

## پیدا کردن نیازهای محیطی عاری از تداخل آیا MU-MIMO ظرفیت وای‌فای را افزایش می‌دهد؟



بسیاری از روترها (مودم‌ها) تنها می‌توانند هم‌زمان با یک دستگاه تبادل داشته باشند. در صورتی که بیش از یک دستگاه به روتر متصل باشد، باید یک صف برای آن‌ها در نظر گرفته شود و بر اساس نوبت سرویس‌دهی شوند. MU-MIMO فناوری است که به بیش از یک دستگاه اجازه می‌دهد به صورت هم‌زمان با یک اکسس‌پوینت انتقال داده انجام دهند.

اکثر دستگاه‌ها به خصوص گوشی‌ها و تبلت‌ها معمولاً به یک یا دو استریم محدود هستند. در نتیجه دستگاه‌ها تقاضای گذردهی مناسبی را از اکسس‌پوینت دارند. موج دوم از اکسس‌پوینت‌های سازمانی 802.11ac معمولاً سه یا چهار استریم MIMO را پیاده‌سازی می‌کنند، پهنای باند بیشتری را فراهم می‌کنند و در نهایت ظرفیت سیستم با استفاده از MU-MIMO افزایش می‌یابد. سؤال اینجا است که بهره‌وری چقدر افزایش داشته است؟  
اکثر پیاده‌سازی‌های وای‌فای امروزه قادرند ده‌ها تغییر جزئی در تنظیمات اعمال کنند که با هدف افزایش گذردهی و یا افزایش ظرفیت است، این تغییرات در اکسس‌پوینت، دستگاه، درایورها یا کنسول‌های مدیریتی می‌تواند انجام شود. بنابراین، ارزیابی بهبودهای داده شده دشوار خواهد بود و برای این کار نیازمند یک محیط آزمایش خاص هستیم. پیشرفت‌های اخیر در ارزیابی‌های عملکرد و آزمایش بی‌سیم به ما اجازه می‌دهد سکوی مورد نیاز خود را پیکربندی کنیم و نتایج را خیلی سریع به دست آوریم؛ نتایجی که اطمینان بالایی به آن‌ها داریم.

### مطلب پیشنهادی



اتصال هم‌زمان روترها با دستگاه‌های مختلف  
با فناوری MU-MIMO آشنا شوید

### محیط و روبه آزمایش

گروه Farpoint ربع قرن است محصولات بی‌سیم را مورد آزمایش قرار می‌دهد که تقریباً تمام آن‌ها در فضای باز انجام شده‌اند. به دلیل اینکه امواج رادیویی ذاتاً غیرقطعی هستند (یعنی عوامل مختلفی مانند محوشدگی، تأثیر ساختمان‌ها و غیره دخالت دارند)، نیازمند میانگین‌گیری از عوامل خارجی هستیم. در میان این آزمون‌ها، آزمون‌های مانتورینگ با استفاده از یک تحلیلگر طیفی، چرخ‌های نوری برای از بین بردن جهت و میانگین‌گیری از چندین آزمون نسبتاً طولانی (هر یک 1.5 تا 3 دقیقه) اجرا می‌شوند. همچنین، نتایج غیرطبیعی رد و نتایج آزمون‌های دیگر جایگزین آن‌ها

می‌شود. در حالی که معتقدیم چنین چیزی در واقع بهترین کاری است که در آن زمان می‌توانست انجام گیرد و یک میدان باز ایجاد کند، ولی غیرممکن بود که چنین نتایجی در محیط فیزیکی دیگر یا حتی در زمان دیگری تکرار شود؛ بنابراین، بدون توجه به گام‌های برداشته شده قطعیت وجود داشت.

در سال‌های اخیر، فناوری‌های ذکر شده در آزمایش بی‌سیم با توسعه اتاق‌های جداسازی و طیف وسیعی از تجهیزات آزمایشگاهی مرتبط و نیز ابزار دقیق و برنامه‌ریزی، به‌طور قابل ملاحظه تکامل یافته‌اند. اتاق جداسازی یک محیط (نیمه) بیضوی است که به‌طور کامل از نظر اشعه رادیویی از دنیای بیرون ایزوله شده است و به این ترتیب به همان میزان که در بالا ذکر شد، میدان باز ایجاد می‌کند.

