

مسیریابی آگاهانه بار برای شبکه های مش بی سیم غیرمداوم کوچک

چکیده

شبکه مش بی سیم یک شبکه رله چند هاپی توزیع شده است. شبکه مش بی سیم گسترده معمولاً مقدار زیادی از طول خطوط شبکه دارد که باعث کاهش بازده و افزایش تاخیر در شبکه می شود. میانگین طول مسیر را می توان در شبکه با اجرای چند لینک طولانی در میان جفت گره شبکه کاهش داد، و بنابراین ویژگی های اندک در شبکه های مش بی سیم را معرفی می کند. به هر حال، الگوریتم های مسیریابی معمولی برای شبکه های مش بی سیم جهان کوچک بهینه نیست. در این مقاله، الگوریتم مسیریابی لینک طولانی (LNPR) غیر مداوم در جهان کوچک را برای شبکه های مش بی سیم جهان کوچک پیشنهاد می کنیم تا میانگین انتقال طول مسیر کمتری برای انتقال داده در میان مجموعه جفت های گره منبع و مقصد در شبکه حاصل شود. LNPR از استراتژی توازن بار برای توزیع بهتر ترافیک شبکه در میان لینک های معمولی و لینک های طولانی غیر مداوم در شبکه های مش بی سیم جهان-کوچک برای استفاده کارآمد از لینک های طولانی استفاده می شود که مسیرهای انتقال داده در شبکه ارزشمند هستند. LNPR 58٪ تا 95٪ بهبود در احتمال مسدود کردن تماس و 23٪ تا 70٪ در حداکثر کاهش بار با دامنه افزایش فقط در محدوده 0.7٪ تا 9٪ افزایش در میانگین طول مسیر انتقال را فراهم می کند. شبکه های مش بی سیم جهان کوچک برنامه های کاربردی متعددی در شبکه های روستایی و اجتماعی برای ارتباطات هزینه مقرون به صرفه پیدا کردند.

کلید واژه ها: شبکه مش بی سیم جهان کوچک، لینک های طولانی، طول مسیر انتقال متوسط، الگوریتم

LNPR

مقدمه

شبکه مش بی سیم (WMN) شامل سه نوع گره است: روتر مش دروازه، روتر مش و مش مشتری [1]. روتر دروازه مش به سایر شبکه های ارتباطی یا اینترنتی از طریق لینک های سیمی متصل می شوند. روترهای مش بی سیم در WMN ها به عنوان گره های جزئی و یا به طور کامل ایستا اعمال می شوند در

حالیکه مشتری های مش گره های پویا در شبکه هستند. WMN دارای مزایای فراوانی مانند پیش هزینه اندک، پشتیبانی آسان شبکه و تقویت در عملکرد شبکه هستند. میانگین طول مسیر (APL) که توسط فاصله پیوسته هاپ (EHD) به طورمیانگین بر روی شبکه تعریف می شود، ارزش بیشتری در متن WMN به علت توپولوژی شبکه منظم آن دارد. برای کاهش ارزش EHD، APL WMN، این منبع گره (SN) و گره مقصد (DN)باید به حداقل برسد. بنابراین، پیوندهای طولانی (LL) را می توان در میان گره های روتر دور (به عنوان موقعیت آنها عمدتا در WMN استاتیک هستند) برای کاهش APL و ترکیب ویژگی های کوچک جهان (SW) ایجاد شده است.

ویژگی های دنیای کوچک را می توان با کاهش ارزش APL در یک شبکه منظم به دست آورد. میلگرام [2] ابتدا ویژگی های کوچک جهان را در آزمایش خود در سال 1967 مشاهده کرد، جایی که وی نتیجه گرفت که مردم با "شش درجه جدایی" به یکدیگر متصل می شوند، بنابراین جهان های کوچک را تشکیل می دهند. در [3]، نویسندهای SW را با ایجاد چند LL توسط بازنویسی لینک های عادی (NLS) در یک شبکه منظم، حاصل شد که منجر به کاهش APL، می شود و برای ضریب متوسط خوش کارآمد (ACC)، کمتر است که اندازه گیری گره های همسایه متصل به طور متوسط در شبکه است. در [4] - [10] نویسندهای ویژگی های SW با افزودن چند LL در شبکه ایجاد کردند. به هر حال، ایجاد استراتژی های LL مذکور با LL های ثابت یا دائمی مقابله می کنند، همانطور که LL برای همیشه برای تمام جلسه انتقال داده در شبکه ایجاد می شود. ما در این مقاله LLs غیر پایدار (NPLLs) را بررسی می کنیم که در آن LLs به طور موقت بین گره ها ایجاد و زمانی که ترافیک از آنها تقاضا می کند. بنابراین، پس از یک دوره زمانی خاص، LLs ممکن است LL را با ایجاد ارتباط بین جفت گره های مختلف در شبکه تغییر دهند. بنابراین، برای ایجاد NPLL ها، ما آتن های هوشمند را برای ایجاد پرتوهای هدفمند جهت اتصال به جفت گره دور در شبکه بررسی می کنیم. آتن های هوشمند [11] - [14] یا آتن های آرایه انتباق را می توان برای رديابي ديناميكي گره های دور از طريق پردازش سیگنال هوشمند در شبکه برای ایجاد NPLLs توسط پرتو سابق بسیار هدفمند استفاده کنیم.

SW-WMN ها برنامه های کاربردی را در زمینه شبکه های روستایی یا شبکه های اجتماعی پیدا می کنند. در عملکرد مناطق روستایی یا اجتماع، دسترسی به شبکه های زیربنایی یا دسترسی به آنها بسیار محدود است، بنابراین گسترش SWWMN ها می تواند ارتباط هزینه موثر را در سراسر این مناطق فراهم کند.

در این مقاله الگوریتم LNPR را در زمینه SW-WMN پیشنهاد می کنیم. الگوریتم با ترافیکی را در بین LS و NLs بهتر توزیع می کند، به این ترتیب توازن بار در شبکه را در بر می گیرد. بقیه این مقاله به شرح زیر سازماندهی می شود. بخش دوم، الگوریتم های مسیریابی موجود برای WMN را توضیح می دهد و مشکلات را برای اجرای آنها در زمینه SW-WMN توصیف می کند.

