اليوم السابع: IPv4 - الجزء الأول

مقدمة عن IPv4

بروتوكول الإنترنت الإصدار الرابع (IPv4) هو حجر الزاوية في الاتصال عبر الشبكات منذ الثمانينات. على الرغم من ظهور IPv6، إلا أن IPv4 لا يزال الأكثر استخداماً في العالم. فهم بنية عنوان IPv4 بشكل عميق هو أساس أي عمل في مجال الشبكات. عنوان IPv4 هو معرف فريد يُعطى لكل جهاز متصل بالشبكة ليمكنه من الاتصال بالأجهزة الأخرى. بدون عنوان IP صحيح، لا يمكن للجهاز إرسال أو استقبال البيانات عبر الشبكة.

بنية عنوان IPv4

عنوان IPv4 يتكون من 32 بت (Bit) مقسمة إلى 4 مجموعات، كل مجموعة تسمى Octet (ثمانية بتات). تكتب الأوكتيتات بالأرقام العشرية (Decimal) مفصولة بنقاط. على سبيل المثال: 192.168.1.10. كل Octet يمكن أن يأخذ قيمة من 0 إلى 255 (لأن 2^8 = 256 قيمة محتملة). هذا يعني أن المجموع الكلي للعناوين الممكنة في IPv4 هو 2^{32} = حوالي 4.3 مليار عنوان.

لنأخذ مثالاً: العنوان 192.168.1.10 مكتوب بالنظام العشري. عند تحويله إلى النظام الثنائي (Binary) يصبح: 11000000.10101000.00000001.00001010. كل Octet في النظام العشري يمثل 8 بتات في النظام الثنائي. هذا التحويل مهم جداً عند التعامل مع subnetting والقناع.

جزء الشبكة مقابل جزء المضيف (Network Portion vs Host Portion)

كل عنوان IPv4 مقسم إلى جزئين مفهومين: جزء الشبكة (Network Portion) وجزء المضيف (Host Portion). جزء الشبكة يحدد الشبكة التي ينتمي إليها الجهاز، وجزء المضيف يحدد الجهاز نفسه داخل تلك الشبكة. أين ينتهي جزء الشبكة ويبدأ جزء المضيف؟ هذا يحدده قناع الشبكة (Subnet Mask).

على سبيل المثال: في العنوان 192.168.1.10 مع قناع 255.255.255.0، أول 24 بت تمثل الشبكة (192.168.1) وآخر 8 بتات تمثل المضيف (.10). إذا كان القناع مختلفاً، ستتغير الحدود بين الشبكة والمضيف.

فئات العناوين (Address Classes)

تاريخياً، تم تقسيم عناوين IPv4 إلى فئات (Classes) لتسهيل توزيعها. على الرغم أن هذا النظام قد حل محله CIDR الآن، إلا أن فهمه مهم لأنه لا يزال مستخدماً في بعض السياقات، وسيأتي في امتحان CCNA.

الفئة A (Class A): من 0.0.0.0 إلى 127.255.255.255. أول Octet يحدد الشبكة (8 بتات للشبكة، 24 بت للمضيفين). يبدأ أول Octet بـ 0 في النظام الثنائي. الشبكات من 1.0.0.0 إلى 126.0.0.0. قناع الشبكة الافتراضي: 255.0.0.0 أو /8. يمكن لكل شبكة Class A أن تحتوي على 16,777,214 مضيفاً (2^{24} - 2).

الفئة B (Class B): من 128.0.0.0 إلى 191.255.255.255. أول Octetين يحددان الشبكة (16 بت للشبكة، 16 بت للمضيفين). يبدأ أول Octet بـ 10 في النظام الثنائي. قناع الشبكة الافتراضي: 255.255.0.0 أو /16. يمكن لكل شبكة Class B أن تحتوي على 65,534 مضيفاً (2^{16} - 2).

الفئة C (Class C): من 192.0.0.0 إلى 223.255.255.255. أول ثلاثة Octets تحدد الشبكة (24 بت للشبكة، 8 بت للمضيفين). يبدأ أول Octet بـ 110 في النظام الثنائي. قناع الشبكة الافتراضي: 255.255.255.0 أو /24. يمكن لكل شبكة Class C أن تحتوي على 254 مضيفاً (2^{8} - 2).

