



Network Protocols

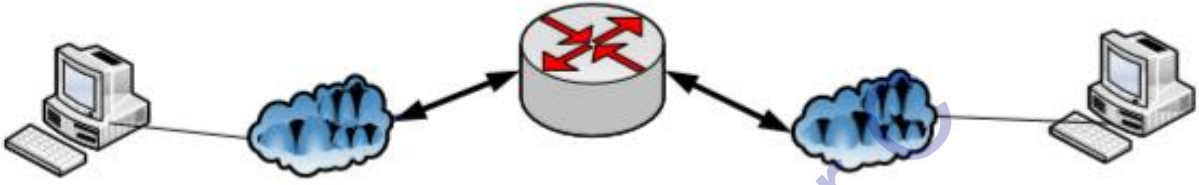
Practical session 2

Sleman Khadoor
slemankhadorit@gmail.com

Routing

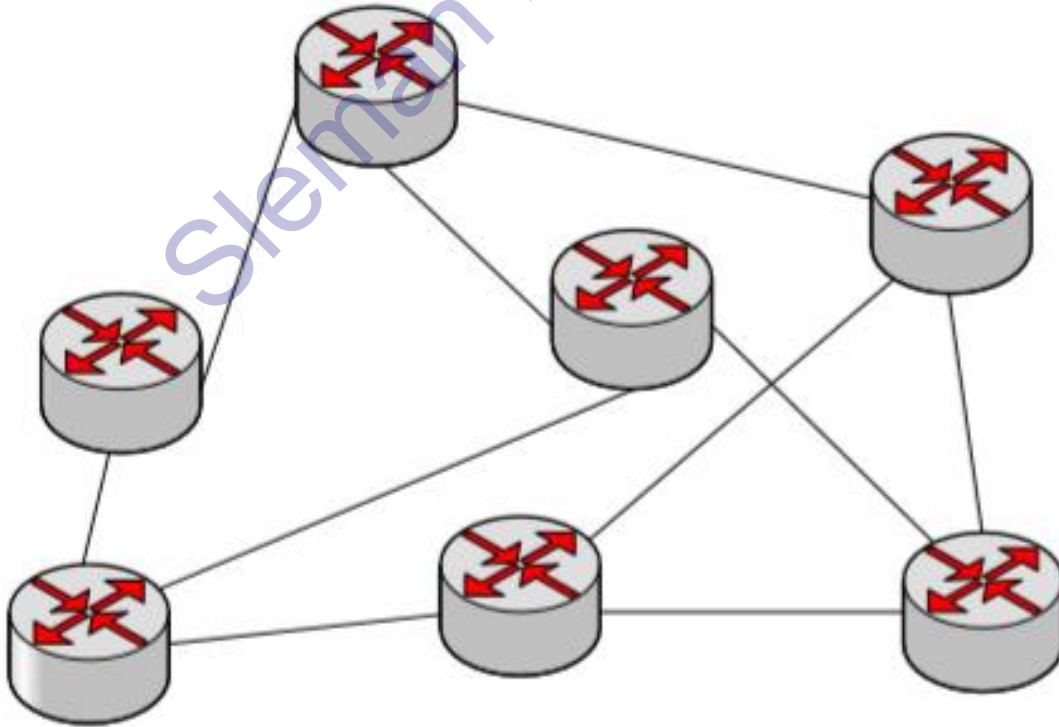
تتم عملية التوجيه في الطبقة الثالثة من نموذج OSI ، ومهمتها الأساسية هي تمكين المأخذ الشبكي للجهاز من تبادل البيانات مع المأخذ الشبكي لجهاز آخر من شبكة أخرى.

الحالة الأبسط هي الحالة التي يعرضها الشكل التالي:



الجهاز الأول موجود على شبكة A ، والجهاز الثاني موجود على الشبكة B وهناك جهاز يعرف باسم الموجه router يصل بين الشبكتين.

أما الشكل التالي فيعرض حالة أكثر تعقيدا ، إذ هناك العديد من الشبكات البينية التي ستعبرها البيانات بين المصدر والوجهة، إضافة إلى وجود عدة مسارات متاحة.