بخش سوم الگوریتم LNPR را برای SWWMN غیر قابل تنظیم توصیف می کند. در بخش چهارم نتایج عملکرد الگوریتم از لحاظ معیارهای مختلف ارائه شده است که با نتیجه گیری در بخش ۷ دنبال می شود.

مسیر در SW-WMNS

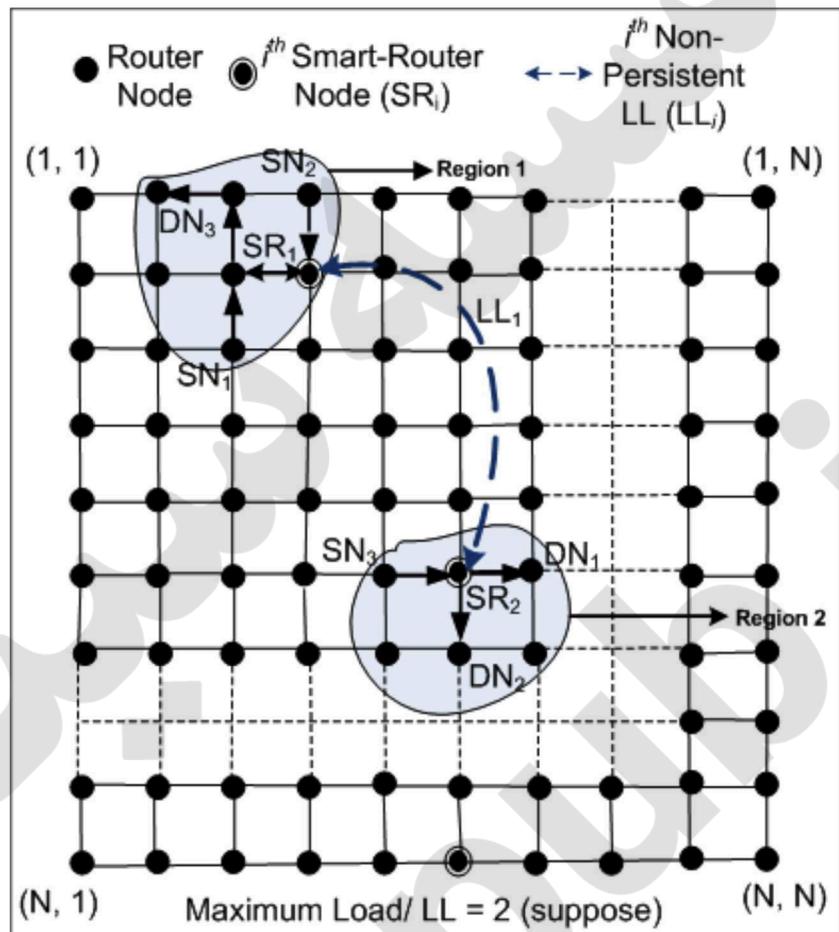
ویژگی های دنیای کوچک می تواند در WMN با اجرای چند LL در شبکه حاصل شود همانطور که در [5] - [10] بررسی می شود. WMN در LLS می تواند به دو صورت اجرا شود. در ایجاد LL پایدار، مکان های LL در میان جفت SN و DN برای مدت زمان عمل در WMN تغییر نمی کنند. در حالی که، در ایجاد LL غیر پایدار، موقعیت خود را پس از مقدار مشخصی از زمان تغییر می دهد. بنابراین، آنچه های هوشمند مجهز به چند روتور شبکه در WMN، پرتوهای هدفمند جهت ایجاد LL های غیر ثابت در جهت مشخص با توجه به الزامات ترافیکی ایجاد می کنند.

مسیریابی برای WMN ها [1] را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

(i) مسیریابی واکنشی [17] مبتنی بر استراتژی مسیر داده بر اساس تقاضا از SN تا DN است (به عنوان مثال، بر اساس بردار مسیریابی تقاضا از راه دور [18] AODV) یا مسیریابی منبع پویا (DSR) [19] ، در حالی که (ii) در مسیریابی پیشگیرانه [20]، مسیر داده ها به طور مستقل از تقاضا محاسبه می شود و اطلاعات مسیریابی در هر گره در شبکه (به عنوان مثال مسیریابی بردار فاصله توالی- مقصد [21] DSDV) یا لینک بهینه شده مسیریابی دولتی به روز می شود. (OLSR) [22] با این حال، این راهبردهای مسیریابی راه حل های کارآمد را برای SW-WMN ها ارائه نمی دهند

شکل ۱ مثالی از وضعیت را توضیح می دهد که در آن الگوریتم های مسیریابی معمولی، LLs غیر پایدار را بارگیری می کند تا کوتاه ترین مسیر ها در میان جفت های SN و DN در SW-WMN مبتنی بر شبکه نوع شناسی پیدا کنند.

شکل ۱: مثال جلسه انتقال داده ها در میان SN ها و DN ها در SW-WMN.



در شکل ۱ روترهای هوشمند (SRS) روترهای شبکه بی سیم مجهز به آنتن های هوشمند هستند که قادر به ایجاد پرتو بسیار جهت مند هستند و تغییر جهت تابش را به صورت سازگار برای ایجاد LL های غیر قابل مداوم در SW-WMN می کنند.

بنابراین، برای مدت زمانی خاص، LL های غیر پایدار را می توان در میان SR ها برای انتقال بسته های داده در SW-WMN ایجاد کرد. مسیریابی معمولی مانند مسیریابی حالت لینک [23] (LSR) میان مجموعه SNs و DNs در WMN را ایجاد کرد. مسیریابی معمولی مانند مسیریابی حالت لینک [23] (LSR) بر اساس استراتژی حریصانه برای یافتن کوتاه ترین مسیر بین جفت SN-DN است. از این رو، برای یافتن کوتاه ترین مسیر، راهبردهای مسیریابی می توانند همان LL را بدون توجه به بار ترافیک بارگیری مجدد کنند. شکل

1 همچنین انتقال داده ها در سه جفت SN-DN را با استفاده از استراتژی های مسیریابی معمولی در زمینه SW-WMN نشان می دهد.

در شکل 1، جلسه انتقال داده بین منطقه 1 و منطقه 2 ایجاد می شود که در آن بسته های داده SN1 به از طریق LL1 انتقال داده می شود که بین SR1 و SR2 ایجاد می شود.

