

اسد الحق



دانشکده مهندسی برق و رباتیک  
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات سیستم

شبیه سازی پروتکل OLSR برای مسیریابی در شبکه های VANET (شبکه های موردی بین خودرویی)

نگارنده :

احمد غلیاف

استاد راهنما :

دکتر امیدرضا معروضی

بهمن ۱۳۹۶

شماره: ۱۵۳۲/۲۰۲۰  
تاریخ: ۹۲/۱۱/۷

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای احمد غلیاف با شماره

دانشجویی ۹۴۱۳۰۵۴ رشته مهندسی برق- مخابرات گرایش سیستم تحت عنوان: شبیه سازی پروتکل OLSR

برای مسیریابی در شبکه های VANET (شبکه های موردی بین خودرویی) که در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۷ با حضور

هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

|                       |                                          |       |                          |
|-----------------------|------------------------------------------|-------|--------------------------|
| قبول (با درجه: .....) | <input checked="" type="checkbox"/>      | مردود | <input type="checkbox"/> |
| نوع تحقیق:            | <input checked="" type="checkbox"/> نظری | عملی  | <input type="checkbox"/> |

| عضو هیأت داوران           | نام و نام خانوادگی | مرتبه علمی | امضاء         |
|---------------------------|--------------------|------------|---------------|
| ۱- استاد راهنمای اول      | ایسیرفا مرزف       | استادیار   | ایسیرفا مرزف  |
| ۲- استاد راهنمای دوم      | _____              |            |               |
| ۳- استاد مشاور            |                    |            |               |
| ۴- نماینده تحصیلات تکمیلی | عارف احمد          | استادیار   | عارف احمد     |
| ۵- استاد ممتحن اول        | محمدرفا جریان      | استادیار   | محمدرفا جریان |
| ۶- استاد ممتحن دوم        | صدور مرزف          | استادیار   | صدور مرزف     |

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۳ ماه برگزار شود).

تقدیم به او که آموخت مرا تا بیاموزم

استاد گرامی جناب آقای دکتر امیدرضا معروضی

تقدیم به آنان که وجودم جز هدیه وجودشان نیست

پدر و مادر عزیزم

تقدیم به همسر مهربانم

که مسیح وار با صبرش در تمامی لحظات رفیق راه بود

## تقدیر و تشکر:

«من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق»

منت خدای را عزّ و جلّ که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو می‌رود ممد حیات است و چون بر می‌آید مفرح ذات. پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکر واجب.

با سلام و صلوات بر پیامبر اعظم حضرت محمد مصطفی (ص) و ائمه معصومین (ع) و با سپاس و حمد بی‌همتای خداوند متعال که انسان را خلق کرد و به وسیله قلم، تعلیم نمود و به انسان آنچه را که نمی‌دانست آموخت. حال که به یاری و نصرت حضرت حق تعالی، این پایان‌نامه به اتمام رسیده است، بر خود واجب دانستم تا از تلاش صادقانه و خستگی‌ناپذیر استاد ارجمند، جناب آقای دکتر امیدرضا معروضی که به عنوان استاد راهنما در جهت هدایت و راهبری این پایان‌نامه متحمل زحمات زیاد شدند و با پیگیری‌های مسئولانه خویش موجب تکمیل این پایان‌نامه گردیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بدین وسیله به همه بزرگوارانی که با کمک‌های ارزشمند خویش در آماده‌سازی این پژوهش به بنده یاری رساندند، مراتب سپاس و تشکر صمیمانه خود را تقدیم می‌نمایم و از درگاه خداوند سبحان برای تمامی این عزیزان موفقیت و سلامتی خواستارم.

در نهایت مراتب تشکر صمیمانه خود را به اعضاء خانواده‌ام که در طول دوران تحصیل و در مدت تهیه پایان‌نامه مشکلات و سختی‌های گوناگونی را با آغوش باز پذیرا شدند و محیطی آرام را رقم زدند، ابراز می‌کنم. این قلم وام دار خیل این عزیزان بزرگوار است و از درگاه خداوند سبحان برای تمامی این عزیزان آرزوی موفقیت و سلامتی روزافزون خواستارم.

احمد غلیاف

# تعهد نامه

اینجانب **احمد غلیاف** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق مخابرات دانشکده مهندسی برق و رباتیک

دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه « شبیه سازی پروتکل OLSR برای مسیریابی در شبکه های

**VANET** (شبکه های موردی بین خودرویی)» تحت راهنمایی دکتر امیدرضا معروضی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا چینی جاهای آن ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ:

امضای دانشجو :

## مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

## چکیده:

یکی از کاربردهای رو به رشد شبکه های بیسیم، ارتباط رادیویی بین خودرویی (VANET) است. ارتباطات خودرویی از یک شبکه بی سیم تشکیل شده است که در آن خودروها به مبادله اطلاعات با یکدیگر درباره وضعیت جاری خود می پردازند. کاربرد حمل و نقل هوشمند جزء اصلی ترین کاربردهای شبکه های موردی خودرو هستند، که به عنوان یکی از اجزاء سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) به کار می روند بخاطر تحرک بالا و گستره زیاد حرکت گره های شبکه، مدیریت متمرکز آن ناممکن است و برای استقرار ارتباطات و حفظ کیفیت مسیرهای ارتباطی استفاده از یک الگوریتم توزیع شده، پویا و کارا برای مسیریابی ضروری خواهد بود. بنابراین، بحث مسیریابی در این نوع شبکه ها بحث پر چالش و مهمی محسوب می شود. که در این پایان نامه به بررسی پروتکل OLSR<sup>۳</sup> می پردازیم. پروتکل OLSR (بهینه سازی وضعیت لینک) یک پروتکل مسیریاب بهینه در این نوع شبکه ها است. و به کیفیت بهتر خدمات و عملکرد بهتر ارتباط بین خودرویی کمک می کند.

پروتکل مسیریابی OLSR بهینه شده پروتکل حالت لینک شبکه های آدهاک است. که این پروتکل ابتدا اندازه بسته های کنترل را کاهش می دهد و به جای تمام گره های شبکه فقط زیر مجموعه ای از گره ها را در میان همسایگانش مشخص می کند و از طریق این گره ها پیام ها را به کل گره ها منتقل می کنند. این مجموعه گره های انتخاب شده ، نقاط رله های چند نقطه (MPR) نامیده می شوند، که حجم ترافیک کنترل را به حداقل می رسانند.

---

<sup>۱</sup>Vehicular ad hoc network

<sup>۲</sup>intelligent transportation systems

<sup>۳</sup>Optimized Link State Routing

<sup>۴</sup>Multipoint relays

در این پروتکل هر گره با ارسال پیام Hello به گره های اطراف خود گره های همسایه خود را شناسایی کرده و از بین این گره ها یک سری از گره ها را با الگوریتمی خاص به عنوان گره MPR انتخاب می کند. و از طریق این گره ها پیام ها را به سایر همسایگان ارسال خواهد کرد. که با این روش ترافیک به شدت کاهش میابد و از سرریز شدن پیام ها نیز جلوگیری می شود

برای شبیه سازی این پروتکل ابتدا ترافیک جاده ای را در چهار سناریو مختلف شبیه سازی کردیم و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک اقدام به خوشه بندی و انتخاب سر خوشه نمودیم. نمودارهای پارامترهای تاخیر انتها به انتها و نرخ تحویل بسته و میزان بهره وری بر طبق نتایج حاصله مشخص شد.

**کلمات کلیدی:** پروتکل OLSR، پروتکل های VANET، شبکه های موردی بین خودرویی، الگوریتم ژنتیک.

## فهرست مطالب

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| فصل اول "مقدمه"                                      | ۱  |
| ۱-۱- مقدمه                                           | ۲  |
| ۱-۲- ارتباطات خودرویی چیست؟                          | ۲  |
| ۱-۳- پروتکل های مسیریابی شبکه های بین خودرویی        | ۴  |
| ۱-۴- هدف و ساختار پایان نامه                         | ۴  |
| فصل دوم "شبکه های بین خودرویی"                       | ۷  |
| ۲-۱- فناوری شبکه های موردی بین خودرویی               | ۸  |
| ۲-۲- انواع شبکه خودرویی                              | ۹  |
| ۲-۲-۱- شبکه های خودرویی سلولی                        | ۱۰ |
| ۲-۲-۲- شبکه های خودرویی اختصاصی                      | ۱۰ |
| ۲-۲-۳- شبکه های بین خودرویی موردی                    | ۱۱ |
| ۲-۳- چگونگی نصب آنتن فرستنده و گیرنده بر روی خودرو   | ۱۳ |
| ۲-۴- نحوه عملکرد اجزای خودرو در شبکه                 | ۱۴ |
| ۲-۵- کاربردهای شبکه های بین خودرویی                  | ۱۵ |
| ۲-۶- فناوری های دسترسی بیسیم در شبکه های بین خودرویی | ۱۶ |
| ۱-۶-۲- شبکه های سلولی                                | ۱۶ |

|    |                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------|
| ۱۸ | ۲-۶-۲- وایمکس (WiMax).....                                         |
| ۱۸ | ۳-۶-۲- شبکه دسترسی بیسیم موبایل (MBBA).....                        |
| ۱۸ | ۴-۶-۲- مایکروویو.....                                              |
| ۱۸ | ۵-۶-۲- شبکه Wi-Fi.....                                             |
| ۱۹ | ۶-۶-۲- DSRC.....                                                   |
| ۱۹ | ۲-۷- انتخاب واسط های مناسب برای شبکه های VANET.....                |
| ۱۹ | ۲-۸- فاکتورهای مورد بررسی در شبکه های بین خودرویی.....             |
| ۲۱ | ۲-۹- کاربرد های شبکه های بین خودرو.....                            |
| ۲۵ | ۲-۱۰- جمع بندی.....                                                |
| ۲۷ | فصل سوم "پروتکل های شبکه های بین خودرویی".....                     |
| ۲۸ | ۳-۱- پروتکل ADOV.....                                              |
| ۲۹ | ۳-۲- SRB.....                                                      |
| ۳۲ | ۳-۳- پروتکل ZRP.....                                               |
| ۳۳ | ۳-۳-۱- مسیریابی کنشی (ProActive) و مسیریابی واکنشی (ReActive)..... |
| ۳۴ | ۳-۴- GVGrid.....                                                   |
| ۳۶ | ۳-۵- DOLPHIN.....                                                  |
| ۳۷ | ۳-۶- WTRP.....                                                     |
| ۳۹ | ۳-۷- جمع بندی.....                                                 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| فصل چهارم "پروتکل OLSR".....                              | ۴۱ |
| ۴-۱- پروتکل OLSR.....                                     | ۴۲ |
| ۴-۲- عملکرد پروتکل OLSR.....                              | ۴۲ |
| ۴-۳- فرمت فریم پروتکل OLSR.....                           | ۴۳ |
| ۴-۴- پیام MID.....                                        | ۴۵ |
| ۴-۴-۱- فرمت فریم پیام MID.....                            | ۴۶ |
| ۴-۵- رله های چند نقطه (multipoint relay).....             | ۴۶ |
| ۴-۶- شناسایی همسایه.....                                  | ۴۸ |
| ۴-۷- فرمت فریم پیام hello.....                            | ۴۹ |
| ۴-۸- انتخاب MPR ها.....                                   | ۵۱ |
| ۴-۹- اطلاعات پایه توپولوژی.....                           | ۵۵ |
| ۴-۱۰- پیام TC.....                                        | ۵۵ |
| جمع بندی.....                                             | ۵۷ |
| فصل پنجم "نتایج شبیه سازی".....                           | ۵۹ |
| ۵-۱- استراتژی بهینه سازی.....                             | ۶۰ |
| ۵-۲- الگوریتم ژنتیک.....                                  | ۶۰ |
| ۵-۳- الگوریتم پیشنهادی و خوشه بندی با الگوریتم ژنتیک..... | ۶۱ |
| ۵-۴- شبیه سازی پروتکل OLSR.....                           | ۶۳ |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| ۵-۵- پارامترهای مورد نظر ما برای شبیه سازی..... | ۶۶ |
| ۵-۶- انجام شبیه سازی.....                       | ۶۶ |
| ۵-۷- شبیه سازی انجام شده در این پایان نامه..... | ۶۷ |
| ۵-۸- اجرای سناریوها.....                        | ۶۸ |
| ۵-۸-۱- سناریو ۱.....                            | ۶۸ |
| ۵-۸-۲- سناریو ۲.....                            | ۶۹ |
| ۵-۸-۳- سناریو ۳.....                            | ۷۰ |
| ۵-۸-۴- سناریو ۴.....                            | ۷۱ |
| ۵-۹- جمع بندی.....                              | ۷۴ |
| مراجع.....                                      | ۷۶ |

## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۲- شمایی کلی از شبکه های VANET [۶] ..... ۱۲
- شکل ۲-۲- چگونگی نصب آنتن فرستنده و گیرنده بر روی خودرو [۷] ..... ۱۳
- شکل ۳-۲- ماشین هوشمند [۸] ..... ۱۵
- شکل ۴-۲- فناوری های دسترسی بیسیم در شبکه های بین خودرویی [۹] ..... ۱۶
- شکل ۵-۲- شبکه های سلولی [۱۰] ..... ۱۷
- شکل ۱-۳- فرآیند مسیریابی در AODV [۱۱] ..... ۲۹
- شکل ۲-۳- فرآیند بازیابی مسیر در GVGrid [۱۵] ..... ۳۶
- شکل ۳-۳- فرمت فریم token [۱۷] ..... ۳۷
- شکل ۴-۳- جدول اتصال در گره سازنده token [۱۷] ..... ۳۸
- شکل ۵-۳- وارد شدن گره G به داخل حلقه [۱۷] ..... ۳۹
- شکل ۶-۳- خروج گره C از داخل حلقه [۱۷] ..... ۳۹
- شکل ۱-۴- فرمت فریم پروتکل olsr [۱۸] ..... ۴۳
- شکل ۲-۴- فرمت فریم پیام MID [۱۸] ..... ۴۶
- شکل ۳-۴- مدل ارسال پیام همه پخشی [۱۹] ..... ۴۷
- شکل ۴-۴- مدل انتشار پیام از طریق MPR ها [۱۹] ..... ۴۷
- شکل ۵-۴- فرمت فریم پیام hello [۱۸] ..... ۵۰

- شکل ۴-۶- فرمت فریم پیام TC [۱۸] ..... ۵۶
- شکل ۵-۱- فلوچارت الگوریتم ژنتیک [۲۱] ..... ۶۱
- شکل ۵-۲- چارچوب بهینه سازی برای OLSR [۲۰] ..... ۶۴
- شکل ۵-۳- فلوچارت شبیه سازی پروتکل OLSR و انتخاب MPR ..... ۶۵
- شکل ۵-۴- ساختار VANET شبیه سازی شده در متلب به ازای دو حالت کم ترافیک و پر ترافیک ..... ۶۷
- شکل ۵-۵- ساختار VANET در مطالعه موردی ..... ۶۸
- شکل ۵-۶- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۱ ..... ۶۹
- شکل ۵-۷- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۲ ..... ۷۰
- شکل ۵-۸- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۳ ..... ۷۱
- شکل ۵-۹- تعداد تغییرات سر خوشه ..... ۷۲
- شکل ۵-۱۰- نمودار PDR ..... ۷۳
- شکل ۵-۱۱- نمودار تاخیر انتها به انتها (E2ED) ..... ۷۳
- شکل ۵-۱۲- نمودار Throughput ..... ۷۴

## فهرست جداول

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| جدول ۳-۱- نمونه ای از جدول مسیریابی..... | ۲۸ |
|------------------------------------------|----|



# فصل اول

## "مقدمه"

ارتباط میان خودروها با دنیای خارج و ارتباط میان خودروها در هنگام حرکت به امنیت خودروها و مسافران کمک بسزایی می کند. تاریخچه نخستین تلاش ها برای تحقق این رؤیا به بیش از چهل سال پیش برمیگردد. در آن زمان با نصب یک آنتن روی خودروهای خاصی مانند خودروهای پلیس یا اورژانس و تنظیم کردن آنتن ها روی یک فرکانس خاص در یک محدوده جغرافیایی، سعی می کردند یک ارتباط رادیویی و شبه تلفنی را ایجاد کنند. در سال ۱۹۹۹ کمیسیون ارتباطات فدرال ایالات متحده با تصویب استانداردها و پهنای باند لازم برای ارتباط خودروها با تجهیزات ثابت کنار جاده، عملاً فراز جدیدی از شبکه های بین خودرویی را ایجاد کرد که این حرکت با تصویب استاندارد ارتباطات اختصاصی برد کوتاه (DSRC) [۱] در سال ۲۰۰۳ تکمیل شد. محدوده فرکانس کاری آن بین ۵,۸۵ تا ۵,۹۲۵ گیگاهرتز و نرخ انتقال داده بین ۳ تا ۲۷ مگابیت در ثانیه می باشد. کاربرد فناوری DSRC ایجاد بستر ارتباطی بی سیم بین تجهیزات رادیویی قرارداد شده در بخش الکترونیک خودرو با تجهیزات مشابه در خودروی دیگر و تجهیزات کنار جاده می باشد. برد تجهیزات DSRC معمولاً حدود ۱۰۰ متر می باشد. پس از این رخ داده ها، انواع ارتباطات میان خودروها براساس فناوری ها و زیرساخت های متفاوت مطرح شده و هر یک مسیری جداگانه برای توسعه و مجهز کردن خودروها به امکانات شبکه ای در پیش گرفتند.

## ۱-۲- ارتباطات خودرویی چیست؟

ارتباطات خودرویی (V2V) از یک شبکه بیسیم تشکیل شده است که در آن خودروها به مبادله اطلاعات با یکدیگر درباره وضعیت جاری خود می پردازند. این داده ها می توانند شامل سرعت، مکان، جهت حرکت، ترمز گیری و از دست دادن پایداری باشند. فناوری ارتباطات خودرویی از ارتباطات برد کوتاه اختصاصی

<sup>o</sup>Dedicated Short Range Communications  
<sup>v</sup>Vehicle-to-vehicle

(DSRC) استفاده می‌کند. گاهی اوقات این رسانه ارتباطی به عنوان یک شبکه<sup>۷</sup> Wi-Fi توصیف می‌شود زیرا یکی از باندهای فرکانسی ممکن آن ۵,۹ گیگا هرتز است که توسط WiFi نیز مورد استفاده واقع می‌شود. لیکن درست تر است که آنرا "همانند WiFi" بنامیم. برد آن در بزرگراهها حدود ۳۰۰ متر است و می‌تواند رویدادهای ۱۰ ثانیه آینده در مسیر پیش رو را پیش بینی کند.

ارتباطات V2V می‌تواند یک شبکه توری فرض شود بدین معنی که هر گره (خودرو، چراغ راهنمایی هوشمند و مانند اینها) می‌تواند در آن به ارسال، دریافت و مبادله سیگنال بپردازد. بین پنج تا ده ارسال سیگنال (هاپ) در شبکه قادر به گردآوری داده‌های ترافیکی بیش از یک کیلومتر پیش رو خواهند بود. این مسافت برای حتی حواس پرت ترین راننده کافی است تا پای خود را از روی پدال گاز بردارد.

در نخستین خودروهای مجهز به سامانه، هشدارهای V2V ممکن است به شکل یک اعلام خطر بصورت نور قرمز چشمک زن بر روی داشبورد و یا بوق هشدار دهنده ای، ظاهر شود. این هشدار می‌تواند نشانگر جهت بروز تهدید باشد. تمام اینها هم اکنون حالت موقتی دارند زیرا V2V هنوز در مرحله مفهومی قرار دارد و چندین هزار نمونه اولیه یا خودروهای آزمایشی تجهیز شده برای آزمون این مفهوم بکار گرفته شده اند. بیشتر این نمونه‌های اولیه تا حدی پیشرفته اند که قادر به ترمز خودکار یا هدایت خودرو پیرامون خطر هستند. دیدن خودرویی که بجای صرفا اعلام خطر با نور چشمک زن، بطور خودکار متوقف شده یا از خطر می‌گریزد جذابیت بیشتری دارد.

حسگرهای متعدد بر روی خودروهای پرشمار، تصویر درست تری از ترافیک پیش رو خواهند داد. اگر تنها یک خودرو برف پاک کن خود را روشن کرده باشد، یا راننده در حال پاک کردن شیشه جلوست و یا اشتباها دگمه آنرا زده است. ولی اگر بیشتر خودروها چنین کنند حتما باران یا برف در حال باریدن است. اگر خوشه متراکمی از خودروها برف پاک کن خود را روشن کرده باشند احتمالا کامیونی نفت از خود بروی آنها تراوش

---

<sup>۷</sup>Wireless Local Area Network

کرده یا آب ناشی از ذوب برف در حال فروریختن از بالای یک پل است. به کمک سرعت متوسط تمامی خودروها می توان این رویدادها را تایید کرد. ترمز ناگهانی روی یک جاده خشک همراه با گرداندن سریع فرمان نشانه یک حادثه، مواجهه با یک خودروی وامانده یا مانعی بر جاده است. اگر تمامی خودروها به چپ گردش کنند قطعاً مانعی در سمت راست جاده وجود داشته است.

### ۳-۱- پروتکل های مسیریابی شبکه های بین خودرویی

شبکه های VANET زیر مجموعه ای از شبکه های MANET می باشند که می توانند جهت ارتباط در سیستم های ITS مورد استفاده قرار گیرند. این شبکه ها مانند MANET ساختار خاصی نداشته و در آن گره ها تشکیل دهنده شبکه خودروهای در حال حرکت هستند. تصمیم راننده، سرعت بالا و حرکت مداوم خودروها خصوصیات منحصر به فردی را در این شبکه ها ایجاد کرده است، بنابراین مسیریابی برای انتشار داده ها در این شبکه ها مسأله ای اساسی است. پروتکل های مختلفی برای مسیریابی در شبکه های بین خودرویی وجود دارد. که هر کدام از آنها کاربرد های خاصی دارند. پروتکلی که در این پایان نامه به بحث در مورد آن می پردازیم، پروتکل OLSR می باشد.

