مهندسی اینترنت

فصل چهارم مسیریابی در اینترنت

تالیف وگرد آوری : دکتر عباسعلی رضائی

[عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور]

پست الکترونیکی : A_rezaee@pnu.ac.ir

WWW.khate-aval.com

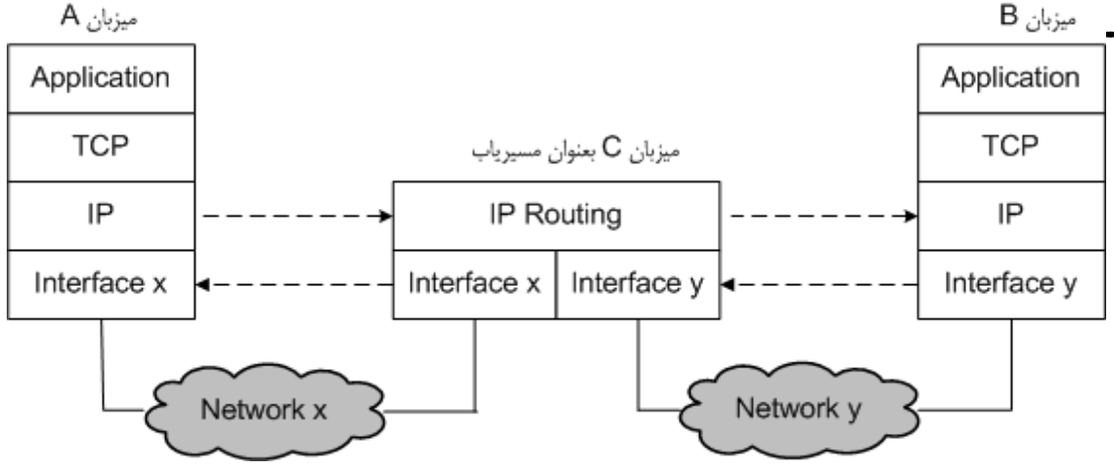
مقدمه

- یکی از وظایف اصلی لایه شبکه، مسیریابی و هدایت بسته‌ها از مبدا تا مقصد است.
- مسیریاب دستگاهی است که بهترین مسیر برای رسیدن بسته‌ها به مقصد را پیدا می کند.
- بسته ها بین راه وارد مسیریاب شده و پرش بعدی برای آنها مشخص می شود.

مسیریابی

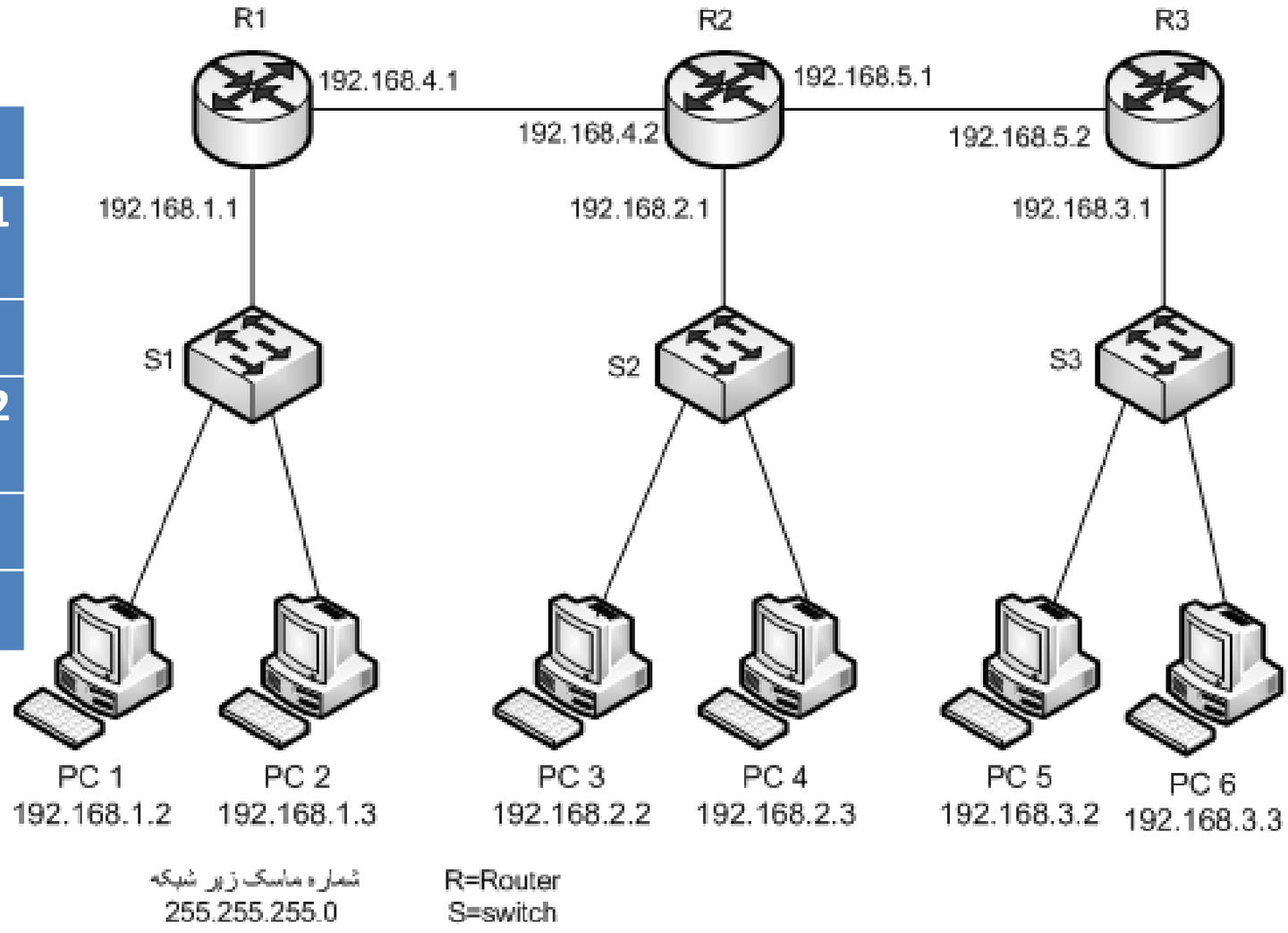
اطلاعات نگاشت‌ها بین آدرس های شبکه مقصد و مسیرهای موجود تا دروازه بعدی، در جدول مسیریابی ذخیره می‌شود که سه گونه مسیر در آن وجود دارد:

- مسیرهای مستقیم: نشان‌دهنده شبکه‌هایی که به طور مستقیم متصل هستند.
- مسیرهای غیرمستقیم: نشان‌دهنده شبکه‌هایی که از طریق یک یا چند دروازه، قابل دستیابی هستند.
- مسیر پیش‌فرض: مسیرهای مستقیم یا غیرمستقیمی هستند که در صورت پیدا نشدن هیچ نگاشتی در جدول مس



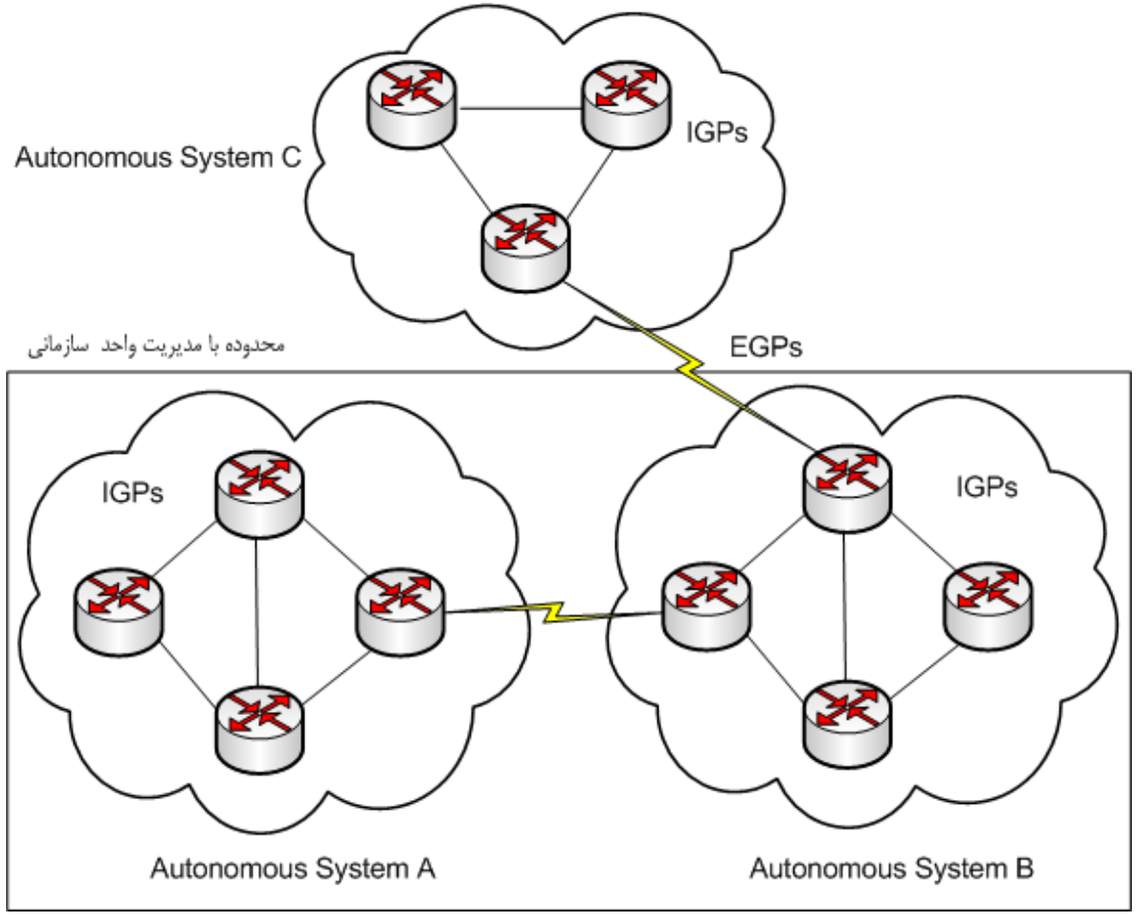
جدول مسیریابی

Destination	Subnet mask	Next hop
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.4.1
192.168.2.0	255.255.255.0	connected
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.5.2
192.168.4.0	255.255.255.0	connected
192.168.5.0	255.255.255.0	connected



سیستم خودمختار (Autonomous System)

- به‌عنوان یک بخش منطقی از یک شبکه بزرگ‌تر تعریف شده و معمولا شامل ارتباط درونی سازمان است.
- این سیستم می‌تواند به سیستم های خودمختار دیگری که توسط همان سازمان مدیریت می‌شوند، شبکه‌های عمومی یا خصوصی دیگر نیز متصل گردد.



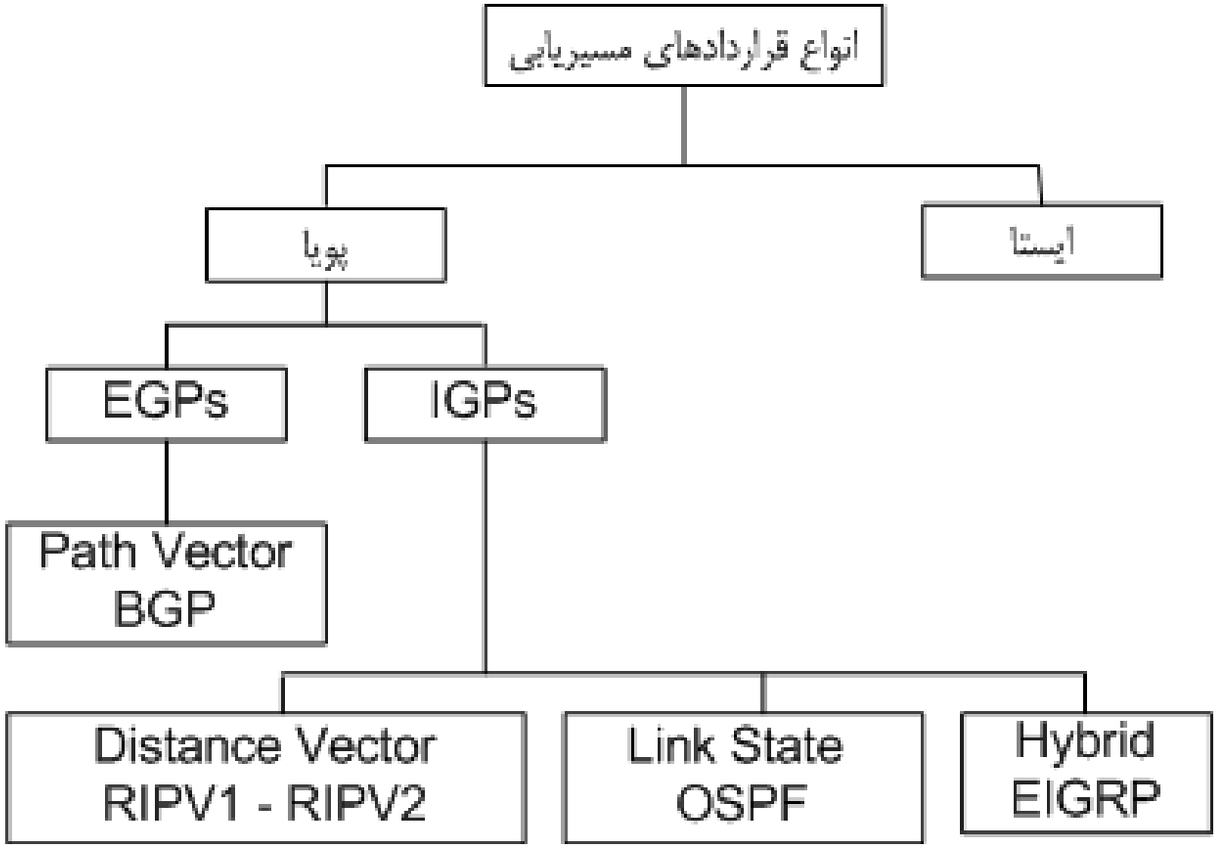
قراردادهای مسیریابی

- الگوریتم مسیریابی در قالب قرارداد بیان می‌شود.
- بخشی از نرم‌افزار لایه شبکه است که درباره کانال خروجی یک بسته، تصمیم‌گیری می‌کند.
- در مسیریابی درستی، سادگی، پایداری، قدرت، شفافیت و بهینه‌بودن مسیر انتخابی مهم است.

