فصل اول از کتاب

MPLS AND VPN ARCHITECTURE

MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING ARCHITECTURE OVERVIEW

نکات مورد بحث این قسمت :

- **مشکلات شبکه های traditional ip**
- **دلایل ابداء تکنولوژی mpls**
- **نحوه عملکرد mpls جهت رفع نقایص شبکه های traditional ip**
- **معماری MPLS و مفاهیم پایه**

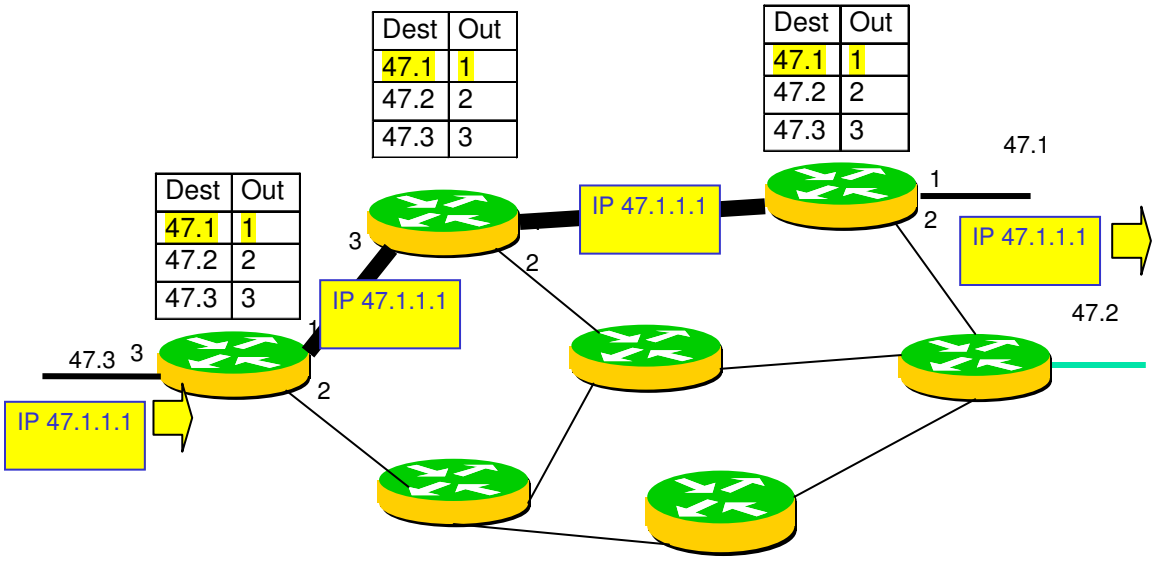
با توجه به عملکرد شبکه های traditional ip **و محدودیت های آن لزوم ابداع تکنولوژی جدیدی بنام** mpls **حس شد .**

موارد زیر شرحی از محدودیتهای شبکه های traditional ip **و روشهای رفع آن از طریق این تکنولوژی میباشد .**

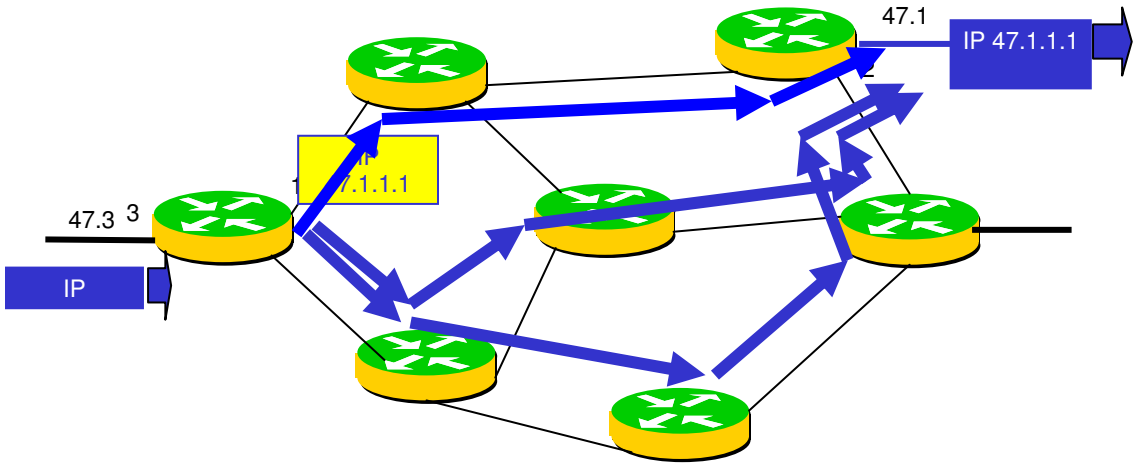
۱- در شبکه های traditional **برای رسیدن بسته های داده از مبدا به مقصد در حالت کلی (اگر** cost **های مساوی وجود نداشته باشد) تنها یک مسیر که** best route **آن روتینگ پروتکل است ، انتخاب میشود و از مسیرهای دیگر اگر چه دارای** cost **بالاتری هستند ولی ترافیکی از آنها نمیگذرد و استفاده بهینه نخواهد شد . لذا نیاز به تکنولوژی وجود دارد تا بتواند از کلیه ظرفیتهای موجود شبکه بهترین استفاده را کند**

شبکه مبتنی برتکنولوژی mpls **تمهیداتی را جهت این امر در نظر گرفته است تا بتوان از پهنای باند های موجودشبکه نهایت استفاده را نمود** (traffic engineering) .

در شبکه های traditional برای رسیدن بسته اطلاعاتی به مقصد تنها یک مسیر در نظر گرفته میشود .



در شبکه های مبتنی بر تکنولوژی mplsاز کلیه ظرفیتهای موجود شبکه استفاده بهینه میگردد (بحث traffic engineering) .



۲- در بیشتر شبکه هایWAN دنیا از تکنولوژی انتقال لایه دو مانند ATM و Frame relay استفاده میگردد و برای اتصال دو روتر مطابق شکل زیر با استفاده از شبکه WAN لایه دو این اتصال میسر میگردد .در این حالت طراح شبکه WAN میبایست بصورت دستی مسیر ی ایجاد کند

تا بسته های لایه سه از میان سوییچهای لایه دو عبور کنند لذا نیاز به بستن virtual circuit بصورت point to point است که مشکلات زیر به هنگام گستردگی شبکه ایجاد خواهد شد .

