

بسمه تعالی



آزمایشگاه شبکه

دانشکده برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

۱۴۰۲ بهار

دکتر حیدرپور، دکتر فانیان

پروژه‌ی آزمایشگاه شبکه

هدف پروژه

در این پروژه قرار است یک توپولوژی که شامل اغلب موارد موجود در آزمایش‌های اول تا نهم آموخته‌اید را پیاده سازی کنید. فایل تمپلیت توپولوژی در اختیار شما قرار خواهد گرفت.

پروتکل EIGRP

EIGRP یا Enhanced IGRP یک پروتکل مسیریابی Classless و IGP است که بر پایه پروتکل مسیریابی IGRP پیاده‌سازی شده و بسیار شبیه IGRP است. EIGRP را به عنوان یک پروتکل مسیریابی ترکیبی یا Hybrid می‌شناسند زیرا ویژگی‌های این پروتکل ترکیبی از پروتکل‌های مسیریابی Link State و Distance Vector است.

سرعت Convergence در پروتکل مسیریابی EIGRP به نسبت IGRP بالاتر است و با توجه به اینکه از Incremental Update پشتیبانی می‌کند ترافیک و Load کمتری ایجاد می‌کند. از دیگر امکانات مهمی که در EIGRP وجود دارد می‌توان به وجود توپولوژی Loop Free Routing، پشتیبانی از Multicast و VLSM، امکان استفاده از Route Summarization، پشتیبانی از IPv4 و همچنین پشتیبانی از چندین Routed Protocol مختلف از قبیل Incremental Update Appletalk و IPv6، IPX اشاره کرد.

مقدار AD که در RIP برابر ۱۲۰ و در OSPF برابر ۱۱۰ بود برای این پروتکل به صورت زیر است:

AD : EIGRP Summary=5 , EIGRP Internal=90 , EIGRP External=170

مسیریاب‌هایی که در آنها پروتکل مسیریابی EIGRP راه اندازی شده است پیام‌های Hello را به سایر مسیریاب‌های موجود در شبکه Broadcast می‌کنند تا به خوبی کار کردن‌شان را به اطلاع سایر مسیریاب‌های موجود در شبکه برسانند. پیام‌های Update نیز از سوی مسیریاب‌های اجرا کننده پروتکل Update به سایر مسیریاب‌های در شبکه فرستاده می‌شود اما تنها به مسیریاب‌هایی اطلاعات EIGRP مسیرها فرستاده می‌شود که به آن اطلاعات نیاز دارند.

همچنین پیامهای Update یا بروزرسانی بصورت دوره‌ای نیستند و تنها در صورت تغییر یافتن Metric (متریک) اطلاعات بروز رسانی به سایر مسیریاب‌ها فرستاده می‌شوند. Update‌های جزئی و کوچک همچنین باعث کاهش ترافیک در شبکه به نسبت فرستادن حجم عظیمی از اطلاعات Update که پروتکل IGRP این عیب را دارا بود) به سایر مسیریاب‌ها در شبکه می‌شود. لازم به ذکر است که این مزیت در پروتکل EIGRP به Incremental Update نیز معروف است.

پروتکل EIGRP از یک AS number داخلی هم استفاده می‌کند، این AS کاربرد کاملاً Internal دارد و ربطی به AS پروتکل BGP ندارد. EIGRP داخلی AS Num معادل همان ID در OSPF است. به کمک AS Num داخلی EIGRP ما می‌توانیم چند Instance جداگانه از آن را روی یک شبکه پیاده‌سازی کنیم که هیچ ارتباطی به هم ندارند.

قابلیت Unequal Metric Load Balancing در پروتکل EIGRP اجازه می‌دهد که حتی اگر Metric هم برابر نباشد بین دو Route با درصدهای نابرابر تقسیم بار کند، مثلاً از خط مسیر اول دو برابر مسیر دیگری بسته‌ها ارسال شوند.

Routing به صورت خودکار در این پروتکل قابلیت کاهش حجم Route Summarization و بالا بردن Performance را ایجاد می‌کند. قابلیت Loop Free Path تعییه شده در EIGRP تضمین می‌کند که به ازای همه مقاصد مسیرها بدون Loop باشند. الگوریتم DUAL که به عنوان یک سرویس اجرا می‌شود، همه مسیرهایی که انتشار پیدا کرده‌اند را رصد کرده و برای آن‌ها متريک‌ها را محاسبه می‌کند. این نحوه محاسبه تضمین می‌کند که Loop اتفاق نمی‌افتد.