به طور مشابه، بسته های داده از DN2 به LL1 از طریق DN1 منتقل می شود. به هر حال، زمانیکه SN3 باید داده ها را به DN3 ارسال کند، LL1 دوباره برای ارسال بسته های داده به DN3 با حداقل آپ ها استفاده می شود، همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است. بنابراین، مسیر برای دوره انتقال داده ها در بین SN و DN مختلف ممکن است شامل LL مشابه باشد. در نتیجه ، LL ممکن است به شدت بارگیری شود، بنابراین LL ها باید به گونه ای استفاده شوند تا از بارگیری اضافی اجتناب شود. از این رو، الگوریتم های مسیریابی معمول در زمینه SW-WMN کارایی ندارند.

تعداد محدودی از راه حل های مسیریابی موجود در زمینه SW-WMN برای استفاده از LL ها در شبکه وجود دارد. در [10]، نویسنده‌گان الگوریتم مسیریابی تعاونی (SCR) مبتنی بر جهان- کوچک را در زمینه شبکه های بی سیم چند هاب نشان دادند، که چند گره بی سیم به نام گره های تعاونی وجود دارد، دارای قابلیت رله برای برخی از گره های تعاونی دور در شبکه هستند. گره های تعاونی به ایجاد ارتباطات طولانی مدت دور در میان DNS با انتقال بسته های داده به DN های دور با قابلیت تعاونی یا به نزدیکترین گره های تعاونی SN-DN جفت می کند. به هر حال، اطلاعات جهانی برای اجرای مسیر یابی تعاونی در زمینه SW-WMN مورد نیاز است. علاوه بر این، گره تعاونی باید داده های خود و همسایه خود را انتقال دهند، بنابراین، پهنای باند نیاز به اجرای مسیرهای تعاونی بیشتری دارد.

Jianag و همکاران [16] داده های مول یا داده های آزاد را مبتنی بر ایجاد NPLL در شبکه های بی سیم چند هاب بررسی می کنند. داده مول که در شبکه تلفن همراه است، دارای اطلاعات مکان یابی برای مسیر سفر آن است. بسته به اطلاعات مکان DN (یعنی اینکه آیا DN در مسیر راه عبور داده شده توسط داده مول می باشد)، بار داده مول و ارسال داده به DN یا نزدیکترین گره DN در شبکه می باشد. به هر حال، گره های روتر

در WMN ها عمدتاً ایستا و یا با تحرک کمتر هستند، بنابراین گره های روتر نمی توانند به عنوان LLs غیر پایدار یا دینامیکی در شبکه استفاده شوند.

در این مقاله ما الگوریتم مسیریابی LL جهان کوچک غیر قابل انطباق بارآگاه (LNPR) برای SW-WMNs را ارائه می دهیم. ما تعدادی LL غیر پایدار را در میان جفت گره SR و احتمال بلوک تماس NPLL ها را در زمینه SW-WMN بررسی می کنیم.

الگوریتم LNPR برای SW-WMNS

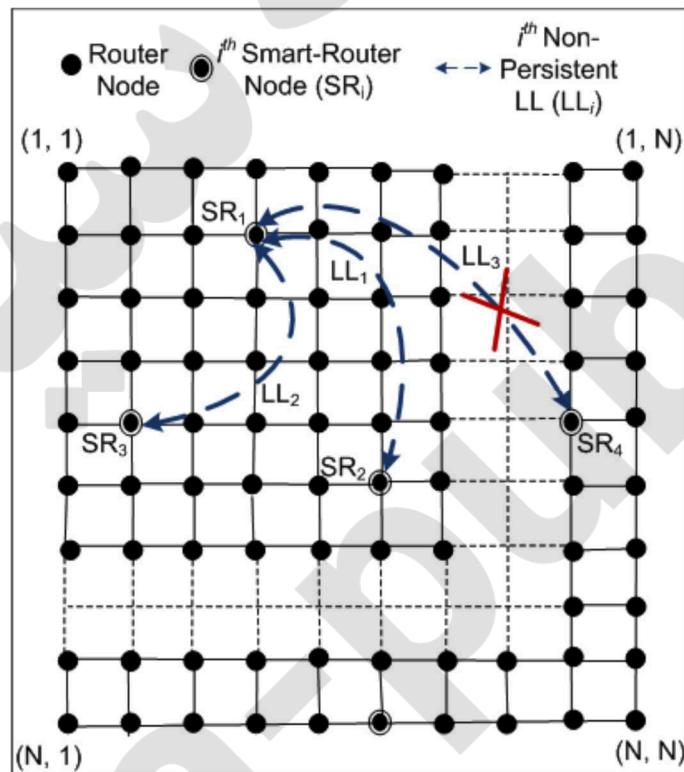
در اینجا ما الگوریتم LNPR را توصیف می کنیم که کوتاه ترین مسیر در یک روش حریصانه برای انتقال داده ها از SN به DN در SWWMN بدون علت بار اضافی قابل توجهی از NPLL ها را توصیف می کند. SR ها در میان جفت های SR به طور تصادفی مستقر در SW-WMN ها ایجاد می شوند. انتخاب جفت NPLL ها در شبکه برای ایجاد NPLL بعداً در این بخش شرح داده شده است. LNPR شامل توازن بار است که منجر به توزیع ترافیک بهتر در میان NL ها و همچنین NPLL ها در SWWMN می شود.

الگوریتم LNPR در الگوریتم 1 نشان داده شده است.

در الگوریتم 1، از خط 1 تا خط 21، تمام متغیرهایی را که برای توصیف الگوریتم استفاده می شود تعریف می کنیم. قبل از استفاده از الگوریتم LNPR، چند NPLL دو طرفه در SW-WMN ها مستقر می شوند.