دلایل تنوع قراردادهای مسیریابی :

- قرارداد مسیریابی درون شبکه‌ای و مسیریابی بین شبکه‌ای، معمولا از جنبه‌ی امنیت و پایداری و قابلیت گسترش، با هم تفاوت داشته و نیازمندی‌های متفاوتی دارند.
- قراردادهای جدید، برای رفع کمبودهای قراردادهای کنونی، توسعه یافته اند.
- معمولا در شبکه‌های کوچک و متوسط، مشکل‌ها و پیچیدگی‌های شبکه کم‌تر بوده و از این رو، به قراردادهای مسیریابی ساده‌تری نیاز است.
- در شبکه‌های بزرگ، بدلیل وجود مسائلی مانند مبادله جداول مسیریابی و حلقه‌های مسیریابی، نیاز به الگوریتم‌های مسیریابی پیچیده‌تری دارد.

انواع قراردادهای مسیریابی



- در قرارداد مسیریابی ایستا، اطلاعات جدول مسیریابی، به‌صورت دستی وارد می‌شود
- در روش پویا، مسیریاب به‌شکل خودکار، مسیرهای درون شبکه را کشف و نگه‌داری می‌کند.

مسیریابی ایستا

- در این روش، مدیر، مسئوول کشف و انتشار مسیرها در طول شبکه است. (بصورت دستی)
- این کار در شبکه‌های کوچک با شمار کم مسیریاب، نسبتا ساده است اما در شبکه‌های بزرگ، علاوه بر افزایش حجم جداول مسیریابی، هماهنگی برای به‌روزرسانی آن‌ها سخت‌تر می‌شود.
- از سوی دیگر، مسیرهای ایستا نمی‌توانند خود را با شرایط جاری شبکه وفق دهند.
- مسیریابی ایستا در مواردی مانند مقرون به صرفه نبودن انتشار مسیرها در خطوط شبکه گسترده با پهنای باند پایین، نیاز به امنیت بالاتر، نیاز به داشتن کارایی بیشتر و ... سودمند است.

قراردادهای مسیریابی پویا

- تفاوت میان قراردادهای مسیریابی پویا، در روش کشف و محاسبه مسیرهای تازه به مقصد است.
- این قراردادها، به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- قراردادهای دروازه داخلی (IGP): به مسیریاب‌ها اجازه می‌دهند تا اطلاعات خود را درون یک سیستم خودمختار مبادله کنند. IGPها به سه دسته بردار فاصله، وضعیت لینک و ترکیبی تقسیم می‌شوند.
- قراردادهای دروازه خارجی (EGP) یا بردار مسیر: امکان تبادل اطلاعات بین سیستم های خودمختار را فراهم می‌کنند.

الگوریتم مسیریابی بردار فاصله

- هر مسیریاب به‌طور خودکار، یک جدول محلی (بردار) شامل بهترین مسیر شناخته‌شده تا هر مقصد و چگونگی رسیدن به آن مقصد را ساخته و نگه‌داری می کند.
- برای این منظور هر مسیریاب درون شبکه، هزینه و فاصله خودش را تا دیگر مقصدها، نگه می‌دارد. این مقدار، میزان مطلوبیت و هزینه مسیر را نشان می‌دهد. مسیرهایی با مقدار هزینه بهترین مسیر برای رسیدن به یک مقصد است.
- مهمترین مزیت بردار فاصله سادگی پیاده سازی و خطایابی آن است.
- معایب بردار فاصله :
  - زمان همگرایی در بروزرسانی جداول طولانی است. رکوردهای نامعتبر منجر به حلقه مسیریابی می شود.
  - برای کاهش زمان همگرایی تعداد پرش ها محدود می شود که این خود تعداد مسیریاب ها را محدود می کند.
  - ارسال جداول مسیریابی بطور متناوب کارایی شبکه را کاهش می دهد.

مثال بردار فاصله : گام ۱

Optimum 1-hop paths

Table for A		
Dst	Cst	Hop
A	0	A
B	4	B
C	∞	–
D	∞	–
E	2	E
F	6	F

Table for B		
Dst	Cst	Hop
A	4	A
B	0	B
C	∞	–
D	3	D
E	∞	–
F	1	F

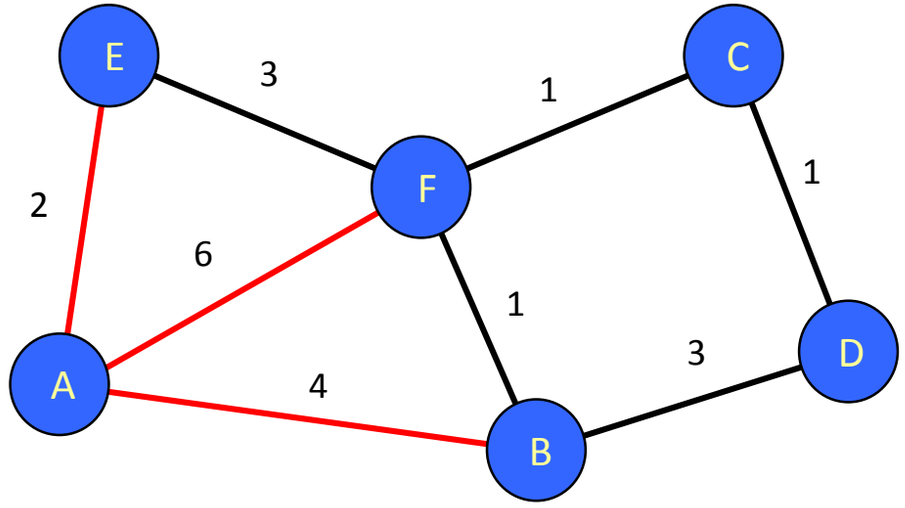


Table for C		
Dst	Cst	Hop
A	∞	–
B	∞	–
C	0	C
D	1	D
E	∞	–
F	1	F

Table for D		
Dst	Cst	Hop
A	∞	–
B	3	B
C	1	C
D	0	D
E	∞	–
F	∞	–

Table for E		
Dst	Cst	Hop
A	2	A
B	∞	–
C	∞	–
D	∞	–
E	0	E
F	3	F

Table for F		
Dst	Cst	Hop
A	6	A
B	1	B
C	1	C
D	∞	–
E	3	E
F	0	F

مثال بردار فاصله : گام ۲

Optimum 2-hop paths

Table for A		
Dst	Cst	Hop
A	0	A
B	4	B
C	7	F
D	7	B
E	2	E
F	5	E

Table for B		
Dst	Cst	Hop
A	4	A
B	0	B
C	2	F
D	3	D
E	4	F
F	1	F

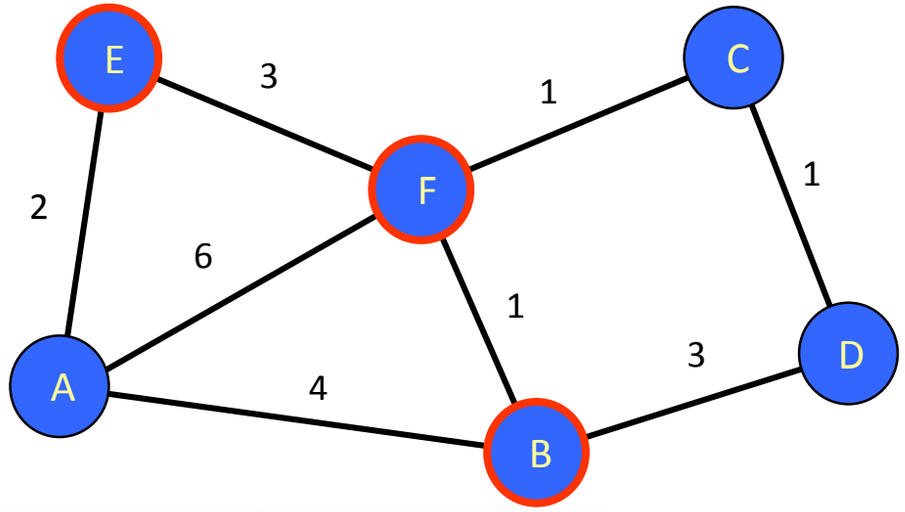


Table for C		
Dst	Cst	Hop
A	7	F
B	2	F
C	0	C
D	1	D
E	4	F
F	1	F

Table for D		
Dst	Cst	Hop
A	7	B
B	3	B
C	1	C
D	0	D
E	∞	–
F	2	C

Table for E		
Dst	Cst	Hop
A	2	A
B	4	F
C	4	F
D	∞	–
E	0	E
F	3	F

Table for F		
Dst	Cst	Hop
A	5	B
B	1	B
C	1	C
D	2	C
E	3	E
F	0	F

مثال بردار فاصله : گام ۳

Optimum 3-hop paths

Table for A		
Dst	Cst	Hop
A	0	A
B	4	B
C	6	E
D	7	B
E	2	E
F	5	E

Table for B		
Dst	Cst	Hop
A	4	A
B	0	B
C	2	F
D	3	D
E	4	F
F	1	F

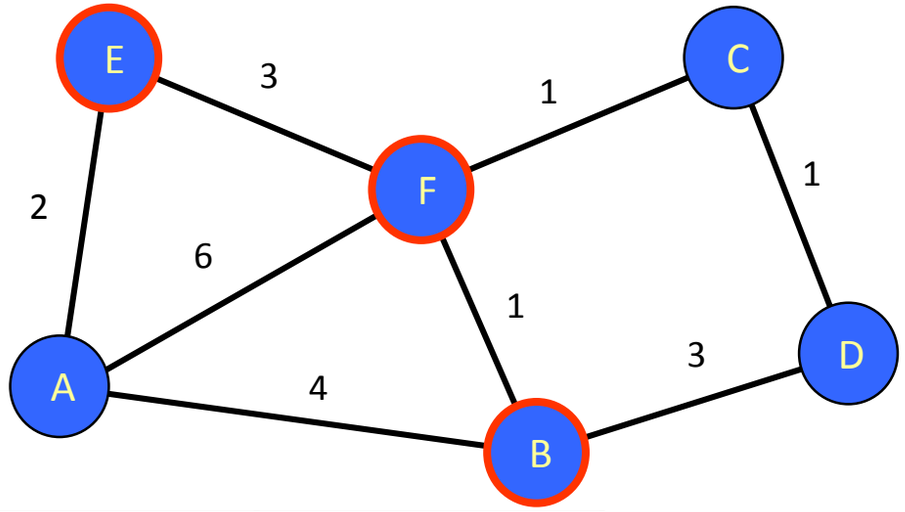


Table for C		
Dst	Cst	Hop
A	6	F
B	2	F
C	0	C
D	1	D
E	4	F
F	1	F

Table for D		
Dst	Cst	Hop
A	7	B
B	3	B
C	1	C
D	0	D
E	5	C
F	2	C

Table for E		
Dst	Cst	Hop
A	2	A
B	4	F
C	4	F
D	5	F
E	0	E
F	3	F

Table for F		
Dst	Cst	Hop
A	5	B
B	1	B
C	1	C
D	2	C
E	3	E
F	0	F

روش ارسال سیل‌آسا (Flooding)

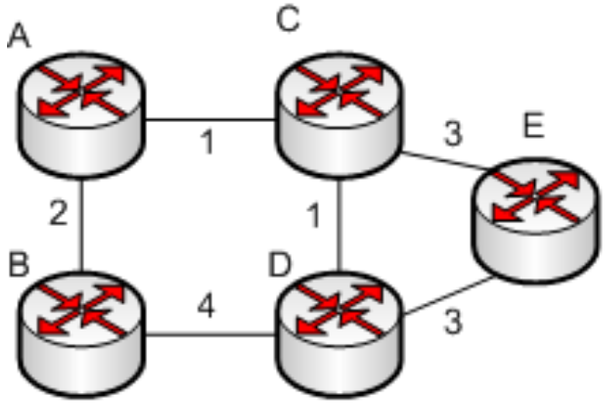
- این روش ارسال، برای بسته‌های همه‌پخشی (Broadcast) استفاده می‌شود.
- هر مسیریاب شبکه، با دریافت هر بسته اطلاعاتی، آن را روی همه پورتهای خروجی خود، به‌جز پورتی که بسته از آن وارد شده است، می‌فرستد.
- در این روش، بسته‌ها حتما از کوتاه‌ترین مسیر هم به مقصد می‌رسند و هم‌چنین همه مسیریاب‌ها، بسته را دریافت می‌کنند.
- چون همه مسیریاب‌ها، بسته‌ها را پخش می‌کنند، امکان ایجاد حلقه مسیریابی نیز وجود دارد.

