بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یـــــزد

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی فناوری اطلاعات – شبکه‌های کامپیوتری

استفاده از سیستم‌های هوشمند برای بهبود پروتکل مسیریابی AODV

استاد راهنما : دکتر ولی درهمی

استاد مشاور : دکتر کیارش میزانیان

پژوهش و نگارش : نبی‌اله وکیلی

مهر ۱۳۹۰

تقدیم به همسر مهربانم،

که همیشه همراه و همپای من در مسیر زندگیمان بوده است...

سپاس حمد یکتای بی نیاز را که دست مرحمتش در تمام مراحل این پژوهش یاری رسان لحظات تلاشم بود.

از جناب آقای دکتر ولی درهمی

به پاس راهنمایی های ارزنده و بزرگوارانه

از جناب آقای دکتر کیارش میرانیان

به پاس مشاوره های راه گشایشان

کمال تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم خداوند در راستای علم و دانش این عزیزان را همواره در پناه خود نگهدار باشد.

این پایان‌نامه طبق قرارداد شماره ۶۴۸۳/۵۰۰/ت مورد حمایت مؤسسه تحقیقات ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران قرار دارد. بدین وسیله از کمک‌های آن مؤسسه سپاسگزاری می‌شود.

چکیده

شبکه‌های سیار پیشا[1] متشکل از تعدادی گره‌های متحرک هستند که از طریق لینک‌های بی‌سیم با هم ارتباط دارند. این شبکه‌ها فاقد زیرساخت هستند و در آنها هر گره وظیفه مسیریابی را نیز بر عهده دارد. ویژگی‌های خاص این شبکه‌ها مانند توپولوژی پویا و عدم زیرساخت ارتباطی، مسیریابی در این شبکه‌ها را با چالش‌های اساسی مواجه ساخته است. پروتکل‌های مسیریابی گوناگونی برای شبکه‌های سیار پیشا ارائه شده است که هریک سعی داشته‌اند به نحوی با ویژگی-های خاص این شبکه‌ها کنار بیایند. پروتکل مسیریابیAODV[2] یکی از پروتکل‌های مسیریابی مطرح و مبنایی در شبکه‌های سیار پیشا است که در مقالات و پژوهش‌های زیادی به آن پرداخته شده و بعنوان یک شاخص برای سنجش کارائی پروتکل‌های جدید از آن استفاده می‌شود.

در پروتکل مسیریابی AODV برای انتخاب مسیر از معیار کوتاهترین مسیر استفاده می‌شود که بهینه نیست، زیرا کوتاهترین مسیر لزوماً بهترین مسیر نیست. برای رفع این مسئله، با ایجاد تغییراتی در این پروتکل و با طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم فازی با سه ورودی تعداد گام مسیر، میانگین بسته‌های کنترلی ارسالی توسط گره‌های میانی مسیر و کمترین انرژی باقیمانده در گره‌های میانی، پروتکل هوشمند F-AODV ایجاد شد. در گام بعدی با استفاده از الگوریتم ژنتیک تلاش شد تا سیستم فازی موجود در F-AODV آموزش داده شود و کارائی آن بیشینه گردد که این موضوع، پروتکل مسیریابی GA-FAODV را بوجود آورد. استفاده از این روش‌های هوشمند سبب افزایش کارائی پروتکل‌های جدید نسبت به پروتکل مسیریابی AODV شده است. افزایش میزان توان عملیاتی شبکه[3]، کاهش تأخیر انتها به انتها[4]، کاهش نوسانات تأخیر[5] و سربار مسیریابی[6] از جمله نتایج آن است.

کلمات کلیدی: شبکه‌های سیار پیشا، مسیریابی، پروتکل AODV، سیستم فازی، الگوریتم ژنتیک

[1] Mobile Ad hoc Network
[2] Ad hoc On-Demand Distance Vector
[3] Network throughput
[4] End to end delay
[5] Jitter
[6] Routing load

