

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده مهندسی کامپیوتر
آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری
استاد : خانم دکتر زهرا رشیدی
گزارش کار آزمایش صفر

سید محمد مهدی رضوی

فروردین ۱۴۰۲

فهرست مطالب

۳	۱ سوال اول
۶	۲ سوال دوم
۷	۳ سوال سوم
۱۰	۴ سوال چهارم

فهرست تصاویر

۳	..... digikala	۱
۴	..... yektanet	۲
۴	..... divar	۳
۵	..... farsnews	۴
۵	..... varzesh3	۵
۱۰	..... مقدار دهی کردن به پارامترهای لینک	۶

۱ سوال اول

در ماشین مجازی Mininet ، سعی کنید که حداقل ۵ مسیر مختلف را ping کنید. (به عنوان مثال سایت‌های مختلف) RTT اندازه‌گیری شده و نیز TTL حاصل از پاسخ را گزارش نمایید. به بیان خودتان توضیح دهید که این دو عدد نمایانگر چه هستند و اینکه آیا رابطه‌ای بین آنها وجود دارد؟

RTT : Round-trip time

زمان رفت و برگشت : فاصله زمانی بین ارسال یک request توسط یک browser تا زمان دریافت پاسخ response از server خواهد بود.

TTL : Time-To-Live

زمان برای زندگی : یک مقدار برای اعتبارسنجی داده و انقضای داده می‌باشد. این متغیر زمانی است که داده باید معتبر و در دسترس بماند قبل از آن که سیستم محاسباتی یا سرور آن را از بین ببرد. این مقدار زمانی ، باعث می‌شود که از حرکت بسته‌های داده به طور نامحدود در شبکه جلوگیری شود. متغیر TTL ذخیره‌سازی داده‌ها و افزایش کارایی را مدیریت می‌کند. در تصاویر زیر مقادیر این متغیرها را که حاصل ping از ۵ سایت پربازدید ایرانی است را مشاهده خواهید کرد.

```
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ ping digikala.com -c 10
PING digikala.com (185.188.104.10) 56(84) bytes of data.
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=1 ttl=55 time=47.9 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=2 ttl=55 time=49.0 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=3 ttl=55 time=49.6 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=4 ttl=55 time=48.9 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=5 ttl=55 time=47.7 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=6 ttl=55 time=48.6 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=7 ttl=55 time=49.4 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=8 ttl=55 time=47.3 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=9 ttl=55 time=50.1 ms
64 bytes from digikala.com (185.188.104.10): icmp_seq=10 ttl=55 time=50.0 ms

--- digikala.com ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9014ms
rtt min/avg/max/mdev = 47.370/48.904/50.196/0.935 ms
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$
```

شکل ۱: digikala

```
mahdi@MahdiRazavi: ~/IUST_WORKS/Network_Lab/Lab_3
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ ping yektanet.com -c 10
PING yektanet.com (185.143.233.122) 56(84) bytes of data.
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=1 ttl=58 time=27.4 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=2 ttl=58 time=28.7 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=3 ttl=58 time=30.5 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=4 ttl=58 time=31.1 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=5 ttl=58 time=28.0 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=6 ttl=58 time=27.9 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=7 ttl=58 time=28.5 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=8 ttl=58 time=30.2 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=9 ttl=58 time=28.0 ms
64 bytes from yektanet.com (185.143.233.122): icmp_seq=10 ttl=58 time=31.5 ms

--- yektanet.com ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9015ms
rtt min/avg/max/mdev = 27.456/29.236/31.532/1.420 ms
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$
```

شکل ۲: yektanet

```
mahdi@MahdiRazavi: ~/IUST_WORKS/Network_Lab/Lab_3
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ ping divar.ir -c 10
PING divar.ir (185.166.104.4) 56(84) bytes of data.
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=1 ttl=57 time=31.4 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=2 ttl=57 time=28.5 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=3 ttl=57 time=30.2 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=5 ttl=57 time=49.5 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=6 ttl=57 time=27.8 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=7 ttl=57 time=28.9 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=8 ttl=57 time=29.2 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=9 ttl=57 time=27.3 ms
64 bytes from divar.ir (185.166.104.4): icmp_seq=10 ttl=57 time=28.9 ms

--- divar.ir ping statistics ---
10 packets transmitted, 9 received, 10% packet loss, time 9024ms
rtt min/avg/max/mdev = 27.316/31.341/49.569/6.546 ms
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$
```

