

بسمه تعالی



آزمایشگاه شبکه  
دانشکده برق و کامپیوتر  
دانشگاه صنعتی اصفهان

پاییز ۱۴۰۳  
دکتر حیدرپور، دکتر فانیان

پیش گزارش آشنایی با مسیریابی میان شبکه‌های محلی مجازی  
(inter-VLAN Routing) در روتر و مسیریابی ایستا (static)

## فهرست:

روتر

مسیریابی

سخت افزار

نرم افزار

دستورات پیکربندی

پیکربندی اینترفیس FastEthernet

پیکربندی اینترفیس Serial

اینترفیس Loopback

بررسی وضعیت اینترفیس‌ها

مسیریابی استاتیک

مسیر پیش فرض Default Route

مسیریابی بین شبکه‌های محلی مجازی (Inter-VLAN Routing) در روتر



## روتر

روتر یا مسیریاب (Router) دستگاهی است که بسته‌های داده را بین شبکه‌های کامپیوتری جابجا می‌کند تا آن‌ها را به مقصد مناسب برساند. این دستگاه به عنوان واسطی بین دو یا چند شبکه، مانند اینترنت و شبکه محلی (LAN) عمل می‌کند.

روتر یک آدرس IP به هر کدام از دستگاه‌های شبکه می‌دهد تا در هنگام دریافت و ارسال داده‌ها، آدرس مقصد یا مبدا خود را بدانند. با این کار، روتر مطمئن خواهد بود که بسته‌های ارسالی یا دریافتی همیشه به مقصد صحیح خود خواهند رسید و در مسیر شبکه گم نمی‌شوند.

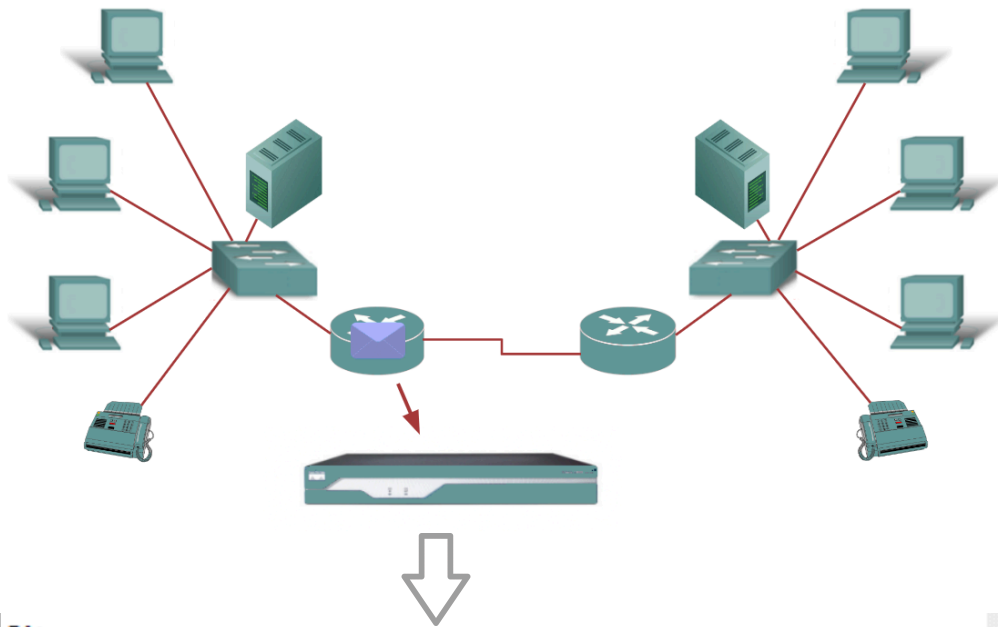
به طور کلی، روتر با استفاده از جدول مسیریابی (Routing Table)، ترافیک (Traffic) بین دستگاه‌های مختلف یک شبکه را هدایت می‌کند. همچنین، این دستگاه ویژگی‌های امنیتی مانند Firewall و ترجمه آدرس شبکه (Network Address Translation - NAT) را نیز فراهم می‌کند تا شبکه را در برابر دسترسی غیرمجاز حفاظت کند.

