت و نقشه دوم

۶۰۰۰×۶۰۰۰	مساحت محیط عملیاتی
۳۸	تعداد تقاطع
۱۰۰۰-۱۰۰	تعداد وسایل نقلیه
کیلومتر در ساعت ۳۰-۵۰	میانگین سرعت وسایل نقلیه
۲۵۰ متر	محدوده ارسال بسته
۱۲۸ بایت	اندازه بسته داده
۰۱-۰۱ ثانیه	نرخ ارسال داده
۲۰۰ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
معین و بصورت تصادفی	مبدا و مقصد پیام

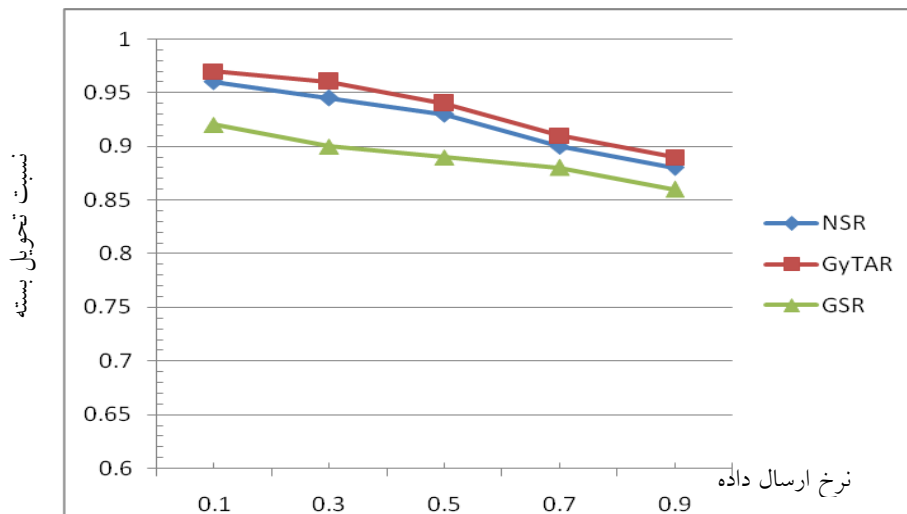
معیارهایی که برای تعیین کارایی و مقایسه مورد استفاده قرار گرفته‌اند عبارتند از:

- ۱- میانگین نسبت تحویل بسته: این معیار بر اساس تعداد بسته‌های داده‌ای که با موفقیت به گره مقصد رسیده‌اند به نسبت تعداد بسته‌های ارسال شده از مبدا تعریف می‌شود.
- ۲- میانگین تاخیر در تحویل بسته: این معیار بر اساس میانگین تاخیر رخ داده در ارسال همه بسته‌های تحویل داده شده تعریف می‌گردد.

برای شبیه‌سازی، ابتدا نقشه اول را با ۳۰۰ وسیله نقلیه در نظر گرفتیم. جدول ۲ پارامترهای شبیه‌سازی را برای این حالت نشان می‌دهد. هدف از این شبیه‌سازی ارسال پیام به یک وسیله نقلیه یا ایستگاه مشخص در حوزه جغرافیایی تعریف شده می‌باشد. به عنوان مثال حادثه‌ای روی داده است و ما در شرایط تعریف شده در جدول ۲ نیاز به ارسال پیام به یک ایستگاه معین در حوزه جغرافیایی مشخص را داریم. در صورتی که این ایستگاه در حوزه برد وسیله نقلیه مبدا پیام باشد احتمال رسیدن پیام صد در صد است. ولی در صورتی که آن مقصد در یک جغرافیای ۵ کیلومتری باشد و بصورت تصادفی انتخاب گردد طبق نمودار ۱ احتمال رسیدن پیام با پروتکل NSR حدود ۹۰ درصد و بالاتر است. برای این حالت و نقشه، مقادیر معیار اول ارزیابی که نسبت تحویل بسته می‌باشد با نرخ ارسال‌های مختلف بسته داده بدست آمده است. که این نرخ ارسال‌ها در بازه ۰٫۱ تا ۱ ثانیه برای ارسال یک بسته متغیر است. در نمودار ۱ میانگین نسبت تحویل بسته با سه پروتکل شبیه‌سازی شده برابر نقشه اول نشان داده شده است. نمودار یک نشان می‌دهد نسبت مستقیمی بین تعداد پیام و نسبت تحویل وجود دارد. با توجه به اینکه فاکتور میزان تراکم در امتیاز هر قطعه مسیر تاثیر دارد مسلماً پروتکل‌ها جهت انتقال پیام به آن قطعه مسیری تمایل دارند که تراکم بیشتری دارد و این به معنی ترافیک داده‌ای بیشتر در آن قطعه مسیر است. با افزایش ترافیک داده‌ای در پروتکل‌ها باید شاهد افت نسبت تحویل باشیم و این طبیعی است زیرا دو وسیله نقلیه در بازه زمانی کوتاهی همدیگر را ملاقات و ارتباط برقرار می‌شود. آنچه در نمودار ۱ نیز مشخص است با افزایش یا کاهش نرخ ارسال داده نسبت تحویل مقداری کمتر یا بیشتر گردیده است.



