

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

رضا قنبرزاده

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی،

هریس، ایران.

ghanbarzadeh@herisiau.ac.ir

محمدرضا میبدی

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی

امیر کبیر، تهران، ایران.

mmeybodi@aut.ac.ir

چکیده: شبکه‌های موردی سیار نوع خاصی از شبکه‌های بی‌سیم می‌باشند که فاقد ساختار ثابت بوده و قابلیت جابجایی نودها در آنها وجود دارد. این نوع از شبکه‌ها بدون هیچگونه ساختار مشخصی برپا می‌شوند و اکثراً در جنگ‌های نظامی، عملیات نجات در مناطق آسیب دیده، کنفرانس‌ها و ... کاربرد بسیار دارند. با توجه به ویژگی‌های این نوع از شبکه‌ها، پروتکل‌های مسیریابی متعددی ارائه شده است که از مهمترین آنها می‌توان 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 شبکه‌های موردی سیار پیشنهاد شده است که سبب کشف کوتاهترین مسیر از نظر طول ما بین دو نود در یک عملیات مسیریابی می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی ثابت می‌کند که الگوریتم جدید متریک‌های تأخیر انتها به انتها، میانگین لینک-های شکسته و متوسط نرخ دریافت بسته‌های داده را نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک بهبود می‌بخشد.

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

۱- مقدمه

امروزه شبکه‌های موردی سیار^۱ به دلیل کاربردهای وسیعی که دارند و همچنین سرویس‌هایی که ارائه می‌دهند، رشد چشمگیری داشته‌اند. این شبکه‌ها در حال توسعه سریعی هستند و سرویس‌های ارائه شده هم روز بروز بهتر و بیشتر می‌شوند. از نظر معماری، شبکه‌های بی‌سیم به دو دسته شبکه‌های با زیرساختار و شبکه‌های بدون زیرساختار تقسیم می‌شوند. مشخصه کلی در

شبکه‌های بی‌سیم این است که این شبکه‌ها احتیاج به محاسبات به منظور دستیابی گره‌ها به یکدیگر دارند. یک شبکه بدون زیرساخت یا شبکه سیار موردی، تنها شامل گره‌های سیار است که بدون هیچ ایستگاه ثابت و اتصال سیمی برای مبادله اطلاعات و مدیریت شبکه بکار گرفته می‌شوند. هر گره سیار تنها مانند یک میزبان عمل نمی‌کند، بلکه مانند یک مسیریاب عمل می‌کند و گره‌ها خود، مسئول انتقال بسته‌ها به سایر گره‌های سیار موجود در شبکه می‌باشند. غالباً توپولوژی شبکه سیار موردی از گره‌هایی تشکیل می‌شود که به طور پویا و مداوم به شبکه وارد و یا خارج می‌شوند. هیچ کنترل مرکزی یا ساختار بندی ثابتی برای پشتیبانی پیکربندی شبکه و یا پیکربندی دوباره شبکه وجود ندارد[1]. این شبکه‌ها بطور کلی ترکیبی از گره‌های یکسان می‌باشند که بدون هیچگونه کنترل مرکزی و بصورت بدون سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. به علت طبیعت ناپایدار شبکه‌های موردی سیار مسأله کشف و نگهداری مسیر از اهمیت خاصی برخوردار است. دو عامل فقدان پهنای باند زیاد و توان باتری محدود در هر گره، سبب می‌شود که به دنبال یک شیوه مسیریابی مقرون به صرفه باشیم. انتقال بسته‌ها در این شبکه، طی یک سری عملیات پیوسته ذخیره‌سازی و ارسال مجدد، توسط مجموعه‌ای از گره‌های واسط و میانی صورت می‌گیرد و هدف از مسیریابی آن است که یک بسته داده بصورت مطمئن از مبدأ به مقصد انتقال یابد. علاوه بر این، کمینه کردن تأخیرها نیز، از دیگر اهداف مسیریابی می‌باشد. الگوریتم‌های مسیریابی متعددی برای این شبکه‌ها ارائه گردیده است که هر کدام دارای ویژگی‌ها، معایب و مزایای خاصی می‌باشند. از نقطه نظر شیوه برنامه‌ریزی، پروتکل‌های مسیریابی بر دو نوع مبتنی بر جدول^۲ و مبتنی بر تقاضا^۳ تقسیم می‌شوند[2]. یکی از

