

## تأثیر محوشدگی کانال بر میزان تأخیر برپایی جلسه در زیر سیستم چندرسانه‌ای اینترنت

ناصر موحدی‌نیا  
استادیار دانشگاه اصفهان  
naserm@eng.ui.ac.ir

مرضیه ورپشتی  
دانشگاه اصفهان  
varposhti@eng.ui.ac.ir

توجه شبکه‌های نسل آینده قرار گرفته است. به این منظور ارائه سرویس‌های مجتمع بر روی شبکه IP<sup>1</sup> با استفاده از فناوری IMS<sup>2</sup> از طرف 3GPP<sup>3</sup> پیشنهاد شده است.

IMS مجموعه قراردادهایی برای کاربردهای زمان حقیقی مانند VoIP<sup>4</sup> را که نیازهای مبرمی به کیفیت سرویس دارند، ارائه می‌کند. علاوه بر این IMS امکان ارائه سرویس‌های چندرسانه‌ای را بر روی محیط‌های انتقال باسیم و بدون سیم فراهم می‌نماید.

با افزایش پذیرش VoIP در شبکه‌های سیار بی‌سیم و گسترش سریع سرویس‌های سلولی چندرسانه‌ای تعاملی، کارایی سیگنالینگ در IMS اهمیت خاصی پیدا کرده است. پایین نگه داشتن تأخیر سیگنالینگ در IMS به علت مبتنی بر متن بودن قرارداد SIP<sup>5</sup> و همچنین پیچیدگی معماری این شبکه یک چالش به شمار می‌رود. این مسأله در محیط پر اتلاف بی‌سیم با مشکلات بیشتری مواجه است.

در مرجع [۱] مطالعه‌ای روی تأخیر برپایی مکالمه SIP و H.323 با استفاده از شبیه سازی انجام گرفته است. در [۲] تحلیلی از تأخیر برپایی مکالمه SIP روی لینک بی‌سیم با نرخ انتقال ثابت ارائه شده است. همچنین برای کاهش تأخیر برپایی جلسه، استفاده از یک تایمر انتقال مجدد وفقی پیشنهاد شده است. همچنین دو شکل RLP به منظور انتخاب بهترین مورد برای کاهش تأخیر برپایی جلسه مورد بررسی قرار گرفته است. در [۳] تأخیر سیگنالینگ SIP در یک شبکه GPRS<sup>6</sup> با استفاده از شبیه سازی بررسی شده است. البته جریان سیگنالینگ بررسی شده در [۳] متفاوت از جریان سیگنالینگ در IMS می‌باشد. در [۴] تأثیر محوشدگی و خطا برای تأخیر برپایی جلسه SIP روی TCP، UDP و RLP بررسی شده است. همچنین تأثیر FER لینک‌های بی‌سیم روی کارایی SIP مورد بررسی قرار گرفته است. برای بهبود کارایی از یک تایمر وفقی به عنوان تایمر انتقال مجدد استفاده شده است. در [۵] تأخیر برپایی جلسه در IMS با استاندارد EV-DO<sup>7</sup>

**چکیده:** شبکه‌های نسل آینده (NGN) از موضوعات مطرح در سال‌های اخیر است. ایده اساسی در این شبکه انتقال صدا، تصویر و داده در بستر یک ارتباط است. پروتکلی که به این منظور مورد توجه قرار گرفته است، زیر سیستم چندرسانه‌ای اینترنت (IMS) می‌باشد. تأخیر برپایی جلسه برای کاربردهای تعاملی مانند صدا مستقیماً بر کیفیت سرویس ارائه شده به کاربر و میزان بهره‌وری از شبکه تأثیر می‌گذارد. آغاز ارتباطات تعاملی صدا و کنترل آن در IMS بر اساس قرارداد SIP (قرارداد آغاز جلسه) که یک قرارداد مبتنی بر متن است نهاده شده است. از سوی دیگر پایین نگه داشتن تأخیر سیگنالینگ در IMS یک چالش می‌باشد. این مسأله در محیط بی‌سیم، به علت مشکلاتی مانند محوشدگی کانال، به طور حادثی مطرح می‌گردد. محوشدگی منجر به عدم سرویس دهی و در نتیجه افزایش تأخیر می‌گردد.

ما در این مقاله میزان تأخیر برپایی جلسه IMS را در شبکه بی‌سیم با در نظر گرفتن مسأله محوشدگی کانال تحلیل کرده و سپس شیوه‌ای برای کاهش این تأخیر ارائه می‌کنیم. کارایی این روش با استفاده از شبیه سازی ارزیابی شده است.

**واژه‌های کلیدی:** تأخیر برپایی جلسه، IMS (زیر سیستم چندرسانه‌ای اینترنت)، محوشدگی کانال، SIP (قرارداد آغاز جلسه)، UDP (قرارداد داده گرام کاربر)

### ۱- مقدمه

در زمینه ارتباطات، نیازمندی‌های کاربران موجب تکامل سرویس‌های موجود و ایجاد سرویس‌های جدید گردیده است. امروزه علاقه مشتریان به استفاده از سرویس‌های تعاملی رو به افزایش است. کاربران انتظار دارند که در هر زمان و مکان، به هر نحوی که نیاز دارند به سرویس‌های مورد نظر خود دسترسی پیدا کنند. از اینرو ارسال ترافیک چندرسانه‌ای متشکل از انواع ارتباطات صدا، تصویر و داده بر روی شبکه IP مورد

برای انتقال بی‌سیم مورد بررسی قرار گرفته است و کارایی یک ارتباط

ما در این مقاله تأخیر برپایی جلسه IMS در محیط بی‌سیم را با در نظر گرفتن محوشدگی کانال، محاسبه کرده و سپس روشی برای کاهش این تأخیر به منظور بهبود کارایی IMS مطرح می‌کنیم.

