

## ارائه روشی برای بهبود الگوریتم AODV برای مسیریابی شبکه‌های ادهاک بین خودرویی (VANETs) با استفاده از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده

فتانه طاهری آشتیانی، سید علی شریفی\*

دانشکده فنی و مهندسی، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، بناب، ایران.

### چکیده

یکی از مهمترین چالش‌های شبکه‌های بین خودرویی، تحرک سریع گرهما (خودروها) و جابجایی آنها است که باعث تغییر در توپولوژی شبکه و به طبع آن کاهش زیاد مقیاس‌پذیری آن می‌باشد. در این شبکه‌ها برای هر بسته اطلاعاتی به دلیل عدم وجود زیرساخت ارتباطی، مسیریابی به صورت مستقل انجام می‌گیرد. و علائم جاده‌ای و ترافیکی و موانع موجود در مسیر و مسیرهای خط‌کشی شده و اطلاعات مربوط به فاصله و سرعت دیگر خودروها به صورت لحظه‌ای نشان داده می‌شود که به رانندگان در تصمیم‌گیری برای ایجاد امنیت و جلوگیری از تصادفات و بوجود آمدن ترافیک کمک شایانی می‌کند. فلذا هدف ما در این مقاله ارائه راه‌کاری برای کاهش شدید زمان در انتخاب مسیر بهینه و افزایش مقیاس‌پذیری شبکه با استفاده از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده به سبب استفاده از جابجایی‌های مبتنی بر بهترین محلی و بهترین کل، پیاده‌سازی جستجوی تصادفی به صورت کارا و سرعت بالای همگرایی است. در نهایت با معیارهایی بار مسیریابی نرمال شده، نرخ تحویل بسته اطلاعاتی و متوسط تاخیر آنها به انتها مورد ارزیابی قرار دادیم. نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی برای معیارهای میانگین نرخ تحویل بسته برابر با ۱۰۰٪، بار مسیریابی نرمال شده برابر با ۱۹٪ و متوسط تاخیر آنها به انتها مقدار ۹/۹ ثبت شده که نسبت به الگوریتم‌های ملخ، ازدحام ذرات و ژنتیک بهتر عمل می‌کند.

**کلمات کلیدی:** شبکه‌های ادهاک بین خودرویی، پروتکل مسیریابی، الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده، تاخیر آنها به انتها، بار مسیریابی نرمال شده.

### تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۰/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

### Keywords:

Vehicle Adhoc Networks, Routing Protocol, modified Shuffled Frog Leaping Algorithm, End to End Delay, Normalized Routing Load, Packet Delivery Ratio

\*ایمیل نویسنده مسئول:

sharifi@bonabiau.ac.ir

## Provide a Way to Improve the AODV Algorithm for Routing Vehicle Adhoc Networks (VANETs) by Using Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm

Fattaneh Taheri Ashtiyani, Seyed Ali Sharifi\*  
Islamic Azad university of Bonab Branch, Bonab, Iran.

### Abstract

One of the most important challenges of inter-vehicle networks is the rapid mobility of nodes (vehicles) and their displacement that changes the network topology and, consequently, greatly reduces its scalability. In these networks for each packet to the lack of communication infrastructure, routing is done independently. and road and traffic signs and obstacles on the lane and lanes, and information about the distance and speed of other vehicles are displayed instantly, which helps drivers make decisions to ensure safety and prevent accidents and traffic jams. Therefore, our aim in this paper is to provide a solution to drastically reduce time in selecting the optimal path and increase network scalability using the modified Frog Jump algorithm due to the use of the best local displacements and based on the best, efficient random search implementation and with high speed. Is convergence. Finally, we evaluated normalized routing load, packet delivery rate, and average end-to-end latency criteria. The simulation results show that the proposed algorithm is recorded for the criteria of average packet delivery rate equal to 100%, normalized routing load equal to 19% and mean end-to-end latency of 9.9 compared to locust algorithms. Particle swarm and genetics work better.

**Keywords:** Vehicle Adhoc Networks, Routing Protocol, modified Shuffled Frog Leaping Algorithm, End to End Delay, Normalized Routing Load, Packet Delivery Ratio.

## ۱- مقدمه

سیستم‌های بین خودرویی به منظور برقراری امنیت و آرامش و راحتی رانندگان و مسافران و جلوگیری از بروز مشکلاتی مانند تصادفات جاده‌ای و ترافیک و غیره بوجود آمده‌اند [۱]. فناوری موجود در هر خودرو در این شبکه‌ها، به آنها این امکان را می‌دهد تا با یکدیگر (V2V)<sup>۱</sup> و با زیرساخت جاده (V2I)<sup>۲</sup> ارتباط برقرار کنند. زیرساخت جاده‌ای که به آن واحدهای کنار جاده<sup>۳</sup>، نیز گفته می‌شود معمولاً در کنار خیابان‌ها و جاده‌ها روی چراغ راهنمایی و علائم راهنمایی و رانندگی قرار دارند تا اطلاعات مورد نیاز رانندگان در زمینه عبور و مرور و ترافیک را ارائه دهند و رانندگی ایمن را فراهم کنند [۲] و [۳]. در این شبکه‌ها سیستم ارتباطی به هنگام ترمز کردن خودرو، پیام هشدار به خودروهای دیگر ارسال می‌کند و سرعت این خودروها با دریافت و مشاهده این پیام، به صورت اتوماتیک کاهش می‌یابد. همچنین خودروها در بازه‌های زمانی خاصی و بصورت دوره‌ای اطلاعات موجود خود و داده‌های دریافتی از واحدهای کنار جاده و حتی پیام‌های دیگری مانند شرایط آب و هوایی و اطلاعات مربوط به گردشگری و غیره را در شبکه پخش می‌کنند تا دیگر خودروها بتوانند به منظور ایمنی هر چه بیشتر و پیشگیری از تصادفات، از این اطلاعات استفاده کنند [۴]. در تمام خیابان‌ها و جاده‌ها می‌توان شبکه‌های بین خودرویی راه‌اندازی کرد و با توجه به اینکه این شبکه‌ها نیاز به سازمان متمرکز پردازش داده‌های ترافیکی ندارند می‌توان با اتصال این شبکه‌ها به همدیگر محیط پوشش را بزرگ‌تر و یک سیستم حمل و نقل هوشمند مانند سامانه کنترل ترافیک هوشمند ایجاد کرد [۵].

