

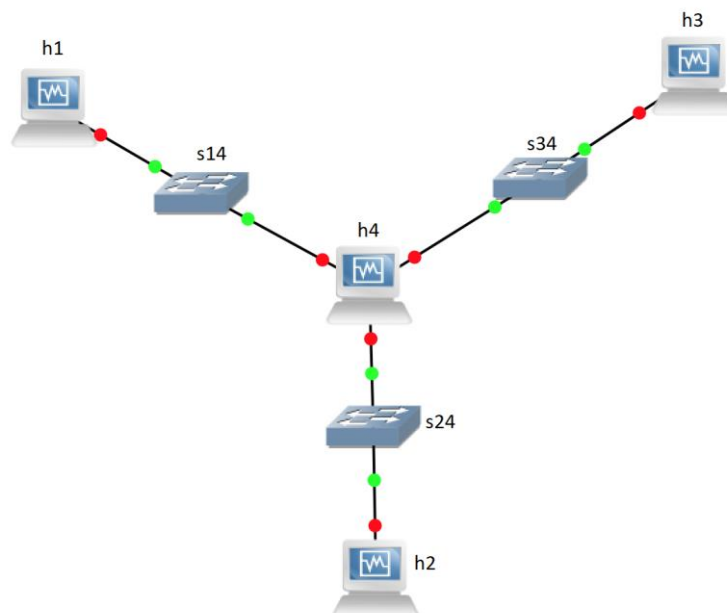
آزمایشگاه شبکه

آزمایش ۱: ایجاد ارتباطات در شبکه محلی (LAN)

الف) کابل کشی و برقراری اتصالات فیزیکی

مطابق شکل، در Mininet، یک پیکربندی متشکل از ۴ گره به نام‌های h1، h2، h3 و h4 تولید کنید که از طریق سه سوئیچ لایه ۲ به نام‌های s14، s24 و s34 بهم متصل شده‌اند. برای این منظور، شما می‌توانید از اسکریپت پایتون *lab1.py* به عنوان نقطه شروع استفاده کنید. بخش‌هایی از اسکریپت سازنده توپولوژی در این فایل از قبل نوشته شده است. پس از تکمیل، شما باید چهار پنجره ترمینال با عناوین h1، h2، h3 و h4 را ملاحظه نمایید. *توجه! در این بخش، فعلاً فقط سوئیچ‌ها، گره‌ها و اینترفیس‌های آنها را ایجاد کنید. آدرس‌دهی به «رابط‌های شبکه» (اینترفیس‌ها) در مراحل بعدی صورت خواهد گرفت.

- گره h1 دارای یک اینترفیس به نام h1-eth0 است که آن را به پورت s14-eth1 از سوئیچ s14 متصل کرده است.
- گره h2 دارای یک اینترفیس به نام h2-eth0 است که آن را به پورت s24-eth1 از سوئیچ s24 متصل کرده است.
- گره h3 دارای یک اینترفیس به نام h3-eth0 است که آن را به پورت s34-eth1 از سوئیچ s34 متصل کرده است.
- گره h4 دارای یک اینترفیس به نام h4-eth0 است که آن را به پورت s14-eth2 از سوئیچ s14 متصل کرده؛ هم‌چنین، یک اینترفیس به نام h4-eth1 دارد که آن را به پورت s24-eth2 از سوئیچ s24 متصل کرده و در نهایت اینکه، اینترفیس سوم گره h4 به نام h4-eth2 آن را به پورت s34-eth2 از سوئیچ s34 متصل کرده است.



ب) بررسی برقراری اتصالات

- برای مشاهده اینترفیس‌های شبکه‌ای هر host، از دستور زیر استفاده کنید:

```
$ ip link
```

- اگر اینترفیس‌های یک host، در مُد UP نیست، با دستور زیر آن را بالا بیاورید (مثلاً: برای h4):

```
# ip link set h4-eth0 up
# ip link set h4-eth1 up
# ip link set h4-eth2 up
```

- به طور مشابه، اینترفیس‌های سایر hostها را به مُد UP ببرید.
- همانطور که می‌دانید از برنامه WireShark می‌توانید برای capture کردن ترافیک ورودی و خروجی روی یک اینترفیس شبکه استفاده کنید. به همین منظور، یک برنامه WireShark باز کرده و روی اینترفیس مربوط به h1 گوش دهید.
- ابتدا ملاحظه خواهیم کرد که هنگام ping کردن آدرس‌های منتسب‌نشده چه روی می‌دهد. برای تست کردن اتصال IPv4، یک دستور ping از h1 به مقصد h4 صادر کنید.

```
$ ping 10.10.14.4
```

سؤال ۱- توضیح دهید چه اتفاقی می‌افتد (*راهنمایی: آیا اساساً پیام ICMP request ارسال می‌شود؟ آیا جدول ARP برای h1 دارای آدرس MAC صحیح برای آدرس IP نظیر h4 یعنی 10.10.14.4 است؟ دستور arp -a محتوای جدول ARP را نشان می‌دهد. آیا ARP request ارسال می‌شود؟ ARP reply چطور؟).