الف–انتخاب بهترین مسیر بصورت دستی توسط طراح شبکه WAN

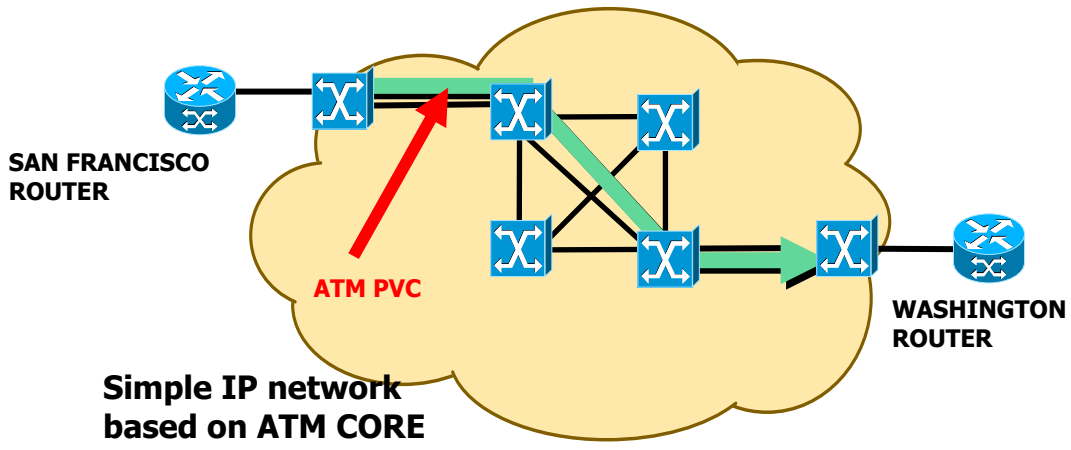
ب– از آنجایی که ایده آل ترین حالت همبندی شبکه FULL MESH است تعداد مسیرهای ایجاد شده تقریباً مجذور تعداد روتر ها خواهد بود که انتخاب مسیرها بصورت دستی را مشکلتر میکند .

ج– انتخاب این لینک ها به لحاظ پیش بینی مقدار ترافیک عبوری کار مشکلی است .

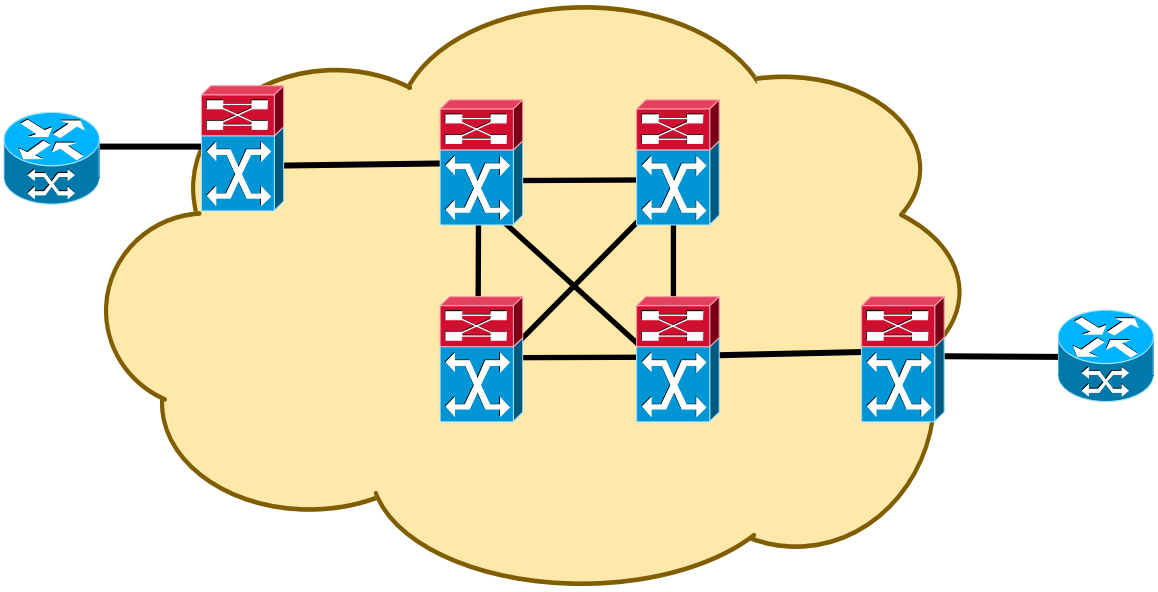
با توجه به سه مورد ذکر شده در اتصال روترها ، به تکنولوژی جدیدی نیاز داریم تا بتواند همانند یک روتر در انتخاب مسیر بصورت هوشمندعمل کند .

MPLS این امکان را به سوییچهای لایه دو میدهد تا همانند یک روتر در انتخاب مسیر هوشمند باشند .

طراح شبکه WAN میبایست بصورت دستی مسیر ی ایجاد کند تا بسته های لایه سه از میان سوییچهای لایه دو عبور کنند



MPLS این امکان را به سوییچهای لایه دو میدهد تا همانند یک روتر در انتخاب مسیر هوشمند باشند .