## مسیریابی

به منظور برقراری ارتباط بین چند شبکه از روتر استفاده می‌شود؛ بنابراین وظیفه‌ی اصلی یک روتر هدایت بسته‌ها به سمت شبکه‌های مقصد محلی یا دور دست است که این کار را در قالب دو بخش زیر انجام می‌دهد:

- تعیین بهترین مسیر برای ارسال بسته‌ها
- هدایت بسته‌ها به سمت مقصد مورد نظر

بهترین مسیر بر اساس معیار مشخصی تعیین می‌گردد و در جدول مسیریابی قرار داده می‌شود. آنگاه مسیریابی بر اساس این جدول انجام می‌گیرد. روترها می‌توانند بسته‌هایی را از اینترنت (interface) با پروتکل‌های لایه-پیوند-داده‌ی (Data link layer) متفاوتی مانند اترنت (Ethernet) دریافت و بر روی اینترنت‌های مربوطه با پروتکلی دیگر مانند ppp (Point-to-Point Protocol) قرار دهند.

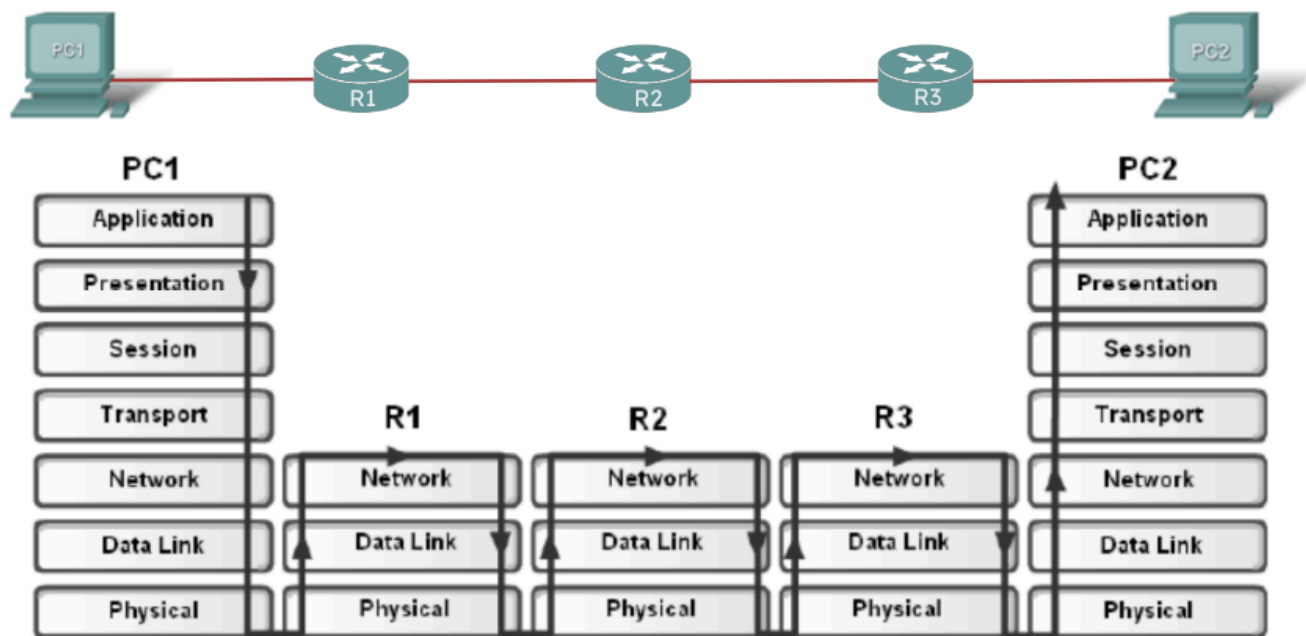


```
R1>en
R1#
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS
inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.1.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.1.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
    192.168.5.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.5.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.5.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
D       192.168.10.0/24 [90/2170112] via 10.1.1.2, 00:00:36, Serial0/1/0
R1#
```