پروتکل OLSR با فشرده سازی سائز اطلاعات ارسالی و نیز ارسال اطلاعات از طریق زیر مجموعه ای از گره ها موجب کاهش ارسال مجدد اطلاعات در شبکه و در نتیجه موجب بهینه شدن تراکم اطلاعات ارسالی در شبکه می شود. برای رسیدن به این هدف، OLSR از تکنیک ارسال مجدد بصورت چندگانه استفاده می کند. این پروتکل برای مسیریابی در شبکه های VANET متراکم و بزرگ کارا می باشد.

### ۴-۱- هدف و ساختار پایان نامه

در فصل اول مقدمه ای از شبکه های بین خودرویی و پروتکل OLSR را بطور مختصر بیان کردیم.

در فصل دوم به بررسی شبکه های بین خودرویی می پردازیم. و در فصل سوم پروتکل های مسیریابی شبکه های بین خودروها را معرفی می کنیم.

فصل چهارم به مطالعه و بررسی دقیق پروتکل OLSR می پردازد. و شبیه سازی و نتایج آن را در فصل پنجم مطرح خواهیم کرد.



## فصل دوم

"شبکه های بین

خودرویی"

## ۲-۱- فناوری شبکه های موردی بین خودرویی

هدف اصلی سیستم های بین خودرویی [۲] ایجاد امنیت و راحتی برای رانندگان و مسافران می باشد. در این راستا تلاش های زیادی صورت گرفته تا از تصادفات جلوگیری شود و همچنین وضعیت ترافیک بهتر شود. در شبکه های موردی بین خودرویی هر خودرو مجهز به فناوری است که به رانندگان این امکان را می دهد تا با یکدیگر و با زیر ساختار جاده ارتباط برقرار کند. زیر ساختار جاده ای که به عنوان واحدهای کنار جاده معروف هستند، در برخی از نقاط حیاتی خیابان ها و جاده ها مانند هر چراغ راهنمایی که سر تقاطع می باشد یا هر علامت ایست قرار گرفته اند تا وضعیت عبور و مرور را بهبود بخشیده و رانندگی را ایمن تر سازند.

به عنوان نمونه در زمان وقوع یک تصادف، راننده اقدام به ترمز ناگهانی می نمایند. در چنین وضعیتی هرگونه تعلل رانندگان خودروهای عقبی، می تواند باعث ایجاد تصادف های زنجیره ای گردد و زیان های مالی و بعضا جانی زیادی را به دنبال داشته باشد. در چنین شرایطی شبکه های بین خودرویی این امکان را دارند تا بدون دخالت رانندگان، تا حد امکان جلوی این امر را بگیرند.

مکانیزم کاری شبکه های بین خودرویی به این شکل است که به هنگام ترمز، سیستم ارتباطی شبکه های بین خودرویی اقدام به انتشار پیام خطر برای ماشین های پشت سر می نماید. ماشین های دریافت کننده پیام، با مشاهده پیام خطر، به صورت خودکار اقدام به کاهش سرعت خودرو می نمایند. البته در شبکه های بین خودرویی، به صورت دوره ای پیام های مختلفی به منظور ایجاد فضای لازم برای رانندگی ایمن، منتشر می گردد. وقوع تصادفات جاده ای سالانه میلیاردها دلار خسارت در سراسر جهان بر جای می گذارد.

جذابیت این شبکه ها در عدم نیاز به یک سازمان متمرکز پردازش داده های ترافیکی است و سیستم به راحتی قابل گسترش به تمام مناطق است. در هر قسمتی از جاده، یک شبکه بین خودرویی شکل می گیرد و جاده

های مختلف توسط شبکه های کوچکتر به یکدیگر متصل می شوند. ارتباط خودرو با خودرو و با تجهیزات کنار جاده، موجب می شود تا نقش آنها از ابزارهای حمل و نقل به ادوات هوشمند تغییر پیدا کند.

## ۲-۲- انواع شبکه خودرویی

ارتباط میان خودروها با دنیای خارج و ارتباط میان خودروها در هنگام حرکت، رؤیای قدیمی بشر بوده است و تاریخچه نخستین تلاش ها برای تحقق این رؤیا به بیش از چهل سال پیش برمیگردد. در آن زمان با نصب یک آنتن روی خودروهای خاصی مانند خودروهای پلیس یا اورژانس و تنظیم کردن آنتن ها روی یک فرکانس خاص در یک محدوده جغرافیایی، سعی می کردند یک ارتباط رادیویی و شبه تلفنی را ایجاد کنند. در سال ۱۹۹۹ کمیسیون ارتباطات فدرال ایالات متحده با تصویب استانداردها و پهنای باند لازم برای ارتباط خودروها با تجهیزات ثابت کنار جاده، عملاً فراز جدیدی از شبکه های بین خودرویی را ایجاد کرد که این حرکت با تصویب استاندارد DSRC در سال ۲۰۰۳ تکمیل شد [۳]. در این استاندارد پهنای باند ۵/۹ گیگاهرتز به ارتباطات بین خودرویی اختصاص یافته است و روی این فرکانس بین هفت تا ده کانال (۵/۸۵۰ تا ۵/۹۲۶ گیگاهرتز) تعریف می شود که یک کانال به صورت ویژه به افزایش ضریب امنیت خودروها و سایر کانال ها به کاربردهای خاص، اختصاص یافته است. پس از این رخدادها، انواع ارتباطات میان خودروها براساس فناوری ها و زیرساخت های متفاوت مطرح شده و هر یک مسیری جداگانه برای توسعه و مجهز کردن خودروها به امکانات شبکه ای در پیش گرفتند. اگر بخواهیم شبکه های خودرویی را براساس رسانه انتقال اطلاعات تقسیم بندی کنیم، به سه دسته کلی می رسیم: شبکه های مبتنی بر امواج رادیویی، مبتنی بر مکان یابی و مبتنی بر حسگرها و تراشه های داخلی. تقسیم بندی بعدی شبکه های بین خودرویی می تواند براساس زیرساخت شبکه باشد، در این تقسیم بندی سه نوع شبکه کلی سلولی، اختصاصی و موردی داریم که در زیر بررسی می شوند.

## ۲-۲-۱- شبکه های خودرویی سلولی

در شبکه های سلولی از فناوری های ۳G ، 4G و GSM استفاده می شود و به طور عمده اپراتورهای تلفن همراه و سرویس دهنده های باند پهن موبایل بازیگران اصلی این حوزه هستند.

در این نوع شبکه ها، در کنار جاده یک سری ایستگاه مرکزی ثابت وجود دارد که می توانند به اینترنت و شبکه های درون شهری متصل باشند. خودروها از طریق امکانات موبایل می توانند به این ایستگاه ها متصل شده و اطلاعات ترافیکی یا آب و هوا را دریافت کنند. همچنین می توانند به اینترنت متصل شده و از طریق سرویس های ابری به شبکه محل کار یا خانه دسترسی پیدا کنند. مزیت این شبکه ها استفاده از زیرساخت های آماده موبایل و باند پهن ارائه شده توسط اپراتورهای موبایل است. پیش بینی می شود با ورود نسل جدید 4G و افزایش سرعت و پهنای باند، این نوع شبکه ها استقبال بیشتری را شاهد باشند. عیب بزرگ شبکه های سلولی عدم امکان استفاده برای کاربردهای ایمنی خودروها به خاطر تأخیرهای ذاتی این نوع شبکه ها است اما چنین شبکه هایی برای استفاده های معمول مانند استفاده از اینترنت و سرگرمی بسیار مناسب هستند.

مزیت شبکه های خودرویی سلولی استفاده از زیرساخت های آماده موبایل و باند پهن ارائه شده توسط اپراتورهای موبایل است.

## ۲-۲-۲- شبکه های خودرویی اختصاصی

در شبکه های اختصاصی یک شرکت ثالث می تواند با نصب تجهیزات ثابت کنار جاده ها یا در تقاطع ها و ایجاد یک سری ایستگاه های سرور و نصب رابط ها در خودروها، بین خودروها و دنیای خارج ارتباط برقرار کند. سیستم مرکزی به صورت هوشمند پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی وضعیت ترافیکی جاده ها و خیابان های مختلف، اطلاعات مورد نیاز سایر راننده ها را استخراج کرده و دوباره به ایستگاه های کاری

کنار جاده ها ارسال می کند تا خودروها این اطلاعات را دریافت و برای مسیرهای بعدی خود تصمیم گیری کنند. این نوع شبکه ها معایب زیادی دارند [۴].

هزینه بالای نصب و راه اندازی تجهیزات و زیرساخت لازم در تمام جاده ها و مراکز اصلی تردد خودروها، تأخیر در ارسال و دریافت اطلاعات و تأخیر در دسترسی به اطلاعات استخراج شده از وضعیت ترافیکی جاده ها و الگوریتم های هوشمند مربوط به محاسبات، برخی از معایب شبکه های خودرویی اختصاصی هستند.

## ۲-۳- شبکه های بین خودرویی موردی

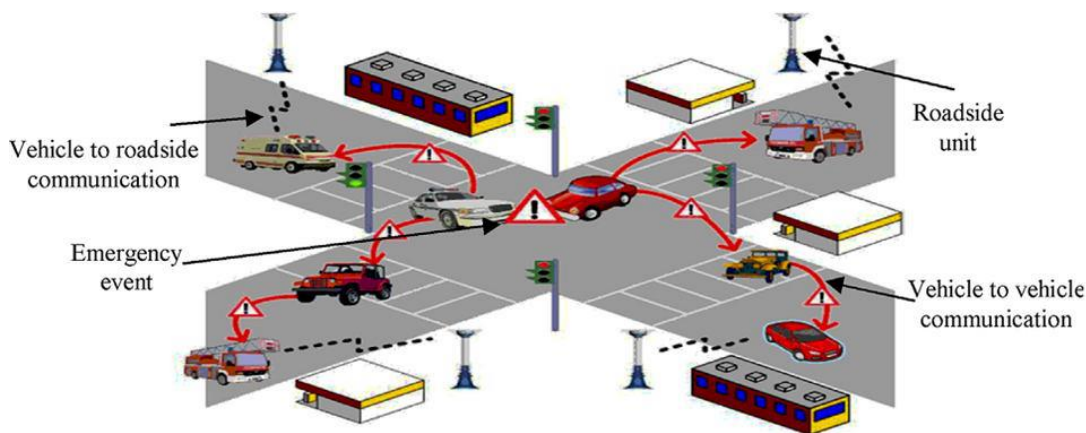
شبکه های ad-hoc نوعی شبکه امنیتی هستند که شامل مجموعه ای از گره های توزیع شده اند که بدون پشتیبانی مدیری مرکزی یک شبکه موقت را می سازند. که شبکه های بین خودرویی موردی زیر مجموعه ای از همین نوع شبکه ها می باشند. به همین دلیل به این نوع شبکه ها، شبکه موردی بین خودرویی یا به اختصار VANET می گویند.

ایده اولیه ی شبکه های VANET برای نخستین بار در سال ۱۹۹۸ توسط یک گروه مهندسی به نام دلفی دلکو با همکاری شرکت آی بی ام مطرح شد [۵]. شبکه VANET با استفاده از امواج رادیویی انواع ارتباط های خودرو به خودرو (V2V) و خودرو به زیرساخت (V2I) را ایجاد می کند. خودروها به صورت کاملاً خودمختار با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و یک شبکه غیر ساختارمند بیسیم ایجاد می کنند.

شمایی کلی از شبکه VANET در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.

---

<sup>۱</sup>Vehicle-to-Infrastructure



شکل ۱-۲- شمایی کلی از شبکه های VANET [۶]

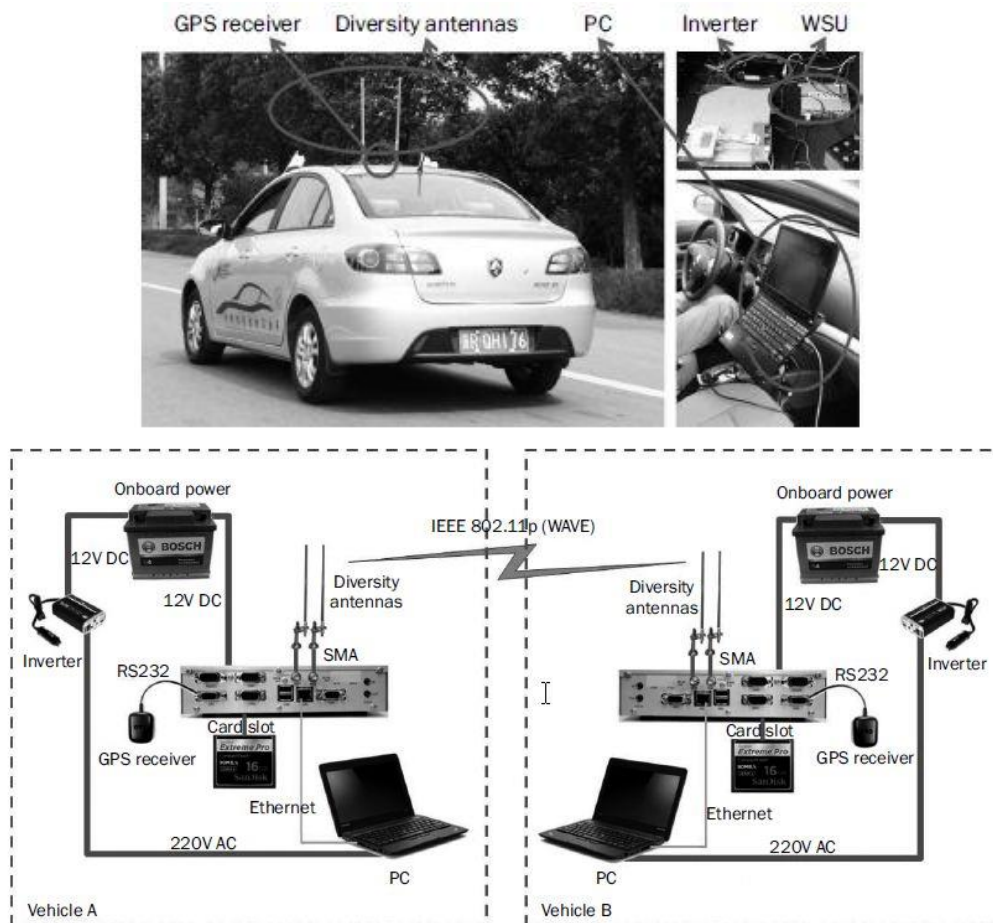
تفاوت اصلی شبکه های VANET با شبکه های سلولی و اختصاصی این است که هیچ ایستگاه یا گره مرکزی، مدیریت و کنترل شبکه را برعهده ندارد و شبکه از یک سری خودرو (که در اینجا خودروها گره شبکه فرض می شوند) تشکیل شده که متحرک بوده و جای ثابتی ندارند و هیچ یک نقش مسیریاب یا نقطه ی دسترسی را بازی نمی کنند. در حقیقت شبکه های VANET یک نوع خاص شبکه های MANET<sup>۱</sup> هستند که گره های آن خودروها خواهند بود. هر خودرو می تواند در هر لحظه خودروهای اطرافش را شناسایی کرده و با اتصال به آنها یک شبکه تشکیل داده و ارتباطات لازم را برقرار کند. این خودرو کمی بعدتر با خودروهای جدید اطرافش یک شبکه دیگر ایجاد خواهد کرد. مبنای اصلی شبکه های VANET، غیر ساختارمند بودن آنها و استفاده از استاندارد ۸۰۲٫۱۱p و DSRC است. بنابراین این نوع شبکه ها به سرعت می توانند تغییر توپولوژی داده و با توجه به اینکه از نظر مصرف انرژی و منابع محاسباتی مشکلی ندارند، انعطاف پذیری زیادی ایجاد کنند. برای نمونه، یک خودرو می تواند همزمان به چندین شبکه VANET متصل باشد و اطلاعات لازم را دریافت کند. محدوده های جغرافیایی شبکه VANET می تواند دایره هایی به شعاع حداکثر چند کیلومتر باشد و هر خودرو می تواند برای مثال با خودروهای جلویی در فاصله دو یا سه کیلومتر ارتباط برقرار کند. VANET، سه کاربرد اصلی و مشخص دارد: ایمنی، راحتی و کاربرد تجاری،

<sup>۱</sup>mobile ad hoc network

بنابراین یک ویژگی دیگر این نوع شبکه ها برد کوتاه آن است. در شبکه های VANET می توان به ایستگاه های مرکزی (BS) یا اینترنت نیز متصل شد و با آنها تبادل اطلاعات کرد، اما مبنای اصلی شبکه، ارتباطات بین خودرویی است. VANET یکی از اجزای اصلی سیستم های حمل و نقل هوشمند است و در چند سال اخیر تحقیقات و پژوهش های زیادی روی آن انجام شده است و امیدهای فراوانی به آن وجود دارد. علت این اهمیت نیز ارتباط مستقیم این نوع شبکه ها با ایمنی خودروها و ترافیک است.

## ۳-۲- چگونگی نصب آنتن فرستنده و گیرنده بر روی خودرو

در شکل (۲-۲) چگونگی نصب آنتن فرستنده و گیرنده بر روی خودرو نشان داده شده است.

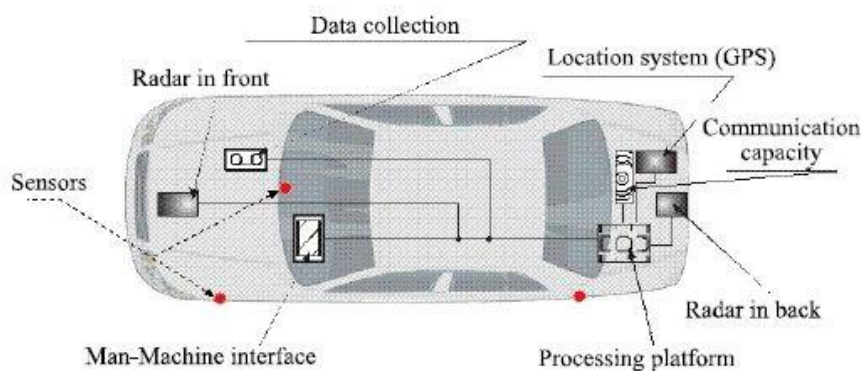


شکل ۲-۲- چگونگی نصب آنتن فرستنده و گیرنده بر روی خودرو [۷]

## ۲-۴- نحوه عملکرد اجزای خودرو در شبکه

داخل خودروهای شبکه های موردی بین خودرویی، تجهیزات بسیاری نصب می شود تا امکان برقراری ارتباط با شبکه را داشته باشند. در بازه های زمانی خاص، پیام های مربوط به سرعت، ترافیک، علائم جاده ای، وضعیت ترمزها و جهت حرکت توسط واحد داخل خودرو به سایر خودروها همه پخش می شود و پیامهای مربوط به سایر خودروها به خودروی مورد نظر ارسال شده و مورد پردازش قرار می گیرند. در صورت وجود ترافیک یا تصادف و یا هر موقعیت اضطراری در مسیر، خودروها توسط سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS)، مکان خود را به مرکز خاصی اعلام می کنند. که با اطلاعات دریافتی، سعی در استخراج تصویر لحظه ای شبکه و خودروها دارد.

همچنین در فواصل مشخصی اطلاعات مربوط به پیامها، توسط تجهیزات کنار جاده ای به ایستگاه مرکزی اطلاع داده می شود تا پیش بینی کلی در مورد رویدادهای تمام مناطق به دست آید. پیام های ترافیکی توسط ایستگاه پایه نیز به خودروها اطلاع داده می شود. ثبت اطلاعات خودرو مانند مکان، سرعت و زمان، هنگام وقوع اتفاقات ضروری است که توسط واحد ضبط کننده وقایع انجام می گیرد و مانند جعبه سیاه هواپیما عمل می کنند. اطلاعات توسط افرادی مانند مکانیک و یا پلیس استخراج می گردند تا در بررسی صحنه ی تصادف و یا شناسایی مقصر و سایر اطلاعات تصادف، مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین اطلاعات مربوط به پیام ها توسط مراکز تصدیق هویت ثبت می شود تا در صورت لزوم از آنها استفاده شود. شکل (۲-۳) مدل ماشین هوشمند را نشان می دهد.



شکل ۲-۳- ماشین هوشمند [۸]

## ۲-۵- کاربردهای شبکه های بین خودرویی

یک خودرو برای اضافه شدن به یک شبکه VANET، به یک گیرنده/فرستنده سیگنال ها و اطلاعات (همانند کارت شبکه بیسیم) و یک دستگاه کنترل کننده شامل یک تراشه مرکزی نیاز دارد. همان طور که گفتیم، پروتکل اصلی شبکه بین خودرویی موردی، DSRC و پروتکل ارتباطی ۸۰۲٫۱۱p است. همچنین محدوده پوشش دهی این تجهیزات باید از سیصد متر تا چند کیلومتر (در جدیدترین طرحها صحبت از دو الی سه کیلومتر است) می باشد.