الفئة D (Class D): من 224.0.0.0 إلى 239.255.255.255. مخصصة للإرسال الجماعي (Multicast). لا تحتوي على Host Bits لأنها ليست عناوين أجهزة فردية.

الفئة E (Class E): من 240.0.0.0 إلى 255.255.255.255. محجوزة للأغراض التجريبية والبحث.

قناع الشبكة (Subnet Mask) بالتفصيل

قناع الشبكة هو رقم من 32 بت يستخدم لتحديد أي جزء من عنوان IP هو جزء الشبكة وأي جزء هو جزء المضيف. في القناع، كل بت في جزء الشبكة يكون 1، وكل بت في جزء المضيف يكون 0. القناع يكتب إما بالصيغة العشرية المنقطة (مثل 255.255.255.0) أو بصيغة CIDR (مثل /24) التي تشير إلى عدد البتات التي قيمتها 1 في القناع.

مثال: قناع 255.255.255.0 في النظام الثنائي هو 11111111.11111111.11111111.00000000. هذا يعني أول 24 بت من عنوان IP هي جزء الشبكة (كلها 1 في القناع)، وآخر 8 بتات هي جزء المضيف (كلها 0 في القناع). أي عنوان IP مع هذا القناع سيكون له نفس الشبكة إذا كانت أول 24 بت متطابقة.

من المهم فهم آلية عمل AND المنطقي بين عنوان IP والقناع: عندما نجري عملية AND بين عنوان IP وقناع الشبكة، نحصل على عنوان الشبكة (Network Address). لأن 1 AND 1 = 1، و 0 AND 0 = 0، و 0 AND 1 = 0، و 0 AND 0 = 0. هذه العملية هي التي يستخدمها الراوتر لتحديد ما إذا كان الوجهة في نفس الشبكة أم لا.

العناوين الخاصة (Private Addresses)

بعض عناوين IPv4 محجوزة للاستخدام الداخلي في الشبكات الخاصة ولا يمكن توجيهها عبر الإنترنت العام (Internet). هذه العناوين منصوص عليها في معيار RFC 1918. إذا احتاجت الأجهزة الخاصة إلى الوصول إلى الإنترنت، فإنها تستخدم تقنية NAT (Network Address Translation) لترجمة عنوانها الخاص إلى عنوان عام.

العناوين الخاصة للفئة A: 10.0.0.0/8 (من 10.0.0.0 إلى 10.255.255.255). هذه هي أكبر مساحة عناوين خاصة، وتستخدم عادة في الشركات الكبيرة.

العناوين الخاصة للفئة B: 172.16.0.0/12 (من 172.16.0.0 إلى 172.31.255.255). تستخدم في الشركات المتوسطة.

العناوين الخاصة للفئة C: 192.168.0.0/16 (من 192.168.0.0 إلى 192.168.255.255). هذه هي الأكثر استخداماً في الشبكات المنزلية والمكاتب الصغيرة.

عناوين خاصة أخرى مهمة

عنوان الاسترجاع (Loopback Address - 127.0.0.0/8): نطاق 127.0.0.1 إلى 127.255.255.254 محجوز لاختبار تكدس TCP/IP على الجهاز المحلي. عندما ترسل حزمة إلى 127.0.0.1 (الذي يسمى localhost دائماً)، فإنها لا تغادر الجهاز أبداً، بل تعود إليه مباشرة. يستخدم هذا لاختبار ما إذا كان بروتوكول TCP/IP يعمل بشكل صحيح على جهاز الكمبيوتر.

APIPA (Automatic Private IP Addressing - 169.254.0.0/16): هذا النطاق (من 169.254.0.0 إلى 169.254.255.255) يستخدم تلقائياً بواسطة أنظمة التشغيل (مثل Windows) عندما يكون الجهاز مهيأً للحصول على عنوان IP تلقائياً عبر DHCP لكنه لا يستطيع العثور على خادم DHCP. إذا رأيت عنواناً يبدأ بـ 169.254، فهذا يعني أن جهازك لم يحصل على عنوان IP صحيح من DHCP. هذه العناوين لا تعمل إلا على الشبكة المحلية ولا يمكن توجيهها.