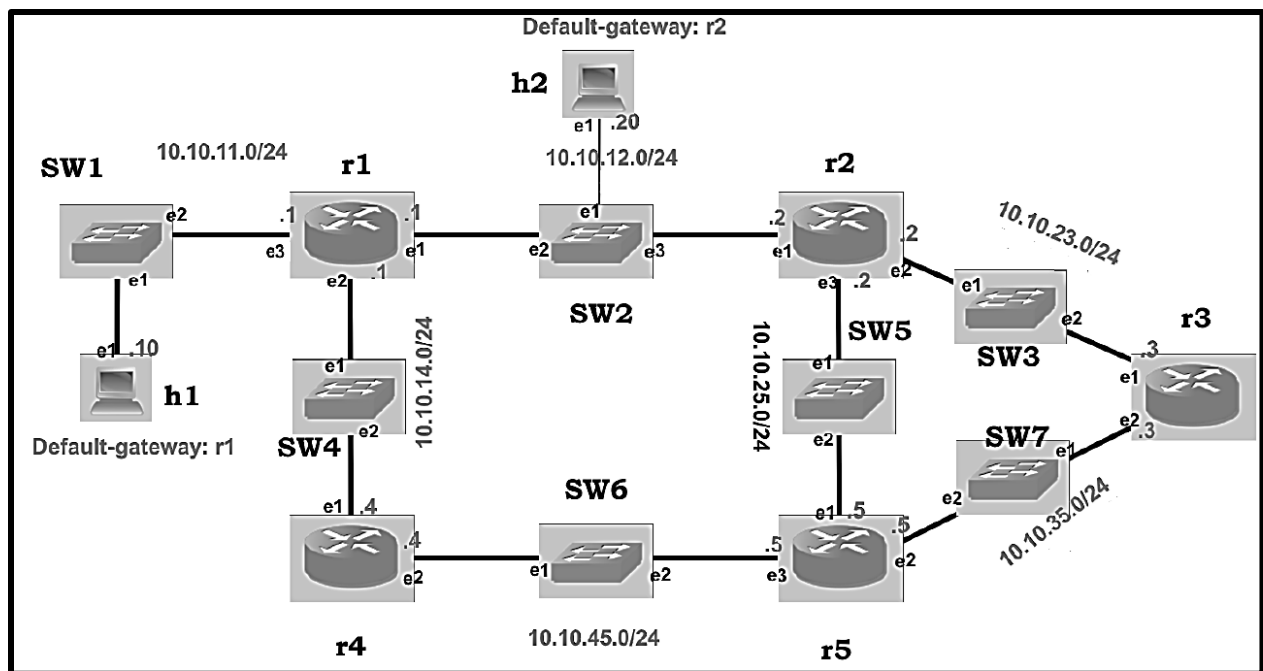


آزمایشگاه شبکه

آزمایش ۸: مسیریابی پویا با RIP

در این آزمایش، می‌خواهیم با نحوهٔ پیکربندی پروتکل‌های مسیریابی «بردار-فاصله»^۱ آشنا شویم که معمولاً درون شبکهٔ یک «سیستم خودمختار»^۲ اجرا می‌شوند. این پروتکل‌ها به طور خودکار و بر مبنای «معیار»های مختلف (مثل: «شمارهٔ گام»^۳)، کوتاه‌ترین مسیرها برای برقراری ارتباط بین دو نقطه در شبکه را برقرار می‌کنند.

حین آزمایش، توپولوژی نمایش داده در شکل ۱ را در نظر گرفته و جداول مسیریابی روترهای شبیه Cisco موجود در این توپولوژی را با استفاده از پروتکل معروف RIP^۴ پیکربندی می‌نماییم.



شکل ۱- توپولوژی آزمایش ۸

الف) پیکربندی پروتکل مسیریابی RIP v2

پیرو توضیحات آزمایش ۷ در رابطه با پروسس zebra، پروسس ripd را نیز می‌توان هم از طریق یک فایل پیکربندی و هم از طریق پیکربندی زمان اجرا (پویا) مدیریت کرد. توجه کنید که برای اینکه پروسس ripd کار کند، نیاز است که پروسس zebra هم فعال باشد (برای این منظور از تنظیم فایل daemons به نحو مقتضی اطمینان حاصل نمایید).