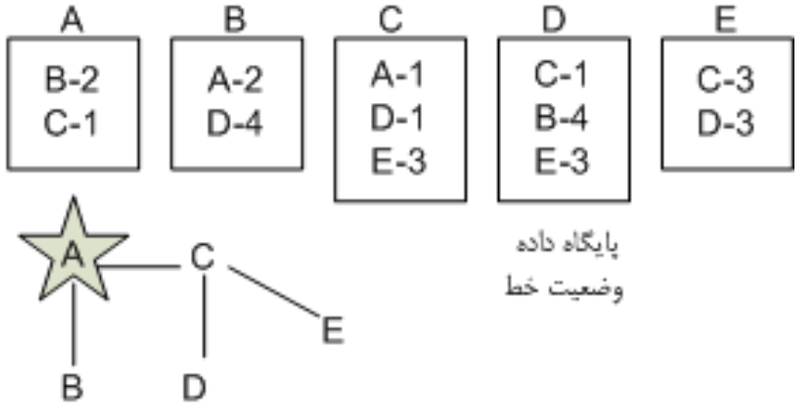
مسیریابی وضعیت لینک

- منشا پیدایش آن، شبکه ARPANET است. این الگوریتم می‌تواند کمبودهای قرارداد بردار فاصله را رفع کند.
- مسیریابی وضعیت لینک، جایگزین مناسب با قابلیت انعطاف‌پذیری بالاتر و قدرتی بیشتر از الگوریتم مسیریابی بردار فاصله است.
- در این الگوریتم، از وضعیت لینک برای تعیین توپولوژی شبکه استفاده می‌شود.
- وضعیت لینک، توصیفی از یک واسط در مسیریاب (مانند آدرس IP، ماسک زیر شبکه، نوع شبکه) و رابطه آن با مسیریاب‌های مجاور است.
- مجموعه وضعیت‌های لینک، یک پایگاه اطلاعاتی از وضعیت لینک ایجاد می‌کنند.

الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر

- این روش، برای پردازش اطلاعات در پایگاه داده توپولوژی استفاده می‌شود.
- یک نمایش درختی از شبکه ایجاد می‌کند.
- مسیریاب‌هایی که این الگوریتم را اجرا می‌کنند، ریشه درخت هستند. (شکل مسیریاب A ریشه)
- خروجی الگوریتم، فهرستی از کوتاه‌ترین مسیرها به هر مقصد است.





مسیریابی ترکیبی

- این قرارداد، ویژگی‌های قراردادهای بردار فاصله و وضعیت لینک را با همدیگر ترکیب می‌کند.
- به‌روزرسانی در این قرارداد، مانند وضعیت لینک، متناوب نیست بلکه مبتنی بر رخ‌داد است.
- شبکه‌های مبتنی بر قراردادهای ترکیبی نسبت به قراردادهای بردار فاصله سریعتر همگرا می شوند.
- این قرارداد هزینه به‌روزرسانی‌های وضعیت لینک و انتشارهای بردار فاصله را کاهش می‌دهند.

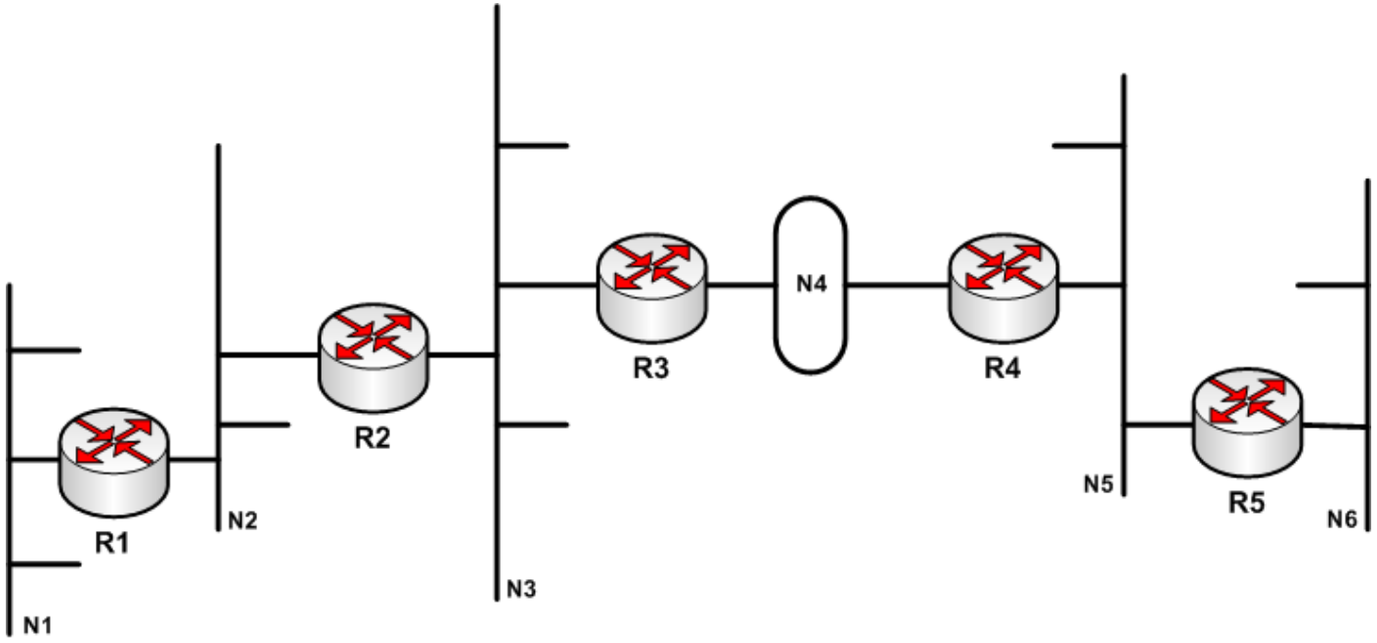
مسیریابی بردار مسیر

- تا اندازه‌ای مانند الگوریتم بردار فاصله است، و در آن هر مسیریاب مرزی، مقصدهای قابل دسترس خود را به همسایگانش اطلاع می‌دهد.
- در این الگوریتم، مسیر به‌صورت یک زوج شامل مقصد و مشخصات مسیر تا آن مقصد تعریف می‌شود.
- مسیر می‌تواند به صورت فهرستی از نام دامنه‌هایی باشد که در یک متغیر مسیر یادداشت شده و دارای اطلاعات دسترسی به مقصدها است.
- مسیری که حداقل تعداد دامنه‌ها برای رسیدن به یک مقصد خاص را داشته باشد، می‌تواند به‌عنوان مسیر بهینه و پیش‌فرض درنظرگرفته شود.

قرارداد RIP

- RIP مبتنی بر قرارداد مسیریابی XNS مربوط به شرکت زیراکس می باشد
- یک قرارداد بردار فاصله است. در اواسط ۱۹۸۸ IETF طرز کار استاندارد RIP را منتشر نمود.
- بدلیل تعدد پیاده‌سازی‌ها در این قرارداد، برخی از آنها، از همه ویژگی‌های افزوده شده به نسخه اولیه، پشتیبانی نمی‌کنند. (مانند روش‌های مسموم‌کردن مسیر معکوس و به‌روزرسانی مبتنی بر تحریک)

جدول مسیریابی بردار فاصله: مثال



Router R2
Distance Vector Table

Net	Next Hop	Metric
N1	R1	2
N2	Direct	1
N3	Direct	1
N4	R3	2
N5	R3	3
N6	R3	4

Router R3
Distance Vector Table

Net	Next Hop	Metric
N1	R2	3
N2	R2	2
N3	Direct	1
N4	Direct	1
N5	R4	2
N6	R4	3

Router R4
Distance Vector Table

Net	Next Hop	Metric
N1	R3	4
N2	R3	3
N3	R3	2
N4	Direct	1
N5	Direct	1
N6	R5	2

یک نمونه جدول مسیریابی بردار فاصله

حلقه مسیریابی در الگوریتم بردار فاصله

- یکی از عیب های بردار فاصله حلقه مسیریابی (Routing Loop) است.
- یک حلقه مسیریابی هنگامی اتفاق می افتد که مسیریاب‌ها، بسته‌ای را از مسیر خاصی ارسال نموده و سپس مسیریاب بعدی نیز برای انتقال بسته مورد نظر، از همان مسیر اولیه استفاده کند. در این حالت، بسته هیچ‌گاه به مقصد نمی‌رسد.
- حلقه باعث ایجاد مشکل شمارش تا بینهایت می شود.

مشکل شمارش تا بی‌نهایت روی یک لینک

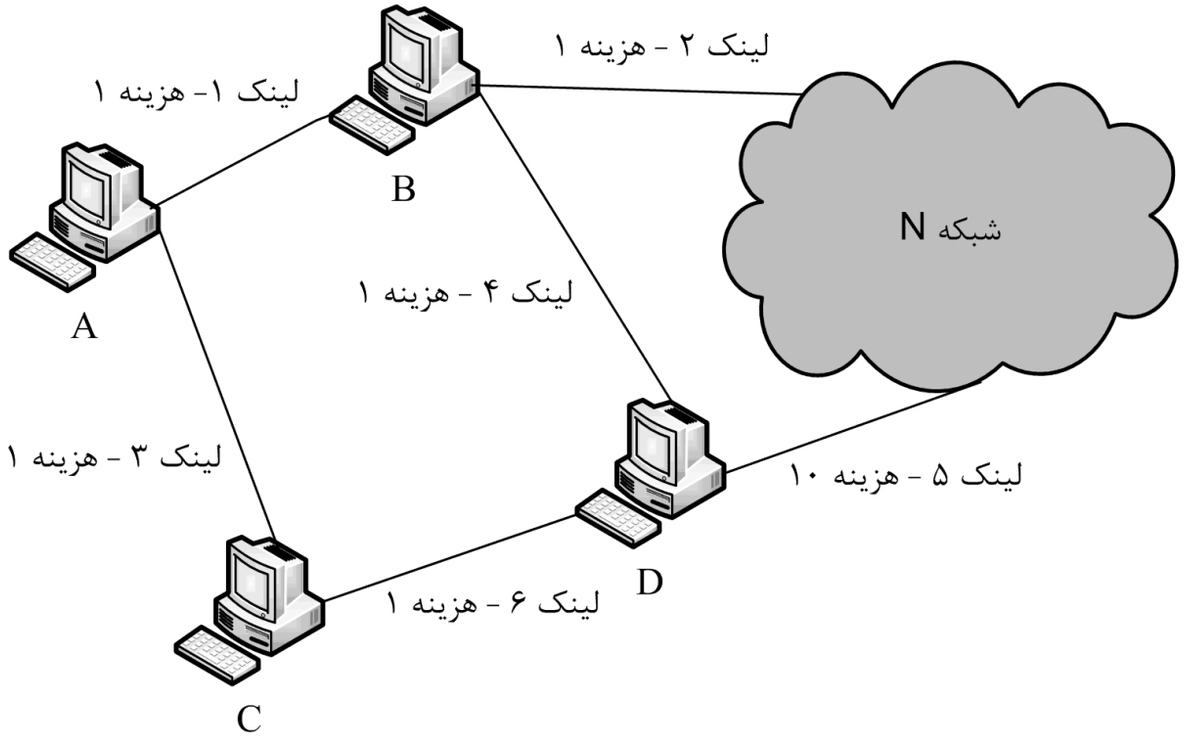
- یکی از متداول‌ترین مشکلات در مسیریاب هاست.
- منظور از بینهایت همان حداکثر هزینه مسیر است.

