



هاشم الشريف
Hashim Alshareef
@hashimalshareef



بروتوكولات التوجيه

م. هاشم بن مسنور الشريف

عضو هيئة التدريس بالكلية التقنية بجائل

محاضر معتمد لدى أكاديمية سيسكو

مقارنة ميزات بروتوكول التوجيه الديناميكي

تضيف أجهزة التوجيه المسارات إلى جداول التوجيه الخاصة بها باستخدام ثلاث طرق: المسارات المتصلة (connected) والمسارات الثابتة (static) والمسارات التي تم التعرف عليها باستخدام بروتوكولات التوجيه الديناميكية. ومن المهم توضيح بعض المصطلحات ذات العلاقة لأن المصطلحات متشابهة جداً:

■ **بروتوكول التوجيه (Routing protocol):** مجموعة من الرسائل والقواعد والخوارزميات المستخدمة من قبل أجهزة التوجيه لهدف أساسي وهو التعرف على المسارات بحيث يتم تبادل وتحليل معلومات التوجيه فيختار كل جهاز توجيه أفضل مسار لكل شبكة فرعية ومن ثم يضع أفضل المسارات في جدول توجيهه الخاص وذلك مثل بروتوكولات RIP و EIGRP و OSPF و BGP.

■ **البروتوكول الموجّه (Routed protocol):** يشير المصطلح إلى بروتوكول يحدد بنية الحزمة والعنونة المنطقية لها مما يسمح لأجهزة التوجيه بإعادة توجيهها. فتقوم أجهزة التوجيه بإعادة توجيه الحزم المحددة بواسطة البروتوكولات الموجهة أو القابلة للتوجيه مثل IPv4 و IPv6.

على الرغم من اختلاف بروتوكولات التوجيه (مثل OSPF) عن البروتوكولات الموجهة (مثل IP) إلا أنهم يعملون معاً بشكل وثيق بحيث تقوم عملية التوجيه بإعادة توجيه حزم IP ولكن إذا كان جهاز التوجيه لا يحتوي على أي مسارات في جدول توجيهه الخاص تطابق عنوان وجهة الحزمة فإنه يتجاهل هذه الحزمة. وعليه فإن أجهزة التوجيه نحتاج إلى بروتوكولات توجيه حتى تتمكن أجهزة التوجيه من معرفة جميع المسارات الممكنة وإضافتها إلى جدول التوجيه بحيث يمكن لعملية التوجيه إعادة توجيه البروتوكولات القابلة للتوجيه مثل IP.

وظائف بروتوكول التوجيه

يدعم نظام تشغيل Cisco IOS عدة بروتوكولات توجيه تؤدي نفس الوظائف العامة:

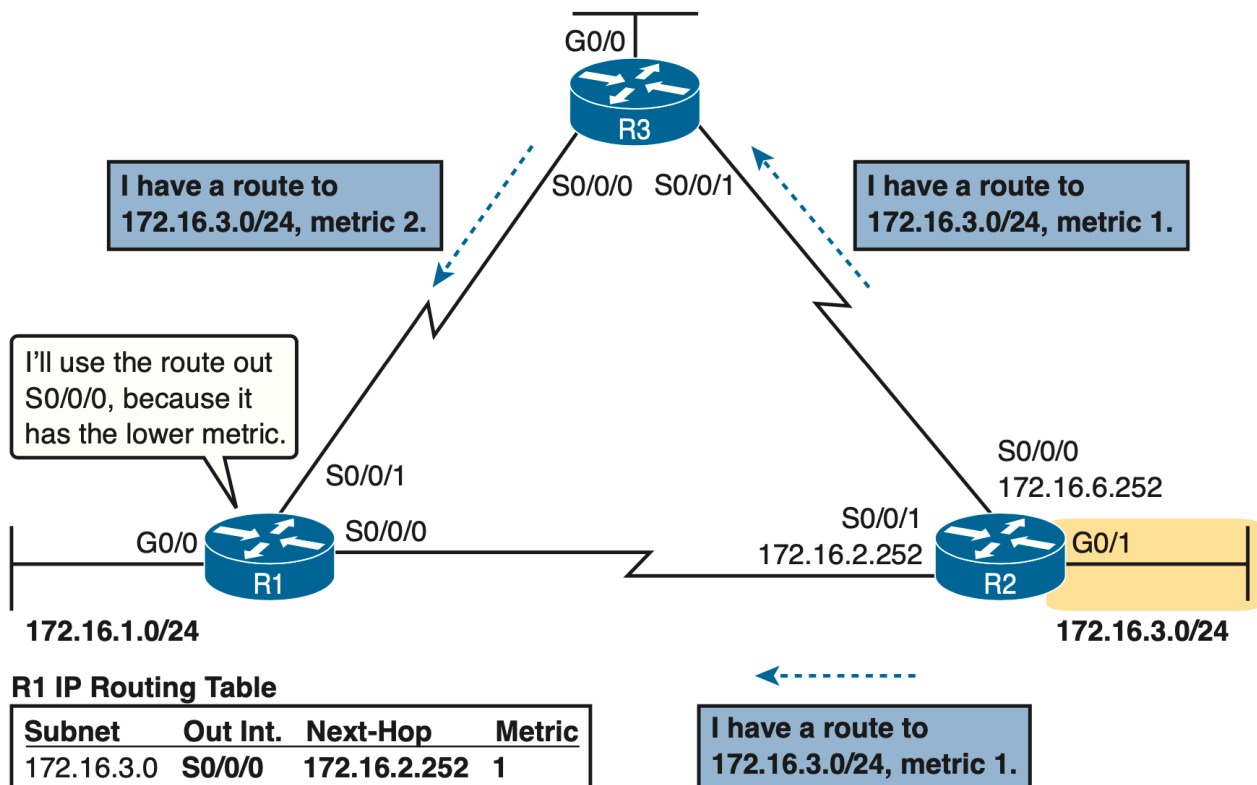
1. التعرف على معلومات التوجيه حول الشبكات الفرعية وذلك عن طريق أجهزة التوجيه المجاورة.

2. الإعلان عن معلومات التوجيه حول الشبكات الفرعية إلى أجهزة التوجيه المجاورة.

3. في حالة وجود أكثر من مسار واحد للوصول إلى شبكة فرعية واحدة اختيار أفضل مسار بناءً على أحد المقاييس.

4. إذا تغيرت بنية أو هيكل الشبكة فالاستجابة للإعلان عن ذلك الفشل في بعض المسارات واختيار أفضل مسار جديد.

يوضح الشكل أدناه مثالاً لثلاث من الوظائف الأربع السابقة. يتعرف كل من R3 و R1 على مسار للشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 وذلك عن طريق R2 (الوظيفة 1) وبعد أن يتعرف R3 على المسار المؤدي إلى 172.16.3.0/24 يعلن R3 عن هذا المسار إلى R1 (الوظيفة 2). ثم بعد ذلك يجب أن يتخذ R1 قرار حول المسارين اللذين تعرف عليهما للوصول إلى الشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 فأحدهما بالمقياس 1 من R2 والآخر بالمقياس 2 من R3. وعليه سيختار R1 المسار المتري الأقل عبر R2 (الوظيفة 3).



الوظيفة الرابعة لبروتوكول التوجيه في هذا المثال هي عملية زحذث عند ما يتغير الهيكل لأي سبب والذي قد يكون مثلاً عند فشل جهاز التوجيه أو الكيابل فعند ما يتغير شيء ما فمن الطبيعي أن تتغير أفضل المسارات المتاحة في الشبكة فهي باختصار العملية التي من خلالها تدرك جميع أجهزة التوجيه بشكل جماعي أن هناك شيئاً ما قد تغير وعليه تختار جميع أجهزة التوجيه أفضل المسارات الحالية لكل شبكة فرعية. وتعد هذه الوظيفة واحدة من أهم الاعتبارات عند اختيار بروتوكول التوجيه الذي يجب استخدامه.

في الشكل السابق قد تعمل هذه الوظيفة في حالة فشل الارتباط بين R1 و R2. ففي هذه الحالة يجب أن يتوقف R1 عن استخدام مساره القديم للشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 مباشرة من خلال R2 ويبدأ في إرسال الحزم إلى R3.

بروتوكولات التوجيه الداخلية والخارجية

تنقسم بروتوكولات التوجيه إلى فئتين رئيسيتين:

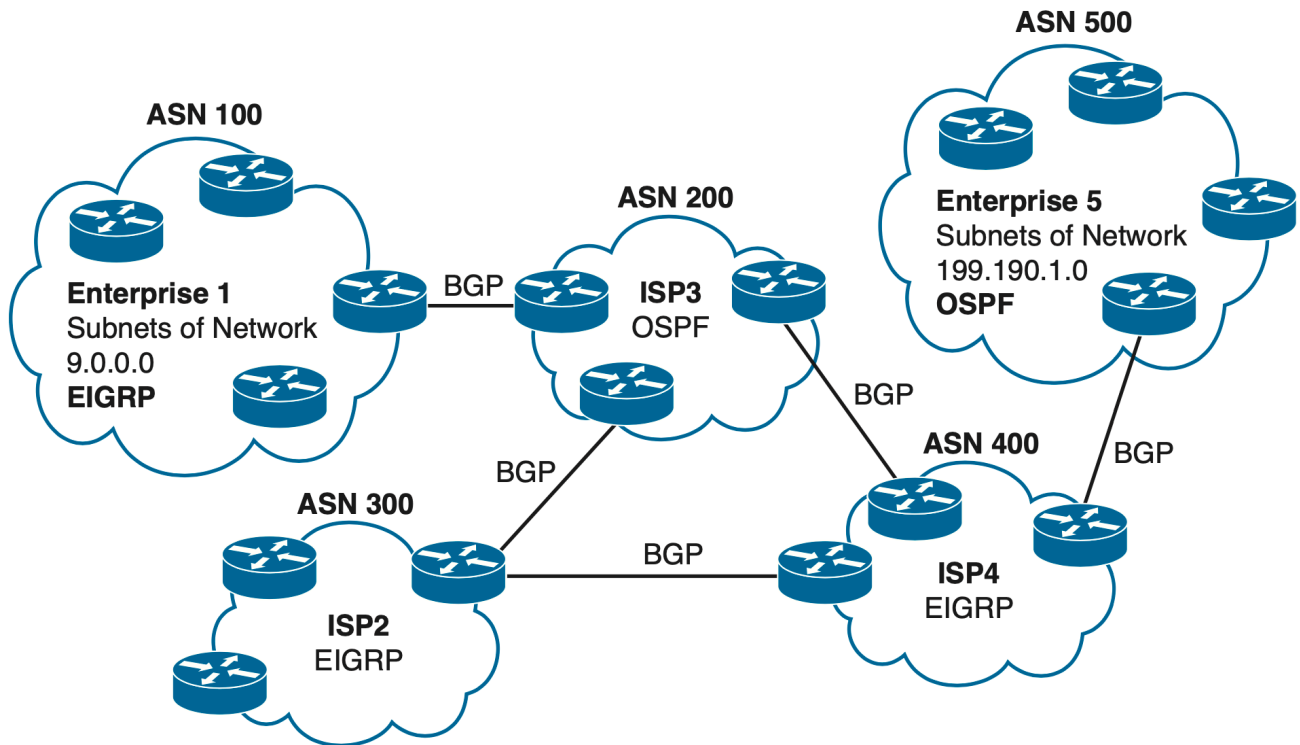
■ **بروتوكولات البوابة الداخلية (IGP):** بروتوكول توجيه تم تصميمه و مخصص للاستخدام داخل نظام مستقل واحد.