¹ Distance Vector

² Autonomous System (AS)

³ Hop Count

⁴ Routing Information Protocol (RIP)

مشابه فایل پیکربندی zebra، برای ripd در این آزمایش هم، نمونه فایل‌های پیکربندی از پیش آماده شده است (اما صرفاً برای روترهای r1، r2 و r4). مشابه پیکربندی zebra، فایل ripd.conf باید در همان فولدر configs (که حاوی zebra.conf است) ذخیره شود.

الف-۱) گام‌های پیکربندی پروتکل RIP v2

گام‌هایی که معمولاً برای پیکربندی پروتکل RIP v2 روی یک روتر طی می‌شوند، عبارتند از:

الف) فعال‌سازی RIP و انتخاب ورژن آن

ب) تعیین اینکه چه شبکه‌هایی باید توسط RIP «تبلیغ»^۵ شوند.

ج) مشخص کردن اینترفیس‌هایی که در تبادل اطلاعات مسیریابی مشارکت خواهند داشت.

د) یک سری تنظیمات اختیاری دیگر نیز می‌تواند انجام شوند که شامل امور مربوط به: logging، debugging، فیلترکردن مسیرها و غیره هستند.

• به عنوان مثال، فایل ripd.conf در روتر r1 را باز کرده و توضیحات زیر را مطالعه نمایید:

- log file: فایلی را برای log کردن اطلاعات مربوط به پروتکل RIP مشخص می‌کند.
- debug rip events: برای انجام debugging با جزئیات کم، یعنی، فقط رویدادهای کلان نظیر ارسال و دریافت پیام‌های بروزسانی RIP قابل مشاهده خواهند بود.
- debug rip packet: برای انجام debugging با جزئیات بیشتر، یعنی، امکان مشاهده محتوای پیام‌های بروزسانی RIP فراهم می‌گردد.
- router rip: برای فعال‌سازی پروتکل ripd.
- version: برای تعیین ورژن RIP جهت اجرای پروتکل ripd.
- network: در مورد این دیرکتیو، در بخش‌های آتی توضیح داده می‌شود.
- redistribute: امکان اعلان «پیشوند»^۶های یادگرفته شده برای یک سورس را فراهم می‌کند. سینتکس مورد نظر به صورت زیر است:

`redistribute protocol`

که در آن، protocol مشخص‌کننده منبعی است که پیشوندها از آن یاد گرفته شده است. protocol می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

^۵ advertise

^۶ prefix

- یک پروتکل مسیریابی: مثل، bgp یا ospf (مثلاً: اگر بخواهید که مسیرها را از طریق این پروتکل‌ها به RIP توزیع کنید).

- static: اگر بخواهید که مسیرهای استاتیک (ایستا) را توزیع نمایید.

- connected: اگر بخواهید که صرفاً پیشوندهایی را اعلان کنید که روتر شما از طریق پیکربندی اینترفیس‌های خودش فرا گرفته است (یعنی: توزیع شبکه‌هایی که روتر شما مستقیماً به آنها اتصال دارد).

- حال، با استفاده از نمونه فایل پیکربندی ویژه روتر r1 که در اختیار دارید و نیز با توجه به آدرس‌دهی نمایش داده شده در شکل ۱، فایل‌های پیکربندی ripd برای روترهای r3 و r5 را ایجاد نمایید. مطمئن شوید که هر دو نوع مُد debugging برای RIP فعال شده باشد (یعنی: debug rip events و debug rip packet). همچنین با نگاه به محتوای فایل daemons، بررسی کنید که آیا پروسس‌های zebra و ripd را برای کلیه روترها فعال‌سازی کرده‌اید یا خیر.