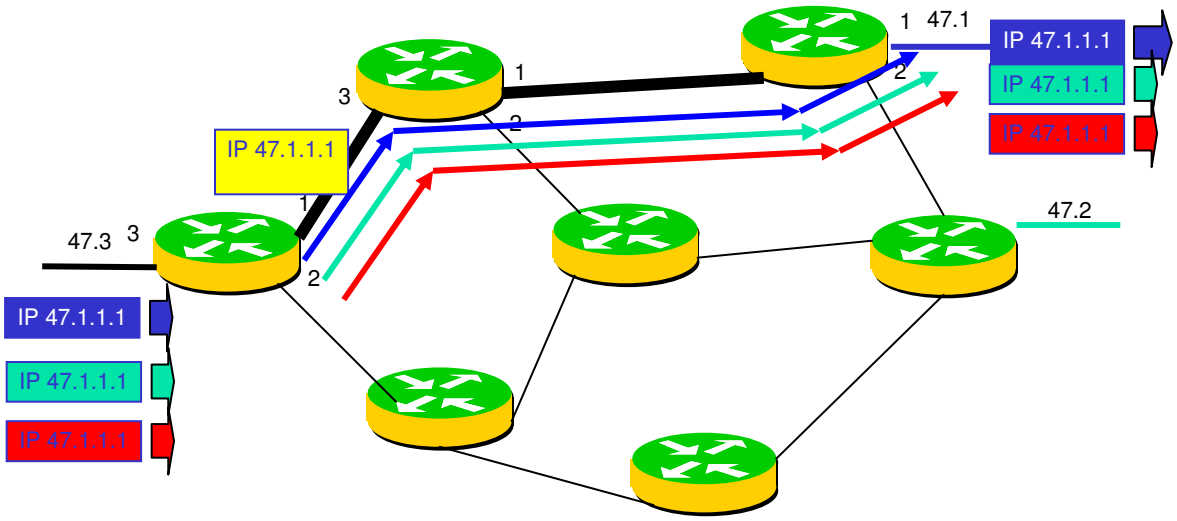
۳- ایجاد سرویسهای متفاوت در شبکه

در شبکه های traditional ip و روش hop by bop بسته ها در هر hop تنها بر اساس آدرس مقصد مسیر یابی میشوند لذا هیچگونه ملاحظه و اختلافی در رفتار شبکه نسبت به ترافیکهای گوناگون وجود نخواهد داشت وهمچنین راههای ابداعی برای بهینه سازی ترافیک وجود ندارد .

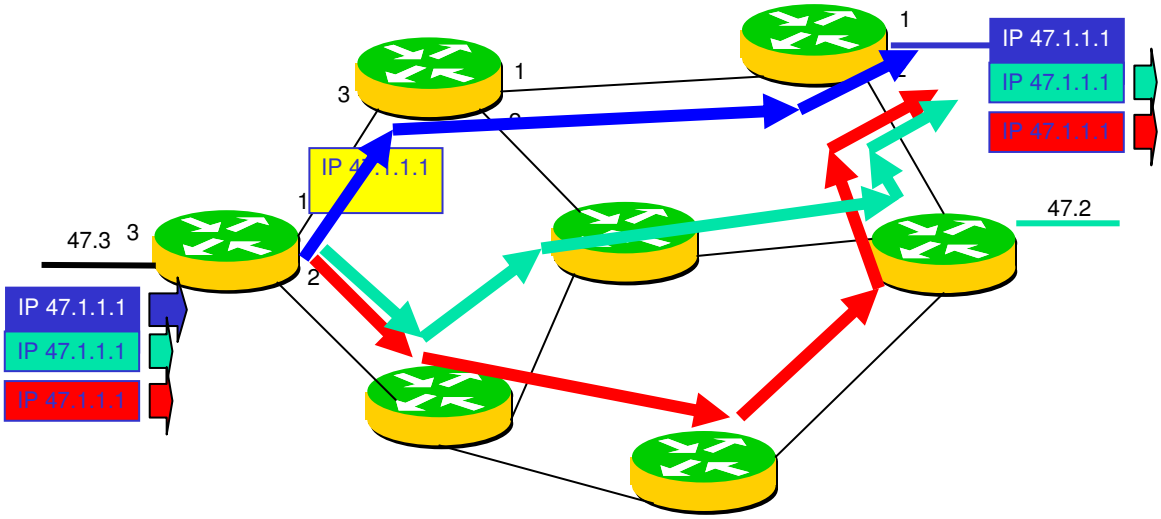
اگر چه مکانیسم policy -based- routing دراینگونه شرایط پیشنهاد میگردد ولی تنها در شبکه های کوچک استفاده میشود و در شبکه های بزرگ تا حد قابل ملاحظه ای محدودیت ایجاد میکند .

Mpls بر اساس تقسیم بندی QOS میتواند براحتی با یک IP ADDRESS مقصد یکسان بسته ها را در مسیرهای متفاوت گذر دهد و تصمیمگیری برای forwad نمودن بسته ها نه تنها بر اساس آدرس مقصد بلکه بر اساس اینکه از کدام پورت وارد شده و یا از چه نوع QOS برخوردار است تعیین میگردد .

در شبکه traditional هیچگونه ملاحظه و اختلافی در رفتار شبکه نسبت به ترافیکهای گوناگون وجود نخواهد داشت



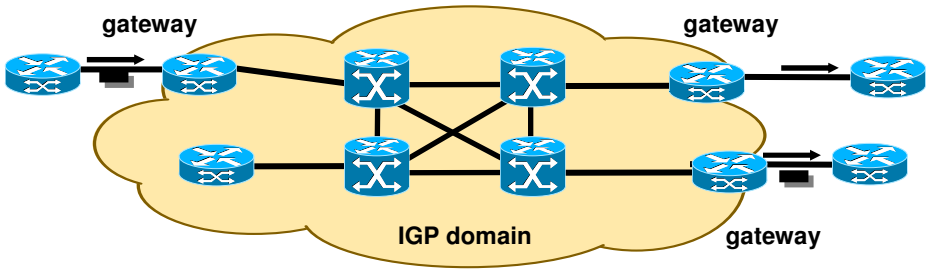
Mpls بر اساس تقسیم بندی QOS میتواند براحتی با یک IP ADDRESS مقصد یکسان بسته ها را در مسیرهای متفاوت گذر دهد



۴- در شبکه های traditional هرگونه تغییر در اطلاعات کنترلی و forwarding مربوط به بسته ها به کلیه روترهای موجود در آن حوزه routing منتقل خواهد شدکه آن مستلزم زمانی برای convergence خواهد شد .

Mpls با وقوع هر تغییری در شبکه تنها از طریق ایجاد label جدید این امکان را فراهم میسازد که بدون ایجاد خللی در شبکه بسته ها به مقصد برسند .

