



# **Network Protocols**

## **Practical session 3**

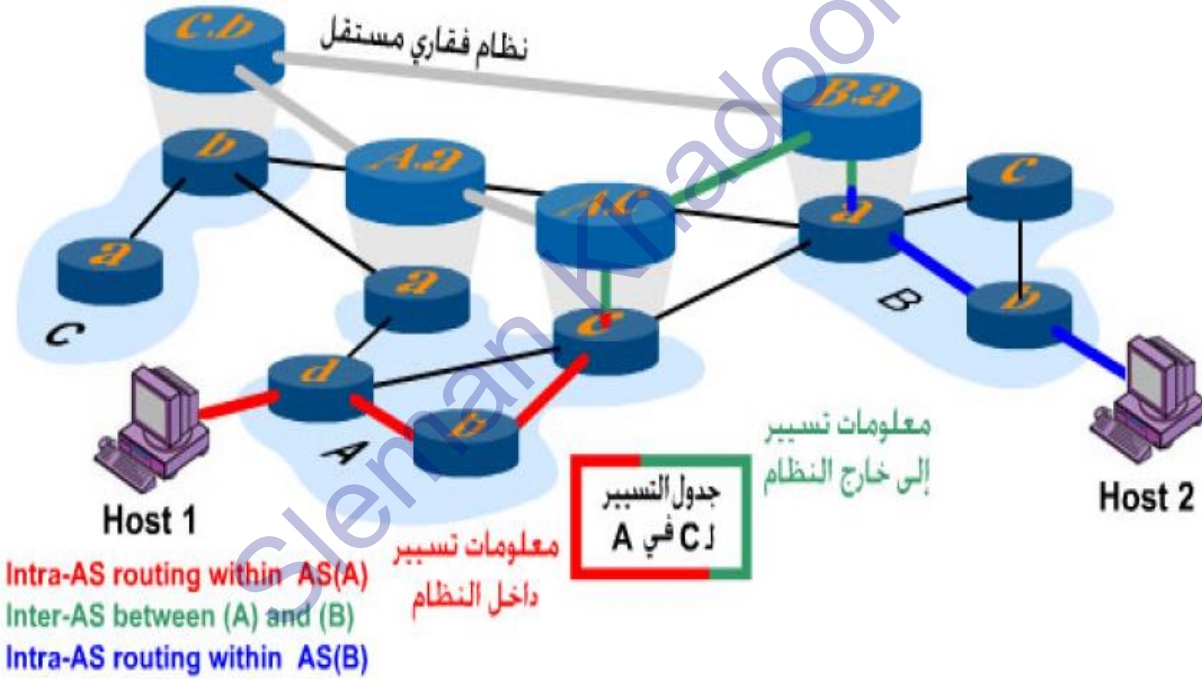
Sleman Khadoor  
slemankhadorit@gmail.com

## Routing protocols

قبل البدء بدراسة بروتوكولات التوجيه يجب أن نتعرف على ما يسمى النظام المستقل (AS):

- النظام المستقل هو مجموعة من الشبكات والموجهات التي تخضع ادارياً لمؤسسة واحدة.
- يتألف النظام المستقل من مجموعة موجهات تتبادل معلومات التوجيه بينها بالاعتماد على بروتوكول توجيه مشترك.
- يوجد مسار بين كل موجهين ضمن النظام المستقل ( أي يشكل النظام المستقل بيان مرتبط).

تبادل الموجهات داخل النظام المستقل معلومات التوجيه عن طريق بروتوكول توجيه مشترك بينها يسمى بروتوكول توجيه داخلي (Interior Routing Protocol) IRP



في الشكل السابق نلاحظ وجود ثلاثة أنظمة مستقلة A,B,C يربط بينها نظام مستقل فقاري Backbone

Autonomous System المؤلف من مجموعة متشارك بها من الموجهات.

الموجهات التي تنتمي إلى أكثر من نظام مستقل تسمى الموجهات الحدودية Border Router وتستخدم هذه الراوترات بروتوكولات توجيه متعددة.

توفر الموجهات الحدودية معلومات التوجيه الخاصة بالشبكات الواقعة خارج النظام المستقل للموجهات التي معها ضمن النظام المستقل.