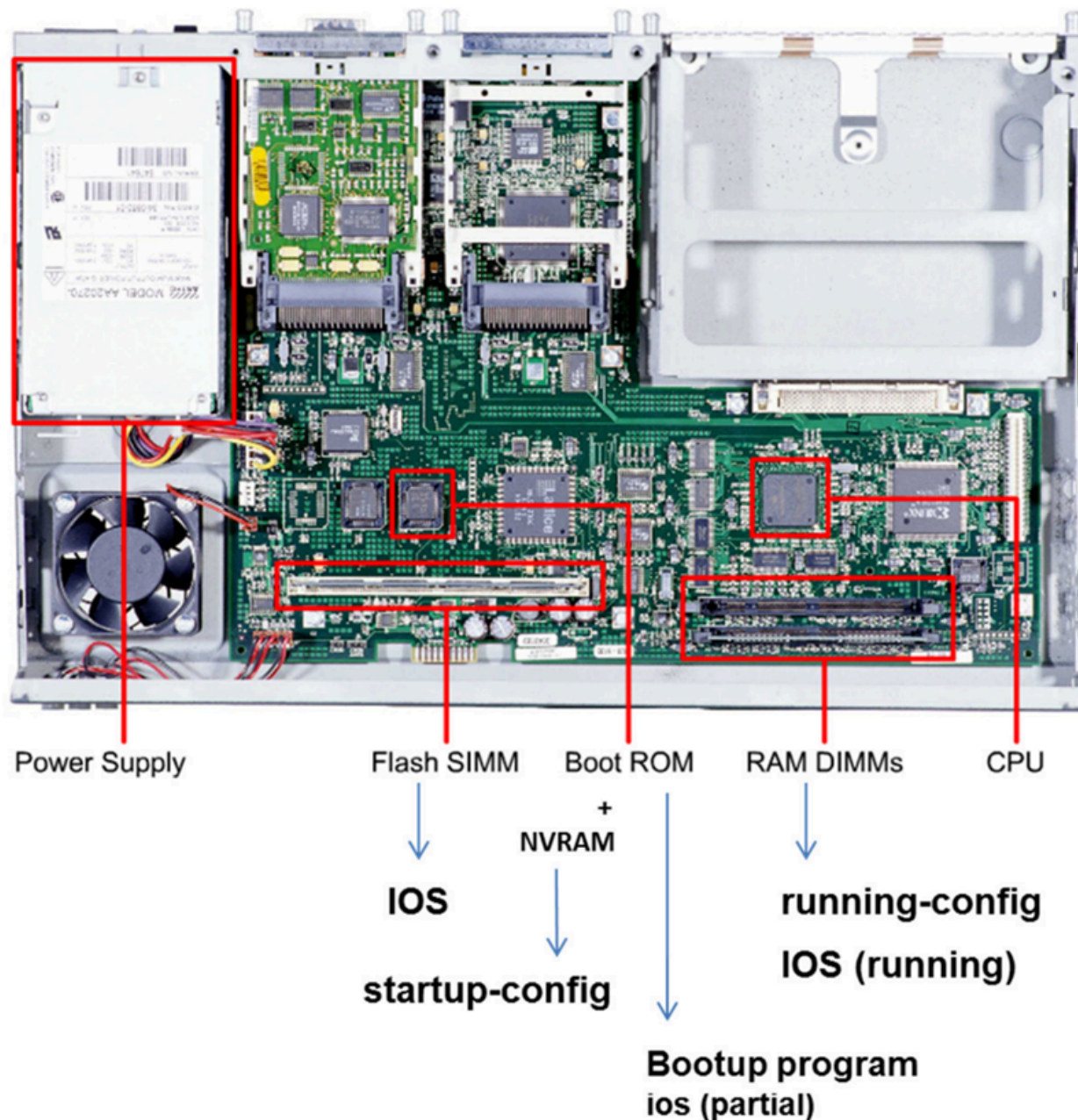
به طور کلی روتر یک تجهیز لایه ۳ است. بنابراین با دریافت سیگنال‌ها در لایه فیزیکی آنها را به صورت فریم‌های لایه ۲ مرتب کرده و پس از جداسازی header و trailer آنها، بسته IP را استخراج می‌کند. پس از به دست آمدن آدرس مقصد، بهترین مسیر بر اساس جدول مسیریابی تعیین و بر روی اینترفیس مربوطه قرار داده می‌شود و آنگاه فریم متناسب با اینترفیس و پروتکل تنظیم شده، بر روی آن بازسازی و در نهایت به صورت سیگنال‌های متناسب با رسانه مربوطه، ارسال می‌گردد.