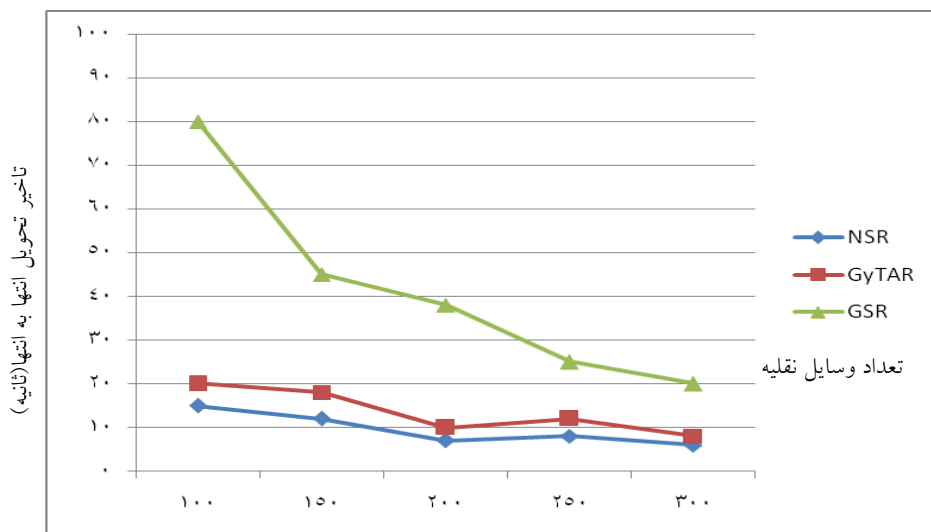
نمودار (۱)- میانگین نسبت تحویل بسته در مقابل نرخ ارسال داده- نقشه اول



