

فصل ششم

پروتکل TCP/IP

آشنایی با آدرس دهی لایه 3

آدرس دهی لایه 3 در پشته پروتکل TCP/IP از نوع IP است. آدرس IP یک عدد 32 بیتی است و هر کلاینتی که بخواهد به شبکه متصل شود باید از آن استفاده کند. در آن واحد هر آدرس IP در جهان مختص به یک کلاینت بوده و به صورت انحصاری مورد استفاده قرار می گیرد. آدرس های IP به چهار قسمت 8 بیتی (4 بایت) تقسیم می شوند و هر قسمت با استفاده از نقطه مجزا می شوند.

از آنجایی که هر بیت 2 حالت (0 یا 1) می تواند داشته باشد، پس در نتیجه با استفاده از 32 بیت می توان 2^{32} حالت مختلف را ایجاد کرد که هر حالت معادل با یک عدد است. حالت های مختلفی که می توان با 32 بیت ایجاد کرد برابر با $2^{32} = 4.294.967.296$ خواهد بود.

نحوه نمایش آدرس های IP

جهت نمایش آدرس های IP می توان از دو حالت استفاده کرد.

1. **حالت دهدهی (Decimal):** این حالت، مرسوم‌ترین روش جهت نمایش آدرس‌های IP بوده و قسمت‌های مختلف از آدرس به صورت دهدهی نمایش داده می‌شود.

IP Address: 129 . 43 . 204 . 242

2. **حالت دودویی (Binary):** در این حالت هر یک از 4 قسمت را به صورت دودویی نشان می‌دهند.

IP Address: 10000001 . 00101011 . 11001100 . 11110010

از آنجایی که هر دو روش گفته شده دارای اهمیت بالا در نمایش آدرس‌های IP است. پس در نتیجه به بررسی نحوه تبدیل عدد مبنای 2 به مبنای 10 و بلعکس می‌پردازیم.

تبدیل عدد مبنای 2 به مبنای 10

برای تبدیل عدد مبنای 2 به 10 در ابتدا کافی است تا عدد دودویی خود را بنویسید و پس در بالای هر عدد ارزش مکانی بیت‌ها را مشخص کنید. به مثال زیر توجه کنید:

می‌خواهیم عدد دودویی 10000001 را به مبنای 10 تبدیل کنیم.

گام اول: نوشتن عدد مبنای دو و تعیین ارزش مکانی برای هر بیت

7	6	5	4	3	2	1	0	ارزش مکانی هر بیت
1	0	0	0	0	0	0	1	عدد مبنای دو

گام دوم: عدد 2 را ارزش مکانی هر بیت برسانید.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	ارزش مکانی 2
1	0	0	0	0	0	0	1	عدد مبنای 2

گام سوم: نتیجه عدد نوشته شده در قسمت ارزش مکانی را حساب کرده و معادل آن را بنویسید.

128	64	32	16	8	4	2	1	نتیجه عدد به توان رسیده
1	0	0	0	0	0	0	1	عدد مبنای 2

گام چهارم: حال با توجه به عددهای مبنای 2، آن دسته از اعدادی که برابر با یک است را جدا کرده و نتیجه عدد به توان رسیده را با یکدیگر جمع کنید.

128	64	32	16	8	4	2	1	نتیجه عدد به توان رسیده
1	0	0	0	0	0	0	1	عدد مبنای 2

نتیجه نهایی برابر با $1+128$ است پس در نتیجه عدد دودویی 10000001 برابر با 129 خواهد بود.

حال که با روال کار آشنا شدید می‌توانید جهت تسریع در تبدیل اعداد مبنای 2 به مبنای 10

گام‌های اول، دوم و سوم را یک‌باره انجام دهید و در مرحله بعد محاسبات مربوط به گام چهارم را تکمیل نمایید.

مثال

عدد مبنای دو 10001001 را به مبنای 10 تبدیل کنید.

گام اول: از راست به چپ معادل هر عدد مبنای 2 در مبنای 10 را با توجه به ارزش مکانی هر بیت بنویسید.