در ادامه این مقاله به موارد زیر پرداخته می‌شود. در قسمت ۲ بطور مختصر IMS مورد بررسی قرار می‌گیرد. در قسمت ۳ سیگنالینگ مورد نیاز برای برپایی جلسه در IMS توضیح داده می‌شود. محاسبه تأخیر برپایی جلسه و ارائه روش پیشنهادی در قسمت ۴ ارائه می‌گردد. در قسمت ۵ نتایج شبیه‌سازی مربوطه ارائه می‌گردد و در نهایت در قسمت ۶ نتیجه گیری از این مقاله به انجام می‌رسد.

## ۲- مروری بر IMS

IMS از سه لایه اتصال، کنترل و کاربرد تشکیل شده است. لایه اتصال نقطه ورود و خروج به شبکه IMS از طریق مسیریاب‌ها و سوئیچ‌ها می‌باشد. لایه کنترل شامل CSCF<sup>۱</sup> و کارگزارهای کنترلی است که برای مدیریت مکالمه، برقراری جلسه، رهاسازی و اصلاح آن بکار می‌رود. همچنین مقصد نهایی آنها و سرویس‌های ارائه شده را تعیین می‌کند. لایه کاربرد شامل کارگزارهای کاربردی (AS<sup>۲</sup>) و کارگزارهای رسانه است.

مهمترین اجزای IMS، عبارتند از CSCF، HSS<sup>۳</sup> و کارگزارهای کاربردی [۶، ۷].

HSS یک انباره مرکزی است که داده‌های مشترکین را ذخیره می‌کند. این داده‌ها مربوط به سرویس و شامل مشخصه‌های کاربر، اطلاعات ثبت سرویس، پارامترهای دسترسی و اطلاعات راه اندازی سرویس می‌باشند.

کارگزارهای کاربردی، تأمین سرویس چند رسانه‌ای را برای شبکه IMS برعهده دارند.

CSCF سیگنالینگ وابسته به برقراری و از بین بردن مکالمه را انجام می‌دهد که از عناصر P-CSCF<sup>۴</sup>، I-CSCF<sup>۵</sup> و S-CSCF<sup>۶</sup> تشکیل شده است.

P-CSCF اولین نقطه تماس برای اتصال تجهیزات کاربر در IMS است. کل ترافیک کاربر نهایی از طریق P-CSCF به IMS وارد می‌شود. P-CSCF مانند یک پروکسی عمل می‌کند، تقاضاها را دریافت نموده و آنها را سرویس‌دهی می‌کند و یا اینکه به جلو ارسال می‌کند. P-CSCF می‌تواند شبیه یک عامل کاربر عمل نماید.

S-CSCF سرویس‌های کنترل جلسه برای کاربر را انجام می‌دهد. همچنین در صورت نیاز حالت جلسه را حفظ می‌کند.

I-CSCF نقطه تماس یک متصدی شبکه برای تمام اتصالات، یا یک کاربر رومینگ که در حال حاضر در ناحیه آن شبکه قرار دارد، می‌باشد. ممکن است در شبکه چندین I-CSCF وجود داشته باشد.

معماری IMS بطور کامل در شکل (۱) نشان داده شده است [۸].

IMS بین دو کاربر سیار مورد مطالعه قرار گرفته است.

قراردادهایی که در IMS تعریف شده‌اند به ۳ دسته تقسیم می‌شوند [۹]:

- قراردادهای مورد استفاده در سطح کنترل جلسه
- قراردادهای مورد استفاده در سطح رسانه
- قراردادهای امنیتی یا تعیین اعتبار

قرارداد منتخب 3GPP برای کنترل جلسه در IMS، قرارداد SIP می‌باشد که در ارتباط با قرارداد SDP<sup>۴</sup> برای شروع جلسه‌های چندرسانه‌ای بکار می‌رود.

برای تحویل رسانه در IMS از RTP و RTCP استفاده می‌شود. RTP ترافیک بی‌درنگ مانند صوت و ویدئو را با استفاده از UDP انتقال می‌دهد. RTP همیشه در ترکیب با RTCP برای فراهم کردن کیفیت سرویس و اطلاعاتی در مورد جریان رسانه‌ها برای همزمان سازی بین آنها بکار می‌رود.

در IMS برای تعیین اعتبار، واسطه‌هایی که از توابع تعیین اعتبار استفاده می‌کنند، قرارداد DIAMETER را بکار می‌برند. DIAMETER روی قراردادهای قابل اطمینان مانند TCP و SCTP اجرا می‌گردد.