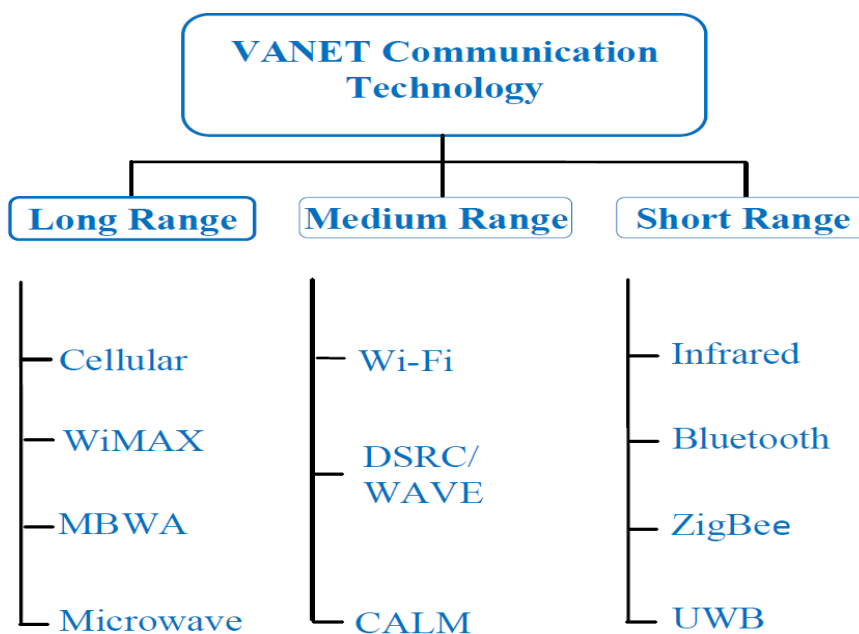
ایستگاه ها و آنتن های کنار جاده با اتصال به اینترنت و شبکه ترافیک شهری، اطلاعات را با دستگاه بیسیم خودرو رد و بدل می کنند. در حقیقت، مهمترین بخش شبکه VANET حسگرهایی هستند که باید در قسمت های مختلف خودرو به کار گرفته شوند و وضعیت خودرو و محیط خارجی را به راننده و کنترل کننده گزارش کنند یا بالعکس، فرامین راننده یا اطلاعات دریافتی از خودروهای دیگر را اعمال کنند.

حسگرها در VANET به دو نوع تقسیم می شوند: حسگرهای خودمختار و حسگرهای مشارکت کننده. حسگرهای خودمختار شامل حسگرهایی برای سنجش محدوده رادیویی و ارتباط خودرو با دیگر گره های شبکه، و سنجش حداکثر سرعتی که راننده می تواند داشته باشد و هنوز در شبکه باقی بماند، و نیز حسگرهایی برای تشخیص خودروهایی که به طور فیزیکی در شبکه وجود دارند. (این حسگر برای مقابله با حملات Sybil

کاربرد دارد) و حسگرهای دیگری برای شناسایی وضعیت خودرو در نقشه و تعیین فاصله با خودروهای جلویی و عقبی هستند. حسگرهای مشارکت کننده برای اعلام تغییر وضعیت خودروهای همسایه، رسیدن به یک مکان خاص، دریافت اطلاعات مورد نیاز راننده و غیره کاربرد دارند.

## ۶-۲- فناوری های دسترسی بیسیم در شبکه های بین خودرویی

همانطور که گفته شد روش های زیادی برای فراهم آوری ارتباط بیسیم مورد نیاز جهت تبادل داده در خودرو ها (V2V) و ارتباط با تجهیزات کنار جاده (V2I) وجود دارد که این فناوری ها جهت تامین امنیت جاده، بهبود وضعیت ترافیک و ایجاد احساس رفاه و آسایش از طریق برقراری دسته ای از نرم افزارهای ایمنی و غیر مرتبط با ایمنی می گردد.

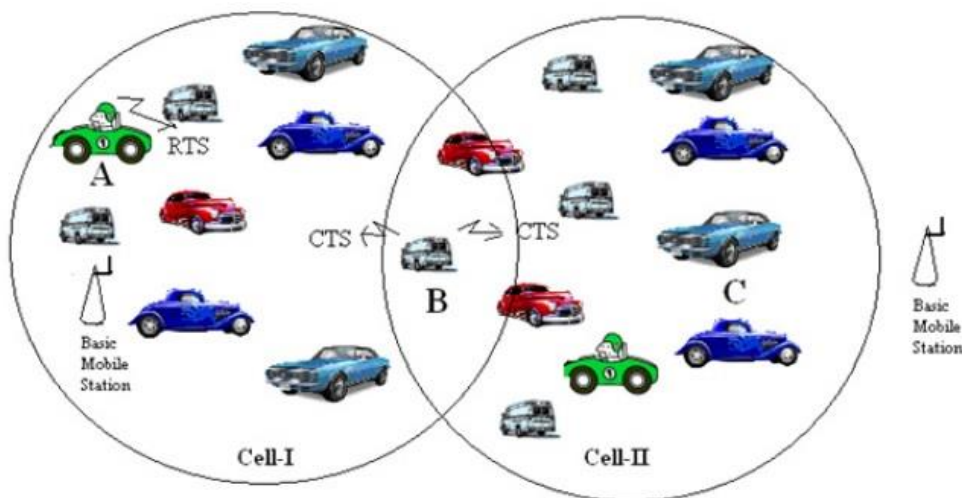


شکل ۶-۲- فناوری های دسترسی بیسیم در شبکه های بین خودرویی [۹]

## ۲-۶-۱- شبکه های سلولی

این شبکه ها از امواج رادیویی جهت ارسال داده در فواصل طولانی بهره می برند. استفاده از آن ها به دهه ۷۰ میلادی باز می گردد. آن ها از مفهوم (بهره گیری مجدد از یک فرکانس محدود) به منظور افزایش ناحیه

تحت پوشش و ارسال های چندگانه، بطور همزمان استفاده می کنند. در نسل اول (۱G) سیگنال های آنالوگ برای انتقال داده استفاده می شد. نسل دوم (2G) از یک انتقال ایمن و دیجیتالی بهره می برد که دارای اشکال مختلفی از جمله سیستم جهانی ارتباطات سیار (GSM) و اشکال دیگری از جمله CDMA<sup>۳</sup> و PDC می باشد. این نسل از ارتباط از نرخ انتقال داده ۹,۶ کیلوبیت بر ثانیه پشتیبانی می کند. نسل دوم ارتباطات دو بار تحت بهبود قرار گرفت و در بار اول<sup>۱</sup> GPRS و در بار دوم فناوری EDGE<sup>۵</sup> به وجود آمدند که نرخ داده در فناوری دومی تا ۳۸۴ کیلوبیت بر ثانیه ارتقا یافت. نیاز به انتقال داده های چند رسانه ای باعث رویش فناوری 3G شد که نرخ انتقال داده را تا ۲ مگابیت بر ثانیه افزایش داد. کار به اینجا ختم نشد و نرخ انتقال داده در نسل چهارم (4G) به ۱۲۹ مگابیت بر ثانیه رسید. این حجم از انتقال داده در واحد زمان نوید جهشی بزرگ در بکارگیری این فناوری در داخل خودروها جهت پشتیبانی از سرعت های بالا (خصوصاً بالای ۱۰۰ کیلومتر در ساعت) را داد.



شکل ۲-۵- شبکه های سلولی [۱۰]

<sup>۱</sup>Global System for Mobile Communications  
<sup>۳</sup>Code-division multiple access  
<sup>۴</sup>Personal Digital Cellular  
<sup>۵</sup>General Packet Radio Service  
<sup>۶</sup>Enhanced Data rates for GSM Evolution

## ۲-۶-۲- وایمکس (WiMax)

این فناوری دسترسی اینترنت را تا فاصله ۵۰ کیلومتر و نرخ انتقال داده ۷۰ مگابیت بر ثانیه را فراهم می‌سازد. تا بحال از این فناوری در احراز ایمنی جاده با استفاده از سیستم های ویدیویی آنلاین استفاده شده است.

## ۲-۶-۳- شبکه دسترسی بیسیم موبایل (MBBA)<sup>۱۲</sup>

جهت ایجاد دسترسی اینترنت در سیستم هایی با تحرک زیاد ایجاد شده است. این فناوری شامل ویژگی هایی از قبیل تاخیر کم، نرخ انتقال داده تا ۴,۵ مگابیت بر ثانیه و جا به جایی تا سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت در فرکانس ۳,۵ گیگاهرتز می‌باشد.

## ۲-۶-۴- مایکروویو

از بازه فرکانسی ۰,۳ گیگاهرتز تا ۳ گیگاهرتز بهره می‌برد و قابلیت انتقال داده در فواصل زیاد با نرخ ۱۶ گیگابیت بر ثانیه را دارد. از آن در رادار، مایکروویو ها و ارتباطات ماهواره ای استفاده می‌شود. محدودیت اصلی این امواج نیازمندی آن به یک خط دید از پیش تعیین شده (LOS) می‌باشد.

## ۲-۶-۵- شبکه Wi-Fi

از این شبکه ها به دلیل هزینه کم، نرخ داده بالا و سهولت در تنظیم و به کارگیری موثر بطور گسترده در شبکه های بین خودرو استفاده می‌گردد. این امواج از استاندارد های مختلفی از جمله ۸۰۲,۱۱b، ۸۰۲,۱۱ac و ۸۰۲,۱۱g جهت برقراری ارتباط استفاده می‌کنند.

---

<sup>۱۲</sup>Worldwide Interoperability for Microwave Access  
Mobile Broadband Wireless Access

## ۲-۶-۶- DSRC

ارتباط برد کوتاه اختصاصی به طور خاص برای پاسخگویی به نیازمندی های شبکه های VANET از جمله سازمان دهی خودکار، پیکر بندی خودکار، جا به جایی بالا و توپولوژی دینامیک توسعه یافت. یکی از برتری های فناوری بیسیم DSRC نسبت به سایر واسط های بیسیم رایج پشتیبانی از سرعت ۲۰۰ کیلومتری در ساعت خودروها و بازه ارتباطی ۱۰۰ تا ۳۰۰ متری با نرخ تبادل داده بالغ بر ۲۷ مگابیت بر ثانیه می باشد

## ۲-۷- انتخاب واسط های مناسب برای شبکه های VANET

همانطور که در جدول قبل مشاهده شد بیشتر استاندارد ها در باند فرکانسی ۲,۴ گیگاهرتز یا ۵ گیگاهرتز عمل می کنند. مشاهده شده است واسط هایی که در فرکانس های بالا کار می کنند کمتر تحت تداخلات هوایی قرار می گیرند. بنابراین منطقی است که از شبکه های سلولی، وایمکس و WMBA برای سرویس دهی جهت پوشش مناطق با گستره وسیع استفاده شود و از آن ها برای مهیا سازی سرویس های اینفوتینمنت (ترکیب برنامه های سرگرم کننده واقع در پنل چند رسانه ای نصب شده در جلوی راننده که همزمان اطلاعات مورد نیاز را به او می رسانند). در مقابل استاندارد های وای فای از جمله DSRC برای ایجاد شبکه بین خودرو به دلیل تاخیر کم و منطقه تحت پوشش گسترده گزینه ی مناسب تری هستند. بررسی این مساله که برنامه های ایمنی خودرو نیازمند تاخیر کم و سطح اعتماد بالا و برنامه های اینفوتینمنت نیازمند برون داد با حجم زیاد و استفاده زیاد از منابع و همچنین نرخ کم از دست دادن بسته های داده هستند، نحوه ی انتخاب هر واسط را برای هر کاربری روشن می سازد.

## ۲-۸- فاکتورهای مورد بررسی در شبکه های بین خودرویی

اقداماتی که جهت بهبود وضعیت رانندگی در بهره برداری از شبکه های VANET و به منظور کاهش تعداد تلفات ناشی از سوانح رانندگی انجام می گیرد، با مشکلاتی زیادی همراه است. برای درک بهتر نیازمندی

های بهره برداری از یک ارتباط سالم، فاکتور های مختلفی باید تحت نظر قرار گرفته و برای رفع یا بهبود آن ها تلاش کرد. که این فاکتورها عبارتند از:

### ۲-۸-۱- محو شدگی سیگنال

اشیایی که به عنوان مانع در بین دو خودرو قرار می گیرند می توانند کارایی شبکه را تحت تاثیر قرار دهند این موانع می توانند سایر وسایل نقلیه و یا ساختمان های مرتفعی که در طول راه پخش شده اند، باشند. تاثیر آن ها در جلوگیری از رسیدن سیگنال ارسالی به مقصد و افزایش محو شدگی یک سیگنال منتشر شده می باشد.

### ۲-۸-۲- محدودیت های پهنای باند

فقدان یک هماهنگ کننده مرکزی جهت کنترل ارتباطات میان گره ها و انجام مسئولیت مدیریت پهنای باند موجب ایجاد این مشکل می گردد. احتمال زیادی مبنی بر ایجاد تراکم کانالی در بازه فرکانسی ۱۰ تا ۲۰ مگاهرتز می رود. از این رو استفاده متناسب از پهنای باند تاثیر بسزایی در کاهش تاخیر زمانی پیام های منتشر شده دارد. اگر یک خودرو نیازمند ارسال یک پیام باشد و شانس جهت ارسال آن نیابد باید تا ایجاد یک موقعیت برای ارسال صبر کند که این امر در افزایش تاخیر خصوصا در مناطق شهری و با برنامه های گسترده VANET خود را نشان می دهد.

### ۲-۸-۳- اتصال (حفظ ارتباط)

به دلیل تحرک بالا و تاخیرات سریع توپولوژی مورد مطالعه که منجر به قطعی های متعدد و متوالی در شبکه می گردد، بازه زمانی مورد نیاز جهت افزایش عمر یک اتصال باید تا حد امکان طولانی باشد. این کار با افزایش قدرت انتقال داده صورت می گیرد هر چند که می تواند باعث کاهش و تنزل توان عملیاتی (متوسط نرخ تحویل موفق پیام در یک کانال ارتباطی) گردد.

## ۲-۸-۴- امنیت و حریم شخصی

حفظ یک تعادل منطقی میان امنیت و حریم شخصی یکی از اساسی ترین چالش های شبکه های ارتباطی است. دریافت اطلاعات معتبر از منبع مورد نظر آن یک امر مهم برای گیرنده است هر چند که این اطلاعات معتبر می تواند به حریم شخصی فرستنده آن آسیب بزند.

## ۲-۸-۵- پروتکل مسیریابی

به دلیل تحرک بالای گره ها و تغییرات سریع توپولوژی، طراحی یک پروتکل مسیریابی کارا که بتواند بسته های داده را در کمترین زمان ممکن و با کمترین میزان از دست رفتگی به مقصد برساند، یک چالش مهم در این شبکه ها است. فاکتور های زیادی باید به این منظور باید بهبود یابند که از جمله آن ها می توان به بهبود سطح اعتماد سیستم با افزایش درصد بسته های تحویلی و همچنین کاهش میزان تداخل ایجاد شده بر اثر ساختمان های بلند در محدوده شهری اشاره کرد. مورد دیگر توجه به موضوع مقیاس پذیری (میزان آمادگی سیستم را برای افزایش بار کاری) به منظور جلوگیری از هر گونه تداخل وقتی که درخواست عملیات انتقال ترافیکی از یک منطقه به طور همزمان آغاز شده باشد، می باشد.

## ۲-۹- کاربرد های شبکه های بین خودرو

شبکه های بین خودرو کاربردهای متنوعی دارند که در زیر تعدادی از این کاربردها را بیان می کنیم:

### ۲-۹-۱- سیستم احتراز از برخورد در تقاطعات

این سیستم نیازمند هر دو نوع ارتباط خودرو با خودرو و خودرو با زیر ساخت است. حسگر های موجود در زیرساخت، اطلاعات خودرو های مجاور تقاطعات را جمع آوری و پردازش می کنند و بسته به نوع تحلیل داده، اگر احتمال ایجاد یک تصادف در منطقه تحت خطر وجود داشته باشد، یک پیغام هشدار به خودرو های موجود در تقاطع ارسال می شود تا آن ها بتوانند واکنش مناسب را به منظور جلوگیری از تصادف انجام دهند.

برنامه ای زیادی تحت این دسته از سیستم کار می کنند که تمامی آن ها از کمینه فرکانسی ۱۰ هرتز و در فاصله ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر استفاده می کنند.

#### **۲-۹-۲- هشدار در مورد عدم توجه به چراغ راهنمایی**

این برنامه به رانندگان خودرو هایی که اگر در زمان چراغ قرمز توقف نکنند حتما دچار تصادف می شوند پیغام هشدار را ارسال می کند. ارسال این پیغام به وضعیت ترافیک، زمان بندی چراغ، سرعت خودرو و موقعیت خودرو و سطح جاده بستگی دارد.

#### **۲-۹-۳- راهنمای گردش به چپ**

هدف این سیستم کمک به راننده برای گردش به چپ در تقاطعات بصورت ایمن می باشد. همانطور که در شکل مشاهده می شود این کار با ارسال اطلاعات گردآوری شده از وضعیت ترافیک در سمت مخالف جاده از خودرویی که می خواهد اقدام به گردش کند، انجام می گیرد. این اطلاعات با حسگر های موجود در سطح جاده و یا درون خودرو جمع آوری شده و به سایر خودرو ها ارسال می گردد. این کار یا به وسیله زیر ساخت موجود بطور مستقیم انجام می شود و یا در اثر درخواست راننده در حال گردش از سایر خودرو ها جهت تصمیم به گردش یا عدم آن انجام می گردد.

#### **۲-۹-۴- هشدار تشخیص ترافیک ادغام شونده**

این سیستم جهت جلوگیری از برخورد در ناحیه ادغام و در جایی که دید ضعیف است به کار می رود و به خودروهایی که سعی در ادغام ترافیکی در شرایط نا ایمن دارند از یک طرف و به سایر خودرو های در راه از طرفی دیگر اخطار می دهد.

#### **۲-۹-۵- اطلاعات معین عبور عابرین در تقاطعات**

هدف اصلی آن هشدار به رانندگان در صورت عبور عابر از طریق گردآوری اطلاعات آن ها با حسگر های نصب شده در پیاده رو است. پس از جمع آوری، حسگر ها قادر به ارسال آن به سیستم مرکزی هستند. همچنین اگر عابر دکمه عبور چراغ را طبق شکل بفشارد سیستم داده ها را مورد پردازش قرار داده و اگر احتمال برخورد را حدس بزند، پیام را به خودرو های در حرکت ارسال می کند.

#### ۲-۹-۶- امنیت عمومی

این برنامه ها جهت کمک به رانندگان در زمان رخداد تصادف و پشتیبانی از گروه های اورژانسی ایجاد شده اند. بیشتر زمان پاسخگویی این خودرو ها در راهشان به مقصد تلف می گردد. این زمان به طور متوسط ۶ تا ۷ دقیقه است که گاهی تا ۲۵ دقیقه نیز می رسد. فرکانس مورد استفاده از آن ۱ هرتز و بازه ارتباطی از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می باشد.

#### ۲-۹-۷- هشدار نزدیک شدن خودرو اورژانسی

در این کاربرد، عبور خودرو اورژانسی (آمبولانس، پلیس یا مأموران امدادی) توسط ابزارهای ارتباطی نصب شده در این خودرو به اطلاع راننده خودروهای مرتبط واقع در مسیر می رسد. بدین ترتیب خودروهای واقع در مسیر با دریافت این هشدار، خط حرکتی خود را تغییر داده و مسیر را برای عبور خودروی اورژانسی باز می نمایند. اطلاعات در این برنامه شامل سرعت خودروی اورژانسی، جهت و اطلاعات خط حرکت می باشد.

#### ۲-۹-۸- سرویس های شرایط بحرانی

این سیستم ها در شرایط تهدید کننده جانی و با ارسال پیام های بحرانی در تصادفات کار می کنند. این پیام ها یا خودکار و یا به وسیله راننده ارسال می شوند. از هر دو ارتباط V2V یا V2I بسته به شرایط می تواند استفاده شود.

#### ۲-۹-۹- هشدار پسا تصادف

جهت جلوگیری از تصادفات بالقوه قبل از رخداد آن ایجاد شده اند خودرویی که به دلیل شرایط مه گرفتگی یا به دلیل تصادف قادر به حرکت نیست، پیغام هشدار را به سایر خودروهایی هم جهت یا خلاف جهت در حال رسیدن به آن هستند می فرستد و آن ها را از موقعیتش، جهت خود و سایر اطلاعات وضعیت خود آگاه می سازد.

## ۲-۹-۱۰- تعمیم علائم

این برنامه جهت اخطار به رانندگان بی توجه به علائم نصب شده در راه و به منظور جلوگیری از تصادفات می باشد. بیشتر آن ها در فرکانس ۱ هرتز و در بازه ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر کار می کنند.

### - هشدار سرعت هنگام نزدیک شدن به پیچ

با پیاده سازی این کاربرد، زمانی که راننده با سرعتی نامناسب به پیچ نزدیک می شود، توسط زیرساختهای موجود به وی هشدار داده می شود.

### - هشدار نزدیک شدن به محوطه کارگاهی

در این دسته از کاربردها، تجهیزات کنار جاده، در زمان نزدیک شدن خودرو به محوطه های کارگاهی، به راننده هشدار می دهد تا او را از وجود خطر احتمالی آگاه گرداند. این کاربرد در اتوبانهای شهری و بین شهری، باعث افزایش چشمگیر ایمنی می شود.

## ۲-۹-۱۱- عیب یابی و نگهداری از خودرو

این برنامه ها جهت ارسال پیام های آگاهی دهنده به خودرو ها در جهت یادآوری مشکلات ایمنی خودرو و نیاز آن به انجام برخی تعمیرات ایجاد شده اند و شامل دو دسته ی اعلان وضعیت ایمنی و اعلان نیاز به تعمیرات فوری می گردند.

## ۲-۹-۱۲- اطلاعات دریافتی از دیگر خودرو ها

این نوع از برنامه در هر دو بستر ارتباطی V2V و V2I کار میکند و در بازه فرکانسی ۲ تا ۵۰ هرتز و بازه ارتباطی ۵۰ تا ۴۰۰ متر می‌باشند.

## ۲-۱۰- جمع بندی

انواع شبکه های بین خودرویی سه دسته هستند: شبکه های بین خودرویی سلولی، شبکه های بین خودرویی اختصاصی و شبکه های بین خودرویی موردی. که شبکه های بین خودرویی موردی نوعی شبکه Ad-Hoc است که بدون نیاز به پشتیبانی مدیری مرکزی یک شبکه موقت بین خودروها می‌سازد.

در این فصل چگونگی نصب آنتن بر روی خودرو و مدل ماشین هوشمند را مورد بررسی قرار دادیم. فناوری های دسترسی بیسیم در شبکه های بین خودرویی و فاکتورهای مورد بررسی و کاربرد شبکه های بین خودرویی نیز بطور مختصر بیان شدند.