NPLL ها در میان جفت گره SR بر اساس تفاوت مسیر از طریق NL ها در شبکه مستقر هستند. ما مسیر طی شده را به عنوان فاصله ی هاپ پیوسته از طریق NLs (EHDNL)، SW-WMN در NPLL pth فرض کنید، ما نسبت طول متوسط مسیر (APL) تعیین وزن لبه NPLL [بخش (الف) الگوریتم 1]، فرض کنید، NPLL pth، از خط 31 به خط 32 در الگوریتم 1 را محاسبه از WMN با فقط NL ها به شبکه شامل nPLL pth می کنیم. بنابراین، با محاسبه وزن لبه متریک NPLLS، ما وزن لبه بیشتری به SW-NPLL می کنیم. بنابراین، با محاسبه وزن لبه متریک NPLLS، ما وزن لبه بیشتری به SW-NPLL می کنیم. بنابراین، NPLL ها می توانند به طور موثر برای ایجاد مسیر بین SN و DN در WMN اختصاص می دهیم. بنابراین، NPLL ها می توانند به طور موثر برای ایجاد مسیر بین SN و DN در SWWMN بدون بار زیاد شدید استفاده شوند. به هر حال، لبه وزن برای هر NPLL بسیار اندک است بنابراین، ما یک الگوریتم متریک 1 الگوریتم LNPR 1 را برای SW-WMN غیر مداوم در نظر می گیریم. عامل مقیاس برای افزایش لبه وزن بطور یکنواخت برای هر NPLL در شبکه می باشد (خط 33 در الگوریتم 1).

برای ارزیابی فاصله مسیر پیوسته در میان چند جفت SN-DN به صورت تصادفی انتخاب شده (بخش (B) الگوریتم 1)، کوتاه ترین مسیرها با رویکرد حریصانه اندازه گیری می شود. به هر حال، ما استراتژی متعادل کننده بار در الگوریتم LNPR (خط 45 تا 55 در الگوریتم 1) را به طور بار برابر در شبکه توزیع می کنیم. استقرار غیرقابل انطباق LL که در الگوریتم 1 ذکر شده است، به ایجاد LL در شبکه اشاره می کند که موقعیت خود را پس از مدت زمان مشخص تغییر می دهد. گره های SR توانایی جهت گیری پرتو در یک جهت خاص دارند. از این رو، LL ها با استفاده از گره های SR تشکیل شده اند عدم انقباض در SW-WMN را نشان می دهد. برای ایجاد یک NPLL، گره SR باید فاصله بین آنها را در WMN تامین کند همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 2: ایجاد LL غیر ثابت با روترهای هوشمند در WMN

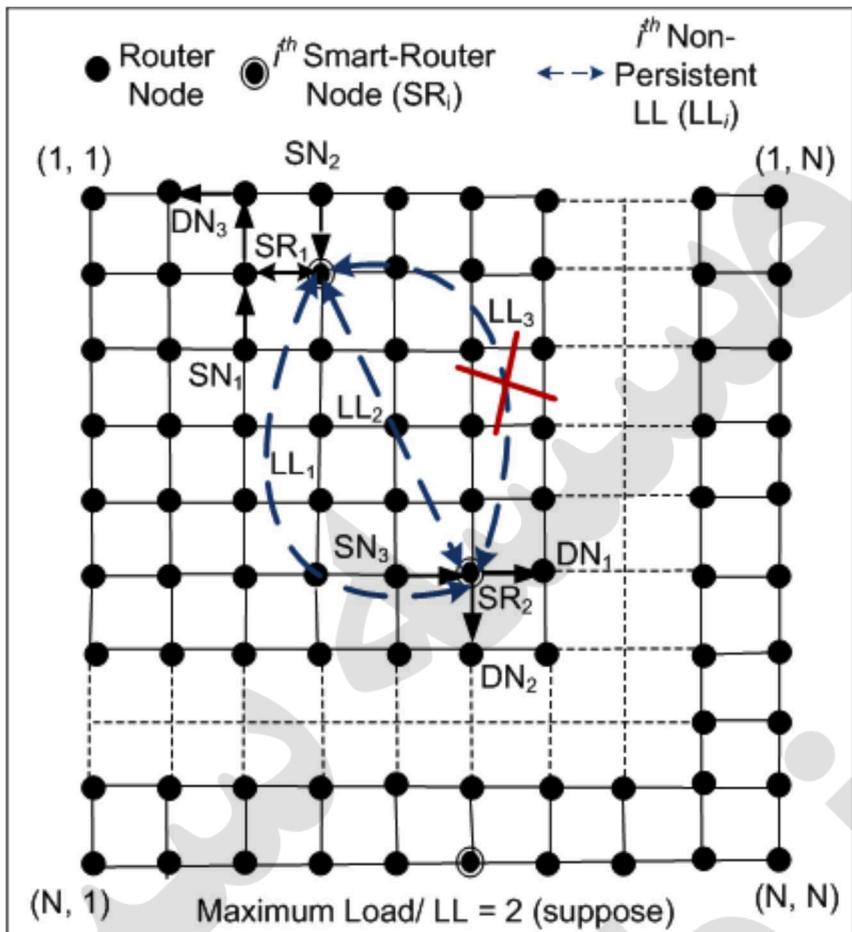
شکل 2 استراتژی ایجاد NPLL ذکر شده در بخش (الف) الگوریتم 1 را توضیح می دهد. در شکل، SR1 می تواند LL ها را با LL1 (در شکل 2) یا با LL2 (در شکل 2) برای یک فاصله زمانی تعیین شده، به عنوان EHDs در میان SR1-SR3 و SR1-SR2 مقدار کاهشی رضایت بخش هستند (یعنی، EHD-10-5). به هر حال، SR1 و SR4 در شکل 2 ایجاد نمی شود، زیرا EHD ارزش برش رضایت بخش نیست.

در چارچوب ایجاد NPLLS، در میان گره های WMN در SR مربع، اگر چندین NPLLS بطورنسی همپوشانی یا اختصاص داده شده در همان جهت، ممکن است منجر به دخالت شود. در چنین سناریوهای تداخل، NPLL های تداخل پهنه ای باند NPLL را به اشتراک می گذارند. برای مثال، اگر دو NPLLS در شبکه قرار گیرد، طیف اختصاص داده شده برای هر NPLL های همپوشانی به نصف کاهش خواهد یافت. در حالی که اجرای قسمت ب (الگوریتم 1)، به اشتراک گذاری پهنه ای باند با حفظ NPLL مشترک جهت بررسی به منظور مسیر پیوسته توازن بار در شبکه اجرا می شود.