إذا أردنا المقارنة بين عملية التبديل وعملية التوجيه، فسنجد الكثير من الشبه، فكلاهما يتضمن إرسال وحدات من البيانات من مصدر إلى وجهة. ولكن الفرق الأساسي هنا هو أنه في حالة التبديل فإن المرسل والمستقبل متصلان على نفس الشبكة، أما في حالة التوجيه، فإن المرسل والمستقبل ينتميان إلى شبكتين مختلفتين .

بناء على ذلك، فإن وصل شبكتين عن طريق مبدلة من شأنه دمج الشبكتين لتصبحان شبكة واحدة، وينتج عن ذلك أن أية عملية بث يتم إرسالها ستصل إلى بوابات الشبكتين. أما إذا تم الوصل عن طريق موجه، فإنهما تبقيان شبكتين منفصلتين، وأية عملية بث يتم إرسالها لن تعبر الموجه وستبقى ضمن الشبكة التي ينتمي إليها المرسل فقط .

تعرف وحدة البيانات المستخدمة في الطبقة الثالثة باسم رزمة packet.

تقدم الطبقة الثالثة 3 وظائف أساسية فيما يخص التوجيه:

✓ العنوان

✓ تحديد المسار الذي ستسلكه البيانات من المصدر إلى الوجهة.

✓ إيصال البيانات من المصدر إلى الوجهة.

تملك الموجهات جدول يسمى جدول التوجيه ويحتوي جدول التوجيه على جميع عناوين الشبكة وكيفية الاتصال بالشبكات الأخرى (بشكل مباشر أو غير مباشر)، إضافة إلى المسارات المتوفرة بين موجهات الشبكة وتكلفة إرسال البيانات عبر هذه المسارات.

تتعرف الموجهات على أرقام الشبكات التي تسمح لها بالتحدث مع غيرها من الموجهات على الشبكة، وتتعرف كذلك على عناوين الشبكات التي تنتمي لها كل بطاقة شبكة تملكها.

يتم بناء جداول التوجيه بطريقتين:

✓ بشكل يدوي يقوم به مدير الشبكة

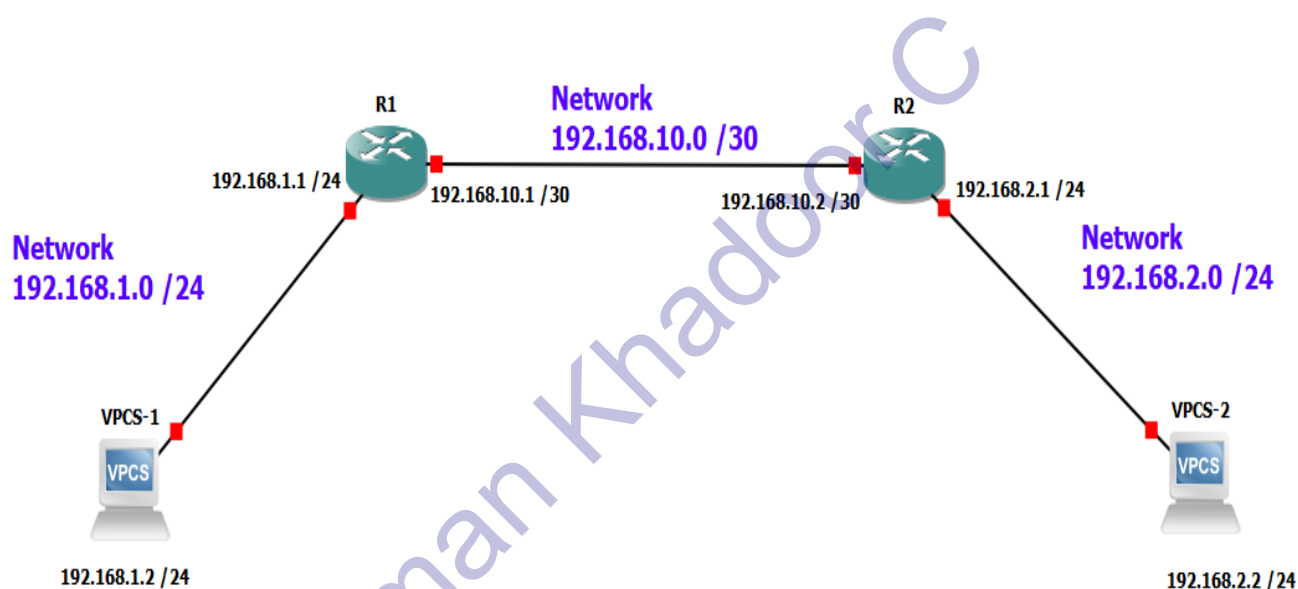
✓ بشكل ديناميكي بالاعتماد على أحد بروتوكولات التوجيه