■ **بروتوكولات البوابة الخارجية (EGP):** بروتوكول توجيه مصمم و مخصص للاستخدام بين الأنظمة المستقلة المختلفة.

يقصد بالنظام المستقل Autonomous System (AS) الشبكة الخاضعة للسيطرة الإدارية لمؤسسة واحدة. فعلى سبيل المثال من المحتمل أن تكون الشبكة التي تم إنشاؤها ودفع ثمنها بواسطة شركة واحدة عبارة عن AS واحد أو الشبكة التي تم إنشاؤها بواسطة نظام مدرسي واحد هي على الأرجح أيضاً AS واحد كما قد يعتبر كل مزود خدمة إنترنت عادةً AS واحد مختلف. تعمل بعض بروتوكولات التوجيه بشكل أفضل داخل AS واحد حسب التصميم لذلك تسمى هذه البروتوكولات ببروتوكولات التوجيه IGP في حين أن هناك بروتوكولات توجيه أخرى مصممة لتبادل المسارات بين أجهزة التوجيه في أنظمة مستقلة مختلفة تسمى EGP. واليوم بروتوكول بوابة الحدود (BGP) هو اللاعب الأبرز والوحيد المستخدم.

يمكن تخصيص رقم لكل AS يسمى رقم ASN. و مثل عناوين IP العامة تتحكم هيئة أرقام الإنترنت المخصصة IANA في الحقوق العالمية لتعيين هذه الـ ASNs. وهي من تفوض تلك الصلاحية إلى المنظمات الأخرى حول العالم وفي الغالب إلى نفس المنظمات التي تخصص عناوين IP العامة. فعلى سبيل المثال في أمريكا الشمالية يقوم ARIN بتعيين نطاقات عناوين IP العامة وكذلك الـ ASNs.

يوضح الشكل أدناه نظرة مبسطة للإنترنت في جميع أنحاء العالم ويوضح مؤسستين وثلاثة من مزودي خدمات الإنترنت يستخدمون الـ IGP (OSPF و EIGRP) داخل شبكاتهم الخاصة ويستخدمون الـ BGP بين الـ ASNs.



مقارنة الـ IGP

لدى المؤسسات العديد من الخيارات عند اختيار IGP لشبكة المؤسسة الخاصة بهم ولكن معظم الشركات اليوم تستخدم إما OSPF أو EIGRP. وستتم مناقشة كلاهما على حدة لاحقاً.

خوارزميات بروتوكول توجيه IGP

تحدد الخوارزمية الأساسية لبروتوكول التوجيه كيفية قيام بروتوكول التوجيه بعمله. يشير مصطلح خوارزمية بروتوكول التوجيه ببساطة إلى المنطق والعمليات المستخدمة

بواسطة بروتوكولات التوجيه المختلفة لحل مشكلة التعرف على جميع المسارات واختيار أفضلها وإيجاد البديل كرد الفعل على التغييرات في هيكل وبنية الشبكة. توجد ثلاثة فروع رئيسية لخوارزميات بروتوكول التوجيه لبروتوكولات توجيه IGP:

- متجه المسافات (Distance vector)
- متجه المسافات المتقدم (Advanced distance vector)
- حالة الارتباط (Link-state)

من الناحية التاريخية تم ايجاد بروتوكولات متجه المسافات أولاً وذلك في أوائل الثمانينيات وقد كان بروتوكول (RIP) هو أول بروتوكول متجه المسافات وكان يستخدم بشكل شائع في ذلك الوقت وبحلول أوائل التسعينيات بدأت تبرز بروتوكولات توجيه بديلة جديدة تستخدم خوارزميات جديدة. أدت بروتوكولات حالة الارتباط وتحديداً Open Shortest Path First (OSPF) و (IS-IS) إلى حل المشكلات الرئيسية في ذلك الوقت. إلا أنهم بشكل منطقي طلبوا وحدة معالجة مركزية وذاكرة إضافية على أجهزة التوجيه وكذلك المزيد من التخطيط المطلوب من قبل مهندسي الشبكة.

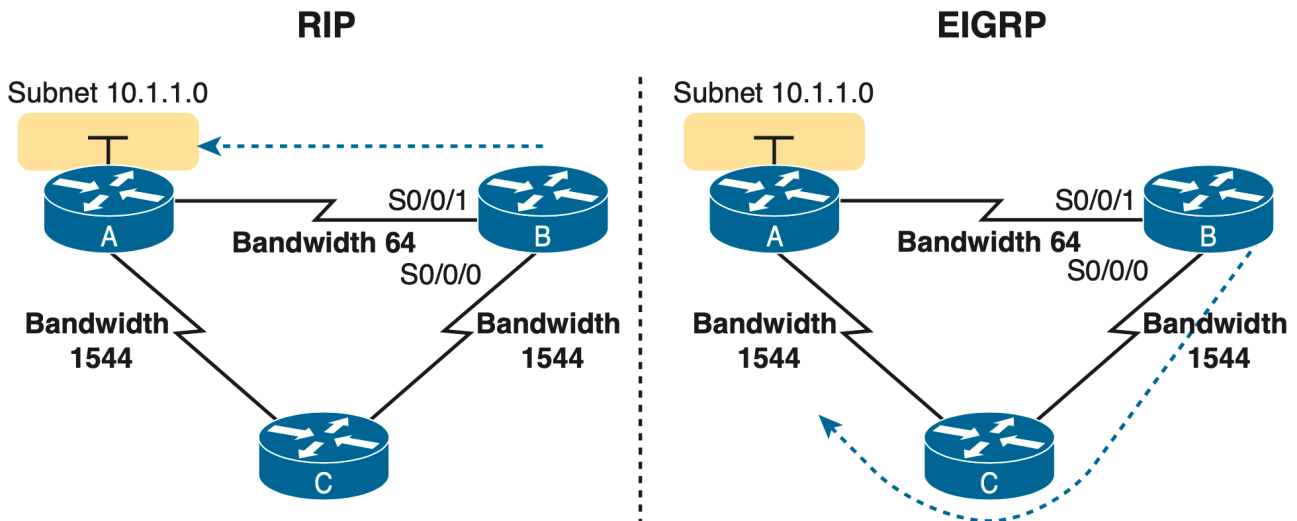
في نفس الوقت تقريباً مع دخول الـ OSPF للميدان أنشأت Cisco بروتوكول توجيه خاص يسمى بروتوكول توجيه البوابة الداخلية المحسن (EIGRP) والذي استخدم بعض ميزات بروتوكول IGRP السابق. فقد حلت EIGRP نفس المشاكل التي حلتها بروتوكولات توجيه حالة الارتباط ولكن مع ميزة أن التخطيط المطلوب عند تنفيذ الشبكة أقل مقارنة بها. ومع مرور الوقت تم تصنيف EIGRP كنوع فريد من بروتوكول التوجيه. ومع ذلك فقد استخدم ميزات متجه المسافات أكثر من حالة الارتباط لذلك يتم تصنيفها بشكل أكثر شيوعاً على أنها بروتوكول متجه مسافات المتقدم.

المقاييس

تختار بروتوكولات التوجيه أفضل مسار للوصول إلى شبكة فرعية عن طريق اختيار المسار بأقل مقياس. على سبيل المثال يستخدم RIP عداده الخاص المبني على عدد أجهزة التوجيه (القفزات) بين جهاز التوجيه والشبكة الفرعية الوجهة. بينما تقوم OSPF بحساب إجمالي التكلفة المرتبطة بكل واجهة في المسار من طرف إلى طرف وذلك على أساس عرض النطاق الترددي للرابط. يوضح الجدول أدناه أهم بروتوكولات التوجيه لاختبارات CCNA وبعض التفاصيل حول المقياس في كل حالة.

المقياس	IGP	الوصف
عدد القفزات	RIPv2	عدد أجهزة التوجيه (القفزات) بين جهاز التوجيه والشبكة الفرعية الوجهة
التكلفة الإجمالية (النطاق الترددي)	OSPF	مجموع جميع إعدادات تكلفة الواجهة لجميع الارتباطات الموجودة في المسار على أساس النطاق الترددي للواجهة
يجمع بين النطاق الترددي والتأخر	EIGRP	يتم الحساب بناءً على أبطأ رابط للمسار والتأخير التراكمي المرتبط بكل واجهة في المسار

تُظهر مقارنة موجزة للمقياس المستخدم بواسطة RIP الأقدم مقابل المقياس المستخدم بواسطة EIGRP بعض الأفكار حول سبب تجاوز OSPF و EIGRP لـ RIP. فيوضح الشكل أدناه مثال يحتوي فيه جهاز التوجيه B على مسارين محتملين للشبكة الفرعية 10.1.1.0 فعلى الجانب الأيسر طريق أقصر عبر ارتباط بطيء للغاية بسرعة 64 كيلوبت في الثانية أو مسار أطول عبر رابطين بسرعة عالية (T1).



يظهر الجانب الأيسر من الشكل عمل RIP في هذه الشبكة باستخدام عدد القفزات فيتعرف جهاز التوجيه B على مسار من قفزة واحدة مباشرة إلى جهاز التوجيه A وذلك عبر المنفذ S0/0/1 الخاصة بـ B. ويتعرف أيضاً مسار من قفزتين وذلك من خلال جهاز التوجيه C وذلك عبر المنفذ S0/0/0 فيختار جهاز التوجيه B المسار صاحب عدد القفزات الأقل والذي يحدث عندما يمر عبر ارتباط السرعة البطيئة.

بينما يُظهر الجانب الأيمن من الشكل الخيار الأفضل والذي اختارته EIGRP بناءً على مقياسها للأفضل. فلجعل EIGRP تقوم بالاختيار الصحيح قام المهندس بإعداد عرض

النطاق الترددي للمنفذ بشكل صحيح لمطابقة سرعات الارتباط الفعلية مما يسمح لـ EIGRP باختيار المسار الأسرع.

مقارنات IGP أخرى

تختلف بروتوكولات التوجيه بناءً على ما إذا كانت بروتوكولات توجيه تدعم الـ classful أو classless. فالـ classless تدعم أقنعة الشبكة الفرعية متغيرة الطول (VLSM) بالإضافة إلى تلخيص المسار وذلك عن طريق إرسال رسائل بروتوكول التوجيه والتي تتضمن أقنعة الشبكة الفرعية في الرسالة بينما لا ترسل بروتوكولات التوجيه التي تعمل مع الـ classful الأقنعة في رسائل تحديث التوجيه ويُلخص الجدول أدناه نقاط مقارنة IGP الرئيسية.