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ شبکه‌های سیار پیشا ۲

۱-۲ پروتکل مسیریابی AODV ۴

۱-۳ نحوه مسیریابی در پروتکل AODV ۵

۱-۴ مزایا و معایب پروتکل AODV ۶

۱-۵ انگیزه و هدف از پژوهش ۶

۱-۶ ساختار کلی پایان‌نامه ۷

فصل دوم: بررسی پروتکل AODV و بهبودهای انجام گرفته بر روی آن ۸

۲-۱ جدول مسیریابی و ساختار بسته‌ها در پروتکل AODV ۹

۲-۱-۱ بسته درخواست مسیر (RREQ) ۱۰

۲-۱-۲ بسته پاسخ مسیر (RREP) ۱۱

۲-۱-۳ بسته خطای مسیر (RERR) ۱۲

۲-۱-۴ بسته تصدیق پاسخ مسیر (RREP-ACK) ۱۳

۲-۱-۵ بسته سلام (Hello) ۱۴

۲-۱ سیل‌آسا بودن فرآیند کشف مسیر ۱۴

۲-۱-۱ روش مبتنی بر مکان جغرافیایی ۱۵

۲-۱-۲ روش احتمالی ۱۵

۲-۱-۳ روش شمارشی ۱۶

۲-۲ عدم وجود مسیر جایگزین هنگام خرابی یک مسیر ۱۶

۲-۲-۱ تعمیر محلی ۱۷

۲-۲-۲ استفاده از مسیرهای پشتیبان ۱۷

۲-۲-۳ ارسال چند مسیره ۱۹

۲-۳ ضعف در معیار انتخاب مسیر ۱۹

۲-۳-۱ وزن‌دهی پارامترها در انتخاب مسیر ۱۹

۲-۳-۲ انتخاب مسیر بر اساس قابلیت اطمینان ۲۱
۲-۳-۳ استفاده از منطق فازی در انتخاب مسیر ۲۳
۲-۳-۴ استفاده از سیستم فازی برای انتخاب مسیر ۲۵
۲-۴ جمع‌بندی ۲۵
فصل سوم: ارائه پروتکلهای مسیریابی هوشمند F-AODV و GA-FAODV ۲۸
۳-۱ استفاده از سیستم فازی و تولید پروتکل F-AODV ۲۹
۳-۱-۱ مفهوم سیستم فازی ۲۹
۳-۱-۲ انتخاب ورودی‌ها ۳۲
۳-۱-۳ طراحی سیستم فازی برای انتخاب مسیر ۳۳
۳-۱-۴ پیاده‌سازی سیستم فازی پیشنهادی در F-AODV ۳۵
۳-۲ استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت آموزش سیستم فازی ۳۶
۳-۲-۱ مفهوم الگوریتم ژنتیک ۳۶
۳-۲-۲ استفاده از الگوریتم ژنتیک در GA-FAODV ۳۸
فصل چهارم: شبیه‌سازی و ارزیابی کارائی ۴۰
۴-۱ شبیه‌ساز NS-2 ..... ۴۱
۴-۲ شبیه‌سازی ۴۱
۴-۳ اجرای الگوریتم ژنتیک ۴۲
۴-۴ ارزیابی کارائی ۴۳
۴-۴-۱ سربار مسیریابی ۴۴
۴-۴-۲ توان عملیاتی شبکه ۴۵
۴-۴-۳ میانگین تأخیر انتها به انتها ۴۶
۴-۴-۴ نسبت تحویل بسته ۴۶
۴-۴-۵ نواسانات تأخیر ۴۷
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۴۹
۵-۱ نتیجه‌گیری ۵۰
۵-۲ پیشنهادات و کارهای آینده ۵۱

مراجع ۵۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱): خلاصه روش‌های بهبود پروتکل مسیریابی AODV ۲۷

جدول (۳-۱): مجموعه قواعد سیستم فازی ۳۴

جدول (۴-۱): مشخصات سناریوهای شبیه‌سازی ۴۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۲-۱): قالب بسته‌های RREQ	۱۰
شکل (۲-۲): قالب بسته‌های RREP	۱۲
شکل (۲-۳): قالب بسته‌های RERR	۱۳
شکل (۲-۴): قالب بسته‌های RREP-ACK	۱۳
شکل (۳-۱): شمای کلی سیستم فازی	۳۰
شکل (۳-۲): نمونه‌هایی از توابع عضویت در سیستم‌های فازی	۳۱
شکل (۳-۳): توابع عضویت مثلثی در سیستم فازی طراحی شده	۳۳
شکل (۳-۴): عمل تقاطع در الگوریتم ژنتیک	۳۷
شکل (۳-۵): عمل جهش در الگوریتم ژنتیک	۳۸
شکل (۴-۱): نمودار تغییرات تابع برازندگی در نسل‌های مختلف	۴۳
شکل (۴-۲): نمودار سربار مسیریابی در سرعت‌های مختلف	۴۴
شکل (۴-۳): نمودار توان عملیاتی شبکه در سرعت‌های مختلف	۴۵
شکل (۴-۴): نمودار میانگین تأخیر انتها به انتها در سرعت‌های مختلف	۴۶
شکل (۴-۵): نمودار نسبت تحویل بسته در سرعت‌های مختلف	۴۷
شکل (۴-۶): نمودار میانگین نوسانات تأخیر در سرعت‌های مختلف	۴۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱ شبکه‌های سیار پیشا