تتبادل الموجهات الحدودية معلومات التوجيه بينها بالاعتماد على بروتوكول توجيه متفق عليه يسمى بروتوكول توجيه خارجي ERP Exterior Routing Protocol .

### أنواع بروتوكولات التوجيه:

- IGP (interior routing protocols) وتقسم لثلاث فئات:

- ◆ Distance vector routing protocols

مثل: RIPv1 و IGRP

- ◆ Link state routing protocols

مثل OSPF و IS-IS (بروتوكول مخصص للشبكات المعتمدة على النموذج OSI لذلك هو منقرض)

على عكس ال OSPF المخصص لشبكات النموذج TCP/IP ، وقد تم اصدار نسخة من البروتوكول

IS-IS لتعمل على شبكات النموذج TCP/IP اسمها integrated IS-IS

- ◆ Advanced distance vector routing protocol

مثل: EIGRP و RIPv2

- EGP (Exterior routing protocol)

مثل: BGP(Border Gateway Protocol)

### الحاجة لبروتوكولات توجيه داخلية وخارجية:

✓ التوجيه الداخلي يتبع سياسة الشركة المالكة للتجهيزات التي تدير النظام المستقل، أما التوجيه الخارجي فهو بين نظم مستقلة

مختلفة تابعة لجهات حكومية أو إدارية مختلفة.

✓ كلما زاد حجم الشبكة كلما زاد حجم جداول التوجيه وكمية معلومات التوجيه المتبادلة، وبالتالي تقسيم الشبكة إلى نظم

مستقلة يقلل من حجم جداول التوجيه ويخفف كمية البيانات المتناقلة وبالتالي يقلل الازدحام ضمن الشبكة.

ويبدو واضحاً أن بروتوكول التوجيه الخارجي يحتاج لتمرير معلومات أقل من بروتوكول التوجيه الداخلي.

## مهام بروتوكول التوجيه

- إنشاء مداخل جدول التوجيه.
- إبقاء مداخل جدول التوجيه محدثة.
- إيجاد الخيار الأفضل للقفزة التالية.

## التوجيه وفق متجه المسافة Distance Vector

في هذه الطريقة يتبادل كل موجه معلومات التوجيه مع الموجهات المجاورة له، وتعتمد هذه الطريقة على خوارزمية بلمان فورد. في البداية يعلم كل موجه الشبكات المتصلة به مباشرة، ويتبادل هذه المعلومات مع جيرانه من الموجهات وبذلك يصبح على علم بالشبكات المتصلة مباشرة مع الموجهات المجاورة، وتستمر العملية حتى تستقر جداول التوجيه. يعتمد بروتوكول ال RIP على عدد القفزات التي تجري حتى الوصول إلى الشبكة الهدف، وتعتبر اللانهاية في حالة بروتوكول ال RIP هي القيمة 16 أي لا يجب أن تزيد كلفة مسار ما عن 15 قفزة. فعند انقطاع وصلة بين الموجه وشبكة متصلة به مباشرة يرسل للموجهات الأخرى بأن تكلفة الوصول لهذه الشبكة أصبحت 16.

مقارنة بين نسختي بروتوكول ال RIP المخصصتين لعنوان الانترنت من النسخة الرابعة IPV4:

RIP v2	RIP v1
يرسل جدول توجيهه بشكل multicast كل 30 ثانية مستخدما العنوان 224.0.0.9	يرسل جدول توجيهه بشكل broadcast كل 30 ثانية
Classless أي أنه يدعم vlsn	Classfull أي أنه لا يدعم ال vlsn
يدعم المصادقة supports authentication	لا يدعم المصادقة Doesn't support authentication

أي أن جميع الموجهات التي تشغل بروتوكول التوجيه RIP v2 تستعمل العنوان 224.0.0.9 وبالتالي تصل معلومات التوجيه لها فقط بينما في حالة البروتوكول RIP v1 الذي يرسل جدولته بطريقة البث العام ستصل معلومات التوجيه إلى جميع الأجهزة ضمن نطاق البث بما فيها أجهزة الحاسب .

