

یک روش جدید برای پیدا کردن مسیر بهینه در الگوریتم AODV بر اساس فاصله نودها در شبکه های موردي سیار

محمد رضا میبدی

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی
امیر کبیر، تهران، ایران.
mmeybodi@aut.ac.ir

رضا قنبرزاده

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی،
هریس، ایران.
ghanbarzadeh@herisau.ac.ir

شبکه های بی سیم این است که این شبکه ها احتیاج به محاسبات به منظور دستیابی گره ها به یکدیگر دارند. یک شبکه بدون زیرساخت یا شبکه سیار موردی، تنها شامل گره های سیار است که بدون هیچ ایستگاه ثابت و اتصال سیمی برای مبالغه اطلاعات و مدیریت شبکه بکار گرفته می شوند. هر گره سیار تنها مانند یک میزبان عمل نمی کند، بلکه مانند یک مسیریاب عمل می کند و گره ها خود، مسئول انتقال بسته ها به سایر گره های سیار موجود در شبکه می باشند. غالباً تپولوژی شبکه سیار موردی از گره های تشکیل می شود که به طور پویا و مدام به شبکه وارد و یا خارج می شوند. هیچ کنترل مرکزی یا ساختار بندهی ثابتی برای پشتیبانی پیکربندی شبکه و یا پیکربندی دوباره شبکه وجود ندارد [1]. این شبکه ها بطور کلی ترکیبی از گره های یکسان می باشند که بدون هیچ گونه کنترل مرکزی و بصورت بدون سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند. به علت طبیعت ناپایدار شبکه های موردی سیار مسئله کشف و نگهداری مسیر از اهمیت خاصی برخوردار است. دو عامل فقدان پهنای باند زیاد و توان باتری محدود در هر گره، سبب می شود که به دنبال یک شیوه مسیریابی مقرر می شود که بسته انتقال بسته ها در این شبکه، طی یک سری عملیات پیوسته ذخیره سازی و ارسال مجدد، توسط مجموعه ای از گره های واسطه و میانی صورت می گیرد و هدف از مسیریابی آن است که یک بسته داده بصورت مطمئن از مبدأ به مقصد انتقال باید. علاوه بر این، کمینه کردن تأخیرها نیز، از دیگر اهداف مسیریابی می باشد. الگوریتم های مسیریابی متعددی برای این شبکه ها ارائه گردیده است که هر کدام دارای ویژگیها، معایب و مزایای خاصی می باشند. از نقطه نظر شیوه برنامه ریزی، پروتکل های مسیریابی بر دو نوع مبتنی بر جدول^۱ و مبتنی بر تقاضا^۲ تقسیم می شوند [2]. یکی از

چکیده: شبکه های موردی سیار نوع خاصی از شبکه های بی سیم می باشند که قادر ساختار ثابت بوده و قابلیت جابجایی نودها در آنها وجود دارد. این نوع از شبکه ها بدون هیچ گونه ساختار مشخصی برپا می شوند و اکثرآ در جنگهای نظامی، عملیات نجات در مناطق آسیب دیده، کنفرانس ها و ... کاربرد بسیار دارند. با توجه به ویژگی های این نوع از شبکه ها، پروتکل های مسیریابی متعددی AODV ارائه شده است که از مهمترین آنها می توان به پروتکل AODV اشاره نمود. در این مقاله یک روش مسیریابی چند مسیری برای انتخاب مسیر بهینه در الگوریتم AODV بر اساس فاصله نودهای مبدأ و نودهای مقصد در شبکه های موردی سیار پیشنهاد شده است که سبب کشف کوتاه ترین مسیر از نظر طول ما بین دو نود در یک عملیات مسیریابی می گردد. نتایج شبیه سازی ثابت می کند که الگوریتم جدید متربک های تأخیر انتها به انتهای میانگین لینک های شکسته و متوسط نرخ دریافت بسته های داده را نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک بهبود می بخشند.

واژه های کلیدی : شبکه های موردی سیار، الگوریتم مسیریابی AODV، مسیریابی چند مسیری، فاصله نودها، طول مسیر.