شکل ۳: divar

```
mahdi@MahdiRazavi: ~/IUST_WORKS/Network_Lab/Lab_3
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ ping farsnews.ir -c 10
PING farsnews.ir (45.157.244.14) 56(84) bytes of data.
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=1 ttl=55 time=27.3 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=2 ttl=55 time=27.6 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=3 ttl=55 time=31.5 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=4 ttl=55 time=28.2 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=5 ttl=55 time=50.4 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=6 ttl=55 time=58.7 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=7 ttl=55 time=28.5 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=8 ttl=55 time=31.1 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=9 ttl=55 time=28.1 ms
64 bytes from farsnews.ir (45.157.244.14): icmp_seq=10 ttl=55 time=146 ms

--- farsnews.ir ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9014ms
rtt min/avg/max/mdev = 27.348/45.862/146.761/35.199 ms
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$
```

farsnews : شکل ۴

```
mahdi@MahdiRazavi: ~/IUST_WORKS/Network_Lab/Lab_3
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ ping varzesh3.com -c 10
PING varzesh3.com (94.182.113.153) 56(84) bytes of data.
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=1 ttl=56 time=29.7 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=2 ttl=56 time=27.9 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=3 ttl=56 time=28.2 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=4 ttl=56 time=34.8 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=5 ttl=56 time=28.1 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=6 ttl=56 time=30.0 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=7 ttl=56 time=28.8 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=8 ttl=56 time=28.9 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=9 ttl=56 time=30.7 ms
64 bytes from varzesh3.com (94.182.113.153): icmp_seq=10 ttl=56 time=29.1 ms

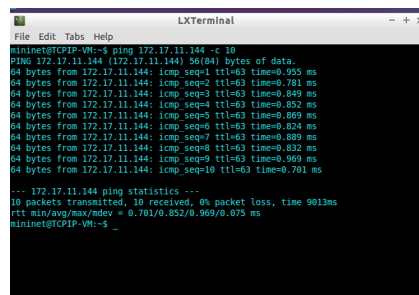
--- varzesh3.com ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9018ms
rtt min/avg/max/mdev = 27.910/29.660/34.866/1.933 ms
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$
```

varzesh3 : شکل ۵

۲ سوال دوم

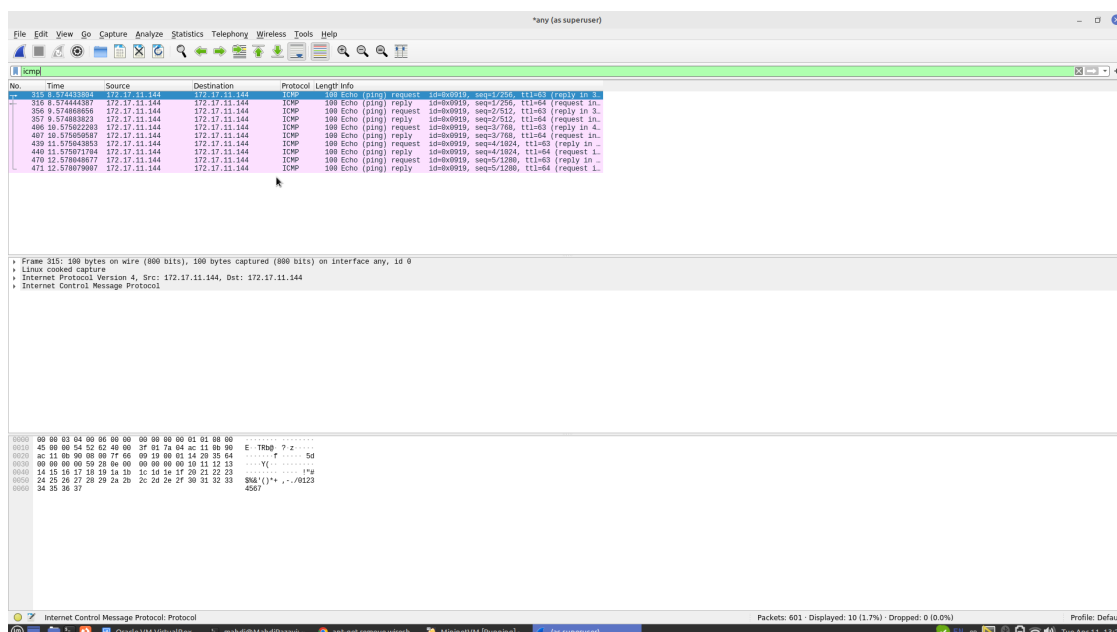
دستور `ping` را از ماشین مجازی `Mininet` به مقصد کامپیوتر خود اجرا نمایید. پارامتر `ping` را طوری تنظیم کنید که دقیقاً ۵ بسته متوالی به مقصد ارسال نمایید. همزمان از `Wireshark` نیز استفاده نمایید تا درخواست‌ها و پاسخ‌های `ping` را `capture` کند. (می‌توانید `Wireshark` را مستقیماً در کامپیوتر و یا در `VM` اجرا نمایید.) به خاطر داشته باشید که از فیلترهای `Wireshark` استفاده کنید به نحوی که تنها درخواست‌ها و پاسخ‌های `ping` نمایش داده شوند و در این مورد فیلترهای مورد استفاده خود را نیز توضیح دهید.