جدول‌های EIGRP شامل چه چیزهایی هستند؟

پروتکل EIGRP دارای ۳ جدول است:

Routing : بهترین مسیر در این جدول قرار می‌گیرد.

Neighbor : شامل لیست همسایه‌ها

: مسیرهایی که می‌توانند جایگزین بهترین مسیر شوند در این جدول قرار می‌گیرند. Topology (بهترین مسیر) به نام Successor عنوان می‌شود و با حرف S نشان داده می‌شود و در Best Route Feasible Successor Routing (مسیر پشتیبان) به نام Backup Route (مسیر ممکن) می‌گیرد. عنوان می‌شود و با حروف FS نشان داده می‌شود و در جدول Topology قرار می‌گیرد. همان مسیریاب تا مقصد است و با حروف FD نمایش داده می‌شود. Reported Distance نشان دهنده Metric همسایه ما تا مقصد است و با حروف RD نمایش داده می‌شود.

همسایگی در EIGRP

برای اینکه دو یا چند مسیریاب بین یکدیگر اطلاعات جداول مسیریابی را رد و بدل کنند باید دارای شرایطی باشند که در صورت داشتن این شرایط به عنوان همسایه (Neighbor) شناخته می‌شوند. این شرایط عبارتند از:

- تبلیغ کردن یک یا چند شبکه
- داشتن AS یکسان
- Authentication
- K-Values یکسان
- داشتن تاریخ و ساعت یکسان

برای همسایه شدن دو مسیریاب باید اعمال زیر به ترتیب انجام شوند:

- ❖ مسیریاب A روی تمام اینترفیس‌های خود یک Hello ارسال می‌کند.
- ❖ مسیریاب B این پیغام را دریافت می‌کند و یک Hello به همراه یک Update که شامل اطلاعات جدول مسیریابی خود است ارسال می‌کند.
- ❖ مسیریاب A یک پیام ACK ارسال می‌کند.

❖ مسیریاب A یک Update حاوی اطلاعات جدول مسیریابی خود را ارسال می‌کند.

❖ مسیریاب B یک پیام ACK ارسال می‌کند.

و به این صورت دو مسیریاب با یکدیگر همسایه شده و از این پس در صورت ایجاد تغییر در جدول مسیریابی فقط آن تغییر را به همسایه خود اعلام می‌کنند و همچنین در مدت زمان‌های مشخص برای یکدیگر Hello ارسال می‌کنند تا به این وسیله مسیریاب مقابله را از حضور خود آگاه کنند. اگر یک مسیریاب در مدت زمان مشخص پیام Hello از طرف مقابله دریافت نکرد، مسیریاب مقابله را خارج از سرویس در نظر گرفته و تمام Route‌هایی که از آن گرفته است را از جدول مسیریابی خود حذف می‌کند.

نکته: مدت زمان ارسال Hello به نوع خط بستگی دارد به طور معمول این مدت زمان هر ۵ ثانیه یکبار است و اگر ۱۵ ثانیه (Dead Time) از مسیریاب مقابله Hello دریافت نکرد اینطور تصور می‌کند که مسیریاب از سرویس‌دهی خارج شده است این مدت زمان در خطوط با پهنای باند پایین به ۶۰ و ۱۸۰ تغییر می‌کند.

فعال‌سازی پروتکل EIGRP در مسیریاب‌های سیسکو

برای فعال‌سازی این پروتکل ابتدا با دستور

```
R1(config)# router eigrp ASN_NUM
```

وارد تنظیمات این پروتکل می‌شویم و سپس با دستور

```
R1(config-router)# network NETWORK_ADDRESS {WILDCARD_MASK}
```

شبکه‌هایی که به آن‌ها متصل هستیم را به پروتکل معرفی می‌کنیم.