## سخت افزار

سخت افزار روتر، مانند یک کامپیوتر از اجزایی مانند منبع تغذیه، واحد پردازشگر مرکزی و چندین نوع حافظه تشکیل شده است.

- ROM: برنامه بالا آمدن روتر درون این حافظه ذخیره می‌شود.
- Flash: سیستم عامل روتر بر روی این حافظه ذخیره می‌شود.
- NVRAM: پیکربندی‌های قبلی روتر درون فایل به نام startup-config ذخیره می‌شود.
- RAM: با روشن شدن روتر، سیستم عامل بر روی این حافظه موقتی کپی می‌شود؛ همچنین تنظیمات قبلی روتر از فایل startup-config، بر روی فایل به نام running-config بر روی این حافظه موقتی قرار می‌گیرد.



## نرم افزار

همانند یک کامپیوتر، روترها نیز نیازمند یک سیستم عامل هستند. سیستم عامل اختصاصی سیسکو برای روترها، (IOS (Internetwork Operating System نام دارد. این سیستم عامل سرویس‌های زیر را مهیا می‌سازد:

- مسیریابی و سوئیچینگ
- دسترسی امن و قابل اعتماد به منابع شبکه

سیستم عامل IOS برای سخت افزارهای مختلف و کاربردهای گوناگون انواع متفاوتی دارد که بایستی به هنگام انتخاب سیستم عامل این موارد مدنظر قرار گیرد.

## دستورات پیکربندی روتر

Router > enable	برای تغییر حالت از user EXEC به Privileged EXEC
Router # configure terminal	برای تغییر از حالت exec به حالت کانفیگ گلوبال
Router (config) # hostname R1	برای تغییر نام روتر
R1 (config) # exit	برای بازگشت به مود قبلی
R1 # show interface stats	برای نمایش اینترفیس های روتر
R1 # end	برای بازگشت به حالت exec مود

دقت فرمایید بسیاری از دستوراتی که تا به اینجا کار برای سوئیچ ها (علی الخصوص سوئیچ لایه سه) استفاده کرده اید، بر روی روتر نیز به همان شکل خواهند بود مگر در مواردی که آنها را ذکر خواهیم کرد.

روترها از دو نوع اینترفیس LAN (fast Ethernet) و WAN (Serial) تشکیل شده است که به منظور استفاده بایستی پیکربندی شوند.

## پیکربندی اینترفیس FastEthernet

علاوه بر آدرس دهی اینترفیس بایستی اینترفیس روشن شود اینترفیس ها در حالت پیش فرض خاموش هستند.

```
Router(config)#interface FastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

↓                      ↓

Interface Address    Subnet Mask

## پیکربندی اینترفیس Serial

برای اینترفیس سریال در صورتی که اینترفیس، DCE باشد بایستی کلاک ریت تنظیم شود البته اینترفیس می تواند DTE باشد که در این صورت کلاک ریت آن، از سمت DCE تعیین می شود و نیازی به تنظیم کلاک ندارد. یادآوری می شود DCE یا DTE بودن اینترفیس از روی کابل مشخص می گردد.

```
Router(config)#interface Serial 0/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.11.1 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 56000
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

↓                      ↓  
Interface Address      Subnet Mask

## اینترفیس Loopback

یک اینترفیس مجازی است که به منظور تست کردن برخی سناریوها به جای اتصال یک اینترفیس فیزیکی مورد استفاده قرار می گیرد. این اینترفیس بایستی ابتدا به صورت زیر تعریف شده و آنگاه آدرس دهی شود. یادآوری می شود این اینترفیس به صورت پیش فرض روشن است و نیازی به no shutdown ندارد.

```
Router(config)# interface loopback [loopback_id]
Router(config-if)# ip address [ip_address] [subnet_mask]
```