با استفاده از دستور `ifconfig`، `ip` دستگاه خود را مشاهده خواهیم کرد. ابتدا با استفاده از دستور `ping 172.17.11.144 -c 5` ۵ بسته متوالی را به مقصد ارسال می‌نماییم. سپس همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌کنید، در `wireshark` این بسته‌ها را با استفاده از فیلتر `ICMP6` فیلتر خواهیم کرد. تعداد این بسته‌ها می‌بایستی ۱۰ تا باشند. زیرا به ازای هر دستور `ping` ما یک `request` و یک `response` خواهیم داشت.



```
mininet@TCPIP-VN:~$ ping 172.17.11.144 -c 10
PING 172.17.11.144 (172.17.11.144) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.955 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.781 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=3 ttl=63 time=0.849 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=4 ttl=63 time=0.852 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=5 ttl=63 time=0.869 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=6 ttl=63 time=0.824 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=7 ttl=63 time=0.889 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=8 ttl=63 time=0.832 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=9 ttl=63 time=0.969 ms
64 bytes from 172.17.11.144: icmp_seq=10 ttl=63 time=0.761 ms

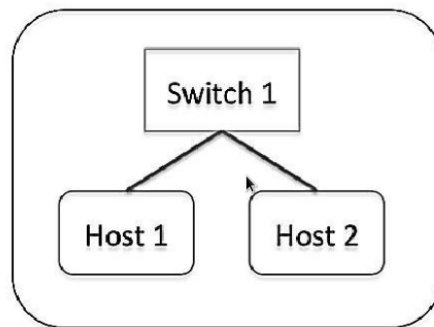
--- 172.17.11.144 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9813ms
rtt min/avg/max/ndev = 0.761/0.852/0.969/0.075 ms
mininet@TCPIP-VN:~$
```



The screenshot shows the Wireshark interface with a packet capture of ICMP Echo (ping) requests and replies. The packet list shows 10 packets, all of which are ICMP Echo (ping) requests and replies. The packet details pane shows the selected packet (packet 1) and its structure, including the Ethernet II header, Internet Protocol Version 4 header, and Internet Control Message Protocol (ICMP) header. The packet bytes pane shows the raw data of the selected packet.

در Mininet چگونه از طریق تنظیم پارامترهای `-topo` توپولوژی‌های نمایش داده شده در شکل زیر را تولید نماییم؟ دستور تک خطی مورد استفاده برای تولید توپولوژی‌ها را بنویسید. همچنین برای هر یک از توپولوژی‌ها از دستور `net` برای بررسی درستی توپولوژی‌های تولیدی خود بهره بگیرید. پس از هر دستور، فهرست اتصالات را در گزارش خود بیان کنید.

دستور مدنظر برای ساختن توپولوژی هر یک از شبکه‌های زیر در کپشن نوشته شده است.

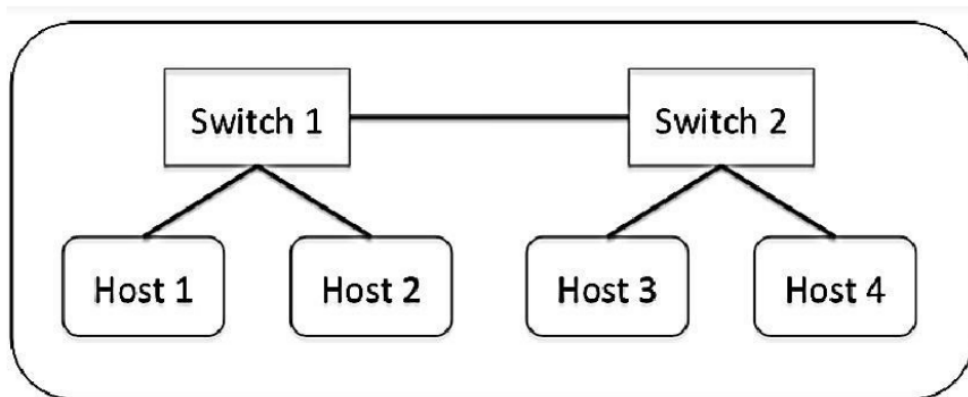


(الف)