IS-IS	OSPF	EIGRP	RIPv2	RIPv1	الميزة
نعم	نعم	نعم	نعم	لا	classless / يرسل القناع / يدعم VLSM
نعم	نعم	نعم	نعم	لا	يدعم التلخيص
لا	لا	نعم	لا	لا	ملوكة لشركة Cisco
—	نعم	نعم	نعم	لا	يرسل التحديثات إلى عنوان Multicast IP
سريع	سريع	سريع	بطيء	بطيء	التفاعل وردة الفعل عند تغيير الهيكل

المسافة الإدارية

تستخدم العديد من الشركات والمؤسسات بروتوكول توجيه واحد غالباً ومع ذلك وفي بعض الحالات قد نحتاج الشركة إلى استخدام بروتوكولات توجيه متعددة. فعلى سبيل المثال إذا قامت شركتان بتوصيل شبكتهما حتى يتمكنوا من تبادل المعلومات فهما بحاجة إلى تبادل بعض معلومات التوجيه فإذا كانت إحدى الشركات تستخدم OSPF والأخرى تستخدم EIGRP على جهاز توجيه واحد على الأقل فيجب هنا استخدام كل من OSPF و EIGRP. وبعد ذلك يستطيع هذا الموجه أن يسلك المسارات التي تعرف عليها عن طريق OSPF والإعلان عنها في EIGRP والعكس صحيح وذلك من خلال عملية تسمى إعادة توزيع المسار (route redistribution).

اعتماداً على هيكل الشبكة فقد يتعرف بروتوكول التوجيه المسارات الموصلة إلى نفس الشبكات الفرعية وعندما يتعرف بروتوكول توجيه واحد مسارات متعددة لنفس الشبكة الفرعية يساعده المقياس على اختيار المسار الأفضل. ومع ذلك فعندما يتعرف بروتوكول توجيه مختلفان المسارات الموصلة إلى نفس الشبكة الفرعية فنظراً لأن مقياس كل بروتوكول توجيه يعتمد على معلومات مختلفة فإنه لا يمكن لنظام التشغيل IOS مقارنة المقاييس. على سبيل المثال قد يتعرف OSPF على مسار إلى الشبكة

الفرعية 10.1.1.0 باستخدام المقياس 101 وقد يتعرف EIGRP على مسار إلى 10.1.1.0 بالمقياس 2.195.416 ولكن المسار الذي تعرف عليه EIGRP قد يكون هو المسار الأفضل وقد لا يكون كذلك أي أنه ببساطة لا يوجد أساس للمقارنة بين المقياسين.

عندما يتعين على نظام التشغيل IOS الاختيار بين المسارات التي تعرف عليها باستخدام بروتوكولات التوجيه المختلفة فإنه يستخدم مفهوماً يسمى المسافة الإدارية بحيث يقصد بالمسافة الإدارية ذلك الرقم الذي يشير إلى مدى مصداقية بروتوكول التوجيه بأكمله على جهاز توجيه واحد فكلما انخفض الرقم دلّ ذلك أن بروتوكول التوجيه أفضل أو أكثر قابلية للتصديق. على سبيل المثال يحتوي RIP على مسافة إدارية افتراضية تبلغ 120 ويستخدم OSPF افتراضياً 110 ويستخدم EIGRP افتراضياً 90 فعند استخدام OSPF و EIGRP سيعتمد جهاز التوجيه مسار EIGRP بدلاً من مسار OSPF. يتم إعداد قيم المسافة الإدارية على جهاز توجيه بشكل فردي ولا يتم تبادلها مع أجهزة توجيه الأخرى. يسرد الجدول أدناه المصادر المختلفة لمعلومات التوجيه إلى جانب المسافات الإدارية الافتراضية.

نوع المسار	المسافة الإدارية
Connected	0
Static	1
BGP (external routes)	20
EIGRP (internal routes)	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP (external routes)	170
BGP (internal routes)	200
DHCP default route	254
Unusable	255

يعرض الجدول القيم الافتراضية للمسافة الإدارية ومع يمكن إعداد نظام التشغيل IOS لتغيير المسافة الإدارية لبروتوكول توجيه معين أو مسار معين أو حتى مسار ثابت. على سبيل المثال يقوم هذا الأمر:

```
ip route 10.1.3.0 255.255.255.0 10.1.130.253
```

بتعريف الموجه على مسار ثابت بمسافة إدارية افتراضية 1 لكن مع إجراء التعديل التالي على الأمر ليصبح:

```
ip route 10.1.3.0 255.255.255.0 10.1.130.253 210
```

فإنه تم تحديد نفس المسار الثابت مع المسافة الإدارية 210 لذلك يمكنك في الواقع إنشاء مسار ثابت يتم استخدامه فقط عندما لا يجد بروتوكول التوجيه مساراً له وذلك فقط عن طريق إعطاء المسار الثابت مسافة إدارية أعلى.

مفاهيم وطريقة عمل OSPF

تتبادل بروتوكولات التوجيه المعلومات بشكل أساسي حتى تتمكن أجهزة التوجيه من التعرف على المسارات وعلى معلومات حول الشبكات الفرعية والمسارات إليها ومعلومات القياس حول مدى جودة كل مسار مقارنة بالآخرين وهذا ما يمكن بروتوكول التوجيه من اختيار أفضل مسار حالي لكل شبكة فرعية وإنشاء جدول توجيه IP.

تأخذ بروتوكولات حالة الارتباط (Link-state) مثل OSPF نهجاً مختلفاً قليلاً لتفاصيل المعلومات التي تتبادلها وما تفعله أجهزة التوجيه بهذه المعلومات بمجرد تعلمها سنلقي نظرة عامة على ما يفعله OSPF من خلال تبادل البيانات حول الشبكة في هياكل البيانات التي تسمى إعلانات حالة الارتباط (LSA). بعد ذلك سنناقش قليلاً من التفاصيل حول كل جزء من الأجزاء الثلاثة الأساسية لطريقة عمل OSPF:

- كيف تستخدم أجهزة توجيه OSPF علاقات الجوار
- كيف تتبادل أجهزة التوجيه الـ LSAs مع الجيران
- كيف نحسب أجهزة التوجيه أفضل المسارات بمجرد وصول الـ LSAs.

نظرة عامة على OSPF

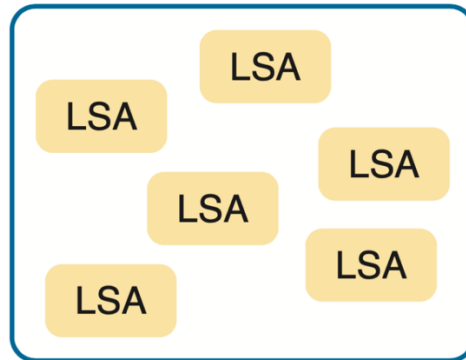
تعمل بروتوكولات حالة الارتباط (Link-state) على إنشاء المسارات بخطوتين رئيسيتين. **الأولى:** تقوم أجهزة التوجيه معاً ببناء الكثير من المعلومات حول الشبكة مثل أجهزة التوجيه والروابط وعناوين IP ومعلومات الـ (status) وما إلى ذلك ثم **ثانياً:** تنشر الموجهات المعلومات بحيث تتعرف جميع أجهزة التوجيه على نفس المعلومات وعند هذه النقطة يمكن لكل جهاز توجيه حساب المسارات لجميع الشبكات الفرعية من منظوره الخاص.

معلومات بنية الشبكة والـ LSAs

نحتاج أجهزة التوجيه التي تستخدم بروتوكولات توجيه حالة الارتباط (Link-state) إلى الإعلان بشكل جماعي عن كل التفاصيل حول الشبكة البينية لجميع أجهزة التوجيه الأخرى في نهاية عملية إغراق المعلومات لجميع أجهزة التوجيه يكون لكل جهاز توجيه في الشبكة نفس المعلومات بالضبط حول الشبكة البينية.

ينظم بروتوكول Open Shortest Path First (OSPF) معلومات بنية الشبكة باستخدام LSAs وقاعدة بيانات حالة الارتباط (LSDB). يمثل الشكل أدناه ويوضح الفكرة. فكل LSA هي عبارة عن بنية بيانات مع بعض المعلومات المحددة حول بنية الشبكة و LSDB هو ببساطة مجموعة من كل الـ LSAs المعروفة لجهاز التوجيه. فعند استخدام شاشة سطر الأوامر CLI لجهاز التوجيه الذي يستخدم OSPF فإن الأمر `show ip ospf database` يظهر معلومات حول LSDB على هذا الموجه من خلال سرد بعض المعلومات في كل من LSAs في LSDB.

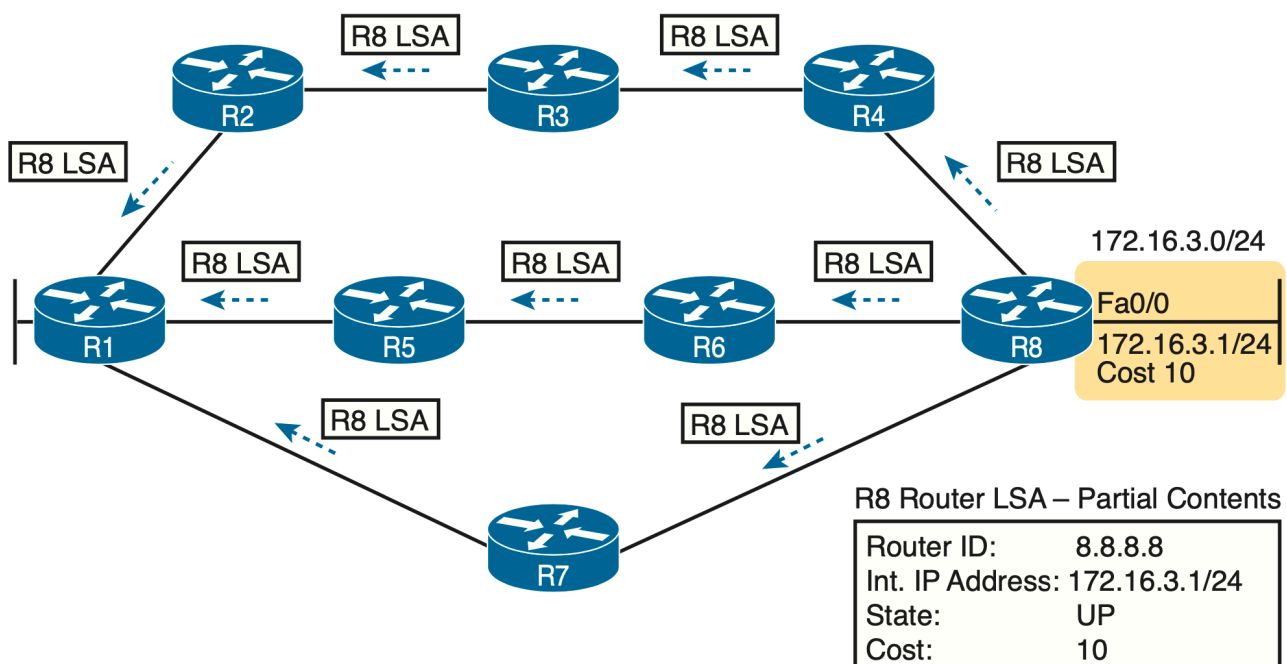
Link State Database (LSDB)



يوضح الشكل التالي الفكرة العامة لعملية الغمر فمع إنشاء جهاز التوجيه R8 للـ LSA الخاصة به وإغراق الشبكة برسائلها والتي تصف جهاز التوجيه R8 نفسه ، بما في ذلك وجود الشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 كما يظهر على الجانب الأيمن من الشكل.