در فصل بعدی به مطالعه انواع پروتکل های مسیریابی در شبکه های بین خودرویی خواهیم پرداخت.



## فصل سوم

"پروتکل های شبکه های بین خودرویی"

شبکه های بین خودرویی برای ارتباط بیسیم و مسیریابی از پروتکل های خاصی پیروی می کنند، که در ادامه به بررسی چند پروتکل از این دسته می پردازیم.

### ۳-۱- پروتکل ADOV<sup>۱۸</sup>

این پروتکل متعلق به کلاس DV<sup>۱۹</sup> می باشد. در یک DV، هر گره همسایه هایش را با هزینه رسیدن به آنها می شناسد. هر گره دارای جدول مسیریابی همه گره های موجود در شبکه را به همراه مسافت آنها ذخیره می کند. یک جدول مسیریابی در جدول (۳-۱) نشان داده شده است. اگر یک گره در دسترس نباشد، مسافت  $\infty$  است. هر گره به طور متناوب جدول مسیریابی را به گره های همسایه می فرستد، بنابراین گره ها با توجه به مسیریابی مسیر مناسب را تشخیص می دهند [۱۱].

جدول ۳-۱- نمونه ای از جدول مسیریابی

| Destination (DE) | Cost (CO) | Next Hop (NH) |
|------------------|-----------|---------------|
| A                | 1         | A             |
| B                | 0         | B             |
| C                | $\infty$  | -             |
| D                | 1         | D             |
| E                | $\infty$  | -             |

این روش می تواند ارسال تک پخشی و چند پخشی را بدون هیچ پروتکل دیگری اجرا کند. برای مسیریابی ارسال تک پخشی سه پیام کنترلی استفاده می شود: RREP، RREQ<sup>۲۱</sup> و RERR<sup>۲۲</sup>. اگر یک گره بخواهد یک بسته را به گره دیگری ارسال کند (با توجه به شکل (۳-۱)) ابتدا یک پیام RREQ را ارسال می کند. گره دریافت کننده RREQ یک مسیر برگشتی به فرستنده ایجاد می کند. اگر گره دریافت کننده پیام RREQ،

<sup>۱۸</sup>Ad hoc On-Demand Distance Vector

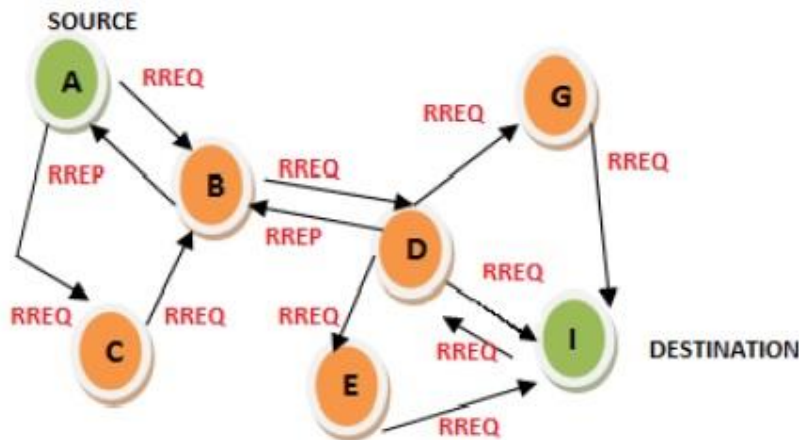
<sup>۱۹</sup>distance vector routing protocol

<sup>۲۰</sup>Rout Reply

<sup>۲۱</sup>Rout Request

<sup>۲۲</sup>Rout Error

مقصد نهایی بسته نباشد آن گره پیام RREQ به روز شده را پخش مجدد می‌کند و به طور خاص شماره hop را افزایش می‌دهد. اگر گره به عنوان مقصد نهایی ارسال اطلاعات شناخته شد، آن گره یک RREP را ایجاد می‌کند. اگر یک گره متوجه شود که به دیگر گره‌ها دسترسی ندارد یک پیام RREP را پخش می‌کند. در شکل (۳-۲) فرآیند مسیریابی در AODV را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱- فرآیند مسیریابی در AODV [۱۱]

در این شکل گره A خواهان برقراری ارتباط با گره I می‌باشد. برای این کار گره A پیام درخواست را برای گره‌های اطراف خود یعنی B و C می‌فرستد. و گره B مسیر برگشتی را به گره A با ارسال پیام RREP ایجاد می‌کند. سپس گره B هم به همین صورت پیام درخواست را به گره‌های همسایه خود ارسال می‌کند. و گره‌های بعدی هم به همین صورت عمل کرده تا به گره مقصد یعنی I برسیم. پس در شکل بالا گره A و I از طریق گره B و D با یکدیگر به تبادل اطلاعات می‌پردازند.

## ۳-۲- SRB<sup>۲۳</sup>

اهداف اصلی SRB عبارتند از: ۱- کم کردن پیام‌های broadcast شده، و ۲- ایجاد مسیر پایدار.

<sup>۲۳</sup>Secure Ring Broadcast

در SRB گره‌های دریافت کننده به سه گروه تقسیم می‌شوند: گره‌های داخلی IN، گره‌های خارجی ON، گره‌های حلقه‌ی امن SRN [۱۲].

گره‌های داخلی (IN) نزدیکترین گره‌ها به گره فرستنده، گره‌های خارجی (ON) دورترین گره‌ها از گره فرستنده و گره‌های حلقه‌ی امن (SRN) گره‌هایی در فاصله مناسبی از گره فرستنده قرار دارند می‌باشد. با استفاده از توان دریافتی در هر گره می‌توان گره‌ها را در این کلاس‌بندی قرار داد. پارامتر IBT را مقدار آستانه گره‌های داخلی و پارامتر OBT را مقدار آستانه گره‌های خارجی تعریف می‌کنیم. از آن جا که  $rxdiff$  میزان توان دریافتی در هر گره می‌باشد، داریم: اگر  $rxdiff > IBT$  آنگاه گره متعلق به گروه IN است. اگر  $rxdiff < OBT$  آنگاه گره متعلق به گروه ON است. اگر  $OBT < rxdiff < IBT$  آنگاه گره متعلق به گروه SRN است.

دو پارامتر SRB-P و SRB-C به این صورت تعریف می‌شوند:

SRB-P تعداد گره‌های فرستنده یک درخواست - گره‌هایی با پیشینه متفاوت - به یک گره دیگر را در نظر می‌گیریم.

SRB-C گره دریافت کننده درخواست و دو گره فرستنده درخواست را در سه راس مثلث در نظر گرفته، سپس ارتفاع مثلث از طرف گره گیرنده ( $h_p$ ) را محاسبه می‌کنیم.

-گره‌های حلقه‌ی امن (SRN)

گره‌های مربوط به گروه SRN برای rebroadcast (پخش مجدد) کردن درخواست ترجیح داده می‌شوند.

SRB-P: اگر یک گره درخواست یکسانی از دو گره با پیشینه متفاوت در زمان مکث (hold time) دریافت

کرد، آن گره درخواست را رها می‌کند، در غیر این صورت درخواست را پخش مجدد می‌کند.

SRB-C: اگر ارتفاع  $h_p$  کمتر از مقدار آستانه ( $50\text{m}$ ) باشد، گره بسته را رها می‌کند، در غیر این صورت آن را پخش مجدد می‌کند.

### گره‌های خارجی (ON)

اگر هیچ یک از گره‌های مربوط به گروه SRN درخواست را پخش مجدد نکند، پخش مجدد کردن آن به عهده گره خارجی است.

SRB-P: اگر یک گره درخواست یکسان از سه گره با پیشینه متفاوت در زمان مکث دریافت کرد، آن گره درخواست را رها می‌کند. اگر آن گره دوباره درخواست را دریافت کرد آن گره به اندازه زمان مکث منتظر می‌ماند، اگر همان گره برای سومین بار درخواست را دریافت کرد آن گره درخواست را رها می‌کند.

SRB-C: ما تنها گره‌هایی که ارتفاع  $h_p$  آنها کمتر از مقدار آستانه ( $50\text{m}$ ) است را در نظر می‌گیریم، اگر یک گره درخواست یکسان از سه گره با پیشینه متفاوت در زمان مکث دریافت کرد، آن گره درخواست را رها می‌کند. اگر آن گره دوباره درخواست را دریافت کرد آن گره به اندازه زمان مکث منتظر می‌ماند، اگر همان گره برای سومین بار درخواست را دریافت کرد آن گره درخواست را رها می‌کند.

### گره‌های داخلی (IN)

SRB-P: اگر یک گره درخواست یکسان از دو گره با پیشینه متفاوت در زمان مکث دریافت کرد، آن گره درخواست را رها می‌کند، در غیر این صورت آن را پخش مجدد می‌کند.

SRB-C: اگر ارتفاع  $h_p$  آنها کمتر از مقدار آستانه ( $100\text{m}$ ) باشد گره بسته را رها می‌کند، در غیر این صورت آن را rebroadcast می‌کند.

### ۳-۳- پروتکل ZRP<sup>۲۴</sup>

گره‌ای که می‌خواهد بسته‌ای را به گره دیگری ارسال نماید ابتدا بررسی می‌کند که آیا مقصد در داخل ناحیه مسیریابی‌اش می‌باشد یا خیر. در صورتی که آن گره در ناحیه مسیریابی‌اش قرار داشته باشد از اطلاعات فراهم شده توسط IARP استفاده می‌کند و بسته به صورت کنشی (ProActive) مسیریابی می‌شود. ولی در صورتی که گره موردنظر در ناحیه مسیریابی گره مبدا قرار نداشته باشد و در خارج از آن باشد، بسته باید به صورت واکنشی (ReActive) مسیریابی شود.

پرونده مسیریابی ReActive به ۲ مرحله تقسیم می‌شود. ۱- مرحله درخواست مسیر ۲- مرحله پاسخ مسیر.

در مرحله درخواست مسیر، گره مبدا یک بسته درخواست مسیر را از طریق پروتکل BRP به گره‌های جانبی‌اش (در ناحیه مسیریابی) ارسال می‌کند.

در صورتی که دریافت‌کننده بسته درخواست مسیر، مقصد را می‌شناخت آنگاه با فرستادن یک بسته پاسخ مسیر به سمت گره مبدا پاسخ می‌دهد. در غیر آن صورت پرونده را با bordercast کردن بسته ادامه می‌دهد. به این طریق، بسته‌های درخواست مسیر در شبکه پخش می‌شوند. در صورتی که یک گره چندین کپی یکسان از یک بسته درخواست مسیر دریافت کرد، آنها را به عنوان اضافی تلقی می‌کند و از بین می‌برد. پاسخی که توسط هر گره ارسال می‌شود می‌تواند یک مسیری را به سمت مقصد فراهم نماید. برای اینکه بتوان بسته پاسخ مسیر را به گره مبدا برگرداند، اطلاعات مسیریابی باید هنگامیکه درخواست در شبکه فرستاده می‌شود جمع گردد. این اطلاعات یا در بسته درخواست مسیر ثبت می‌شوند و یا اینکه به عنوان آدرس‌های hop بعدی در گره‌هایی که در طول مسیر هستند ثبت می‌گردند. در حالت اول، گره‌هایی که

---

<sup>۲۴</sup>Zone routing porotocol

بسته درخواست مسیر را forward می‌کنند آدرس خود را به اطلاعات موجود در بسته اضافه می‌کنند . هنگامیکه بسته به مقصد می‌رسد ترتیب آدرسها معکوس می‌شود و در بسته پاسخ مسیر کپی می‌شود و از این ترتیب برای forward کردن بسته پاسخ مسیر به سمت گره مبدا استفاده می‌شود .

در حالت دوم گرههای forward کننده اطلاعات مسیریابی را به عنوان آدرسهای hop بعدی نگهداری می‌کنند، زمانیکه بسته پاسخ مسیر به سمت مبدا فرستاده می‌شود از این اطلاعات استفاده می‌شود . این روش می‌تواند منابع ارسالی را با کوچک کردن سائز بسته در خواست مسیر و بسته پاسخ مسیر ذخیره نماید.

### ۳-۳-۱- مسیریابی کنشی (ProActive) و مسیریابی واکنشی (ReActive)

بسته به اینکه چه زمانی مسیرها محاسبه می‌شوند ، پروتکل‌های مسیریابی می‌توانند به ۲ بخش تقسیم شوند. مسیریابی کنشی و مسیریابی واکنشی.

- **مسیریابی کنشی:** در این متد ، مسیرها از قبل به سمت تمام مقصدها محاسبه می‌شوند . برای محاسبه مسیرها ، گرهها نیاز دارند که تمام ویا قسمتی از اطلاعات را در مورد موقعیت های لینکها و توپولوژی شبکه نگهداری کنند و برای اینکه این اطلاعات را بروز رسانی نمایند، احتیاج دارند که بصورت دوره ای ویا در زمانی که موقعیت لینکی یا توپولوژی شبکه ای تغییر کرد اطلاعاتشان را منتشر نموده و براساس اطلاعات بدست آمده جداولشان را نیز به روز رسانی نمایند. مزیت مسیریابی ProActive این است که زمانی که یک مبدأ نیازمند ارسال بسته ای به مقصدی باشد، مسیر مورد نظر در دسترس است و هیچ اتلاف زمانی صورت نمی‌پذیرد . عیبی که برای این گونه مسیریابی ها مطرح می‌باشد این است که بعضی از مسیرهای تولید شده ممکن است هیچ گاه استفاده نشوند و همچنین اینکه در هنگامیکه تغییرات در

توپولوژی شبکه سریع باشد، انتشار اطلاعات مسیریابی ممکن است مقدار زیادی از پهنای باند را مصرف نماید.

نمونه ای از مسیریابی کنشی می توان پروتکل OLSR [۱۳] را نام برد. که در فصل چهارم بطور کامل به شرح این پروتکل خواهیم پرداخت.

- **مسیریابی واکنشی:** در این متد ، مسیر به سمت یک مقصد وجود ندارد و فقط هنگامی که آن مسیر مورد نیاز باشد اقدامات لازم جهت محاسبه آن صورت می پذیرد. ایده اصلی این نوع مسیریابی به صورت زیر است:

هنگامی که یک مبدأ نیاز دارد که بسته ای را به سمت یک مقصدی بفرستد، ابتدا یک یا چند مسیر را به سمت آن مقصد شناسایی می کند که به این پروسه ، پروسه کشف مسیر و (Route Discovery) گفته می شود. بعد از اینکه آن مسیر یا مسیرها بدست آمدند، مبدأ بسته مورد نظر را از طریق یکی از آنها ارسال می کند. در طول انتقال بسته ها، ممکن است که بدلیل حرکت مداوم گرهها در شبکه، مسیرها شکسته شوند.

پروتکل مسیریابی ADOV نمونه بارزی از مسیریابی واکنشی است. که در آن تمامی مسیر ها فقط هنگامی که مورد نیاز باشند و تنها در طول مدتی که مورد استفاده قرار می گیرند، کشف و نگهداری می شوند [۱۴].

#### GVGrid - ۳-۴

GVGrid یک مسیر را براساس نیاز، از یک منبع (یک گره ثابت یا ایستگاه جاده ای) به یک خودرو متحرک یا ساکن ایجاد می کند. هدف اصلی GVGrid ایجاد یک مسیر پایدار برای خودرو متحرک و یک مسیر با کیفیت بالا است. در GVGrid ناحیه جغرافیایی را به نواحی مربعی با اندازه یکسان بخش بندی

می‌کنند که به این نواحی grid گفته می‌شود و آن grid که شامل گره  $u$  است را با  $G(u)$  نمایش می‌دهیم [۱۵]. هر بخش جاده (road segment) یک شماره منحصر بفرد دارد. یک مسیر در یک شبکه، مسیر شبکه نامیده می‌شود و یک مسیر در گراف جاده‌ای مسیر رانندگی نامیده می‌شود، جهت انتخاب گره‌های همسایه برای گره  $u$  به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- ۱- یک گره روی مسیر شبکه مربوط به گره  $u$  ( $road(u)$ ) یا روی road segment همسایه (مثلاً  $e$ ) اولویت دارد، چون که  $road(u)$  و  $e$  در یک خیابان هستند.
- ۲- یک گره روی road segment همسایه  $road(u)$  مثلاً  $e$  انتخاب می‌شود، هرچند که  $road(u)$  و  $e$  در یک street نیستند.

در شکل زیر گره  $u$  در  $grid11$ ،  $a$  را در  $grid02$  و گره  $g$  را از  $grid00$  بنا به راهکار ۲ انتخاب می‌کند. گره  $b$  از  $grid01$  بنا به راهکار ۱ انتخاب می‌شود. در  $grid01$ ، گره‌های  $b$  و  $c$  نسبت به گره‌های  $c$  و  $e$  اولویت دارند زیرا جهتشان با گره  $u$  یکسان است.

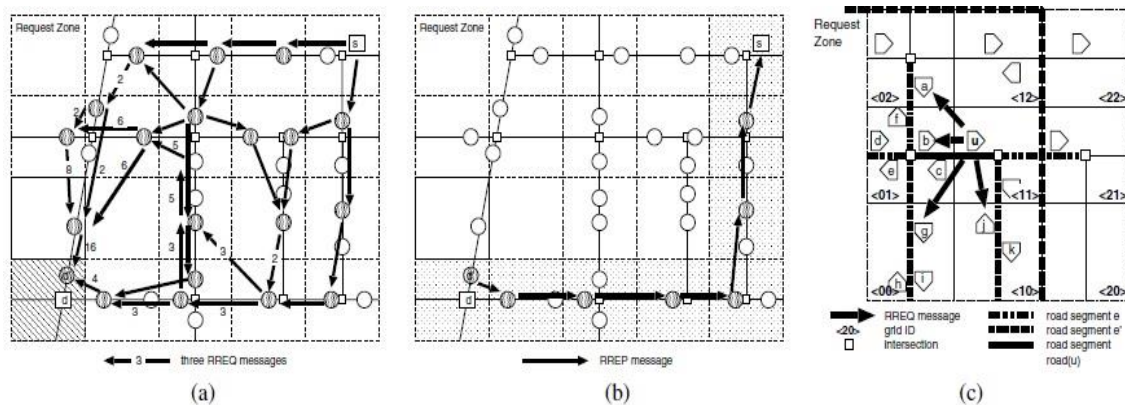
روش به روزرسانی جدول مسیریابی و انتقال اطلاعات به شرح ذیل می‌باشد. گره  $s$  به عنوان فرستنده و گره  $d$  را به عنوان گیرنده اطلاعات در نظر می‌گیریم، ابتدا گره  $s$  همسایه‌هایش را شناسایی کرده سپس با ارسال RREQ به آنها، گره‌های همسایه RREQ را دریافت می‌کنند، اگر آن گره مقصد نهایی ارسال اطلاعات نباشد همان گره مجدداً RREQ را باز پخش می‌کند شماره grid ID خود را در پیام RREQ ذخیره می‌کند و به این ترتیب پیام RREQ اطلاعاتی از قبیل grid ID گره‌هایی که از آنها عبور کرده تا به مقصد رسیده است را شامل می‌شود، و گیرنده نهایی با بررسی RREQ‌هایی که از مسیرهای مختلف به آن رسیده کوتاه‌ترین مسیر را تشخیص داده و پیام RREP را از همان مسیر به سوی گیرنده ارسال می‌کند. هدف

اصلی GVGrid فراهم کردن کیفیت بالای مسیر می‌باشد. در شکل (۳-۳) فرآیند بازیابی مسیر در GVGrid را نشان می‌دهد.

QOS معمولاً به این صورت تعریف می‌شود:

۱- مدت پایداری مسیر

۲- نرخ دریافت بسته



شکل ۳-۲- فرآیند بازیابی مسیر در GVGrid [۱۵]

### ۳-۵ DOLPHIN

در این پروتکل هر گره قبل از ارسال اطلاعات ابتدا وضعیت سیگنال حامل را چک می‌کند. پروتکل‌های

MAC مربوطه عبارتند از p-Persistent و Non-Persistent CSMA [۱۶].

• Non-Persistent CSMA: اگر سیگنال حامل مشغول باشد، آنگاه گره به مدت زمان تصادفی منتظر

می‌ماند و مجدداً سیگنال حامل را چک می‌کند، چنانچه سیگنال حامل آزاد شد در این صورت گره شروع به ارسال اطلاعات می‌کند.

• p-Persistent CSMA: وقتی که یک گره آماده ارسال شد ابتدا سیگنال حامل را چک می‌کند، اگر

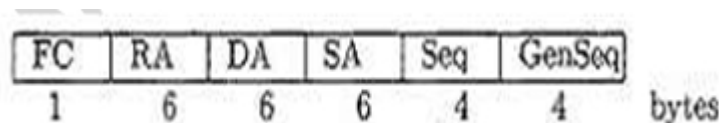
سیگنال حامل آزاد بود آن گره با احتمال  $p$  ارسال اطلاعات می‌کند و چنانچه سیگنال حامل مشغول باشد به مدت زمان تصادفی منتظر می‌ماند، مجدداً سیگنال حامل را چک می‌کند.

WTRP پروتکلی است که برای شبکه‌های Ad-hoc استفاده می‌شود. WTRP یک پروتکل برای شبکه

محلی بیسیم است که به وسیله‌ی Token bus با استاندارد IEEE 802.4 حمایت می‌شود [۱۷].

یک ایستگاه فریم Token را دریافت می‌کند و آن را به successor ارسال می‌کند. شکل فرمت فریم

Token در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.



