اليوم الثامن والعشرون: OSPF - الجزء الثالث

OSPF متعدد المناطق (Multi-Area OSPF)

في الدروس السابقة، تكلمنا عن OSPF بمنطقة واحدة (Single Area). في الشبكات الكبيرة، تحتاج إلى تقسيم OSPF إلى عدة مناطق (Multi-Area). السبب الرئيسي هو تحجيم الشبكة (Scalability). في منطقة واحدة، كل موجه لديه نفس LSDB التي تحتوي على معلومات جميع الوصلات في الشبكة. مع 1000 موجه، LSDB تصبح ضخمة جداً، مما يستهلك ذاكرة كبيرة وقوة معالجة. عند حدوث تغيير (مثل فشل كابل) في منطقة واحدة من الشبكة، يجب على جميع الموجهات الـ 1000 إعادة حساب SPF. هذا يضع عبئاً كبيراً على أجهزة التوجيه.

مع Multi-Area OSPF، يتم تقسيم الشبكة إلى مناطق. كل منطقة تحتفظ بقاعدة بيانات LSDB خاصة بها. الموجهات داخل المنطقة تعرف تفاصيل جميع الوصلات في منطقتها فقط. عن الشبكات في المناطق الأخرى، تعرف فقط ملخصاً (Summary Route) عن المسارات المتاحة، وليس التفاصيل الكاملة. هذا يقلل حجم LSDB ويسرع عملية SPF. أيضاً، التغييرات داخل منطقة واحدة (مثل فشل رابط) لا تؤثر على المناطق الأخرى، لأن مناطق الأخرى لا تحتاج إلى إعادة حساب SPF.

يوجد عدة أنواع من المناطق في OSPF:

النوع الأول: Area 0 (المنطقة الأساسية - Backbone Area). جميع المناطق يجب أن تتصل بـ Area 0. تمر كل حركة المرور بين المناطق عبر Area 0. Area 0 هي العمود الفقري لشبكة OSPF. يجب أن تكون Area 0 متصلة بشكل كامل (Contiguous) ومستقرة. إذا انقطعت Area 0، تنقطع الشبكة بأكملها.

النوع الثاني: Standard Area (منطقة قياسية). هذه منطقة عادية تتصل بـ Area 0. تعرف جميع أنواع LSAs: داخل المنطقة (Intra-Area)، بين المناطق (Inter-Area)، وخارجية (External). LSDB تحتوي على كل شيء.

النوع الثالث: Stub Area (منطقة متصلة). هذه منطقة لا تستقبل LSAs من النوع 5 (External Routes). بدلاً من ذلك، يرسل ABR (Area Border Router) مساراً افتراضياً (Default Route) إلى المنطقة المتصلة. هذا يقلل حجم LSDB في المنطقة. لا يمكن أن تحتوي Stub Area على ASBR (موجه يعيد توزيع مسارات من بروتوكول آخر).

النوع الرابع: Totally Stubby Area (منطقة متصلة تماماً). هذه هي منطقة Cisco الخاصة. لا تستقبل LSAs من النوع 3 (Summary) ولا النوع 5 (External). فقط LSA من النوع 1 و 2 ومسار افتراضي (Default Route) واحد. هذا يقلل LSDB بشكل أكبر. جميع حركة المرور إلى خارج المنطقة تذهب عبر المسار الافتراضي.

النوع الخامس: NSSA (Not-So-Stubby Area - منطقة شبه متصلة). هذه منطقة متصلة ولكنها تسمح بوجود ASBR (يمكن إدخال مسارات خارجية محدودة). تقوم NSSA بإدخال المسارات الخارجية كنوع 7 (NSSA External) بدلاً من نوع 5، ويقوم ABR بتحويلها إلى نوع 5 عند إرسالها إلى المناطق الأخرى.