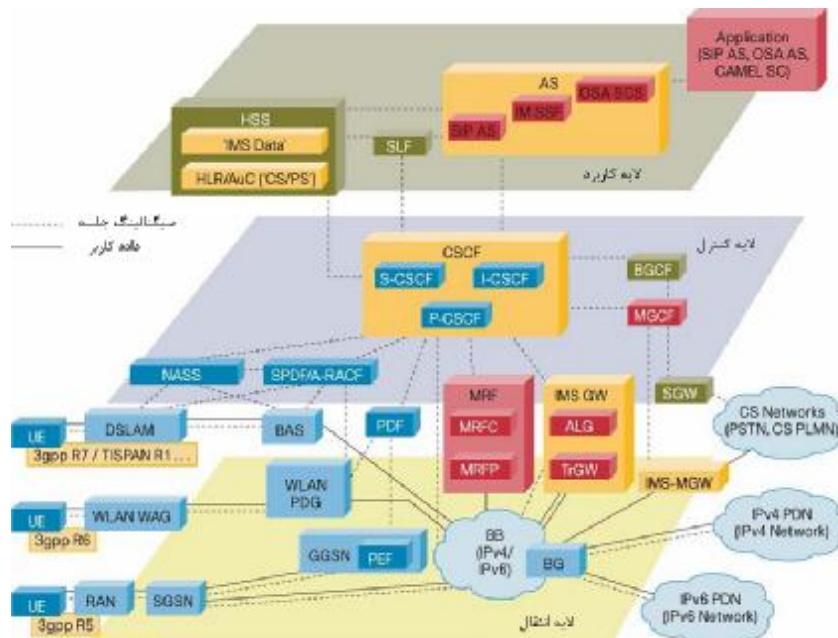
## ۳- برپایی جلسه در IMS

در برپایی جلسه IMS چند نکته قابل توجه وجود دارد؛ اول، تفکیک کامل سطوح سیگنالینگ و رسانه است. سیگنالینگ از مجموعه‌ای از CSCF ها عبور می‌کند، در حالیکه رسانه به صورت انتها به انتها، تنها از مسیریاب‌های IP عبور می‌کند. بنابراین عبور از CSCF ها تنها سطح سیگنالینگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بطور کلی تأثیری در سطح رسانه ندارد.

دومین نکته این است که سیگنالینگ SIP در همه رویدادها از هر دو S-CSCF و P-CSCF آغاز کننده عبور می‌کنند، علت عبور همه سیگنالینگ SIP از P-CSCF این است که P-CSCF فشرده سازی و نا فشرده سازی سیگنالینگ SIP را در سمت پایانه انجام می‌دهد. S-CSCF هم چون اجازه راه اندازی سرویسی که کاربر تقاضا می‌کند را صادر می‌کند، همه تقاضاها از آن عبور می‌کنند. S-CSCF نقش مهمی را در تأمین سرویس، با درگیر کردن یک یا چند کارگزار کاربردی انجام می‌دهد. از آنجایی که S-CSCF همیشه در شبکه خانگی قرار دارد بنابراین، صرفنظر از اینکه کاربر در شبکه خانگی یا ملاقات شده قرار دارد، سرویس‌ها همیشه برای کاربر قبل دسترسی هستند.

نکته بعدی این است که یک تعامل دیامیتر بین HSS و I-CSCF در شبکه مقصد صورت می‌گیرد تا I-CSCF آدرس S-CSCF ای که کاربر مقصد را سرویس‌دهی می‌کند، بدست آورد.

جریان سیگنالینگ در IMS از مدل پیش شرطها<sup>۱۵</sup> پیروی می‌کند.



شکل (۱): معماری IMS و اجزای آن

کند. وقتی رویه کشف آدرس P-CSCF کامل شد، پایانه IMS قادر به ارسال و دریافت سیگنالینگ SIP از یا به این P-CSCF می‌باشد. پایانه IMS قبل از شروع و یا دریافت سیگنالینگ SIP، باید بوسیله IMS ثبت شود. بنابراین گام چهارم ثبت نام پایانه IMS در شبکه IMS است. رویه ثبت نام در IMS، به شبکه IMS اجازه تعیین محل کاربر را می‌دهد. همچنین به شبکه IMS اجازه می‌دهد تا تعیین اعتبار کاربر و برقراری یک پیوند امن را انجام داده و اجازه برپایی جلسه را صادر کند.

برپایی جلسه IMS بر اساس SIP می‌باشد. SIP برپایی جلسه را از طریق یک مبادله توصیف جلسه دو طرفه به نام مدل پیشنهاد/پاسخ انجام می‌دهد [۱۰]. رویه به این صورت است که عامل کاربر یک توصیف جلسه (پیشنهاد) را که شامل اطلاعات مورد نیاز برای برپایی جلسه می‌باشد، تولید و به عامل کاربر دور ارسال می‌کند. این اطلاعات شامل اجزای رسانه، کدکها، آدرس‌های IP و پورت‌های مورد استفاده می‌باشد. با دریافت پیشنهاد، عامل کاربر دور، توصیف جلسه خود را به عنوان پاسخ بر می‌گرداند. هر دو پیشنهاد و پاسخ باید به یک فرمت توصیف جلسه نوشته شوند که توسط هر دو طرف فهمیده شود. فرمت توصیف جلسه بطور قراردادی SDP می‌باشد. پارامترهایی که امکان مذاکره آنها وجود دارد شامل نوع، کیفیت و کد گذاری رسانه، قابلیت‌های پایانه که استفاده می‌شوند و QoS مطلوب برای جریان رسانه (مانند بهترین تلاش یا تضمین شده) می‌باشند. مبادله سیگنالینگ برای برپایی جلسه در شکل (۲) نشان داده شده است.