## بررسی وضعیت اینترفیس ها

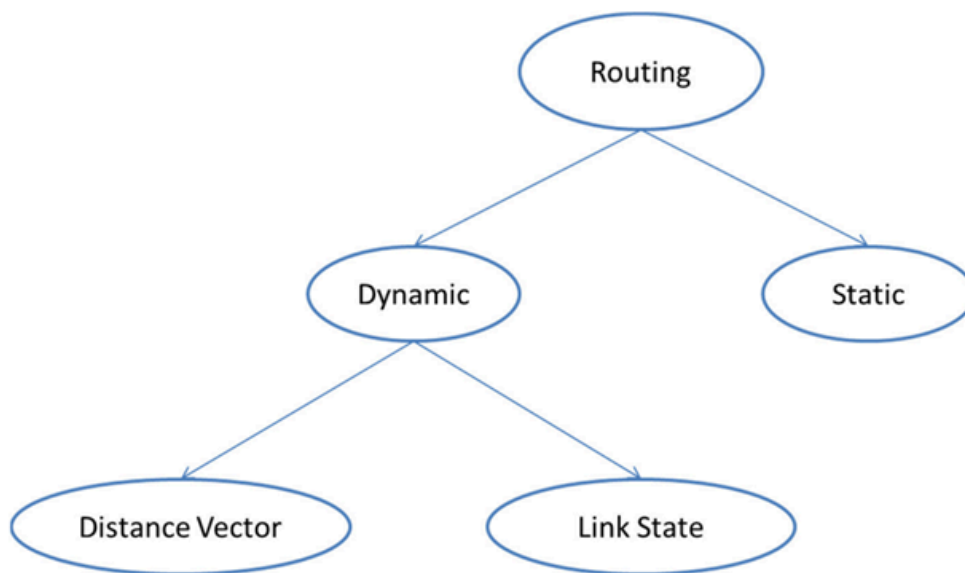
با استفاده از دستور زیر می توان وضعیت اینترفیس ها و آدرس های آن ها را بررسی کرد. در صورتی که اینترفیسی به صورت صحیح پیکربندی شده باشد و مشکل خاصی از نظر کابل های ارتباطی نداشته باشد و طرف دیگر نیز به درستی تنظیم شده باشد. پرچم های وضعیت و پروتکل آن اینترفیس در حالت up-up خواهد بود در غیر این صورت مشکلی وجود دارد.



```
Router1#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.254.254	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
Serial0/0/0	172.16.0.254	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

مسیریابی را می‌توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد:

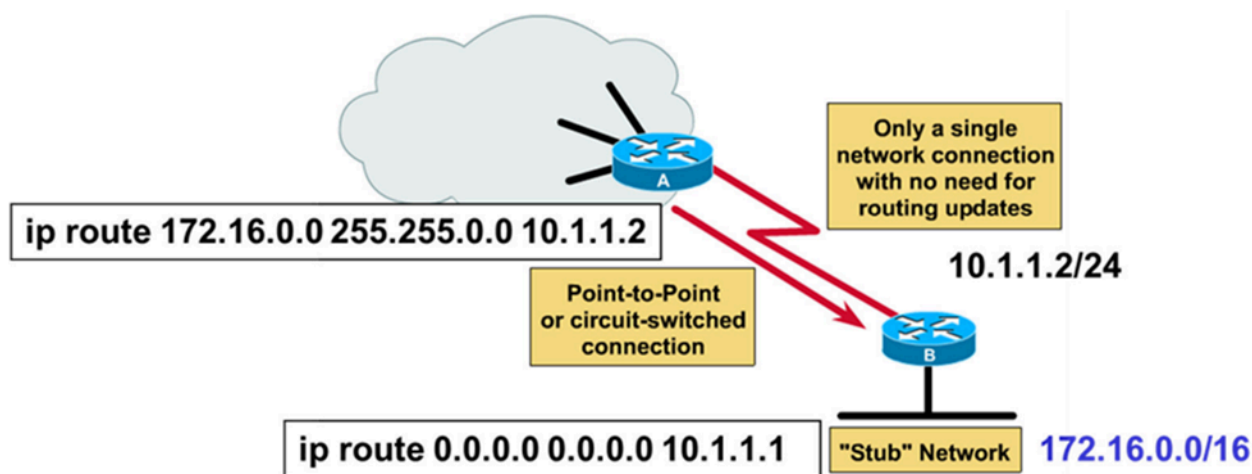


## مسیریابی استاتیک

در شبکه زیر پس از پیکربندی اینترفیس‌ها، روتر R1 قادر به دسترسی به شبکه 192.168.3.0/24 نخواهد بود. بدین منظور بایستی در جدول مسیریابی آن، این شبکه وجود داشته باشد. در زیر نحوه اضافه کردن مسیر به صورت استاتیک نشان داده شده است.