LLs برای انتقال داده بین SN و DN استفاده می شود. یک LL برای انتقال داده استفاده می شود تا حداقل بار قابل تحمل را به دست آورد و پس از آن برای انتقال داده بین SN و DN غیر فعال می شود. علاوه بر این، الگوریتم آزمند برای مسیر دیگری برای انتقال داده جستجو می کند. فرمان پرتوهای SR به سایر SR های قابل دسترس براساس تقاضای ترافیک و یک استراتژی برنامه ریزی، شرح آن خارج از محدوده این مقاله است. از آنجا که SR ها معمولاً گران هستند، ما الگوریتم LNPR را اجرا می کنیم که در آن LL ها با وزن لبه بیشتر به ندرت استفاده می شود. در اینجا وزن لبه APL نسبت SW-WMN در APL شبکه با و بدون استفاده از آن LL است همانطور که در خطوط 31-33 در الگوریتم 1 نشان داده شده است. بنابراین، NPLL که منجر به پایین تر برای WMN، وزن لبه بالاتر در شبکه اختصاص داده می شود

تعیین وزن لبه در خطوط 31-33 در الگوریتم 1 نشان داده شده است. علاوه بر این، ما توازن بار را برای توزیع بهتر بار ترافیکی در شبکه گسترش دهیم، که در شکل 3 نشان داده شده است، اعمال می کنیم.

شکل 3: استراتژی توازن بار برای LLs غیر پایدار در SW-WMN



در شکل ۳ (LL1) بین SR1 و SR2 برای ایجاد مسیر انتقال داده بین SN1 و DN1 استفاده می شود. بنابراین، یک بار برای ایجاد یک مسیر در SWWMN استفاده می شود. در حال حاضر، برای انتقال داده بین SN2 و DN2، (LL2) مشابه دومین بار استفاده می شود و از این رو به حداقل بار (در اینجا 2 برسی شده) قابل تحمل می رسد. به هر حال، در طول انتقال داده از SN3 به DN3، حداقل بار (در اینجا 2 برسی شده) قابل تحمل می رسد. همانطور که در شکل ۳ نزدیکترین LL که می تواند استفاده شود، بین SR1 و SR2 قرار گرفته است، همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، هم اکنون به حداقل حد مجاز انتقال داده شده (در شکل ۳ ما حداقل بار برای هر EHD فرض می کنیم که دو است). بنابراین، این LL را نمی توان برای ارائه داده ها از SN3 به DN3 با حداقل استفاده کرد.

نتایج عملکرد

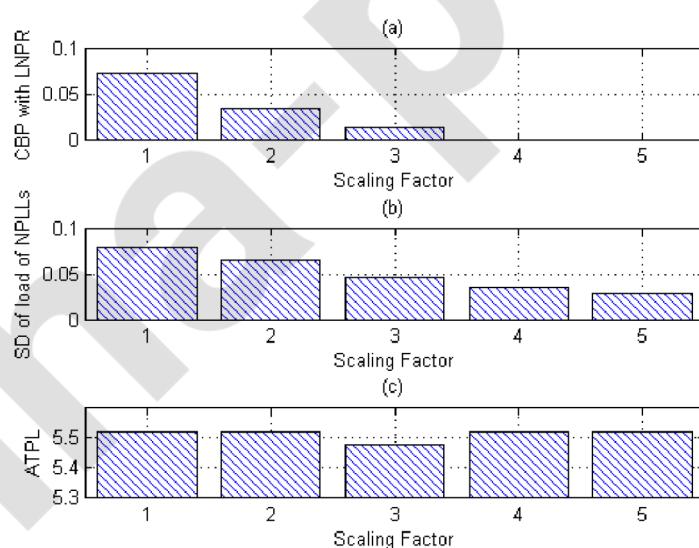
ما کارایی الگوریتم مسیر یابی توازن بار LNPR را در زمینه SW-WMN بررسی می کنیم. ما محیط شبیه سازی با ابزار شبیه سازی MATLAB را ایجاد می کنیم.

شبکه شامل 100 مش گرده روتر در یک توپولوژی 10 تا 10 مربع شبکه واقع می شود. گرده های SR به صورت تصادفی در شبکه (5٪ از مجموع تعداد گرده در WMN) برای ایجاد NPLL ها مستقر هستند. جفت SN ها و DN ها به طور تصادفی از شبکه WMN انتخاب می شوند. الگوریتم LNPR که در بخش سوم برای ارزیابی عملکرد الگوریتم شرح داده شده است، اجرا می کنیم.

شبیه سازی برای پنج مجموعه ارزش از ده جفت SN-DN تا پنجاه SN-DN اجرا می شود. مقادیر به دست آمده از تاثیر بالا، CBP، SF، حداکثر بار توسط هر NPLL و متوسط طول مسیر انتقال (ATPL) شبکه را تعیین می کند. نتایج شبیه سازی از میانگین مقادیر ده بذر ارزیابی می شود و انحراف استاندارد مقادیر مشاهده شده به عنوان نوار خطأ در نتیجه ارقام در این بخش نشان داده می شود.

الف) تاثیر فاکتور پویشگر

برای توزیع بهتر بار ترافیکی در میان NPLLS و NLs در SW-WMN، ما وزن-لبه را به SF برای هر NPLL بر اساس تاثیر آن (یعنی تاثیر NPLL خاص آن در کاهش APL کلی شبکه)، بر شبکه مربع اختصاص می دهیم همانطور که در خط 33 از الگوریتم 1 دیده می شود. شکل 4 تغییرات CBP، انحراف استاندارد (SD) بار در هر شبیه سازی برای 1 تا 5 جفت SN-DN با اجرای LNPR در SF احتمالی و شبکه ATPL را پس از اجرای SF با مقادیر مختلف NPLL نشان می دهد (شبیه سازی برای 1 تا 5 SF با 30 جفت SN-DN اجرا می شود). هر نتیجه به طور متوسط بیش از 10 اجرا می شود.