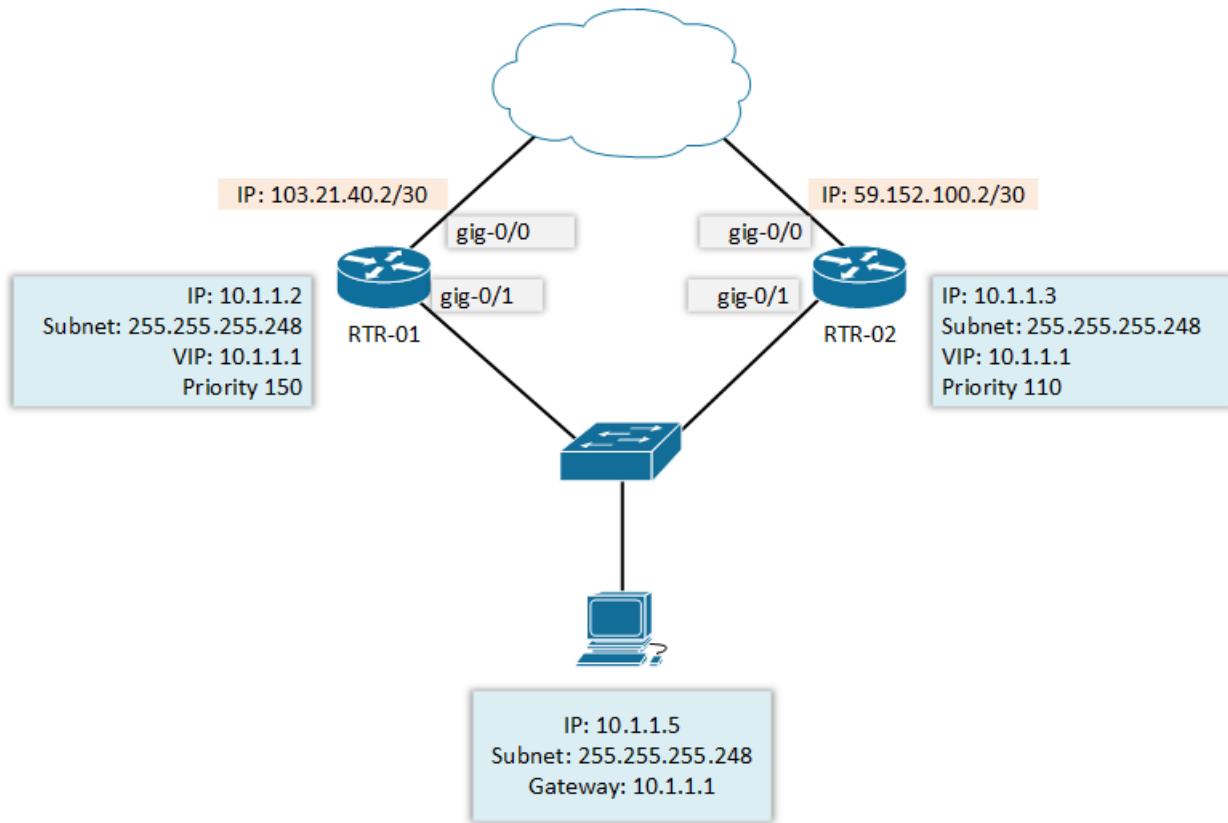
پروتکل HSRP

در یک شبکه LAN، هنگامی که Gateway از کار می‌افتد، همه هاست‌هایی که از آن مسیریاب به عنوان Next-Hop پیش‌فرض استفاده می‌کنند در برقراری ارتباط با شبکه‌های خارجی با شکست مواجه خواهند شد. برای رفع این مشکل، از پروتکل Hot Standby Router Protocol استفاده می‌کنیم که برای Gateway‌های درون یک LAN، افزونگی ایجاد می‌کند تا قابلیت اطمینان شبکه را افزایش دهد.

یکی از راه‌های دستیابی به Uptime نزدیک به ۱۰۰ درصد در شبکه، استفاده از پروتکل HSRP است. HSRP تضمین خواهد کرد که به هنگام ایجاد خطأ در دستگاه‌هایی که در لبه شبکه قرار دارند، ترافیک‌های کاربر بدون مشکل به بیرون شبکه ارسال شود.