نمودار (۲) - میانگین نسبت تحویل بسته در مقابل نرخ ارسال داده - نقشه دوم

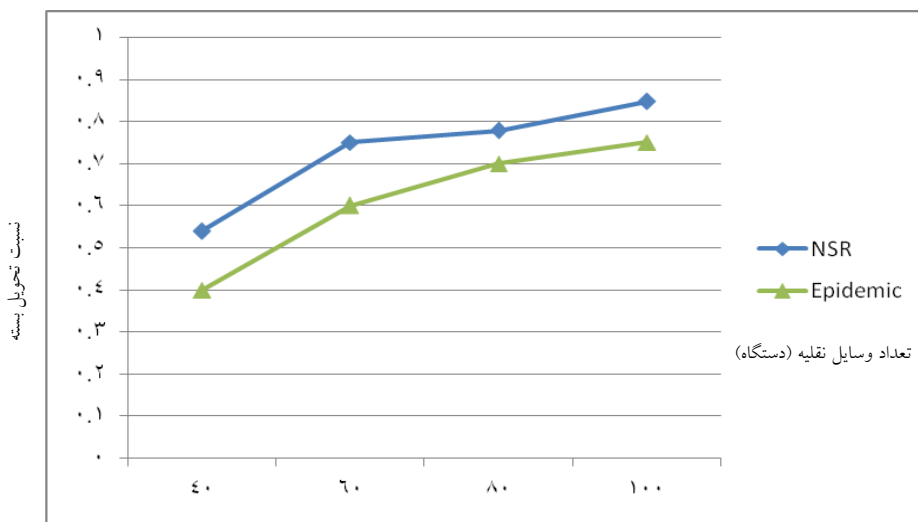
نمودار ۲ در نقشه دوم، میانگین نسبت تحویل بسته را در مقایسه با پروتکل دیگر نشان می‌دهد. در نقشه دوم با توجه به افزایش ۷,۲ برابری مساحت نقشه، تعداد وسیله نقلیه ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است یعنی وسایل نقلیه نسبت به حالت و نقشه اول حدود ۳,۳ افزایش یافته است به عبارت دیگر از تراکم وسایل نقلیه نسبت به حالت اول کاسته شده است. تاثیر مستقیم نرخ ارسال داده در نسبت تحویل بسته در این نمودار کاملاً مشخص است. بیشترین مقدار در ۰,۱ ثانیه است که در هر ۰,۱ ثانیه یک بسته ارسال داریم. و رفته رفته با افزایش فاصله ارسال بسته‌ها نرخ تحویل نیز کمتر می‌گردد. در شبیه‌سازی دیگر تاثیر تراکم وسایل نقلیه و یا به معنی دیگر تعداد توزیع وسایل نقلیه در سطح نقشه در مقابل معیارهای نرخ تحویل و تاخیر تحویل انتها به انتها را بررسی نموده‌ایم. تاثیر ترافیک شبکه یا به معنی بهتر تراکم و توزیع گره‌ها در نقشه با توجه به اینکه وسایل نقلیه در سطح نقشه به صورت تصادفی توزیع می‌گردند ممکن است در قسمتی از آن زیاد و در قسمتی کم باشد. پس از توزیع تصادفی گره‌ها بر روی نقشه، گره‌ها بصورت تصادفی می‌توانند سرعتی بین ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر در ساعت را داشته باشند. یکی از مزیت‌های پروتکل‌های جدید این است که قابلیت پاسخگویی در شرایط ترافیکی مختلف را دارا می‌باشند.

نمودار ۳ در نقشه اول، میانگین تاخیر تحویل انتها به انتها را در برابر تعداد وسایل نقلیه نمایش می‌دهد. در این نمودار نتایج حاصل از شبیه‌سازی سه پروتکل، ترسیم و مقایسه گردیده‌اند. در نمودار ۳ به وضوح نشان داده شده است هر اندازه به تعداد وسایل نقلیه افزوده می‌گردد نرخ تاخیر انتها به انتها کمتر می‌گردد.

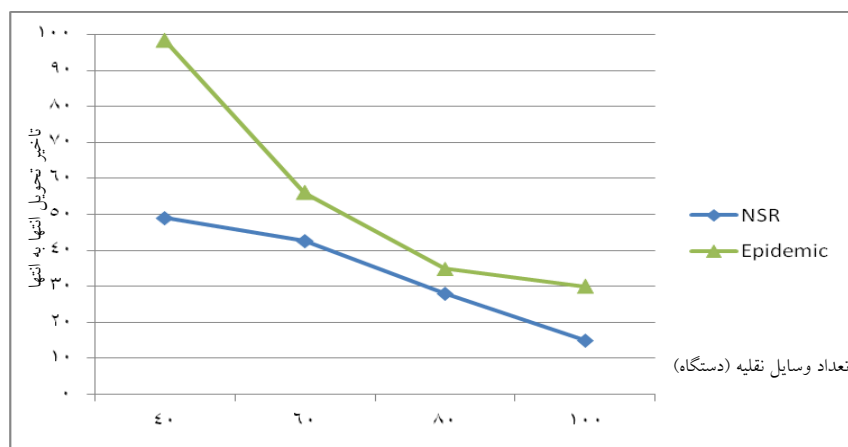


نمودار (۳) - میانگین تاخیر تحویل انتها به انتها - حالت و نقشه اول

مسلماً هر اندازه ارتباط انتها به انتها تقویت گردد شاهد افزایش نسبت تحویل و کاهش تاخیر انتها به انتها خواهیم بود و نتایج در نمودار ۳ نیز گویای این مطلب است.