شکل ۳-۳- فرمت فریم token [۱۷]

**FC:** نوع بسته را معین می‌کند.

**SA:** آدرس منبع را مشخص می‌کند.

**DA:** آدرس مقصد را مشخص می‌کند.

**Seq:** از صفر شروع شده و با عبور از هر ایستگاهی یک واحد به آن اضافه می‌شود.

**RA:** به حلقه‌ای که Token متعلق به آن است اشاره می‌کند.

**GenSeq:** از صفر شروع می‌شود و با یک دور کامل در حلقه توسط گره سازنده Token یک واحد به

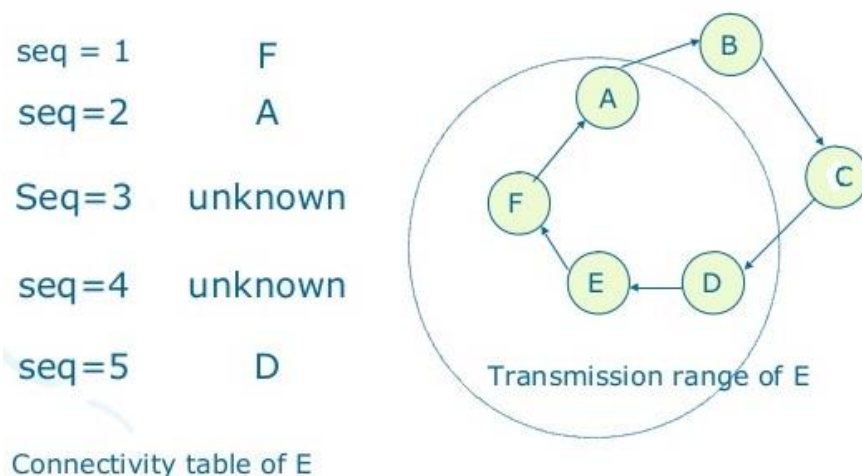
آن افزوده می‌شود. توجه شود که سازنده Token به عنوان مالک حلقه شناخته می‌شود.

در گره سازنده Token جدول اتصال ذخیره می‌شود مانند شکل (۳-۵) و در این جدول اطلاعاتی راجع

به گره‌های موجود در حلقه مربوطه و Seq هریک از آنها وجود دارد. با توجه به شکل گره E به عنوان سازنده

Token آن را به گره F ارسال می‌کند و گره F هم با تغییر Seq به یک، آن را به گره A ارسال می‌کند و به

همین ترتیب، حال اگر گره‌های B و C تحت شگره گره E قرار نداشته باشند، گره E با توجه به Seq می‌فهمد که دو گره تحت شگره نبوده ولی در حلقه قرار دارند.

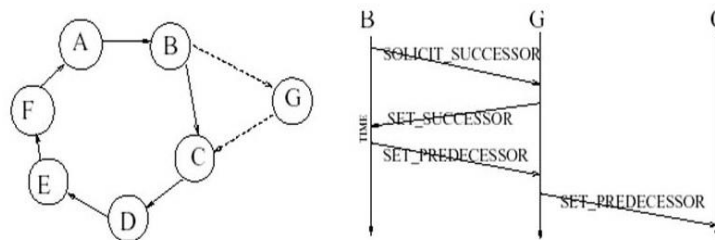


شکل ۳-۴- جدول اتصال در گره سازنده token [۱۷]

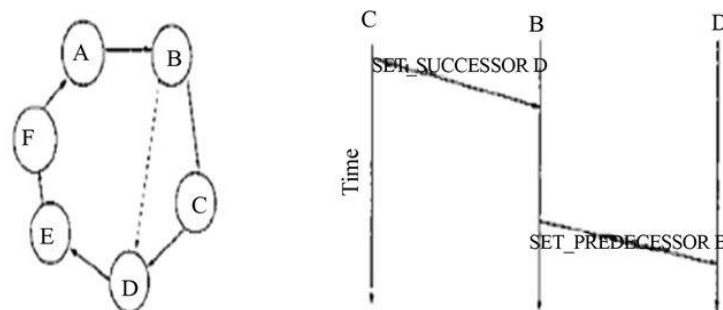
هر ایستگاهی که سازنده Token است، تایمر Idle را تنظیم می‌کند. اگر Token در حلقه گم شد هیچ‌گونه پیام ACK در مدت زمان Idle به ایستگاه نرسیده و مدت زمان تایمر Idle به پایان می‌رسد و ایستگاه شروع به ارسال مجدد همان Token می‌کند. توجه شود که یک Token با GenSeq بالاتر دارای اولویت بالاتر است. مکانیزم بازیابی حلقه در این روش به این شکل است که وقتی گره‌ای متوجه شود که Successor آن در دسترس نیست Set-Token PREDECESSOR را به گره اتصال بعدی ارسال می‌کند.

مسئله دیگر اجازه ورود گره‌های دیگر به داخل حلقه در WTRP می‌باشد. با توجه به شکل ۲۴ مدیریت کنترل ورود در ایستگاه B با ارسال یک SOLICIT-SUCCESSOR به بیرون، گره‌های دیگر را برای پیوستن به داخل حلقه دعوت می‌کند، همچنین گره G پیام Set-SUCCESSOR Token را ارسال کرده و سپس گره B پیام Set-Token PREDECESSOR را به گره G ارسال می‌کند و گره G پیام Set-PREDECESSOR را به گره C می‌فرستد. چنانچه در شکل ۲۵ نشان داده شده است، فرض کنید ایستگاه C می‌خواهد حلقه را ترک کند، بسته Set-SUCCESSOR همراه به آدرس MAC مربوط به گره D را به

گره B ارسال می‌کند. اگر D تحت شگره B قرار داشته باشد، گره B با ارسال Set-PREDECESSOR به گره D اتصال برقرار می‌کند. در شکل های (۳-۶) و (۳-۷) نحوه وارد شدن گره به حلقه و خروج گره از داخل حلقه نشان داده شده است.



شکل ۳-۵- وارد شدن گره G به داخل حلقه [۱۷]



شکل ۳-۶- خروج گره C از داخل حلقه [۱۷]

### ۳-۷- جمع بندی

مسیریابی در شبکه های VANET یکی از چالش های مهم در این نوع شبکه ها تلقی می‌شود. که در این فصل ما چند نمونه از این پروتکل ها را بطور مختصر توضیح دادیم. و دیدیم که بعضی از این پروتکل ها عمل مسیریابی را به کمک جدول مسیریابی انجام می‌دهند که به این دسته از پروتکل های کنشی می‌گویند. در این نوع پروتکل یک مسیر مشخص از قبل وجود دارد.

نوع دیگر از مسیریابی را نیز معرفی کردیم که یک مسیر به یک مقصد وجد ندارد و فقط هنگامی که نیاز باشد اقدام به برقراری مسیر صورت می‌گیرد، که این نوع مسیریابی واکنشی نام دارد.

برخی پروتکل های مسیریابی با ارسال یک فریم Token در یک حلقه از گرهها که با هم در ارتباط اند عمل مسیریابی را انجام می دهند. و پروتکلی را نیز معرفی کردیم که با بررسی وضعیت سیگنال حامل عمل برقراری ارتباط و مسیریابی را انجام می دهد.

در فصل بعدی پروتکل OLSR که پروتکل مورد بحث اصلی در این پایان نامه است را بطور کامل شرح خواهیم داد.

## فصل چہارم

### "پروتکل OLSR"

## ۴-۱- پروتکل OLSR

پروتکل OLSR [۱۸] از جمله پروتکل های مسیریابی در شبکه های Adhoc می باشد. که این پروتکل در دسته پروتکل های ProActive قرار می گیرد.

OLSR پروتکل حالت لینک را با فشرده سازی سائز اطلاعات ارسالی و نیز کاهش ارسال مجدد اطلاعات در کل شبکه بهینه کرده است. برای رسیدن به این هدف، OLSR از تکنیک ارسال مجدد بصورت چندگانه استفاده می کند. این پروتکل برای مسیریابی در شبکه های VANET متراکم و بزرگ کارا می باشد.

## ۴-۲- عملکرد پروتکل OLSR

این پروتکل ذاتا بر مبنای الگوریتم حالت لینک (LS) است و به علت طبیعت ProActive اش، مسیرها هر زمان که مورد نیاز باشد فوراً در دسترس قرار می گیرند. در پروتکل LS اصلی هزینه تمام لینک ها بین گره های همسایه اعلان می شود و پیام در کل شبکه منتشر می گردد که این عمل در اکثر اوقات موجب سرریز و اختلال می شود. پروتکل OLSR حالت بهینه شده پروتکل LS می باشد. که در شبکه های VANET استفاده می شود.

این پروتکل سائز بسته های کنترلی را کاهش می دهد، و به جای اینکه بسته های کنترلی را به تمام گره ها در شبکه منتشر شوند، فقط به یک زیرمجموعه ای از گره ها ارسال می گردند. این پروتکل بصورت قابل توجهی ارسال های مجدد را کاهش می دهد.

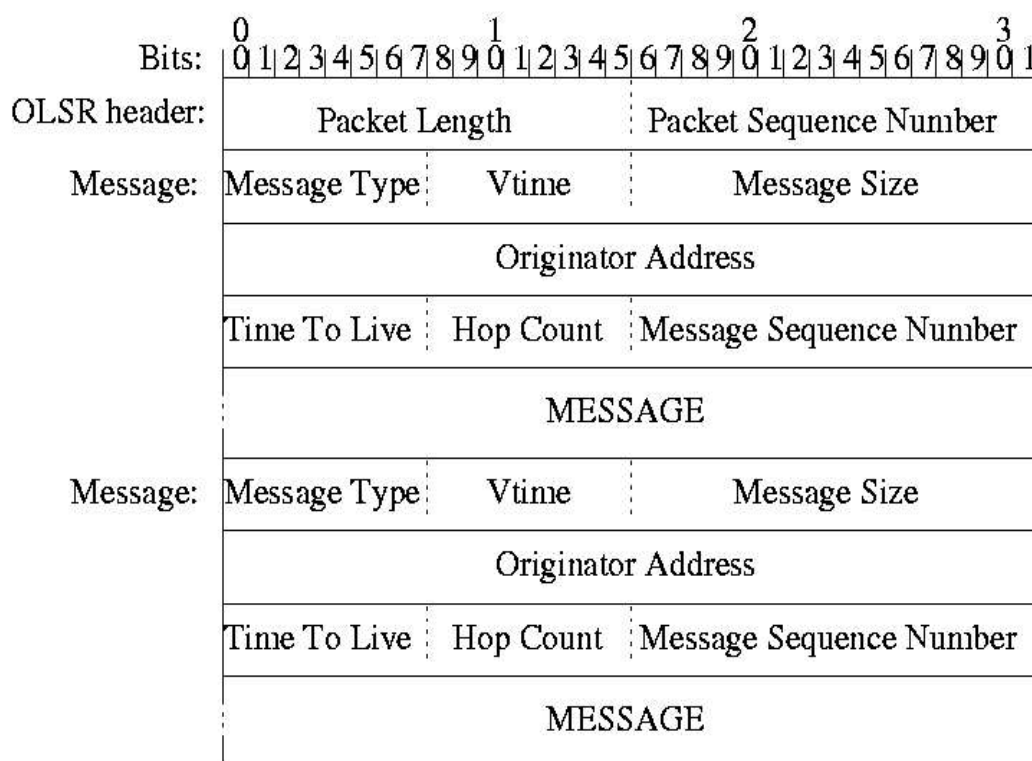
لازم به ذکر است این پروتکل مسیرها را برای تمام مقصد ها در شبکه نگهداری می کند، از این رو برای نمونه های ترافیکی که یک زیرمجموعه بزرگی از خودروها با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند و جفت های مبدا و مقصد مرتبا تغییر می کنند مفید می باشند. در این پروتکل هر گره بصورت دوره ای پیام های کنترلی خود را در کل شبکه ارسال می کند، بنابراین به دلیل تصادم و مشکلات رایج دیگر شبکه، احتمال گم شدن

بسته های کنترلی در شبکه وجود دارد. در این پروتکل هر پیام دارای یک شماره ترتیب است، بنابراین در طرف گیرنده دریافت نامرتب پیام ها نمی تواند سبب بروز مشکل گردد.

پروتکل OLSR یک پروتکل مسیریابی hop-by-hop است. هر گره از آخرین اطلاعاتش برای مسیریابی یک بسته استفاده می کند.

### ۳-۴- فرمت فریم پروتکل OLSR

در شکل ۴-۱ فرمت بسته پروتکل OLSR را مشاهده می کنید.



شکل ۴-۱- فرمت فریم پروتکل olsr [۱۸]

اکنون به معرفی قسمت های موجود در فرمت بسته OLSR می پردازیم:

**Packet Length:** طول بسته را بصورت بایت مشخص می کند.

**Packet Sequence Number:** شماره این بخش هر بار که یک بسته منتقل می شود یک واحد افزایش میابد. یک شماره توالی اختصاصی برای هر بسته ای که بر روی هر واسط منتقل می شود، بصورت پیاپی شمارش می شود.

آدرس IP هر رابط که بر روی یک بسته نگه داری می شود از بخش هدر IP بسته قابل دستیابی است. اگر بسته حاوی پیام نباشد، یعنی طول بسته کوچکتر یا مساوی اندازه هدر بسته باشد، آنگاه بسته باید بطور صریح حذف گردد.

**Message Type:** این قسمت نشان می دهد که کدام پیام در قسمت MESSAGE یافت می شود.

**Vtime:** این فیلد نشان می دهد که چقدر زمان پس از دریافت پیام در یک گره باید اطلاعات موجود در پیام را معتبر در نظر بگیرد، مگر اینکه به روز رسانی جدیدی برای اطلاعات دریافت شود.

$$Vtime = c \left(1 + \frac{a}{16}\right)^{2b} \quad (1-4)$$

$$c = \frac{1}{16} = 0.0625 \quad (4-2)$$

a و b اعدادی صحیح هستند که a توسط چهار بیت پر ارزش و b توسط چهار بیت کم ارزش Vtime نشان داده می شوند.

**Message Size:** این بخش سائز پیام را بصورت بایت نشان می دهد. که از ابتدای بخش Message type تا Message type بعدی محاسبه می شود. اگر پیام بعدی وجود نداشته باشد تا انتهای پیام را محاسبه می کند.

**Originator Address:** این فیلد شامل آدرس اولیه گره ای است که در ابتدا پیام را تولید می کند.

**Time to Live:** این بخش شامل حداکثر تعداد hop های پیامی که منتقل می شود است. قبل از اینکه یک پیام توسط یک گره دوباره منتقل شود Time to Live یک واحد کاهش میابد. زمانی که این مقدار در پیامی صفر یا ۱ باشد این پیام نباید دوباره منتقل شود. بطور معمول یک پیام با Time to Live برابر صفر وجود ندارد.

**Hop Count:** این بخش شامل تعداد hop هایی است که یک پیام از طریق آنها به گره مقصد رسیده است. قبل از اینکه پیام دوباره منتقل شود این بخش یک واحد افزایش میابد. در مبدا پیام این بخش بر روی صفر تنظیم می شود.

**Message Sequence Number:** هنگامی که یک گره یک پیام را ایجاد می کند یک شماره شناسایی منحصر بفرد برای هر پیام اختصاص می دهد. بدین صورت می توان کنترل کرد که یک پیام دوبار از یک گره ارسال نشود.

#### ۴-۴- پیام MID

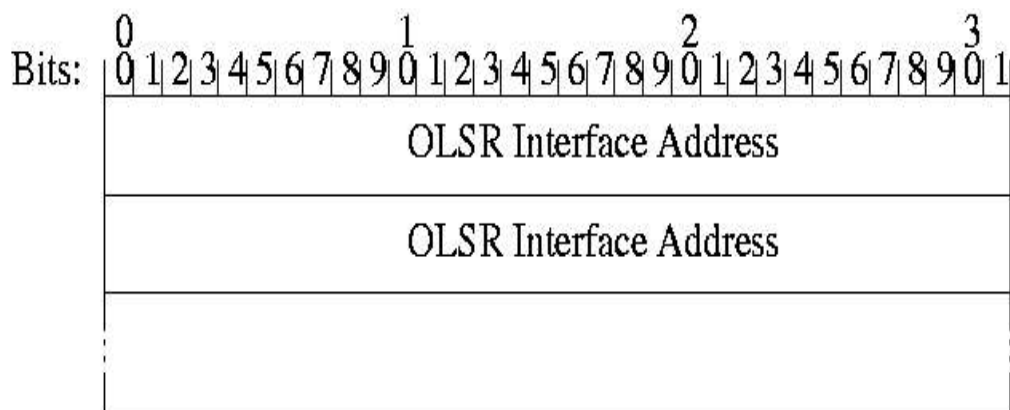
پیام MID توسط یک گره در شبکه ارسال می شود تا واسط های آن را اعلام کند. که شامل فهرست آدرس های واسط هایی است که به گره اصلی متصل هستند. این پیام ها توسط رله های چند نقطه ای که در فصل بعد معرفی شده اند، منتشر می شوند.

Time to live برای این پیام روی حداکثر مقدار تنظیم می شود. و تا زمانی ارسال خواهد شد که تمام آدرس رابط ها مشخص شود.

اطلاعات منتشر شده در پیام MID در هر گره برای محاسبه جدول مسیریابی آنها کمک خواهد کرد. که در زیر آن را معرفی خواهیم کرد.

#### ۴-۴-۱- فرمت فریم پیام MID

فرمت فریم پیام MID در شکل ۴-۲ نشان داده شده است:



شکل ۴-۲- فرمت فریم پیام MID [۱۸]

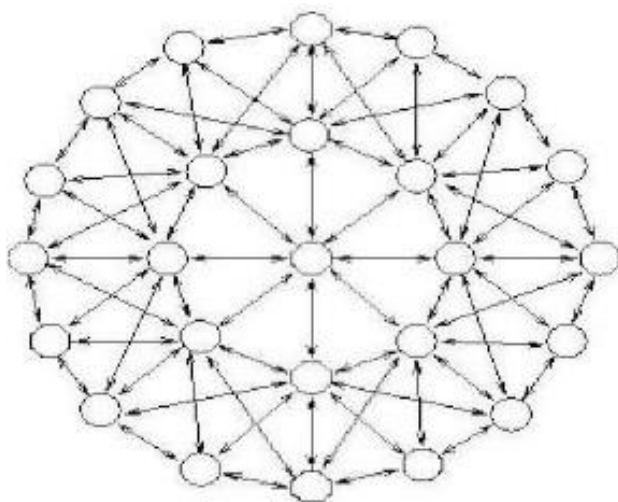
در پیام MID هر گره آدرس رابط های خود را از طریق گره های رله چند نقطه ای به گره های دیگر ارسال می کند.

#### ۴-۵- رله های چند نقطه (multipoint relay)

در این پروتکل هر گره زیرمجموعه ای از همسایگان خود را انتخاب کرده و توسط این گره ها پیام ها را به سایر گره ها ارسال می کند. به این گره های انتخابی رله های چند نقطه یا MPR می گویند.

با انتخاب این نقاط ارسال های مورد نیاز ما بسیار کاهش یافته و در شبکه های بزرگ و متراکم بسیار موثر و کار آمد می باشد.

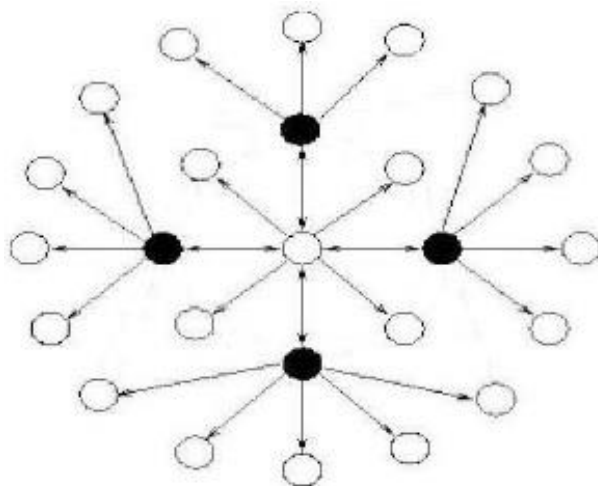
- شکل (۴-۳) ارسال پیام همه پخشی بدون استفاده از انتخاب رله های چند نقطه ای است.



شکل ۴-۳- مدل ارسال پیام همه پخشی [۱۹]

مشاهده می شود که همه گره ها در شبکه پیام ها را به تمام گره های همسایه خود ارسال می کنند که در این حالت احتمال سرریز و تداخل بسیار زیاد می باشد.

- شکل (۴-۴) استفاده از رله های چند نقطه ای را نمایش می دهد.



شکل ۴-۴- مدل انتشار پیام از طریق MPR ها [۱۹]

در این شکل پیام ها از طریق گره های رله چند نقطه ای ارسال می شوند. و مشاهده می شود که ارسال های مورد نیاز ما بسیار کم تر شده است. و بدین ترتیب احتمال تداخل و سرریز نیز کاهش میابد.

هرگره مجموعه multipoint relay اش را از بین همسایگانی انتخاب می کند که دارای ۳ شرط زیر باشند.

۱- فاصله شان از گره اصلی به اندازه یک hop باشد.

۲- لینکشان دوطرفه باشد .

۳- کلیه همسایگانی را که به فاصله دو hop از گره اصلی قرار دارند پوشش دهد .

برای انتخاب MPR ها ابتدا باید همسایه ها را شناسایی کنیم. و سپس به انتخاب MPR ها بپردازیم.

## ۴-۶- شناسایی همسایه

هر گره باید بتواند گرههای همسایه اش را که با آن لینک مستقیم و دو طرفه دارند، شناسایی کند. عدم قطعیتی که در انتشارات رادیویی وجود دارد موجب می‌شود که بعضی که از لینک ها یکطرفه باشند. در نتیجه همه لینک ها در هر دو طرف باید چک شوند تا اعتبار آنان مشخص شود.

برای پیاده سازی این مطلب هر گره پیام های hello خود را به صورت دوره ای منتشر می‌کند. این پیام

hello شامل اطلاعاتی راجع به همسایگان آن گره و موقعیت های لینک های آن است.

لازم به ذکر است پیام های hello منتشر شده توسط هر گره از طریق همه همسایگانی که یک پرش

(hop) با گره مورد نظر فاصله دارند دریافت می‌شود و آنها جداول خود را بر این اساس بروز رسانی می‌کنند

ولی همه آنها این اطلاعات را مجددا ارسال نمی‌کنند. بلکه فقط گرههایی که در مجموعه MPR گره اصلی

قرار گرفته باشند مسئولیت ارسال مجدد این پیام ها را بر عهده دارند.