دو مشکل عمده ایجاد شده توسط شمارش تا بینهایت:

- هنگام شمارش تا بینهایت و رفت آمد بسته در مسیرهای بین ۲ شبکه پهنای باند هدر می رود.
- بدلیل زمانبر بودن شمارش تا بینهایت در مسیریاب ها افراد در این زمانها فکر می کنند ارتباط خود را با شبکه مورد نظر از دست داده اند.

مثال مشکل شمارش تا بی‌نهایت روی یک لینک

- فاصله تمام مسیریاب‌های شبکه تا شبکه N در زمان T1



از	لینک	هزینه
A تا N	۱	۲
B تا N	۲	۱
C تا N	۳	۳
D تا N	۴	۲

- بعد از مدتی

از	لینک	هزینه
A تا N	۱	۲
B تا N	۲	∞
C تا N	۳	۳
D تا N	۴	۲

الگوریتم های مقابله با حلقه مسیریابی

- سمی نمودن مسیر
- Split Horizon
- Poison Reverse and Triggered Update
- Holddown

سمی نمودن مسیر (Route Poisoning)

- در صورت قطع مسیر، احتمال حلقه مسیریابی، وجود دارد.
- بردار فاصله با تشخیص مسیر مشکل دار باید اطلاعات آن را درست ارسال کند.
- بردار فاصله خبر خرابی خط را در شبکه انتشار داده و آن مسیر را سمی می کند.
- عمل سمی نمودن با انتساب مقدار بینهایت به ارزش خط (Metric) انجام می گیرد.

سمی کردن مسیر

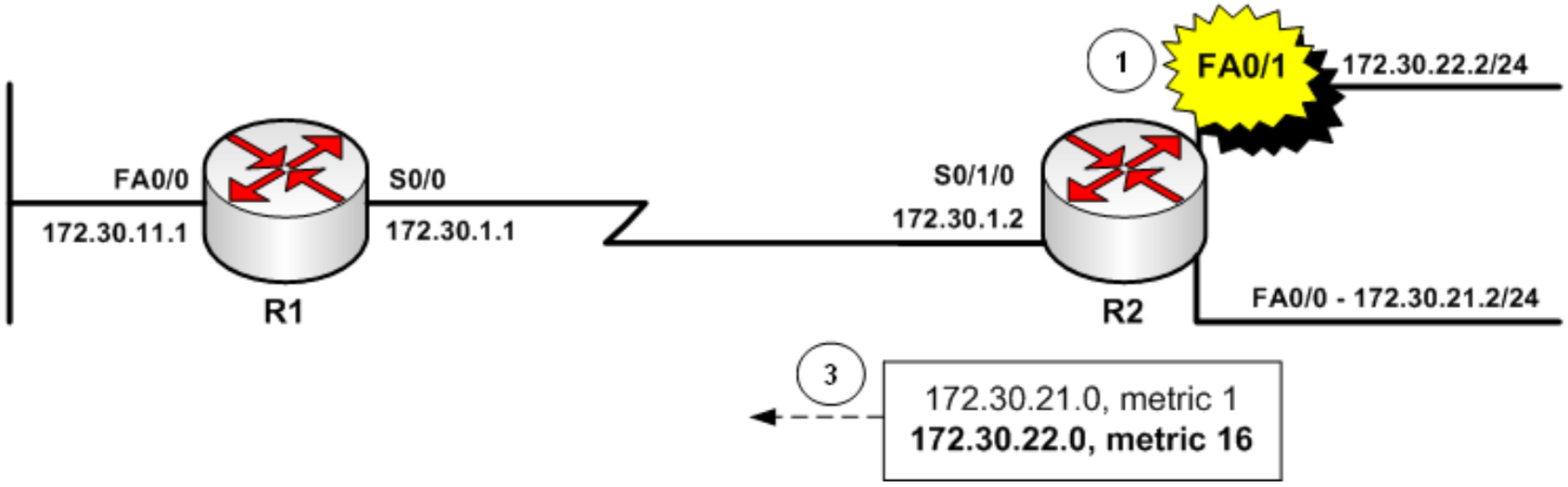
R1 IP Routing Table

Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
RIP	172.30.21.0/24	S0/0	172.30.1.2	1
RIP	**172.30.22.0/24**	**S0/0**	**172.30.1.2**	**16**
Conn.	172.30.1.0/24	S0/0	N/A	0
Conn.	172.30.11.0/24	FA0/0	N/A	0

4 2

R1 IP Routing Table

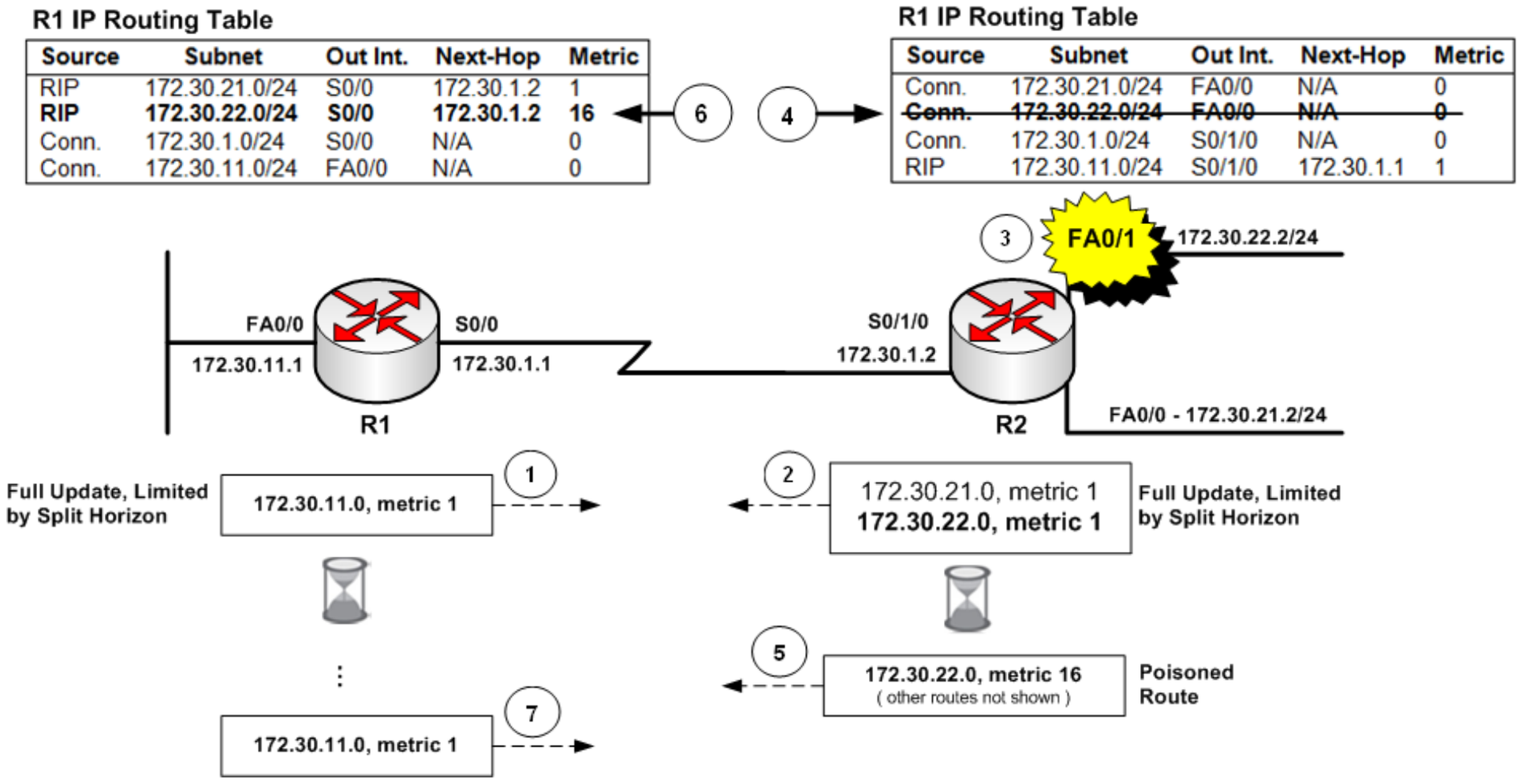
Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
Conn.	172.30.21.0/24	FA0/0	N/A	0
~~Conn.~~	~~172.30.22.0/24~~	~~FA0/0~~	~~N/A~~	~~0~~
Conn.	172.30.1.0/24	S0/1/0	N/A	0
RIP	172.30.11.0/24	S0/1/0	172.30.1.1	1



روش Split Horizon

- در این روش یک مسیریاب برای ارسال اطلاعات محدودیت هایی قائل می شود تا از ایجاد مسیر اشتباه جلوگیری شود.
- در جدول بروزرسانی که مسیریاب ها از واسط (Interface) X می‌فرستند، نباید اطلاعات شبکه‌هایی فرستاده شود که از مسیر X آدرس‌دهی می‌شوند.

تأثیرات Split Horizon بدون سمی‌کردن مسیر معکوس



روش Poison Reverse and Triggered Update

این روش از دو قسمت تشکیل شده است:

- هنگامیکه مسیری خراب شد در انتظار بروزرسانی بعدی نباش و سریع مسیر خراب را به مسیریاب های اطراف اطلاع بده.
- مسیریابی که این پیام را شنید باید قانون Split Horizon را به صورت برهه ای نقض نموده و تائید این مسیر را به مسیریاب فرستنده ارسال نماید. این کار باعث صرفه جویی بسیاری در وقت می شود و مسیر خراب سریع برای مسیریاب های دیگر مشخص می شود.

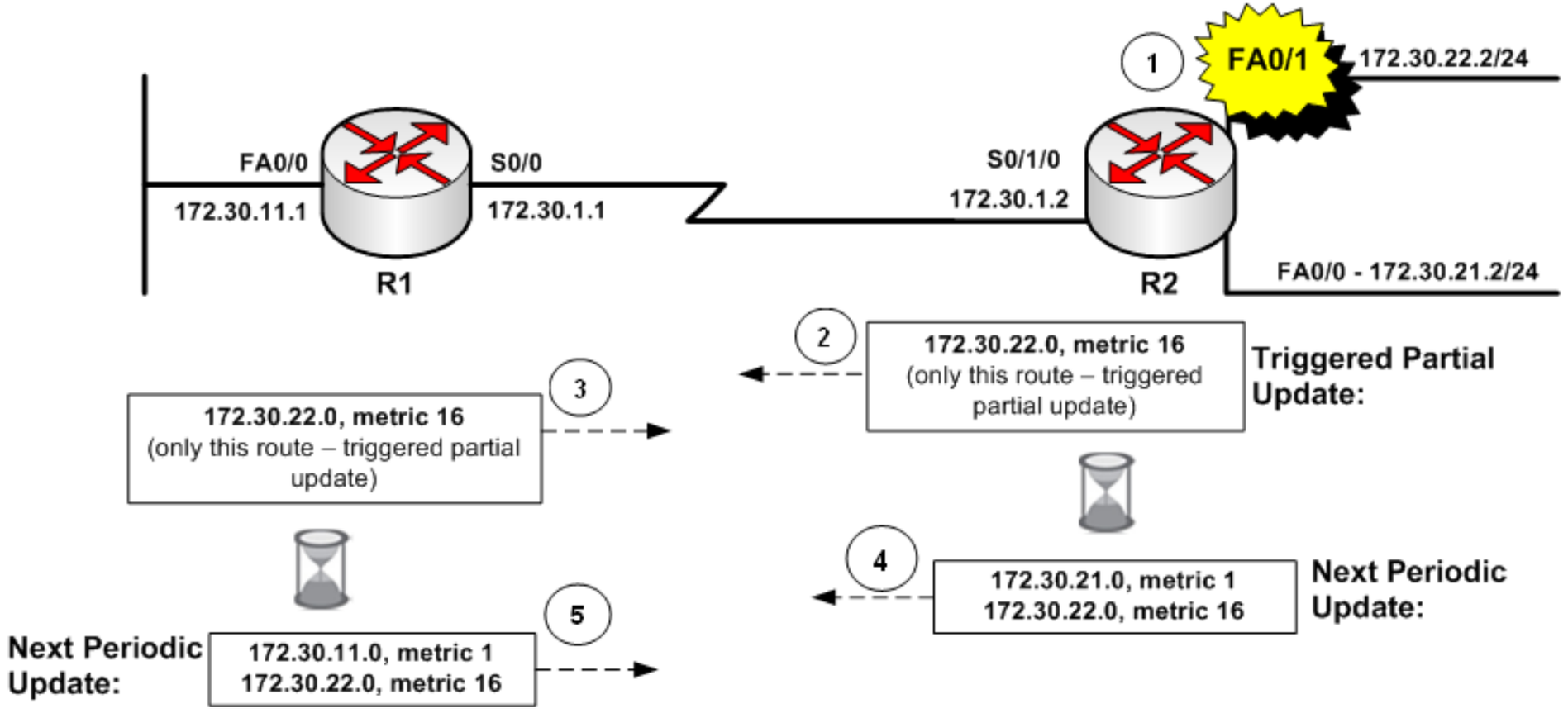
R2 یک Triggered Update ارسال و R1 یک مسیر معکوس سمی منتشر می‌کند