۵- در شبکه های traditional روترهایcore میبایست از روتهای خارج از IGP DOMAIN مطلع باشند(مطابق شکل زیر) تا بدانند هر بسته را به کدامیک از gate way ها forward کنند و عملاً وظیفه اصلی روترهای core که fast forwarding است را با داشتن حجم بالایی از اطلاعات روتینگ مختل میکند همچنین روتر نیازمند به memory بالا و پروسسورهای قوی خواهندشد .



Mpls بدلیل آنکه عمل forwarding بر اساس label صورت میگیرد نه آدرس مقصد،عمل forwarding بسرعت انجام خواهد شد .

اساس معماری MPLS

ساختار شبکه mpls به دو جزء جداگانه تقسیم میشود

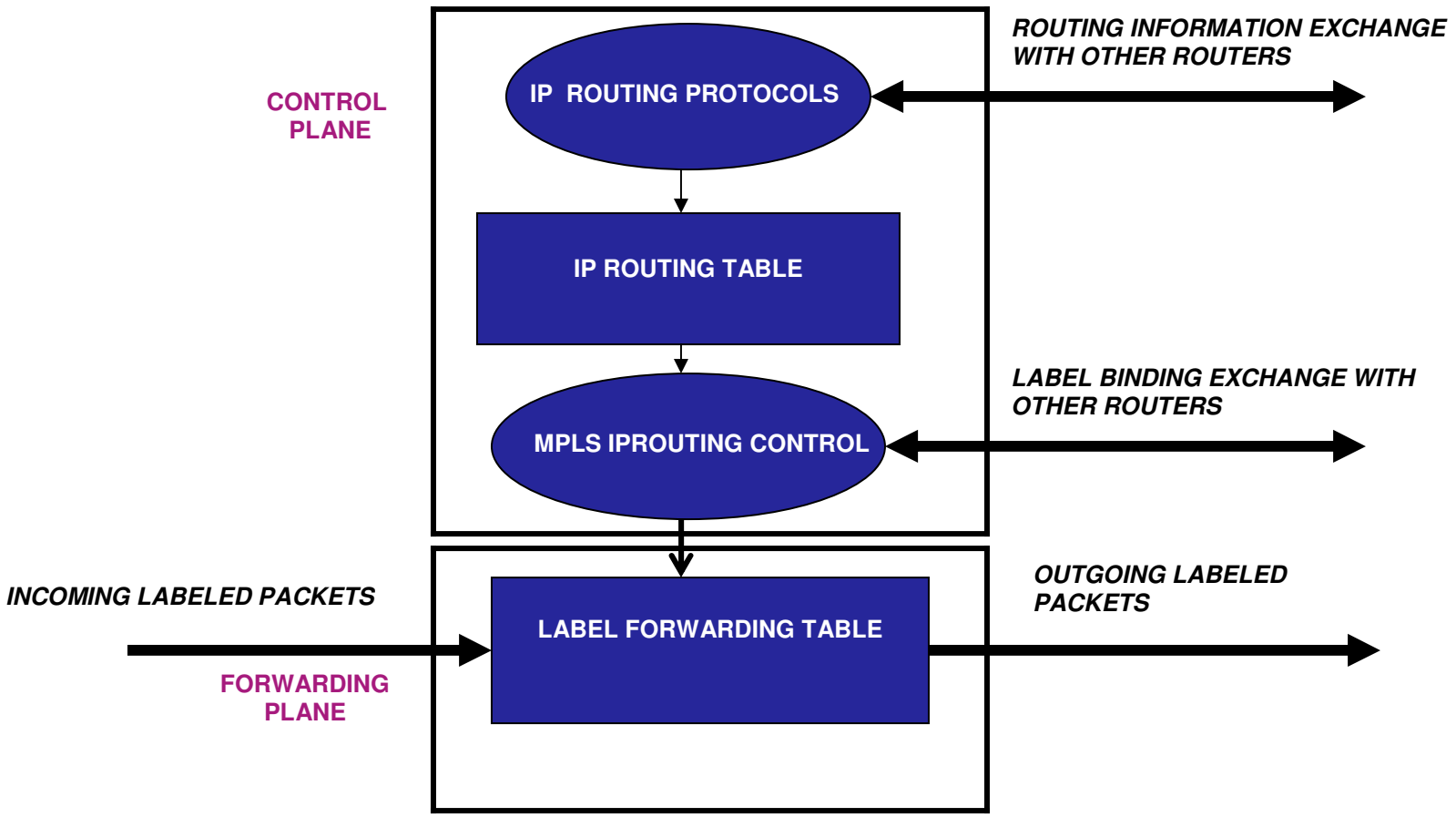
۱- جزء کنترلی که به آن control plane گفته میشود .

۲- جزء forwarding که معمولاً به آن data plane گفته میشود .

جزءکنترلی شامل اطلاعات روتینگ و جدول روتینگ و اطلاعات مربوط به label binding بوده که برای تشکیل و نگهداری اطلاعات مربوط به جزء forwarding مورد استفاده قرار میگیرد .