نمودار (۴) - میانگین نسبت تحویل بسته - حالت و نقشه اول



نمودار (۵) - میانگین تاخیر انتها به انتها - حالت و نقشه دوم

برای نقشه اول در بازه ۴۰ الی ۱۰۰ دستگاه در مقیاس کل نقشه تعداد وسایل نقلیه را کاهش دادیم و برای دو پروتکل NSR و Epidemic نتایج در نمودار ۴ نمایش داده شده است. در این نمودار می‌توان نتایج میانگین تاخیر تحویل انتها به انتها را مشاهده نمود. این نمودار نشان می‌دهد هر اندازه تعداد وسیله نقلیه افزایش یابد نرخ تحویل انتها به انتها نیز افزایش خواهد یافت. برای ۴۰ وسیله نقلیه نسبت تحویل بسته به میزان ۵۳٪ می‌باشد درحالی‌که برای ۱۰۰ وسیله نقلیه این نسبت به ۸۵٪ می‌رسد. نمودار ۵ نیز برای همین تعداد دستگاه، نسبت تحویل بسته را نمایش می‌دهد.

۸- نتیجه

همانگونه که بیان گردید کارشناسان عوامل کلی حوادث رانندگی را به سه بخش انسان، وسیله نقلیه و مسیر تقسیم می‌کنند. آگاهی رانندگان از وضعیت مسیر مانند ترافیک، وضعیت جوی و حوادث روی داده امکان انتخاب مسیر دیگر را فراهم می‌سازد و ناآگاهی از آنها احتمال بروز حوادث دیگر و بعدی را افزایش می‌دهد. با سیستم‌های فعلی یا دسترسی جامع و دقیق به این اطلاعات وجود ندارد یا امکان اطلاع رسانی مورد به مورد برای هر وسیله نقلیه مقدور نمی‌باشد. فن-آوری شبکه‌های نقلیه موردی می‌تواند این اطلاعات را به صورت دقیق و با سرعت بسیار بالا در اختیار وسایل نقلیه و ایستگاه‌های کنار جاده‌ای قرار دهد. عدم اطلاع رسانی به موقع به نیروهای امدادی و پلیس معمولاً منجر به راه‌بندان، ترافیک و حوادث سلسله‌ای و افزایش احتمال متوفیان یا بالا رفتن مصدومیت‌ها می‌گردد. این فن‌آوری اطلاعات دقیقی از محل حادثه را در اختیار نیروهای امدادی و پلیس و وسایل نقلیه در مسیر قرار می‌دهد.

در بخش قبلی به عنوان نمونه بر روی ۴ پروتکل تحقیق و بررسی شده است که قسمتی از نتایج آن ارایه گردید. مسلماً پروتکلی که بتواند در سناریوهای مختلف و شرایط ایجاد شده از این سناریوها پاسخگو باشد مسلماً امتیاز بیشتری نسبت به دیگر پروتکل‌های مشابه دارد. ولی فارغ از عدد و رقم به دست آمده در این تحقیق و پژوهش‌های انجام شده توسط محققین، به طور واضح نرخ بالای تحویل پیام و سرعت بسیار بالای انتقال آن از نتایج به دست آمده می‌باشد. پروتکل‌ها و روش‌های مختلفی در حال ارایه و تحقیق می‌باشد. نتایج پژوهش‌ها و شبیه‌سازی‌ها روی پروتکل‌های ترکیبی و هوشمند حکایت از ارتقای نرخ تحویل پیام و تسریع در تحویل آن‌ها در محیط‌ها و شرایط مختلف دارد. که این تحقیقات جهت رسیدن به الگوریتم‌های بهینه‌تر هم‌اکنون نیز ادامه دارد. در کنار این فن‌آوری دانشمندان و محققین بر روی وسایل نقلیه هوشمند و بدون راننده تحقیقات چشمگیری را انجام داده‌اند و این بررسی‌ها کماکان ادامه دارد. این تحقیقات گسترده حکایت از آینده‌ای متفاوت برای صنعت وسایل نقلیه، بیمه و حمل و نقل دارد. مسلماً بهره‌برداری از فن‌آوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی و فن‌آوری‌های روز دنیا در کنار آموزش رانندگان با هوشمندسازی وسایل نقلیه و مسیر، نقش بسیار موثری در کاهش حوادث رانندگی دارد. واضح است ضریب رشد و توسعه فن‌آوری‌ها بالاتر از رشد قوانین و مقررات است. معمولاً فن‌آوری‌ها با رشد و پیشرفت خود قوانین و مقررات را ملزم به تغییر می‌کنند. ولی اجرایی شدن این مقررات که ناشی از رشد فن‌آوری بوده است نیاز به عزم و همت مدیران و تصمیم‌گیرندگان جوامع دارد. استفاده از شبکه‌های نقلیه موردی در ترکیب با دیگر شبکه‌های ارتباطی و فن‌آوری‌های دیگر همراه با آموزش‌های موثر می‌تواند کارایی آن شبکه‌ها را بهبود بخشیده و نتایج موثری در کاهش حوادث رانندگی داشته باشد.

