اليوم الثامن عشر: VLANs - الجزء الثالث

التبديل متعدد الطبقات (Multilayer Switching)

في الأيام السابقة، تحدثنا عن Router-on-a-Stick و SVI كطرق للتوجيه بين VLANs. ولكن ماذا يحدث عندما تحتاج شبكة كبيرة إلى توجيه سريع جداً بين عشرات أو مئات VLANs؟ هنا يأتي دور Multilayer Switch أو محول الطبقة الثالثة (L3 Switch). هذا الجهاز يجمع بين وظائف المحول (Switch) والموجه (Router) في جهاز واحد. يمكنه التبديل (Switching) بسرعة الطبقة الثانية والتوجيه (Routing) بسرعة الطبقة الثالثة باستخدام دوائر متكاملة خاصة تسمى ASICs.

الفرق الجوهري بين الـL3 Switch والموجه التقليدي هو أن الـL3 Switch يقوم بالتوجيه باستخدام العتاد (Hardware) وليس البرمجيات (Software). هذا يعني أن سرعة التوجيه على L3 Switch تقترب من سرعة التبديل على الطبقة الثانية. في المقابل، الموجهات التقليدية تستخدم المعالج (CPU) لتوجيه الحزم، مما يجعلها أبطأ بكثير. لهذا السبب، تستخدم الشبكات الحديثة L3 Switches كأجهزة أساسية داخل المباني (Campus Networks)، بينما تبقى الموجهات عند الحدود بين الشبكات المختلفة (WAN Edge).

يعمل L3 Switch بطريقتين مختلفتين اعتماداً على نوع الحزمة. إذا كانت الحزمة بين جهازين في نفس VLAN، يتم تبديلها على الطبقة الثانية فقط (Layer 2 Switching). أما إذا كانت الحزمة بين VLANs مختلفة، فيتم توجيهها على الطبقة الثالثة (Layer 3 Routing). ولكن الميزة الحقيقية هي تقنيةCEF (Cisco Express Forwarding) التي تخزن معلومات التوجيه في ذاكرة التخزين المؤقت للعتاد (Hardware Table)، مما يسمح بتوجيه الحزم الأولى والأخيرة بنفس السرعة.

SVI مقابل Routed Ports

عند استخدام L3 Switch، لدينا خياران لتكوين واجهات التوجيه. الخيار الأول هوSVI (Switch Virtual Interface) الذي تعلمناه في الدرس السابق. SVI هي واجهة افتراضية تمثل VLAN كاملة على المحول. عندما ننشئ interface vlan 10 ونعطيه عنوان IP، يصبح هذا SVI هو البوابة الافتراضية لجميع الأجهزة فيVLAN 10. SVIs ممتازة عندما نريد توجيهاً بين VLANs متعددة، حيث يمكننا إنشاء SVI واحد لكل VLAN.

الخيار الثاني هو Routed Ports. هذا عندما نحول منفذ فيزيائي عادي على المحول إلى منفذ توجيه (Routed Port) يشبه تماماً واجهة على موجه. لفعل ذلك، نستخدم الأمر `no switchport` على الواجهة. بعد ذلك، يمكننا تعيين عنوان IP مباشرة للواجهة الفيزيائية. Routed Ports تستخدم عادة عند توصيل L3 Switch بموجه آخر أو عند توصيل محولين L3 ببعضهما البعض. الفرق المهم هو أن Routed Port لا يحمل علامات VLAN (غير مرتبط بأي VLAN) ويعمل فقط على الطبقة الثالثة.

```
Switch(config)# interface gigabitEthernet 0/1
Switch(config-if)# no switchport
Switch(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
Switch(config-if)# no shutdown
```

بعد استخدام الأمر `no switchport` ، تتحول الواجهة من منفذ تبديل (Layer 2) إلى منفذ توجيه (Layer 3). يمكننا الآن تعيين عنوان IP مباشرة. هذا النوع من التكوين شائع في وصلات WAN أو عند توصيل L3 Switch بموجه الحدود (Border Router). لا تنس أن استخدام `no switchport` يلغي أي تكوين متعلق بـ VLANs على هذا المنفذ.