## مطلب پیشنهادی



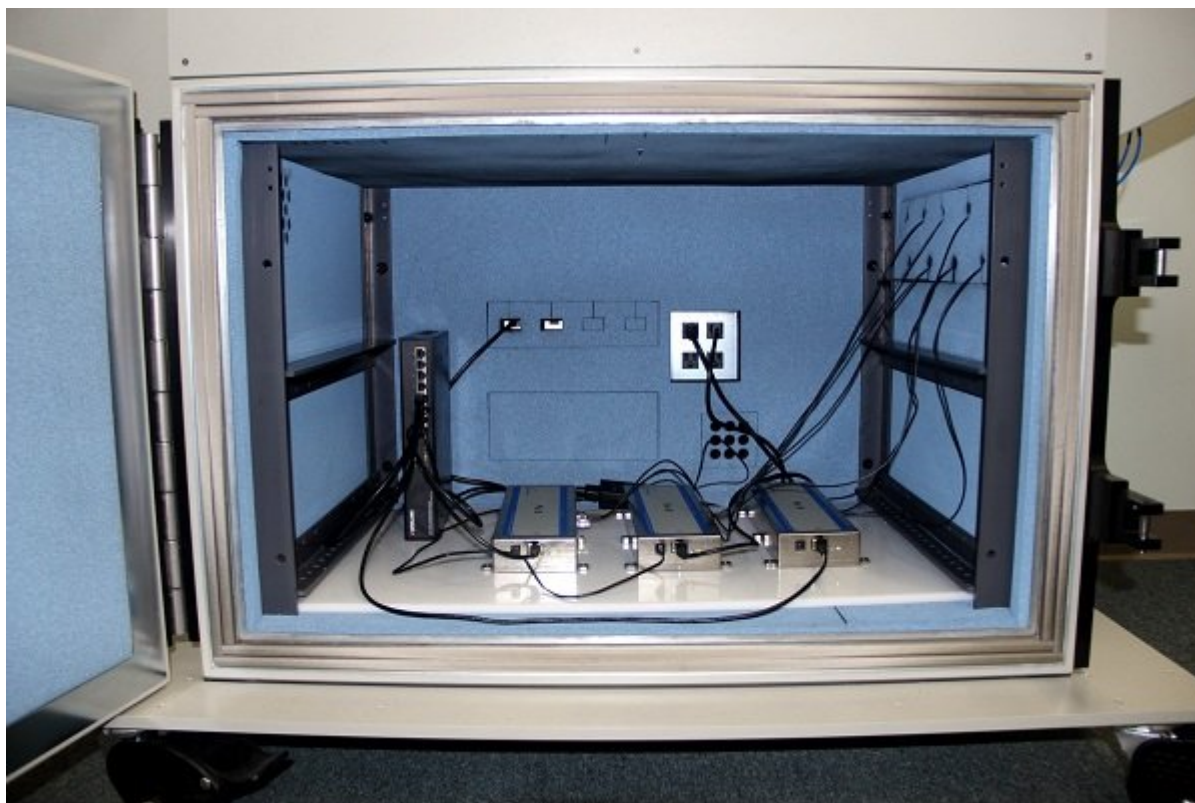
### موفقیتهای بزرگ در ارتباطات بی‌سیم ۱۳ نکته مهم درباره وای‌فای MU-MIMO

قرار دادن دستگاه‌های تحت آزمایش (DUTs) در این اتاق‌ها باعث می‌شود تغییرات موجود در فضای آزاد نادیده گرفته شوند. این اتاق‌ها می‌توانند با کابل‌های RF (Radio Frequency) با یکدیگر ارتباط برقرار کنند؛ بنابراین، می‌توان محیط آزمایش دلخواه را به راحتی پیکربندی کرد. تغییرات محیط فیزیکی و اثرات خارجی که قبلاً ذکر شد در نتایج آزمون تأثیر نمی‌گذارند و تکرارپذیری اجراها در زمان آزمایش، تنظیمات دستگاه و حتی تنوع DUTs تضمین شده است. اتاق‌هایی که در این آزمایش استفاده شده‌اند، توسط شرکت octoScope به‌عنوان بخشی از محصولات octoBox تولید می‌شود. (شکل 1)