## حالات عمل بروتوكول ال RIP

### ➤ الحالة الابتدائية

وفيها يكون كل موجه على علم بالشبكات المتصلة به مباشرة ويبدأ بإرسال جدول توجيهه إلى الموجهات المجاورة له. حتى الوصول إلى حالة الاستقرار.

### ➤ حالة الاستقرار convergence

يرسل كل موجه جدول توجيهه إلى الموجهات المجاورة كل 30 ثانية. إذا مرت فترة 180 ثانية دون أن تستلم الموجهات معلومات توجيه من موجه ما يتم اعتبار هذا الموجه خارج الخدمة، وإذا امتدت الحالة إلى 240 ثانية تقوم الموجهات بحذف جميع المسارات المعتمدة على هذا الموجه.

### ➤ عند حدوث تغيير في الشبكة

التغيير قد يعني مثلاً حذف موجه من الشبكة، إضافة موجه جديد، أو عدم القدرة على الوصول إلى شبكة ما نتيجة تعطل الكبل أو المنفذ المؤدي إليها.

لنفرض المثال التالي:



الموجهان السابقان يتبادلان جداول التوجيه كل 30 ثانية. وعند حدوث انقطاع للوصلة المؤدية من R2 إلى الشبكة 10.0.0.0/24 سيرسل R2 إلى R1 مع التحديث أن كلفة الوصول إلى الشبكة 10.0.0.0/24 أصبحت 16 (التي تمثل قيمة الالتهام بالنسبة لل RIP) وبالتالي سيتوجي على R1 اعتبار الشبكة 10.0.0.0/24 غير ممكن الوصول إليها ويقوم بحذفها من جدول توجيهه.

ولكن لنفرض انه قبل وصول التحديث المرسل من R2 إلى R1 المتضمن عدم القدرة على الوصول ل 10.0.0.0/24 أرسل R1 تحديثاً يقول فيه ل R2 أنه قادر على الوصول للشبكة 10.0.0.0/24 بكلفة تساوي 2 (حيث أن كلفة وصول R1 للشبكة 10.0.0.0/24 تساوي القيمة 1 ولكنه عندما يذيع هذه المعلومة لجيرانه يضيف 1 التي تمثل تكلفة عبوره)

في الحالة الطبيعية كان R2 سيتجاهل هذه الرسالة لأن الشبكة متصلة به مباشرة فلا يعير أهمية للمعلومات القادمة من بروتوكول توجيه حول هذه الشبكة، ولكن في حالتنا R2 فقد الاتصال مع الشبكة وبالتالي سيعتبر أن R1 قد وجد طريقاً إليها.

يقوم R2 بإضافة مسار الى الشبكة 10.0.0.0/24 وفي التحديث القادم يرسل ل R1 أنه يعرف طريقاً للشبكة بكلفة 3 وبما أن R1 تعلم الشبكة من R2 سيعدل الكلفة لديه ويعود ليرسل اليه تحديث بأنه قادر على الوصول اليها بكلفة 4، وتستمر هذه الحالة على شكل حلقة حتى الوصول للقيمة 16 ومعرفه أن الوصلة مقطوعة والشبكة لايمكن الوصول لها.

تستغرق العملية السابقة وقت كبير يصل إلى 30 دقيقة وتعرف بمشكلة العد إلى اللانهاية counting to infinity  
ظهر حل لهذه المعضلة يسمى **Split horizon** وهو عبارة عن ميزة مفعلة افتراضياً على الموجه وتتمثل بأن الموجه R1 مثلاً عندما يرسل معلومات توجيه إلى موجه آخر R2 يستثني معلومات التوجيه التي تعلمها من الموجه R2.

### ➤ التحديث بالقدرح Triggered Update with poison reverse

في الحالة السابقة اعتبرنا أنا الموجه سينتظر حتى وقت التحديث ويرسل المعلومات حول التغيير الذي حصل لديه، وهذا أمر غير منطقي لذلك وجدة ميزة التحديث بالقدرح التي تعني أنه بمجرد حدوث تغيير ما في الشبكات المتصلة بموجه ما يقوم بتحديث جدول توجيهه وارساله مباشرة إلى الموجهات المجاورة.