۱- مقدمه

امروزه شبکه های موردی سیار^۱ به دلیل کاربردهای وسیعی که دارند و همچنین سرویسهایی که ارائه می دهند، رشد چشمگیری داشته اند. این شبکه ها در حال توسعه سریعی هستند و سرویسهای ارائه شده هم روز بروز بهتر و بیشتر می شوند. از نظر معماری، شبکه های بی سیم به دو دسته شبکه های با زیرساختار و شبکه های بدون زیرساختار تقسیم می شوند. مشخصه کلی در

رسیده و مسیر برقرار شده جدید، اکنون می‌تواند جهت ارسال بسته‌های دادهمنتظر در بافر استفاده شود.

زمانی که یک مسیر به سمت یک مقصد مشخص ایجاد می‌شود، هر نود در امتداد یک مسیر مشخص باید تعدادی از لینک‌ها یا مکانیزم‌های لایه شبکه را جهت نگهداری مسیر استفاده کند. به عبارت دیگر، نود جاری تلاش می‌کند تا بداند که پرش بعدی به طرف مقصد در دسترس می‌باشد یا نه. در AODV، نگهداری مسیر معمولاً با الزام ارسال پیام Hello دوره‌ای در فواصل زمانی مشخص توسط نودها به تمام همسایگانشان، انجام می‌پذیرد. عدم موقوفیت یک نود در دریافت دو پیام Hello متولی از جانب یک همسایه، چنین در نظر گرفته می‌شود که لینک مابین نود و آن همسایه منقضی شده است. سپس، یک پیام خطای مسیر (RERR) جهت آگاه‌سازی نودها از چنین شکست لینک ایجاد می‌گردد. چنانچه پیام RERR در طول مسیر پیش می‌رود، هر نود، جدول مسیریابی خود را با غیر معتبرسازی مسیر متناظر به روزرسانی می‌کند. در نهایت، مسیرهای شکسته شده، از جدول مسیریابی هر کدام از نودها حذف می‌گردد [7].

قالب پیام‌های RREQ و RREP مربوط به الگوریتم کلاسیک در شکل (۱) و (۲) نشان داده شده است.

تعداد پرش‌ها	شماره درخواست	شماره دنباله مقصد	شماره دنباله مبدأ	آدرس نود مقصد	آدرس نود مبدأ
--------------	---------------	-------------------	-------------------	---------------	---------------

شکل ۱: قالب پیام RREQ

تعداد پرش‌ها	زمان حیات	شماره دنباله مقصد	آدرس نود مقصد	آدرس نود مبدأ
--------------	-----------	-------------------	---------------	---------------

شکل ۱: قالب پیام RREP

رکوردهای جدول مسیریابی هر گره نیز دارای فیلدهایی به صورت شکل (۳) می‌باشد.

تعداد پرشها تا مقصد	ثبات‌های مسیریابی	زمان حیات	پرش بعدی به سمت مقصد	شماره دنباله مقصد	آدرس نود مقصد
---------------------	-------------------	-----------	----------------------	-------------------	---------------

شکل ۳: فیلدهای موجود در رکوردهای جدول مسیریابی هر نود

۳- روش پیشنها

در الگوریتم کلاسیک AODV هر نود بمحض دریافت یک RREQ از یکی از همسایه‌ها، RREQ‌های بعدی دریافت شده برای همان مقصد را حذف می‌کند. این عمل سبب دریافت تنها یک درخواست مسیر از طرف کل همسایه‌ها برای یک مقصد

مشهورترین الگوریتم‌های مسیریابی برای شبکه‌های موردنی سیار، الگوریتم AODV می‌باشد که توسط Perkins [3] پیشنهاد شده است. این الگوریتم مبتنی بر تقاضا بوده و جزو کل‌آمدترین الگوریتم‌های مسیریابی به شمار می‌رود.

مقالات متعددی در خصوص بهبود مسیریابی و همچنین انتخاب مسیر بهینه در الگوریتم AODV گردیده است. عنوان مثال در [4] یک الگوریتم چند مسیری^۴ بر پایه AODV با کردن پیام RREQ به گروه‌های مختلف از نودها ارائه شده است. در [5] یک الگوریتم چند مسیری بر مبنای AODV معروفی شده است که مابین نود مبدأ و نود مقصد، چندین مسیر مختلف کشف کرده و در نهایت مسیری که تعداد پرش^۵ کمتری داشته باشد را به عنوان مسیر بهینه انتخاب می‌کند. در [6] یک الگوریتم چند مسیری بر مبنای AODV بر اساس فاصله نودها از مرکز شبکه ارائه گردیده است.