با به اشتراک گذاشتن یک آدرس IP و آدرس MAC میان دو یا تعدادی بیشتری از مسیریاب‌ها، آن‌ها می‌توانند به عنوان یک مسیریاب مجازی واحد عمل نمایند. مسیریاب‌های عضو این گروه، به طور مستمر برای رصد وضعیت مسیریاب‌های دیگر پیام‌هایی را با یکدیگر مبادله می‌نمایند. از میان چند مسیریاب در گروه مسیریاب مجازی، یک مسیریاب به عنوان مسیریاب Active برای اتصال به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد و مسیریاب بعدی در حالت Standby و بقیه مسیریاب‌ها در حالت Listen قرار می‌گیرند. مسیریاب‌های غیر Active دائماً و از طریق دریافت بسته‌های Hello از فعال بودن مسیریاب Active در شبکه اطمینان حاصل می‌کنند. این بسته‌ها به صورت پیش‌فرض هر ۳ ثانیه یک بار از مسیریاب Active فرستاده می‌شود. (این زمان ۳ ثانیه‌ای را Hello Time می‌نامیم). در صورتی که مسیریاب Active از دسترس خارج شود، مسیریاب Standby پس از Hold Time که به صورت پیش‌فرض ۱۰ ثانیه است، تبدیل به مسیریاب Active می‌شود.

در شکل زیر یک وضعیت ساده HSRP به نمایش گذاشته شده است. فرض کنید تحت هیچ شرایطی نمی‌خواهید ارتباط شما با اینترنت قطع شود، حال از دو شرکت مختلف سرویس اینترنت تهیه می‌کنید و برای یکی هزینه زیادی پرداخت کرده‌اید و برای دیگری هزینه کمتری می‌دهید تا همیشه ارتباط داشته باشید، حالا مسیری که سرویس بهتری گرفته‌اید را الیت بالاتر می‌دهید و مسیر رزرو را الیت کمتر که اگر تحت شرایطی ارتباط با سرویس بهتر قطع شد از سمت ISP دیگر به اینترنت متصل شوید.



وضعیت مسیریاب‌ها در HSRP

مسیریاب‌ها در پروتکل HSRP در یکی از وضعیت‌های زیر قرار می‌گیرند:

- **Disable**: در این وضعیت HSRP فعال نیست.
- **Initial**: در این وضعیت پروتکل به تازگی فعال شده.
- **Learn**: در این وضعیت مسیریاب در حال یادگیری Virtual IP است اما هنوز پیغام Hello را از مسیریاب Active دریافت نکرده.

- Listen: در این وضعیت مسیریاب Virtual IP را یاد گرفته است. (اگر بجای دو مسیریاب از چندین مسیریاب برای اجرای پروتکل HSRP استفاده کنیم به غیر مسیریاب Active و مسیریاب Standby بقیه مسیریابها در این وضعیت قرار می‌گیرند).
- Speak: در این وضعیت مسیریابها با هم، جهت انتخاب مسیریاب Active و Standby گفت‌و‌گو می‌کنند.
- Standby: در این وضعیت مسیریاب آماده است که به محض از کار افتادن مسیریاب Active شروع به کار کند.
- Active: وضعیتی است که در آن، مسیریاب وظیفه اتصال دو شبکه را دارد.

ویژگی‌های پروتکل HSRP

Preemption

ویژگی Preemption در HSRP بلافاصله مسیریابی با حداکثر اولویت را به عنوان مسیریاب فعال می‌سازد. اولویت مسیریاب در ابتدا از طریق مقدار priority تعیین می‌شود که توسط شما تنظیم شده است و سپس به واسطه آدرس IP هرچه این مقدار بیشتر باشد، اولویت بالاتر است. وقتی که یک مسیریاب با اولویت بیشتر فعال می‌شود، یک پیام Coup می‌فرستد. هنگامی که یک مسیریاب Active با اولویتی کمتر پیام Coup یا Hello را از یک مسیریاب با اولویتی بالاتر دریافت کند، به وضعیت Speak تغییر می‌کند و یک پیام Resign می‌فرستد.

Interface Tracking

ممکن است در یک مسیریاب، بدون غیرفعال شدن خود مسیریاب، اتصال آن با بقیه شبکه قطع شود. با استفاده از این قابلیت می‌توانیم برای پروتکل HSRP مشخص کنیم که در این حالت اولویت مسیریاب را کاهش دهد تا مسیریاب از وضعیت Active خارج شود.

فعال سازی پروتکل HSRP

ابتدا وارد اینترفیسی که می خواهیم در آن پروتکل HSRP را فعال کنیم می شویم و سپس این پروتکل را روی آن اینترفیس فعال می کنیم.

```
R1(config)# interface INTERFACE  
R1(config-if)# standby HSRP_GROUP_NUMBER ip VIRTUAL_IP  
R1(config-if)# standby version 2
```

برای تغییر اولویت مسیریاب از دستور زیر استفاده می شود:

```
R1(config-if)# standby HSRP_GROUP_NUMBER priority PRIORITY_NUMBER
```

که مقدار PRIORITY_NUMBER باید عددی بین ۰ تا ۲۵۵ باشد.