- با دستکاری اسکریپت lab8_network.py اطمینان حاصل کنید که روترها به ترتیب مقابل (از چپ به راست) راه‌اندازی شوند: r1, r5, r4, r3. همچنین، حدود ۱۰ ثانیه تأمل شود و بعد سرویس quagga روی r2 راه‌اندازی گردد (*توجه! پیش از دستور start کردن quagga باید دستور فعال‌سازی ip forward روی روترهای مجازی اجرا گردد).

- سؤال ۱: برنامه WireShark را روی روتر r1-eth1 اجرا کنید. با مشاهده بسته‌های تبادل شده، توضیح دهید که اطلاعات مسیریابی با چه الگویی بین روترها دست به دست می‌شوند («تک‌پخشی»، «چندپخشی» یا «همه‌پخشی»)?

- سؤال ۲: فایل configs/logs/ripd.log را روی روتر r1 باز کنید و محتوای آن را با آنچه در WireShark می‌بینید، مقایسه نمایید. خط مورد نظر از فایل log را که مؤید مشاهده شما در WireShark است، کپی کنید.

- سؤال ۳: محتوای فایل configs/logs/ripd.log روی روتر r1 را مشاهده نمایید. در چه لحظه‌ای روتر r1 موفق به دریافت نخستین پیام پروزرسانی از سوی روتر r4 گردیده است (نام این لحظه را t1 می‌گذاریم). چه شبکه‌هایی در این پیام تبلیغ شده‌اند؟

- سؤال ۴: باز هم همین فایل ripd.log روی r1 را مدّ نظر قرار دهید. در چه لحظه‌ای روتر r1 موفق به دریافت نخستین پیام پروزرسانی از سوی r2 شده است (نام این لحظه را t2 می‌گذاریم). چه شبکه‌هایی در این پیام تبلیغ شده‌اند؟

- **سؤال ۵:** حال، فایل `configs/logs/zebra.log` روی روتر `r1` را باز کنید. رکوردهای نظیر لحظه $t1 \pm 1s$ را بیابید و به دنبال پیامهای `ZEBRA_IPV4_ROUTE_ADD` باشید. چه تعداد پیام در آنجا هست؟ آیا همه این پیامها توسط `r1` پذیرفته شده‌اند؟ چرا؟

- **سؤال ۶:** همین فایل `zebra.log` روی روتر `r1` را باز کنید. ثانیه $t2 \pm 1s$ را مدنظر قرار داده و به دنبال پیامهای `ZEBRA_IPV4_ROUTE_ADD` باشید. چه تعداد پیام اینچنینی را ملاحظه می‌کنید؟ آیا این پیامها توسط `r1` پذیرفته شده و به آنها ترتیب اثر داده شده است؟ چگونه؟

الف-۲) دستورات مانیتورینگ

پیش‌تر ملاحظه کرده‌ایم که می‌توان از دستور `show ip route` برای مشاهده جدول مسیریابی IPv4 استفاده نمود. با این حال، در اینجا می‌خواهیم مفهوم دیگری را معرفی کنیم به نام «پایگاه اطلاعات RIP». این پایگاه مکانی است برای ذخیره‌سازی شبکه‌هایی که برای RIP شناخته شده هستند. این پایگاه‌ها، در واقع، نقش کاندید برای مبدل شدن به جدول مسیریابی IPv4 را بازی می‌کنند؛ چراکه در یک سناریوی واقعی، ممکن است ما پروتکل‌های مسیریابی دیگری با مسیرهای دیگر به سوی یک شبکه یکسان داشته باشیم. به همین دلیل، در حالت کلی، این تصمیم که کدامین پروتکل مسیریابی مورد استفاده قرار گیرد، بستگی به ترجیحات ما دارد و باید به طریقی مشخص گردد. اما در این آزمایش، ما صرفاً روی شبکه، پروتکل RIP را در حال اجرا داریم. به همین دلیل هم، کلیه مداخل پایگاه RIP بخشی از جدول مسیریابی روتر خواهند شد.