```
Routing(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0/0/0
```

یک از کاربردهای static route در شبکه‌های واقعی زمانی است که یک شبکه تنها از طریق یک روتر به شبکه دیگری متصل است. به چنین مسیریابی، Stub گفته می‌شود. در این صورت برای Stub router یک مسیر پیشفرض به سمت روتر Gateway و برای روتر Gateway هم یک static route به سمت Stub router تعریف می‌شود.



## مسیریابی بین شبکه‌های محلی مجازی (Inter-VLAN Routing) در روتر

برای استفاده از روتر در فرایند InterVLAN Routing دو راه داریم.

۱. برای هر یک از شبکه‌های محلی مجازی تعریف شده، یک پورت به روتر متصل کرده و آن پورت را به عنوان Gateway شبکه متناظر تعریف کنیم. با توجه به اینکه تعداد پورت‌های یک روتر محدود است این روش مقیاس پذیر نبوده و در عمل کاربرد چندانی ندارد.

۲. یکی از پورت‌های روتر را به سوئیچ متصل کرده و تمامی ترافیک VLAN ها را از آن پورت عبور بدهیم. در ادامه با این روش که به آن Router on a stick یا ROAS گفته می‌شود آشنا خواهیم شد.

با توجه به اینکه باید ترافیک چندین VLAN مختلف از یکی از اینترفیس‌های روتر رد شود، باید این اینترفیس را به چندین اینترفیس مجازی تقسیم کنیم. هر یک از این اینترفیس‌های مجازی که به آن‌ها Subinterface گفته می‌شود متناظر با یک VLAN هستند.

برای فعال سازی ROAS اعمال زیر را انجام می دهیم:

- بر روی سوئیچ اینترفیس متصل به روتر را به صورت Trunk تنظیم می کنیم:

```
Switch(config)# interface [interface_id]
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

- اینترفیس روتر متصل به سوئیچ را نیز به صورت زیر تنظیم می کنیم:

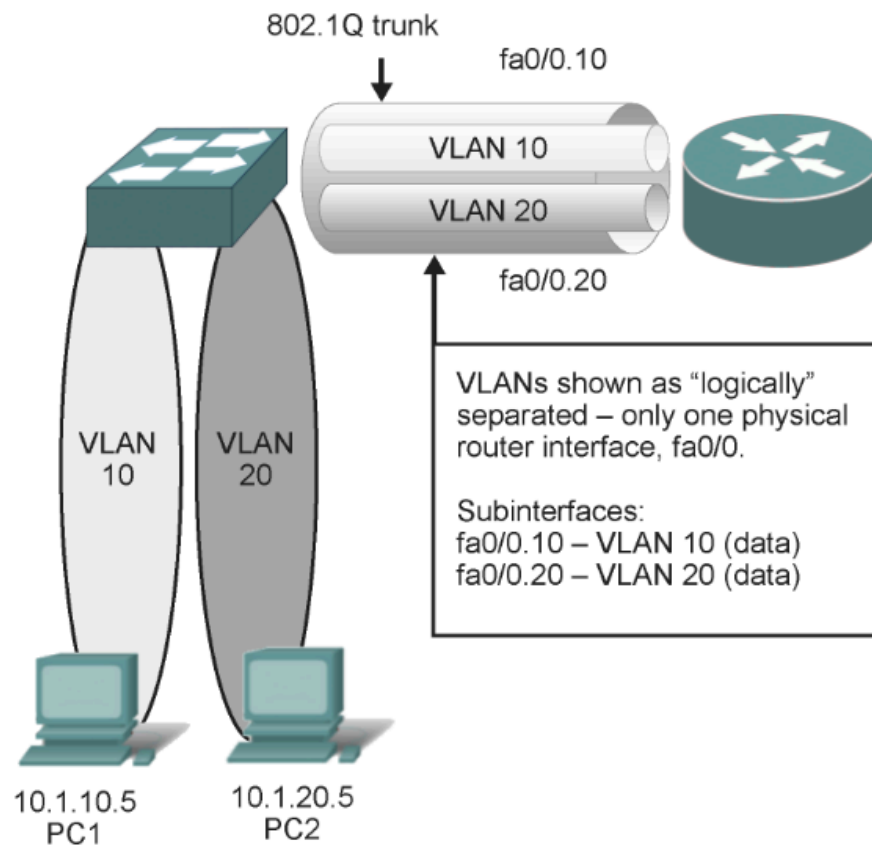
```
Router(config)# interface [interface_id]
Router(config-if)# no shutdown
```