برای برپایی جلسه، ابتدا ایستگاه مبدأ پیغام SIP INVITE را به ایستگاه مقصد ارسال می‌کند. این پیغام شامل قابلیت‌های چند رسانه‌ای

استفاده از این مدل در 3GPP شماره ۵ اجباری است، اما شماره ۶ برپایی جلسه بدون مذاکره پیش‌شرطها را برای پایانه دوری که آن را پشتیبانی نمی‌کند و یا سرویسی که به آن نیاز ندارد، استاندارد کرده است. استفاده از مدل پیش شرطها بدین علت است که منابع رادیویی شبکه‌های سلولی در سطح رسانه ممکن است همیشه در دسترس نباشند.

همه سیگنالینگ SIP از نقاط S-CSCF و P-CSCF در شبکه‌های مبدأ و مقصد عبور می‌کنند (مجموعاً ۴ نقطه). به این منظور هر کدام از این نقاط یک سرآیند Record-Route که شامل SIP URI آن نقاط است، قرار می‌دهند. بنابراین سیگنالینگ‌های بعدی مانند BYE هم این نقاط را ملاقات می‌کنند.

برای استفاده از سرویس‌های چند رسانه‌ای در IMS، در ابتدا فراهم کننده سرویس IMS باید کاربر نهایی را برای استفاده از سرویس‌های IMS احراز هویت کند. این مسئله نیاز به یک تعهد پرداخت یا قرارداد امضا شده بین کاربر و متصدی شبکه IMS دارد.

در گام دوم، پایانه IMS باید به یک IP-CAN<sup>۱۶</sup> مانند GPRS، ADSL، و یا WLAN دسترسی پیدا کند. IP-CAN دسترسی به شبکه خانگی IMS و یا شبکه ملاقات شده IMS را تأمین می‌کند. پایانه IMS در دسترسی به IP-CAN باید یک آدرس IP بدست آورد. این آدرس IP توسط متصدی IP-CAN برای مدت زمان مشخصی و بطور پویا تخصیص می‌یابد. پس از انجام این دو گام، پایانه IMS باید آدرس IP مربوط به P-CSCF را که به عنوان کارگزار پروکسی SIP واردشونده / خارج شونده عمل می‌کند، کشف کند. همه سیگنالینگ SIP که بوسیله پایانه IMS ارسال می‌شود، از این P-CSCF عبور می‌-

$$Tr(i) = 2Tr(i-1) \quad (4)$$

اگر تایمر انتقال مجدد اولیه را با  $Tr(1)$  نشان دهیم، با استفاده از رابطه (۴) می توان رابطه (۵) را به سادگی استنتاج نمود:

$$Tr(i) = 2^{i-1}Tr(1) \quad (5)$$

$Tr(1)$  برابر با حداکثر مدت زمانی است که یک عامل کاربر پس از ارسال پیام منتظر می ماند و در صورت دریافت نکردن پاسخ از طرف مقابل، دوباره اقدام به ارسال پیام می کند. برای محاسبه  $Tr(1)$  باید تأخیر ناشی از ارسال و تأخیر انتظار در صف برای سرویس دهی در هر یک از اجزای IMS، در نظر گرفته شود. برای تحلیل تأخیر انتظار در صف، در  $ST$ ،  $DT$  و  $CSCF$  از مدل صف  $M/M/1$  استفاده می کنیم. در این مدل اگر  $I$  متوسط زمان ورود به صف و  $m$  متوسط زمان سرویس دهی باشد، آنگاه متوسط زمان انتظار در صف در حالت تعادل را می توان از رابطه (۶) بدست آورد:

$$T_{queuing} = \frac{1}{m-I} \quad (6)$$

بنابراین تأخیر انتظار در صف، در هر یک از اجزای IMS را می توان با استفاده از رابطه های (۷-۹) بدست آورد:

$$T_{qP-CSCF} = T_{qI-CSCF} = T_{qS-CSCF} = \frac{1}{m_s - I_s} \quad (7)$$

$$T_{qST} = \frac{1}{m_{st} - I_{st}} \quad (8)$$

$$T_{qDT} = \frac{1}{m_{dt} - I_{dt}} \quad (9)$$

در این سه رابطه  $T_{qP-CSCF}$ ،  $T_{qI-CSCF}$  و  $T_{qS-CSCF}$  به ترتیب تأخیر انتظار در صف در  $P-CSCF$ ،  $I-CSCF$  و  $S-CSCF$  می باشند و  $T_{qDT}$  به ترتیب تأخیر انتظار در صف در ایستگاه مبدأ و ایستگاه مقصد می باشند.