## ۲- شبکه‌های موردی بین خودرویی

شبکه‌های موردی خودرویی مسئول برقراری ارتباط بین وسایل نقلیه در حال حرکت در یک محیط خاص می‌باشد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آن سرعت بالا و تغییرات پیری در پی توپولوژی شبکه است که گره‌ها را مجبور می‌کند همیشه اطلاعات مسیریابی خود را به روز کنند و به این دلیل، مسیریابی این شبکه‌ها از اهمیت خیلی زیادی برخوردار است. یکی از محبوبترین پروتکل مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی، مسیریابی موقت برداری مبتنی بر تقاضا

(AODV) است [۶] و [۷] که با استفاده از یک روش ایجاد مسیر تقاضا محور است. محدودیت این روش این است که با جاری شدن سیل آسای پیام در کل شبکه ایجاد می‌شود. یکی دیگر از روشهای مسیریابی، مسیریابی منبع پویا (DSR)<sup>۴</sup> [۸] است. در این روش مسیریاب در کش ذخیره می‌شود و انتظار می‌رود که منبع دانش کامل از گام به گام مسیر به مقصد را داشته باشد.

## ۲-۱- معماری و مدل سازی شبکه بین خودرویی

در شبکه‌های موردی خودرویی، معماری ثابتی وجود ندارد. شبکه موردی خودرویی (VANET) و شبکه موردی سیار (MANET) با همدیگر متفاوت است چرا که خودروها بر خلاف گره‌ها در شبکه موردی سیار به طور تصادفی حرکت نمی‌کنند، و در مسیریابی ثابتی مانند خیابان‌ها و جاده‌ها در حال حرکتند [۹].

در این شبکه‌ها بر روی هر خودرو، واحد داخل خودرو<sup>۵</sup> شامل فرستنده و گیرنده بی‌سیم وجود دارد. که می‌توان سناریوهای ارتباطی مختلفی را برای خودروها تعریف کنیم یک سناریو این است که تمام وسایل نقلیه از طریق برخی از واحدهای کنار جاده‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار کنند [۱۰]. این معماری به شبکه‌های بی‌سیم محلی (WLAN) شبیه است. سناریوی دوم اینکه به طور مستقیم وسایل نقلیه با یکدیگر و بدون نیاز به هرگونه واحد کنار جاده ارتباط برقرار می‌کنند. این مانند معماری شبکه موردی است. در حالت سوم، برخی از وسایل نقلیه می‌توانند هم به طور مستقیم با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و هم ممکن است با برخی از واحدهای کنار جاده ارتباط برقرار کنند. این می‌تواند به عنوان سناریو ترکیبی [۱۱] و [۱۲] نامیده شود.

## ۲-۲- مسیریابی در شبکه‌های موردی خودرویی

یکی از چالش‌های عمده در طراحی شبکه‌های موردی بین خودرویی ایجاد و گسترش یک پروتکل مسیریابی پویا است که بتواند به انتقال اطلاعات بین خودروها کمک کند.

<sup>4</sup>Dynamic Source Routing

<sup>5</sup>OBU

<sup>1</sup>Vehicle to Vehicle

<sup>2</sup>Vehicle to Infrastructure

<sup>3</sup>Road-side Unit

### پروتکل های مسیریابی مبتنی بر خوشه

ایده اصلی در این پروتکل ها ایجاد گره هایی از خودروها بنام خوشه است که یکی از خودروها به عنوان سرخوشه عمل کرده و مسیر بهینه از بین چندین مسیر را انتخاب می کند. هدف اصلی این پروتکل ها کاهش ترافیک شبکه و سربار مسیریابی است. با توجه به اهمیت موضوع مقیاس پذیری، الگوریتم های تشکیل خوشه در MANET به طور مستقیم به VANET اعمال نمی شود [۱۸].

### پروتکل های مسیریابی مبتنی بر انتشار

مسیریابی مبتنی بر انتشار زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که پیامی بخواهد به خارج از محدوده شبکه ارسال شود. در این روش پیام ها به روش سیل آسا منتقل می شوند. که در آن با وجود اینکه تضمین می کند پیام ها حتما به مقصد می رسند و در مرحله کشف مسیر به مقصد به خوبی تثبیت شده است اما از تمام پهنای باند استفاده می شود. این پروتکل یکی از قدیمی ترین روش های مسیریابی در VANET است [۱۹].

### پروتکل مسیریابی مبتنی بر موقعیت جغرافیایی<sup>۸</sup>

در پروتکل مسیریابی مبتنی بر موقعیت جغرافیایی مبادلات اطلاعاتی خودروها با همدیگر و جستجو برای گام بعدی در یک منطقه خاص از ارتباط (ZOR) انجام می گیرد در این نوع از شبکه ها فقط بسته های کنترلی در شبکه پخش می شود و بسته های اطلاعاتی با استفاده از روش تک پخشی که موجب افزایش کارایی و قابلیت اطمینان مسیریابی است منتشر می شوند [۲۰].