یک پیام hello شامل اطلاعات زیر است:

۱- لیستی از آدرس های همسایگان که به آنها یک لینک دو طرفه معتبر وجود دارد.

۲- لیستی از آدرس های همسایگان که توسط این گره درک می‌شوند ( یعنی پیام hello دریافت شده

است) ولی آن لینک اکنون به عنوان لینک دوطرفه اعتبار ندارد.

اگر یک گرهی آدرس خودش را در یک پیام hello پیدا کرد در خواهد یافت که لینکش به گره فرستنده دوطرفه بوده است.

این پیام های hello به هر گره اجازه می دهد که اطلاعاتی را درباره گره های همسایه اش که تا دو hop با آنها فاصله دارد بدست آورد. بر مبنای این اطلاعات ، هر گره مجموعه MPRهایش را انتخاب می کند. این MPRهای انتخابی از طریق نشانه موقعیت لینک MPR در پیام hello مشخص می شوند.

در هنگام دریافت پیام های hello هر گره می تواند جدول انتخاب کننده های MPR خود را با گره هایی که آن را به عنوان MPR انتخاب کرده اند بسازد.

در جدول همسایه (neighbor table)، هر گره اطلاعات مربوط به همسایگانی را که از آنها به اندازه یک hop فاصله دارد، موقعیت آن لینک ها و همچنین لیست همسایگانی را که از آنها به اندازه دو hop فاصله دارد و از طریق همسایگان یک hop ی می تواند به آنها دسترسی پیدا کند را نگهداری می نماید.

موقعیت لینک ها می تواند یکطرفه ، دوطرفه و یا MPR باشد. موقعیت لینک MPR نشان می دهد که لینک مربوطه دوطرفه است و آن گره به عنوان یک MPR توسط گره محلی انتخاب شده است.

#### ۷-۴- فرمت فریم پیام hello

شکل (۵-۴) فرمت بسته Hello را نشان می دهد.

|       |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bits: | 0                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |
|       | Reserved                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Htime    |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Willingness       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Link Code                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Reserved |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Link Message Size |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Neighbor Interface Address |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Neighbor Interface Address |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Link Code                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Reserved |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Link Message Size |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Neighbor Interface Address |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       | Neighbor Interface Address |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|       |                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

شکل ۴-۵- فرمت فریم پیام hello [۱۸]

حال به بررسی قسمت های مختلف فریم پیام Hello می پردازیم:

**Reserved:** این بخش بر روی صفر تنظیم می شود و برای هر گره مقدار منحصر به فردی را نمایش

می دهد.

**Htime:** این بخش فاصله زمانی انتشار پیام Hello توسط گره را به کمک رابطه خاصی تعیین می کند.

(یعنی زمان قبل از انتقال پیام Hello بعدی)

این زمان از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{Hello فاصله انتشار} = c \left( 1 + a/16 \right)^{2^b} \quad (4-3)$$

$$c = \frac{1}{16} = 0.0625 \quad (4-4)$$

a و b اعدادی صحیح هستند که a توسط چهار بیت پر ارزش و b توسط چهار بیت کم ارزش Htime

نشان داده می شوند.

**Willingness:** این بخش تمایل گره برای تبدیل شدن به گره MPR را نشان می دهد. و به صورت زیر

نشان داده می شود:

**will-never:** نشان دهنده این است که گره هرگز به عنوان MPR انتخاب نمی شود.

**will-always:** نشان دهنده این است که همیشه به عنوان MPR انتخاب می شود.

به صورت پیش فرض یک گره بر روی will-default قرار دارد.

این مقادیر را با یک عدد بین ۰ تا ۷ نشان می دهد.

**Link code:** این بخش اطلاعات مربوط به لینک اینترفیس فرستنده و همسایه ها را مشخص می کند.

Link code هایی که توسط یک گره شناخته نمی شوند، حذف خواهند شد.

**Link message size:** اندازه پیام لینک از ابتدای فیلد لینک کد تا رسیدن لینک کد بعدی محاسبه

می شود. و آنرا به عنوان سایز link message قرار می دهد.

اگر لینک دیگری وجود نداشته باشد، پیام the end of message نشان داده می شود.

**Neighbor interface address:** این لینک آدرس یک رابط (اینترفیس) با یک گره همسایه را نشان

می دهد.

#### ۸-۴- انتخاب MPR ها

هر گره شبکه بصورت غیروابسته مجموعه MPR هایش را انتخاب می کند. لزومی ندارد که این مجموعه

بهینه باشد اگرچه هرچقدر مجموعه MPR ها کوچکتر باشند مزایای بیشتری را دربر خواهد داشت.

به صورت پیش فرض ، مجموعه MPR ، کل همسایگان را شامل می شود که این درهنگام مقدار دهی

اولیه در شبکه انجام می گیرد.

MPRهای یک گره معین در پیامهای hello بعدی که توسط آن فرستاده می‌شود بیان می‌گردند.

مجموعه MPRها در ۲ حالت محاسبه می‌شوند: ۱- هنگامیکه تغییری در همسایگی آن گره شناسایی شود. مثلاً اگر یک لینک دوطرفه با یک همسایه از بین برود و یا زمانی که یک همسایه جدید یا لینک دوطرفه اضافه گردد.

۲- تغییری در همسایگان دو hopهای با لینک دوطرفه شناسایی شود.

معمولاً گرهی به عنوان رله چند نقطه ای انتخاب می‌شود که بیشترین همسایگی را تحت پوشش سیگنال خود داشته باشد و یا فاصله کمتری نسبت به اکثر گره‌ها در شبکه داشته باشد. که هر گره با بررسی جداول مسیریابی خود می‌تواند گره رله چند نقطه ای خود را پیدا کند. هر گره چند رله چند نقطه ای را برای خود در نظر می‌گیرد تا در صورت قطع اتصال با رله چند نقطه ای به دیگری متصل شود.

همانطور که قبلاً هم بیان گردید هر گره بر اساس اطلاعاتی که از پیامهای hello بدست آورد قادر است که جدول MPR selectorهایش را نیز بسازد و یا بروز رسانی نماید. جدول MPR selector نیز دارای شماره توالی می‌باشد که مشخص کننده آخرین شماره توالی ای است که جدول MPR selector با آن تغییر پیدا کرده است.

هر گره مجموعه MPR selectorهای خود را مطابق اطلاعاتی که در پیامهای hello دریافت کرده است بروز رسانی می‌کند و در هر بار تغییر این شماره توالی اش را افزایش می‌دهد.

در پروتکل olsr پیامهای کنترلی خاص نیز به نام پیامهای کنترل توپولوژی (topology control) که در ادامه آنرا معرفی خواهیم کرد، در شبکه منتشر می‌شوند. یک پیام TC به صورت دوره ای برای اعلان مجموعه MPR selectorها توسط هر گره در شبکه ارسال می‌شود. این پیام TC شامل لیست همسایگانی است که گره فرستنده را به عنوان MPR انتخاب کرده‌اند. همچنین شماره توالی مرتبط با این مجموعه MPR

selector نیز به لیست مربوطه منتسب می‌شود. اطلاعاتی که در شبکه توسط این پیامهای TC منتشر می‌شوند به هر گره کمک خواهد کرد که جدول topology اش را بسازد. گرهی که مجموعه MPR selector اش خالی باشد گرهی است که هیچکس آن را به عنوان MPR انتخاب نکرده است. پس چنین گرهی قادر به تولید پیام TC نمی‌باشد.

فاصله زمانی بین ارسال دو پیام TC بستگی به این دارد که آیا مجموعه MPR selector از آخرین زمانی که پیام TC فرستاده شده تغییر کرده است یا نه.

هنگامی که یک تغییری در مجموعه MPR selector اتفاق بیافتد پیام TC بعدی زودتر از زمان برنامه ریزی شده فرستاده می‌شود.

همانطور که قبلاً هم بیان شد هر گره در شبکه یک جدول توپولوژی را نگهداری می‌کند. در این جدول اطلاعاتی راجع به توپولوژی شبکه ذخیره می‌شود.

هر گره اطلاعاتی را در مورد MPRهای گرههای دیگر نیز در جدول ثبت می‌کند. بر اساس این اطلاعات جدول مسیریابی نیز محاسبه می‌شود. هر مدخل در جدول توپولوژی شامل آدرس مقصد (یک MPR selector در پیام TC دریافتی)، آدرس آخرین hop به آن مقصد (تولیدکننده پیام TC) و شماره توالی مرتبط با MPR selector (مربوط به گره فرستنده) می‌باشد.

هر ورودی در جدول توپولوژی دارای یک زمان می‌باشد، هنگامی که این زمان منقضی گردد آن ورودی اعتبارش را از دست می‌دهد و از جدول پاک خواهد شد.

به محض دریافت یک پیام TC، روال های پیشنهادی زیر برای ثبت اطلاعات در جدول توپولوژی اجرا می‌شوند:

۱- اگر در جدول توپولوژی ورودی هایی وجود داشته باشد که آدرس آخرین hop آن مربوط به آدرس گره فرستنده اصلی پیام TC باشد و شماره توالی موجود در آن ورودی، بزرگتر از شماره توالی موجود در پیام باشد، آنگاه هیچ پردازش اضافه تری روی این پیام TC انجام نمی گیرد و آن پیام TC از بین برده می شود. (حالتی که بسته ها خارج از ترتیب رسیده باشند).

۲- اگر چندین ورودی در جدول توپولوژی وجود داشته باشند که آدرس آخرین hop آنها مربوط به آدرس گره فرستنده اصلی پیام باشد و شماره توالی موجود در آنها کوچکتر از شماره توالی موجود در پیام TC دریافتی باشد آنگاه مدخل یا مدخل های موجود در جدول توپولوژی پاک می شود.

۳- برای هر یک از آدرس های MPR selector که در پیام TC دریافت شده است:

اگر چندین گره ورودی در جدول توپولوژی به گونه ای وجود داشته باشد که آدرس مقصدشان برابر آدرس MPR selector های پیام TC باشد و آدرس آخرین hop برابر آدرس گره فرستنده TC باشد ، آنگاه زمان نگه داری گره ورودی در جدول توپولوژی ، تازه سازی می شود.

در غیر اینصورت ، یک گره ورودی جدید در جدول توپولوژی ثبت می شود.

در پروتکل olsr هر گره از یک جدول مسیریابی نیز نگهداری می کند. با استفاده از این جداول مسیریابی گرهها قادر خواهند بود که بسته ها را برای مقصدهای دیگر در شبکه مسیریابی کنند.

اطلاعات مسیر در یک جدول مسیریابی شامل آدرس مقصد ، آدرس hop بعدی و فاصله تخمینی تا آن مقصد است. در جدول مسیریابی برای هر مقصدی که مسیر مشخص و شناخته شده ای وجود داشته باشد این اطلاعات وجود دارد. مقصدهایی که مسیر آنها شکسته شده است و یا فقط قسمتی از آن شناخته شده در جدول وارد نمی شوند. اطلاعات موجود در جدول مسیریابی بر اساس اطلاعات موجود در جدول همسایه و جدول توپولوژی بدست می آید.

بنابراین اگر هرکدام از این جدول ها تغییر کند، جدول مسیریابی نیز باید مجددا محاسبه شود تا اطلاعاتش را در مورد هر یک از مقصدهای شناخته شده در شبکه بروزرسانی نماید.

هنگامیکه تغییری در لینکهای دوطرفه همسایگان یک گره به وجود آید و یا زمانیکه مسیری به سمت مقصدی نا معتبر شناخته شود جداول مسیریابی مجددا محاسبه می گردند. محاسبه مجدد این جداول هیچ بسته کنترلی را در شبکه تولید و یا راه اندازی نمی کند.

#### ۹-۴- اطلاعات پایه توپولوژی

هر گره در شبکه اطلاعات توپولوژی شبکه را ثبت می کند. این اطلاعات از پیام های کنترل توپولوژی (TC) بدست می آیند و برای محاسبات جدول مسیریابی استفاده می شوند. بنابراین برای هر مقصد در شبکه یک توپولوژی ثبت می شود.

وقتی از یک گره پیامی ارسال می شود، این پیام از طریق گرههای MPR ارسال می شود تا به مقصد برسد. یک زمان T در اینجا مشخص می کند که این دوره باید به پایان برسد و یا پیام منقضی شده است و بایستی آن پیام حذف شود.

#### ۱۰-۴- پیام TC

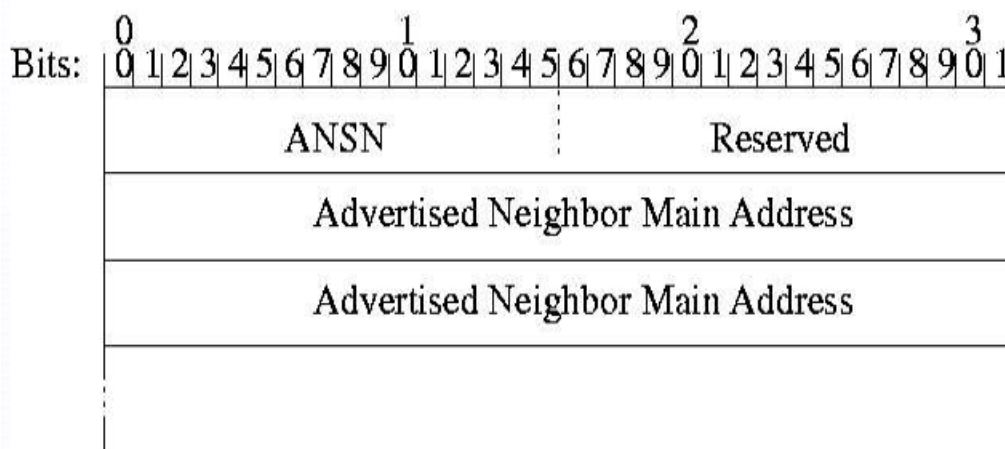
پیام TC برای انتشار توپولوژی و دوباره سازی و به روز رسانی جداول مسیریابی استفاده می شوند. هر گره ای که به عنوان گره MPR انتخاب شده، به طور متناوب پیام TC را که حاوی لیستی از انتخاب کننده های MPR است، تولید می کند. منظور از انتخاب کننده گره هایی است که یک گره را به عنوان گره MPR انتخاب کرده اند.

به محض دریافت پیام های TC از همه گره های MPR در شبکه، هر گره مجموعه MPR ها را می شناسد و شناختی کلی از توپولوژی کل شبکه بدست می آورد. و بر این اساس گره ها قادر به دوباره سازی و به روز رسانی جدول مسیریابی هستند.

این پیام به صورت دوره ای و سیل آسا ارسال می شود تا اطلاعات رابط همسایه و اطلاعات توپولوژی را تمامی گرهها دریافت کنند.

#### ۱-۱۰-۴- فرمت فریم پیام TC

شکل زیر فرمت بسته پیام TC را نشان می دهد:



شکل ۴-۶- فرمت فریم پیام TC [۱۸]

حال به بررسی قسمت های مختلف بسته پیام TC می پردازیم:

- **Reserved:** این بخش بر روی صفر تنظیم می شود و برای هر گره مقدار منحصر به فردی را نمایش می دهد.

- شماره اعلان ترتیب همسایگی **ANSN (Adversted Neighbor Sequence Number):**

این بخش شمارش ترتیب همسایگان را نشان می‌دهد. هر بار که یک گره تغییر در مجموعه همسایگی خود را تشخیص می‌دهد در این شماره تغییر ایجاد می‌شود. این مقدار با هدف از بین بردن اطلاعات گره‌های قدیمی و به روز شدن اطلاعات جدید گره‌ها استفاده می‌شود.

#### - آدرس اصلی انتشار همسایگی (Adversted Neighbor main address):

این بخش شامل آدرس‌های اصلی همسایه‌های گره اصلی (MPR) است که در پیام TC نگه‌داری می‌شود.

#### جمع‌بندی

پروتکل OLSR بهینه شده پروتکل LSR می‌باشد. این پروتکل برای ارسال و دریافت پیام‌ها گره‌هایی را به عنوان گره رله چند نقطه‌ای انتخاب می‌کند و پیام‌ها را فقط از طریق این گره‌ها ارسال و دریافت می‌کند.

برای این کار ابتدا هر گره با ارسال پیام Hello به گره‌های اطراف خود، همسایگان خود را شناسایی می‌کند. در ابتدا بصورت پیش‌فرض هر گره تمام همسایگان خود را به عنوان گره رله چند نقطه‌ای می‌شناسد.

هر گره پیام MID را که شامل آدرس رابط‌های هر گره در شبکه است را از طریق گره‌های رله چند نقطه‌ای به گره‌های دیگر ارسال می‌کند تا جداول مسیریابی خود را بروز رسانی کنند. بدین صورت مجموعه گره‌های رله چند نقطه‌ای نیز بروز رسانی خواهند شد.

برای این که هر گره شناخت کافی از توپولوژی شبکه را بدست آورد، هر گره پیام TC را که شامل آدرس رابط انتخاب‌کننده‌های رله‌های چند نقطه‌ای می‌باشد را بصورت سیل آسا از طریق رله‌های چند نقطه‌ای

ای به کل شبکه ارسال می‌کند. بدین صورت هر گره شناخت کافی از توپولوژی شبکه بدست می‌آورد. و بر این اساس گره‌ها قادر به بروز رسانی جداول مسیریابی خود خواهند بود.

## فصل پنجم

# "نتایج شبیه سازی"

در این پایان نامه برای شبیه سازی پروتکل OLSR از شبیه ساز متلب استفاده می کنیم. و الگوریتمی را که در ادامه بیان می کنیم، در آن پیاده سازی خواهیم کرد.

## ۵-۱- استراتژی بهینه سازی

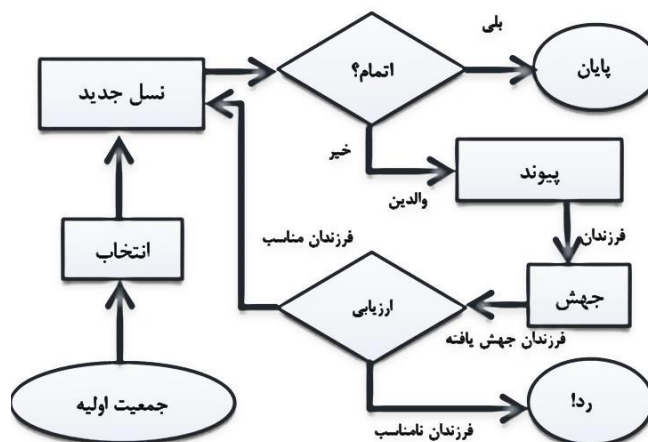
استراتژی بهینه سازی برای به دست آوردن تنظیمات پارامترهای خودکار OLSR [۲۰] کارآمد با دو مرحله مختلف ترکیب شده است: یک روش بهینه سازی و یک مرحله شبیه سازی. بلوک بهینه سازی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک (GA)<sup>۲</sup> انجام می شود. که این روش با استفاده از شبیه ساز متلب انجام می شود و به منظور بروز رسانی پارامترها بصورت خودکار و محاسبه آنها انجام می شود.

## ۵-۲- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم های تکاملی است که از روش های زیست شناسی مانند وراثت و جهش استفاده می کند. در الگوریتم ژنتیک، یک کروموزوم، مجموعه ای از شاخص هاست به طوری که یک راه حل پیشنهادی را برای مسأله ای که الگوریتم ژنتیک سعی در حل آن دارد، تعریف می کند. الگوریتم ژنتیک با تولید یک جمعیت اولیه تصادفی شروع به کار می کند. پس از تولید جمعیت اولیه، درصدی از کروموزم ها به تصادف به عنوان والد از جمعیت فعلی انتخاب می شوند. کروموزم های والد با هم ترکیب شده و با تبادل اطلاعات بین یکدیگر دو کروموزم فرزند را ایجاد می کنند. همچنین، به منظور ایجاد فرزندان بهینه تر از روش جهش نیز می توان بهره گرفت. منظور ایجاد فرزندان شایسته تر از روش جهش نیز می توان بهره گرفت. پس از این مرحله، نسل جدید با استفاده از تابع برازش ارزیابی می شوند. از جمعیت بهترین فرزندان و جمعیت نسل قدیم، نسل جدید تولید می شود. در شکل (۵-۱) الگوریتم ژنتیک ارائه شده است.

---

<sup>۲</sup>Genetic Algorithm



شکل ۵-۱- فلوچارت الگوریتم ژنتیک [۲۱]

در الگوریتم پیشنهادی، هر کروموزم به نوعی نشان دهنده نحوه اتصال گره های حسگر به سرخوشه ها است. طول هر کروموزم برابر با تعداد گره های حسگر در مرحله جاری است. برای مثال، اگر مقدار  $i$  امین ژن یک کروموزم برابر با  $j$  باشد، یعنی گره  $N_i$  به سرخوشه  $j$  انتساب داده شده است. برای هر گره حسگر یک عدد انحصاری (شروع از یک) به عنوان شماره شناسایی در نظر گرفته می شود. بنابراین، در کروموزم جواب، اندیس هر ژن اشاره به شماره یک گره حسگر دارد. مقدار هر ژن نیز به شماره گره سرخوشه برای گره حسگر اشاره دارد. چون گره های سرخوشه از گره های حسگر انتخاب می شوند، برای گره سرخوشه، مقدار ژن که نشان دهنده گره سرخوشه است با اندیس ژن برابر است.

میزان ارزش هر کروموزم نسبت به سایر کروموزم ها براساس تابع برازش تخمین زده می شود. در الگوریتم ژنتیک مقدار حاصل از تابع برازش برای هر کروموزم، تاثیر بالایی در ایجاد نسل بعدی از نسل فعلی دارد. در اینجا تابع برازش ما همان انرژی مصرفی می باشد.