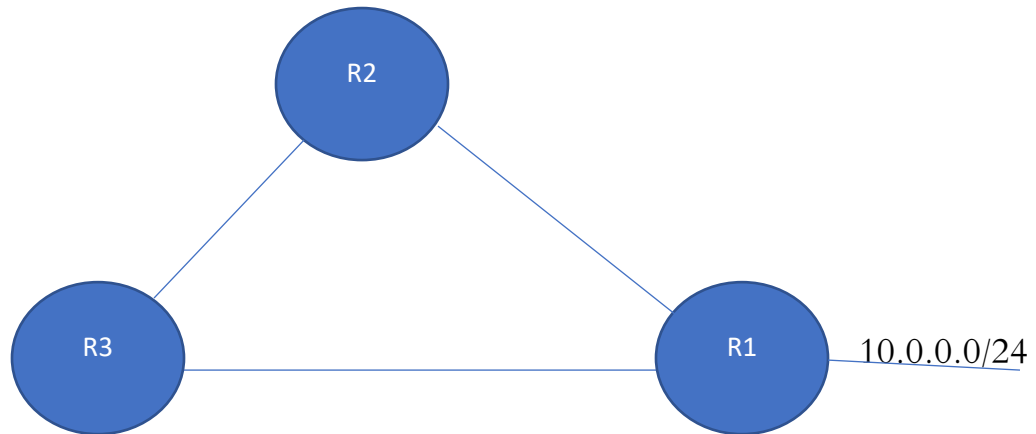
إن بروتوكول ال RIP يستخدم بروتوكول ال UDP من بروتوكولات طبقة النقل وبالتالي لن يحصل على إشعار من المستقبل بوصول المعلومات، ولكن في حالة التحديث بالقدرح يتم الرد بما يسمى poison reverse أي أن المستقبل قد وصله التحديث وأصبح على علم بعدم القدرة على الوصول للشبكة التي وصله التحديث بخصوصها.  
ولكي لا يتعارض هذا المفهوم مع مفهوم split horizon تحدث العملية على الشكل التالي:

■ يرسل الموجه R1 تحديثاً مفاجئاً إلى الموجه R2 يعلمه أن الشبكة 10.0.0.0/24 لم يعد بالإمكان الوصول اليها.

■ يقوم الموجه R2 بإجراء عملية إيقاف مؤقت suspend لتقنية split horizon ويرد على التحديث الذي وصله برسالة تأكيد تسمى poison reverse ليخبر R1 بأنه قد وصله التحديث وأصبح على علم بالمشكلة.

### هل برأيك أن مشكلة العد إلى اللانهاية قد تم حلها بما ذكرناه ؟

لنشاهد المثال التالي الذي سيوضح لنا أن ما تم ذكره يحل مشكلة العد إلى اللانهاية في حالات معينة فقط:



في الشكل السابق حال انقطاع الوصلة بين R1 والشبكة 10.0.0.0/24 سيرسل R1 إلى كل من R2 و R3 بأن تكلفة الوصول إلى الشبكة 10.0.0.0/24 أصبحت 16 (أي اللانهاية) .

ولنفرض أنه قبل وصول المعلومة السابقة إلى R3 بثوانٍ قام بإرسال جدول توجيهه إلى R2 يخبره فيه أن بإمكانه الوصول إلى الشبكة 10.0.0.0/24 بكلفة 2 (R3 يصل إلى الشبكة بكلفة 1 ولكنه يزيد عليها 1 مضيفاً كلفة عبوره). فيضيفها R2 لديه.

ال split horizon منع R3 من إرسال المعلومة السابقة إلى R1 بحكم أنه تعلمها منه ولكنه لم يمنعه من إرسالها إلى R2.

وأيضاً ال split horizon سيمنع R2 من إرسال هذه المعلومة إلى R3 ولكنه سيسمح له بإرسالها لـ R1 وبذلك عدنا لحالة الحلقة من جديد.