### ۳- پروتکل AODV

یکی از مهمترین پروتکل های مسیریابی بین خودرویی مبتنی بر توپولوژی پروتکل AODV است که ما در این مقاله به طور خاص به آن می پردازیم. در این پروتکل هر گره، جداول مسیریابی همه گره های موجود در شبکه را به همراه مسافت آنها ذخیره کرده، و همسایه هایش را با هزینه رسیدن به آنها می شناسد و اگر یک گره در دسترس نباشد، مسافت بینهایت ( $\infty$ ) است. هر گره به طور متناوب جدول مسیریابی را به گره های همسایه می فرستد و آنها بر اساس مقادیر این جداول

مسیریابی در این شبکه ها را می توان به پنج دسته عمده طبقه بندی کرد [۱۳]:

- پروتکل مسیریابی مبتنی بر توپولوژی
- پروتکل مسیریابی مبتنی بر مکان
- پروتکل های مبتنی بر خوشه
- پروتکل مبتنی بر انتشار
- پروتکل مبتنی بر قالب جغرافیایی

### پروتکل های مسیریابی مبتنی بر توپولوژی

به طور کلی، پروتکل های مسیریابی مبتنی بر توپولوژی به سه دسته سه دسته فعال، غیر فعال و ترکیبی تقسیم بندی می شوند که برخی از آنها برای رفع نیازهای محیط VANET [۱۴] و [۱۵] طراحی شده اند. در پروتکل های فعال، گره های موجود در شبکه، جداول مسیریابی خود را دائما به روزرسانی کرده و آنها را به تمام گره های دیگر ارسال می کنند. که باعث ایجاد سربار کنترلی زیادی می شود. یکی از مهمترین پروتکل هایی که در برابر تغییرات توپولوژی دارای مقاومت زیادی است پروتکل مسیریابی به ترتیب زمان<sup>۶</sup> (TORA) [۱۶] است. این پروتکل پیام مسیریابی محلی به یک مجموعه کوچک از گره های در مجاورت تغییر می فرستد.

### پروتکل های مسیریابی مبتنی بر مکان

در این پروتکل ها، بر خلاف پروتکل های مبتنی بر توپولوژی، نیاز به تعمیر و نگهداری مسیر وجود ندارد و فقط زمانی که به آن نیاز است ایجاد می شود. که این مسئله کاهش محدودیت غیر ضروری بر روی پهنای باند را منجر می شود. همچنین در این پروتکل ها، اطلاعات مورد نیاز در زمینه موقعیت جغرافیایی خودروها برای انتشار اطلاعات، از منابع مختلفی مانند نقشه ها، سیستم تعیین موقعیت جهانی<sup>۷</sup> (GPS) و ردیابی مدل های ترافی به دست می آید. از مهمترین پروتکل های مسیریابی مبتنی بر مکان پروتکل LAR است که به عنوان یک پروتکل انفعالی عمل می کند و با استفاده از اطلاعات موقعیت گره ها، باعث کاهش سربار مسیریابی می شود و از دو روش مبتنی بر اندازه درجه و متغیر فاصله برای تعیین گام بعدی استفاده می کند [۱۷].

<sup>۸</sup>Geocast Protocols

<sup>۶</sup>Temporally Ordered Routing Algorithm

<sup>۷</sup>Global Positioning System

می توانند جدول خود را بروز رسانی کنند. این پروتکل از دو فاز عملیاتی کشف مسیر و نگهداری مسیر تشکیل شده است [۲۱]. در فرآیند کشف مسیر ابتدا یک بسته درخواست مسیر<sup>۹</sup> توسط خودرو فرستنده پیام به همه خودروهای همسایه ارسال می شود و خودروهایی که پیام درخواست را دریافت کنند ابتدا یک ورودی مسیر برعکس به سمت خودروی مبدأ در جدول مسیریابی ایجاد می کنند. سپس جدول مسیریابی خود را بررسی می کند که آیا یک مسیر معتبر به سمت خودروی مقصد وجود دارد یا نه. در صورتی که یکی از این دو شرایط برقرار باشد، یک پیام پاسخ مسیر<sup>۱۰</sup> با شماره ترتیب<sup>۱۱</sup> افزایش یافته نسبت به شماره ترتیب پیام درخواست، در مسیر برعکس تک پخشی می کند. در صورتی که هیچ کدام از این دو شرط برقرار نباشد، خودرو دریافت کننده پیام درخواست مسیر را دوباره همه پخشی می کند [۲۲]. در این پروتکل، خودروی منبع یا هر یک از خودروهای میانی فقط ID خودروی بعدی را در رسیدن به خودروی مقصد در جدول مسیریابی خود نگهداری می کنند. اما در فرآیند نگهداری مسیر هر خودرو بصورت دوره ای پیام سلام را به خودروهای همسایه همه پخشی می کند. اگر خودروهای همسایه پیام دریافتی را در مدت زمان مورد انتظار پاسخ ندهد، خودروی فرستنده، فرض می کند که اتصال به همسایه شکسته شده است. این پروتکل دارای حداقل سربار کنترلی و سربار پردازشی است. همچنین نسبت به تغییرات توپولوژیکی و شکست مسیر عکس العمل نشان می دهد [۲۳]. پژوهش های انجام گرفته بر روی بهبود پروتکل AODV برای افزایش میزان گذردهی و کاهش تأخیر انتهای آنها در ارسال پیام که در سه دسته افزایش مقیاس پذیری، کاهش سربار همه پخشی و افزایش پایداری مسیر تقسیم بندی شده اند در جدول ۱ نشان داده شده است [۲۴] و [۲۵].