در این مقاله روش جدیدی برای بهبود الگوریتم AODV پیشنهاد شده است که نه تنها مسیریابی را در این الگوریتم به حالت چند مسیری تبدیل می‌کند، بلکه برای ارسال بسته‌های داده مسیری انتخاب می‌گردد که علاوه بر داشتن تعداد پرش کمتر، از نظر مسافت نیز کوتاه‌ترین می‌باشد.

در بخش ۲ این مقاله، مروی کوتاه بر الگوریتم AODV کلاسیک انجام گرفته، در بخش ۳، روش پیشنهادی جدید، در بخش ۴ ارزیابی کارآیی الگوریتم جدید و در بخش ۵ نیز نتیجه-گیری ارائه گردیده است.

۲- آشنایی با پروتکل AODV کلاسیک

AODV یک پروتکل مسیریابی پویا بر حسب تقاضا می‌باشد به نحوی که مسیریابی در آن به هنگام نیاز به مسیر جدید انجام می‌گیرد. زمانی که نود مبدأ نیاز به ارسال یک بسته داده به یک نود مقصد داشته باشد، چنانچه هیچگونه اطلاعات مسیریابی در جدول مسیریابی آن موجود نباشد، آنگاه یک فرآیند کشف مسیر به نود مقصد از طریق انتشار یک پیام درخواست مسیر (RREQ) انجام می‌گیرد. به محض دریافت یک پیام RREQ، هر نود ابتدا یک مسیر معکوس جهت برگشت به نود مبدأ ایجاد و یا به-دوباره منتشر خواهد کرد. در غیر اینصورت یک بسته پاسخ مسیر (RREP) تولید شده و به نود مبدأ از طریق مسیر معکوس ارسال می‌گردد. بطور مشابه مسیر پیش‌رو به سمت مقصد نیز همچنین در دریافت یک بسته RREP به روزرسانی می‌شود. زمانی که در نهایت به نود مبدأ مرسد، دوره کشف مسیر به اتمام

بعدی به سمت مبدأ ارسال می‌کند. نود دریافت کننده RREP نیز بر اساس مقادیر طول و عرض جغرافیایی مربوط به خود و نود ارسال کننده، میزان فاصله را با بکارگیری فرمول (۱) محاسبه کرده و با مقدار موجود در فیلد فاصله جمع کرده و دوباره آن را به همراه طول و عرض جغرافیایی خود به نود میانی بعدی به سمت مبدأ ارسال می‌دارد. این فرآیند تا زمانی ادامه می‌یابد که در نهایت پیام RREP به نود مبدأ برسد. بنابراین، در هر نود میانی، مقدار فیلد فاصله، نشان دهنده میزان فاصله نود مقصد تا آن نود میانی می‌باشد. بدین ترتیب زمانی که پیام RREP به نود مبدأ می‌رسد، نود مبدأ فاصله نود مقصد تا خودش و بعبارتی طول آن مسیر کشف شده را در اختیار خواهد داشت. لذا با توجه به اینکه طول مسیرهای کشف شده در اختیار نود مبدأ قرار می‌گیرد، لذا واضح است که مسیری انتخاب می‌گردد که نه تنها تعداد پوشش کمتر دارد بلکه از نظر طول نیز کوتاهتر می‌باشد.

$$(1) \quad \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = \text{فاصله ما بین دو نود}$$

در فرمول (۱)، (x_1, y_1) موقعیت جغرافیایی نود ارسال کننده پیام RREP بوده و (x_2, y_2) موقعیت جغرافیایی نود میانی سمت مبدأ دریافت کننده آن پیام در هر پرش می‌باشد. علاوه بر فیلدهای اضافه شده به پیام RREP، فیلد جدید دیگری نیز به نام «طول مسیر» به رکوردهای جدول مسیریابی هر نود اضافه می‌گردد که مقدار آن برای هر مسیر برابر با طول آن مسیر می‌باشد. این فیلد برای نگهداری طول هر مسیر ثبت شده در جدول مسیریابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین با اعمال روش پیشنهادی در الگوریتم AODV، ساختار پیام RREP و نیز رکوردهای جدول مسیریابی به صورت شکلهای (۴) و (۵) تغییر پیدا خواهد کرد.