128	64	32	16	8	4	2	1	معادل عدد مبنای 2 در مبنای 10
1	0	0	0	1	0	0	1	عدد دودویی
128	64	32	16	8	4	2	1	معادل عدد مبنای 2 در مبنای 10
1	0	0	0	1	0	0	1	عدد دودویی

نتیجه نهایی برابر با $1+8+128$ است پس در نتیجه عدد دودویی 10001001 برابر با 137 خواهد بود.

تمرین

1. معادل هر یک از اعداد دودویی زیر را در مبنای 10 محاسبه کنید.

- 11000000.01010000.11000010.11000001
- 00010001.10000101.11000011.00110010
- 10010100.10000101.11001011.01010100

حل این تمرین را به شما واگذار می‌کنیم.

2. مشکلات مربوط به آدرس‌های IP زیر را بررسی کنید.

1. 116.117.049.132
2. 131.132.7.8.145
3. 151.195.258.120
4. 24.32.10110000.30

جواب:

1. در هنگام نوشتن آدرس IP در مبنای 10 نمی‌توان 0 را قبل از اعداد گذاشت: 049
2. آدرس‌های IP ورژن 4 نمی‌توانند بیشتر از چهار قسمت داشته باشند.
3. حداکثر عددی که می‌توان در هر قسمت 8 بیتی ایجاد کرد 255 است.
4. در هنگام نمایش آدرس IP نمی‌توان ترکیبی از اعداد دودویی و دهدهی استفاده کرد.

تبدیل عدد مبنای 10 به مبنای 2

جهت انجام این کار کافی است تا مراحل زیر را انجام دهید.

116	116								
0	1	1	1	0	1				معادل بیتی
قسمت هفتم: از آنجایی که باقیمانده در قسمت پنجم برابر با صفر شده است، پس بنابراین سایر قسمت‌های بیتی باید برابر با صفر قرار گیرند.									
128	64	32	16	8	4	2	1		اعداد توان 2
-128	-64	52-32	20-16	4-8	4-4	0	0		
116	116								
0	1	1	1	0	1	0	0		معادل بیتی

حال که با روال کلی آشنا شدید می‌توانید گام اول و دوم را همزمان انجام داده و گام سوم را در مرحله‌ای جداگانه محاسبه نمایید.

مثال

عدد 190 را به معادل دودویی تبدیل کنید.

گام اول: اعداد توان 2 را از 1 تا 7 بنویسید.

128	64	32	16	8	4	2	1		اعداد توان 2
									معادل بیتی
گام دوم: معادل بیتی را برای عدد 190 از سمت چپ به راست حساب کنید.									
128	64	32	16	8	4	2	1		اعداد توان 2
-128	62-64	62-32	30-16	14-8	6-4	2-2			
190									
1	0	1	1	1	1	1	0		معادل بیتی

انواع آدرس دهی

همان‌طور که در قبل اشاره شد آدرس‌های IP عددی 32 بیتی است که با استفاده از آن می‌توان عددی بسیار بزرگ را ایجاد کرد. حال برای این‌که بتوان این فضای آدرس‌دهی را مدیریت کرد دو روش آدرس‌دهی Classfull و Classless وجود دارد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم.

آدرس دهی Classfull

در حالت Classfull کل فضای آدرس دهی IP به یکسری محدوده بانام کلاس شکسته شده و به هر کلاس یک رنج از آدرسها اختصاص داده شده است. قبل از اینکه به بررسی این کلاسها بپردازیم بهتر است تا چند نکته را موردبررسی قرار دهیم. هر آدرس IP از دو قسمت تشکیل شده است:

1. آدرس شبکه

2. آدرس کلاینت

آدرس شبکه

از آنجایی که در شبکه TCP/IP شبکههای زیادی وجود دارد و هر شبکه دارای تعدادی کلاینت است، پس در نتیجه باید به هر شبکه یک آدرس اختصاص داد از این رو هر آدرس IP دارای یک بخش به نام آدرس شبکه است و کلاینتهایی که دارای آدرس شبکه یکسان باشند در عضویت یک شبکه قرار خواهند گرفت. مثال عینی از این نوع آدرس را می توان به شماره تلفن های مخابراتی نسبت داد. آن دسته از مشترکین که در یک شهر قرار دارند دارای کد یکسانی هستند به عنوان مثال کد شهر شیراز 071 است، حال تمامی مشترکین که ابتدای شماره خود 071 داشته باشند مطمئناً شهروند شیراز هستند.