جدول ۱-): مقایسه رویکردهای ارائه شده

نام پروتکل	مقایسه بر مبنای ترتیب	کاهش سربار	افزایش پایداری مسیر
مسیریابی مبتنی بر خوشه	بله	بله	خیر
مسیریابی مبتنی بر الگوریتم کلونی مورچگان	بله	بله	خیر
پروتکل مسیریابی EO-AODV	خیر	خیر	خیر
پروتکل مسیر یابی بهبود یافته	خیر	بله	بله
پروتکل مسیریابی DMV	خیر	بله	خیر
پروتکل مسیریابی هوشمند	خیر	خیر	خیر
پروتکل مسیریابی D&PMV	خیر	خیر	خیر
پروتکل مسیریابی DMN	خیر	خیر	خیر

#### الگوریتم جهش قورباغه (SFLA):

الگوریتم SFLA یک الگوریتم مبتنی بر ممتیک متأهپورستیک است. الگوریتم ممتیک یک الگوریتم مبتنی بر جمعیت است که برای بهینه سازی مسائل پیچیده و بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد. ایده اصلی این الگوریتم، به کارگیری یک روش جستجوی محلی در درون ساختار الگوریتم ژنتیک برای بهبود کارایی فرآیند تشدید هنگام جستجو است. الگوریتم ممتیک در ابتدا مجموع جواب های اولیه را رمزگذاری می کند، آنگاه این الگوریتم میزان مطلوبیت هر یک از جواب ها را بر اساس یک تابع برازندگی را محاسبه کرده و جواب های جدیدی را تولید می کند [۲۶]. این الگوریتم مزایای الگوریتم های مبتنی بر ژنتیک (مانند ممتیک) و الگوریتم های مبتنی بر رفتار اجتماعی مانند PSO را باهم ترکیب کرده و سعی می کند تعادل بین بررسی گسترده در فضای جواب های احتمالی ایجاد کند. در این الگوریتم جمعیت شامل یک دسته از قورباغه ها (جواب ها) می شود، هر قورباغه ساختاری شبیه به کروموزوم در الگوریتم ژنتیک را خواهد

<sup>9</sup>RREQ: Route Request

<sup>10</sup>RREP: Route Reply

<sup>11</sup>Sequence Number



(شکل-۲): الگوریتم جستجوی محلی [۲۸]

در جستجوی سراسری ابتدا تعداد گروه های قورباغه به صورت آرایه و تعداد قورباغه های موجود در آن مقداردهی اولیه می گردد. سپس بر اساس جمعیت مجازی تشکیل شده مقدار برازندگی هر قورباغه محاسبه و به صورت نزولی مرتب و موقعیت بهترین قورباغه  $P_x$  در کل جمعیت ثبت می گردد. سپس هر کدام از گروه های قورباغه به وسیله جستجوی محلی الگوریتم، تکامل می یابد. شرط خاتمه الگوریتم اینست که شرایط همگرایی و یا همان هدف مسئله ارضا شده باشد. در جستجوی محلی، وزن های بیشتر به قورباغه هایی که کارایی بالاتری دارند و وزن های کمتر به قورباغه هایی که کارایی کمتری دارند تخصیص داده می شود که تشکیل زیر گروه ها را می دهد. و موقعیت بهترین و بدترین قورباغه به ترتیب  $P_B$  و  $P_W$  مشخص می شود. سپس برای تصحیح موقعیت بدترین قورباغه، ابتدا موقعیت جدید از طریق فرمول  $U(q)=P_W+S$

داشت. کل جمعیت قورباغه ها در دسته های کوچکتری تقسیم بندی می شوند، هر دسته نماینده انواع مختلفی از قورباغه ها هستند که در محل های مختلفی از فضای جواب ها پراکنده اند. سپس هر دسته از این قورباغه ها شروع به یک جستجوی محلی دقیق در اطراف محل استقرار خود می کنند. هر قورباغه دارای اطلاعات مربوط به یک مسئله است و با انتخاب گروه های قورباغه به صورت تصادفی آغاز می شود. این گروه ها می توانند به تعدادی زیر گروه تقسیم شده و جستجوی محلی را به صورت مستقل و با روش های مختلفی انجام دهند. تکامل قورباغه های موجود در هر گروه از تاثیر قورباغه ها بر روی هم دیگر در همان گروه انجام و بعد از تکامل گروه ها، زیر گروه ها با هم ادغام شده و حوزه سراسری بهینه می گردد. این الگوریتم دارای دو مرحله جستجوی محلی و جستجوی سراسری است که در شکل های ۱ و ۲ به ترتیب نشان داده شده است [۲۷].



(شکل-۱): الگوریتم جستجوی سراسری [۲۸]

مطابق مطالب گفته شده ابتدا موقعیت قورباغه منفرد را که بصورت آرایه ای از مسیرهای کاندید است تشکیل می دهیم. همانند شکل ۳ هر قورباغه با یک آرایه از شناسه خودروها و مقدار تابع برازندگی را نمایش داده می شود.

ID Node	ID Node	ID Node	ID Node	Fitness Function
1	2	3	4	

(شکل-۳): قورباغه منفرد

سپس تابع برازندگی محاسبه می شود. هدف اصلی در این مقاله، ماکزیمم شدن متوسط نرخ تحویل بسته <sup>۱۳</sup>(PDR) (نسبت بسته های موفق ارسالی به تعداد کل بسته ها) و مینیمم شدن بار مسیریابی نرمال شده <sup>۱۴</sup>(NRL) (تعداد پیام هایی که برای ارسال موفق داده ها برای سنجش ترافیک، مبادله می شود) و متوسط تاخیر انتها به انتها <sup>۱۵</sup>(E2WD) (میانگین زمانی که طول می کشد تا هر پیام با موفقیت مبادله شود) است. تابع برازندگی مطابق فرمول (۳)، بصورت کمینه سازی تعریف شده است. وزن هر کدام از پارامترهای ارزیابی با مقادیر  $w_1=0.5$  و  $w_2=0.2$  و  $w_3=0.3$  تعریف شده است.

$$[fitness = w_1 \cdot (-PDR) + w_2 \cdot NRL + w_3 \cdot E2ED]$$

#### ۵- شبیه سازی و ارزیابی الگوریتم پیشنهادی

شبیه سازی الگوریتم پیشنهادی با استفاده از شبیه ساز شبکه ns-2 انجام یافته است. که در آن محیط جغرافیایی به ابعاد  $670 \times 670$  متر و تعداد خودرو برابر با ۵۰ و سرعت هر خودرو بین ۱۰ تا ۷۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت هستند. پارامترهای شبیه سازی در جدول (۲) نمایش داده شده است:

(جدول-۲): پارامترهای شبیه سازی

پارامتر	مقدار
تعداد خودرو	۵۰
سرعت حرکت خودرو	۵۰-۱۰ کیلومتر بر
پروتکل مسیریابی	ساعت
ابعاد محیطی	AODV
زمان شبیه سازی	۶۷۰ * ۶۷۰
پروتکل انتقال	۱۸۰ ثانیه
	UDP

<sup>13</sup>Packet Delivery Ratio

<sup>14</sup>Normalized Routing Load

<sup>15</sup>End to\_End Delay

محاسبه می شود که در آن S میزان جهش قورباغه است که از طریق فرمول ۱ و ۲ محاسبه می شود [۲۸].

$$S = \text{Min}\{\text{int} [\text{Rand} (P_B - P_W)], S_{\text{max}}\} \text{ for a positive step (فرمول ۱)}$$

$$S = \text{Min}\{\text{int} [\text{Rand} (P_B - P_W)], S_{\text{max}}\} \text{ for a negative step (فرمول ۲)}$$

اگر موقعیت جدید بهتر از موقعیت قبلی باشد آنرا جایگزین می کند. و گروه ها با هم ترکیب و مرتب می شوند. و جستجوی محلی ادامه پیدا می کند. در غیر این صورت میزان جهش بوسیله  $P_x$  از طریق فرمول های ۳ و ۴ بدست می آید.

$$S = \text{Min} \{ \text{int} [\text{Rand} (P_x - P_w)], S_{\text{max}} \} \text{ for a positive step (فرمول ۳)}$$

$$S = \text{Min} \{ \text{int} [\text{Rand} (P_x - P_w)], S_{\text{max}} \} \text{ for a negative step (فرمول ۴)}$$

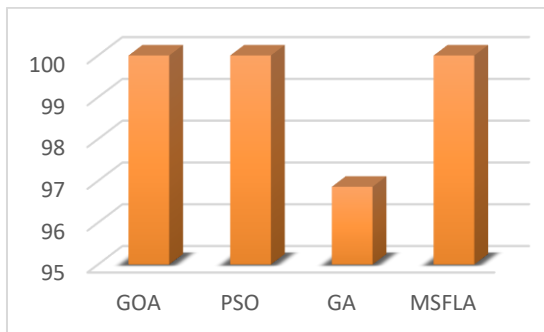
اگر مقدار برازندگی جدید بهتر از مقدار قبلی باشد موقعیت جدید جایگزین موقعیت قبلی شده و گروه ها بهنگام می شوند. در غیر این صورت به صورت تصادفی یک قورباغه جدید تولید و جایگزین قورباغه ای می شود که موقعیت جدیدش برای پیشروی مناسب نیست. یکی از مهمترین مشکلات الگوریتم جهش قورباغه نمایی بودن و زمان اجرای بالای آن است بنابراین با استفاده از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده (MSFLA)<sup>۱۲</sup> سعی شده است که زمان اجرا مناسب تر گردد. در این الگوریتم با تغییر در رابطه نحوه تصحیح موقعیت قورباغه ها جستجوی محلی بهبود پیدا کرده و باعث افزایش سرعت و دقت اجرای الگوریتم جهش قورباغه می گردد [۲۹].

#### ۴- الگوریتم پیشنهادی

در این مقاله، از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده برای مسیریابی شبکه های خودرویی استفاده کردیم که در آن

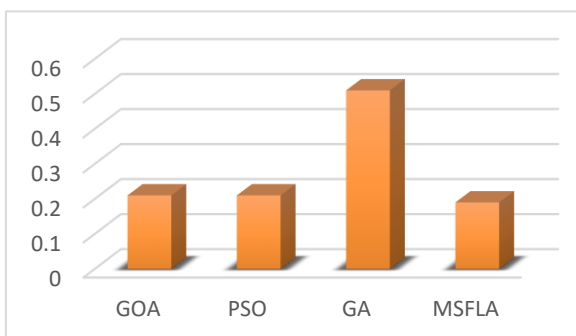
<sup>12</sup>Modified Shuffled Frog Leaping Algorithm

نرخ تحویل بسته برای الگوریتم پیشنهادی ۱۰۰٪ است. و الگوریتم ژنتیک دارای بیشترین تعداد پیام گم شده است. شکل (۷) مقدار این پارامتر برای هر سه الگوریتم ملخ، ازدحام ذرات و ژنتیک را نشان می‌دهد. مقایسه این پارامتر برای الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم‌های دیگر در شکل ۴ نشان داده شده است.



(شکل-۴): نرخ تحویل بسته برای الگوریتم پیشنهادی و سایر الگوریتم‌ها

پارامتر بار مسیریابی نرمال شده در مسیریابی شبکه‌های ادهاک بین‌خودرویی و ارتباط آن با احتمال خرابی شبکه دلیل مشکل ازدحام دارای اهمیت ویژه است. بنابراین هر چقدر مقدار این پارامتر کمتر باشد به معنی اینست که بار مسیریابی نرمال شده کاهش داشته است. مطابق جدول ۴ مقدار این پارامتر برای الگوریتم پیشنهادی برابر با ۰/۱۹ است که نسبت به دیگر الگوریتم‌ها نتیجه بهتری به شمار می‌رود. مقایسه نموداری آن در شکل ۵ نشان داده شده است.



(شکل-۵): بار مسیریابی نرمال شده برای الگوریتم پیشنهادی و سایر الگوریتم‌ها

آخرین پارامتر بررسی شده تاخیر انتها به انتها است با توجه به جدول ۴، الگوریتم پیشنهادی با مقدار ۹/۰۹ نسبت به الگوریتم‌های دیگر عملکرد بهتری داشته است با اینکه مقدار هر چهار الگوریتم مقایسه شده از حداکثر تاخیر انتها به

پس از شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی و ثبت نتایج حاصل از آن برای پارامترهای پروتکل AODV و مقایسه آن با الگوریتم‌های ملخ، ازدحام ذرات و ژنتیک به دست آمده، در جدول (۳) نمایش داده شده است. سپس در جدول ۴ نتایج پارامترهای، متوسط نرخ تحویل بسته، بار مسیریابی نرمال شده و تاخیر انتها به انتها با هم مقایسه شده‌اند.