أنواع LSA (LSA Types) (LSAs

LSA هي إعلانات حالة الوصلة. لكل LSA غرض محدد. هناك 11 نوعاً في OSPF، ولكن في CCNA تحتاج إلى معرفة الأنواع الخمسة الأولى:

النوع 1:1 (Router LSA (Type. يرسله كل موجه OSPF داخل المنطقة التي ينتمي إليها. يحتوي على معلومات عن جميع واجهات الموجه (الوصلات المتصلة به) وحالة كل وصلة وتكلفتها واسم الجار على كل وصلة. ينتشر فقط داخل المنطقة (لا يتجاوز حدود المنطقة). جميع الموجهات في نفس المنطقة تستقبل Type 1 LSAs. OSPF يعتمد على Type 1 لتكوين LSDB الأساسي.

النوع 2:2 (Network LSA (Type. يرسله DR (Designated Router) على شبكات Broadcast (مثل Ethernet). يحتوي على قائمة بجميع الموجهات المتصلة بهذه الشبكة (DR وجميع DROthers الذين هم Full Adjacency مع DR). ينتشر فقط داخل المنطقة. يساعد Type 2 في وصف الشبكات متعددة الوصول.

النوع 3:3 (Summary LSA (Type. يرسله ABR (Area Border Router) من منطقة إلى أخرى عبر Area 0. يحتوي على ملخص عن الشبكات الموجودة في منطقة معينة. هذا يسمح للمناطق الأخرى بمعرفة كيفية الوصول إلى الشبكات في المناطق المجاورة دون معرفة التفاصيل الدقيقة. عندما يمر Type 3 عبر ABR آخر، يمكن تلخيص المسارات بشكل أكبر.

النوع 4:4 (ASBR Summary LSA (Type. يرسله ABR للإعلان عن موقع ASBR (موجه يعيد توزيع مسارات خارجية). هو مشابه لـ Type 3 ولكنه يعلن عن ASBR بدلاً عن شبكة. عندما تريد الموجهات في المناطق الأخرى الوصول إلى مسار خارجي (Type 5)، تحتاج أولاً إلى معرفة موقع ASBR عبر Type 4.

النوع 5:5 (AS External LSA (Type. يرسله ASBR لإعلان مسارات خارجية (مسارات تم تعلمها من بروتوكول آخر مثل EIGRP أو BGP أو Static Routes). هذه المسارات تنتشر عبر جميع المناطق في نظام OSPF. تستخدم Type 5 لتمثيل المسارات المعاد توزيعها (Redistributed Routes).

أنواع الموجهات في OSPF

يوجد ثلاثة أنواع من الموجهات بناءً على موقعها في شبكة OSPF متعددة المناطق:

النوع الأول: Internal Router (موجه داخلي). جميع واجهات هذا الموجه تنتمي إلى نفس المنطقة. هذا الموجه لديه LSDB كاملة لمنطقته فقط. يعرف جميع المسارات داخل منطقته (Intra-Area) والمسارات الملخصة من ABR (Inter-Area).

النوع الثاني: ABR - Area Border Router (موجه حدود المنطقة). هذا الموجه يقع على حدود منطقتين أو أكثر. لديه واجهة واحدة على الأقل في Area 0 وواجهة في منطقة أخرى. ABR يحتفظ بـ LSDB منفصلة لكل منطقة يتصل بها. هو المسؤول عن إرسال Type 3 Summary LSAs بين المناطق. ABR يعتبر جداراً حاجزاً للتغييرات - التغييرات في منطقة لا تمر عبر ABR إلى منطقة أخرى.

النوع الثالث: ASBR - Autonomous System Boundary Router (موجه حدود النظام المستقل). هذا الموجه يقع على حدود نظام OSPF المستقل. هو المسؤول عن إعادة توزيع (Redistribute) المسارات من بروتوكولات توجيه أخرى (مثل EIGRP أو BGP أو Static Routes) إلى OSPF. ASBR يولد Type 5 LSAs (External Routes). يمكن أن يكون الموجه نفسه ABR و ASBR في نفس الوقت.