اصطلاح ad hoc از زبان لاتین گرفته شده است و به معنای "برای کاربرد اختصاصی" است. این عبارت عموماً در مورد راه حلی استفاده می‌شود که برای حل یک مشکل خاص یا انجام وظیفه‌ای اختصاصی طراحی شده باشد و قابل تعمیم به صورت یک راه حل عمومی نباشد و امکان تطبیق دادن آن با مسایل دیگر وجود نداشته باشد. شبکه‌های پیشا به شبکه های آنی و یا موقت گفته می‌شود که برای یک منظور خاص به وجود می‌آیند. در حالتی که گره‌های شبکه‌ی پیشا متحرک باشند، این شبکه‌ها را شبکه‌های سیار پیشا می‌نامند.

شبکه‌های سیار پیشا شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع شده‌اند که با یکدیگر به طور بی‌سیم ارتباط دارند. گره‌ها می‌توانند کامپیوتر میزبان یا مسیریاب باشند. گره‌ها به طور مستقیم بدون وجود هیچگونه زیرساختی (مانند یک نقطه دسترسی[1]) با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و سازمان ثابتی ندارند و بنابراین در یک توپولوژی دلخواه شکل گرفته‌اند. هر گره مجهز به یک فرستنده و گیرنده‌ی رادیویی می‌باشد [۱].

مهم‌ترین ویژگی این شبکه‌ها وجود یک توپولوژی پویا و متغیر می‌باشد که در نتیجه تحرک گره‌ها بوجود می‌آید. گره‌ها در این شبکه‌ها به طور پیوسته موقعیت خود را تغییر می‌دهند که این خود نیاز به یک پروتکل مسیریابی که توانایی سازگاری با این تغییرات را داشته باشد، نمایان می‌کند. مسیریابی و امنیت از چالش‌های امروزی این شبکه‌هاست.

از جمله کاربردهای این شبکه‌ها می‌توان به شبکه‌ی بین جنگنده‌ها در محیط‌های نظامی، شبکه تاکسی‌رانی در شهرها و یا در هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه مانند بلایای طبیعی چون سیل، طوفان و زلزله به منظور ارتباط بین تیم‌های عملیات جستجو و نجات اشاره کرد.

در این کاربردها هیچ زیرساختی به منظور ارتباط بین گره‌ها وجود ندارد و این موضوع یکی از مزیت‌های این نوع شبکه‌ها است. به طور کلی زمانی که زیرساختاری قابل دسترس نیست و ایجاد و احداث زیرساخت غیرعملی بوده و همچنین مقرون به صرفه نباشد، استفاده از شبکه سیار پیشا مفید است.

[1] Access point

ویژگی‌های شبکه‌های سیار پیشا را می‌توان بطور خلاصه بصورت ذیل بیان نمود [۱]:

- *توپولوژی پویا* : در این شبکه‌ها هر گره می‌تواند به طور تصادفی در هر جهتی حرکت کند، لذا توپولوژی این شبکه‌ها پویا بوده و با حرکت گره‌ها تغییر می‌کند.
- *فقدان زیرساخت* : در شبکه‌های سیار پیشا ساختارهای متمرکز و مجتمع مثل سرویس دهنده‌ها، مسیریاب‌ها و غیره لزوماً موجود نیستند و گره‌های میانی وظیفه مسیریابی را نیز بر عهده دارند.
- *استفاده از لینک بی‌سیم* : رسانه مشترک در این شبکه‌ها لینک‌های بی‌سیم است که مواردی چون تداخل وپهنای باند محدود را در پی دارد.
- *انرژی* : در برخی از این شبکه‌ها، گره‌ها با محدودیت منابع انرژی مواجه هستند. منابع محدود انرژی، چالش‌های شبکه‌های سیار پیشا را بیشتر می‌کند.