شکل 1  
-  
اتاق‌های  
آزمایشگاه  
هی (1)-  
گروه  
Farpoint

محصولات دیگر شرکت octoScope از قبیل شریک‌ساز دستگاه PaITM 2 و شبیه‌سازهای دستگاه نیز در این آزمایش استفاده شد که ما از آن‌ها به‌عنوان DUTs برای شبیه‌سازی دستگاه‌های کاربر (مشتری) و یک نقطه دسترس 802.11 موج دوم در این آزمایش استفاده کرده‌ایم. (شکل 2)



شکل 2  
-  
اناقهای  
آزمایشگاه  
هی (2)-  
گروه  
Farpoint  
t

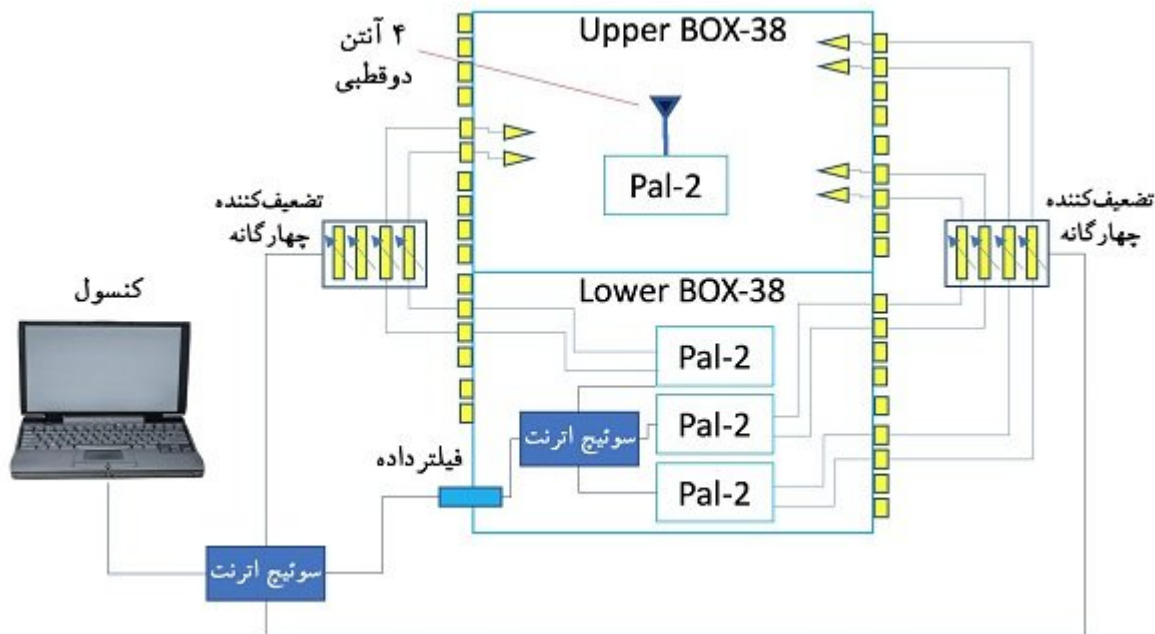
Pal 2 مبتنی بر یک تراشه وای فای کوالکام است که همراه با درایورهای سفارشی، سیستم عامل، نرم افزارهای مرتبط و با تنظیماتی که ارائه می دهد، قابلیت پیکربندی بالایی به ارمغان می آورد. ما از یک Pal2 برای شبیه سازی یک اکسس پوینت چهارجریانه استفاده کردیم و فقط پیکربندی آن را در بین آزمایش های انجام شده برای فعال و غیرفعال کردن MU-MIMO تغییر دادیم. (شکل 3)



شکل 3  
-  
اناقهای  
آزمایشگاه  
هی (3)-  
گروه  
Farpoint  
t

در این آزمایش از سه دستگاه Pal 2 اضافی برای شبیه سازی دستگاه های تک جریانه کاربران که در یک octoBox قرار دارند، استفاده شده است. آزمایش های جداگانه ای با دو و سه دستگاه کاربری هرکدام با فعال و غیرفعال بودن

قابلیت MU-MIMO انجام شده است. ما از حالت تک‌جریان استفاده کردیم، زیرا معتقدیم بیشتر کاربران برای استفاده حداکثری از قابلیت MU-MIMO در بهینه‌سازی ظرفیت سیستم، به این گونه پیکربندی روی می‌آوردند. در شکل 4 یک نمونه بلوک پیکربندی آزمایش آورده شده است. بنابراین، ما معتقدیم این استراتژی کافی است تا چگونگی عملکرد MU-MIMO در بهبود کارایی و ظرفیت سیستم را نشان دهد. ما از نسخه بتای octoBox Software Suite محصول شرکت octoScope استفاده کردیم که کنترل همه محصولات octoScope از قبیل عناصری مانند تضعیف‌کننده قابل برنامه‌نویسی، شبیه‌سازهای کانال و محصولات مرتبط را در یک رابط مبتنی بر مرورگر یکپارچه می‌کند. (شکل 5)