فاصله	موقعیت جغرافیایی	تعداد پرشها	زمان حیات	شماره دنباله مقصد	آدرس نود مقصد	آدرس نود مبدأ
-------	------------------	-------------	-----------	-------------------	---------------	---------------

شکل ۴: فیلدهای موجود در پیام RREP در روش جدید

طول مسیر	تعداد پرشها تا مقصد	ثبات های مسیریابی	زمان حیات	پوشش به سمت مقصد	شماره دنباله مقصد	آدرس نود مقصد
----------	---------------------	-------------------	-----------	------------------	-------------------	---------------

شکل ۵: فیلدهای رکوردهای جدول مسیریابی هر نود در روش جدید

بدین ترتیب با بکارگیری روش جدید، علاوه بر اینکه، تعداد مسیرهای کشف شده مابین نود مبدأ و نود مقصد در طول یک عملیات کشف مسیر افزایش پیدا می‌کند، مسیر انتخابی نهایی نیز

مشخص از طریق آن نود، شده و در نهایت باعث کشف تنها یک مسیر از طریق نود مذکور به آن مقصد می‌گردد. در روش پیشنهادی، در صورتی که پیامهای RREQ به مقصد و یا هر نود آگاه از مقصد برسند، همگی آنها توسط پیامهای RREP مجزا پاسخ داده و هیچکدام حذف نمی‌گردد. تنها RREQ‌هایی حذف می‌شوند که از یک همسایه مشخص برای همان مقصد و بیش از یک بار دریافت شده باشند. این کار سبب ایجاد مسیرهای متعددی مابین نود مبدأ و نود مقصد می‌گردد. بنابراین روش جدید برای مسیریابی به صورت چند مسیری عمل می‌کند. از طرفی دیگر الگوریتم AODV کلاسیک برای انجام عمل کشف مسیر، ابتدا یک بسته درخواست مسیر را به طور فرآگیر در شبکه منتشر کرده و پس از کشف مسیر جدید، آن را با شماره ترتیب و تعداد پرش مسیر قبلی موجود در جدول مسیریابی (در صورت وجود) مقایسه نموده و مسیری را که دارای شماره ترتیب بزرگتری نسبت به مسیر قبلی بوده و نیز از لحاظ تعداد پرش‌ها کمتر از آن باشد، به عنوان مسیر بهینه انتخاب و در جدول مسیریابی درج و یا به AODV روز رسانی می‌کند. به عبارتی معیار سنجش الگوریتم کلاسیک برای انتخاب مسیر از بین مسیرهای متعدد، تعداد پرش‌های موجود در مسیرها می‌باشد که مسیر با تعداد پرش کمتر به عنوان مسیر بهینه انتخاب می‌شود. اما در روش جدید در طول فرآیند کشف مسیر، فاصله نود مبدأ تا نود مقصد برای هر مسیر کشف شده، محاسبه گردیده و در اختیار نود درخواست کننده مسیر قرار می‌گیرد. نود درخواست کننده نیز مسیر کوتاهتر لحاظ طول را بعنوان مسیر بهینه انتخاب و در جدول مسیریابی اش ذخیره و یا به روز رسانی می‌کند. در ادامه به بررسی نحوه محاسبه طول مسیر و نیز عملکرد الگوریتم AODV با اعمال روش پیشنهادی می‌پردازیم.

۱-۳ نحوه عملکرد الگوریتم با اعمال روش پیشنهادی

فرض بر این است که همه نودها مجهر به سیستم موقعیت-یاب جهانی^۲ بوده و در هر لحظه طول و عرض جغرافیایی خود را می‌دانند. با بکارگیری روش پیشنهادی در الگوریتم AODV، دو فیلد جدید به نامهای «موقعیت جغرافیایی» و «فاصله» به بسته پیام RREP اضافه می‌گردد که فیلد موقعیت جغرافیایی جهت محاسبه فاصله مابین نودها و فیلد فاصله برای انتقال میزان فاصله بین نودها در هر پرش به نود میانی بعدی سمت مبدأ استفاده می-گرددند.

هر نود که شروع به ارسال پیام RREP می‌کند، ابتدا مقدار صفر را در فیلد فاصله و مقدار طول و عرض جغرافیایی خود را در فیلد موقعیت جغرافیایی در پیام RREP قرار داده و به نود میانی