(جدول-۳): مقادیر بهینه‌ی پارامترهای پروتکل AODV

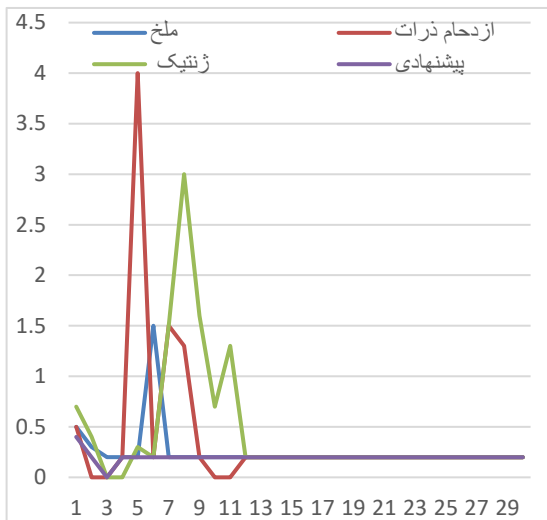
پارامترها	ملخ	ازدحام ذرات	ژنتیک	الگوریتم پیشنهادی
HELLO_INT	2.4609	3.1835	4.7441	4.9026
ACTIVE_R_T	1.2092	1.5417	3.0593	3.6891
MY_R_T	2.7523	1	6.0749	8.5941
NODE_T_T	1.0466	0.01	3.2764	4.6904
MAX_R_T	15.869	12.279	17.379	21.030
NET_D	8	7	0	6
ALLOWED_H_L	5	6	17	19
REQ_R	3	0	5	8
TTL_S	2	0	4	7
TTL_I	4	1	6	9
TTL_T	3	9	4	6
TTL_T	7	1	3	5

(جدول-۴): مقدار پارامترهای ارزیابی

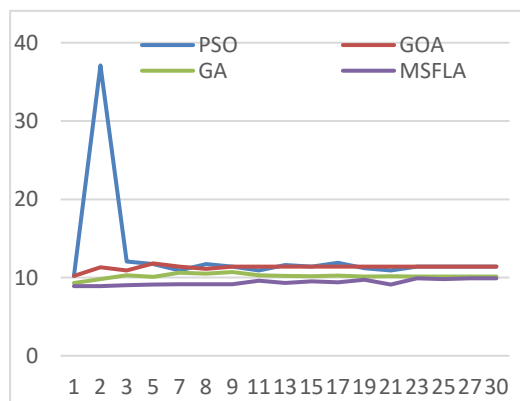
پارامتر	ملخ	ازدحام ذرات	ژنتیک	الگوریتم پیشنهادی
نرخ تحویل بسته	٪100	٪100	٪96.86	٪100
بار مسیریابی نرمال شده تاخیر انتها به انتها	0.21	0.21	0.51	0.19
تاخیر انتها به انتها	11.41	11.41	10.13	9.09

در شبکه‌های ادهاک بین خودرویی به دلیل تحرک زیاد خودروها و تغییرات توپولوژیکی شبکه، مقدار پارامتر متوسط نرخ تحویل بسته مهم است چرا که هر چقدر این مقدار کوچک‌تر باشد به معنی گم شدن تعداد زیاد پیام‌ها است که منجر به تولید زیاد تعداد پیام‌های کنترلی می‌شود که باعث بوجود آمدن ازدحام در شبکه شود. مطابق جدول ۴ متوسط

انتهای مجاز (۲۰ میلی ثانیه) کمتر است. شکل ۶ معیار متوسط تاخیر انتها به انتها را برای الگوریتم پیشنهادی و سایر الگوریتمها نشان می دهد.



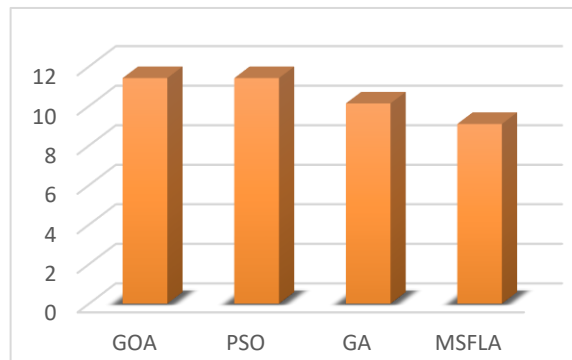
(شکل-۸): فرآیند رسیدن به پایداری در معیار بامسیریابی  
نرمال شده



(شکل-۹): فرآیند رسیدن به پایداری در معیار متوسط تاخیر  
انتها به انتها

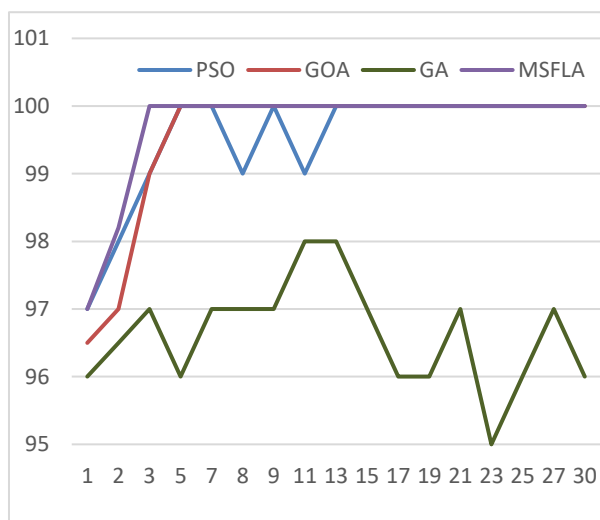
#### ۶- جمع بندی و نتیجه گیری

شبکه های ادهاک بین خودرویی زیرمجموعه ای از شبکه های موردی سیار است که برای برقراری امنیت خودروها و مسافران آن از طریق ارتباط خودروها با هم و کنترل ترافیک در جاده ها ایجاد شده اند. که خودروها به جهت تحرک سریع و تغییرات مداوم توپولوژی شبکه مجبورند همیشه اطلاعات مسیریابی خود را به روز کنند؛ بنابراین مسیریابی در آن از اهمیت