R1 IP Routing Table

Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
RIP	172.30.21.0/24	S0/0	172.30.1.2	1
RIP	**172.30.22.0/24**	**S0/0**	**172.30.1.2**	**16**
Conn.	172.30.1.0/24	S0/0	N/A	0
Conn.	172.30.11.0/24	FA0/0	N/A	0

R1 IP Routing Table

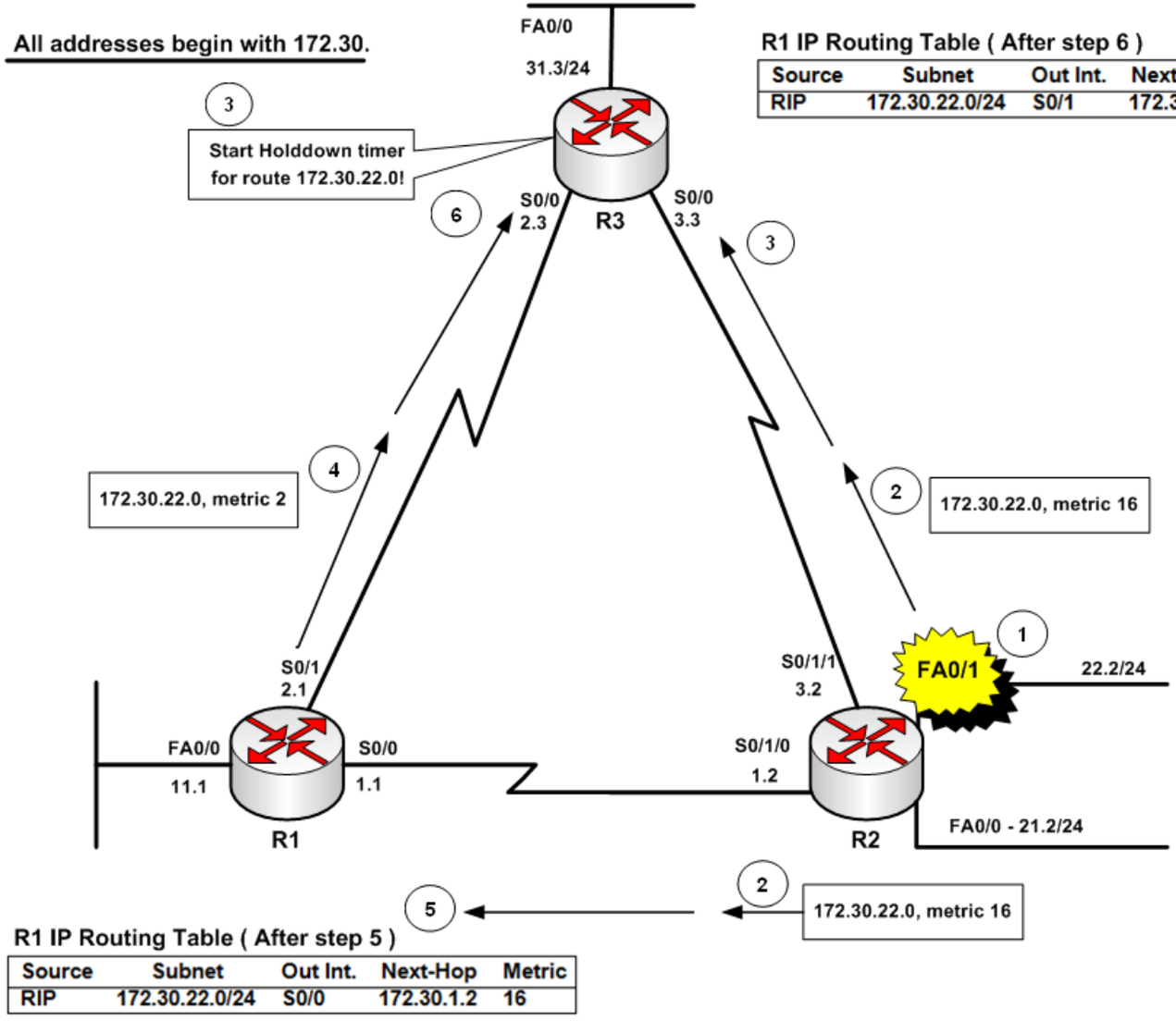
Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
Conn.	172.30.21.0/24	FA0/0	N/A	0
~~Conn.~~	~~172.30.22.0/24~~	~~FA0/0~~	~~N/A~~	~~0~~
Conn.	172.30.1.0/24	S0/1/0	N/A	0
RIP	172.30.11.0/24	S0/1/0	172.30.1.1	1



مشکل شمارش تا بی‌نهایت در شبکه‌هایی با چند مسیریاب

- روش‌های بیان شده مشکلات مسیریابی بین ۲ مسیریاب را حل می‌کنند
- اما با افزایش تعداد مسیریاب‌ها مسیرهای گوناگونی تولید می‌شود و این قوانین، دیگر نمی‌توانند عدم حلقه مسیریابی را تضمین کنند.
- در روش Holddown Counter، مسیریاب به این طریق عمل می‌کند که هرگاه اطلاعاتی مبنی بر خرابی یک مسیر (ارزش ۱۶ برای یک مسیر) دریافت نمود شمارنده‌ای فعال کرده و تا به اتمام نرسیدن این شمارنده هرگونه اطلاعات مبنی بر مسیریابی آن شبکه را قبول نمی‌کند.
- این زمان به مسیریاب اطمینان می‌دهد که همه مسیریاب‌ها از مسیر خراب باخبر شده و مسیریابی اشتباه انجام نمی‌دهند.

جلوگیری از مشکل شمارش تا بی‌نهایت با روش Holddown



R1 IP Routing Table (After step 6)

Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
RIP	172.30.22.0/24	S0/1	172.30.3.2	16

R1 IP Routing Table (After step 5)

Source	Subnet	Out Int.	Next-Hop	Metric
RIP	172.30.22.0/24	S0/0	172.30.1.2	16

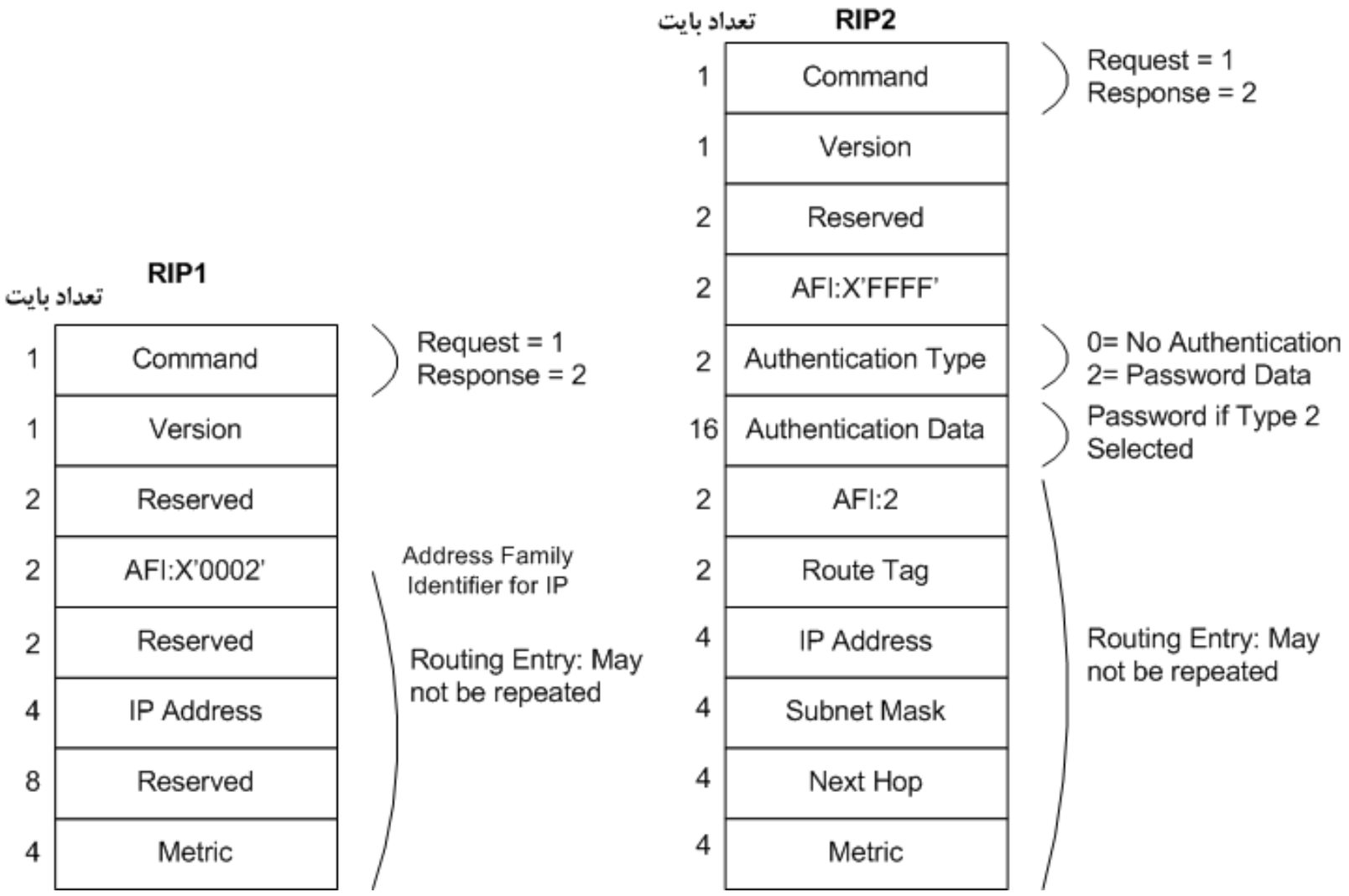
محدودیت‌های RIP

- **محدودیت‌های هزینه مسیر:** شمارش تا بینهایت قطر شبکه را محدود می‌کند. (RIP ۱۵ پرش)
- **به‌روزرسانی‌های حجیم جدول‌های مسیریابی:** ارسال جداول بردار فاصله به طور متناوب ترافیک شبکه را بالا می‌برد.
- **همگرایی نسبتاً کم:** همگرایی این قرارداد مانند سایر قراردادهای بردار فاصله نسبتاً ضعیف است.
- **عدم پشتیبانی از زیرشبکه‌سازی با طول متغیر:** در انتشار مسیر بر اساس این قرارداد ماسک زیر شبکه ارسال نمی‌شود در نتیجه نمی‌توان ماسک‌های زیر شبکه با طول متغیر داشت.

قرارداد مسیریابی RIP2

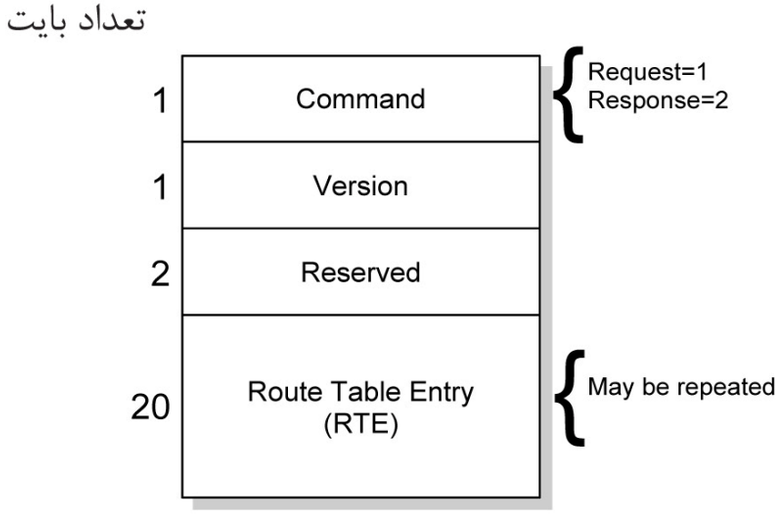
- یک قرارداد بردار فاصله است که برای رفع مشکلات RIP(RIP1) طراحی شده است.
- قابلیت‌های RIP2 عبارتند از:
  - پشتیبانی از CIDR و VLSM: مهمترین دلیل ارائه این نسخه
  - پشتیبانی از چند پخشی:
    - علاوه بر اعلانهای همه پخشی به صورت چند پخشی نیز می تواند کار کند
    - بار پردازشی روی میزبان‌هایی که به پیام‌های RIP2 گوش نمی‌دهند را کاهش دهد.
    - برای اطمینان از تعامل با محیط‌های RIP1، این گزینه روی هر رابط شبکه پیکربندی می‌شود.
  - پشتیبانی از احراز هویت: روی هر گره با احراز هویت جلوی فرستنده‌های فریبکار گرفته می شود.
  - پشتیبانی از RIP1: با RIP1کاملاً سازگار است.