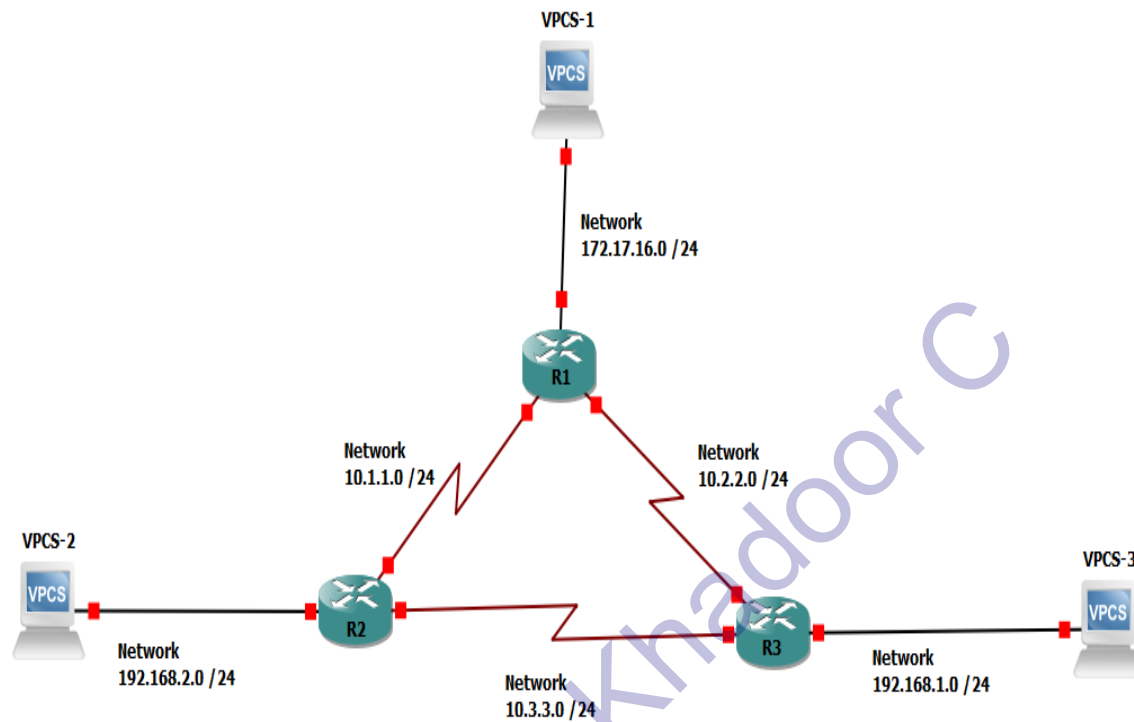
### ما الحل؟

هذه المشكلة تحدث في الشبكات التي توصف بأنها Redundant أي تحوي أكثر من مسار بين المصدر والهدف ويمكن حل هذه المعضلة بتقنية تسمى holddown timer الذي يأخذ قيمة افتراضية 180 ثانية وتتمثل هذه التقنية بأن الموجه R1 مثلاً حين يستلم معلومة من موجه آخر R2 بخصوص شبكة ما أنها أصبحت غير ممكنة الوصول يدخل في وضع ثبات لمدة 180 ثانية ولا يقبل أي طريق يقترحه موجه آخر لهذه الشبكة، وبعد انقضاء الـ 180 ثانية تكون كل الموجهات قد علمت بالأمر واستقرت الشبكة.