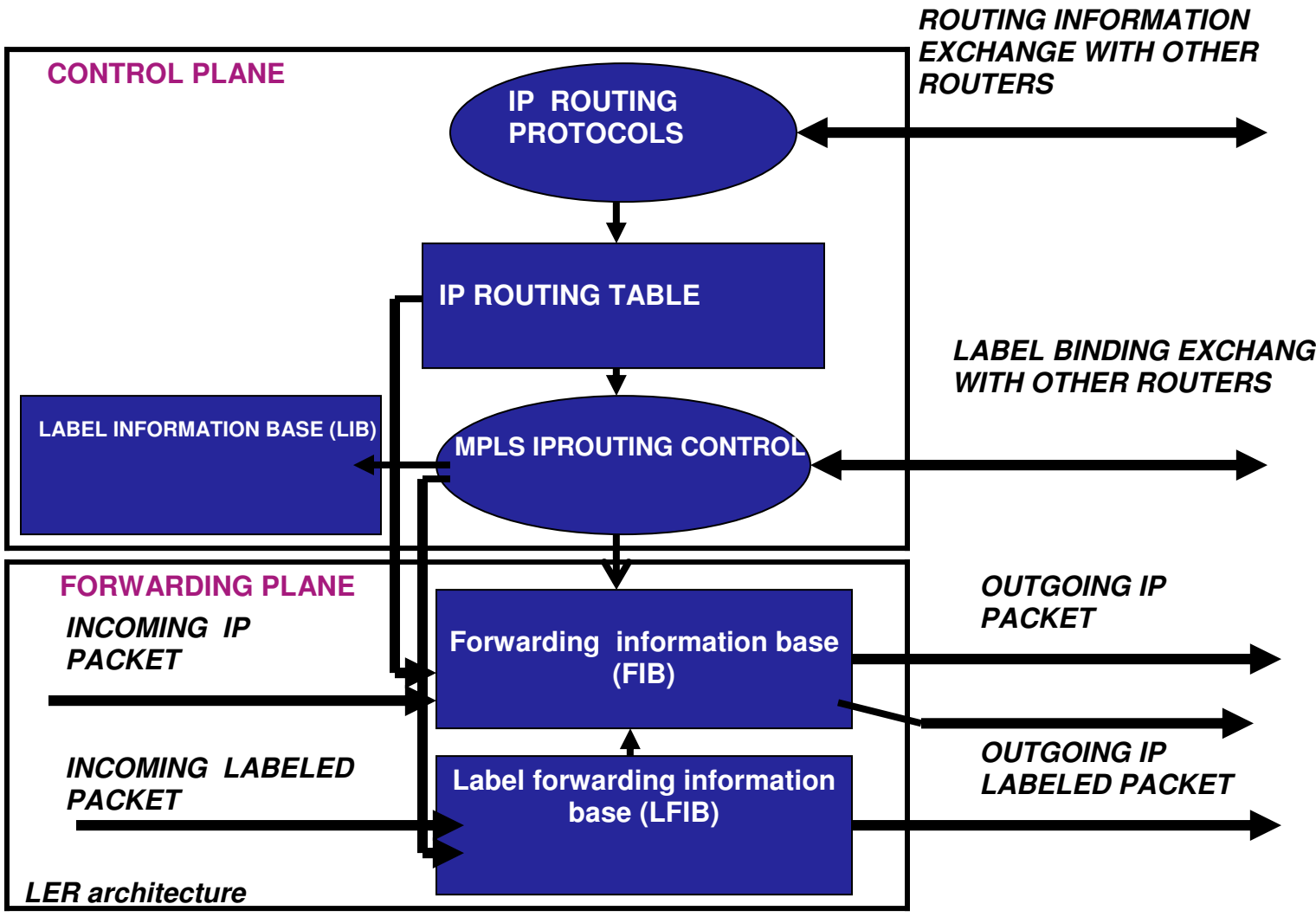
جزء forwarding از یک دیتا بیس به نام label forwarding table که از اطلاعات مربوط به routing table و label binding (اطلاعات کنترلی) منتج شده ، تشکیل میشود و برای ارسال بسته ها براساس label متصل شده به آن بکار میرود.

معمار ي اوليه يک نود با تکنولوژي mpls



در یک شبکه mpls حتماً باید حد اقل یک پروتکل روتینگ وجود داشته باشد (یا روتینگ استاتیک)
این روتینگ پروتکل جدول مسیریابی را در سراسر نودهای شبکه mpls ایجاد خواهد کرد در این حالت
همه اعضای نود mpls حتی *سوئیچهای ATM نیز مانند یک روتر مسیریاب عمل* خواهند کرد .

همانطور که میدانیم در شبکه traditional ip با استفاده از جدول مسیریابی جدولی ایجاد میگردد با
عنوان ip forwarding cache ، که در cisco به آن FIB گفته میشود
مکانیسم CEF (cisco express forwarding)از FIB برای forwarding استفاده میکند .ولی در نود
mpls جدول مسیریابی برای رد و بدل کردن اطلاعات label ها (label binding exchange)مورد
استفاده قرار میگیردکه در این راستا دو پروتکل tdp(انحصاری cisco) وldp مسئولیت عمل label
binding را به عهده میگیرند .
مولفه کنترلی در نود mpls اطلاعات ردوبدل شده label را پردازش میکند واطلاعات لازم جهت ایجاد
label forwarding table را فراهم میکند.



شکل فوق دیاگرامی از معماری و نحوه عملکرد روتر لبه شبکه mpls **است بگونه ای که قابلیتهای** push **، برای ورود بسته به شبکه** mpls **و قابلیت** pup **هنگام خروج بسته** label **دار از شبکه** mpls **و** swap **کردن برای عبور در سطح شبکه** mpls **و قابلیت عملکرد روتر** traditional ip **برای بسته های که به آن** LER **میرسند ولی وارد شبکه نمیشوند میباشد.**

در سوئیچهای ATM (لایه دو) مولفه کنترلی آنها میتواند توسط یک نرم افزار upgrade گردد تا بتوانند در ATM-LSR ها عمل IP ROUTING و تخصیص LABEL در مولفه کنترلی صورت گرفته و بسته ها همانند مکانیسم سلی در ATM، FORWARD گردند .