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

مقالات متعددی در خصوص بهبود مسیریابی و همچنین انتخاب مسیر بهینه در الگوریتم AODV گردیده است. بعنوان مثال در [4] یک الگوریتم چند مسیری^۴ بر پایه AODV با Multicast کردن پیام RREQ به گروه‌های مختلف از نودها ارائه شده است. در [5] یک الگوریتم چند مسیری بر مبنای AODV معرفی 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، مروری کوتاه بر الگوریتم AODV کلاسیک انجام گرفته، در بخش ۳، روش پیشنهادی جدید، در بخش ۴ ارزیابی کارایی الگوریتم جدید و در بخش ۵ نیز نتیجه‌گیری 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-روزرسانی کرده و اگر چنانچه نود دریافت کننده، خود، مقصد نبوده و یا یک مسیر تازه به مقصد نداشته باشد، بسته RREQ را 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 RREP در نهایت به نود مبدأ می‌رسد، دوره کشف مسیر به اتمام

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

زمانی که یک مسیر به سمت یک مقصد مشخص ایجاد می-شود، 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 همسایگان، انجام می‌پذیرد. عدم موفقیت یک نود در دریافت دو پیام Hello متوالی 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 AODV کلاسیک در شکل (۱) و (۲) نشان داده شده است.

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

شکل ۱: قالب پیام RREQ

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

شکل ۱: قالب پیام RREP

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

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

شکل ۳: فیلدهای موجود در رکوردهای جدول مسیریابی هر نود

۳- روش پیشنهادی

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

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 شده و هیچکدام حذف نمی‌گردند. 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 فراگیر 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 روز رسانی می‌کند. به عبارتی معیار سنجش الگوریتم AODV 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 بلحاظ طول را بعنوان مسیر بهینه انتخاب و در جدول مسیریابی‌اش 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.

۳-۱ نحوه عملکرد الگوریتم با اعمال روش پیشنهادی

فرض بر این است که همه نودها مجهز به سیستم موقعیت-یاب جهانی^۶ 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 می‌گردند.

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

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 عبارتی 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 پرش کمتری دارد بلکه از نظر طول نیز کوتاهتر می‌باشد.

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

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.

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

شکل ۴: فیلدهای موجود در پیام RREP در روش جدید

آدرس نود مقصد	شماره دنباله مقصد	پرش بعدی به سمت مقصد	زمان حیات	نبات های مسیریابی	تعداد پرشها تا مقصد	طول مسیر
---------------	-------------------	----------------------	-----------	-------------------	---------------------	----------

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

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

۴- ارزیابی کارآیی الگوریتم پیشنهادی

۴-۱ پارامترهای شبیه‌سازی

همه شبیه‌سازی‌ها برای روش پیشنهادی، بوسیله شبیه‌ساز شبکه [9,10] Glomosim انجام شده‌اند. مدل تحرک نودها در این شبیه‌سازی‌ها Random Way Point [8] می‌باشد. ابعاد محیط شبیه‌سازی در اندازه‌های $800m \times 800m$ تا $1800m \times 1800m$ در شبیه‌سازی‌های مختلف در نظر گرفته شده است و حداقل رنج رادیویی هر نود 250 m می‌باشد. مدل انتشار 2-Ray Path Loss بوده، در لایه MAC، پروتکل IEEE 802.11 استفاده شده و پهنای باند 2 mbps است. سرعت حرکت نودها در شبیه‌سازی‌های مختلف بین 0m/s تا 10m/s انتخاب شده است. زمان توقف نیز به صورت تصادفی بین ۱۰ تا ۳۰۰ 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 بایت بوده و نرخ ارسال ۴ بسته بر ثانیه است. ماکزیمم تعداد بسته‌ها که می‌تواند در هر نشست داده ارسال شود ۶۰۰۰ است. از این رو یک توده ۶۰۰۰ 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.