در شبکه‌های سیار پیشا، بواسطه وجود چالش‌های گوناگون، پروتکل‌های مسیریابی گوناگونی معرفی شده‌اند که در چند گروه قابل دسته‌بندی هستند[۲]:

۱- *مسیریابی پیش‌فعال*[1] *(مبتنی بر جدول*[2]*)*: این نوع پروتکل‌ها با توزیع متناوب لیست‌های بهنگامی از گره‌های مقصد و مسیرهای منتهی به آنها در شبکه، اطلاعات مسیریابی را منتشر می‌کنند. پروتکل‌هایی مانندDSDV[۳] و HSR[۴] از این جمله‌اند. عیب این نوع الگوریتم‌ها سربار بالای داده‌های مسیریابی و واکنش کند در برابر تغییر توپولوژی است.

۲- *مسیریابی واکنشی*[3] *(بر اساس نیاز*[4]*)*:این نوع پروتکل‌ها مسیر تا مقصد را بنا به درخواستی که برای مسیر وجود دارد، از طریق ارسال سیل‌آسای بسته‌های درخواست مسیر[5] پیدا می‌کنند. پروتکل‌هایAODV[۵] و DSR[۶] از این دسته می‌باشد.

۳- *مسیریابی ترکیبی*[1]: این نوع مسیریابی ترکیبی هر دو روش پیش‌فعال و واکنشی است. این پروتکل‌ها روش مسیریابی بردار-فاصله را برای پیدا کردن کوتاه‌ترین به کار

[1] Proactive
[2] Table-driven
[3] Reactive
[4] On-demand
[5] Route Request

می‌گیرند و اطلاعات مسیریابی را تنها وقتی تغییری در توپولوژی شبکه وجود دارد گزارش می‌دهند. ZRP [۷] یکی از الگوریتم‌های مسیریابی ترکیبی است.

در توپولوژی‌های بسیار پویا تازگی اطلاعات توپولوژی به سرعت از دست می‌رود، لذا در مسیریابی پیش‌فعال فرکانس تبادل اطلاعات مسیرها زیاد می‌شود که این موضوع سربار زیادی دارد، به همین منظور بر روی مسیریابی واکنشی تمرکز خواهیم کرد.

۲-۱ پروتکل مسیریابی AODV

پروتکل مسیریابی AODV به منظور مسیریابی پویا در شبکه‌های سیار پیشا در سال ۱۹۹۷ ارائه شد. این پروتکل در مرکز تحقیقات شرکت نوکیا با همکاری دانشگاه‌های کالیفرنیا و سینسیناتی[۲] توسعه یافت. این پروتکل توسط سازمان مهندسان اینترنت[۳] (IETF) در سند شماره RFC3561 بصورت آزمایشگاهی معرفی شده‌است.

پروتکلAODV به گره‌های سیار اجازه می‌دهد تا برای گره‌های مقصد در هنگام نیاز به سرعت مسیری را شناسایی کنند. تغییرات توپولوژی، از دست رفتن لینک‌ها و خرابی مسیر به موقع توسط گره‌ها پاسخ داده می‌شود. نحوه کار AODV بصورت عاری از حلقه و با اجتناب از مشکل شمارش تا بینهایت در الگوریتم بلمن-فورد است که در هنگام تغییرات توپولوژی پوشش-دهی سریعی را فراهم می‌کند. وقتی لینکی از دست می‌رود،AODV به مجموعه گره‌هایی که از این رویداد تأثیر می‌پذیرند خرابی لینک را اطلاع می‌دهد تا آنها مسیر مربوط آن لینک را نامعتبر سازند.

یک ویژگی مناسب این پروتکل استفاده از شماره ترتیب مقصد در خصوصیات هر مسیر است. این مشخصه خاصیت عاری از حلقه بودن را تضمین می‌کند. گره درخواست کننده مسیر نیز بایستی بین دو مسیر به یک مقصد، مسیری با شماره ترتیب بزرگتر را انتخاب کند زیرا مسیر جدیدتری است. در صورتیکه شماره ترتیب‌ها یکسان باشد، مسیری که طول کمتری دارد انتخاب خواهد شد [۵].

---

[1] Hybrid
[2] University of Cincinnati
[3] The Internet Engineering Task Force

بسته‌های درخواست مسیر[1](RREQ)، پاسخ مسیر[2](RREP) و خطای مسیر[3](RERR) سه نوع بسته اصلی تعریف شده در پروتکل AODV هستند. این بسته‌ها با سرویس UDP بر روی پورت ۶۵۴ و با سرآیند معمول IP ارسال و دریافت می‌شوند.