يوضح الشكل عملية الإغراق الأساسية إلى حد ما حيث يرسل R8 رسائل الـ LSA الخاصة به نفسه ثم تغمر أجهزة التوجيه الأخرى نفس الـ LSA عن طريق إعادة توجيهه حتى يحصل كل جهاز توجيه على نسخة منها. وعملية الغمر هذه لديها طريقة لمنع الدوران اللانهائي بحيث أنه قبل إرسال الـ LSA إلى جار آخر تتواصل أجهزة التوجيه وتساءل "هل لديك بالفعل الـ LSA هذا؟" ثم يتجنبون إغراق الـ LSA للجيران الذين وصلتهم بالفعل.

أحياناً يحدث مثل هذا الإغراق برسائل الـ LSA عندما تتغير بعض المعلومات على سبيل المثال عندما يتعطل رابط أو يعود للعمل كما أنها تعيد الغمر بناءً على مؤقت التقادم (افتراضياً كل 30 دقيقة).



تطبيق Dijkstra SPF Math للعثور على أفضل الطرق

تؤدي عملية الإغراق إلى حصول كل جهاز توجيه على نسخة متطابقة من LSDB في ذاكرته الخاصة ولكن عملية الإغراق هذه وحدها لا يمكن جهاز التوجيه من التعرف على المسارات التي يجب إضافتها إلى جدول توجيهه فعلى الرغم من أن المعلومات الواردة في LSDB مفصلة ومفيدة بشكل لا يصدق إلا أنها لا تشير صراحةً إلى أفضل مسار لكل جهاز توجيه للوصول إلى وجهة معينة بل يجب أن تقوم موجهات حالة الارتباط (Link-state) ببعض العمليات الحسابية لتحديد ذلك بحيث تستخدم جميع بروتوكولات حالة الارتباط نوعاً من خوارزميات الرياضيات تسمى خوارزمية Dijkstra Shortest Path First (SPF) لمعالجة LSDB. فتقوم هذه الخوارزمية بتحليل LSDB وتبني المسارات التي يجب أن يضيفها جهاز التوجيه المحلي إلى جدول توجيهه بحيث يظهر في المسارات رقم الشبكة وقناع الشبكة الفرعية ومنفذ الوصول وعنوان IP لجهاز التوجيه للقفرة التالية.

الآن وبعد هذه النظرة على الأفكار الأساسية العامة سيتم التعرض للمراحل الرئيسية الثلاثة لكيفية قيام أجهزة توجيه OSPF بإجراء عمل تبادل الـ LSAs وحساب المسارات وهذه المراحل الثلاث هي:

- **التجاور:** هي علاقة بين جهازي توجيه يتصلان بنفس رابط نقل البيانات الذي تم إنشاؤه كوسيلة تبادل الـ LSDBs بين الموجهات المتجاورة.
- **تبادل قواعد البيانات (LSDB) بين الجيران:** هي عملية إرسال LSAs إلى الجيران بحيث تتعلم جميع أجهزة التوجيه على نفس الـ LSAs.

- **إضافة أفضل المسارات:** هي عملية كل يقوم بها كل جهاز توجيه بشكل مستقل لتشغيل SPF وذلك على نسخته المحلية من LSDB وحساب أفضل المسارات وإضافة تلك المسارات إلى جدول توجيهه.

التجاور (Neighbors)

جهاز توجيه OSPF المتجاورين هما جهازان توجيه يستخدمان OSPF وكلّهما يجلس على طرفي ارتباط البيانات نفسه وهذا يعني أن جهازا التوجيه المتصلين بنفس الشبكة محلية الافتراضية (VLAN) يصبحان جيران OSPF أو أن جهازا توجيه على طرفي ارتباط تسلسلي (serial link) يصبحان جيران OSPF.

يحتاج اثنان من أجهزة التوجيه إلى ما هو أكثر من مجرد وجودهما على طرفي نفس الرابط ليصبحا جيران OSPF بل يجب عليهما إرسال رسائل OSPF والموافقة على أن يصبحوا جيران. وللقيام بذلك ترسل أجهزة التوجيه رسائل (OSPF Hello) وتقدم نفسها إلى الجار. فإذا كان للجارتين معلومات OSPF متوافقة فإنهما يشكلان علاقة جوار ويمكن عرضهما في كمخرجات للأمر `show ip ospf neighbors`.

تتيح علاقة الجوار OSPF أيضاً معرفة متى قد لا يكون الجار خياراً جيداً لتوجيه الحزم في الوقت الحالي. تخيل أن R1 و R2 يشكلان علاقة جوار بحيث تعرفا على الـ LSAs لكل منهما وقامتا بحساب المسارات التي تُرسل من خلالها الحزم عبر جهاز التوجيه الآخر ثم بعد أشهر لاحظ R1 فشل علاقة الجوار مع R2 لأي سبب هذا الفشل سيجعل R1 يتفاعل مع الحدث ويعيد غمر الـ LSAs ويقوم بتشغيل SPF لإعادة حساب مساراته الجديدة الخاصة.

أخيراً يسمح زجاءر OSPF باكتشاف أجهزة التوجيه الجديدة بشكل آلي وهذا يعني أنه يمكن إضافة أجهزة توجيه جديدة إلى الشبكة دون الحاجة إلى إعادة إعداد كل جهاز توجيه فالذي يتم فعلياً هو إعداد الـ OSPF على منافذ جهاز التوجيه ثم هو يتفاعل مع أي رسائل الترحيب من جيرانه الجدد متى ما تم تثبيت هؤلاء الجيران الجدد.

مقابلة الجيران ومعرفة معرف جهاز التوجيه الخاص بهم

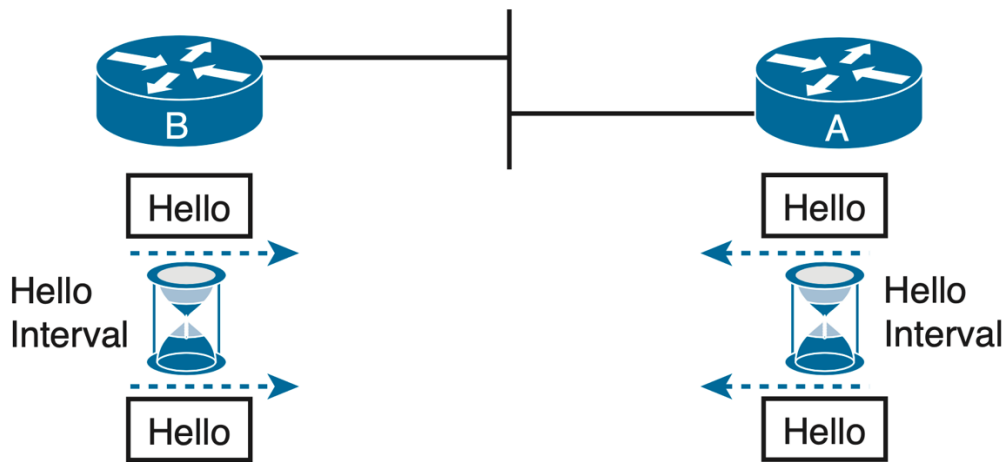
لتوضيح عمل رسائل (OSPF Hello) كمفهوم عند تكوين علاقات جيران جديدة دعنا نتحدث عن وضعنا نحن كبشر أولاً فعندما ننتقل إلى منزل جديد ونلتقي بجيراننا المختلفين وعندما نرى بعضنا البعض في الخارج من الممكن التوجه لهم والترحيب بهم والتعرف على أسمائهم وبعد الحديث قليلاً معهم نستطيع بناء انطباع أولي عنهم لا سيما

فيما يتعلق بمدى متعة الحديث مع هذا الجار وهل سنكرر ذلك باستمرار أو سنكتفي بالتلويح له من بُعد فقط وعدم الدخول في حديث مطول آخر معه.

فبالمثل مع OSPF تبدأ العملية برسائل تسمى رسائل (OSPF Hello) بحيث يرسل فيها معرف جهاز التوجيه (RID) لكل جهاز توجيه والذي يعمل كاسم فريد وغير مكرر لكل جهاز توجيه أو معرف لـ OSPF ثم يقوم OSPF بإجراء العديد من عمليات التحقق من المعلومات الواردة في هذه الرسائل الترحيبية للتأكد من أن جهازي التوجيه يجب أن يصبحا متجاورين.

OSPF RIDs هي أرقام تتكون من 32 بت ونتيجة لذلك تظهر معظم مخرجات الأوامر هذه الأرقام كأرقام عشرية نقطية (DDN). بالإضافة إلى ذلك وبشكل افتراضي فإن هذا الرقم يُختار بناءً على عنوان IPv4 للمنفذ النشطة لأنها أيضاً تتكون من 32 بت. ومع ذلك يمكن تكوين (OSPF RID) بشكل مباشر ومحدد.

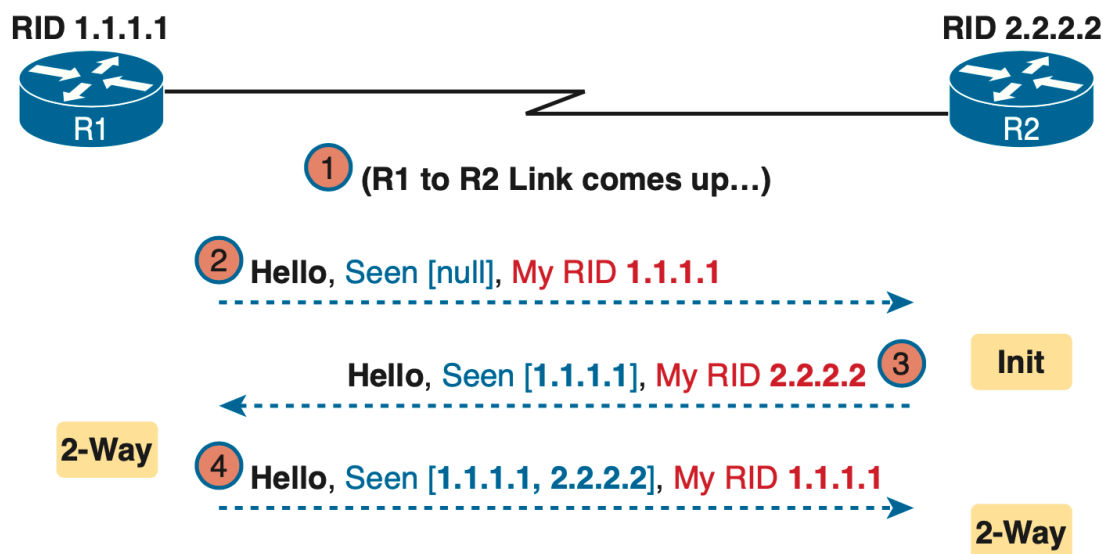
وبمجرد أن يختار جهاز التوجيه (OSPF RID) الخاص به وتعمل المنافذ الخاصة به يكون هذا الجهاز مستعداً لمقابلة جيرانه من OSPF. ويمكن أن تصبح أجهزة توجيه OSPF جيران إذا كانت متصلة بالشبكة الفرعية نفسها ولاكتشاف أجهزة التوجيه الأخرى التي تستخدم OSPF يرسل جهاز التوجيه حزم (OSPF Hello) متعددة البث (multicast) إلى كل منفذ ويأمل في تلقي حزم (OSPF Hello) من أجهزة التوجيه الأخرى المتصلة بتلك المنافذ. يوضح الشكل أدناه هذا المفهوم الأساسي.