- **برای بررسی پایگاه RIP (که حاوی مسیرهای شناخته شده برای RIP هستند)، می‌توانید وارد مد پیکربندی Quagga شوید. این کار با اجرای دستور `telnet localhost ripd` قابل انجام است. پس از آن، می‌توانید محتوای پایگاه RIP را با اجرای دستور زیر ملاحظه نمایید:**

```
show ip rip
```

- **سؤال ۷:** محتوای پایگاه RIP موجود در روتر `r5` را بنویسید.

ب) تعامل با روترهای همسایه در RIP

در ادامه آزمایش، سعی داریم با نحوه کار پروتکل RIP آشنایی عملی بیشتری پیدا کنیم. در بخش جاری، نحوه تعامل یک روتر با همسایگانش را در پروتکل RIP مورد بررسی قرار می‌دهیم. قبل از هر چیز، مطمئن شوید که daemon پروتکل RIP در Quagga در حال اجراست و به نحو مناسبی پیکربندی شده است.

- **سؤال ۸:** با توجه به دستور `network 10.10.11.0/24` در پیکربندی RIP روتر `r1`، آیا ماشین `h1` خواهد توانست به کمک دیتابیس `r1` اطلاعات مسیریابی خود را بروز نماید؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

- سؤال ۹: حال از h1 یک ping و یک traceroute به سوی IP های اینترفیس های r2-eth1 و r2-eth2 از روتر r2 بنمایید. حاصل کار را برای مقایسه آتی یادداشت نمایید.
- سؤال ۱۰: در فایل پیکربندی ripd.conf از روتر r1، دستور network 10.10.12.0/24 را (با استفاده از نماد ! در شروع خط) به صورت کامنت در آورید. سپس، سرویس quagga روی این روتر را restart نمایید. دستور show ip rip در روتر r2 را اجرا نموده و روی مسیرهای تبلیغ شده توسط r1 تمرکز کنید. برنامه WireShark را روی r2 اجرا کرده و به دنبال بسته های وارده از سوی r1 باشید. چه مشاهده می کنید؟ توضیح دهید.
- سؤال ۱۱: اندکی تأمل کنید و سپس مجدداً از طریق ماشین h1، اینترفیس های r2-eth1 و r2-eth2 متعلق به روتر r2 را ping و traceroute نمایید. اگر تفاوتی میان نخستین تلاش خود (در سؤال ۹) و تلاش فعلی مشاهده می کنید، به طور مشروح بیان نمایید.
- پیش از ادامه آزمایش، دستور network در فایل پیکربندی ripd.conf متعلق به روتر r1 را از حالت کامنت خارج نمایید.

ج) تأثیر قطعی لینک ها

- جهت اطمینان بیشتر، برای انجام این بخش از آزمایش، از Mininext خارج شده و از ورژن دوم اسکریپت lab8_network_v2.py برای راه اندازی شبکه نمایش داده شده در شکل ۱ استفاده نمایید. اگر دقت کنید، در اسکریپت جدید، سرویس Quagga در کلیه روترها استارت شده و ضمناً قابلیت ip forwarding هم در همه آنها enable شده است. حال، اقدامات زیر را انجام دهید:
- سرویس quagga را به ترتیبِ مقابل (از چپ به راست) روی روترهای r1, r2, r4 استاپ و سپس مجدداً استارت نمایید. فرض بر این است که کلیه پروسس ها روی روترهای r3 و r5 همچنان در حال اجرا هستند.
 - با استفاده از دستور show ip rip، محتویات جدول مسیریابی RIP در روتر r1 را نمایش داده و برای مقایسه آتی، آن را یادداشت نمایید.
 - برای شبیه سازی قطعی لینک بین r1 و r2، اینترفیس r2-eth1 از روتر r2 را shutdown نمایید. برای این منظور، با استفاده از قابلیت پیکربندی پویا، می توانید از سلسله دستورات زیر در روتر r2 استفاده کنید:
telnet localhost zebra → enable → configure terminal → interface r2-eth1 → shutdown
 - سؤال ۱۲: چه تغییراتی در جدول مسیریابی RIP در روتر r1 رخ داده است؟ توضیح دهید.