- شبیه‌سازی در حالت تعداد متفاوت نودها: در این حالت اندازه محیط ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر و سرعت حرکت نودها مابین ۰ تا ۳ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است ولی تعداد نودها در شبیه‌سازی‌های مختلف از ۲۰ تا ۷۰ نود متغیر است.
- شبیه‌سازی در حالت اندازه‌های متفاوت محیط: در این حالت نیز تعداد نودها ثابت و برابر ۵۰ در نظر گرفته شده و سرعت نودها مابین ۰ تا ۳ متر بر ثانیه است. اما اندازه محیط از ۸۰۰ متر در ۸۰۰ متر تا ۱۸۰۰ متر در ۱۸۰۰m × ۸۰۰m × ۱۸۰۰m در شبیه‌سازی‌های مختلف در نظر گرفته شده است و حداقل رنج رادیویی هر نود ۲۵۰ m می‌باشد. مدل انتشار Ray 2-Ray Path Loss IEEE 802.11 MAC، پروتکل استفاده شده و پنهانی باند 2 mbps است. سرعت حرکت نودها در شبیه‌سازی‌های مختلف بین ۰m/s تا 10m/s انتخاب شده است.

۴-۳ متريک‌های شبیه‌سازی

برای ارزیابی کارآیی الگوریتم پیشنهادی و مقایسه آن با الگوریتم AODV کلاسیک، سه متريک تأخیر انتها به انتها، متوسط لینک‌های شکسته و متوسط نرخ دریافت بسته‌های داده در حالت‌های مختلف شبیه‌سازی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در ادامه نتایج شبیه‌سازی‌ها و نمودارهای مربوطه به تفکیک سه متريک فوق ارائه شده و تأثیر الگوریتم پیشنهادی در متريک‌های ذکر شده در مقایسه با الگوریتم AODV کلاسیک، مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۴ تأخیر انتها به انتها^۸

زمان انتقال انتها به انتها برای بسته‌های داده را تأخیر انتها به انتها گویند که اين مقدار شامل تأخیرهایی است که به سبب مسیریابی ایجاد شده‌اند. در این قسمت متوسط تأخیر انتها به انتها، برای الگوریتم پیشنهادی با در نظر گرفتن شرایط سرعت‌های متفاوت نودها، تعداد مختلف نودها و اندازه‌های مختلف محیط، به ترتیب مطابق نمودار شکل‌های (۶)، (۷) و (۸) مورد شبیه‌سازی و ارزیابی قرار گرفته است. در هر سه حالت مختلف شبیه‌سازی همانگونه که در نمودارها نیز مشهود است، تأخیر انتها به انتها نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک کاهش پیدا کرده است. دلیل این مساله آن است که از آنجا که در مسیرهای کوتاه‌تر طول پیوندها نیز کوتاه‌تر بوده و ارسال بسته‌های داده ما بین نودها زمان کمتری نیاز دارد، لذا میزان تاخیر نیز به مراتب کمتر از مسیرهای طولانی است.

که در جدول مسیریابی نود مبدأ ذخیره می‌گردد، کوتاه‌ترین مسیر خواهد بود.

۴-۵ ارزیابی کارآیی الگوریتم پیشنهادی

۱-۴ پارامترهای شبیه‌سازی

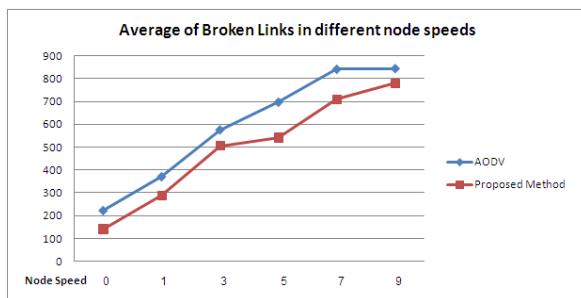
همه شبیه‌سازی‌ها برای روش پیشنهادی، بوسیله شبیه‌ساز شبکه [9,10] Glomosim انجام شده‌اند. مدل تحرک نودها در این شبیه‌سازی‌ها [8] Random Way Point می‌باشد. ابعاد محیط شبیه‌سازی در اندازه‌های ۸۰۰m × ۸۰۰m تا ۱۸۰۰m × ۱۸۰۰m در شبیه‌سازی‌های مختلف در نظر گرفته شده است و حداقل رنج رادیویی هر نود ۲۵۰ m می‌باشد. مدل انتشار IEEE 802.11 MAC، پروتکل استفاده شده و پنهانی باند 2 mbps است. سرعت حرکت نودها در شبیه‌سازی‌های مختلف بین ۰m/s تا 10m/s انتخاب شده است. زمان توقف نیز به صورت تصادفی بین ۰ تا ۳۰ ثانیه انتخاب می‌شود. تعداد نودها در شبیه‌سازی‌های مختلف به صورت متغیر از ۲۰ نود تا ۷۰ نود، در نظر گرفته شده است. هر نقطه از نمودارها از میانگین ۳۰ بار اجرای شبیه‌سازی با نودهای توزیع شده در موقعیت‌های اولیه متفاوت بدست آمده است. بعد از توزیع اولیه نودها به صورت تصادفی در محیط شبیه‌سازی، نودها به مدت ۶۰ ثانیه حرکت می‌کنند تا در سرتاسر محیط شبیه‌سازی توزیع شوند. سپس ۲۰ جلسه داده^۷ شروع می‌شود. اندازه هر بسته داده ۵۱۲ بايت بوده و نرخ ارسال ۴ بسته بر ثانیه است. ماکریم تعداد بسته‌ها که می‌تواند در هر نشت داده ارسال شود ۶۰۰۰۰ است. از این رو یک توده ۶۰۰۰۰ بسته‌ای می‌تواند به وسیله ۲۰ مقصد انتخاب شده دریافت شود. ۲۰ مبدأ و ۲۰ مقصد به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند. حرکت در طول شبیه‌سازی برای یک پریود ۱۸۰۰ ثانیه‌ای ادامه می‌یابد. تمام جلسات داده از مدل ترافیک CBR (نرخ بیت ثابت) استفاده کرده و تعداد نودهای کلاینت و سرور به صورت تصادفی انتخاب شده است.