آدرس کلاینت

درواقع آدرس کلاینت بخش دوم از اجزا تشکیل دهنده IP است. هر کلاینت که در یک شبکه قرار می گیرد باید آدرس منحصر به فرد در همان شبکه داشته باشد تا بتواند با سایر کلاینتها به تبادل داده بپردازد. در مثال شماره تلفن های مخابراتی این قسمت مشابه شماره مشترک می باشد، به عنوان مثال 32321199.

با توجه به مطالب گفته شده، در سطح اینترنت تعداد شبکه های زیادی وجود دارد که ممکن است در هر کدام از آنها کلاینت های زیادی قرار داشته باشد. برای این که بتوان محدوده آدرس شبکه و کامپیوتر را مشخص کرد از Subnet Mask استفاده می شود. در حقیقت Subnet Mask همانند آدرس IP یک عدد 32 بیتی بوده که متشکل از یکها و صفرهای پیوسته است. توجه داشته باشید که Subnet Mask از سمت چپ به راست باید دارای یکهای پیوسته باشد.

در زیر مثال هایی از Subnet Mask را مشاهده می کنید.

معادل دودویی 00000000 . 11111111 . 11111111 . 11111111 Subnet Mask:

معادل دهدهی 0 . 255 . 255 . 255 Subnet Mask:

در صورتی که آدرس‌های Subnet Mask دارای پیوستگی در یک‌ها و صفرها نباشد معتبر نبوده و استفاده از آن‌ها مجاز نیست.

معادل دودویی Subnet Mask 11111111 . 11110111 . 11110010 . 00000000
 معادل دهدهی Subnet Mask 255 . 247 . 242 . 0

در واقع آدرس‌های IP بدون وجود Subnet Mask معنی ندارد چراکه نمی‌توان قسمت مربوط به آدرس شبکه و آدرس کلاینت را تشخیص داد. در حقیقت با توجه به یک‌های Subnet Mask می‌توان قسمت مربوط به آدرس شبکه و با توجه به صفرهای Subnet Mask می‌توان قسمت مربوط به آدرس کلاینت را در آدرس IP تشخیص داد. برای درک بهتر این موضوع بهتر است تا به مثال زیر توجه کنید.

مثال: یک آدرس IP براساس مشخصات زیر وجود دارد

IP: 192.168.1.1
 Subnet Mask: 255.255.255.0

آدرس شبکه و آدرس کامپیوتر در IP مشخص شده را با توجه به Subnet Mask مشخص کنید.

گام اول ابتدا معادل بیتی آدرس IP و Subnet Mask را بنویسید.

	192	.	168	.	1	.	1	
آدرس دهدهی IP								
معادل دودویی	11000000	.	10101000	.	00000001	.	00000001	
آدرس دهدهی Subnet Mask	255	.	255	.	255	.	0	
معادل دودویی	11111111	.	11111111	.	11111111	.	00000000	

گام دوم معادل دودویی آدرس IP و Subnet Mask را با یکدیگر And کنید.

	IP	11000000	.	10101000	.	00000001	.	00000001
Subnet Mask	11111111	.	11111111	.	11111111	.	00000000	
نتیجه عملیات And	11000000	.	10101000	.	00000001	.	00000000	

گام سوم حال با بدست آوردن نتیجه عملیات دودویی باید آن‌را به معادل دهدهی تبدیل کنید.