ج) پیکربندی و تست LAN

- اولین گام برای دستیابی به اتصال کامل، پیکربندی اینترفیس‌ها و انتساب آدرس IP به آنهاست.
- برای آدرس‌دهی subnet ها، ما از فضای آدرس 10.10.0.0/16 استفاده می‌نماییم.
 - برای شبکه محلی متصل‌کننده h4 به h1 (یعنی LAN1)، ما از پیشوند آدرس 10.10.14.0/24 استفاده می‌کنیم. بایت چهارم شناسه IP ویژه h1 برابر با ۱ و برای h4 برابر با ۴ قرار داده می‌شود.
 - برای شبکه محلی متصل‌کننده h4 به h2 (یعنی LAN2)، ما از پیشوند آدرس 10.10.24.0/24 استفاده می‌کنیم. بایت چهارم شناسه IP ویژه h2 برابر با ۲ و برای h4 برابر با ۴ قرار داده می‌شود.
 - برای شبکه محلی متصل‌کننده h4 به h3 (یعنی LAN3)، ما از پیشوند آدرس 10.10.34.0/24 استفاده می‌کنیم. بایت چهارم شناسه IP ویژه h3 برابر با ۳ و برای h4 برابر با ۴ قرار داده می‌شود.

- بنابراین، به طور خلاصه، آدرس‌های IPv4 مورد استفاده برای هر اینترفیس (رابط شبکه‌ای) به شرح صفحه بعد خواهد بود:

h1-eth0: 10.10.14.1 **h2-eth0:** 10.10.24.2 **h3-eth0:** 10.10.34.3

h4-eth0: 10.10.14.4 **h4-eth1:** 10.10.24.4 **h4-eth2:** 10.10.34.4

- به عنوان نمونه، جهت آدرس‌دهی به اینترفیس h1-eth0، از دستور زیر استفاده نمایید:

```
# ip addr add 10.10.14.1/24 dev h1-eth0
```

- ***نکته:** برای اینترفیس h1-eth0، آدرس IP پیش‌فرض قبلی (10.0.0.1) را با دستور ip addr flush حذف کنید.
- حال، مجدداً از h1 یک ping دیگر به مقصد اینترفیس h4 با IP مقابل انجام دهید: 10.10.14.4

سؤال ۲- مشاهده خود را بیان کنید. آیا WireShark روی h1-eth0، در رابطه با اجرای دستور ping فوق، بسته ARP reply را شنود کرده است؟ ICMP reply چطور؟

- تا اینجا باید در هر LAN، اتصال IPv4 برقرار شده باشد.

د) مسیریابی بسته‌ها

- سعی کنید از h1 به هریک از اینترفیس‌های h4-eth1 و h4-eth2 برسید:

```
$ ping 10.10.24.4
$ ping 10.10.34.4
```

سؤال ۳- آیا کار می‌کند؟ چرا؟

- برای مشاهده جدول مسیریابی IPv4، در h1 از دستور زیر استفاده نمایید:

```
$ ip route
```

سؤال ۴- entryهای مندرج در جدول مسیریابی را نوشته و آنها را توضیح دهید.

- در گره h1، با تعریف default gateway، یک مسیر پیش‌فرض IPv4 اضافه نمایید:

```
# ip route add default via 10.10.14.4
```

سؤال ۵- مجدداً تست کنید که آیا اینترفیس eth2 از h4 از طریق h1 قابل دسترسی است؟!

- در h4، WireShark را راه‌اندازی نموده و روی اینترفیس h4-eth2 آن گوش کنید تا ترافیک لینک بین hostهای متعلق به LAN3 را مشاهده نمایید.

- از h1، سعی کنید تا h3 را ping کرده و ترافیک مربوطه را روی h4 مشاهده کنید:

```
$ ping 10.10.34.3
```

- ملاحظه خواهید نمود که همچنان اتصال برقرار نیست! پیام‌های ICMP توسط h4 به بیرون ارسال نمی‌شوند. در واقع، بطور پیش‌فرض، h4 ترافیک IP را از یک LAN به دیگری forward نمی‌کند. برای این منظور، باید قابلیت IP forwarding را با تایپ دستور زیر روی h4 فعال‌سازی نمایید:

```
# echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

- مجدداً تلاش کنید تا h3 را از طریق h1 پینگ نمایید. باز هم کار نمی‌کند، اما حالا می‌دانید که چگونه این مشکل را رفع کنید (راهنمایی: مجدداً ترافیک روی این دو لینک را از طریق WireShark مشاهده کنید و ببینید چه بسته‌هایی به بیرون ارسال نمی‌شوند).

سؤال ۶- برای رفع مشکل، از چه دستوراتی استفاده می‌کنید؟ روی کدام host؟

- به عنوان گام آخر، شبکه خود را طوری پیکربندی نمایید تا قادر باشید h1، h2 و h3 را از طریق همدیگر ping کنید.

سؤال ۷- این pingها را انجام دهید:

h2 از طریق h1،

h3 از طریق h2 و

h1 از طریق h3.

نظر خود را در ارتباط با مقادیر RTT مورد مشاهده بیان نمایید.