بروتوكول التوجيه : هوي بروتوكول تستخدمه الموجهات لتبادل معلومات التوجيه بينها وبناء جداول التوجيه الخاصة بها، ومن الأمثلة على بروتوكولات التوجيه : RIP ، OSPF ، EIGRP.

التوجيه الساكن static routing :

لنفرض لدينا المخطط التالي المكون من موجهين (two routers) يربطان شبكات مختلفة

كل من الموجهين يعرف الشبكات المتصلة به مباشرة، فالموجه R1 يعرف الشبكتين 192.168.1.0 و 192.168.10.0 وهو قادر على الربط بين الأجهزة الموجودة ضمن هاتين الشبكتين ولكنه لا يعرف أين تقع الشبكة 192.168.2.0 سنقوم بتعليم الموجه R1 كيف يوجه الطرود التي تصله متجهةً إلى الشبكة 192.168.2.0 كما سنقوم بتعليم الموجه R2 كيف يوجه الطرود التي تصله متجهةً إلى الشبكة 192.168.1.0



نقوم بالدخول إلى وضع ال configure terminal ومن ثم نقوم بإعطاء كل منفذ من منافذ الراوتر عنوان ip حسب المخطط وذلك كالتالي

Interface fa 0/1

Ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

no shutdown

الحالة الافتراضية لمنافذ الراوتر هي shutdown لذلك قمنا بتشغيل المنفذ بعد إعطائه العنوان من خلال التعليمة no shutdown وهذه الطريقة تستخدم لإلغاء العمليات عادة حيث نسبق التعليمة بكلمة no.

وهكذا نقوم بإعطاء باقي المنافذ عناوين كما هو موضح في المخطط السابق.

نقوم باستعراض جدول التوجيه للموجه R1 في وضع ال enable باستخدام التعليمة show ip route .

```
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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
L       192.168.1.1/32 is directly connected, FastEthernet0/1
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
L       192.168.10.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0
```

يعرض لنا الموجه بداية مجموعة من الاختصارات ومعنى كل منها، ومن ثم يعرض لنا الطرق التي يعلمها الموجه، فمثلا يعرض لنا الموجه الشبكة 192.168.1.0 /24 بأنها متصلة بالموجه مباشرة على المنفذ fastEthernet 0/1 (الحرف c يدل على ذلك connected directly)، كما يعرض العنوان 192.168.1.1/32 بأنه العنوان الذي يملكه المنفذ fastEthernet 0/1 ويدل الحرف L الموجود على اليسار أن هذا العنوان محلي (local).

وعند اختبار الاتصال بين الجهازين VPCS1 و VPCS2 حصلنا على النتيجة التالية

```
VPCS-1
VPCS-1> ping 192.168.2.2
*192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=19.997 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=9.999 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.012 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=4.976 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*192.168.1.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.998 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

حيث رد الموجه R1 بأنه لا يعلم مكان الوجهة.

بينما عند اختبار اتصال الجهاز VPCS1 مع منفذ الراوتر R1 الذي يتصل مع الراوتر R2 كانت النتيجة كالتالي:

```
VPCS-1> ping 192.168.10.1
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=5.003 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=10.068 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.011 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=5.006 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=14.975 ms
```

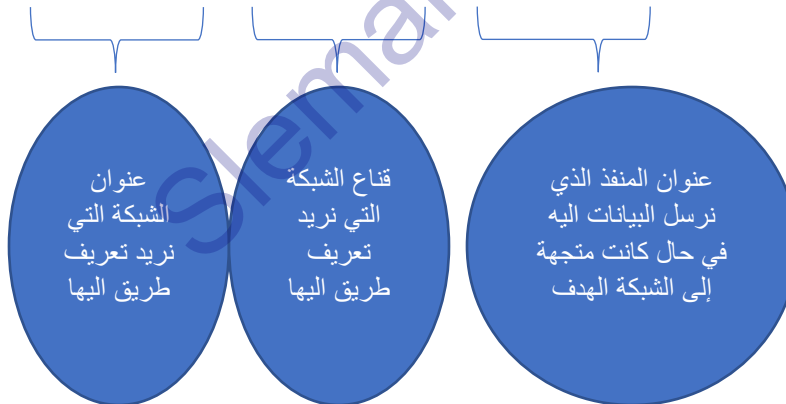
وعند تجربة اتصال الجهاز VPCS1 مع منفذ الراوتر R2 الذي يتصل مع R1 نحصل على النتيجة :