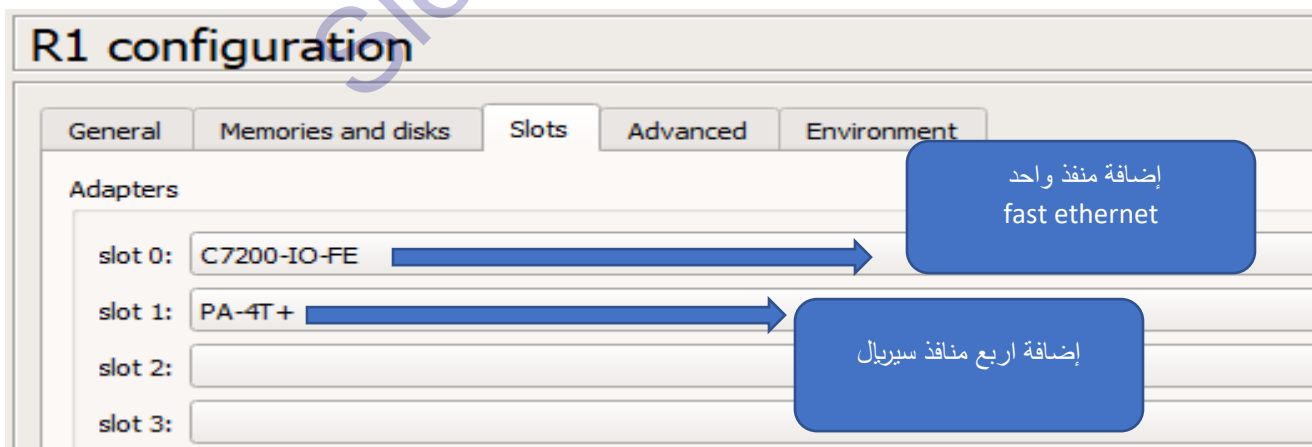
خلال الـ 180 ثانية لا يقبل R1 أي معلومة بخصوص الشبكة المنقطعة إلا من قبل الموجه الذي علمه إياها وهو في حالتنا R2.

## الجزء العملي

قمنا بتجهيز المخطط التالي:



الوصلات بين الموجهات من النوع Serial وبين الموجهات والحواسيب من النوع FastEthernet.



توضح الصورة السابقة آلية إضافة المنافذ للموجه.



ومن ثم قمنا بإعطاء كل منفذ من منافذ الموجهات عنوان ip من عناوين الشبكات الموضحة على الشكل السابق.

يتم إعطاء المنفذ من النوع سيريال عنوان IP كالتالي :

```
Router(config)#interface serial 1/0
```

```
Router(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

```
Router(config-if)#clock rate 64000
```

```
Router(config-if)#no shutdown
```

ونلاحظ فقط تعليمة إضافية عن العملية في حالة منافذ الايثرنت وهي أننا نقوم بضبط المنافذ من النوع سيريال لتعمل بنفس دقة الساعة.

ومن ثم ضمن إعدادات كل موجه نطبق التعليمات الخاصة بروتوكول ال RIP كالتالي:

```
Router(config)#router rip
```

```
Router(config-router)#version 2
```

هنا نقوم بتحديد نسخة البروتوكول التي نريد تطبيقها

ومن ثم نقوم بتعليم الموجه ال network id للشبكات المتصلة به مباشرة قبل أن يتم إجراء تقسيم عليها:

فمثلا في المخطط السابق نقوم بتعليم الموجه R1 الشبكات 172.17.0.0 /16 و 10.0.0.0 /8

```
Router(config-router)#network 172.17.0.0
```

```
Router(config-router)#network 10.0.0.0
```

ونعود ونجري نفس العمليات على الموجهين الآخرين ونعلم كل منهما ال network id للشبكات المتصلة به مباشرة فيصبح بروتوكول ال RIP مفعلاً في شبكتنا

وعند استعراض جدول التوجيه للموجه R1 مثلاً سنجدده بالشكل التالي:

```
R1
Router#sho 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

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C       10.1.1.0/24 is directly connected, Serial1/0
L       10.1.1.1/32 is directly connected, Serial1/0
C       10.2.2.0/24 is directly connected, Serial1/1
L       10.2.2.1/32 is directly connected, Serial1/1
R       10.3.3.0/24 [120/1] via 10.1.1.2, 00:00:11, Serial1/0
172.17.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       172.17.16.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
L       172.17.16.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0
R       192.168.1.0/24 [120/2] via 10.1.1.2, 00:00:11, Serial1/0
R       192.168.2.0/24 [120/1] via 10.1.1.2, 00:00:11, Serial1/0
Router#
```

حيث نلاحظ وجود 6 شبكات يعرفها الموجه R1 ثلاثة منها لأنها متصلة به مباشرة ونجد على يسارها الحرف C في جدول التوجيه ، وثلاثة شبكات تعلمها من خلال بروتوكول ال RIP ونجد على يسارها الحرف R في الجدول.