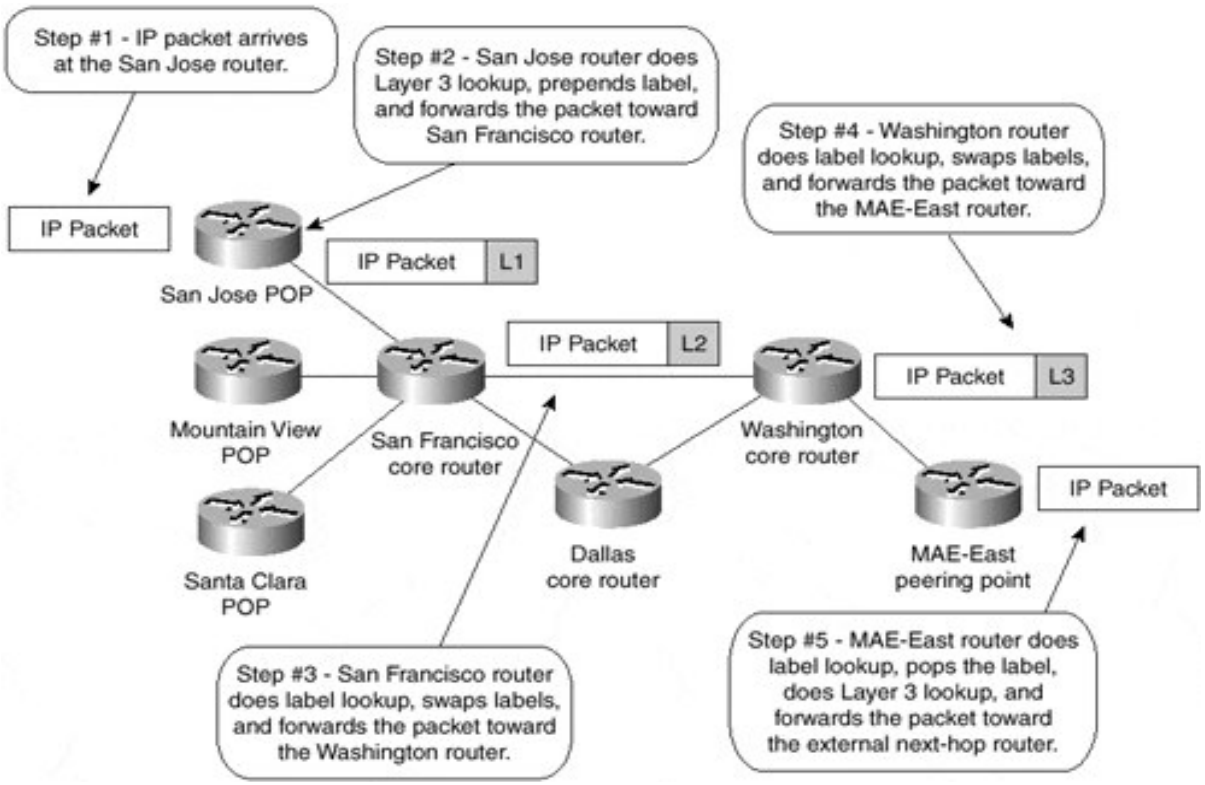
عملکرد شبکه mpls

شکل زیر عملکرد شبکه mpls **را نشان میدهد**

قدم اول : بسته به san jose **میرسد**

قدم دوم : san jose **یک** look up **در لایه سه انجام میدهد و با توجه به آنکه میفهمد که بسته باید به حوزه** mpls **وارد شود از** LFIB **یک** label **به بسته اضافه میکند و** forward **میکند .**

قدم سوم : label **را میبیند و عمل جایگزینی** label **را انجام میدهد** (swaping) **و به** Washington **،** forward **میکند .**



قدم چهارم : label **را میبیند و عمل جایگزینی** label **را انجام میدهد** (swaping) **و به** MAE-EAST **،** forward **میکند .**

قدم پنجم : label look up **میکند و میفهمد که باید عمل** pop **را انجام دهد سپس** look up **لایه سه انجام داده و به** next hop**،** forward **میکند .**

نکته : در مباحث بعدی خواهیم دید که با استفاده از مکانیسمpenultimate hop poping (PHP) **در قدم چهارم عمل** pop **انجام خواهد شد و** hop **یکی مانده به آخر مانند** edge **عمل خواهد کرد و کارایی و سرعت شبکه بالا خواهد رفت .**

عملکرد انواع LSR ها :

۱- LSR (label switching router)**عمل** forward **نمودن بسته های** label **دار را بعهده دارد و دردرون حوزه** mpls **واقع شده است .**

۲- EDGE –LSR **میتوانند بسته** IP **را دریافت کنند و عمل** look up **را در لایه سه انجام دهد و یک** label **را قبل از** forward **کردن بسته به** LRS **دیگر، بچسباند .ویا یک بسته** label **دار را دریافت کند و** label **آن را برداشته و همانند یک بسته لایه سه** look up **نموده و بسته را به** hop **بعدی** forward **کند .**

۳- ATM-LSR**پروتکل** mpls **در** control plan **برای** forward**کردن سلهای** ATM **ورچسب دار اجرا میشود .**

۴-ATM -EDGE- LSR**میتواند بسته های برچسب دار و غیر برچسب دار را دریافت کند و آن را به سل های** ATM **ورچسب دار تبدیل نموده و به** ATM-LSR **بعدی** forward **کند . و یا سل های** ATM **ورچسب دار را دریافت کند و آن را بسته های برچسب دار و غیر برچسب دار تبدیل نموده و به نود بعدی** forward **کند .**

رفتار EDGE-LSR

انتخاب hop بعدی برای بسته IP شامل دو مرحله میباشد

مرحله اول تقسیم بندی بسته های ورودی به بسته هایی که دارای پیشوند های یکسان در آدرس مقصد هستند مرحله دوم آنکه با ازای هر قسمت جدا شده (هر پسوند مقصد IP) به یک آدرس IP، hop بعدی تخصیص داده شود .

مرحله اول ذکر شده بنام (FEC(forwarding equivalence class شناخته شده است بدین شکل میتوان تعریف نمود که گروهی از بسته های IP که به یک شکل forward میشوند و در یک مسیر ارسال میشوند و با شرایط یکسانی از forwarding و رفتار شبکه روبرو میشونددر یک FEC قرار میگیرند .

FEC الزاماً نباید به یک دسته از بسته هایی که آدرس مقصد یکسان دارند اطلاق شودFECتوسط روتر edge به کلاسهایی از ترافیک اختصاص داده میشود مثلاً در یک interactive traffic به یک مقصد مشخص آدرسهای ip که دارای اولویت بالا هستند در یک FEC قرار خواهند گرفت .

تعاریف اولیه :

Lsp (label switch path) اساساً به مجموعه ای از LSR ها گفته میشود که بسته های label دار از آن عبور میکند lsp ها یکجهته هستند و برای مسیر برگشت نیز lsp دیگری ایجاد خواهد شد .