شکل 4: تغییر احتمال مسدود کردن تماس (CBP) ، انحراف استاندارد (SD) بار و طول مسیر متوسط انتقال (SN-DN = 30 تا SF = 5 با LNPR (ATPL) برای CBP)

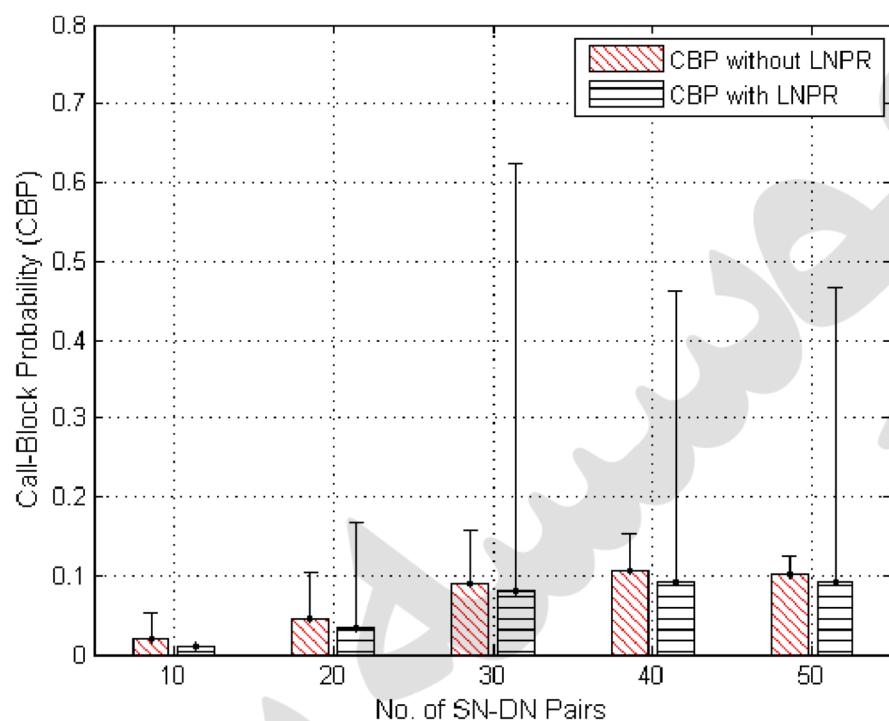
از شکل 4(a)، می بینیم که در $SF = 3$ ، $CBP = 1$ به پایین ترین مقادیر غیر صفر می رسد در مقایسه با $SF = 1$ برای داده ها انتقال 30 مجموعه SN-DN جفت در SW-WMN ها.

از شکل 4(b) متوجه می شویم که انحراف استاندارد بار در NPLL ها حداکثر برای $SF = 1$ است. به هر حال، همانطور که فاکتور مقیاس افزایش می یابد، انحراف استاندارد بار در شبکه کاهش می یابد. از شکل 4(c) مشاهده کردیم که مقدار $SF = 3$ کمترین است. بنابراین در $SF = 3$ ، عملکرد الگوریتم LNPR در مقایسه با مقدار $SF = 1$ (برای CBP غیر صفر) در تopolوژی شبکه SW-WMNS بهتر است.

ب. احتمال مسدود کردن تماس (CBP)

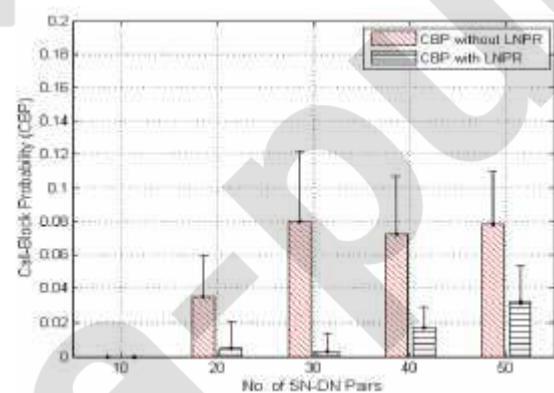
احتمالی مسدود کردن تماس (CBP) یک معیار است که احتمال تماس متوسط مسدود شده را در طول یک جلسه انتقال داده در شبکه تعیین می کند. ما آرا به عنوان کوتاه ترین مسیر پیوسته از SN به DN در الگوریتم 1 ارزیابی می کنیم، و اگر NLS بیش از وزن حداکثر بار NPLL بیش از حداکثر وزن بار NPLL پس از تعداد تلاش m باشد، ما نتیجه گیری می کنیم که تماس در SW-WMN کاهش یافته است (الگوریتم 1). از این رو، CBP به عنوان نسبت کل تماس مسدود شده به تعداد کل تماس برای انتقال داده در SW-WMN محاسبه می شود.

شکل 5 نشان می دهد که کاهش در CBP با LNPR بدون CBP برای مجموعه های مختلف SN-DN از دامنه جفت SN-DN 50٪ (SN-DN10) تا 10٪ (SN-DN) است جایی که با $SF = 1$ در زمینه SW-WMN مقایسه می شود. بهبود در CBP به علت سهولت بارگیری بهتر توسط LNPR در NPLL ها بدست می آید.



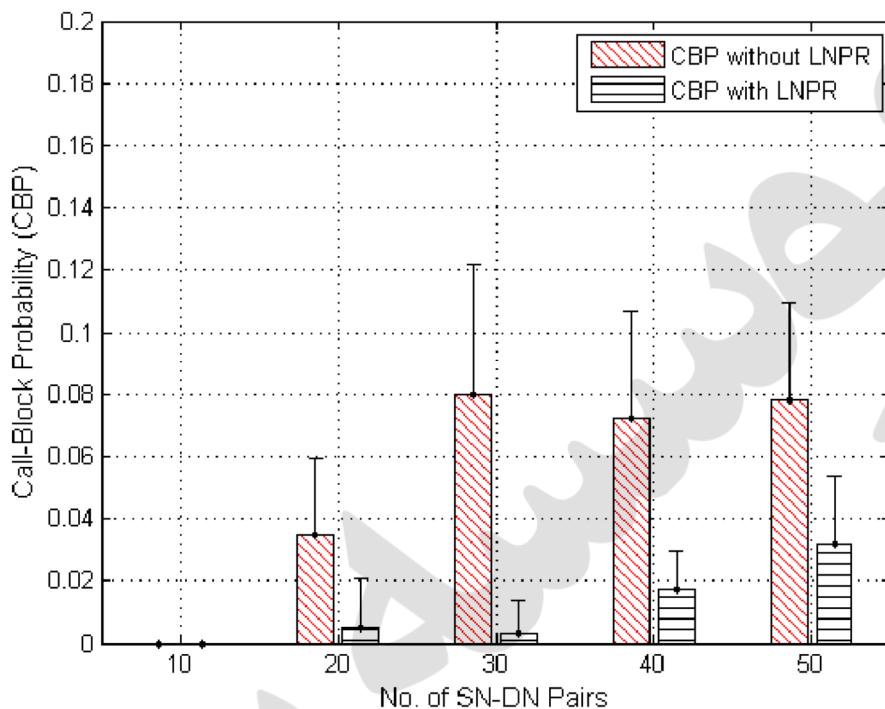
شکل 5: احتمال مسدود کردن تماس ($SF = 1$)

شکل 6 نتایج CBP را برای $SF = 3$ نشان می‌دهد. از شکل زیر مشاهده می‌شود که CBP با میزان پذیرش تماس را از ۵۸٪ (۵۰ جفت SN-DN) تا ۹۵٪ (30 جفت SN-DN) همانطورکه با به CBP بدون LNPR مقایسه می‌شود.