(شکل-۶): تاخیر انتها به انتها برای الگوریتم پیشنهادی و سایر الگوریتمها

پایداری الگوریتمها یکی از معیارهای ارزیابی الگوریتمها است که نشان دهنده اینست که الگوریتمها در چه زمانی و با چه تعداد تکراری به حالت پایدار می رسند. شکل های ۷ و ۸ و ۹ نشان می دهد که الگوریتم پیشنهادی در معیارهای نرخ تحویل بسته، بار مسیریابی نرمال شده و تاخیر انتها به انتها، برای پیدا کردن مقدار بهینه زودتر از الگوریتمهای دیگر به مقدار پایدار و بدون تغییر رسیده است. به عبارت دیگر نشان می دهد که برای رسیدن به پایداری نیاز به تعداد تکرار کمتری داشته است.



(شکل-۷): فرآیند رسیدن به پایداری در معیار متوسط نرخ  
تحویل بسته



[4] S. Banerjee, M. Sardar, K. Majumder., *AODV Based Black-Hole Attack Mitigation in Manet, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 24, pp. 345-352, 2019.*

[5] X. Yang and S. Deb., *Engineering Optimisation by Cuckoo Search, Int. J. Mathematical Modelling and Numerical Optimizations, Vol. 1, No. 4, pp. 330-343, 2020.*

[6] S. Al-Sultan, M. M. Al-Doori, A. H. Al-Bayatti., *A comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network, Journal of Network and Computer Applications, Vol. 37, pp. 380-392, 2014.*

[7] R. Farazkish., *Robust and reliable design of bio nanorobotic systems, Microsystem Technol, 2018.*

[8] N. Jayalakshmi, R. Rajadurai, K. Indumathi., *Vehicular Network: Properties, Structure, Challenges, Attacks, Solutions for Improving Scalability and Security, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.4, No 6, pp. 152-167, 2018.*

[9] Sabih Ur Rehman, M. Arif Khan, Tanveer A. Zia, and Lihong Zheng., *Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs) - An Overview and Challenges, Journal of Wireless Networking and Communications p-ISSN: 2167-7328 e-ISSN: 2167-7336 pp. 29-38, 2013.*

[10] C. E. Perkins and E. M. Royer., *Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing, in Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 90-100, 2014.*

[11] B. Li, Y. Liu, and G. Chu., *Improved aodv routing protocol for vehicular ad hoc networks,* in *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2019 3rd International Conference, vol. 4, pp. 337-345, 2019.*

ویژه‌ای برخوردار است. پروتکل AODV، از معروف‌ترین پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی است. اما یافتن جواب بهینه در این پروتکل‌ها بدلیل زیاد بودن تعداد جواب‌های ممکن دشوار است. چرا که فرایند جستجو بسیار زمان‌بر خواهد بود. برای غلبه بر این مشکل استفاده از روش‌های فراابتکاری برای حل چنین مسائلی توصیه شده است که ما هم در این مقاله از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده که یک الگوریتم فراابتکاری است برای بهبود پروتکل مسیریابی AODV در شبکه ادهاک خودرویی استفاده کرده‌ایم. بعد از شبیه‌سازی و اجرای آن با توجه به معیارهایی که برای ارزیابی عملکرد این الگوریتم‌ها استفاده شده، که عبارتست از: نرخ تحویل بسته، میانگین تأخیر انتها به انتها و بار مسیریابی نرمال شده و مقادیر بدست آمده از آن، با الگوریتم‌های دیگری مانند ملخ، ازدحام ذرات و ژنتیک مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج حاصل شده نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی برای معیارهای میانگین نرخ تحویل بسته برابر با ۱۰۰٪ و بار مسیریابی نرمال شده برابر با ۰/۱۹ که نسبت به الگوریتم‌های دیگر بهبودی قابل توجهی داشته است. و متوسط تأخیر انتها به انتها مقدار ۹۰۰۹ ثبت شده که نشان می‌دهد الگوریتم پیشنهادی عملکرد بهتری داشته است.

همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان‌دهنده اینست که الگوریتم پیشنهادی با تعداد تکرار کمتری نسبت به بقیه الگوریتم‌ها به حالت پایدار رسیده است بنابراین در مقایسه با روش‌های دیگر زمان دسترسی به حالت پایدار زودتر اتفاق افتاده است.

#### ۷- منابع

[1] F. Li and W. Yu., *Routing in Vehicular Ad Hoc Networks: A Survey, Vehicular Technology Magazine, IEEE, Vol. 2, no. 2, pp. 12-22, 2017.*

[2] S. Basagni, A. Capone, L. Fratta, and G. Morabito., *Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop, Eds. IFIP, Jun. Vol. 12, no. 6, pp. 35-45, 2016.*

[3] R. Farazkish., *Novel efficient fault-tolerant full-adder for quantum-dot cellular Automata, Int J Nano Dimens 9(1), pp. 58-67, 2018.*