(آ) گراف توپولوژی شبکه مینیمال

```
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ sudo mn --topo minimal
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Starting controller
*** Starting 1 switches
s1
*** Starting CLI:
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo: s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0
mininet> 
```

(ب) `sudo mn -topo minimal`

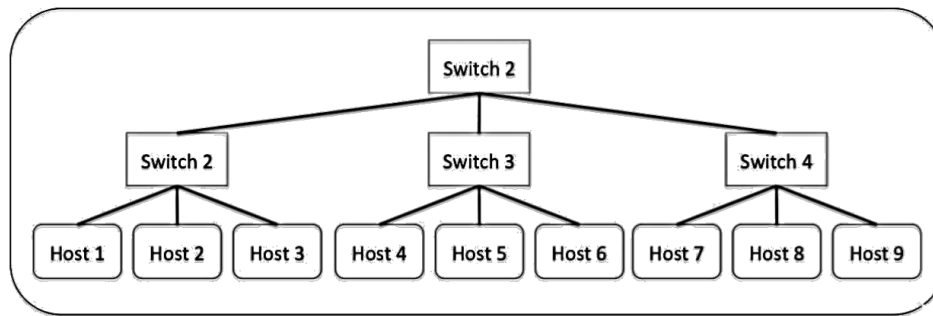


(ب)

(آ) گراف توپولوژی شبکه خطی

```
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ sudo mn --topo linear,2,2
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1s1 h1s2 h2s1 h2s2
*** Adding switches:
s1 s2
*** Adding links:
(h1s1, s1) (h1s2, s2) (h2s1, s1) (h2s2, s2) (s1, s2)
*** Configuring hosts
h1s1 h1s2 h2s1 h2s2
*** Starting controller
*** Starting 2 switches
s1 s2
*** Starting CLI:
mininet> net
h1s1 h1s1-eth0:s1-eth1
h1s2 h1s2-eth0:s2-eth1
h2s1 h2s1-eth0:s1-eth2
h2s2 h2s2-eth0:s2-eth2
s1 lo: s1-eth1:h1s1-eth0 s1-eth2:h2s1-eth0 s1-eth3:s2-eth3
s2 lo: s2-eth1:h1s2-eth0 s2-eth2:h2s2-eth0 s2-eth3:s1-eth3
c0
mininet> 
```

sudo mn --topo linear,2,2 (ب)



(ج)

(آ) گراف توپولوژی شبکه درختی

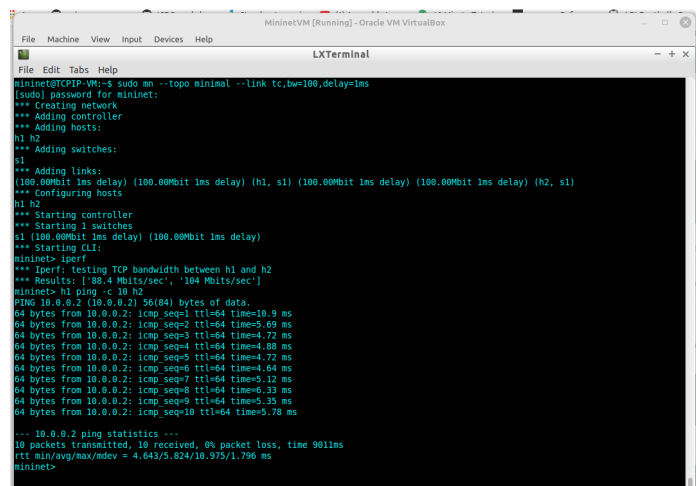
```
mininet@TCPIP-VM:~/lab0$ sudo mn --topo tree,depth=2,fanout=3
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2 h3 h4 h5 h6 h7 h8 h9
*** Adding switches:
s1 s2 s3 s4
*** Adding links:
(h1, s2) (h2, s2) (h3, s2) (h4, s3) (h5, s3) (h6, s3) (h7, s4) (h8, s4) (h9, s4) (s1, s2) (s1, s3) (s1, s4)
*** Configuring hosts
h1 h2 h3 h4 h5 h6 h7 h8 h9
*** Starting controller
*** Starting 4 switches
s1 s2 s3 s4
*** Starting CLI:
mininet> net
h1 h1-eth0:s2-eth1
h2 h2-eth0:s2-eth2
h3 h3-eth0:s2-eth3
h4 h4-eth0:s3-eth1
h5 h5-eth0:s3-eth2
h6 h6-eth0:s3-eth3
h7 h7-eth0:s4-eth1
h8 h8-eth0:s4-eth2
h9 h9-eth0:s4-eth3
s1 lo: s1-eth1:s2-eth4 s1-eth2:s3-eth4 s1-eth3:s4-eth4
s2 lo: s2-eth1:h1-eth0 s2-eth2:h2-eth0 s2-eth3:h3-eth0 s2-eth4:s1-eth1
s3 lo: s3-eth1:h4-eth0 s3-eth2:h5-eth0 s3-eth3:h6-eth0 s3-eth4:s1-eth2
s4 lo: s4-eth1:h7-eth0 s4-eth2:h8-eth0 s4-eth3:h9-eth0 s4-eth4:s1-eth3
c0
```