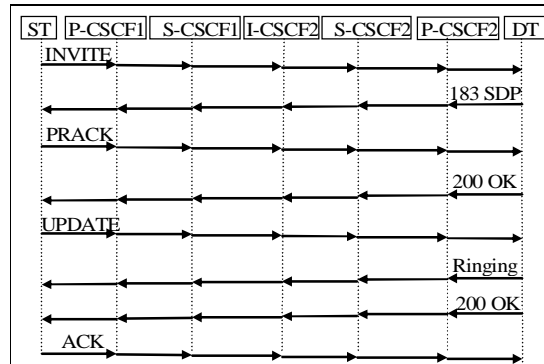
اگر تأخیر متوسط ناشی از انتقال پیام و پردازش آن در کل اجزای IMS را برابر با  $D$  در نظر بگیریم (طول متوسط پیام برابر با ۱۵ فریم)،  $Tr(1)$  را با استفاده از رابطه (۱۰) می توان محاسبه نمود:

$$Tr(1) = 2 \times (D + T_{qST} + T_{qP-CSCF1} + T_{qS-CSCF1} + T_{qI-CSCF2} + T_{qS-CSCF2} + T_{qP-CSCF2}) + T_{qDT} \quad (10)$$

برای سادگی، در رابطه (۱۱)  $T_q$  را به صورت مجموع کل تأخیر ناشی از انتظار در صف، در کل اجزای IMS تعریف می کنیم:

$$T_q = T_{qST} + T_{qP-CSCF1} + T_{qS-CSCF1} + T_{qI-CSCF2} + T_{qS-CSCF2} + T_{qP-CSCF2} + T_{qDT} \quad (11)$$

پشتیبانی شده می باشد. ایستگاه مقصد، زیر مجموعه ای از قابلیت های چندرسانه ای را که برایش بطور موقتی قابل پذیرش است، در یک پاسخ ۱۸۳ به ایستگاه مبدأ می فرستد. ایستگاه مبدأ با دریافت این پاسخ، یک پیام PRACK را که شامل پارامترهای توافق شده می باشد به ایستگاه مقصد ارسال می کند. بعد از تأمین منابع برای جلسه، ایستگاه مبدأ پیام UPDATE را برای تعیین موفقیت در رزرو منابع ارسال می کند. با ارسال پیام 200 OK مذاکره پیش شرطها کامل شده و جلسه بر پا می شود [۱۱، ۱۲].



شکل (۲): مبادله سیگنالینگ برای برپایی جلسه در IMS

#### ۴- تأخیر برپایی جلسه در IMS

برای محاسبه تأخیر برپایی جلسه، فرض می کنیم که دو کاربر از طریق شبکه بی سیم به سرویس های IMS دسترسی پیدا می کنند، و در لایه انتقال از UDP استفاده می شود. همچنین تأثیر محوشدگی کانال را نیز در نظر می گیریم. لازم به ذکر است که در اینجا تأخیرهای ناشی از DHCP برای گرفتن آدرس IP و تأخیر ناشی از ثبت نام در IMS نظر گرفته نمی شود.

احتمال محوشدگی ( $p_f$ ) و متوسط زمان آن ( $t_f$ ) را می توان با استفاده از دو رابطه (۱) و (۲) بدست آورد [۱۳]:

$$p_f = 1 - e^{-r^2} \quad (1)$$

$$t_f = \frac{e^{r^2} - 1}{\sqrt{2p} f_m r} \quad (2)$$

که  $f_m$  حداکثر فرکانس دوپلر و مقدار  $r$  با استفاده از رابطه (۳) تعیین می شود:

$$r = \frac{R}{\sqrt{E(r^2)}} \quad (3)$$

در این رابطه  $R$  برابر سطح آستانه برای مقدار توان سیگنالی است که قابل تشخیص می باشد و  $E(r^2)$  توان سیگنال دریافتی است. همانطور که گفته شد اساس IMS، قرارداد SIP می باشد. تایمر ارسال مجدد SIP بعد از ازمین ارسال را با  $Tr(i)$  نشان می دهیم. این مقدار به ازای هر ارسال مجدد مطابق رابطه (۴)، ۲ برابر می شود [۱۴].

اگر برای محوشدگی یک متغیر تصادفی و برای خراب شدن بسته به علت بروز خطا در آن هم یک متغیر تصادفی در نظر بگیریم، این دو متغیر تصادفی ناهمبسته هستند. بنابراین همانطور که در رابطه (۱۵) نشان داده شده است، احتمال ارسال مجدد برابر است با:

$$q_j = p_f + p_e(j) \quad (15)$$

که  $p_f$  احتمال محوشدگی و  $p_e(j)$  احتمال خراب شدن بسته در  $j$  امین داده گرام UDP می باشد. بنابراین با استفاده از رابطه (۱۳) می توان رابطه (۱۶) را استنتاج نمود [۱۴]:

$$T_{DRTCF}^j = D + T_q - Tr(1) + \frac{(1 - q_j)(1 - (2q_j)^{N_m})}{(1 - q_j^{N_m})(1 - 2q_j)} Tr(1) \quad (16)$$

با استفاده از رابطه (۱۶)، می توان تأخیر برپایی جلسه در IMS را از رابطه (۱۷) بدست آورد. در این رابطه  $N$  تعداد پیغام های ارسالی برای برپایی جلسه IMS می باشد.

$$T_{DRTCF}^{IMS} = N \times [D + T_q - Tr(1) + \frac{(1 - q_j)(1 - (2q_j)^{N_m})}{(1 - q_j^{N_m})(1 - 2q_j)} Tr(1)] \quad (17)$$

#### ۲-۴ تحلیل تأخیر برپایی جلسه در DRTFD

در این روش، اساس کار به این ترتیب است که در صورت بروز محوشدگی، ایستگاه از روی کاهش توان دریافتی، محوشدگی را تشخیص می دهد.