۳-۱ نحوه مسیریابی در پروتکلAODV

هنگامیکه یک گره مبدأ بخواهد برای گره مقصد داده ارسال کند و مسیری نیاز داشته باشد، در صورتیکه در جدول مسیریابی خود نتواند مسیری معتبر– مسیری که زمان اعتبار آن منقضی نشده باشد- پیدا کند بسته های RREQ را بصورت سیل‌آسا ارسال می‌کند. با رسیدن این بسته‌ها به گره مقصد و یا گره‌های میانی که یک مسیر "به اندازه کافی تازه[4]" در اختیار داشته باشند، مسیر مشخص می‌شود. یک مسیر "به اندازه کافی تازه" مسیری معتبر در جدول مسیریابی است که شماره ترتیب آن، حداقل بزرگتر از شماره ترتیب موجود در بسته‌های RREQ باشد. با ارسال بسته‌های RREP برای گره درخواست کننده، مسیر تا مقصد مشخص می‌شود. اگر مقصد بسته RREP را بفرستد، شماره ترتیب خود را افزایش داده و همراه بسته می‌فرستد. هر گره دریافت کننده بسته درخواست مسیر، یک مسیرمعکوس تا ارسال کننده اصلی بسته را ایجاد می‌کند لذا بسته‌های پاسخ مسیر توسط گره مقصد و یا گره‌های میانی از طریق همین مسیر معکوس تا گره مبدأ ارسال می‌شوند. درصورتیکه بعد از گذشت مدت زمان مشخصی بسته‌های RREP دریافت نشوند فرآیند کشف مسیر دوباره آغاز می‌گردد [۵].

پس از دریافت بسته RREP توسط گره مبدأ، در ابتدا جدول مسیریابی جستجو می‌شود. اگر مسیری وجود نداشت، اطلاعات بسته RREP به جدول اضافه می‌شود و گره همسایه‌ای که بسته از آن دریافت شده بعنوان گام بعدی درنظر گرفته می‌شود. ولی اگر مسیری در جدول مسیریابی وجود داشت و شماره ترتیب مقصد موجود در بسته بزرگتر از شماره ترتیب مقصد موجود در جدول مسیریابی بود درایه جدول مسیریابی به‌روزرسانی می‌شود، زیرا مسیری تازه‌تر و جدیدتر پیدا شده است. در صورتیکه شماره ترتیب‌ها یکسان باشد به این معنا که دو مسیر به یک مقصد پیدا شده است، مسیری که تعداد گام کمتری دارد انتخاب می‌شود [۵].

[1] Route Request
[2] Route Reply
[3] Route Error
[4] Fresh enough

گره‌ها وضعیت لینک گام بعدی در مسیرهای معتبر در جدول مسیریابی خود را زیرنظر دارند. هنگامیکه خرابی یک لینک مربوط به یک مسیر فعال شناسایی شود، یک پیام RERR برای اطلاع‌رسانی خرابی آن لینک به گره مبدأ استفاده می‌شود. پیام خطای مسیر، مقصدی که از طریق آن لینک شکسته شده قابل دسترس نیست را به گره مبدأ اعلام می‌کند [۵].

۱-۴ مزایا و معایب پروتکل AODV

مهمترین مزیت این پروتکل این است که مسیرها در هنگام نیاز برپا می‌شوند و شماره ترتیب مقصد برای پیدا کردن آخرین مسیر تا مقصد استفاده می‌شود لذا در شبکه‌های سیار پیشا که پویایی توپولوژی چالشی اساسی است، این پروتکل مناسب عمل می‌کند. کشف و برپاسازی مسیر در این پروتکل تأخیر کمی دارد.

یکی از معایب این پروتکل امکان وجود چندین RREP در پاسخ به یک RREQ است که ممکن است سربار کنترلی سنگینی داشته باشد. پخش سیل‌آسای بسته‌های RREQ نیز از دیگر عیوب این پروتکل است، زیرا سربار زیادی بر شبکه تحمیل می‌کند. در این پروتکل مسیری مناسب‌تر است که طول کمتری داشته باشد، اما این موضوع بهینه نیست زیرا ممکن است مسیر کوتاه‌تر دارای ازدحام بوده و مسیری طولانی‌تر تأخیر کمتری داشته باشد. معیار انتخاب مسیر در پروتکل AODV یک معیار کارا نیست زیرا شرایط شبکه مانند ازدحام، توزیع بار و مدیریت انرژی را دربر نمی‌گیرد.