### ۵-۳- الگوریتم پیشنهادی و خوشه بندی با الگوریتم ژنتیک

با توجه به این که اکثر روش های خوشه بندی برای دسته بندی و انتخاب هر سرخوشه بر اساس انرژی باقیمانده و یا تعداد همسایگان هر سرخوشه می باشد، لذا ممکن است فواصل بین گره ها لحاظ نشده و

انرژی بیشتری به علت فاصله زیاد نسبت به سر خوشه ها تلف شود و در نتیجه طول عمر شبکه تحت تاثیر همین امر واقع گردد. الگوریتمی که برای کاهش فاصله بین گره های داخلی هر خوشه پیشنهاد شده است، الگوریتم ژنتیک می باشد. به این صورت که فاصله داخلی خوشه ها کمترین باشد. به این صورت که فاصله تک تک گره ها در داخل هر خوشه نسبت به گره های دیگر داخل همان خوشه محاسبه می گردد و سپس مجموعه فواصل تمامی گره ها محاسبه شده. در نهایت گره ای که خوشه های داخلی اش کمترین مجموع فاصله و کمترین انرژی مصرفی را دارد به عنوان خوشه بهینه انتخاب می گردد.

فرمول فاصله بین گره ها بصورت زیر می باشد:

$$\text{Distance} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (۱-۵)$$

تابع برازش یا انرژی مصرفی نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = e(r) * d(i,j)^b + e(t) \quad (۵-۲)$$

که در رابطه بالا E هزینه ارتباط دو گره i و j است که با فاصله  $d(i,j)$  از هم واقع هستند  $e(r)$  مقدار مصرف انرژی در پروسه ارسال و  $e(t)$  مقدار مصرف انرژی برای ارسال یک واحد داده به اندازه یک واحد فاصله (مسافت) و b توان اتلاف بسته ها به دلیل نویز کانال است. که در شبیه سازی این مقادیر را بصورت زیر در نظر می گیریم:

$$e(r) = 0.1 * 10^{-9} \text{ (J/bit/m}^2\text{)} \quad (۳-۵)$$

$$b = ۲$$

$$e(t) = ۵۰ * ۱۰^{-۹} \text{ (J/bit)} \quad (۵-۴)$$

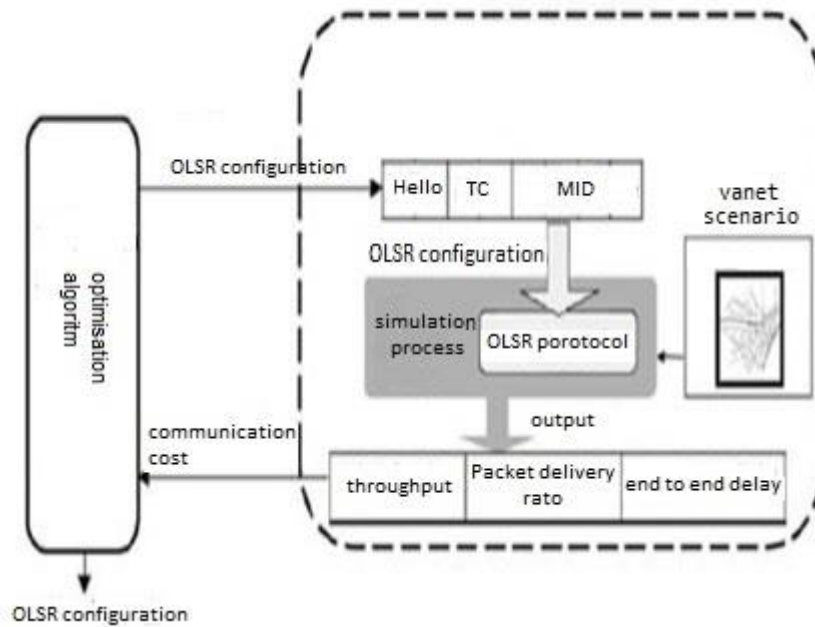
پس ما به کمک الگوریتم ژنتیک ابتدا گره هایی که فاصله شان از یک فاصله ای که ما تعیین می کنیم، (مثلا ۲۰ متر) کمتر باشد در یک خوشه قرار می دهیم. و سپس گره ای که مجموع فاصله خوشه های داخلی اش

کمینه باشد و کمترین انرژی مصرفی را دارا باشد به عنوان خوشه بهینه انتخاب می‌گردد. سپس الگوریتم پروتکل OLSR را بر طبق آنچه که در فصل قبل بیان کردیم برای هر خوشه اجرا می‌کنیم.

#### ۴-۵- شبیه سازی پروتکل OLSR

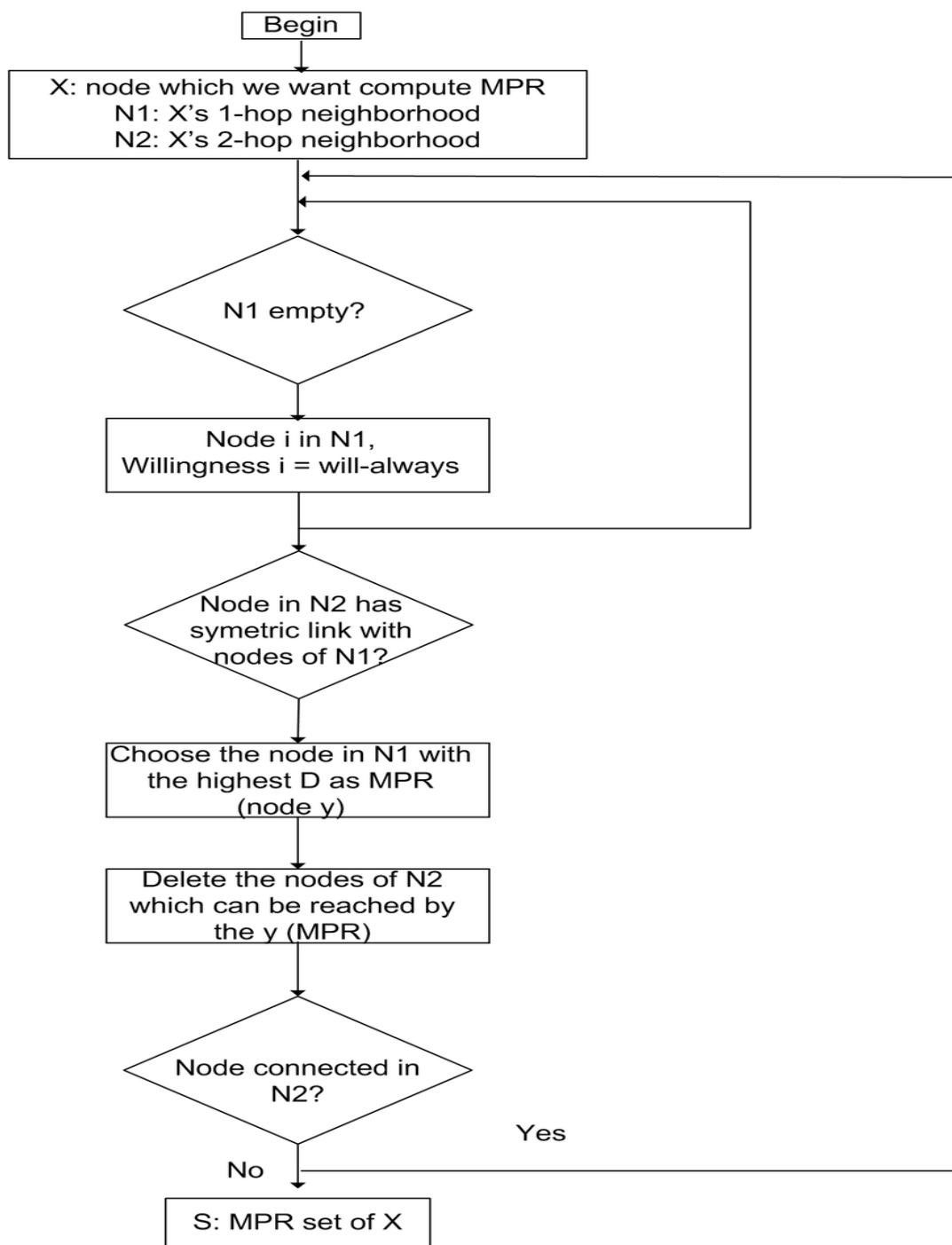
بعد از این که به کمک الگوریتم ژنتیک خوشه و سر خوشه بهینه را انتخاب کردیم، پروتکل OLSR را برای هر خوشه اجرا خواهیم کرد. به این صورت که ابتدا در هر خوشه همسایگان همدیگر را یافته و سپس جدول مسیریابی هر گره تکمیل می‌شود. و گره‌هایی را که با بیشترین گره همسایه در ارتباط بوده و کمترین فاصله را با آن‌ها دارند به عنوان گره‌های رله چند نقطه‌ای انتخاب می‌کنیم. هر چند ثانیه یکبار فواصل بین گره‌ها بررسی می‌شود و جدول مسیریابی آنها بروز می‌شود تا بر طبق حرکت و جابجایی گره‌ها توپولوژی شبکه ما نیز تغییر خواهد کرد.

شکل (۲-۵) چارچوب بهینه سازی OLSR را نشان می‌دهد. همانطور که می‌بینیم، ابتدا الگوریتم ژنتیک را پیاده سازی کرده و سپس پروتکل OLSR را بر روی آن پیاده سازی می‌کنیم. بدین صورت که ابتدا هر گره پیام Hello را به گره‌های همسایه اش ارسال می‌کند تا جدول مسیریابی اش را کامل کند. پیام‌های MID و TC نیز در هر فاصله زمانی از گره‌ها ارسال می‌شوند تا جداول سریع تر به روز رسانی شوند. و سپس مقادیر تاخیر انتها به انتها و نرخ تحویل بسته و بازده را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۵-۲- چارچوب بهینه سازی برای OLSR [۲۰]

شکل (۵-۳) فلوچارت شبیه سازی پروتکل OLSR و انتخاب MPR را نشان می دهد.



شکل ۵-۳- فلوچارت شبیه سازی پروتکل OLSR و انتخاب MPR

پارامترهای مورد نظر ما برای اندازه گیری، نرخ تحویل بسته (PDR)<sup>۲</sup>، میزان بهره وری (THROUGHPUT) و تاخیر انتها به انتها (E2ED)<sup>۳</sup> می باشد. که در ادامه هر کدام را تعریف می کنیم.

## ۵-۵- پارامترهای مورد نظر ما برای شبیه سازی

- **نرخ تحویل بسته (PDR):** کسری از بسته های ارسالی که به درستی در مقصد دریافت شده اند. (تعداد بسته هایی که به درستی در مقصد دریافت شده اند تقسیم بر تعداد کل بسته های ارسالی)
- **میزان بهره وری (THROUGHPUT):** تعداد بسته های عبور از شبکه در یک واحد زمان (t).

$$T = \frac{\text{سایز بسته} * \text{نرخ بسته}}{t} \quad (۵-۵)$$

که ما سایز هر بسته را ۶۴ بایت و نرخ هر بسته را تعداد بسته های ارسالی در واحد زمان (t) در نظر می گیریم.

- **تاخیر انتها به انتها (E2ED):** اختلاف زمانی ارسال یک بسته و تحویل آن در مقصد می باشد. که برای محاسبه آن لحظه رسیدن یک بسته به مقصد مورد نظر را از لحظه ارسال آن از مبدا کم می کنیم.

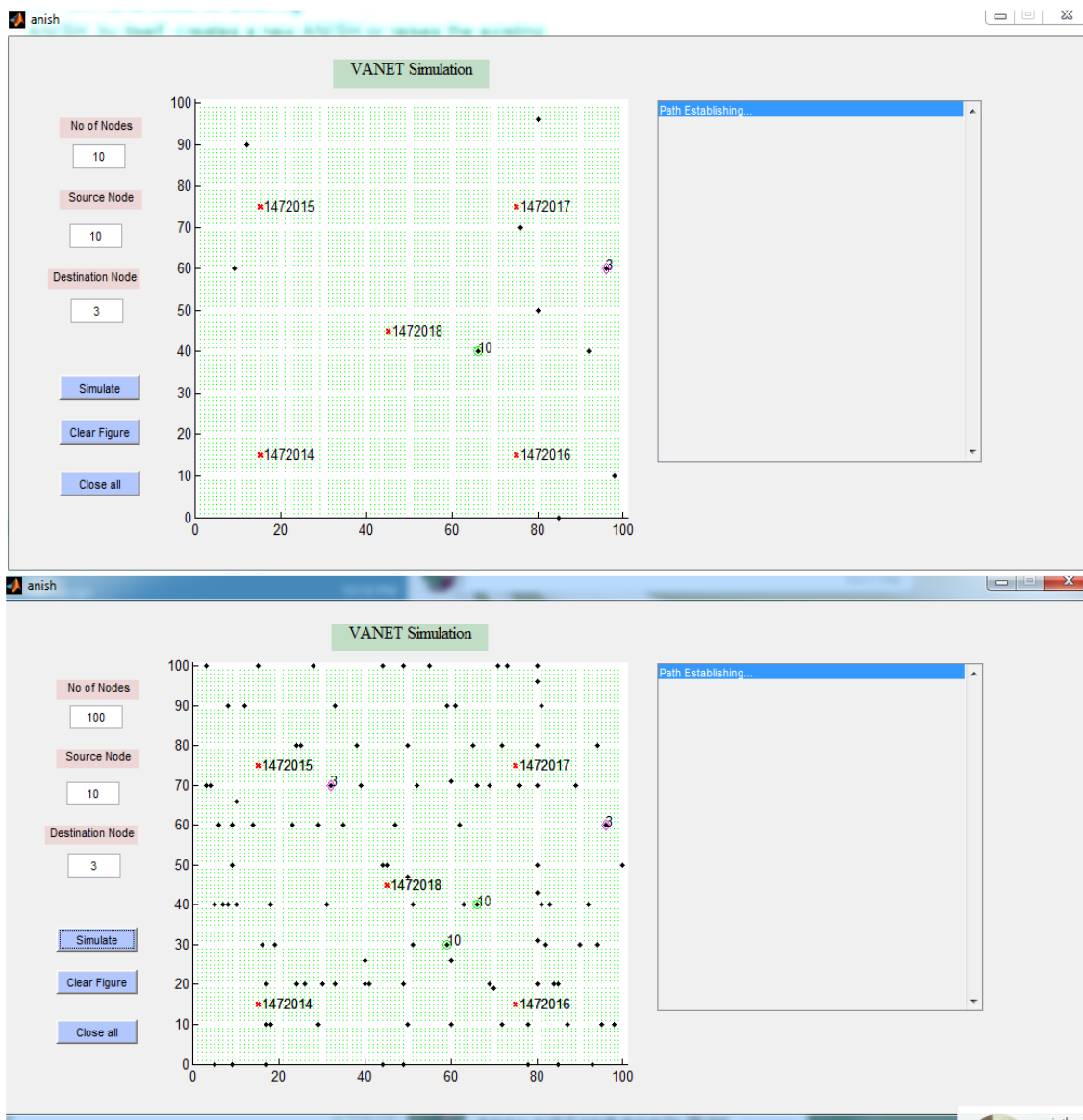
## ۵-۶- انجام شبیه سازی

شکل (۵-۳) ساختار ترافیک VANET شبیه سازی شده در متلب را نشان می دهد. که این شکل از چندین خیابان و تقاطع تشکیل شده است و پنج RSU نیز برای پوشش کل این خیابان ها قرار داده ایم. و ما با وارد کردن تعداد گره های (خودروهای) ورودی در شبکه تعداد گره (خودرو) مورد نظر در این خیابان ها را تعیین می کنیم. که در شکل زیر نقطه ها نشان دهنده خودرو های موجود در شبکه می باشند.

<sup>۲</sup>Packet Delivery Ratio

<sup>۳</sup>End-to-End Delay

شکل اول حالت کم ترافیک به ازای ۱۸ خودرو را نشان می‌دهد. و شکل دوم حالت پر ترافیک به ازای ۱۰۰ خودرو را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۴- ساختار VANET شبیه سازی شده در متلب به ازای دو حالت کم ترافیک و پر ترافیک

## ۷-۵- شبیه سازی انجام شده در این پایان نامه

مورد شبیه سازی ما از یک بزرگراه ۵ کیلومتر با شش خط، سه خط در هر جهت، ۵ RSU با ۱۰۰۰ متر منطقه تحت پوشش و وسایل نقلیه که در شکل (۵-۴) نشان داده شده است تشکیل شده است. وسایل

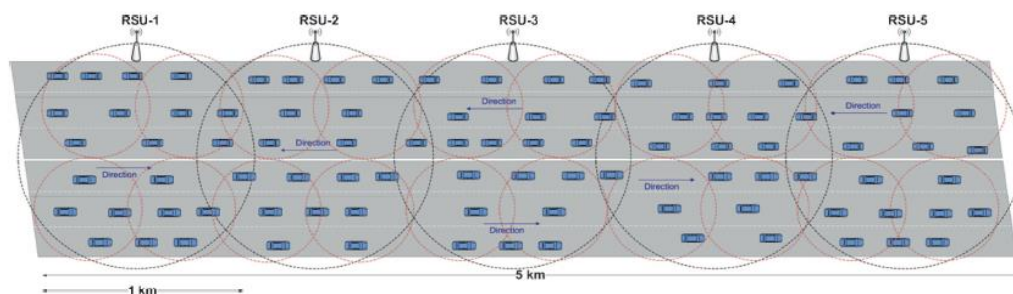
نقلیه با سرعت ثابت یا متغیر در محدوده ۳۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت با توجه به ویژگی مسیر پایانه های تلفن همراه حرکت می کنند. هر RSU یک بسته اطلاعات را در هر ده میلی ثانیه به وسایل نقلیه که در منطقه تحت پوشش آن در طول زمان اجرای شبیه سازی می باشد می فرستد.

## ۵-۸- اجرای سناریوها

در ذیل نتایج حاصل از چهار سناریوی مختلف روش پیشنهادی، شبیه سازی و ارزیابی شده است.

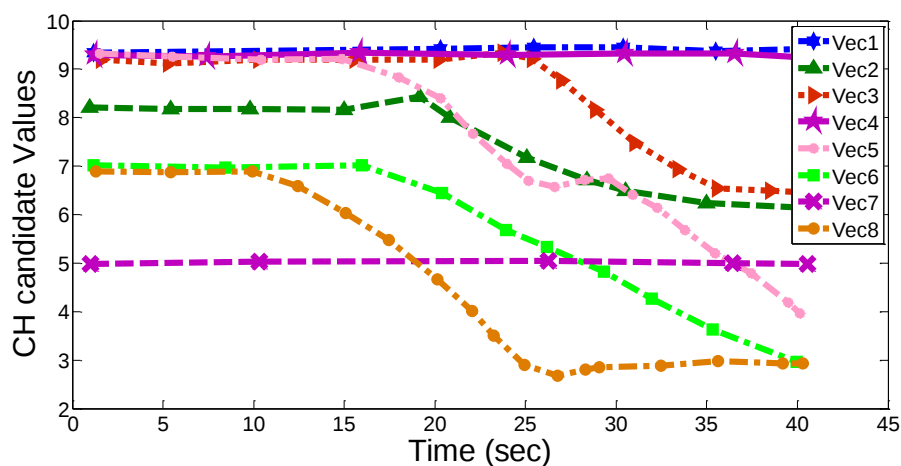
### ۵-۸-۱- سناریو ۱

در مرحله اول، وسایل نقلیه به دو گروه در هر RSU منطقه تحت پوشش گروه بندی می شوند که در شکل (۵-۴) نشان داده شده است. گروه خودروهایی که به سمت راست و گروه خودروهایی که به سمت چپ در حال حرکت اند. پس در اینجا جهت هر خودرو نشان می دهد که هر خودرو در کدام گروه قرار دارد.



شکل ۵-۵- ساختار VANET در مطالعه موردی

ارسال و دریافت اطلاعات توسط وسایل نقلیه و انتخاب CH در هر  $t$  ثانیه اجرا می شود. فاصله بین CH و وسایل نقلیه متغیر و همچنین سرعت وسایل نقلیه ثابت می باشد. در طول زمان شبیه سازی، CH کاندید و وسایل نقلیه در شکل (۵-۵) نشان داده شده است. نتایج شبیه سازی فقط برای وسایل نقلیه در منطقه تحت پوشش RSU-1 داده شده است.



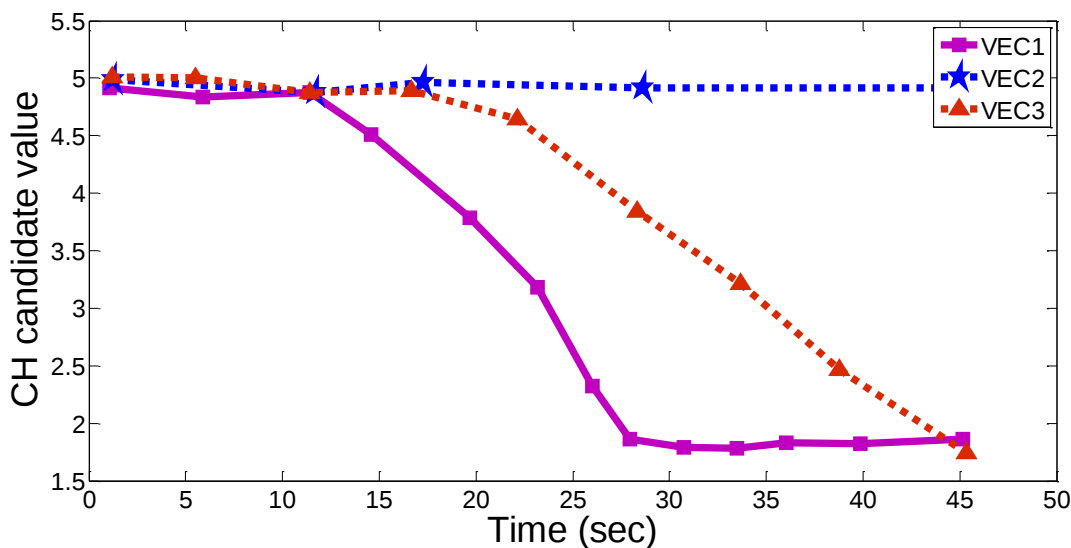
شکل ۵-۶- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۱

این شکل خودروهای کاندید برای سر خوشه را نشان می‌دهد که بر طبق الگوریتمی که بیان کرده ایم ایجاد شده است. مشاهده می‌شود که در ۱۵ ثانیه اول  $vec_1$  و  $vec_3$  و  $vec_4$  و  $vec_0$  بهترین کاندیدهای ما برای سر خوشه می‌باشند. ولی بعد از زمان ۱۵ ثانیه  $vec_0$  از میان کاندیدهای برتر فاصله می‌گیرد. به همین صورت در زمان ۲۵ ثانیه  $vec_3$  از میان کاندیدهای سر خوشه حذف می‌شود. بنابراین یکی از  $vec_1$  و  $vec_4$  را می‌توان به عنوان سر خوشه در این شبیه سازی انتخاب کرد.