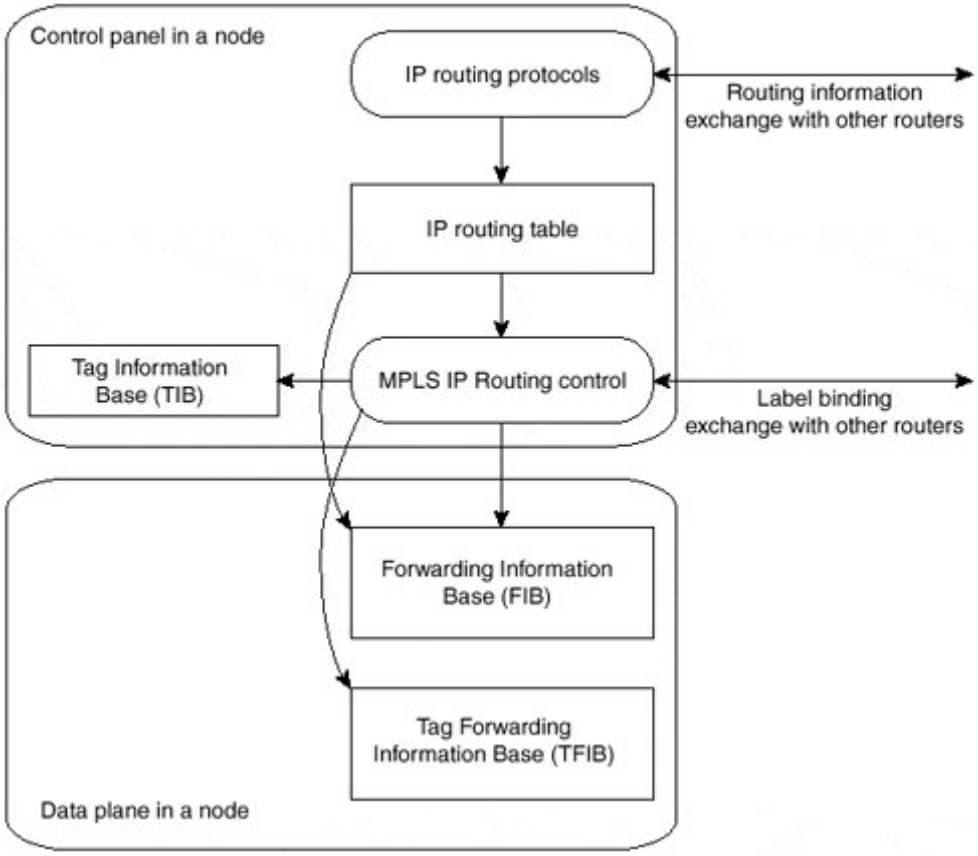
Lsp ها ذاتاً ماهیت connection oriented دارند چرا که مسیر قبل از عبور ترافیک تعیین شده است و کلیه تنظیمات مسیر ایجاد شده بر اساس اطلاعات توپولوژی شبکه ایجاد میشود نه بر اساس نیازمندی های ترفیکی بدین مفهوم که مسیر ایجاد شده بون در نظر گرفتن اینکه اساساً ترفیکی هست که نیاز به این مسیر داشته باشد ایجاد میشود .

هر LSR دو جدول را در خود نگهمیدارد .

۱- TIB (tag information base) که انحصاری cisco است و یا LIB (label information base) در استاندارد MPLS

۲- TFIB (tag forwarding information base) که

انحصاری cisco است و یا LFIB (label forwarding information base)در استاندارد MPLS



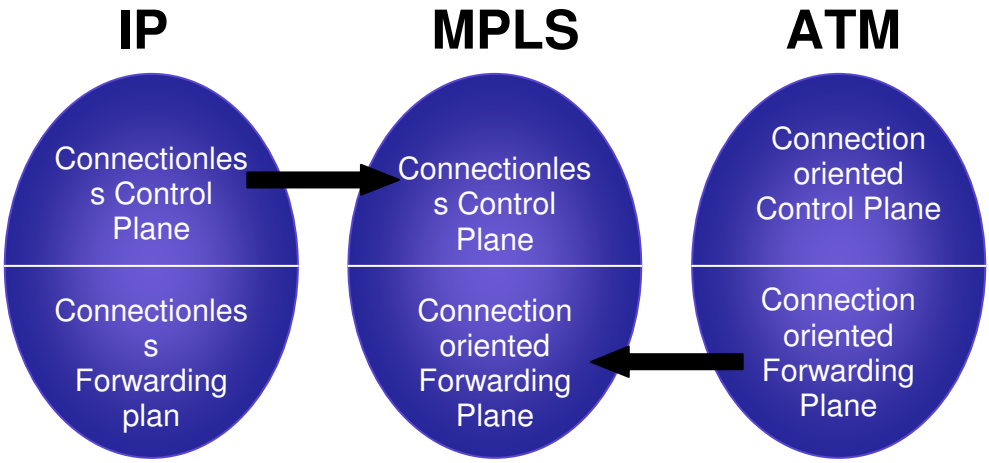
LIBبرچسبهایی که توسط LSR به بسته ها تخصیص داده شده است به همراه برچسبهای اختصاص داده شده به همان بسته ها توسط LSR همسایه (maping) را را نگهداری میکند مثلاً از پورت سوم L=12 را میگیریم و با L=22 خارج میکنیم از آنجایی که همسایه ها برای یک آدرس یکسان چندین label را مشخص میکنند طبیعی است بسته تنها از next hop مربوط به routing table ، forward خواهد شد و همه این ورچسبهای LIB را لازم نداشته لذا LFIB برای forwardکردن استفاده میکند .

مکانیسم معماری **mpls** بر اساس **label switching** میباشد که ترکیبی از فواید **packet forwarding** در لایه دو و فواید مسیریابی در لایه سه است.

شبکه با عمل **lable swaping** بسته ها را که **label** به آن ضمیمه شده است ،در عرض شبکه عبور میدهد . هر **label** دارای طول ثابتی است و در یک نود تعیین کننده رفتار آن نود نسبت به بسته دریافتی میباشدبه عبارتی هر نود از روی **lable** بسته میفهمد که باید آن را چگونه**forward** کند .