قالب بسته RIP2 و RIP1



RIPng برای IPv6

- برای اینکه شبکه‌های مبتنی بر IPV6 بتوانند برای محاسبه مسیرها اطلاعات را مبادله کنند، ارائه شد.
- RIP2 و RIPng دو تفاوت عمده دارند:
  - پشتیبانی از احراز هویت: RIP2 برای گره‌ای که اطلاعات مسیریابی را می‌فرستد، احراز هویت را پشتیبانی می‌کند. RIPng هیچ احراز هویتی این جا ندارد بلکه بجای آن از ویژگی‌های امنیتی در IPV6 استفاده می‌کند.
  - پشتیبانی از قالب‌های آدرس دهی IPV6: این فیلد در بسته‌های RIPng برای پشتیبانی از قالب آدرس طولانی IPV6 به روز شده است.



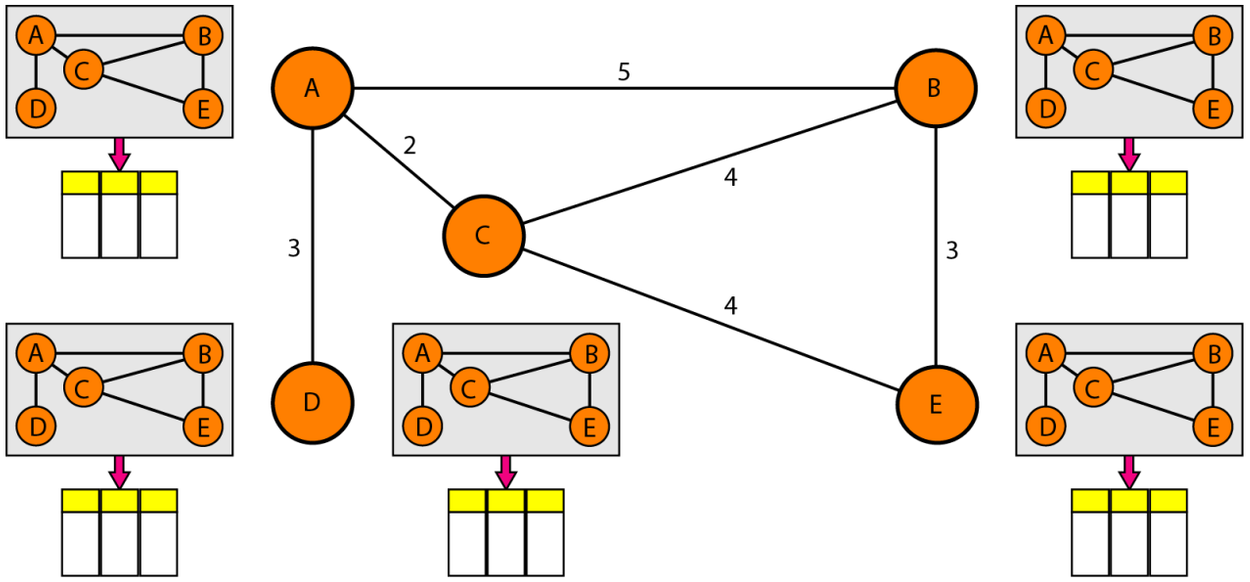
قالب بسته RIPng

قرارداد مسیریابی OSPF

- یک قرارداد وضعیت لینک دروازه داخلی است و برای رفع محدودیت‌های RIP ارائه شده است.
- امروزه در شبکه‌های بزرگ به‌کار گرفته شود.
- این قرارداد در سال ۱۹۸۸ شروع و در ۱۹۹۱ نهایی شد.
- ویژگی‌های عمده این قرارداد :
  - توازن بار: استفاده هم‌زمان از چندین مسیر باعث افزایش بهره وری پهنای باند شبکه می شود.
  - تقسیم‌بندی منطقی شبکه: ترافیک بین شبکه‌ای را کاهش می‌دهد.
  - امکان احراز هویت: هر گره‌ای در اعلان مسیر خود می‌تواند احراز هویت انجام دهد.
  - جلوگیری از خرابی جدول‌های مسیریابی توسط هکرها
  - همگرایی سریع: با انتشار تغییرات مسیریابی به طور هم‌زمان، بروزرسانی اطلاعات شبکه سریعتر می کند.
  - پشتیبانی از CIDR و VLSM: امکان تخصیص کارای آدرس‌های IP.

قرارداد مسیریابی OSPF

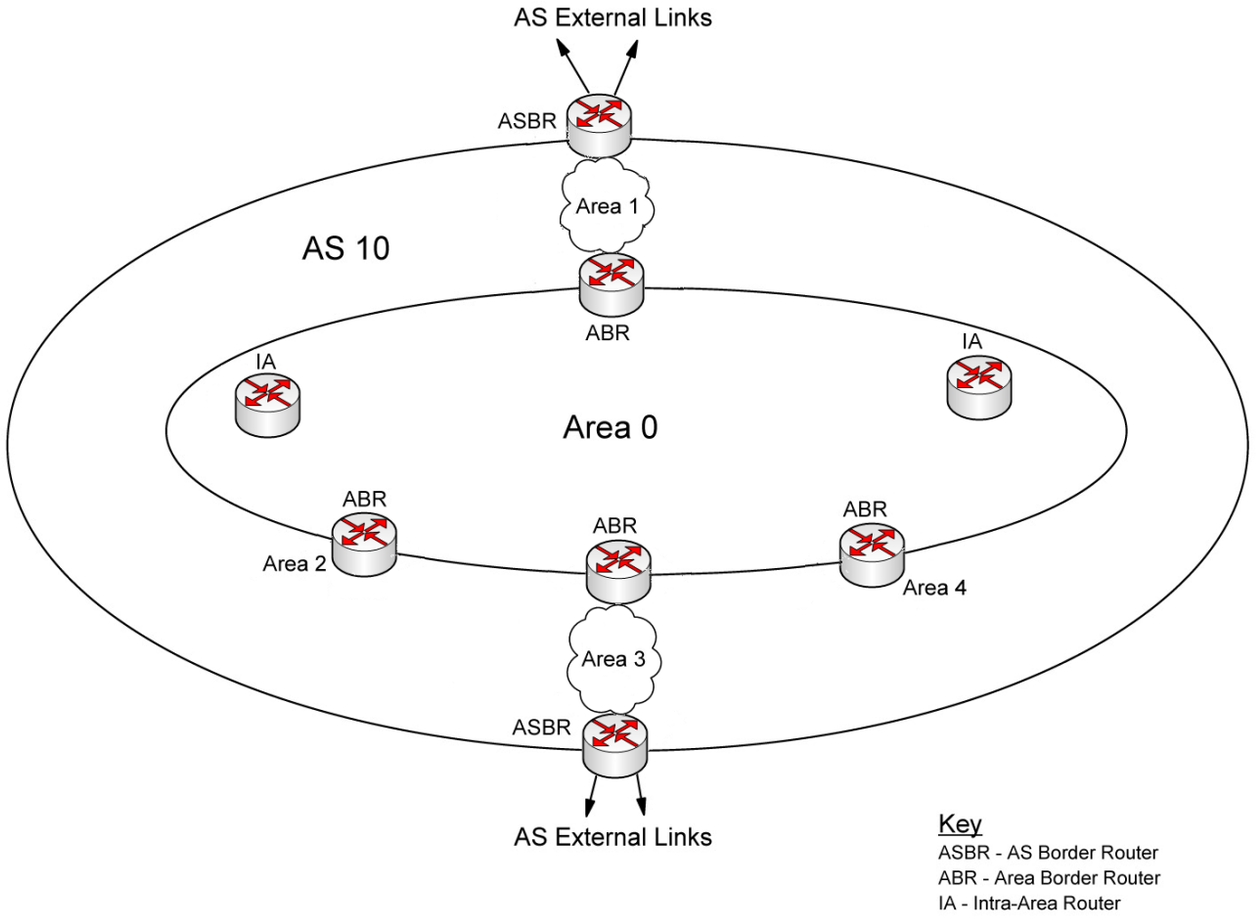
- هر گره توپولوژی کل شبکه (لیست گره ها و لینک ها و چگونگی اتصال شامل نوع ، هزینه و وضعیت هر لینک ها) را دارد.
- گره ها از الگوریتم دیجسترا برای ایجاد جدول مسیریابی استفاده می کنند.



ناحیه ها

- شبکه های OSPF به چند ناحیه تقسیم می شوند.
- ناحیه شامل یک گروه منطقی از شبکه ها و مسیریاب ها منطبق بر مرز جغرافیایی یا مدیریتی است.
- هر ناحیه دارای یک شناسه ۳۲ بیتی است.
- در هر ناحیه مسیریاب ها دارای پایگاه داده ای با توپولوژی یکسان هستند.
- مسیریاب های درون ناحیه از توپولوژی خارج از ناحیه اطلاعی ندارند.
  - کاهش اندازه پایگاه داده آنها و تعداد بروزرسانی ها
- هر شبکه OSPF حداقل دارای یک ناحیه بنام ناحیه ستون فقرات یا ناحیه صفر است.

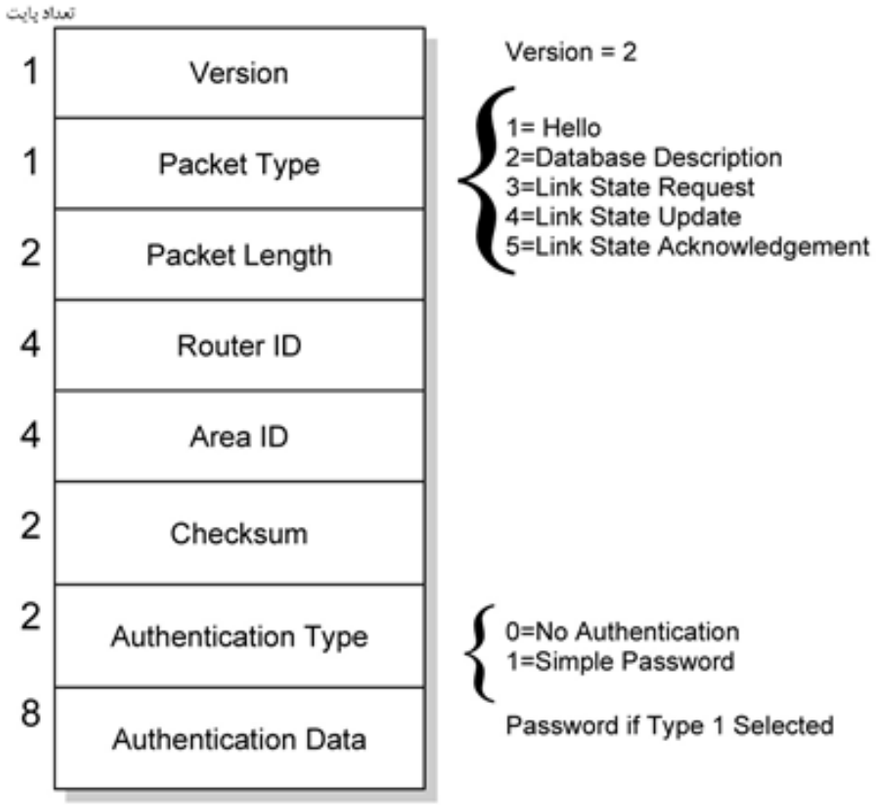
انواع مسیریاب OSPF



- مسیریاب درون ناحیه IA
  - نگه داری یک پایگاه داده توپولوژی برای ناحیه
- مسیریاب مرز ناحیه ABR
  - اتصال دو یا چند ناحیه (بهمراه ناحیه ۰)
- مسیریاب مرز AS. ASBR
  - پیرامون شبکه OSPF
  - بعنوان دروازه جهت اتصال به شبکه هایی با الگوریتم های مسیریابی دیگر

انواع بسته OSPF

- بسته‌های OSPF در بسته‌های IP و بدون کپسوله‌شدن در بسته‌های TCP یا UDP، ارسال می‌شوند.
- در سرآیند IP مقدار ۸۹ برای شناسه قرارداد و در فیلد نوع خدمات قسمت اولویت برابر با مقدار ۱۱۱ یعنی کنترل شبکه و TOS برابر با مقدار صفر می‌شود.