	نتیجه عملیات And	11000000	.	10101000	.	00000001	.	00000000
معادل دهدهی	192	.	168	.	1	.	0	

عدد بدست آمده برابر با آدرس شبکه خواهد بود.

گام چهارم بدست آوردن آدرس کلاینت

برای بدست آوردن آدرس کلاینت باید گام‌های دوم و سوم را انجام دهید با این تفاوت که در

گام دوم به جای انجام عملیات And باید از Or استفاده کنید.

حال عملیات Or را بر روی معادل بیتی IP و Subnet Mask را انجام دهید.

IP: 11000000 . 10101000 . 00000001 . 00000001
 Subnet Mask: 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000
 نتیجه عملیات Or 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000001

گام پنجم حال با بدست آوردن نتیجه عملیات دودویی باید آن را به معادل دهدهی تبدیل کنید.

نتیجه عملیات And 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000001
 معادل دهدهی 255 . 255 . 255 . 1

آن قسمت از عدد که برابر با 255 نباشد نشان دهنده آدرس کلاینت است.

با توجه به عملیات انجام شده می توان آدرس های شبکه و کلاینت را به کمک Subnet Mask بدست آورد.

آدرس IP

آدرس شبکه	آدرس کلاینت
192 . 168 . 1 .	1

Subnet Mask را می توان به شیوه های مختلفی نشان داد که شامل:

1. نمایش دودویی
2. نمایش دهدهی
3. نمایش CIDR

نمایش دودویی: در نمایش دودویی باید Subnet Mask را به صورت ترکیبی از یک ها و صفرهای پیوسته نشان دهید.

11111111.11111111.11111111.00000000

نمایش دهدهی: در این حالت از نمایش مقدار Subnet Mask را باید به صورت دهدهی بنویسید.

IP: 192 . 168 . 1 . 1

Subnet: 255 . 255 . 255 . 0

نمایش CIDR: در حالت CIDR تعداد یک های موجود در قسمت های باینری با استفاده از علامت / در کنار آدرس IP نشان داده می شود.

192.168.1.1/24

در زیر می توانید مثالی از نحوه نمایش سه حالت گفته شده را ببینید.

IP: 192 . 168 . 1 . 1

Subnet Mask: 11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000

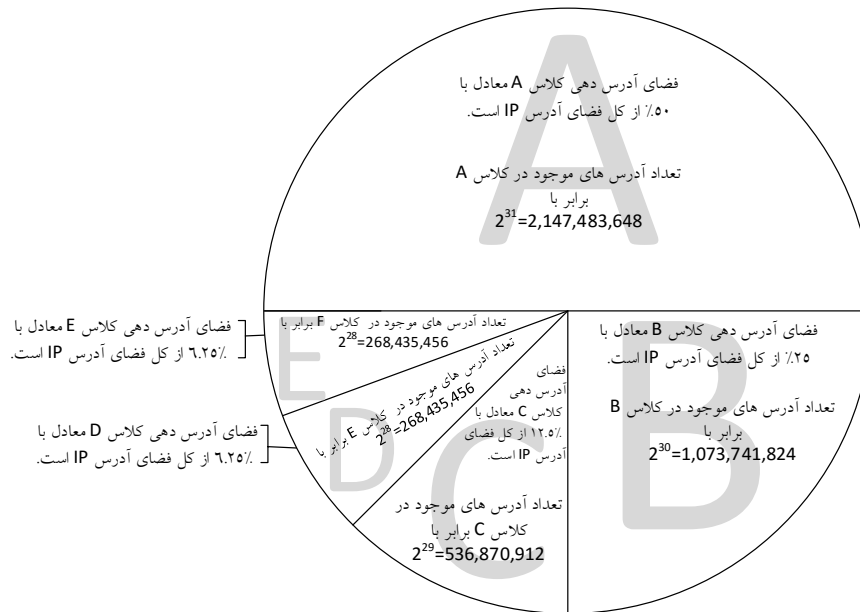
Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0
 Subnet Mask: /24 مجموع بیت‌های 1 برابر با 24 است.