يرسل كل من الموجهين A و B رسائل الترحيب على الشبكة المحلية ويستمررون في إرسالها على فترات منتظمة بناءً على إعدادات مؤقت الترحيب ونحتوي رسائل الترحيب هذه على الميزات التالية:

- تأتي رسالة الترحيب بعد رأس حزمة IP مستخدمة بروتوكول من نوع 89 IP.
- يتم إرسال حزم الترحيب إلى عنوان IP متعدد البث 224.0.0.5 وهو عنوان IP متعدد البث المخصص لجميع أجهزة التوجيه التي تستخدم OSPF.
- تستمع أجهزة توجيه OSPF إلى الحزم المرسلة إلى عنوان IP المتعدد 224.0.0.5 على أمل تلقي حزم Hello والتعرف على الجيران الجدد.

وبإلقاء نظرة فاحصة يوضح الشكل أدناه العديد من رسائل التجاور الترحيبية المستخدمة لتأسيس علاقة الجوار OSPF.



باتباع الخطوات الموضحة في الشكل أعلاه يظهر السيناريو كون الرابط بين الجهازين لا يعمل وبالتالي لا تعرف أجهزة التوجيه بعضها البعض كجيران OSPF وليس لديهما أي معلومات عن بعضهم البعض كجيران وبالتالي لن يظهروا بعضهم البعض في مخرجات الأمر `show ip ospf neighbour` فكانت الخطوة 1 هي تشغيل منافذ كل منهما. وفي الخطوة 2 يرسل R1 أول رسالة ترحيب لذلك يتعرف R2 على وجود R1 كجهاز توجيه OSPF وعند هذه النقطة ، يظهر R2 الجهاز R1 كجهاز مجاورة وتكون الحالة حينها حالة بداية مؤقتة (init).

تستمر العملية في الخطوة 3 بحيث يرسل R2 رسالة الترحيب والتي من خلالها يتعرف R1 على وجود R2 ويصبح R1 حينها قادر على الانتقال من حالة init بسرعة إلى حالة ثنائية الإنهاء (2-way) وفي الخطوة 4 يتلقى R2 الترحيب من R1 ويمكن له أيضاً الانتقال إلى حالة ثنائية الإنهاء (2-way).

تعتبر الحالة ثنائية الإنهاء (2-way) حالة مهمة بشكل خاص ففي هذه المرحلة تكون الحقائق الرئيسية التالية متحققة:

- تلقى جهاز التوجيه كلمة ترحيب من الجار والتي تحمل الـ RID الخاص بالموجه والذي يمكن للجيران رؤيته.
- نحقق الموجه من جميع المعلومات الواردة في رسالة الترحيب المستلمة من الجار ولم يجد أي مشاكل أي أن جهاز التوجيه على استعداد لأن يصبح جاراً.
- إذا وصل كلا الموجهين إلى حالة ثنائية الانجاء (2-way) مع بعضهما البعض فهذا يعني أن كلا الموجهين قد حققا جميع متطلبات إعداد OSPF ليصبحا جيران فهما مستعدان لتبادل LSDB مع بعضهم البعض.

تبادل قواعد البيانات (LSDB) بين الجيران

أحد أهداف تكوين علاقات الجوار OSPF هو السماح للجارتين بتبادل قواعد البيانات الخاصة بهما.

تبادل LSAs بالكامل مع الجيران

تعني حالة المجاورة لـ OSPF ثنائية الانجاء أن جهاز التوجيه متاح لتبادل LSDB مع الجار. بمعنى آخر إنه جاهز لبدء تبادل ثنائي الانجاء لـ LSDB. لذلك بمجرد وصول جهازين توجيه على رابط واحد إلى الحالة ثنائية الانجاء فيمكنهم الانتقال فوراً إلى عملية تبادل قاعدة البيانات.

فبعد أن يقرر جهازين التوجيه تبادل قواعد البيانات فهما لا يرسلان ببساطة محتويات قاعدة البيانات بأكملها بل يبدآن أولاً بإخبار بعضهم البعض بقائمة واحدة من قوائم LSAs الموجودة في قواعد البيانات الخاصة بهم حينها يتحقق كل جهاز توجيه من كون قائمة الـ LSAs موجودة لديه بالفعل أم لا ثم يطلب من جهاز التوجيه الآخر فقط الـ LSAs الغير المعروفة لديه فقط.

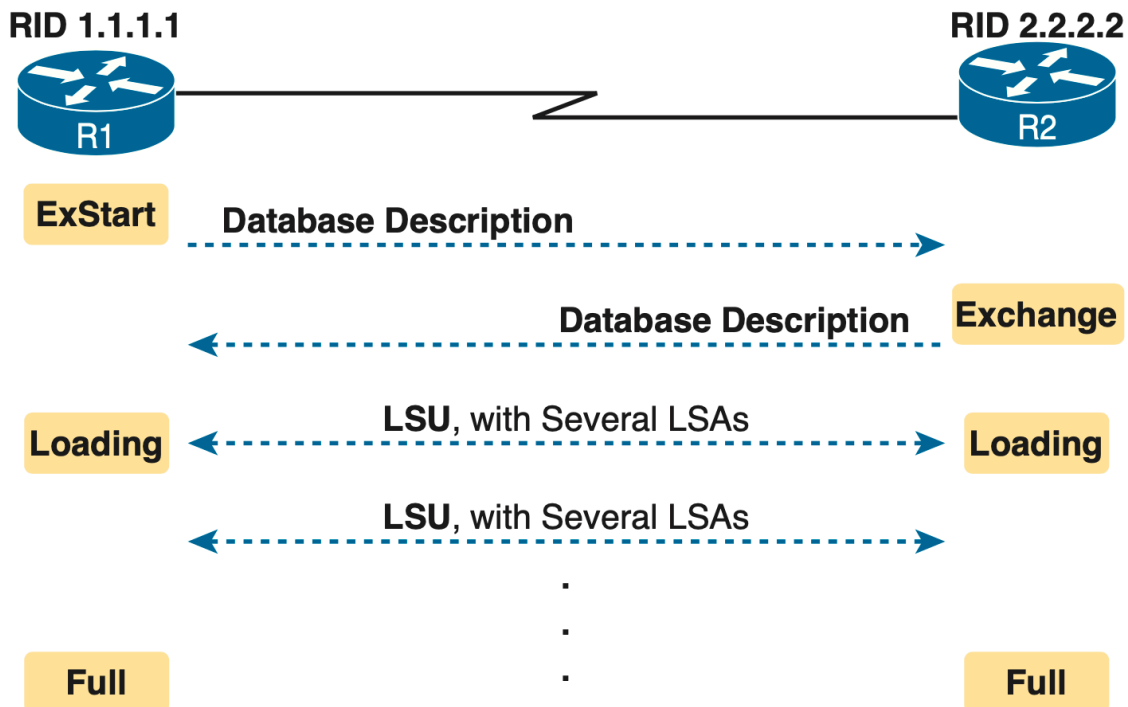
على سبيل المثال قد ترسل R1 إلى R2 قائمة لتتحقق وتسرد فيها عشرة LSAs ثم يتحقق R2 من LSDB الخاص به ويجد ستة من تلك العشرة LSAs حينها يطلب R2 من R1 إرسال LSAs الأربعة الإضافية فقط.

يوجد بعض المصطلحات المهم معرفتها وتذكرها فعلى وجه الخصوص تسمى رسائل OSPF التي ترسل فعلياً الـ LSAs بين الأجهزة المجاورة بحزم نحديث حالة الارتباط Link-State Update (LSU). أي أن حزمة LSU تحتوي على هياكل بيانات تسمى إعلانات

حالة الارتباط (LSA ليست حزمًا ولكنها هياكل بيانات موجودة داخل LSDB وتصف الهيكل والبنية).

يجمع الشكل أدناه بعض هذه المصطلحات والعمليات معًا فاستكمالاً لما حدث في الشكل السابق يظهر الشكل أدناه عملية تبادل لقاعدة البيانات بين الموجهين R1 و R2. يظهر في وسط الشكل رسائل البروتوكول المستخدمة بينما تُظهر العناصر في الأطراف حالات الجوار في مراحل مختلفة من العملية. ركز على وجه الخصوص على:

- قيام أجهزة التوجيه بتبادل LSAs داخل حزم LSU.
- وصول أجهزة التوجيه إلى حالة (full) عند الانتهاء مما يعني أنها قامت بتبادل محتويات LSDBs الخاصة بها بالكامل.



الحفاظ على الجيران والـ LSDB

بمجرد وصول جارتين إلى حالة (full) يكونان قد قاما بكل الأعمال الأولية لتبادل معلومات OSPF بينهما. إلا أنه لا يزال يتعين عليهما القيام ببعض المهام المستمرة الصغيرة للحفاظ على علاقة الجوار.

فأولاً تراقب أجهزة التوجيه كل علاقة جوار باستخدام رسائل الترحيب وعنصري توقيت مرتبطين هما الفاصل الزمني للترحيب (Hello Interval) والفاصل الزمني الميت (Dead Interval). ترسل أجهزة التوجيه رسائل الـ Hellos كل بعد فاصل زمني لكل جار ويتوقع كل جهاز توجيه تلقي ترحيب من كل جار بناءً على الفاصل الزمني للترحيب لذلك إذا كان

الجار صامتاً طوال فترة الفاصل الزمني الميت والتي تكون افتراضياً أربعة أضعاف فترة الترحيب فإن هذا يعني فشل وفقدان الجار.