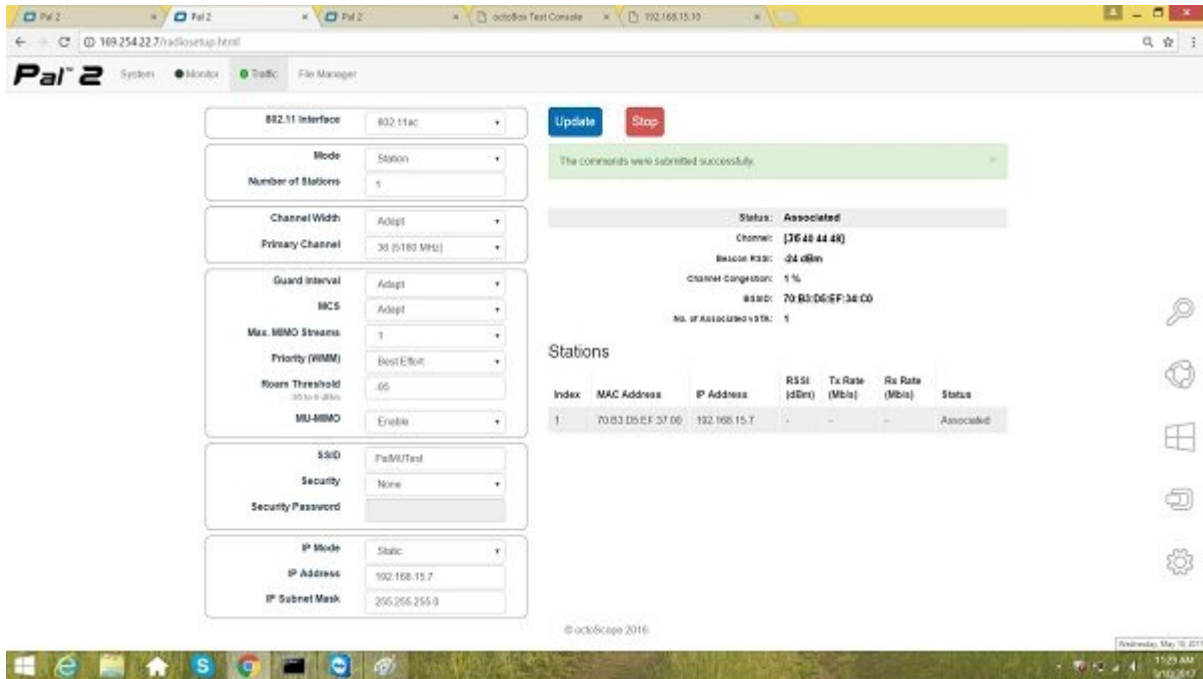
شکل 4  
- یک  
نمونه  
بلوک  
پیکربندی  
آزمایش

از این رو تعیین، طراحی، پیاده‌سازی و اجرای آزمایش مورد نیاز گفته شده در این مقاله بسیار آسان است. همچنین، به زمان و تلاش بسیار کمتری نسبت به رویکرد فضای آزاد نیاز دارد و از دقت بسیار بیشتری برای مقایسه‌هایی که در قلب کار هستند، برخوردار است. نرم‌افزار octoBox Software Suite شامل ابزار معروف iperf3 برای تولید ترافیک است. ما برای این آزمایش از کانال‌های 80 مگاهرتزی، پروتکل‌های TCP و UDP (با اجراهای جداگانه برای هر یک) به‌عنوان پروتکل لایه حمل، پهنای باند نامحدود مشخص و ارسال داده در انفجار 128 کیلوبایتی (بسته‌های 128 کیلوبایتی) برای یک دقیقه در طول هر بار اجرای آزمون استفاده کرده‌ایم. یکی دیگر از مزیت‌های اصلی محیط‌های آزمون ایزوله شده این است که RSSI برای هر اجرا (از طریق تنظیم واحد quadAtten یا تضعیف‌کننده چهارگانه) دارای مقدار -41 dBm است.