CIDR به دلیل سادگی و گویا بودن در شیوه نمایش، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

IP → 172 . 16 . 20 . 1 ⇒ IP+Subnet Mask=172.16.20.1/16
 Subnet Mask: 255 . 255 . 0 . 0

کلاس‌های آدرس IP

کلاس‌هایی که در آدرس‌دهی Classfull مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل کلاس‌های A, B, C, D, E است. در شکل زیر می‌توان کل فضای اختصاص داده آدرس و میزان آدرس‌های IP اختصاص داده شده به هر کلاس را مشاهده نمایید.



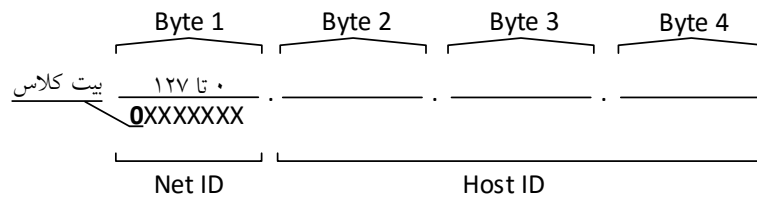
شکل 6-1

محدوده آدرس‌های IP

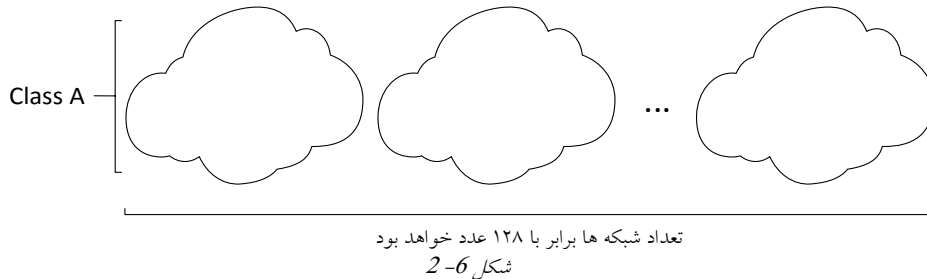
هر کدام از کلاس‌های گفته شده دارای محدوده مختص به خود هستند که برای تشخیص این محدوده کافی است تا به «بیت کلاس» دقت کنید. بیت کلاس در هر کلاس متفاوت است که در ادامه در هر کلاس تعداد بیت‌ها و مقدار آن‌ها را مشخص کرده‌ایم.

کلاس A

آدرس‌هایی که بایت اول آن‌ها در محدوده 0 تا 127 باشد جزء کلاس A محسوب شده و Subnet Mask مربوط به این کلاس برابر با 255.0.0.0 است. این Subnet Mask نشان‌دهنده این است که بایت اول از IP مربوط به آدرس شبکه و مابقی بایت‌ها مربوط به آدرس کلاینت است.



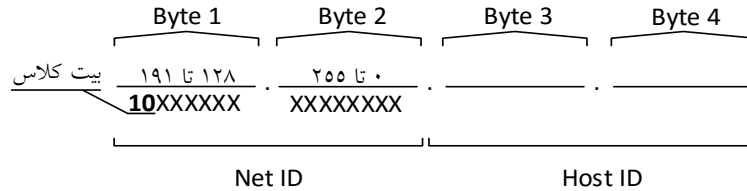
همان‌گونه که در بالا مشخص شده اولین بیت برابر با صفر بوده که این بیت مربوط به «بیت کلاس» است، بیت کلاس در کلاس A به صورت ثابت برابر صفر است و هفت بیت به قسمت Net ID و 24 بیت به قسمت Host ID اختصاص داده شده است. پس در نتیجه در این کلاس $2^7 = 128$ رنج از آدرس‌های متفاوت را می‌توان ایجاد کرد که در هر رنج 2^{24} کلاینت می‌تواند آدرس‌دهی شود.