در این روش فرستنده با تشخیص محوشدگی، پس از اتمام محوشدگی پیغام خود را دوباره ارسال کرده و مقدار تایمر انتقال مجدد را ۲ برابر می کند. با توجه به این موضوع، اگر در این حالت زمان ارسال مجدد بعد از اولین تلاش را با  $Tr'(1)$  نشان دهیم، رابطه (۱۸) قابل استنتاج است:

$$Tr'(1) = p_f t_f + (1 - p_f) Tr(1) \quad (18)$$

با توجه به رابطه (۱۸)  $Tr(i)$  به صورت رابطه (۱۹) اصلاح می شود:

$$Tr(i) = p_f t_f + (1 - p_f) 2^{i-1} Tr(1) \quad (19)$$

بنابراین متوسط زمان صرف شده به علت ارسال های مجدد، پس از  $k$  بار ارسال مجدد یک پیغام را می توان از رابطه زیر حساب نمود:

$$X(k) = \sum_{i=0}^k \binom{k}{i} p_f^i p_e^{k-i} (i t_f + \frac{1}{\binom{k}{i}} \sum_{\substack{\text{allsubsewith } k-i \\ \text{member of } \{0,1,\dots,k-1\}}} \sum_{s=a_i}^{a_{k-i}} 2^s Tr(1)) \quad (20)$$

$$\{a_1, \dots, a_{k-i}\} \subset \{0, 1, \dots, k-1\}$$

از رابطه بازگشتی زیر برای محاسبه  $X(k)$  استفاده می کنیم:

اگر  $N_m$  را حداکثر تعداد انتقال ها در نظر بگیریم (این تعداد در SIP برابر ۷ می باشد)، تأخیر متوسط برای ارسال موفقیت آمیز  $Z$  امین داده گرام UDP توسط رابطه (۱۲) محاسبه می شود:

$$T_{ssd}^j = \frac{1}{1 - q_j^{N_m}} \sum_{i=0}^{N_m-1} p_s(i) t(i) \quad (12)$$

که  $p_s(i)$  احتمال ارسال موفق پس از  $i$  امین تلاش،  $t(i)$  زمان صرف شده برای این تعداد تلاش و  $q_j$  احتمال ارسال مجدد  $Z$  امین داده گرام UDP می باشد. با مقداردهی این مقادیر به رابطه (۱۳) می رسیم:

$$T_{ssd}^j = \frac{1}{1 - q_j^{N_m}} \sum_{i=0}^{N_m-1} (1 - q_j) q_j^i ((2^i - 1) Tr(1) + D + T_q) \quad (13)$$

که  $D$  تأخیر انتقال پیغام از یک کاربر به کاربر دیگر می باشد و  $T_q$  برابر تأخیر انتظار در صف در کل اجزای IMS می باشد.

رابطه (۱۴) متوسط تأخیر برپایی جلسه را در IMS که برابر با مجموع کل زمان های صرف شده برای ارسال همه داده گرام های UDP مورد نیاز برای برپایی جلسه می باشد را نشان می دهد. این تعداد را با  $N$  نشان می دهیم. بنابراین:

$$T_{ssd} = \sum_{j=1}^N T_{ssd}^j \quad (14)$$

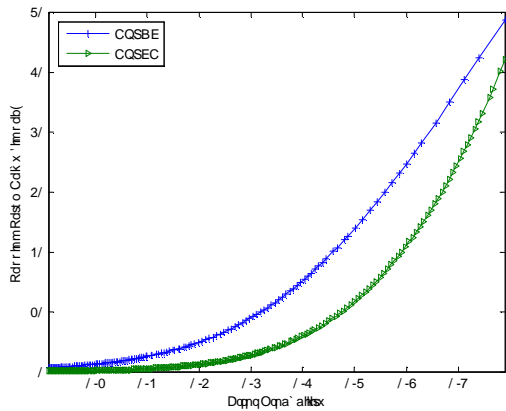
همانطور که می دانیم یکی از چالش های موجود در شبکه بی سیم، مسأله محوشدگی می باشد. محوشدگی موجب کاهش توان سیگنال و منجر به عدم سرویس دهی می شود. بنابراین محوشدگی موجب افت بسته می شود. در حین تلاش ایستگاه مبدأ برای برپایی جلسه، به این صورت با مسأله محوشدگی رفتار می شود که در صورت بروز محوشدگی در حین ارسال پیغام در  $i$  امین تلاش، ایستگاه پس از انتظار به مدت  $Tr(i)$ ، چون پاسخی از طرف مقابل دریافت نمی کند، دوباره پیغام خود را ارسال می کند، و این بار به میزان حداکثر  $Tr(i+1)$  که برابر با  $2Tr(i)$  است منتظر می ماند. ما این رویه را  $DRTCF$  می نامیم.

اگر محوشدگی طولانی باشد، ایستگاه از روی کاهش توان دریافتی، محوشدگی را تشخیص می دهد. با توجه به این موضوع پیشنهاد می شود که در صورت بروز محوشدگی، ایستگاه با تشخیص آن، پس از انتظار به مدت متوسط زمان محوشدگی، اقدام به ارسال مجدد پیغام کرده و تایمر انتقال مجدد خود را دو برابر می کند. ما این روش را  $DRTFD$  می نامیم.