۴-۶ نتایج شبیه‌سازی

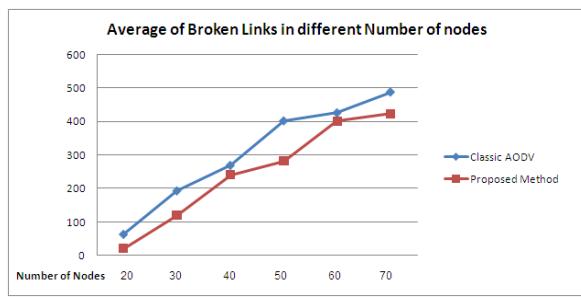
شبیه‌سازی‌های روش پیشنهادی بر اساس ویژگیهای محیط و نودها، در سه حالت مختلف زیر انجام گرفته است:

- شبیه‌سازی در حالت سرعت‌های مختلف نودها: در این حالت تعداد نودها ۵۰ و اندازه محیط ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. اما سرعت نودها از ۰ تا ۱۰ متر بر ثانیه متغیر می‌باشد. بدین نحو که شبیه‌سازی‌های مختلف یکبار با سرعت صفر، یکبار با سرعت مابین ۰ و ۲، سپس با سرعت مابین ۲ تا ۴ و ... انجام گرفته است.

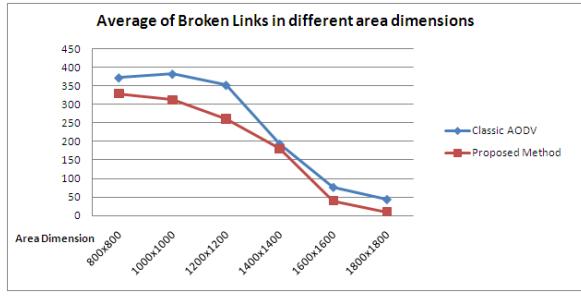
مسیرهای پایدارتری انتخاب شده و در نهایت میانگین لینکهای شکسته شده نیز کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۹: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط سرعت‌های مختلف نودها



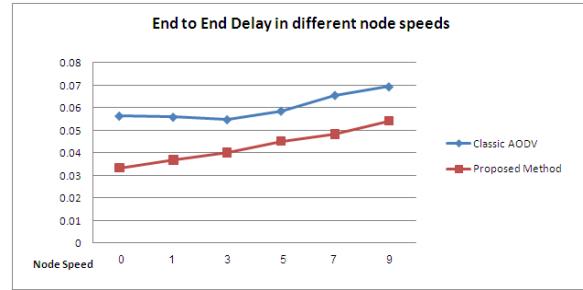
شکل ۱۰: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط تعداد مختلف نودها



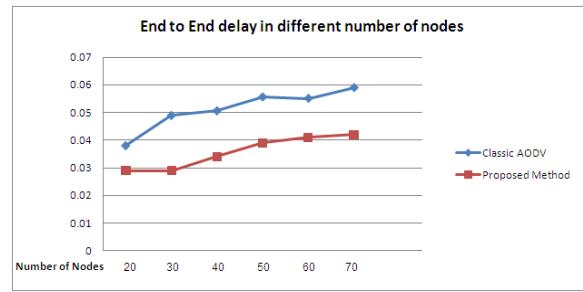
شکل ۱۱: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط اندازه‌های مختلف محیط