ثانياً يجب أن تتفاعل أجهزة التوجيه عندما يتغير الهيكل أيضاً ويلعب الجيران دوراً رئيسياً في هذه العملية فعندما يتغير شيء ما يقوم جهاز توجيه واحد أو أكثر بتغيير واحد أو أكثر من الـ LSAs. ثم يجب أن تُعمر أجهزة التوجيه بالـ LSAs المتغيرة لكل جار حتى يتمكن الجار من تغيير LSDB الخاص به. فعلى سبيل المثال تخيل أن مبدل LAN فقد الطاقة الكهربائية وتبعاً لذلك تفشل واجهة جهاز الموجه G0/0 وتتحول من up/up إلى down/down حينها يقوم جهاز التوجيه هذا بتحديث الـ LSA الذي يظهر G0/0 لجهاز التوجيه على أنه معطل ويرسل الـ LSA إلى جيرانه وكل جار من جيرانه ويقوم بدوره بإرساله إلى جيرانه حتى نحصل جميع أجهزة التوجيه مرة أخرى على نسخة متطابقة من LSDB فيعكس LSDB لكل جهاز توجيه الآن حقيقة أن واجهة G0/0 لجهاز التوجيه الأصلي تعطلت ولذلك سيستخدم كل جهاز توجيه الآن الـ SPF لإعادة حساب أي مسارات تتأثر بالواجهة المتعطلة.

ثالثاً يتحمل كل جهاز توجيه يقوم بإنشاء الـ LSA مسؤولية إعادة تدفق الـ LSA كل 30 دقيقة بشكل افتراضي حتى ولو لم يحدث أي تغييرات مع ملاحظة أن لكل LSA مؤقت منفصل وذلك بناءً على وقت إنشاؤه

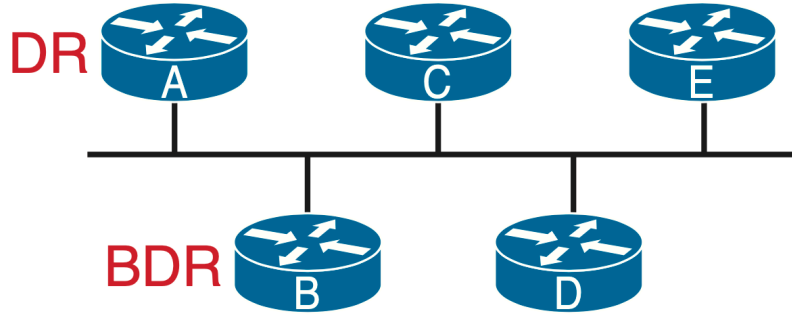
تلخص القائمة التالية مهام الصيانة الثلاث هذه لتسهيل تذكرها:

- المحافظة على حالة الجار عن طريق إرسال رسائل الترحيب.
- إرسال رسائل العمر عند أي تغيير للـ LSAs وذلك لكل جار
- إعادة عمر الـ LSAs حتى دون تغيير بشكل افتراضي كل 30 دقيقة.

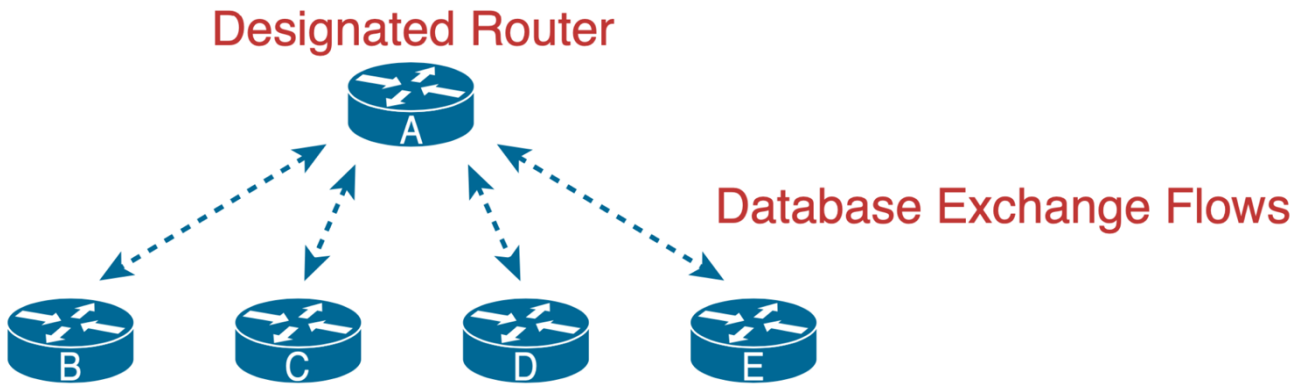
استخدام أجهزة توجيه معينة على روابط إيثرنت

تتصرف OSPF بشكل مختلف في بعض النواحي عن غيرها لا سيما عند مقارنتها بالارتباطات من نوعية نقطة إلى نقطة و Ethernet. فعلى وجه الخصوص في الـ Ethernet يختار OSPF أحد أجهزة التوجيه على نفس الشبكة الفرعية ليعمل كموجه معين (DR) designated router. يلعب الـ DR دوراً رئيسياً في كيفية عمل تبادل قاعدة البيانات ونفس الفكرة ولكن مع اختلافات بسيطة عند الحديث عن الروابط من نقطة إلى نقطة.

لمعرفة كيفية تأمل المثال في الشكل أدناه فهناك خمسة موجهات OSPFv2 على نفس Ethernet VLAN. تقوم أجهزة توجيه OSPF الخمسة هذه باختيار موجه واحد ليعمل كـ DR وجهاز توجيه واحد ليكون نسخة احتياطية له Backup DR (BDR). ففي الشكل يظهر أن جهازي التوجيه A و B قد أخذوا دورَي الـ DR و BDR ووجود واحد من كل منهما سببه الوحيد أن الإيثرنت يتطلب ذلك.



لا تحدث عملية تبادل قاعدة البيانات في الـ Ethernet بين كل زوج من أجهزة التوجيه على نفس VLAN/ الشبكة الفرعية. بل ما يتم عوضاً عن ذلك هو أن عملية تبادل البيانات تتم بين الـ DR وكل أجهزة التوجيه الأخرى لضمان حصول جميع أجهزة التوجيه الأخرى على نسخة من كل الـ LSAs. أي يحدث تبادل قاعدة البيانات عبر التدفقات الموضحة في الشكل أدناه.



يستخدم OSPF مفهوم الـ BDR لأن الـ DR مهم جداً لعملية تبادل قاعدة البيانات فيقوم الـ BDR بمراقبة حالة الـ DR ويتولى دور الـ DR في حالة الفشل والتعطيل فعندما يفشل الـ DR يتولى الـ BDR مهامه ثم يتم انتخاب BDR جديد.

نظراً لأن كلا من الـ DR والـ BDR يقومان بتبادل كامل لقاعدة البيانات مع جميع أجهزة توجيه OSPF الأخرى في الشبكة المحلية فإنهما يصلان إلى حالة (full state) مع جميع الأجهزة المجاورة. إلا أن أجهزة التوجيه الأخرى والتي ليست الـ DR أو الـ BDR والتي تسمى الـ DROthers لا تصل أبداً إلى حالة (full state) لأنها لا تقوم بتبادل قاعدة البيانات

مع بعضها البعض ونتيجة لذلك يُظهر الأمر show ip ospf neighbour الموجود على هذه الموجهات بعض الأجهزة المجاورة بشكل دائم في حالة ثنائية الاتجاه (2-way) وليست في حالة (full state).

فعلى سبيل المثال مع عمل OSPF بشكل طبيعي على شبكة Ethernet LAN في الشكل السابق فإن الأمر show ip ospf neighbour على جهاز التوجيه C والذي يعتبر جهاز توجيه DROther سيُظهر ما يلي:

- جارين هما A و B واللذان يقومان بـ DR و BDR على التوالي مع حالة (full state) وتسمى (fully adjacent)
- جارين هما D و E مع حالة ثنائية الاتجاه (2-way) تسمى (adjacent)

هذا السلوك المختلف مع جيران OSPF على شبكة LAN والذي أوصل بعضهم إلى حالة (full state) دون البعض الآخر والذي استدعى استخدام مصطلحين آخرين لـ OSPF هما (fully adjacent) و (adjacent). بحيث يصل الجيران الـ (fully adjacent) إلى حالة (full state) بعد تبادل LSDBs الخاصة بهم مباشرة. أما الجيران الـ (adjacent) فهم أجهزة توجيه DROther التي تختار (بشكل صحيح) البقاء في حالة ثنائية الاتجاه (2-way) ولكنها لا تصل أبداً إلى حالة (full state). يلخص الجدول أدناه هذه المفاهيم والمصطلحات الأساسية المتعلقة بحالات OSPF.

حالة الجار	حالة التجاور	المعنى
2-way	Adjacent	أرسل الجار رسالة ترحيب فيها الـ RID الخاص بالموجه المحلي في قائمة أجهزة التوجيه المرئية والذي يعني أيضاً أن التحقق من الجار قد تم اجتيازه. فإذا كان كلا الجارين من أجهزة توجيه DROther فيجب أن يظل الجارين على هذه الحالة.
Full	Fully adjacent	يعرف كلا الموجهين نفس تفاصيل LSDB بالضبط وهما متجاوران زمناً (Fully adjacent) مما يعني أنهما أكملوا تبادل محتويات LSDB.

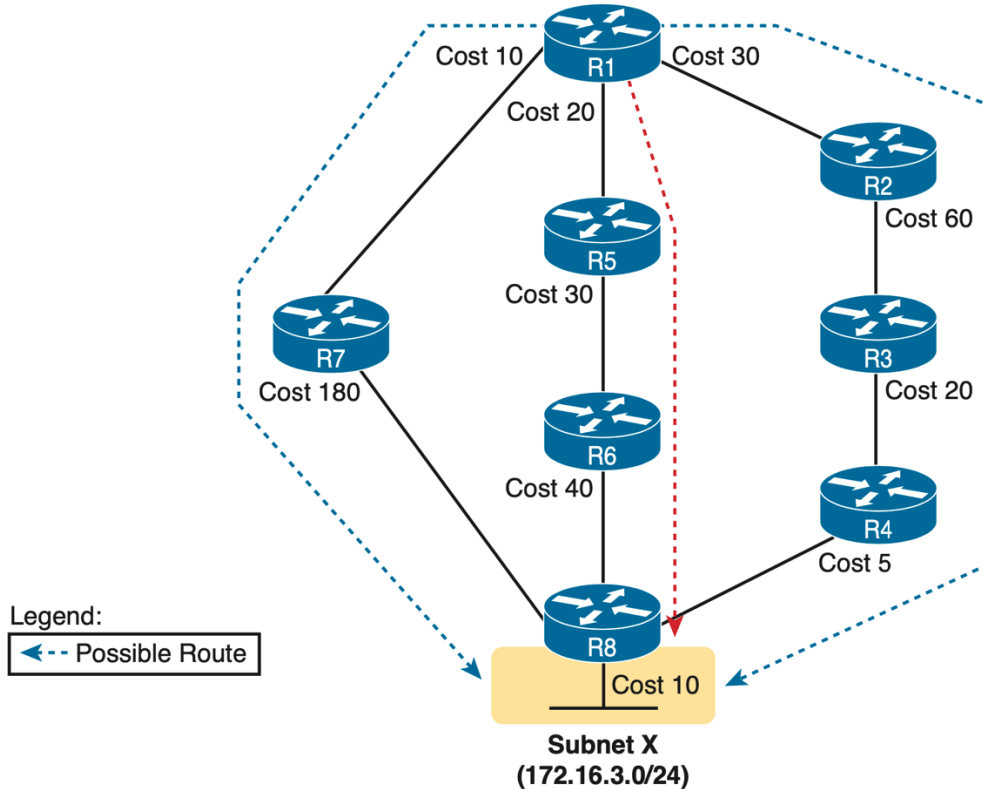
حساب أفضل المسارات باستخدام SPF

تحتوي OSPF LSAs على معلومات مفيدة بلا شك ولكنها لا تحتوي على المعلومات المحددة التي يحتاجها جهاز التوجيه لإضافتها إلى جدول توجيهه الخاص. بمعنى أنه لا يمكن لجهاز التوجيه نسخ المعلومات فقط من LSDB كمسار في جدول التوجيه فالـ LSAs تعتبر وكأنها قطع من أحجية الصور المتقطعة. لذا وللمعرفة أفضل المسارات التي يجب إضافتها إلى جدول التوجيه يجب على كل جهاز توجيه إجراء بعض العمليات الحسابية لتحديد أفضل المسارات من منظوره الخاص ومن ثم يضيفها إلى جدول التوجيه

الخاص به بحيث يحدد لكل مسار : رقم الشبكة الفرعية والقناع والمنفذ الذي ستسلكه للوصول وعنوان IP لجهاز التوجيه للخطوة التالية.