- پس از ۴ الی ۵ دقیقه، اینترفیس `r2-eth1` روی `r2` را با استفاده از دستور `no shutdown` بالا آورید.

- **سؤال ۱۳:** پس از بالا آمدن اینترفیس `r2-eth1`، مدتی برای همگرا شدن جداول مسیریابی صبر کنید و سپس محتویات جدول مسیریابی `r1` را بررسی کنید. آیا عیناً مشابه شروع کار است (یعنی مشابه زمانی که هنوز `r2-eth1` در روتر `r2` shutdown نکرده بودیم)؟

د) تغییر معیار هزینه لینک‌ها

پیش از شروع این بخش، از بالا بودن اینترفیس `r2-eth1` مطمئن باشید. مدتی هم صبر کنید تا جداول مسیریابی همگرا شوند. می‌دانیم که پروتکل RIP از نوع `distance-vector` است و بنابراین، فرض بر این است که `subnet`هایی که مستقیماً به یک روتر متصل هستند، دارای فاصله ۱ با آن روتر می‌باشند. هر "گام" (روتر) میانی، به میزان ۱ واحد به این معیار (metric) اضافه می‌کند. با این وجود، با استفاده از RIP می‌توان metric لینک‌ها را تغییر داد و از این طریق، مطلوبیت مسیرهای مختلف را عوض کرد. فرض کنید که بخواهیم روتر `r2` را وادار کنیم که مسیر ترجیحی‌اش به سوی سابنت `10.10.14.0/24` از طریق `r4` و `r5` باشد (به جای اینکه از طریق `r1` باشد). برای این منظور، می‌توانیم مستقیماً در `r2`، هزینه مسیرهای تبلیغ شده از طریق `r1` را با اضافه کردن یک مقدار `offset` دستکاری کنیم. این کار با استفاده از دستور `offset-list` انجام می‌شود. با این اقدام، درخت کوتاهترین مسیر در `r2` با فرض اضافه شدن `offset` مورد نظر به مسیرهای تبلیغی از سوی `r1` محاسبه می‌شود.

- دستورات زیر مقدار ۴ را به عنوان `offset` به هر مسیر یادگرفته شده از سوی اینترفیس `r2-eth1` اضافه می‌نمایند:

```
offset-list addExtraMetric in 4 r2-eth1
access-list addExtraMetric permit any
```

- جدول مسیریابی روتر `r2` را ثبت کنید. سپس، با اجرای دستور فوق در مُد `config` روتر (به صورت زیر)، تأثیر آن را بر جدول مسیریابی این روتر بررسی نمایید:

`telnet localhost ripd → enable → configure terminal → router rip → offset-list ...`

ه) تأثیر خرابی پروسس‌ها

برای اجرای این قسمت از آزمایش، از Mininext خارج شده و `lab8_network_v2.py` را از نو راه‌اندازی نمایید؛ یعنی، فرض بر این است که پروسس‌های `zebra` و `ripd` در تمامی پنج روتر در حال اجرا هستند و شبکه هم طبق شکل ۱ پیکربندی شده است. همه لینک‌ها نیز دارای معیار هزینه ۱ فرض می‌شوند.

- جدول مسیریابی RIP موجود در روترهای `r1` و `r4` را مشاهده و ثبت کنید.

- فقط پروسس ripd را در روترهای r2 و r5، نابود (kill) کنید. پروسس‌های ripd و zebra روی مابقی روترها همچنان به اجرای خود ادامه می‌دهند.
- تغییراتی که طی چند دقیقه، در جدول مسیریابی RIP روترهای r1 و r4 رخ می‌دهند را مشاهده و ثبت نمایید. روی رکوردهایی از جدول تمرکز کنید که مربوط به پیشوند آدرس‌هایی هستند که مستقیماً به r3 متصل می‌باشند.
- سؤال ۱۴: حدوداً چقدر طول می‌کشد تا پیشوند آدرس‌های مربوط به subnet‌هایی که مستقیماً به r3 متصل هستند، از جدول مسیریابی RIP متعلق به روترهای r1 و r4 حذف شوند؟