۱-۵ انگیزه و هدف از پژوهش

مسیریابی یکی از اصلی‌ترین مفاهیم در شبکه‌های کامپیوتری است. هدف در مسیریابی پیدا کردن مسیری بهینه بین مبدأ و مقصد است. در هنگام انتخاب مسیر از بین مسیرهای موجود پارامترهای گوناگونی برای تشخیص مسیر بهینه قابل استفاده است: کمترین تأخیر، بیشترین قابلیت اطمینان، بالاترین بازده ارسال داده، کمترین سربار، وجود مساوات[1] و غیره. انتخاب مسیر مناسب می‌تواند به شدت در افزایش کارائی شبکه مؤثر باشد، لذا نحوه انتخاب مسیر در الگوریتم مسیریابی اصلی‌ترین موضوع در طراحی یک پروتکل مسیریابی کارا است.

[1] Fairness

امروزه از سیستم‌های هوشمند مانند شبکه‌های عصبی یا کنترل فازی در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود. علت آن وجود هوشمندی در تلفیق پارامترها و نتیجه‌گیری مناسب است که سبب افزایش کارائی می‌گردد. در این پایان‌نامه سعی شده است تا از یک سیستم هوشمند در امر مسیریابی استفاده گردد تا مزیت‌های کنترل هوشمند در شبکه‌های سیار پیشا بررسی شود.

۱-۶ ساختار کلی پایان‌نامه

این نوشتار بدین صورت سازماندهی شده است: فصل دوم به بررسی جزئیات پروتکل AODV، ضعف‌ها و بهبودهای انجام گرفته بر روی آن به همراه نقد هر ایده‌های پیشنهادی می‌پردازد. در فصل سوم ایده پیشنهادی و پروتکل‌های مسیریابی هوشمند F-AODV و GA-FAODV بررسی شده‌اند. فصل چهارم به شبیه‌سازی و ارزیابی کارائی این پروتکل‌ها اختصاص دارد. نتیجه‌گیری و پیشنهادات نیز در فصل پنجم آمده است.

فصل دوم

بررسی پروتکل AODV و بهبودهای انجام گرفته بر روی آن

پروتکل AODV یکی از پروتکل‌های مسیریابی مبنا در شبکه‌های سیار پیشا است که از زمان ارائه آن تاکنون مطالعات فراوانی بر روی آن انجام گرفته است. بسیاری از مقالات ارائه شده در سال‌های اخیر مربوط به بحث امنیت در مسیریابی و بهبود پارامترهای امنیتی بوده و خارج از بحث مسیریابی می‌باشند لذا از ذکر آنها در این نوشتار خودداری می‌گردد. در این فصل ابتدا جدول مسیریابی و ساختار بسته‌های پروتکل AODV تشریح شده و در ادامه برخی از معتبرترین بهبودهای انجام گرفته بر روی فرآیند مسیریابی در پروتکل AODV بررسی شده است. در هر بخش ابتدا ضعف موجود در پروتکل ذکر شده است، سپس ایده ارائه شده برای رفع آن مشکل بیان شده و به بوته نقد گذارده شده است.

۲-۱ جدول مسیریابی و ساختار بسته‌ها در پروتکل AODV

AODVیک پروتکل مسیریابی است و با مدیریت جداول مسیریابی سروکار دارد. اطلاعات جدول مسیریابی مربوط به مسیرهایی حتی با عمر کوتاه مانند مسیرهای معکوسی که بصورت موقت برای ارسال بسته‌های RREP استفاده می‌شوند، نیز باید نگهداری شوند. هر درایه از جدول مسیریابی در AODV شامل موارد ذیل است:

- آدرس IP مقصد
- شماره ترتیب مقصد
- پرچم معتبر بودن شماره ترتیب مقصد
- پرچم وضعیت مسیر (معتبر، نامعتبر، قابل ترمیم، ترمیم‌یافته)
- رابط شبکه (کارت شبکه‌ای که از آن ارسال داده صورت می‌گیرد)
- تعداد گام (تعداد گام‌های لازم برای دسترسی به مقصد)
- گام بعدی (یکی از همسایه‌های در دسترس و فعال)
- عمر (مدت زمان معتبر ماندن مسیر)