على الرغم من أن المهندسين لا يحتاجون إلى معرفة تفاصيل العمليات الرياضية والحسابية في الـ SPF ، إلا أنهم بحاجة إلى معرفة كيفية التنبؤ بالطرق التي سيختارها SPF كأفضل مسار. نحسب خوارزمية نظام التعرف على هوية المرسل (SPF) جميع المسارات الممكنة من جهاز التوجيه إلى الشبكة الفرعية الوجهة وفي حالة وجود أكثر من مسار واحد يقارن الموجه المقاييس مختاراً أفضل (أقل) مسار متبقي لإضافته إلى جدول التوجيه. وعلى الرغم من أن حساب SPF قد يكون معقداً بعض الشيء إلا أن المهندسين الذين لديهم رسم تخطيطي للشبكة ومعلومات حالة جهاز التوجيه وأمر آخرى بسيطة يمكنهم حساب قياس كل مسار والتنبؤ بما سيختاره SPF.

وبمجرد تحديد SPF للمسار يحسب OSPF القياس للمسار على النحو التالي: مجموع قيمة واجهة OSPF هي قيمة جميع الواجهات الصادرة في ذات المسار ويوضح الشكل أدناه مثالاً بثلاثة مسارات محتملة من R1 إلى الشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 في الشكل أدناه.



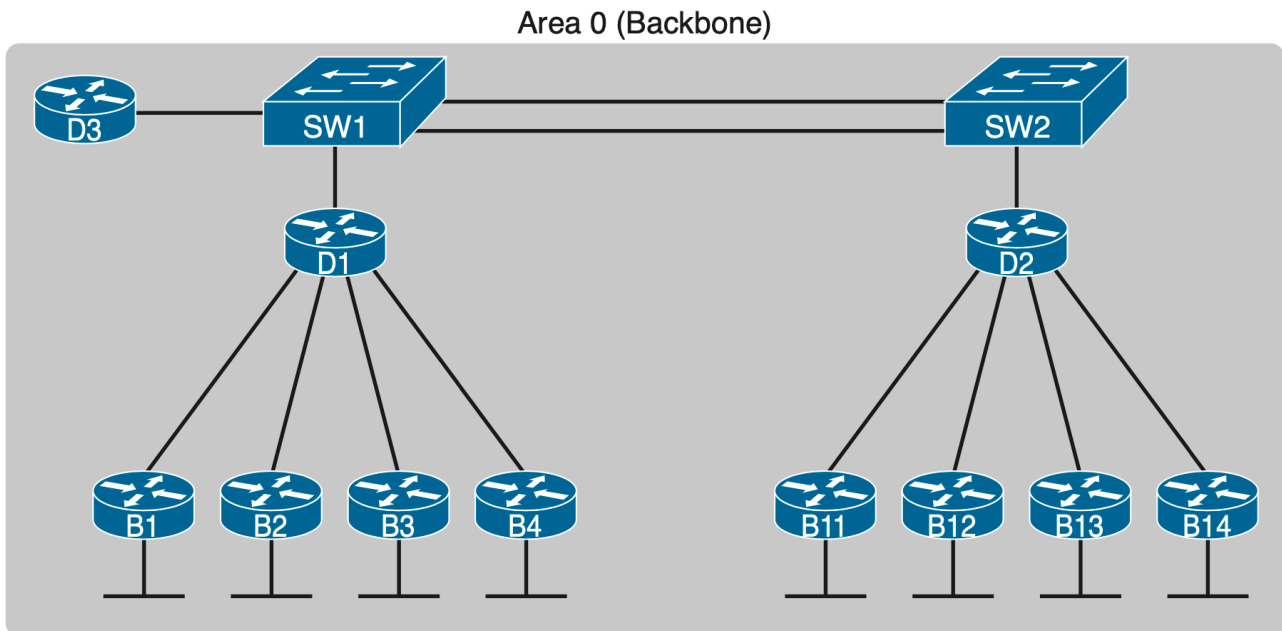
يوضح الجدول أدناه المسارات الثلاثة الموضحة في الشكل السابق مع مجموع قيمها التراكمية وموضاً أن أفضل مسار لـ R1 إلى الشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 يبدأ بالمرور عبر R5.

المسار	موقعه في الشكل	مجموع قيمه وتكاليفه
R1-R7-R8	اليمن	10+180+10=200
R1-R5-R6-R8	الوسط	20+30+40+10=100
R1-R2-R3-R4-R8	اليمن	30+60+20+5+10=125

كنتيجة لتحليل خوارزمية SPF لـ LSDB يضيف R1 مساراً للشبكة الفرعية 172.16.3.0/24 وذلك في جدول التوجيه الخاص به موضاً كذلك موجه الخطوة التالية (next hop) وهو R5.

تصميم (OSPF Area)

في أحيان كثيرة يمكن استخدام OSPF في بعض الشبكات مع القليل من الاهتمام في مشاكل التصميم فما علينا سوى تشغيل OSPF في جميع أجهزة التوجيه ووضع جميع المنافذ في نفس المنطقة (Area) وعادةً ما تكون المنطقة 0 فقط، يوضح الشكل أدناه أحد أمثلة هذه الشبكات مع 11 موجهاً وجميع المنافذ في المنطقة 0.



يوجد هناك مشاكل في شبكات OSPFv2 الأكبر حجماً عند استخدام المنطقة الواحدة. فعلى سبيل المثال تخيل شبكة مؤسسة نحوي 900 موجه بدلاً من 11 فقط وفيها آلاف الشبكات الفرعية. فوفقاً لذلك فإن وقت وحدة المعالجة المركزية لتشغيل خوارزمية SPF على جميع بيانات الهيكل هذه سيستغرق وقتاً طويلاً وكنتيجة لذلك يمكن

أن يكون وقت التفاعل مع أي تعديلات في الشبكة للـ OSPFv2 بطيئاً كما قد تقل وتنحسر ذاكرة الوصول العشوائي في أجهزة التوجيه أيضاً علاوةً لظهور إشكالات أخرى مثل:

- تتطلب قاعدة بيانات الهيكل الأكبر حجم ذاكرة أكبر على كل جهاز توجيه.
- تتطلب جهد معالجة أكبر لقاعدة بيانات الهيكل كلما زاد حجمه باستخدام خوارزمية نظام التعرف على هوية المرسل (SPF).
- يؤدي تغيير حالة منفذ واحدة في أي مكان في الشبكة البينية إلى إجبار كل جهاز توجيه على تشغيل SPF مرة أخرى.

الحل هو أن نأخذ LSDB واحدة كبيرة ونقسمها إلى عدة LSDBs أصغر وذلك باستخدام مناطق OSPF. مع فكرة المناطق يتم وضع كل رابط في منطقة واحدة ويقوم SPF بحساباته المعقدة على الهيكل داخل المنطقة وبنية تلك المنطقة فقط. فعلى سبيل المثال الشبكة التي نحتوي على 1000 جهاز توجيه و 2000 شبكة فرعية مقسمة في 100 منطقة سيكون المتوسط لها 10 أجهزة توجيه و 20 شبكة فرعية لكل منطقة وسيتعين على حسابات الـ SPF التي تتم في جهاز التوجيه معالجة هيكل حوالي 10 أجهزة توجيه و 20 رابطاً بدلاً من 1000 جهاز توجيه و 2000 رابط.

وعليه فما هو حجم الشبكة التي يحتاج OSPF فيها إلى استخدام فكرة المناطق؟ لا توجد إجابة محددة لأن سلوك عملية SPF يعتمد إلى حد كبير على سرعة وحدة المعالجة المركزية ومساحة ذاكرة الوصول العشوائي وحجم الـ LSDB ، وما إلى ذلك. وبشكل عام تستفيد الشبكات التي يزيد حجمها عن بضع عشرات من أجهزة التوجيه بشكل واضح من فكرة المناطق وقد ذكرت بعض الوثائق والدراسات على مر السنين أن 50 جهاز توجيه تعتبر الخط الفاصل الذي يجب بعده أن تستخدم الشبكة مفهوم المناطق.