```
VPCS-1> ping 192.168.10.2
192.168.10.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.10.2 icmp_seq=2 timeout
192.168.10.2 icmp_seq=3 timeout
192.168.10.2 icmp_seq=4 timeout
192.168.10.2 icmp_seq=5 timeout
```

والسبب وراء هذا الرد أن الموجه R1 يعلم موقع المنفذ الخاص بالراوتر R2 الذي نحاول الاتصال معه فتصله رزم ال icmp ولكن الراوتر R2 لا يعلم أين تقع الشبكة التي ينتمي اليها جهازنا VPC1 وبالتالي لا يستطيع الرد.

نقوم بتعليم الموجه R1 عن موقع الشبكة 192.168.2.0 /24 في وضع ال configuration كالتالي:


```
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.10.2
```



ومن ثم نقوم بتعليم الراوتر R2 طريقاً إلى الشبكة 192.168.1.0 كالتالي:

```
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.10.1
```

والآن عندما نقوم بتجربة الاتصال بين الجهاز VPCS1 والموجه R2 والجهاز VPCS2 نجد التالي:

 VPCS-1

```
VPCS-1> ping 192.168.10.2
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=1 ttl=254 time=79.992 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=2 ttl=254 time=34.995 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=3 ttl=254 time=39.994 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=4 ttl=254 time=39.995 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=5 ttl=254 time=44.956 ms

VPCS-1> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=62 time=159.984 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=62 time=44.990 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=62 time=44.998 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=62 time=49.991 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=62 time=50.182 ms
```

وبتجربة الاتصال بين الجهاز VPCS2 والموجه R1 والجهاز VPCS1 نجد التالي:

```
VPCS-2> ping 192.168.10.1
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=1 ttl=254 time=70.221 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=2 ttl=254 time=35.132 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=3 ttl=254 time=50.306 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=4 ttl=254 time=55.582 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=5 ttl=254 time=39.995 ms