## نتایج آزمایش‌ها

داده‌های مربوط به 10 ثانیه اول در هر بار اجرای آزمایش نادیده گرفته می‌شوند. این کار برای تطبیق نرخ است که ممکن است زمان شروع دریافت ترافیک اتفاق بیافتد. شکل 6 خروجی یک بار اجرای آزمایش را نشان می‌دهد که در آن سه دستگاه کاربری با فعال بودن قابلیت MU-MIMO قرار دارند. طرح‌های خروجی نشان داده شده در سمت راست صفحه نمایش، پیشرفت یک اجرا را در زمان واقعی نمایش می‌دهد. شکل 7 نتایج آزمون برای چهار بار اجرا را با استفاده از پروتکل‌ها TCP و UDP به طور جداگانه نشان می‌دهد.

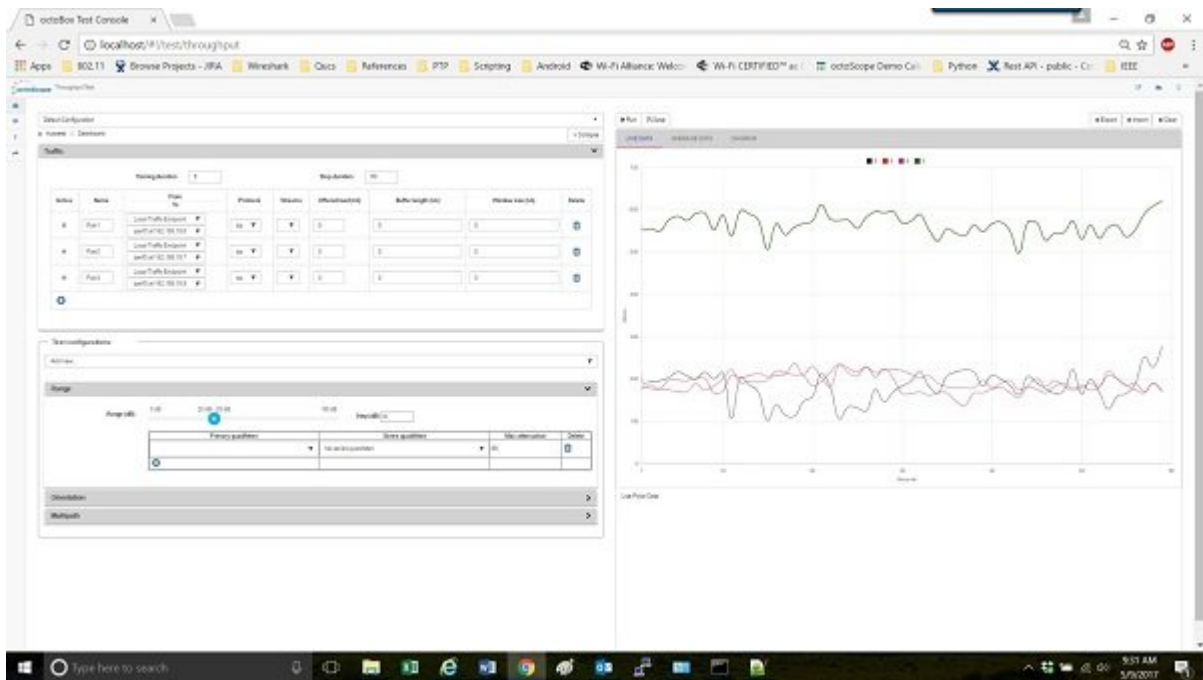
همان طور که دیده می‌شود، در هر مورد بهبود معناداری در کارایی سیستم از طریق استفاده از MU-MIMO به دست آمده است. دوباره تأکید می‌شود هیچ تغییر دیگری در تنظیمات و یا پیکربندی بین اجراها انجام نشده است.