شکل 6: احتمال مسدود کردن تماس. ($SF = 3$)

ج. بررسی توازن بار



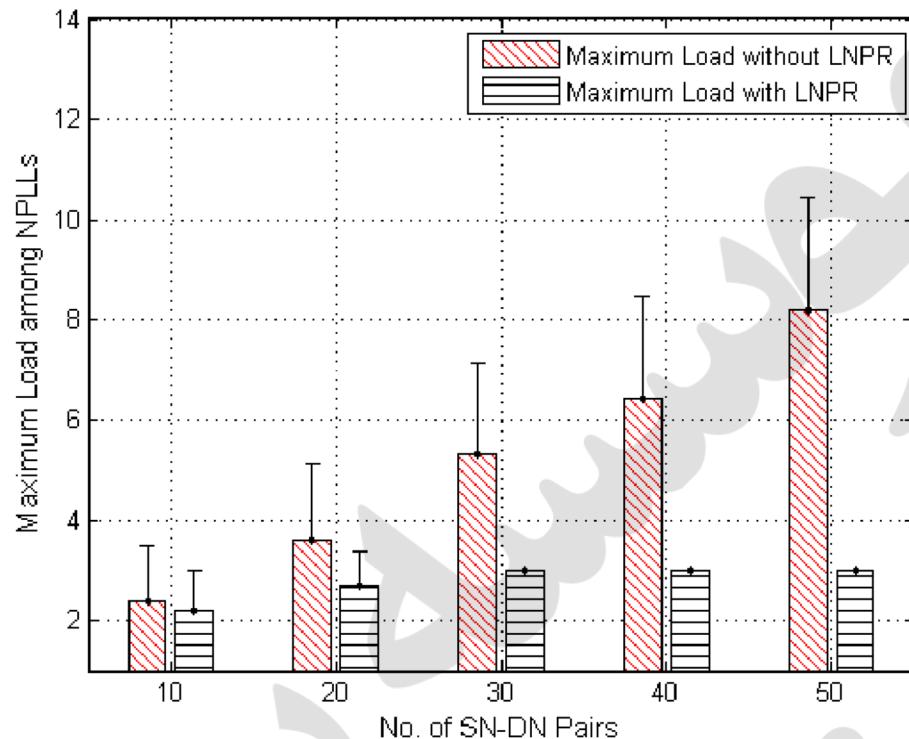
شکل 7 حداکثر بار در هر NPLL با و بدون LNPR در متن SW-WMN با $SF = 1$ را نشان می دهد.

ما مشاهده می کنیم که برای 10 جفت SN-DN، به کاهش حداکثر بار تا ۸٪ کمک می کند در حالی که برای 50 جفت SN-DN حداکثر بار ۶۳٪ پایین تر است. بهبود نشان می دهد که با افزایش بار، تاثیر LNPR بالا است.

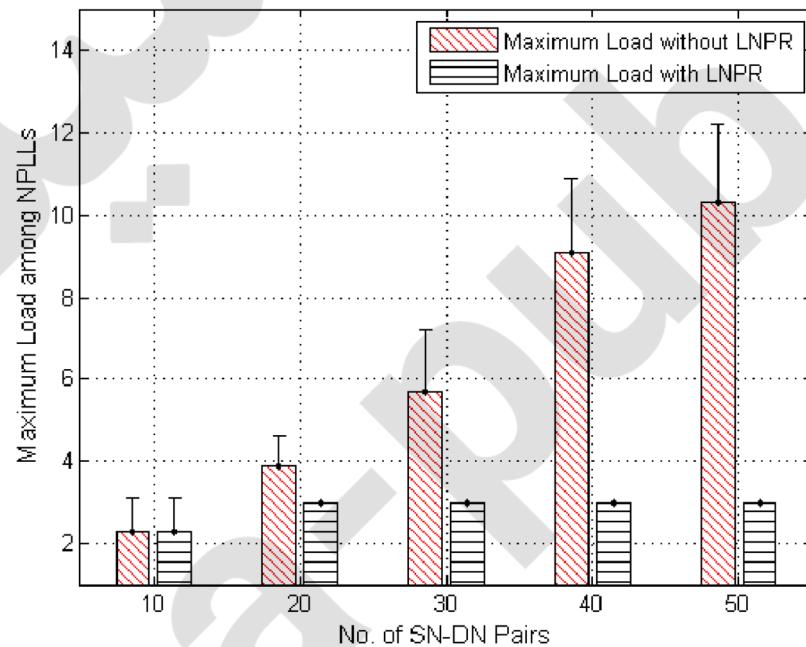
شکل 8 تغییرات حداکثر بار با و بدون LNPR با $SF = 3$ را نشان می دهد، زیرا آن مقدار بهینه از عامل مقیاس است.

ما مشاهده می کنیم که حداکثر بار برای NPLLS با و بدون LNPR مشابه است، در حالی که در زمان افزایش 20 از 50، کاهش حداکثر بار با LNPR برای مجموعه های مختلف SN-DN از 23٪ (SN-DN) تا 70٪ (DN-SN) در مقایسه با حداکثر بار بدون LNPR در SW-WMN می باشد. با $SF = 3$ می توان دید که حداکثر بار برای LNPR بسیار کمتر از LNPR است.