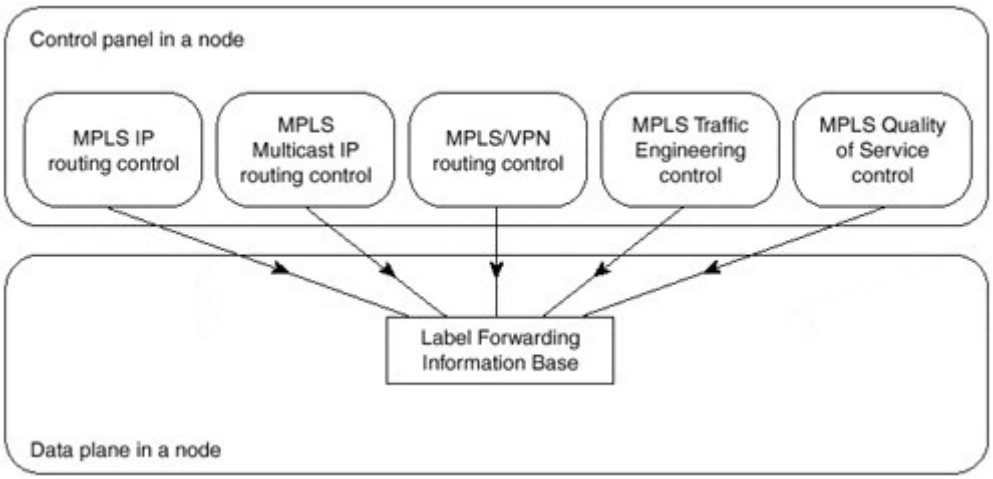
بسته ها میتوانند بصورت پشت سر هم (stack) label قرار گیرند این stack ها مهیا کننده اطلاعات جهت، applicationهایی همچون mpls/vpn و mpls/ traffic engineering در شبکه هستند.

مکانیسم معماری mpls بر اساس label switching میباشد که ترکیبی از فواید packet forwarding در لایه دو و فواید مسیریابی در لایه سه است.



APPLICATION های MPLS

قدرت واقعی شبکه MPLS بر APPLICATION های آن استوار است شکل زیر بیانگر APPLICATION های شبکه MPLS بوده که همگی در بخش control panel مهیا میگردد



همه APPLICATION های MPLS دارای موارد زیر میباشد .که بسته به نوع و نحوه عملکرد آن تقسیم بندی میگردد .

1 - APPLICATION

2 - FEC TABLE

3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE

4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC- TO- LABEL MAPING

برای APPLICATION های روتینگ :

1 - APPLICATION	***IP ROUTING***
2 - FEC TABLE	***IP ROUTING TABLE***
3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE	***ANY IP ROUTING PROTOCOL***
4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC- TO- LABEL MAPING	***TAG DISTRIBUTION PROTOCOL (TDP) OR LABEL DISTRIBUTION PORTOCOL***

برای APPLICATION های MULTICAST

1 - APPLICATION	***MULTICAST IP ROUTING***
2 - FEC TABLE	***MULTICAST ROUTING TABLE***
3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE	***PIM***
4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC- TO- LABEL MAPING	***PIM VERSION 2 EXTENSIONS***

برای APPLICATION های VPN

1 - APPLICATION	***VPN ROUTING***
2 - FEC TABLE	***PER VPN ROUTING TABLE***
3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE	***MOST IP ROUTING PROTOCOL BETWEEN SERRVICE PROVIDR AND CUSTOMER "MBGP" IN SERVICE PORVIDRE***
4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC- TO- LABEL MAPING	***MULTIPROTOCOL BGP(MBGP)***

برای APPLICATION های TRAFFIC ENGINEERING

1 - APPLICATION	***TRAFFIC ENGINEERING***
2 - FEC TABLE	***MPLS TUNNELS DEFINITION***
3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE	***MANUAL INTERFACE DEFINITIONS EXTENSIONS TO IS-IS OR OSPF***
4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC- TO- LABEL MAPING	***RSVP OR CR-LDP***

1 - APPLICATION	***QUALITY OF SERVIVE***
2 - FEC TABLE	***IP ROUTING TABLE***
3 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC TABLE	***IP ROUTING PROTOCOLS***
4 - CONTROL PROTOCOL USED TO BUILD FEC-TO- LABEL MAPING	***EXTENSION TO TDP LDP***

خلاصه :

واضح است که MPLS **با استفاده از محاسن** connection less **بودن لایه سوم و** forwarding **از لایه دوم بصورت** connection oriented **، تکنولوژی نوینی را ابداع نموده که به دو قسمت** control plane **و**data plane **تقسیم شده است در** control plane **همانند لایه سوم مسئولیت** routing protocol **و مسیریابی جهت ارسال بسته ها را بعهده دارد و** data plane **همانند لایه دوم مسئولیت** forwarding **بسته را بعهده دارد** MPLS **توانست یک** Forwarding **ساده در هر** hop **را جایگزین عملیات سنگین جستجو در لایه سوم با استفاده از** label swaping **بسیار ساده کند و این ساده سازی تجهیزات** wan **را قادر ساخت ساخت تا بتوانند در شبکه دوباره بکار گرفته شوند و توسط یک نرم افزار عمل** control plane **در سوئیچهای لایه دو** upgrade **گردد. مولفه کنترلی در نود** mpls **از یک** data base **داخلی که بیان کننده کلاسهای ترافیکی است استفاده میکند** (FEC) **همچنین یک پروتکل برای تبادل اطلاعات محتوی** data base **مربوط به** FEC **و** FEC TO LABEL MAPPING **بکارگرفته میشود** aFEC **و** FEC TO LABEL MAPPING **تنها در** EDGE LSR **بکارگرفته میشود.**

از خوانندگان این متن تقاضا میشود نظرات و پیشنهادات خود را جهت بهینه نمودن فصول بعدی به لحاظ روان بودن مطالب ، سلسله مراتب ارائه ،درصد درک مطلب، و یا هر گونه پیشنهاد سازنده به email address :gorginnia@yahoo.com **ارسال نمایند** .