نرخ دریافت بسته داده^۱

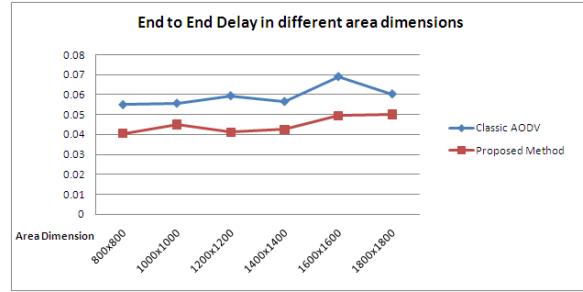
تعداد بستههای داده دریافت شده در مقصد های مشخص را نرخ دریافت بسته داده می گویند. در این بخش متوسط نرخ دریافت بسته داده در شبیه سازی با سرعات های مختلف نودها، تعداد مختلف نودها و اندازه های مختلف محیط به ترتیب مطابق نمودار شکل های (۱۲)، (۱۳) و (۱۴) محاسبه و بررسی شده است. در الگوریتم پیشنهادی نرخ دریافت بسته داده نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک افزایش پیدا کرده است. زیرا همانگونه که در بخش قبل نیز اشاره گردید، با اعمال روش پیشنهادی مسیر های



شکل ۶: متوسط تأخیر انتها به انتهای در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط سرعتهای مختلف نودها



شکل ۷: متوسط تأخیر انتها به انتهای در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط تعداد مختلف نودها



شکل ۸: متوسط تأخیر انتها به انتهای در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط اندازه‌های مختلف محیط

• متوسط لینکهای شکسته^۹

میانگین تعداد لینکهای شکسته شده در شبیه‌سازی با سرعت‌های متفاوت نودها، تعداد مختلف نودها و اندازه‌های مختلف محیط به ترتیب مطابق نمودار شکل‌های (۹)، (۱۰) و (۱۱) هستند. همانگونه که مشاهده می‌گردد در محاسبه و بررسی شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد در روش پیشنهادی میزان لینکهای شکسته شده نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک کاهش بافته است. زیرا با اعمال متدهای پیشنهادی مسیرهای انتخاب شده از لحاظ طول کوتاهتر بوده و مسیرهای کوتاهتر دارای پایداری بیشتری نسبت به مسیرهای طولانی‌تر می‌باشند. در نتیجه احتمال شکست آنها کمتر است. به عبارتی در مسیرهای کوتاهتر احتمال اینکه نودها با کوچکترین حرکتی از محدود رادیویی تحت پوشش همدیگر خارج شوند، کم است. لذا

اولاً مسیریابی در الگوریتم AODV را به صورت چند مسیری انجام داده و ثانیا برای انتخاب مسیر بهینه، طول مسیرها را در حین عملیات کشف مسیر محاسبه می‌کند تا مسیری که از لحظه طول کوتاهتر می‌باشد، به عنوان مسیر ارسال داده انتخاب و در جدول مسیریابی ذخیره گردد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که متريک‌های تأخیر انتها به انتهای، میانگین لینک‌های شکسته و متوسط نرخ دریافت بسته‌های داده نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک بهبود می‌یابد.