(ب) `sudo mn -topo tree,depth=2,fanout=3`

بار دیگر توپولوژی نشان‌داده شده در شکل الف را در نظر بگیرید.
می‌خواهیم سناریوهایی با پارامترهای لینک (پهنای باند ، تاخیر) مختلف تولید نماییم.
ابتدا پهنای باند را ثابت گرفته و تاخیر را با ۱۰ مقدار مختلف تنظیم نماییم.
سپس تاخیر را ثابت نگه داشته و این بار ، پهنای باند را با ۱۰ مقدار متفاوت تنظیم کنید.
برای هر سناریویی که تولید می‌کنید ، از دستور `ping` و `iperf` برای اندازه‌گیری `RTT` و پهنای باند بین دو `host` تحت تاثیر پارامترهای لینک مختلف استفاده نمایید.
نتایج اندازه‌گیری شده را نشان‌داده و ارتباط میان `RTT` ، پهنای باند و پارامترهای لینک را توضیح دهید.

برای این منظور ابتدا از دستور

`sudo mn --topo minimal --link tc,bw=100,delay=1ms` برای مقداردهی کردن پارامترهای لینک استفاده خواهیم کرد.



```

File Edit Tabs Help
LXTerminal
mininet@UPTX-PM:~$ sudo mn --topo minimal --link tc,bw=100,delay=1ms
[sudo] password for mininet:
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(100.00Mbit 1ms delay) (100.00Mbit 1ms delay) (h1, s1) (100.00Mbit 1ms delay) (100.00Mbit 1ms delay) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Starting controller
*** Starting 2 switches
s1 (100.00Mbit 1ms delay) (100.00Mbit 1ms delay)
*** Starting CLI:
mininet> iperf
*** Iperf: testing TCP bandwidth between h1 and h2
*** Results: ['88.4 Mbits/sec', '104 Mbits/sec']
mininet> h1 ping -c 10 h2
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=10.9 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=5.09 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=4.72 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=4.68 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=4.72 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=4.64 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=5.12 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=6.33 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=5.35 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=5.78 ms
--- 10.0.0.2 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 901ms
rtt min/avg/max/ndev = 4.643/5.824/10.975/1.796 ms
mininet>
  
```

شکل ۶: مقدار دهی کردن به پارامترهای لینک

Delay	RTT(ms)	Measured Bandwidth
0.01	2.363	49.45
0.05	1.320	43.3
0.1	1.360	40.90
0.5	2.074	59.40
1.0	1.888	39.90
5.0	1.886	43.00
10.0	2.091	37.55
50.0	2.239	36.55
100.0	3.624	28.4
500.0	5.531	24.55

جدول ۱: پهنای باند ثابت و تاخیر متغیر

BandWidth(Mbit/sec)	RTT(ms)	Measured Bandwidth
0.01	1.363	0.045
0.05	3.320	0.073
0.1	2.360	0.19
0.5	2.074	0.49
1.0	3.888	1.90
5.0	2.886	5.00
10.0	2.091	10.55
50.0	2.239	26.55
100.0	1.624	38.4
500.0	1.531	87.55

جدول ۲: تاخیر ثابت و پهنای باند متغیر