تكوين DHCP على L3 Switch

واحدة من المهام الشائعة على L3 Switch هي توفير خدمة DHCP للأجهزة في مختلف VLANs. يمكننا تكوين الـL3 Switch ليكون خادم DHCP أو وكيل DHCP (DHCP Relay Agent). إذا كنا نريد أن يكون المحول نفسه خادم DHCP، ننشئ تجمع DHCP (DHCP Pool) لكل شبكة VLAN.

```
Switch(config)# ip dhcp pool VLAN10_POOL
Switch(dhcp-config)# network 192.168.10.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.10.1
Switch(dhcp-config)# dns-server 8.8.8.8
Switch(dhcp-config)# lease 7
Switch(dhcp-config)# exit

Switch(config)# ip dhcp pool VLAN20_POOL
Switch(dhcp-config)# network 192.168.20.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.20.1
Switch(dhcp-config)# dns-server 8.8.8.8
Switch(dhcp-config)# exit
```

استخدام ip helper-address

في كثير من الحالات، يكون خادم DHCP مركزياً واحداً لجميع الشبكة بدلاً من توزيع خوادم DHCP على كل VLAN. ولكن مشكلة DHCP هي أن طلبات DHCP يتم إرسالها كبث (Broadcast)، والموجهات لا تمرر البث بين الشبكات المختلفة. هنا يأتي دور الأمر `ip helper-address` . هذا الأمر يحول طلب DHCP من بث إلى يونيكاست (Unicast) ويوجهه إلى خادم DHCP المحدد. هذا يسمى DHCP Relay Agent.

نطبق الأمر على واجهة SVI الخاصة بـ VLAN التي تريد تمرير طلبات DHCP منها. العنوان الذي نكتبه هو عنوان IP لخادم DHCP المركزي. عندما يستقبل المحول طلب DHCP من جهاز في VLAN 10، يقوم بتغليفه وإرساله كيونيكاست إلى خادم DHCP. الخادم يرد بعرض DHCP (DHCP Offer) ويعيده المحول إلى الجهاز الطالب.

```
Switch(config)# interface vlan 10
Switch(config-if)# ip helper-address 192.168.100.10
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan 20
Switch(config-if)# ip helper-address 192.168.100.10
Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan 30
Switch(config-if)# ip helper-address 192.168.100.10
Switch(config-if)# exit
```

من المهم معرفة أن الأمر `ip helper-address` لا يقوم بتمرير طلبات DHCP فقط. بشكل افتراضي، يقوم بتمرير 8 أنواع من البث: DHCP/BOOTP (المنفذ 67 و 68)، DNS (المنفذ 53)، TFTP (المنفذ 69)، NetBIOS Name Service (المنفذ 137)، NetBIOS Datagram Service (المنفذ 138)، Time Service (المنفذ 37)، TACACS (المنفذ 49). إذا أردنا تقليل الخدمات التي يتم تمريرها، نستخدم الأمر `ip forward-protocol`.

الأمر ip routing

هذا الأمر هو المفتاح الذي يفعل التوجيه على L3 Switch. بدون هذا الأمر، المحول يعمل فقط على الطبقة الثانية حتى لو كان يدعم الطبقة الثالثة. الأمر `ip routing` يتم كتابته في وضع التكوين العالمي (Global Configuration Mode). بعد تفعيله، يمكننا إنشاء SVIs أو تكوين Routed Ports وستقوم المحول بتوجيه الحزم بينهم.

```
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# ip routing
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

بعد تفعيل ip routing، من الجيد التحقق من أن التوجيه يعمل. الأمر `show ip route` يعرض جدول التوجيه. الأمر `show ip interface brief` يعرض جميع الواجهات بما فيها SVIs وحالتها. الأمر `show running-config | section interface vlan` يعرض تكوين SVIs فقط. إذا أردنا إلغاء تفعيل التوجيه، نستخدم الأمر `no ip routing` ولكن هذا نادراً ما نحتاجه.

```
Switch# show ip interface brief
Interface              IP-Address      OK? Method Status                Protoco
Vlan10                 192.168.10.1    YES manual up                    up
Vlan20                 192.168.20.1    YES manual up                    up
Vlan30                 192.168.30.1    YES manual up                    up
GigabitEthernet0/1     unassigned      YES unset  up                    up
GigabitEthernet0/2     unassigned      YES unset  up                    up
```

ملاحظة مهمة: حتى بعد تفعيل ip routing، تذكر أن المحول يحتاج إلى معرفة كيفية الوصول إلى الشبكات غير المتصلة مباشرة. هذا يتم عبر بروتوكولات التوجيه الديناميكي (مثل OSPF أو EIGRP) أو عبر المسارات الثابتة (Static Routes). SVI فقط لا يكفي لتوجيه الحزم إلى شبكات بعيدة لا يعرفها المحول.