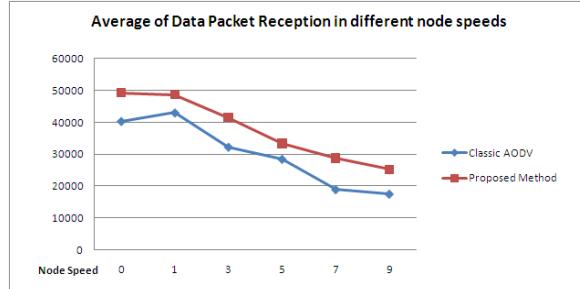
مراجع

- [1] C. S. R. Murthy and B.S. Manoj, "Ad Hoc Wireless Networks Architectures and Protocols", PRENTICE HALL, 2004.
- [2] L.M. Feeney, "A taxonomy for Routing Protocols in Mobile Ad-hoc Network.", www.sics.se/~lmFeeney/huc.pdf
- [3] C. E. Perkins, E. M. Royer, "Ad Hoc On Demand Distance Vector Routing", In Proceedings of 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 90-100, 1999.
- [4] E. Royer and C. E. Perkins "Multicast operation of the ad-hoc on-demand distance vector routing protocol", Proc. of the 5th ACM/IEEE Annual Conf. on Mobile Computing and Networking, pages 207-218, 1999.
- [5] M. K. Marina and S. R. Das, "On-demand Multipath Distance Vector Routing in Ad Hoc Networks", In Proc. of the International Conference for Network Protocols (ICNP), Riverside, USA, pp.14-23, 2001.
- [6] K. Khamforoosh, A. M. Rahmani and A. Sheikh Ahmadi, "A new multi-path AODV routing based on distance of nodes from the network center" ,Amman, Jordan, 2008.
- [7] C. E. Perkins, E. M. Royer and S.R. Das, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", IETF RFC 3561, 2003.
- [8] C. Bettstetter and C. Wagner, "The spatial node distribution of the random way-point mobility model", In Proc. German Workshop on Mobile ad hoc Networks (WMAN), Ulm, Germany, GI Lecture Notes in Informatics, no. P-11, pp. 41-58, 2002.
- [9] X. Zeng, R. Bagrodia and M. Gerla, "GloMoSim: A library for parallel simulation of large-scale wireless networks", In PADS '98, 1998.
- [10] <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/domains/glomosim.html>

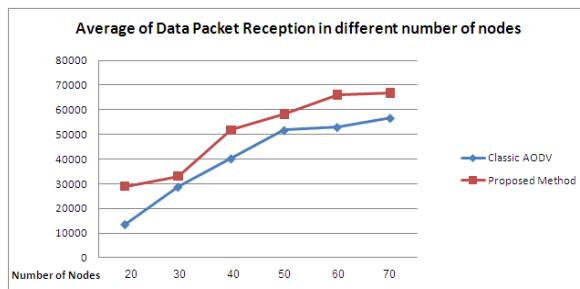
زیر نویس‌ها

- 1 Mobile Ad hoc Networks (MANET)
- 2 Proactive (Table Driven)
- 3 Reactive (On-Demand)
- 4 Multi-path
- 5 Hop
- 6 GPS
- 7 Data Session
- 8 End-to-End Delay
- 9 Average of Broken Links
- 10 Data Packet Reception

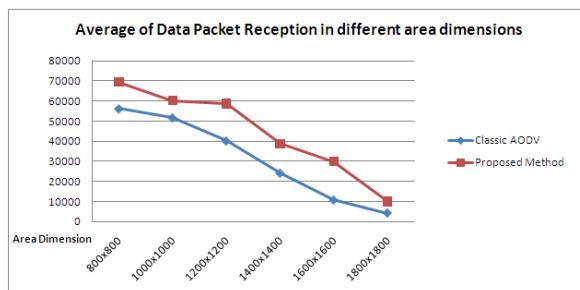
پایدارتری برای ارسال بسته‌های داده انتخاب می‌گردد لذا با توجه به اینکه میزان شکست مسیرها کاهش پیدا می‌کند در نتیجه نرخ دریافت بسته داده در اینگونه مسیرها بیشتر از مسیرهای طولانی تر که دارای نرخ شکست بالا هستند، می‌باشد.



شکل ۱۲: متوسط نرخ دریافت بسته داده در روش پیشنهادی و کلاسیک در شرایط سرعتهای مختلف نودها



شکل ۱۳: متوسط نرخ دریافت بسته داده در روش پیشنهادی و کلاسیک در شرایط تعداد مختلف نودها



شکل ۱۴: متوسط نرخ دریافت بسته داده در روش پیشنهادی و کلاسیک در شرایط اندازه‌های مختلف محیط AODV

۵- نتیجه‌گیری

در الگوریتم کلاسیک AODV پس از مرحله کشف مسیر، تنها معیار سنجش مسیر بهینه، تعداد پرسش‌های موجود در مسیر می‌باشد که در برخی از موارد معیار مناسبی برای انتخاب مسیر بهینه نمی‌باشد. زیرا کم بودن تعداد پرسش‌ها در یک مسیر، همیشه دلیل بر کوتاه بودن آن مسیر نمی‌باشد؛ چه بسا که مسیری دارای تعداد پرسش بیشتری بوده اما دارای طول کمتری در مقایسه با مسیرهای دیگر باشد. در این مقاله روش جدیدی ارائه گردید که