سرآیند OSPF

قرارداد مسیریابی EIGRP

- قرارداد مسیریابی ترکیبی متعلق به شرکت سیسکو است و داخل AS استفاده می‌شود.
- مشابه الگوریتم بردار فاصله، EIGRP از متریک‌ها برای تعیین مسیرهای شبکه استفاده می‌کند
- به‌روزرسانی‌های توپولوژی در EIGRP مانند یک قرارداد وضعیت لینک ، مبتنی بر رخداد هستند.

برخی از خصوصیات مهم :

- نگه داری لیستی از مسیرهای جایگزین جهت پشتیبانی از مسیر خراب
- تبادل تغییرات جدول مسیریابی و نه کل جدول
- پهنای باند مصرفی پایین. ارسال تنها بسته‌های Hello . پشتیبانی از CIDRو VLSM
- پشتیبانی از خلاصه‌سازی مسیر و عدم نیاز به اعلان اطلاعات غیرضروری زیر شبکه
- اجازه استفاده هم‌زمان از چند مسیر با هزینه‌های نامساوی (توازن بار) تا مقصد
- استفاده از جدول توپولوژی برای درج مسیر و جدول همسایه برای پیگیری حالت هر مسیریاب همسایه
- نگه داری جدولی به نام تضمین تحویل مرتب بسته‌ها و در صورت لزوم با تصدیق به یک همسایه

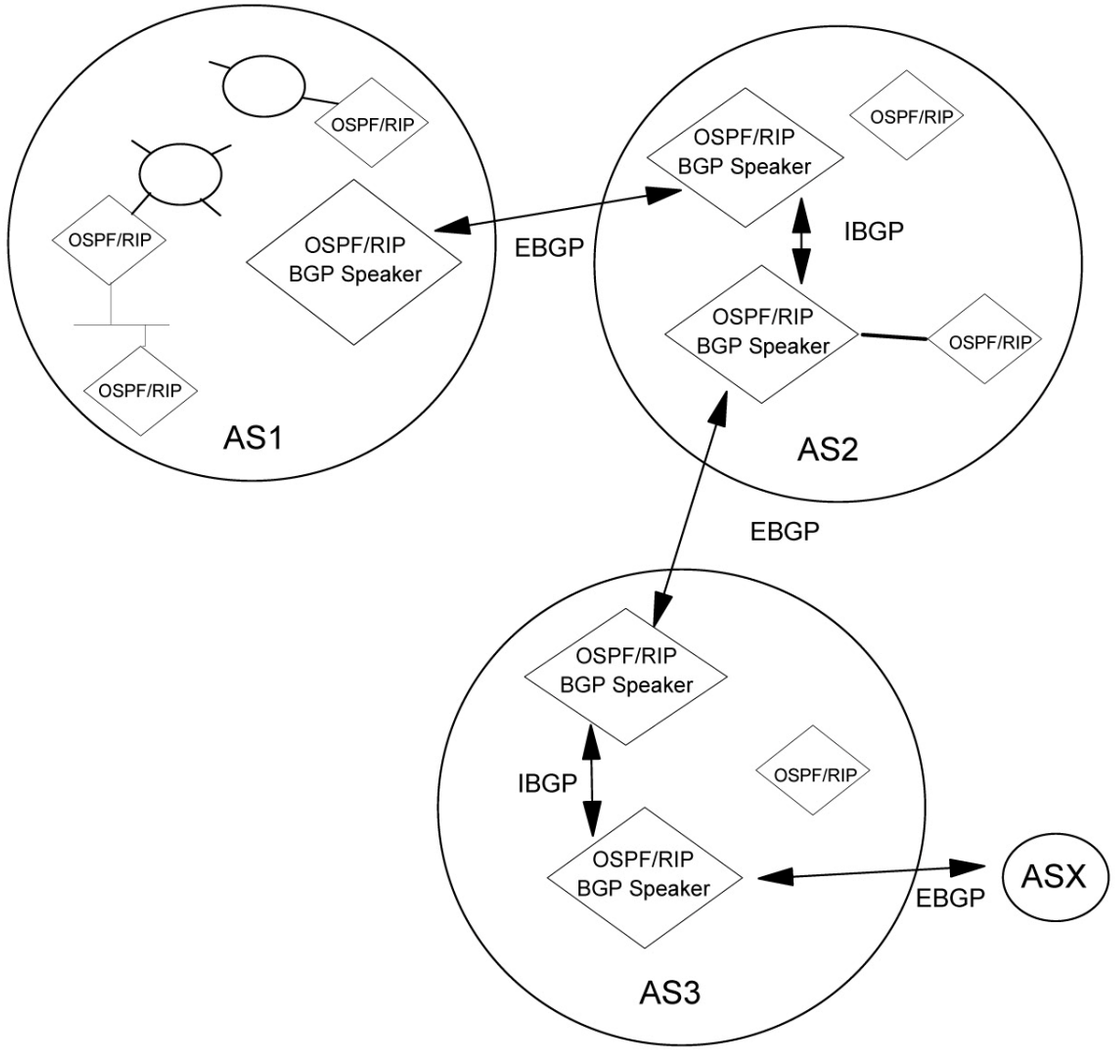
انواع بسته برای ارتباط با همسایه ها

- بسته Hello و تصدیق آن
  - جهت تشخیص همسایه . ارسال بصورت چند پخشی و تصدیق بصورت تکی
- بسته به روز رسانی
  - جهت اصلاح جدول توپولوژی در هر همسایه هنگام اضافه شدن همسایه یا تغییر متریک
- بسته پرس و جو
  - جهت پرس و جو از مسیر جانشین به یک مقصد بصورت چند پخشی
- بسته پاسخ
- بسته درخواست

قرارداد دروازه مرزی BGP

- جزو دسته قراردادهای دروازه خارجی (EGP) است.
- EGP فرض می‌کند شبکه یک ستون فقرات و یک مسیر منحصر بین دو سیستم خودمختار دارد.
- به دلیل این محدودیت، امروزه این قرارداد کمتر استفاده شده و بجای آن BGP ارائه شده است.
- قرارداد BGP برای ایجاد یک روش بدون حلقه برای تبادل اطلاعات بین سیستم‌های خود مختار طراحی شد.
- از آن زمان BGP برای پشتیبانی از خلاصه‌سازی اطلاعات مسیریابی و یکپارچه سازی تکامل یافت.

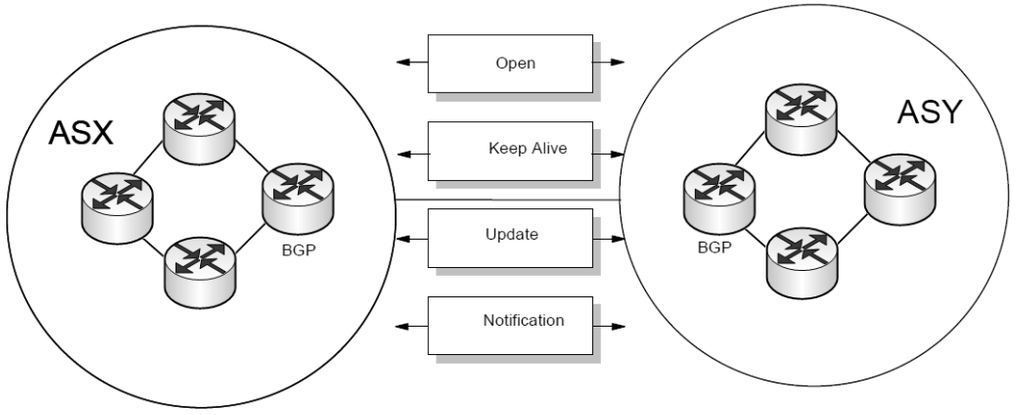
مفاهیم و اصطلاحات BGP



- سخنگوی BGP
  - مسیریابی جهت پیکربندی قرارداد BGP
- همسایه های BGP
- همسایه داخلی IBGP
  - یک زوج سخنگوی BGP داخل یک AS
- همسایه خارجی EBGP
  - یک زوج سخنگوی BGP بین دو AS
- جلسه BGP
  - یک جلسه TCP بین دو همسایه BGP جهت تبادل اطلاعات مسیریابی
- نوع ترافیک
  - داخلی و خارجی
- نوع AS شبکه، شماره AS

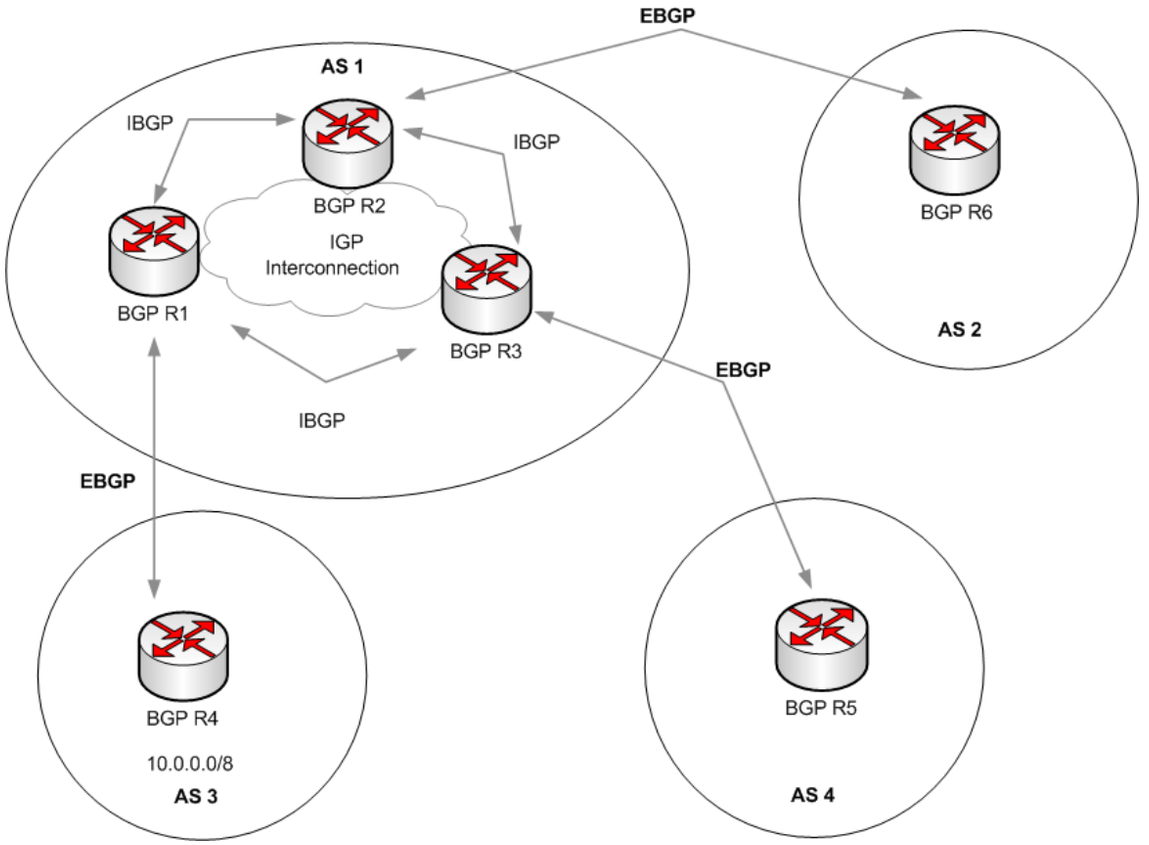
طرز کار قرارداد BGP

- یک ارتباط TCP قابل اعتماد بین سیستم ها روی پورت ۱۷۹ برقرار می کند.
- با تشکیل یک نشست بین دو سخنگو کل جدول مسیریابی مبادله می شود.
- اطلاعات مسیریابی شامل مسیر کامل AS بکار رفته برای دسترسی به هر مقصد است.
- مشکل حلقه مسیریابی مانند بردار فاصله را ندارد.