## ۵-۸-۲- سناریو ۲

در مطالعه دوم، همه ی پارامترهای شبیه سازی مانند سناریو شماره ۱ است ولی سرعت وسایل نقلیه دیگر ثابت نیست. برای نشان دادن اثرات سرعت های متغیر در الگوریتم پیشنهادی، شبیه سازی سناریو دوم انجام شده است. در آغاز شبیه سازی، وسایل نقلیه به نام  $Vec-1$ ،  $Vec-2$  و سایرین به ترتیب ۷۰، ۹۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۵ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت سرعت داشته اند. در طول شبیه سازی، برخی از وسایل نقلیه شتاب می‌گیرند، در حالی که بقیه از سرعت خود می‌کاهند و تعداد کمی از وسایل نقلیه می‌توانند در همان سرعت باقی بمانند.

خودرویی که حداکثر مقدار کاندید CH را دارد به عنوان سر خوشه انتخاب شده است. بر طبق شکل ۵-۵)،  
 ۶)، VEC-2 به دلیل اینکه در کل زمان شبیه سازی همچنان جزو بهترین کاندیدهای ما برای سر خوشه  
 می‌باشد، به عنوان سر خوشه در سناریو سوم در طول زمان شبیه سازی انتخاب شده است. ولی در ده ثانیه  
 اول همانطور که در شکل می‌بینیم. می‌توان VEC-5 را به عنوان بهترین سر خوشه انتخاب کرد.

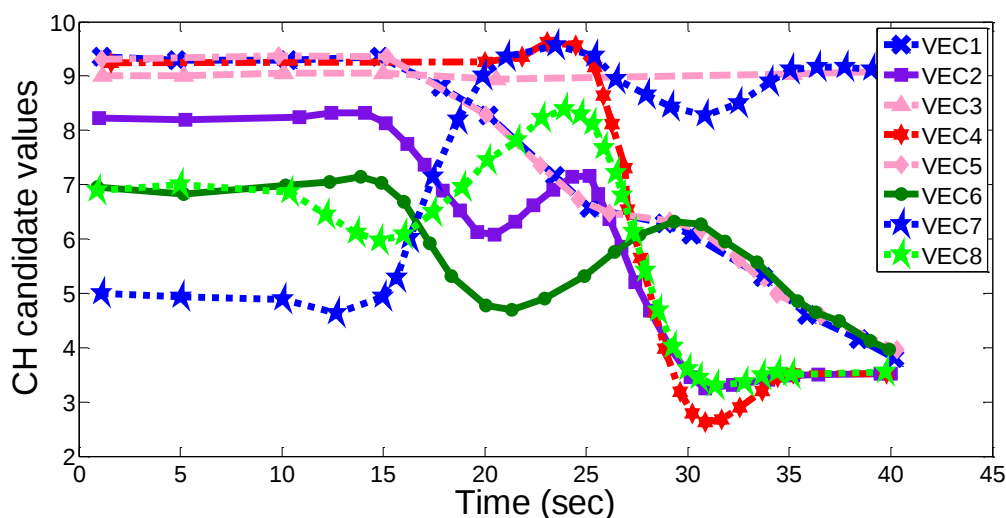


شکل ۵-۷- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۲

### ۵-۸-۳- سناریو ۳

در مطالعه موردی سوم، همه ی پارامترهای شبیه سازی مانند سناریو شماره ۱ است ولی وسایل نقلیه دارای  
 سرعت های متغیر هستند. سرعت وسایل نقلیه در این شبیه سازی ها بین ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت برای  
 مناطق شهری با ترافیک سنگین محدود شده است. هر خودرو به نام Vec-1، Vec-2 و بقیه یک سرعت  
 ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۱۵، ۳۰ و ۲۵ کیلومتر بر ساعت دارند. با توجه به سرعت های پایین و ترافیک  
 سنگین، فاصله بین وسایل نقلیه زیاد نیست. بنابراین، بیشتر وسایل نقلیه می‌توانند به عنوان سرخوشه در  
 مطالعه مورد سوم انتخاب شوند.

بر طبق شکل (۵-۶)، برای پانزده ثانیه اول، با سرعت، شتاب و مسافت متغیر، Vec5، Vec4، و Vec3 به عنوان بهترین کاندیدهای سرخوشه انتخاب شده. و در ۱۵ تا ۲۰ ثانیه vec4 به عنوان سرخوشه انتخاب شده و از ۲۰ تا ۲۵ ثانیه vec1 و vec4 به عنوان بهترین کاندیدهای سرخوشه انتخاب می‌شوند. از ۲۵ تا ۳۵ ثانیه vec3 به عنوان سرخوشه انتخاب خواهد شد. و در پنج ثانیه آخر نیز vec1 و vec3 برترین کاندیدهای ما هستند.

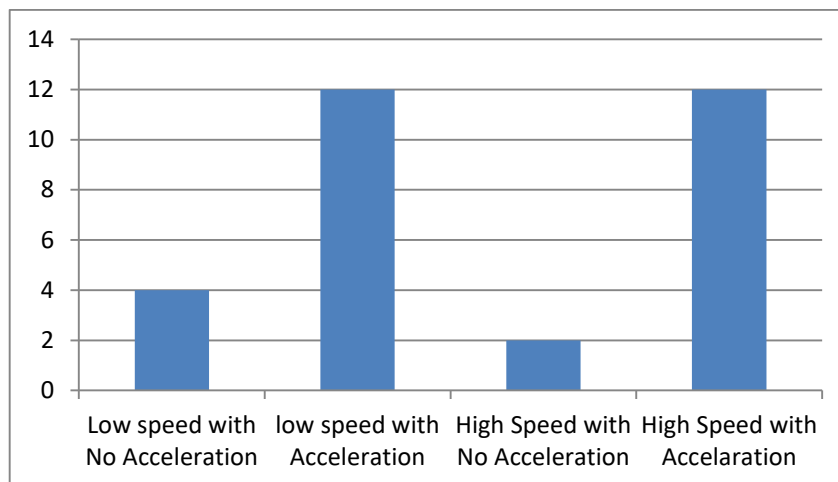


شکل ۵-۸- CH کاندید و وسایل نقلیه در سناریو ۳

#### ۵-۸-۴- سناریو ۴

در این سناریو تمام سه سناریو قبل را با یکدیگر ادغام کرده ایم. یعنی بعضی از خودروها سرعت کم ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر و برخی دیگر سرعت زیاد ۹۰ تا ۱۲۰ کیلومتر دارند. این مطالعه برای نشان دادن عملکرد الگوریتم انتخاب سرخوشه برای وسایل نقلیه با سرعت کم و زیاد و با در نظر گرفتن اثر شتاب است.

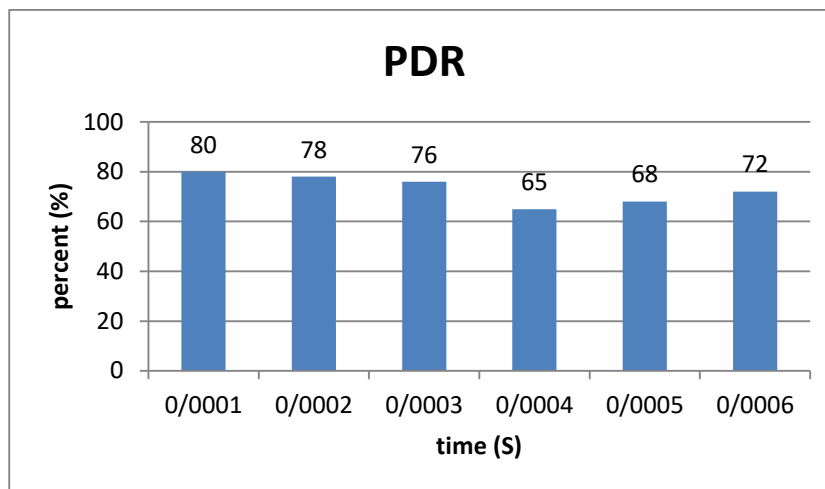
شکل (۵-۸) تعداد تغییرات سرخوشه را در سرعت های پایین و بالا با شتاب ثابت و متغیر را نشان می‌دهد. و همانطور که می‌توان در شکل (۵-۸) دید، ارزیابی عملکرد با سرعت کم و سرعت بالا ثبات الگوریتم را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۹- تعداد تغییرات سرخوشه

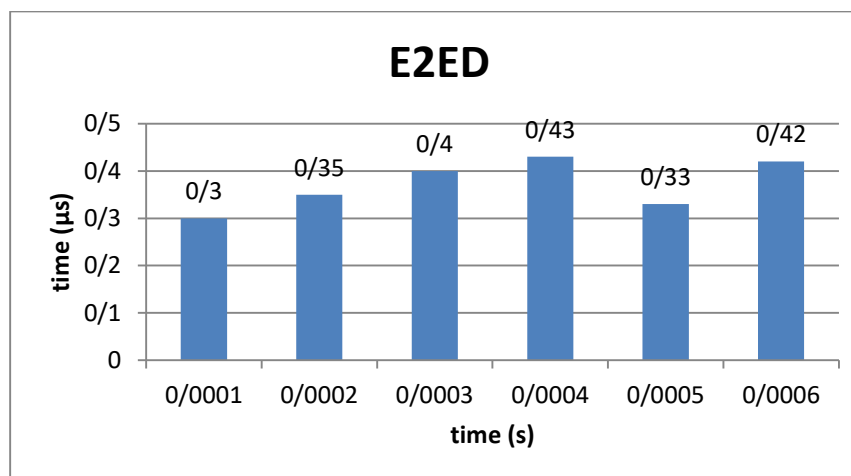
نمودارهای PDR و Throughput و E2ED را نیز در سناریو چهارم بر طبق توضیحات قسمت (۳-۵) نمایش می‌دهیم. که بصورت زیر هستند.

شکل (۹-۵) نمودار PDR را در سناریو چهارم نشان می‌دهد. این نمودار نسبت تحویل بسته در زمان‌های ۰/۱ تا ۰/۶ میلی ثانیه را نشان می‌دهد. که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار ۸۵ درصد و کمترین مقدار ۶۵ درصد می‌باشد در ۰/۱ میلی ثانیه ۸۰ درصد بسته‌ها به درستی به مقصد ارسال شده‌اند و این نسبت در ۰/۴ میلی ثانیه به ۶۵ درصد رسیده است که نشان می‌دهد در این زمان تداخل زیاد شده است و این نسبت را کاهش داده است.



شکل ۵-۱۰- نمودار PDR

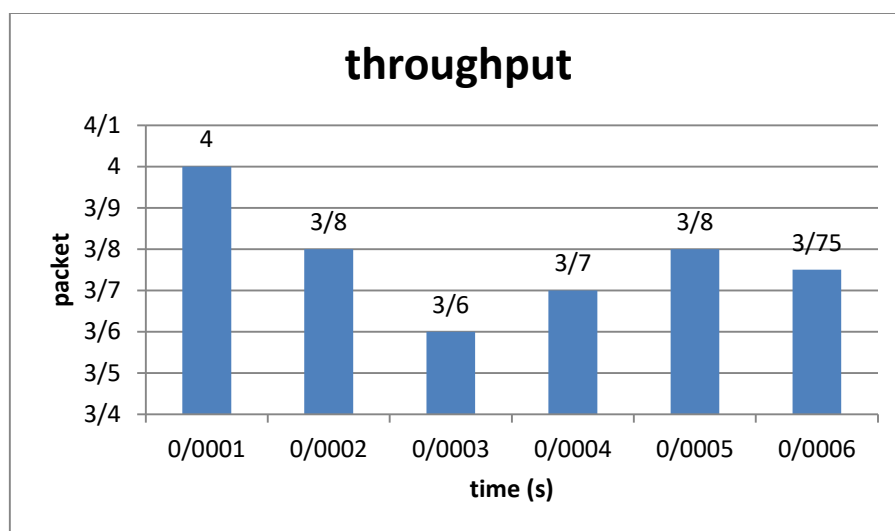
شکل (۵-۱۰) نمودار تاخیر انتها به انتها را نشان می‌دهد. که نمایانگر زمان شروع ارسال یک بسته تا رسیدن آن بسته به مقصد می‌باشد. که در این سناریو تاخیر ما در زمان های مشخص شده از ۰/۴۵ میکرو ثانیه کمتر می‌باشد. همانطور که در شکل می‌بینیم، در ۰/۱ میلی ثانیه اول تاخیر ما بسیار کم می‌باشد. اما در زمان ۰/۴ و ۰/۵ میلی ثانیه این مقدار زیاد شده است که نشان دهنده افزایش حجم ترافیک در شبکه می‌باشد.



شکل ۵-۱۱- نمودار تاخیر انتها به انتها (E2ED)

شکل (۵-۱۱) نمودار throughput (بازده) را نشان می‌دهد. که نشان دهنده تعداد بسته های ارسالی در واحد زمان است. که در اینجا واحد زمان ما میلی ثانیه می‌باشد.

همانطور که در شکل می‌بینیم، در ۰/۱ میلی ثانیه اول تعداد بسته های ارسالی در واحد زمان ۴ بسته در ۰/۱ میلی ثانیه می‌باشد. ولی در زمان ۰/۳ و ۰/۴ میلی ثانیه همانطور که در دو نمودار بالا به دلیل حجم ترافیک زیاد و تداخل در این زمان ها، مقادیر تاخیر افزایش و تعداد بسته های ارسالی کاهش یافته اند، مقدار بازده هم در این زمان ها به همین دلایل مقدار بازده کاهش یافته است.



شکل ۵-۱۲-نمودار Throughput

## ۹-۵- جمع بندی

برای شبیه سازی پروتکل OLSR ابتدا ترافیکی از خودروها را در خیابانی ایجاد کردیم و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک به خوشه بندی و انتخاب سر خوشه پرداختیم. و پروتکل OLSR را در هر خوشه بندی پیاده سازی کردیم. و نتایج انتخاب سر خوشه را در چهار سناریو مختلف شبیه سازی کردیم. و پارامترهای تاخیر و بازده و نسبت تحویل بسته را نیز برای سناریو چهارم محاسبه کرده و بصورت نمودار به نمایش در آوردیم.

- برای پژوهش های آینده می توانیم از الگوریتم های فرا ابتکاری دیگری نظیر الگوریتم ازدحام ذرات، جست و جوی هارمونی و ... به جای الگوریتم ژنتیک استفاده شده در این پایان نامه بهره گرفت و میزان بهبود عملکرد سایر الگوریتم های فرا ابتکاری در یافتن سرخوشه بهینه را با این الگوریتم مقایسه کرد. در نهایت، می توان به بررسی عملکرد این الگوریتم با سایر الگوریتم های خوشه بندی پرداخت و میزان بهبود عملکرد الگوریتم های مختلف را بررسی کرد.

١. J.Guo\_ and N. Balon. "**Vehicular Ad Hoc Networks and Dedicated Short-Range Communication**" University of michigan(June 26, 2006).
٢. Eze, S. Z.. "**Vehicular ad hoc networks (VANETs): Current state, challenges, potentials and way forward**" 20th International Conference on Automation and Computing. (2014 ).
٣. Intl, A. S. T. M "**Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems**" – 5 GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, *ASTM E2213-03*, September 2003.
٤. M.L.Sichitiu, M.Kihl. "**Inter-vehicle communication systems: A survey**" IEEE Communications Surveys & Tutorials · August 2008.
٥. Ms. Divyalakshmi Dinesh, Prof. Manjusha Deshmukh. "**Challenges in Vehicle Ad Hoc Network (VANET)** " International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences. December 2014, Volume 2 Issue 7, ISSN 2349-4٤٧٤.
٦. E. Jazayerifar, R.Sabbaghi-Nadooshan. "**Performance Evaluation of AODV and ADV Routing Protocols in Safety Situations in Highway Environment**. World appl. programming, Vol(5), No (8), August, 2015. pp. 120-1٢٤.
٧. L. Huang, J. Yao, W. Wu, X. Yang: **Feasibility Analysis of Vehicle-to-vehicle Communication on Suburban Road**"Intelligent Transport Systems (ITS)ReviewAccepted: Sep. 15, 2012
٨. R. Meraihi, S. M. Senouci, D.E. Meddour and M. Jerbi, Published Online: 27 JAN ٢٠١٠, **رؤى-مجلة للعلوم والتقنية** **rk**s" DOI: 1٠.١٠٠٢/٩٧٨٠٤٧٠٤١٠٨٩٣.٠٠١٢.
٩. M. Shahid Anwer, Professor Chris Guy. "**A Survey of VANET Technologies**" Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences. Vol.5, No.9 September ٢٠١٤.
١٠. P. Kanti Bhattacharjee and R. Kumar Pal. "**Vehicular Ad Hoc Network in Mobile Communications with Different Routing Protocols** "Assam University Journal of Science

١١. S. Lanka, S. Ehsan. "**Packet Delivery Function (PDF) Performance of Routing Protocol AODV Behavior of Network Simulator**" International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Volume 6, Issue 5, May 2016 ISSN: 2277 128X.
١٢. Rainer Baumann, "**Vehicular Ad hoc Networks**", Master's Thesis in Computer Science, ETH Zurich 2004.
١٣. T. Clausen, and P. Jacquet, "**Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)** ", *INTERNET-DRAFT, IETF MANET working group*, 2003.
١٤. C. E. Perkins, and E. M. Royer, "**Ad-hoc on-demand distance vector routing**" in *Proc.IEEE WMCSA*, pp. 90-100, Feb. 1999.
١٥. W. Sun, H.Yamaguchi, K. Yukimasa, S.Kusumoto. "**GVGrid: A QoS Routing Protocol for Vehicular Ad Hoc Networks**" 2006 IEEE.
١٦. M.Michael, S.Ferenci, "**A SURVEY OF INTER-VEHICLE COMMUNICATIONS PROTOCOLS**" Toronto, Ontario, Canada, 2007
١٧. D. Lee, R. Attias, A. Puri, R. Sengupta, S. Tripakis, P. Varaiya. "**A Wireless Token Ring Protocol for Intelligent Transportation Systems**" 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings - Oakland (CA) USA - August 25-29, 20٠١.
١٨. Clausen, Thomas, and Philippe Jacquet. "**RFC 3626: Optimized link state routing protocol (OLSR).**" *IETF, October 4* (2003).
١٩. M.Gunasekar, S.J.Hinduja. "**Automatic Tuning Of OLSR Routing Protocol Using IWD in VANET**" International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. Vol.2, Special Issue 1, March 2014
٢٠. Ruchika Batra, K. K. "**Simulation Study of Optimization Techniques of OLSR Protocol in VANETs**" INTERNATIONAL JOURNAL FOR ADVANCE RESEARCH IN. (Volume 3, Issue X, Oct. 2015).

۲۱. مهدی هنرمند، علی قیاسیان، حسین سعیدی. "طراحی یک روش خوشه بندی انرژی آگاه

مبتنی بر الگوریتم ژنتیک در شبکه حسگر بی سیم ناهمگن" هوش محاسباتی در مهندسی برق،

سال ششم، شماره سوم، پاییز ۹۴.

**Abstract:**

One of the growing applications of wireless networks is the interactive car radio (VANET). Automotive communications are made up of a wireless network in which cars interact with each other about their current situation. The application of intelligent transportation is one of the most important applications of automotive case networks, which are used as an integral part of the intelligent transportation system (ITS). Because of its high mobility and the wide range of network nodes, its centralized management is impossible, and for deploying communications And maintaining the quality of communication paths Using a distributed, dynamic and efficient algorithm for routing is essential. Therefore, the discussion of routing in these types of networks is a challenging and important issue. In this thesis, we will review the OLSR protocol. The OLSR protocol (Link Link Optimization) is an optimal router protocol for this type of network. And it helps in better service quality and better car communication.

The OLSR routing protocol is an optimized AdHoc network link mode protocol. This protocol first reduces the size of the control packets and instead of all the network nodes only specifies a set of nodes among its neighbors and sends messages to the entire nodes through the nodes. This set of node nodes They are called point-to-point relays (MPRs), which minimize the volume of traffic control.

In this protocol, each node identifies its neighbor nodes by sending a Hello message to the nodes around it, and selects a series of nodes with a specific algorithm as the node of the MPR. And through these nodes, they will send messages to other neighbors. With this method greatly reduced traffic and overflow messages can be prevented.

To simulate this protocol, we first simulate road traffic and then we will cluster and select the cluster head using the genetic algorithm. The diagrams will show the end to end delay and the packet delivery rate and the throughput according to The results will be determined.

**Keywords:** OLSR protocol, VANET protocols, inter-vehicle case networks, Genetic Algorithm.



Shahrood University of Technology

Faculty of Electrical Engineering and Robotics

M.S.c. Thesis in Communication System Engineering

**Simulation OLSR protocol for routing of VANET (vehicular ad-hoc network)**

**By : Ahmad Ghaliaf**

**Supervisor:**

**Dr: Omidreza Marouzi**

**January 2018**