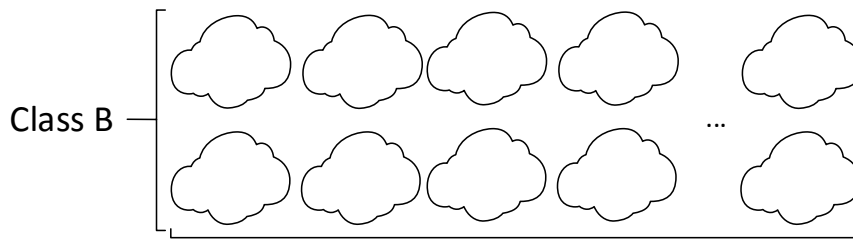
اولین و آخرین رنج یعنی صفر و 127 قابل استفاده نیستند و برای آدرس‌های خاص در نظر گرفته شده‌اند.

کلاس B

آدرس‌هایی که بایت اول آن‌ها در محدوده 128 تا 191 باشند جزء کلاس B حساب شده و Subnet Mask مربوط به این کلاس برابر با 255.255.0.0 است. با توجه به Subnet Mask می‌توان متوجه شد که دو بایت اول نشان‌دهنده آدرس شبکه و دو بایت دوم نشان‌دهنده آدرس کلاینت است.



همان‌گونه که مشخص شده است دو بیت اول مربوط به «بیت‌کلاس» است و 14 بیت به قسمت Net ID و 16 بیت به قسمت Host ID اختصاص داده شده است. پس در نتیجه در این کلاس $2^{14} = 16.384$ رنج از آدرس‌های متفاوت را می‌توان ایجاد کرد که در هر رنج 2^{16} کلاینت می‌تواند آدرس دهی شود.

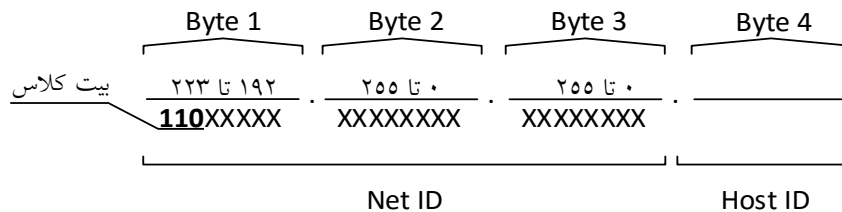


تعداد شبکه‌ها برابر با ۱۶۳۸۴ عدد خواهد بود

شکل 6-3

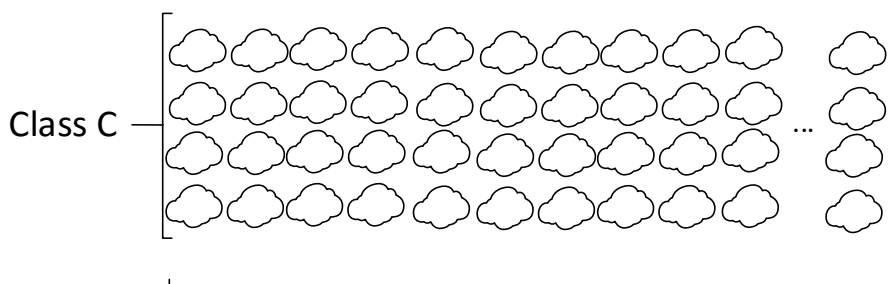
کلاس C

آدرس‌هایی که بایت اول آن‌ها در محدوده 192 تا 223 باشند جزء کلاس C حساب شده و Subnet Mask مربوط به این کلاس برابر با 255.255.255.0 است. با توجه به Subnet Mask می‌توان متوجه شد که سه بایت اول نشان‌دهنده آدرس شبکه و بایت آخر نشان‌دهنده آدرس کلاینت است.