VPCS-2> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=62 time=90.513 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=62 time=51.579 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=62 time=60.171 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=62 time=54.997 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=62 time=35.146 ms
```

أي أن جميع الأجهزة ضمن شبكتنا أصبحت متصلة وقادرة على الوصول لبعضها.

ما فعلناه يعرف باسم التوجيه الساكن Static Routing حيث قمنا بإضافة الطرق إلى الشبكات البعيدة على كل موجه بشكل يدوي، ولو كان لدينا عشر شبكات أخرى لقمنا بإضافة كل شبكة كما فعلنا وهنا يبرز ضعف هذه الطريقة فمن جهة هي متعبة للتقني الذي يقوم بإضافة الطرق بشكل يدوي كلما زاد تعقيد الشبكة ومن جهة أخرى عند حدوث أي تغيير في الشبكة يجب على التقني أن يجري التعديلات بشكل يدوي.

وهنا تبرز أهمية بروتوكولات التوجيه التي تسمح للمبدلات بتبادل معلومات التوجيه بسرعة وفعالية. وتقوم بتعديل جداول التوجيه عند حدوث أي تغيير في الشبكة.

إذا قمنا باستعراض جدول التوجيه الخاص بالموجه R1 بعد أن قمنا بإضافة الطريق بشكل يدوي لوجدناه كالتالي:

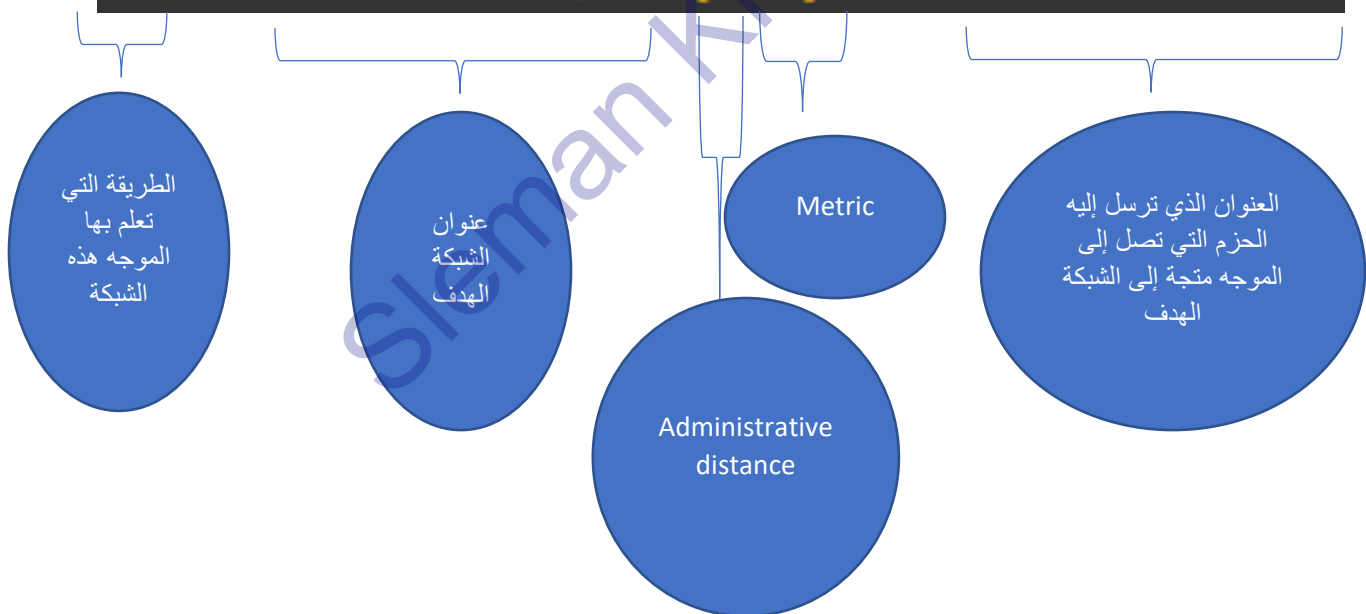
```
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
L       192.168.1.1/32 is directly connected, FastEthernet0/1
S       192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.10.2
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
L       192.168.10.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0
```

حيث نلاحظ وجود طريق جديد على يساره الحرف S للدلالة على أن هذا الطريق تمت إضافته بشكل يدوي (Static)

S 192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.10.2



Administrative distance: هي المعيار الذي يستخدمه الموجه لاختيار الطريق الأفضل في حال وجود عدة طرق تؤدي إلى نفس الشبكة ناتج عن بروتوكولات توجيه مختلفة (بمعنى أنها تمثل مدى موثوقية بروتوكول التوجيه المستخدم لايجاد الطريق).

يمثل الجدول التالي القيم الخاصة بهذا المعيار:

Route Source	Default Distance Values
Connected interface	0
Static route	1
Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) summary route	5
External Border Gateway Protocol (BGP)	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110

Metric: تمثل كلفة الطريق إلى الشبكة الهدف وتختلف قيمة ال Metric بحسب البروتوكول المستخدم ، فمثلاً يستخدم بروتوكول ال RIP عدد العقد التي تعبرها الرزم وصولاً إلى الشبكة الهدف كقيمة لل Metric.

ملاحظة:

أثناء تعليم الموجه الطريق إلى شبكة ما كان بالإمكان بدلاً من إعطاء العنوان الذي ترسل إليه الحزم التي تصل إلى الموجه متجة إلى الشبكة الهدف إعطاء المنفذ على الموجه الذي سترسل عبره البيانات متجهة إلى الشبكة الهدف.

أي وكأننا نخبر الموجه R1 أنه عندما تصله رزم متجهة إلى الشبكة 192.168.2.0/24 بأن يرسلها عبر منفذه الذي يتصل به مع R2 كالتالي

```
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 fastEthernet 0/0
```

وعندما نستعرض جدول التوجيه في هذه الحالة سنرى المنفذ بدلاً من العنوان الذي ترسل إليه الحزم التي تصل إلى الموجه متجة إلى الشبكة الهدف.