۴-۲ 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.

- **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 ۱۸۰۰ متر در شبیه‌سازی‌های مختلف، متغیر است.

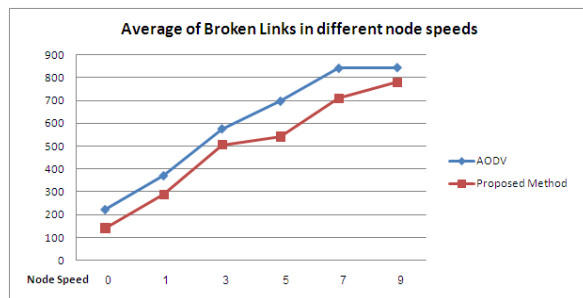
۴-۳ متریک‌های شبیه‌سازی

برای ارزیابی کارآیی الگوریتم پیشنهادی و مقایسه آن با الگوریتم AODV کلاسیک، سه متریک 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 متریک فوق ارائه شده و تأثیر الگوریتم پیشنهادی در متریک‌های ذکر شده در مقایسه با الگوریتم AODV کلاسیک، مورد بررسی قرار گرفته است.

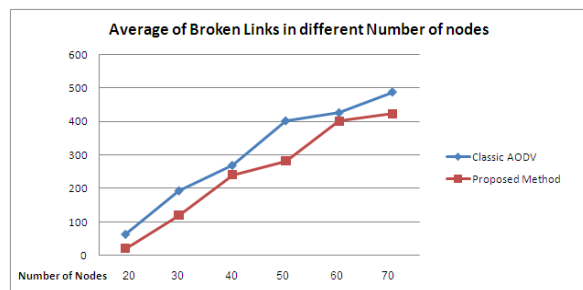
• تأخیر انتها به انتها^۸

زمان انتقال انتها به انتها برای بسته‌های داده را تأخیر انتها به انتها گویند که این 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.

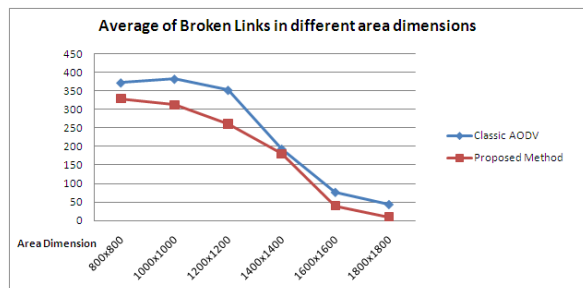
مسیرهای پایدارتری انتخاب شده و در نهایت میانگین لینک‌های شکسته شده نیز کاهش پیدا می‌کند.



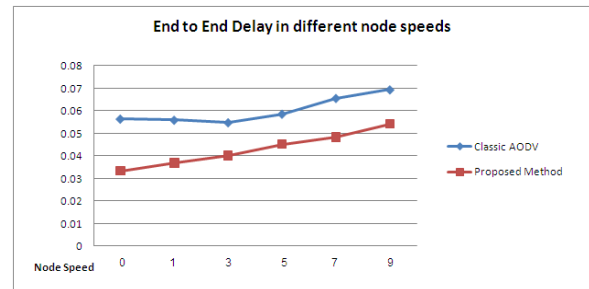
شکل ۹: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط سرعت‌های مختلف نودها



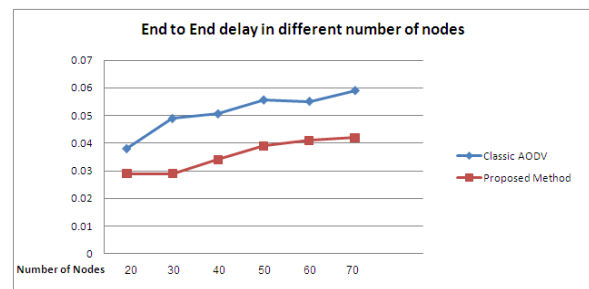
شکل ۱۰: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط تعداد مختلف نودها