همان‌گونه که در بالا مشخص شده است سه بیت اول مربوط به «بیت‌کلاس» است و 21 بیت به قسمت Net ID و 8 بیت به قسمت Host ID اختصاص داده شده است. پس در نتیجه در این کلاس

می‌تواند آدرس‌دهی شود. $2^{21} = 2.097.152$ رنج از آدرس‌های متفاوت را می‌توان ایجاد کرد که در هر رنج 2^8 کلاینت



تعداد شبکه‌ها برابر با ۲.۰۹۷.۱۵۲ عدد خواهد بود

شکل 6-4

کلاس D

هدف از ایجاد این کلاس فراهم آوردن قابلیت Multicast بوده و هر آدرس از این کلاس را می‌توان به یک گروه اختصاص داد. در هر گروه ممکن است چندین کلاینت وجود داشته باشد پس در نتیجه کلاینت‌ها علاوه بر داشتن آدرس IP از کلاس A، B و یا C می‌باشد، دارای یک آدرس IP دیگر از رنج D بوده که نشان‌گر عضویت کلاینت در گروه است. در کلاس D تنها یک رنج از آدرس IP وجود دارد که از 224.0.0.0 شروع شده و به 239.255.255.255 ختم می‌شود.

کلاس E

در کلاس E یک رنج از آدرس IP وجود دارد که از 240.0.0.0 شروع شده و به 255.255.255.255 ختم می‌شود. آدرس‌های موجود در این کلاس رزرو شده بوده و در حالت عادی نمی‌توان از آنها استفاده کرد.

بررسی محدوده‌های آدرس IP

در هر رنج از آدرس IP اولین و آخرین آدرس به صورت رزرو شده بوده و نمی‌توان از آنها برای آدرس‌دهی به کلاینت استفاده کرد. اولین آدرس از هر رنج مربوط به آدرس شبکه و آخرین آدرس مربوط به آدرس Broadcast است. در مثال زیر با نحوه تعیین آدرس‌های یک رنج آشنا خواهید شد.

آدرس شبکه: آدرسی است که از آن برای اشاره به یک شبکه استفاده می‌شود و یکی از استفاده‌های آن در جدول مسیریابی روتر می‌باشد.

آدرس Broadcast: زمانی که یک کامپیوتر بخواهد بسته‌ای را به تمام کامپیوترهای درون شبکه خود ارسال کند از این آدرس استفاده می‌کند.

مثال 1: محدوده آدرس‌های کلاینت مربوط به آدرس 192.168.10.0/24 را مشخص کنید.

جواب: از آنجایی که بایت اول این آدرس برابر با 192 است می‌توان متوجه شد که کلاس این آدرس C است، پس در نتیجه سه بایت اول مربوط به قسمت شبکه بوده و بایت آخر مربوط به کلاینت است. آدرس شبکه باید به صورت ثابت نوشته شود و شما باید تمام حالت‌های آدرس کامپیوتر را در زیر لیست کنید.

192.168.10.0/24

192.168.10.0 اولین آدرس (آدرس شبکه) ←
 192.168.10.1 اولین آدرسی که به کلاینت اختصاص داده می‌شود ←
 192.168.10.2
 .
 .
 192.168.10.254 آخرین آدرسی که به کلاینت اختصاص داده می‌شود ←
 192.168.10.255 آخرین آدرس (آدرس Broadcast) ←

مثال 2: کلاینتی دارای یک آدرس IP برابر با 192.168.1.100/24 است. موارد زیر را مشخص کنید.

1. کلاس آدرس
2. آدرس شبکه
3. اولین آدرسی که به کلاینت اختصاص می‌شود
4. آخرین آدرسی که به کلاینت اختصاص داده می‌شود
5. آدرس Broadcast

جواب: با توجه به بایت اول از آدرس IP که برابر با 192 است می‌توان متوجه شد که این آدرس در کلاس C قرار دارد. محدوده آدرس‌های کلاینت را با توجه به مثال بالا بنویسید.

192.168.1.0 اولین آدرس (آدرس شبکه)
 192.168.1.1 اولین آدرسی که به کلاینت اختصاص داده می‌شود
 .
 .
 192.168.1.254 آخرین آدرسی که به کلاینت اختصاص داده می‌شود
 192.168.1.255 آخرین آدرس (آدرس Broadcast)