#### ۱-۴ تحلیل تأخیر برپایی جلسه در DRTCF

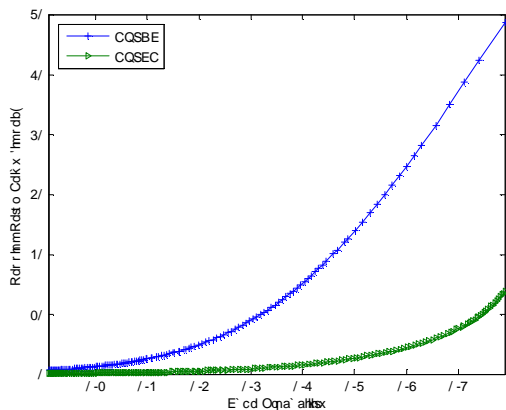
همانطور که در شکل (۲) نشان داده شد است، برای برپایی جلسه جریانی از پیغام ها رد و بدل می شود. در این حالت در صورت بروز محوشدگی و یا خراب شدن بسته ارسالی، پس از انتظار به مدت  $Tr(1)$  فرستنده باید پیغام خود را دوباره ارسال نماید.

برپایی جلسه را نسبت به احتمال بروز خطا نشان می‌دهد. همانطور که از این شکل مشاهده می‌شود DRTFD دارای تأخیر کمتری نسبت به DRTCF می‌باشد که این خود مؤید کارایی بهتر روش پیشنهادی نسبت به شیوه معمول رفتار ایستگاه‌ها با مسأله محوشدگی می‌باشد.



شکل (۳): تأخیر برپایی جلسه IMS نسبت به احتمال بروز خطا

شکل (۴) میزان تأخیر برپایی جلسه IMS در دو روش DRTFD و DRTCF را نسبت به احتمال محوشدگی با یکدیگر مقایسه می‌کند.



شکل (۴): تأخیر برپایی جلسه IMS نسبت به احتمال محوشدگی

کانال

شکل (۵) نتیجه حاصل از شبیه سازی دو روش DRTCF و DRTFD را نشان می‌دهد.

$$X(k+1) = p_f \times (X(k) + t_f) + p_e \times (X(k) + 2^k Tr(1)) \quad (21)$$

که با حل این رابطه بازگشتی فرمول زیر برای  $X(k)$  حاصل می‌شود:

$$X(k) = p_f t_f \times \frac{1 - (p_f + p_e)^k}{1 - (p_f + p_e)} + 2^{k-1} p_e Tr(1) \times \frac{1 - \left(\frac{p_e + p_f}{2}\right)^k}{1 - \left(\frac{p_e + p_f}{2}\right)} \quad (22)$$

با استفاده از این روابط برای تأخیر برپایی جلسه در DRTFD به رابطه (۲۳) می‌رسیم:

$$T_{DRTFD}^j = \frac{1}{1 - q_j^{N_m-1}} \times \sum_{i=0}^{N_m-1} (1 - q_j) q_j^i (D + T_q + X(i)) \quad (23)$$

با حل رابطه (۲۳) برای تأخیر DRTFD به رابطه (۲۴) می‌رسیم:

$$T_{DRTFD}^j = \frac{(D + T_q)(1 - q_j) + p_f t_f}{(1 - q_j)} - \left( p_f t_f + \frac{p_e(j)(1 - q_j)Tr(1)}{2 - q_j} \right) \times \frac{1 + q_j^{N_m}}{1 - q_j^2} + \frac{p_e(j)(1 - q_j)(1 - (2q_j)^{N_m})Tr(1)}{(2 - q_j)(1 - 2q_j)(1 - q_j^{N_m})} \quad (24)$$

رابطه (۲۵) تأخیر برپایی جلسه در IMS را در روش DRTFD نشان می‌دهد:

$$T_{DRTFD}^{IMS} = N \times \left[ \frac{(D + T_q)(1 - q_j) + p_f t_f}{(1 - q_j)} - \left( p_f t_f + \frac{p_e(j)(1 - q_j)Tr(1)}{2 - q_j} \right) \times \frac{1 + q_j^{N_m}}{1 - q_j^2} + \frac{p_e(j)(1 - q_j)(1 - (2q_j)^{N_m})Tr(1)}{(2 - q_j)(1 - 2q_j)(1 - q_j^{N_m})} \right] \quad (25)$$

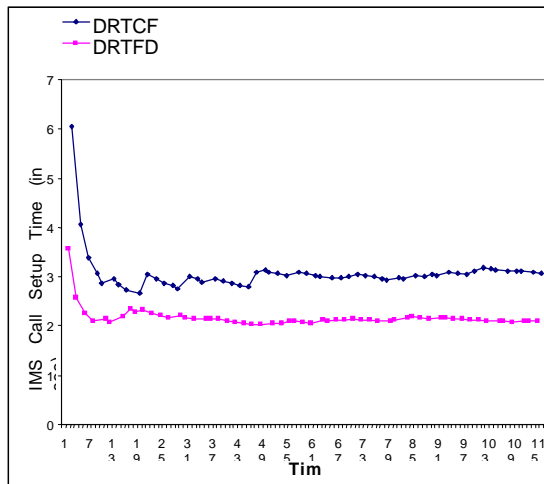
#### ۵- نتایج عددی و شبیه سازی

در این قسمت نتایج عددی و شبیه سازی حاصل از تأخیر برپایی جلسه در IMS برای روش پیشنهادی ارائه می‌شود. برای شبیه سازی از ابزار OPNET modeler 10.5 استفاده شده است.