مناطق OSPF

يخضع تصميم منطقة OSPF لبضع قواعد أساسية تبدأ هذه القواعد برسم الشبكة البينية موضحاً فيها أجهزة التوجيه وجميع المنافذ ومحدد فيها المنطقة الخاصة بكل منفذ جهاز توجيه على النحو التالي:

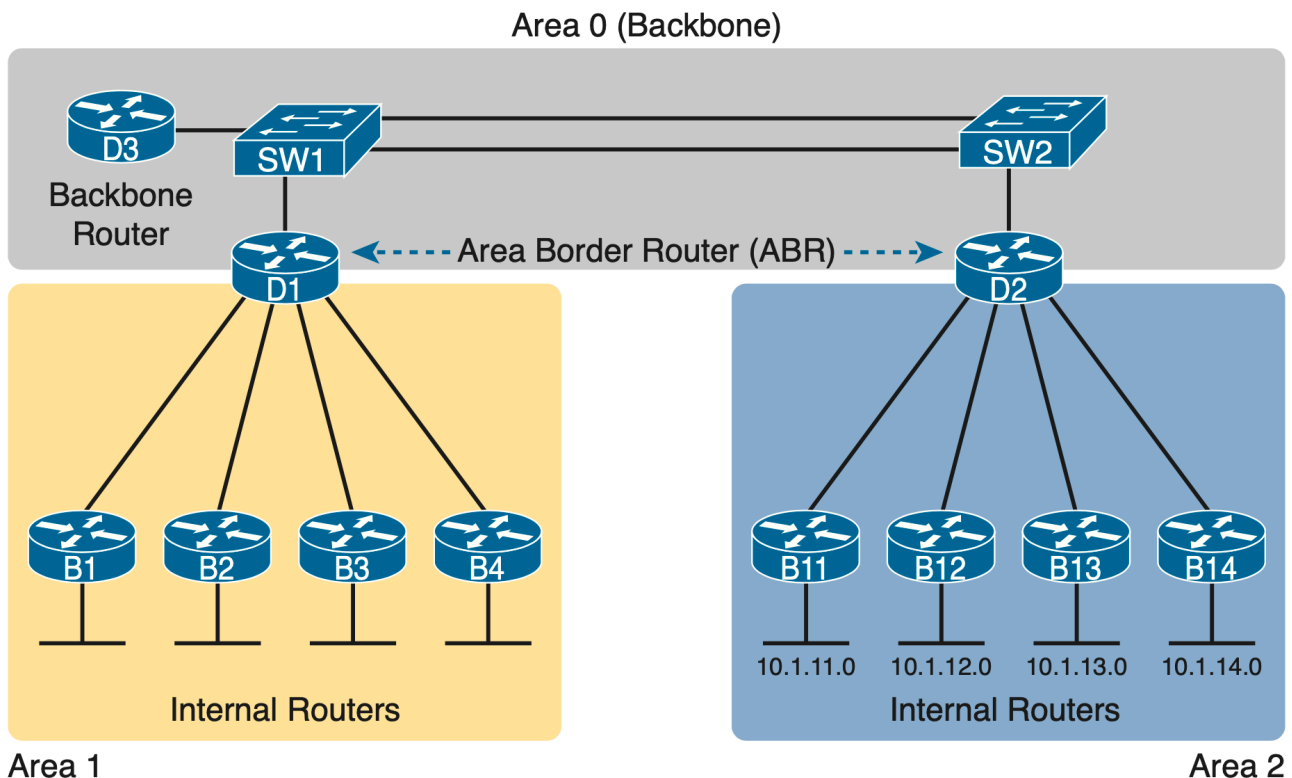
- نضع جميع المنافذ المتصلة بنفس الشبكة الفرعية داخل نفس المنطقة.
- يجب أن تكون منافذ المنطقة متلامسة.
- قد تكون بعض أجهزة التوجيه داخلية لمنطقة ما ، مع تخصيص جميع المنافذ لتلك المنطقة المحددة.

■ قد تكون بعض أجهزة التوجيه عبارة عن موجهات حدود منطقة (ABR) ، وذلك لأن بعض منافذها تتصل بمنطقة الأساسية أو ما يسمى بمنطقة العمود الفقري (backbone area) وبعضها الآخر يتصل بمناطق غير أساسية.

■ يجب توصيل جميع المناطق التي الغير متصلة بالمنطقة الأساسية منطقة العمود الفقري بهذه المنطقة منطقة العمود الفقري (المنطقة 0) من خلال توصيل ABR واحد على الأقل بمنطقة العمود الفقري والمنطقة الغير متصلة به.

يوضح الشكل أدناه مثالاً على ذلك. فقد بدأ بعض المهندسين برسم تخطيطي للشبكة أظهر الرسم جميع أجهزة التوجيه والبالغ عددها 11 وأظهر ووضع روابطها. فعلى اليسار وضع المهندس أربعة روابط تسلسلية (serial link) والشبكات المحلية المتصلة بأجهزة التوجيه الفرعية ابتداءً من B1 إلى B4 وضعت في المنطقة 1. وبالمثل وضع الروابط إلى الفروع من B11 إلى B14 بما في ذلك الشبكات LAN الخاصة بهم في المنطقة 2. هنا نحتاج المنطقتان إلى الاتصال بمنطقة العمود الفقري وهي المنطقة 0 لذلك وضع منافذ LAN الخاصة بـ D1 و D2 في المنطقة 0 جنباً إلى جنب مع D3 مما أدى إلى إنشاء وتكوين منطقة العمود الفقري.

يوضح الشكل أيضاً بعض شروط تصميم منطقة OSPF المهمة يلخص الجدول الذي يلي الشكل معنى هذه المصطلحات بالإضافة إلى بعض المصطلحات الأخرى ذات العلاقة ولكن يجب الانتباه إلى المصطلحات الواردة في الشكل تحديداً.



المصطلح	معناه
Area Border Router (ABR)	موجه OSPF هو جهاز توجيه مع منافذ متصلة بالمنطقة الرئيسية أي منطقة العمود الفقري ومنطقة أخرى واحدة على الأقل
Backbone router	جهاز توجيه متصل بمنطقة العمود الفقري بما في ذلك ABRs
Internal router	جهاز توجيه في منطقة واحدة وليست منطقة العمود الفقري
Area	مجموعة من أجهزة التوجيه والروابط التي تشارك نفس معلومات LSDB التفصيلية ولكن ليس مع أجهزة التوجيه الموجودة في مناطق أخرى.
Backbone area	منطقة OSPF يجب أن تتصل بها جميع المناطق الأخرى وتسمى المنطقة 0
Intra-area route	الطريق إلى شبكة فرعية داخل نفس منطقة جهاز التوجيه
Interarea route	الطريق إلى شبكة فرعية في منطقة لا يعتبر الموجه جزءاً منها

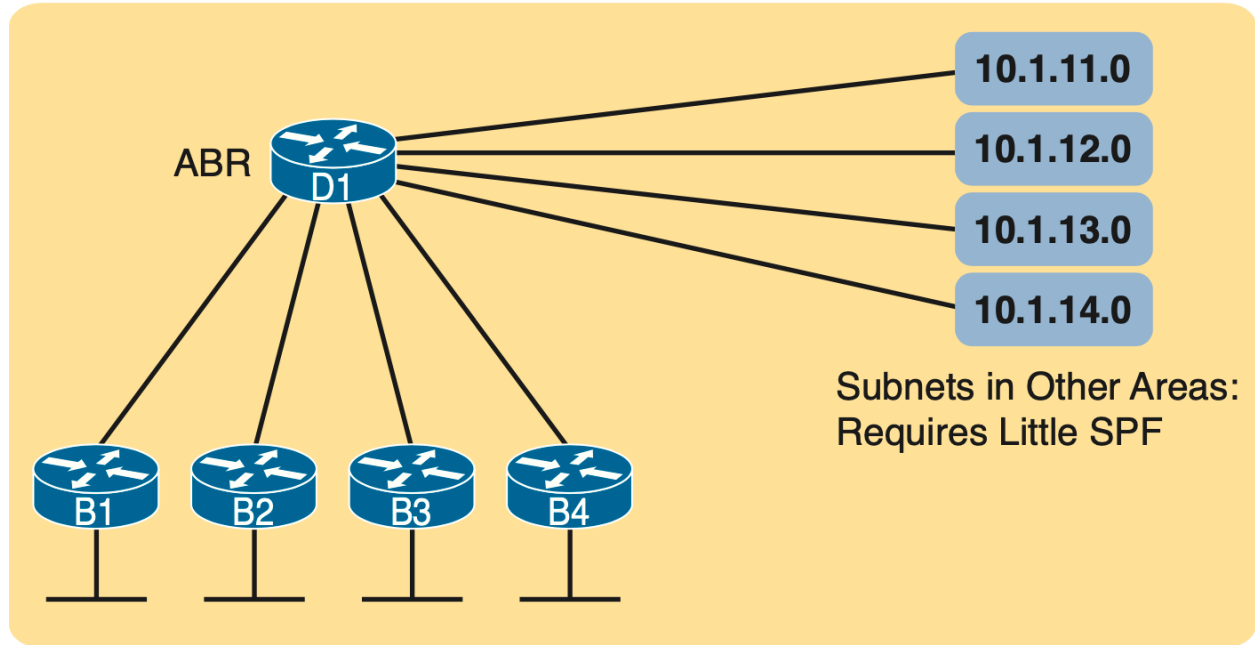
كيف تقلل المناطق من وقت حساب SPF

يوضح الشكل السابق تصميم منطقة كنموذج وكذلك يوضح بعض المصطلحات المتعلقة بالمناطق لكنه لا يوضح مدى قوة وفائدة هذه المناطق ولفهم كيف تقلل المناطق من العمل الذي يجب على SPF القيام به لحساب أفضل المسارات يجب فهم التغييرات المتعلقة بـ LSDB والتي تحدث داخل المنطقة كنتيجة لاستخدام مفهوم المنطقة.

يذهب معظم وقت المعالجة لـ SPF في العمل على جميع تفاصيل الهيكل أي أجهزة التوجيه والروابط التي تربط أجهزة التوجيه وتعمل المناطق على تقليل عبء عمل الـ SPF لأنه وبالنسبة لمنطقة معينة يتعامل مع الـ LSDB لأجهزة التوجيه والروابط داخل تلك المنطقة فقط كما هو موضح على الجانب الأيسر من الشكل أدناه.

بينما يحتوي LSDB على معلومات هيكلية أقل إلا أنه لا يزال يتعين عليه الحصول على معلومات حول جميع الشبكات الفرعية في جميع المناطق بحيث يمكن لكل جهاز توجيه إنشاء مسارات لجميع الشبكات الفرعية. لذلك مع تصميم المنطقة يستخدم OSPFv2 معلومات موجزة جداً حول الشبكات الفرعية في المناطق الأخرى. فلا تتضمن الـ LSAs معلومات الهيكل الخاصة بالمناطق الأخرى لذا فهي لا تتطلب الكثير من معالجة SPF على الإطلاق وبدلاً من ذلك تظهر جميع هذه الشبكات الفرعية كشبكات فرعية متصلة بـ ABR وفي هذه الحالة ABR D1.

Area 1 LSDB



باختصار استخدام تصميم OSPF أحادي المنطقة يعمل بشكل جيد لشبكات OSPF الأصغر فهو يتجنب التعقيدات الإضافية مما يجعل تشغيل الشبكة أسهل كما يتطلب أيضاً جهداً أقل في التخطيط لأنه لا يتعين على أي شخص التخطيط لأي أجزاء من الشبكة تنتهي في أي منطقة. بينما يؤدي استخدام المناطق المتعددة إلى تحسين عمليات OSPF للشبكات الأكبر. وتلخص القائمة التالية بعض النقاط الرئيسية التي تناقش استخدام مناطق متعددة في شبكات OSPF الأكبر:

■ تتطلب LSDB الأقل ذاكرة منطقة أقل.

■ تتطلب أجهزة التوجيه جهداً أقل من وحدات المعالجة المركزية لمعالجة الـ LSDB الأصغر عند عمليات الـ SPF كما نحسن وقت التفاعل مع أي تغييرات في الشبكة.

■ تتطلب التغييرات في الشبكة على سبيل المثال فشل الروابط واستعادتها حسابات SPF فقط على أجهزة التوجيه المتصلة بالمنطقة التي تغير فيها الارتباط مما يقلل من عدد أجهزة التوجيه التي يجب أن تعيد تشغيل SPF.

■ يجب الإعلان عن معلومات أقل بين المناطق مما يقلل من عرض النطاق الترددي المطلوب لإرسال LSAs.