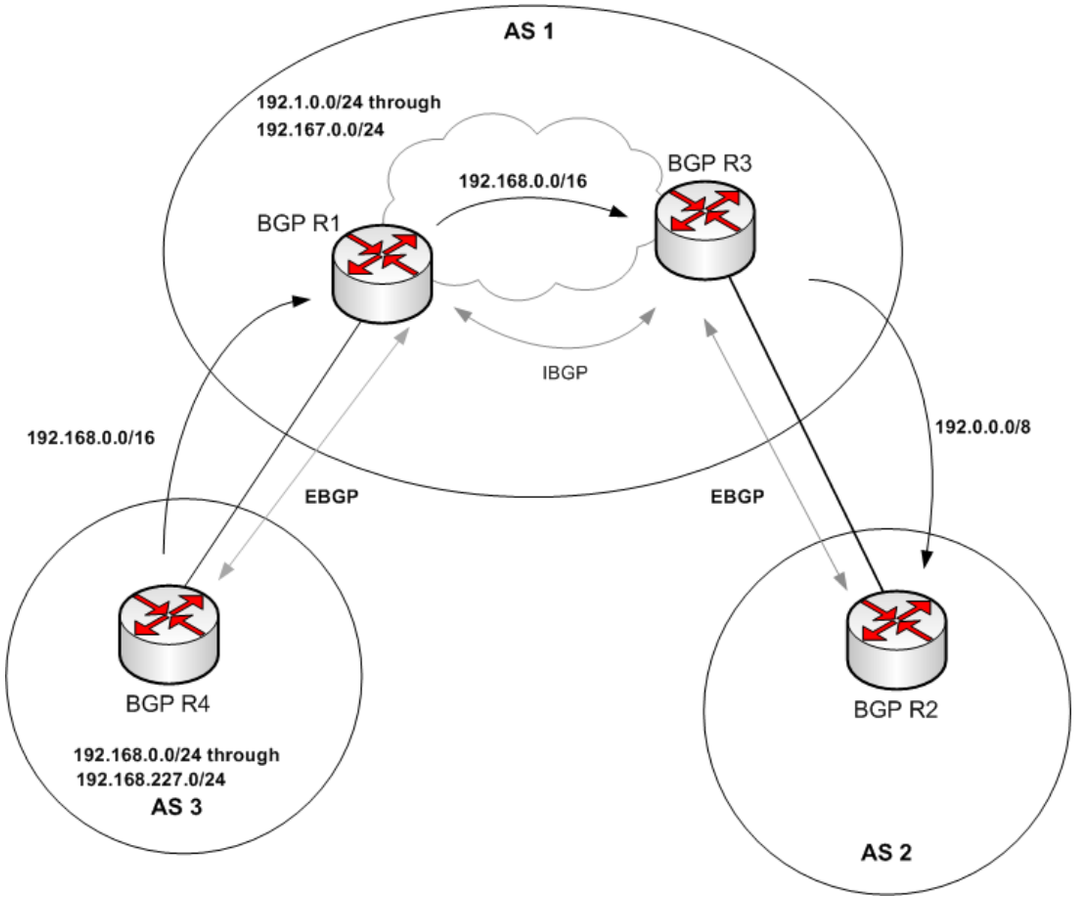
- انواع بسته های معتبر BGP
  - باز نمودن OPEN: ایجاد یک نشست BGP بین دو گره
  - بروزرسانی Update : انتقال اطلاعات مسیریابی بین دو BGP نظیر
  - اعلام Notification : ارسال هنگام رخداد خطا
  - زنده نگه داشتن Keep alive : تشخیص BGP های هم نظیر قابل دسترس. ارسال هر ۶۰ ثانیه یک بار

ارتباط بین IBGP و EBGP



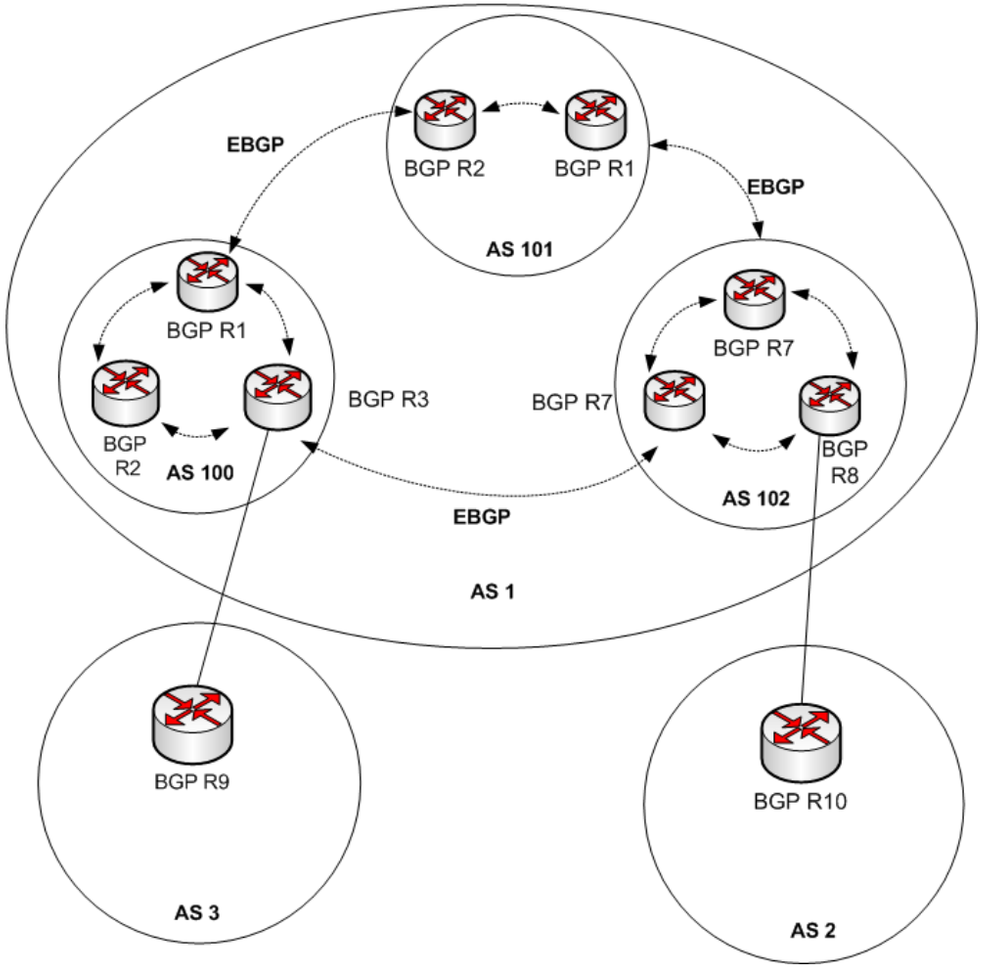
- BGP نمی‌تواند جایگزین قرارداد IGP شود.
- برای ایجاد ارتباط بین سیستم‌های مستقل با IGP همکاری می‌کند.
- در شکل چهار سیستم خودمختار نشان داده شده که در آنها AS2 وAS3 و AS4 هر کدام یک ارتباط EGBP با AS1 دارند.

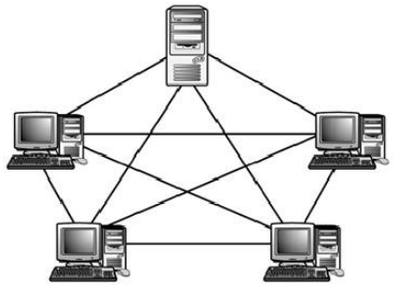
اجتماع در BGP



- مهمترین بهبود در BGPV4 پشتیبانی از CIDR و اجتماع مسیر است.
- این ویژگی امکان می‌دهد چندین مسیر در یک اعلان با هم یکی شوند و این به مقیاس‌پذیری BGP در اتصال شبکه‌های بزرگ کمک می‌کند. شکل زیر، این توازن را نشان می‌دهد.

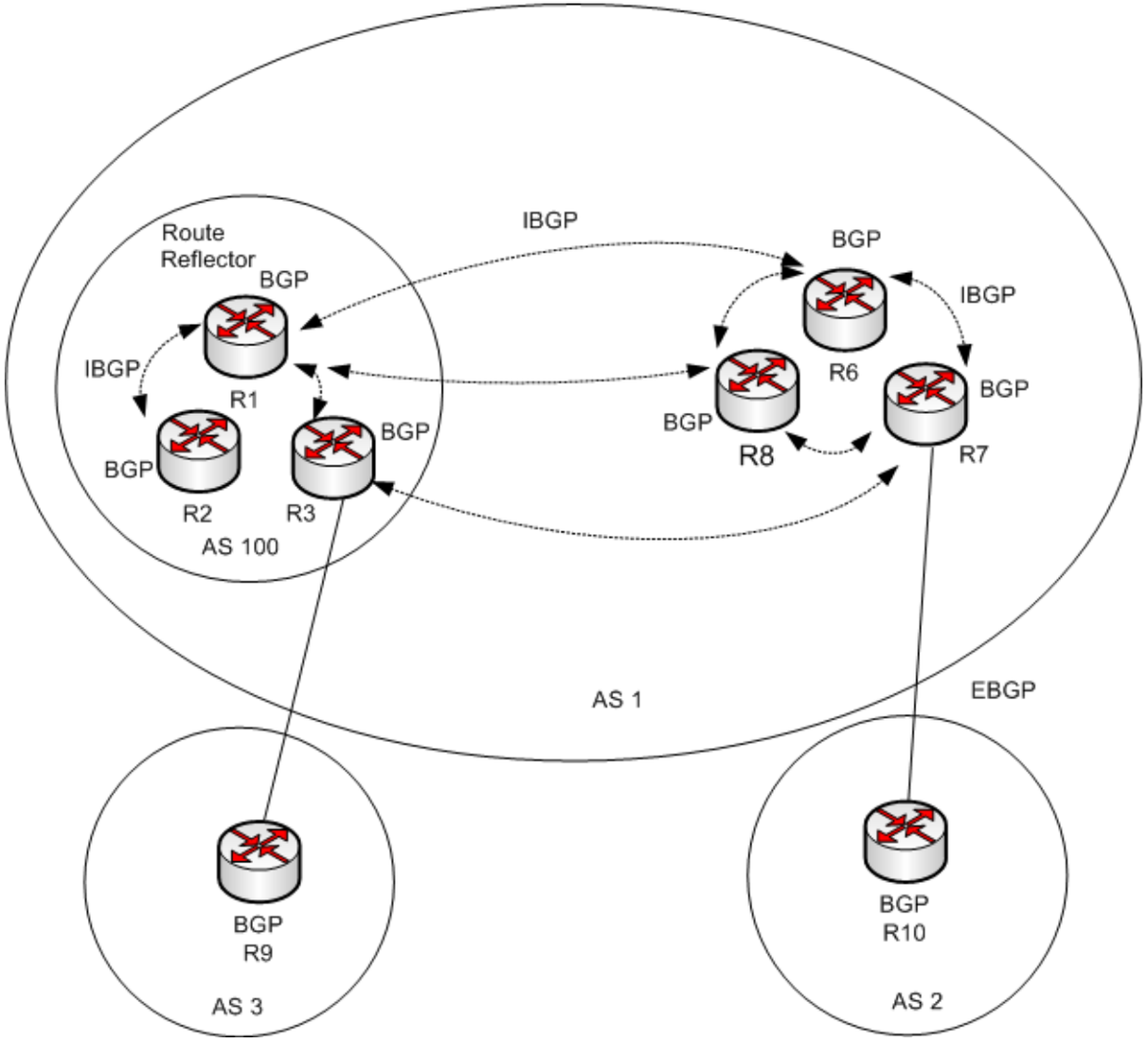
هم‌پیمانی در BGP





- در BGP باید همه سخنگوهای درون یک AS دارای اتصالات IBGP بصورت مش کامل باشند.
- ۸ روتر در مش کامل ۲۸ نشست
- ۵ روتر در مش کامل ۱۰ نشست
- این در مقیاس‌پذیری شبکه‌هایی که عناصر [illegible] زیاد باشد مشکل ایجاد می‌کند.
- برای حل این معضل چندینAS هم‌پیمان می‌شوند. در این حالت دیگر نیاز به ارتباط کامل نیست و پیچیدگی مدیریتی کم می‌شود.
- هر AS چند دامنه می شود. مشکل کامل داخل هر دامنه
- در اینجا ۸ روتر به سه دامنه ۳-۳-۲ تقسیم می شود.

انعکاس دهنده‌های مسیر در BGP



- وقتی یک سخنگوی BGP اطلاعات جدید از یک IBGP نظیر دریافت کند، سخنگوی گیرنده آنرا تنها به EBGPها می‌دهد و نمی‌تواند به دیگر IBGPها بدهد.
- انعکاس‌دهنده این محدودیت را تعدیل می‌کند.
- در این حالت سخنگوها اجازه دارند مسیرهای IBGP یاد گرفته را به برخی IBGP های نظیر اعلان کنند.

انتخاب الگوریتم مسیریابی

- قابلیت گسترش در محیط‌های بزرگ:
- پایداری در زمان قطعی: الگوریتم‌های بردار فاصله هنگام قطعی شبکه دچار ناپایداری و حلقه مسیریابی (مشکل شماره تا بینهایت) می‌شوند ولی الگوریتم‌های وضعیت لینک یا ترکیبی کمتر مشکل دارند.
- سرعت همگرایی:
- متریک‌ها: در الگوریتم‌های وضعیت لینک پهنای باند و در IEGRP تأخیر نیز دخیل است.
- پشتیبانی از VLSM: در جاهایی که کمبود آدرس است بکار می‌رود.
- سازگاری بین سازنده‌ها: برخی سازنده‌ها از قراردادهای غیراستاندارد نیز استفاده کنند.
- پیاده‌سازی ساده: پیکربندی و نگهداری قراردادهای بردار فاصله از همه ساده‌تر است.
- در محیط‌های کوچک که تغییر کمتری دارند می‌توان از روشهای ایستا استفاده نمود.