شکل 7: حداکثر بار NPLL ها با و بدون (SF = 1)



شکل 8: حداکثر بار NPLL ها با و بدون LNPR (SF = 3)

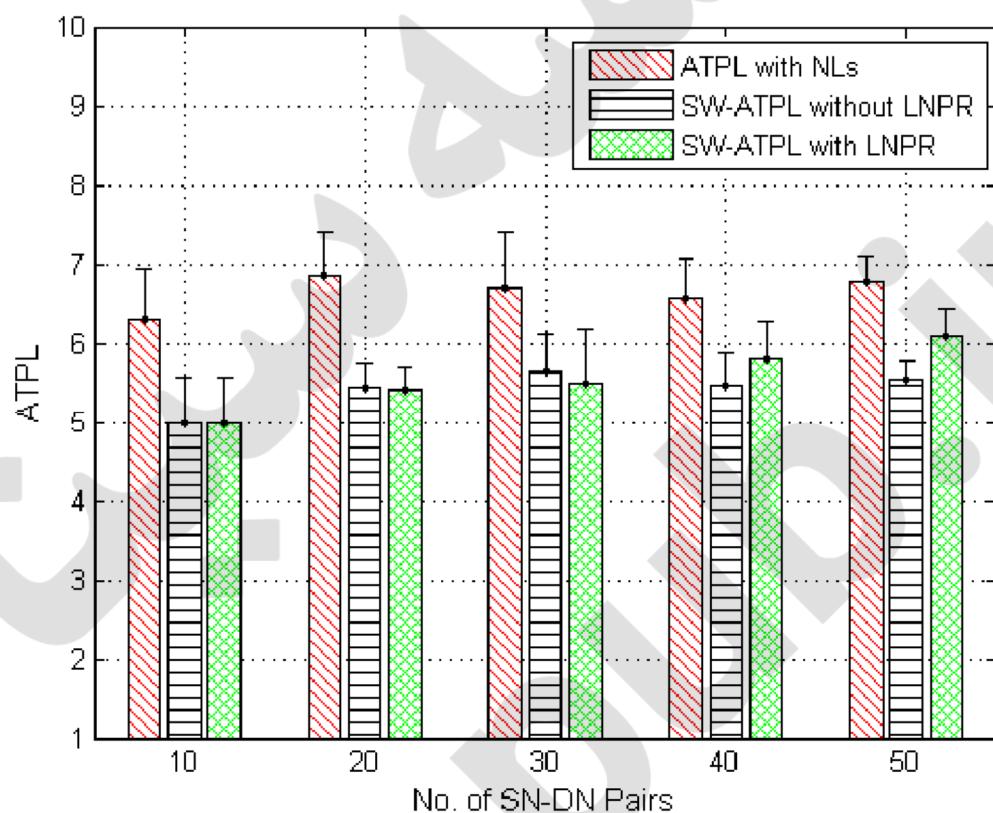


د. بررسی انتقال متوسط طول مسیر (ATPL).

ATPL EHD بین SN و DN به طور متوسط در طول مجموعه ای از جلسات انتقال داده برای زمان تعیین شده در WMN اندازه ATPL را کاهش مسیر را با کمک LL های غیر مداوم در SW- WMN است. ATPL اندازه گیری طول مسیر انتقال را برای مجموعه ای از کل داده می دهد، در حالی که ATPL اندازه گیری طول مسیر انتقال را برای مجموعه ای از کل داده می دهد، در حالی که

APL به عنوان طول مسیر کل شبکه تعریف شده است. شکل 9 مشاهدات ATPL را برای موارد مختلف نشان می دهد.

شکل 9 مقادیر ATPL با ATPL (Normal ATPL) NPs و LNPR (LNPR با الگوریتم SW-ATPL) برای 10 جفت SN-DN انتقال داده را نشان می دهد. شکل 9 ATPL با SW-ATPL، LNPR بدون SW-ATPL و ATPL با NPs مشاهده شد.



از شکل، واضح است که پس از اجرای NPLL ها در شبکه ATPL به طور معنی داری نسبت به نرمال 1 کاهش می یابد. از شکل 9 ATPL با NPLL ها با مجموعه های مختلف از جفت SN-DN، حاصل شده در ATPL از 15٪ (SN-DN 30 جفت) تا 20٪ (SN-DN 10 جفت) با توجه به فقط با NL در شبکه تعیین می شود. به هر حال، هنگامی که الگوریتم LNPR را اجرا می کنیم، مشاهده می کنیم که مقدار ATPL کمی افزایش می یابد. از شکل 9 مشاهده می شود که مجموعه ای از جفت SN-DN از 10 به 50 افزایش می یابد، تنها افزایش کوچک از 0.7٪ (SN-DN 20 جفت) تا 9٪ (SN-DN 50 جفت) در مقدار ATPL برای الگوریتم LNPR پیشنهادی ما در مقایسه با NPLLs SW-WMN مشاهده می شود.

بنابراین کاربرد الگوریتم LNPR باعث توزیع قابل توجهی از بار ترافیکی می شود که نشان دهنده توزیع حداکثر بار در میان NPLL ها و به حداقل رساندن احتمال مسدود کردن تماس شبکه می باشد. تمام نتایج شبیه سازی نشان دهنده بهبود کلی عملکرد در زمینه SWM-WMN ها بر اساس توپولوژی شبکه است.

۷: نتیجه گیری

در این مقاله الگوریتم (LNPR) مسیریابی جهان کوچک LL غیر مداوم با استفاده از الگوریتم لرزه ای غیر ماندگار کوچک در زمینه SW-WMN که می تواند برای فراهم آوردن اتصال به پایان نامه در شبکه های روستایی و اجتماعی بکار گرفته شود. تحقیق LNPR برای کوتاهترین مسیر در میان جفت SN-DN در شبکه با شیوه های یافتن مسیر آزمند توازن بار اجرا می شود. کارایی الگوریتم LNPR با توجه به معیارهای مختلف ارزیابی شده است، مانند (i) تاثیر فاکتور مقیاس (ii) احتمال مسدود کردن تماس (iii) حداکثر بار ترافیک NPLL و (iv) بررسی های ATPL ارزیابی شده است. ما مشاهده کردیم که برای هر متریک، بهبود عملکرد به دست آمده است. نتایج ما نشان می دهد که LNPR 58 - 95٪ بهبود در احتمال مسدود کردن تماس و 23٪ 70٪ در کاهش حداکثر بار با تنها 0.7٪ افزایش 9٪ در ATPL فراهم می کند.