منابع

۱. نوبری، ه، ۱۳۹۱، مسیریابی در شبکه های نقلیه موردی براساس تخمین ترافیک بدون استفاده از زیرساخت در سناریوی شهری، دانشگاه آزاد شبستر
۲. احمدی، س.، ۱۳۸۹، تحمل پذیری تاخیر در شبکه های نقلیه موردی با حامل های پیام، دانشگاه آزاد واحد شبستر
3. <http://www.lmo.ir/index.aspx?siteid=1&pageid=2370> [Accessed 22 Oct. 2017].
4. Mutalik, P., Nagaraj, S., Vedavyas, J., Biradar, R.V. and Patil, V.G.C., 2016, December. A comparative study on AODV, DSR and DSDV routing protocols for Intelligent Transportation System (ITS) in metro cities for road traffic safety using VANET route traffic analysis (VRTA). In *Advances in Electronics, Communication and Computer Technology (ICAECCT)*, 2016 IEEE International Conference on (pp. 383-386). IEEE.
5. Tseng, Y.S., 2017. Urban VANET Routing Using Road Segment Traffic Information.
6. Feng, B., Kong, X., Yao, H., Li, J. and Peng, J., 2017. Study on routing protocol based on traffic density in VANET. *International Journal of High Performance Computing and Networking*, 10(6), pp.481-487.
7. Zhao, J., and Cao, G., "VADD: Vehicle-Assisted Data Delivery in Vehicular Ad Hoc Networks", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2008 .
8. Dalal, K. and Dahiya, P., 2017. State-of-the-Art in VANETs: The Core of Intelligent Transportation System. *IUP Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 10(1), p.27.
9. Winistpongphan, N .et al., "Broadcast Storm Mitigation Techniques in Vehicular Ad Hoc Wireless Networks", *IEEE Wireless Communication Magazine*, 2007
10. Tonguz, O., and Bai, F., Sarayder, C., "Vehicular networks", *Science Direct*, 2010
11. Liu, X., Li, Z., Yang, P. and Dong, Y., 2017. Information-centric mobile ad hoc networks and content routing: a survey. *Ad Hoc Networks*, 58, pp.255-268.
12. Jeribi, M., Senouci, S., and Ghamri-Doudane, Y., "Towards Efficient Routing in Vehicular Ad Hoc Networks", *IEEE Vehicular Technology Society*, 2009
13. Boukerche, A., Oliveira, H.A., Nakamura, E.F. and Loureiro, A.A., 2008. Vehicular ad hoc networks: A new challenge for localization-based systems. *Computer communications*, 31(12), pp.2838-2849.
14. Srivastava, A. and Chaurasia, B.P., 2017. Survey of Routing Protocol used in Vehicular Ad Hoc Networks.
15. Harri, J., Filali, F. and Bonnet, C., 2009. Mobility models for vehicular ad hoc networks: a survey and taxonomy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 11(4).
16. Anggoro, R., Muslim, R. and AA, M.H., 2017. Performance Evaluation for Non-DTN and DTN Geographic based Protocols for VANETS. *Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers*, 5(1), pp.47-52.
17. Rasheed, A., Gillani, S., Ajmal, S. and Qayyum, A., 2017. Vehicular Ad Hoc Network (VANET): A Survey, Challenges, and Applications. In *Vehicular Ad-Hoc Networks for Smart Cities* (pp. 39-51). Springer, Singapore.
18. Chen, Z., Kung, H., and Vlah, D., "Ad Hoc Realy Wireless Networks Over Moving Vehicles on Highways", in *Proc of ACM MoBIHOC*, 2001.
19. Maratha, B.P., Sheltami, T.R. and Shakshuki, E.M., 2017. Performance Evaluation of Topology based Routing Protocols in a VANET Highway Scenario. *International Journal of Distributed Systems and Technologies (IJDST)*, 8(1), pp.34-45.
20. Cooper, C., Franklin, D., Ros, M., Safaei, F. and Abolhasan, M., 2017. A comparative survey of VANET clustering techniques. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(1), pp.657-681.