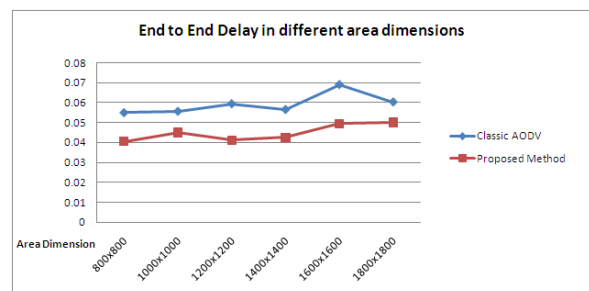
شکل ۱۱: متوسط لینک‌های شکسته در روش پیشنهادی و AODV کلاسیک در شرایط اندازه‌های مختلف محیط



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



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



شکل ۸: متوسط تأخیر انتها به انتها 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) محاسبه و بررسی شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد در روش پیشنهادی میزان لینک‌های شکسته شده نسبت به الگوریتم AODV کلاسیک کاهش یافته است. زیرا با اعمال متد 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

• نرخ دریافت بسته داده^{۱۰}

تعداد بسته‌های داده دریافت شده در مقصدهای مشخص را نرخ دریافت بسته داده می‌گویند. در این بخش متوسط نرخ دریافت بسته داده در شبیه‌سازی با سرعت‌های متفاوت نودها، تعداد مختلف نودها و اندازه‌های مختلف محیط به ترتیب مطابق نمودار شکل‌های (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 مسیرهای

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

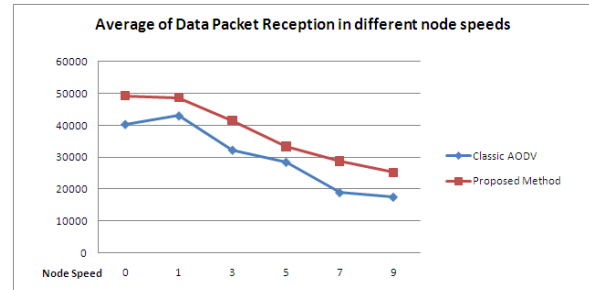
مراجع

- [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/gloimosim.html>

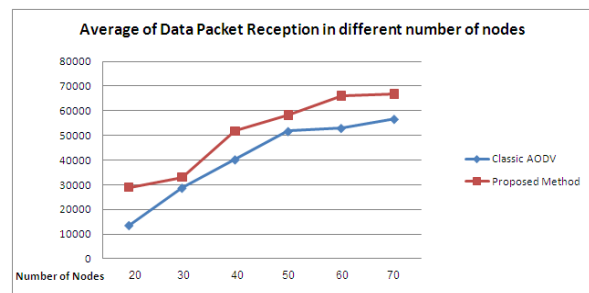
زیر نویس‌ها

- 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

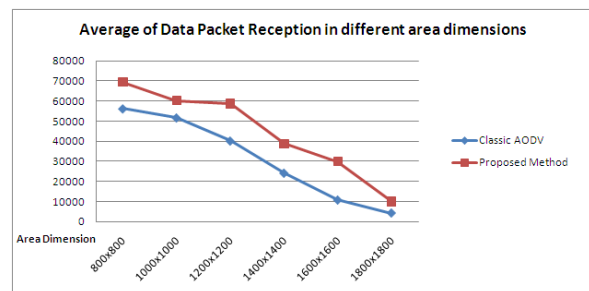
پایداری برای ارسال بسته‌های داده انتخاب می‌گردد لذا با توجه به اینکه میزان شکست مسیرها کاهش پیدا می‌کند در نتیجه نرخ دریافت بسته داده در اینگونه مسیرها بیشتر از مسیرهای طولانی‌تر که دارای نرخ شکست بالا هستند، می‌باشد.



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



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



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

۵- نتیجه‌گیری

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