شکل 5  
تصویری از نسخه بتای octoBo x Software Suite

### نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

در ابتدا باید ذکر کنیم منظور ما این نیست که هر ترکیبی از اکسس‌پوینت‌های تجاری و شخصی، نتایجی که در اینجا ارائه شده است را به دست می‌آورد. بلکه مانند همیشه، ترکیب خاصی از نقاط پایانی در محیط‌های خاص، مجموعه‌ای از نتایجی را ارائه می‌دهد که نسبت به محدوده، حرکت، زمان و ماهیت محیط فیزیکی خاص متفاوت خواهد بود. هدف ما در اینجا این بود که تنها به بررسی قابلیت‌های بالقوه MU-MIMO بپردازیم. ما در این مورد که MU-MIMO سهم مهمی در به حداکثر رساندن ارزش نصب یک وای‌فای دارد، هیچ نظری ارائه ندادیم. همچنین، MU-MIMO به احتمال زیاد نیاز به سرمایه‌گذاری اضافی در زیرساخت وای‌فای (که در اغلب موارد برای رسیدن به ظرفیت بیشتر است) را کاهش می‌دهد.



شکل 6  
خروجی آزمایش با فعال بودن قابلیت MU-MIMO برای سه دستگاه

با برنامه‌های نصب شده کاربران MU-MIMO (فرآیندی که احتمالاً دو تا چهار سال دیگر به طول می‌انجامد) ارزش سرمایه‌گذاری در زیرساخت 802.11ac موج دوم به حداکثر خواهد رسید. در حالی که 802.11ax به احتمال زیاد با 802.11ac موج دوم سازگار خواهد شد، فشار زیادی که به‌علت محدودیت ظرفیت WLAN برای ارتقای آن وجود دارد، ممکن است باعث شود عمر مفید 802.11ac موج دوم و نرخ بازگشت سرمایه کاهش یابد. ما انتظار داریم که

پیاده‌سازی MU-MIMO در 802.11ax یک بار دیگر نسبت به نسل قبلی بهبود یابد؛ بنابراین، ارتقاهای مرحله‌ای این فناوری جدید نیز احتمالاً به‌زودی باعث بیشینه شدن نرخ بازگشت سرمایه نسبت به زمان خواهد شد.

شکل 7  
- نتایج  
آزمون با  
چهار بار  
اجرا  
برای  
TCP و  
UDP

## TCP در مقایسه با UDP

در همه حالات، MU-MIMO بهبود قابل ملاحظه‌ای داشته است

### نتایج تست TCP

تعداد دستگاه	MU-MIMO	نتیجه (مگابیت بر ثانیه)	بهبود
2	خیر	335	—
2	بله	539	60.90%
3	خیر	316	—
3	بله	565	78.80%

### نتایج تست UDP

تعداد دستگاه	MU-MIMO	نتیجه (مگابیت بر ثانیه)	بهبود
2	خیر	272	—
2	بله	508	86.76%
3	خیر	303	—
3	بله	793	161.72%

MU-MIMO به مزایای بسیار قابل توجهی در شبکه‌های وای‌فای خواهد رسید. شاید در حال حاضر بزرگ‌ترین اقدام در تحقق بخشیدن به این دیدگاه، ارتقای زیرساخت به 802.11ac موج دوم و در صورت لزوم در دسترس بودن حجم مناسب تجهیزات کاربران است. ما اعتقاد داریم تردید در سازماندهی کاربر نهایی، از سرعت بخشیدن به این فناوری جلوگیری می‌کند.

حتی با یک محیط آزمایش پیچیده مشابه آنچه ما در اینجا استفاده کردیم، هنوز هم در نظر گرفتن دامنه وسیعی از سناریوهای دنیای واقعی می‌تواند کارایی را تحت تأثیر قرار دهد. برخی از سناریوهای دنیای واقعی عبارتند از رومینگ (که ما در اینجا آزمایش نکردیم، رومینگ می‌تواند به‌صورت فقط یک دوره کوتاه بدون اتصال مشابه با ترافیک غیر MU-MIMO معرفی شود)، بارگیری اضافی کاربر، اولویت‌بندی ترافیک اختصاصی تولیدکننده‌ها و طبقه‌بندی قابلیت‌های سرویس و مشابه آن.

با وجود این، ما انتظار داریم MU-MIMO بتواند سود خالص را در هر جایی که قرار داده خواهد شد، به دست آورد.

منبع:



---

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/networking-technology/9981/%D8%A2%DB%8C%D8%A7-mu-mim-o-%D8%B8%D8%B1%D9%81%DB%8C%D8%AA-%D9%88%D8%A7%DB%8C%E2%80%8C%D9%81%D8%A7%DB%8C-%D8%B1%D8%A7-%D8%A7%D9%81%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D8%B4-%D9%85%DB%8C%E2%80%8C%D8%AF%D9%87%D8%AF%D8%9F>