Virtual Link

في بعض الأحيان، لا تستطيع منطقة معينة الاتصال مباشرة بـ Area 0. هذا يمكن أن يحدث عند دمج شركتين أو عند انقطاع في Area 0. Virtual Link هو حل مؤقت يسمح بتمديد Area 0 عبر منطقة غير أساسية (Transit Area). Virtual Link هي وصلة منطقية (Logical Link) تمر عبر منطقة وسيطة (يجب أن تكون Standard Area). يجب أن يكون كلا طرفي Virtual Link على ABR (أحدها له واجهة في Area 0 والآخر في منطقة معزولة).

```
Router(config)# router ospf 1
Router(config-router)# area 1 virtual-link 2.2.2.2
Router(config-router)# exit

! على الجانب الآخر
Router(config)# router ospf 1
Router(config-router)# area 1 virtual-link 1.1.1.1
```

Redistribution - إعادة التوزيع

في بعض الأحيان، تحتاج شركة إلى تشغيل أكثر من بروتوكول توجيه. مثلاً، قد يكون لديك OSPF داخل الشركة و BGP مع مزود الخدمة. أو قد ترغب في إدخال مسار ثابت (Static Route) إلى OSPF. هذا يتطلب إعادة التوزيع (Redistribution). ASBR هو المسؤول عن هذه العملية.

عند إعادة توزيع مسار من بروتوكول آخر إلى OSPF، يصبح المسار من نوع2 (OSPF External Type 2) O E2 بشكل افتراضي. هناك نوعان من المسارات الخارجية في OSPF: E1 (External Type 1) حيث يتم إضافة تكلفة OSPF الداخلية إلى التكلفة الخارجية، و E2 (External Type 2) حيث تبقى التكلفة الخارجية ثابتة (دون إضافة التكلفة الداخلية). E2 هو الافتراضي.

```
Router(config)# router ospf 1
Router(config-router)# redistribute static subnets
Router(config-router)# redistribute eigrp 100 subnets
Router(config-router)# redistribute connected subnets

! إعلان مسار افتراضي (Default Route) إلى OSPF
Router(config-router)# default-information originate
Router(config-router)# default-information originate always
```

الأمر `default-information originate` يجعل ASBR يعلن عن مسار افتراضي (0.0.0.0/0) إلى جميع مناطق OSPF. هذا مفيد عندما يكون الموجه هو بوابة الخروج إلى الإنترنت. إذا أضفت `always`، يتم إعلان المسار الافتراضي حتى لو لم يكن موجوداً في جدول التوجيه.

الأمر `redistribute static subnets` يعيد توزيع جميع المسارات الثابتة (Static Routes) إلى OSPF. الكلمة المفتاحية `subnets` ضرورية لإعادة توزيع الشبكات غير الرئيسية (Non-Classful Networks). بدونها، فقط الشبكات Classful (مثل 10.0.0.0/8) ستعاد توزيعها.

أوامر التحقق للتكوين المتقدم لـ OSPF

```
Router# show ip ospf border-routers

OSPF Process 1 internal Routing Table
Codes: i - Intra-area route, I - Inter-area route

i 2.2.2.2 [1] via 10.0.0.2, GigabitEthernet0/0, ABR, Area 0, SPF 3
i 3.3.3.3 [2] via 10.0.0.3, GigabitEthernet0/1, ASBR, Area 0, SPF 3

Router# show ip route ospf
O    192.168.1.0/24 [110/2] via 10.0.0.2, 00:15:23, GigabitEthernet0/0
O IA 192.168.2.0/24 [110/3] via 10.0.0.3, 00:12:10, GigabitEthernet0/1
O E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 10.0.0.4, 00:05:10, GigabitEthernet0/2
```

تفسير الرموز في جدول التوجيه: `O` = Intra-Area (داخل المنطقة)، `O IA` = Inter-Area (بين المناطق)، `O E1` = External Type 1، `O E2` = External Type 2.

> **ملاحظة مهمة:** OSPF موضوع واسع. في CCNA، تحتاج إلى فهم أساسيات التكوين والتحقق من الجيران وفهم أنواع المناطق الأساسية. المفاهيم المتقدمة مثل Virtual Links و NSSA قد تظهر في CCNP وليس بالضرورة في CCNA. لكن فهمها الآن يمنحك أساساً قوياً للمستقبل.