- [19] M. Al-Rabayah and R. Malaney., *A new scalable hybrid rout-ing protocol for vanets, Vehicular Technology, IEEE Trans-actions on, vol. 61, no. 6, pp. 2625–2635, 2017.*
- [20] Y. Luo, W. Zhang, and Y. Hu., *A new cluster-based routing protocol for vanet, in Networks Security Wireless Communication's and Trusted Computing, 2020 Second International Conference on, vol. 1, pp. 176–180, 2020.*
- [21] S. M. A. L. Shahrzad Saremi., *Grasshopper Optimization Algorithm: Theory and application," ScienceDirect, Advances in Engineering Software, pp. 30-47, 2017.*
- [22] S. A. Sharifi & S. M. Babamir., *Evaluation of clustering algorithms in ad hoc mobile networks, Wireless Personal Communications, no.4, vol. 109, pp. 2147-2186, 2019*
- [23] G. Liu, B. S. Lee, B. C. Seet, C. H. Foh, K. J. Wong, and K. K. Lee., *A Routing Strategy for Metropolis Vehicular Communications, International Conference on Information Networking, pp. 134–143, 2014.*
- [24] B. Karp and H. T. Kung., *GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks, in Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom), pp. 178–183, 2010.*
- [25] V. Naumov, R. Baumann, and T. Gross., *An evaluation of inter-vehicle ad hoc networks based on realistic vehicular traces, Proceedings of the seventh ACM international symposium on Mobile adhoc networking and computing, p. 108, 2016.*
- [26] A. D. Akhtar Husain, Brajesh Kumar., *A study of location aided routing (LAR) protocol for vehicular ad hoc networks in highway scenario, International Journal of Information Technology and Web Engineering, vol. 2, no. 2, pp. 118–124, 2020.*
- [12] D. B. Johnson and D. A. Maltz., *Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks, in Mobile Computing, Ch. 5, 2013.*
- [13] C. Lochert, H. Hartenstein, J. Tian, H. Fussler, D. Hermann, and M. Mauve., *A routing strategy for vehicular ad hoc networks in city environments, in Intelligent Vehicles Symposiums, 2013. Proceedings. IEEE, pp. 156–161, 2013.*
- [14] M. Watfa., *Advances in Vehicular Ad-Hoc Networks: Development's and Challenges, ser. Intelligent Transport Systems. IGI Global, 2019.*
- [15] C. Lochert, H. Hartenstein, J. Tian, H. FuBler, D. Hermann, and M. Martin., *A Routing Strategy for Vehicular Ad Hoc Networks in City Environments, in Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2013), vol. 2000, no. 01, pp. 156–161, 2013.*
- [16] A. Fonseca and T. Vazo., *Applicability of position-based routing for {VANET} in highways and urban environment, Journal of Network and Computer Applications, vol. 36, no. 3, pp. 961 – 973, 2013.*
- [17] S. A. Sharifi & S. M. Babamir., *A New Approach to Detecting and Preventing the Worm Hole Attacks for Secure Routing in Mobile Ad-hoc Networks based on the SPR Protocol, 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies – AICT2016, pp. 1-5, 2016*
- Sommer, C & Dressler., *Progressing toward Realistic Mobility Models in VANET Simulations, IEEE Communications Magazine, Vol.5, pp. 132–137, 2018.*
- [18] J. Harri, F. Filali, and C. Bonnet., *Performance comparison of AODV and OLSR in VANETs urban environments under realistic mobility patterns, in Med-Hoc-Net, Vol.3, pp. 451 –463, 2016.*

روش ارجاع به مقاله: ف. طاهری آشتیانی، س. ع. شریفی. ارائه روشی برای بهبود الگوریتم AODV برای مسیریابی شبکه های ادهاک بین خودرویی (VANETS) با استفاده از الگوریتم جهش قورباغه اصلاح شده. دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده سال چهارم، شماره اول، شماره پیاپی ۷، صفحه ۶۷ تا ۷۷، سال ۱۴۰۰.

How to cite: Fattaneh Taheri Ashtiyani, Seyed Ali Sharifi. Provide a way to improve the AODV algorithm for routing vehicle adhoc networks (VANETS) by using modified Shuffled Frog Leaping Algorithm, Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 4, Issue 1, Page 67-77, 2021.

[27] C. Lin and M. Gerla., *Adaptive clustering for mobile wireless networks*, *IEEE Journal on Selected Areas in Communication's*, vol. 15, no. 7, pp. 1265–1275, 2015.

[28] R. A. Santos, R. M. Edwards, and L. N. Seed., *A Location-Based Routing Algorithm or Vehicle-to-Vehicle Communication*,” vol. 00, no. C, pp. 221–226, 2018.

[29] M. Durrezi, A. Durrezi, and L. Barolli., *Emergency Broad-cast Protocol for Inter-Vehicle Communications*, *11th Inter-national Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS'05)*, vol. 2, pp. 402–406, 2015.



اینجانب فتنه طاهری آشتیانی دارای دیپلم ریاضی از دبیرستان باقرالعلوم تبریز به سال ۱۳۷۸ و مدرک کارشناسی رشته کامپیوتر با گرایش نرم افزار از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و مدرک کارشناسی ارشد با گرایش هوش مصنوعی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد

قزوین هستم. از سال ۱۳۸۴ عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب بوده و سالها در بخش مدیریت IT این دانشگاه خدمت کرده ام. اینجانب تحقیقات خود را که در زمینه های پژوهشی *Optical Character Recognition* و سیستم های *OCR* و شبکه های عصبی و *Pattern* و شبکه و مسیریابی شبکه و شبکه های حسگر بی سیم و شبکه های موردی سیار بوده در مقالات و مجلات داخلی و خارجی به چاپ رسانده ام.



اینجانب سید علی شریفی دارای مدرک کارشناسی مهندسی نرم افزار از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر و کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک و همچنین مدرک دکتری

مهندسی نرم افزار از دانشگاه کاشان هستم و در حال حاضر عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب می باشم. و در موضوعات مربوط به شبکه های کامپیوتری (حسگر، Ad Hoc، Manet و غیره) و سیستم های توزیعی و آزمون نرم افزار و ... فعالیت دارم.