برای ارزیابی و مقایسه دو روش ذکر شده در قسمت ۴، این پارامترها را در نظر می‌گیریم؛  $p_f=0.2$ ,  $T_q=50ms$ ,  $D=400ms$  و  $f_m=100$  و  $N_m=7$ .

در شکل (۳) تأخیر برپایی جلسه در IMS برای دو روش DRTCF و DRTFD با یکدیگر مقایسه شده‌اند. این شکل تأخیر

- [2] H. Fathi, S. Chakraborty, and R. Prasad, "Optimization of SIP session setup delay for VoIP in 3G wireless networks," IEEE Trans. Mobile Comput., vol. 5, no. 9, Sep. 2006.
- [3] I. Curcio and M. Lundan, "SIP call setup delay in 3G networks," in Proc. IEEE Symp. Comput. Communications '02, Taormina, Italy, Jul. 2002.
- [4] H. Fathi, H. Chakraborty, and S. S. Prasad, "On SIP session setup delay for VoIP services over correlated fading channels," IEEE Trans. Veh. Technol., Jan. 2006.
- [5] Miguel A. Melnyk, Admela Jukan, Constantine D. Polychronopoulos, "A Cross-Layer Analysis of Session Setup Delay in IP Multimedia Subsystem (IMS) With EV-DO Wireless Transmission," IEEE Trans, vol. 9, no. 4, June 2007
- [6] 3GPP TS 23.002, "Network architecture (Release 8)", V8.0.0, June 2007
- [7] 3GPP TS 23.228, "IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 8)", V8.1.0, June 2007
- [8] Shyam Chakraborty, Janne Peisa Tomas Frankkila, Per Synnergren "IMS Multimedia Telephony over Cellular Systems", 2007, John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-05855-8
- [9] Vassilios Koukoulidis, Mehul Shah, "The IP Multimedia Domain in Wireless Networks: Concepts, Architecture, Protocols and Applications," IEEE 2004
- [10] Gonzalo Camarillo, Tero Kauppinen, Martti Kuperinen, Ignacio Mas Ivars, "Towards an Innovation Oriented IP Multimedia Subsystem," IEEE Communications Magazine, March 2007
- [11] K. Daniel Wong and Vijay K. Varma, Telcordia Technologies "Supporting Real-Time IP Multimedia Services in UMTS," IEEE Communications Magazine, November 2003
- [12] Lea Skorin-Kapov, Miran Mosmondor, "Application-Level QoS Negotiation and Signaling for Advanced Multimedia Services in the IMS," IEEE Communications Magazine, July 2007
- [13] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*, 2nd edition, Prentice Hall, Desember 31, 2001.
- [14] J. Rosenberg, et al. "SIP: Session Initiation Protocol," RFC 3261, June 2002.



شکل (۵): مقایسه تأخیر برپایی جلسه IMS در دو روش DRTFD و DRTCF با استفاده از شبیه سازی

همانطور که از این شکل مشخص است، متوسط زمان برپایی مکالمه در DRTCF برابر با ۳ ثانیه و در DRTFD برابر با ۲ ثانیه می باشد. بنابراین شبیه سازی کارایی بهتر DRTFD را نسبت به DRTCF تأیید می کند.

#### ۶- نتیجه گیری

در این مقاله تأخیر برپایی جلسه در IMS مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. این تأخیر برای کاربردهای IMS بسیار حساس است. از طرفی یکی از مشکلاتی که در محیط بی سیم منجر به افزایش تأخیر می شود، مسأله محوشدگی کانال می باشد. ما در این مقاله روش جدیدی برای کاهش تأخیر برپایی جلسه، با در نظر گرفتن مسأله محوشدگی کانال، پیشنهاد کردیم. نتایج شبیه سازی کارایی بهتر این روش را نسبت به راه حل معمول نشان می دهد.

#### ۷- مراجع

- [1] T. Evers and H. Schulzrinne, "Predicting Internet telephony call setup delay," in Proc. IP Telephony Workshop, Berlin, Germany, Apr. 2000.

<sup>1</sup> Internet Protocol

<sup>2</sup> IP Multimedia Subsystem

<sup>3</sup> 3rd Generation Partnership Project

<sup>4</sup> Voice over IP

<sup>5</sup> Session Initiation Protocol

<sup>6</sup> General Packet Radio Service

<sup>7</sup> Evolution Data Only

<sup>8</sup> Call Session Control Function

<sup>9</sup> Application Server

<sup>10</sup> Home Subscriber Service

<sup>11</sup> Proxy-CSCF

<sup>12</sup> Interrogation-CSCF

<sup>13</sup> Serving-CSCF

<sup>14</sup> Session Description Protocol

<sup>15</sup> Preconditions

<sup>16</sup> IP Connectivity Access Network

<sup>17</sup> Doubling Retransmission Time on Channel Failures

<sup>18</sup> Doubling Retransmission Time with Fading Detection