برای هر یک از VLAN های تعریف شده در شبکه، یک Subinterface در روتر می سازیم:

```
Router(config)# interface [interface_id.subinterface]
```

در Subinterface ساخته شده، Encapsulation را تنظیم و سپس آدرس ip تنظیم می کنیم:

```
Router(config-subif)# encapsulation [dot1q | isl] [vlan-id]
Router(config-subif)# ip address [ip_address] [subnet_mask]
```



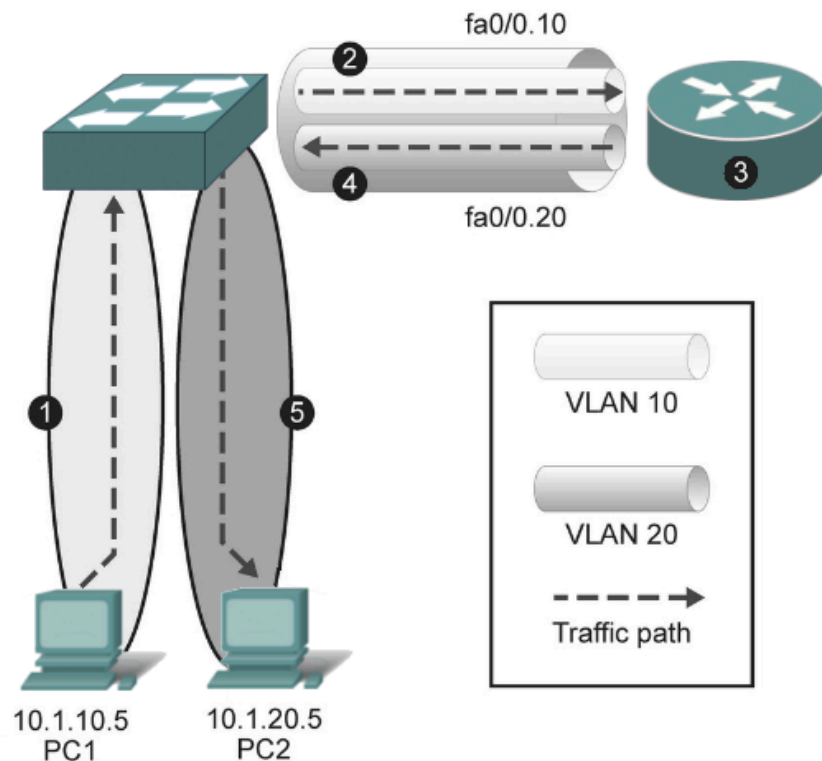
مثال: برای تنظیم توپولوژی بالا دستورات زیر را بر روی روتر و سوئیچ اجرا می کنیم:

```
Router(config)# interface FastEthernet0/0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# interface FastEthernet 0/0.10
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)# ip address 10.1.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)# exit
Router(config)# interface FastEthernet 0/0.20
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)# ip address 10.1.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)# exit
```



```
Switch(config)# interface FastEthernet 0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

- در این حالت زمانی که بسته‌ای از PC1 به مقصد PC2 ارسال می‌شود مراحل زیر طی می‌شود:
- بسته از کامپیوتر وارد سوئیچ می‌شود (1) و با برچسب VLAN 10 به مقصد روتر ارسال شده و وارد Fa0/0.10 می‌شود. (2)
  - روتر تشخیص می‌دهد که این بسته باید به VLAN 20 برود (3) و به همین خاطر آن را روی Fa0/0.20 برای سوئیچ ارسال کرده و بسته روی سوئیچ با برچسب VLAN 20 دریافت می‌شود. (4)
  - سوئیچ بسته را به PC2 تحویل می‌دهد. (5)



(پیروز باشید :)