برای فعال سازی قابلیت Preemption دستور زیر را وارد می کنیم:

```
R1(config-if)# standby HSRP_GROUP_NUMBER preempt
```

حال اگر در شبکه محلی دارای چند vlan باشیم، می بایست با توجه به روتر یا سوئیچ لایه ۳ بودن لبه خروجی شبکه از inter-vlan routing متناسب با سوئیچ لایه ۲ یا روتر استفاده نماییم.

به فرض برای سوئیچ لایه ۳ که دارای چند vlan است باید ابتدا وارد vlan مربوطه شده، ip متناسب با آن را تنظیم نموده و در نهایت دستورات HSRP را اعمال نماییم.

```

SW_L3 (config)# interface vlan 100
SW_L3 (config-if)# ip address [ip] [subnet]
SW_L3 (config-if)# standby 100 ip [virtual_ip]
SW_L3 (config-if)# standby 100 version 2
SW_L3 (config-if)# standby 100 priority [priority_num]
SW_L3 (config-if)# standby 100 preempt

```

و در نهایت برای مشاهده وضعیت پروتکل HSRP روی هر روتر می‌توان از این دستور استفاده

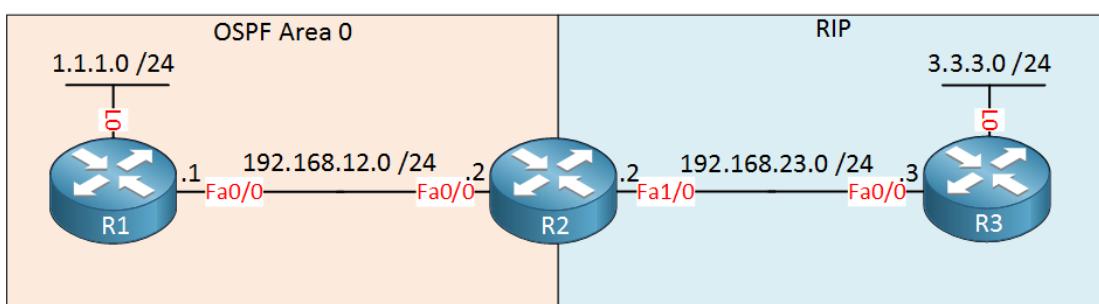
کرد:

```
R1# show standby brief
```

Routing Redistribution

به زبان ساده به مفهوم برقراری ارتباط بین دو پروتکل مسیریابی Routing redistribution یا فارسی Routing redistribution به "توزيع مجدد مسیریابی" می‌باشد. Routing Protocol می‌شود. آن مهم است برای مدیران شبکه تا بدانند که routing redistribution چیست و در چه موقعیت‌هایی باید از آن استفاده کنند. معمولاً از قابلیت Routing redistribution بین دو پروتکل مسیریابی استفاده می‌شود. مثلاً route redistribute از پروتکل مسیریابی RIP به پروتکل OSPF.

به فرض در شکل زیر روتر میانی یعنی R2 می‌بایست این Redistribute را انجام دهد.



باید فرض کنیم که شرکت شما یک شرکت دیگر را خریداری کده است و شبکه هر دو شرکت از Routing Protocol های مختلف استفاده میکنند. شرکت شما چند عدد روتر دارد که از پروتکل RIP مسیریابی OSPF استفاده میکنند و شرکتی که خریداری کده اید روترا هایش از پروتکل مسیریابی RIP استفاده میکنند و شما نمیخواهید در هر روتر از دو پروتکل مسیریابی OSPF و RIP استفاده کنید. از این رو برای برقراری ارتباط بین دو پروتکل مسیریابی OSPF و RIP از قابلیت Route redistribute استفاده کنید. به گونه ای که پروتکل مسیریابی RIP را درون پروتکل مسیریابی OSPF به اصطلاح redistribute میکنید.

در نهایت برای روتری که روی مرز است و هر دو شبکه را شامل می شود به عبارت بهتر یک سمت از روتر OSPF و سمت دیگر روتر RIP است از دستورات زیر استفاده می کنیم:

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# redistribute rip
R1(config-router)# exit
R1(config)# router rip
R1(config-router)# redistribute ospf metric 10
```

حال در صورتی که بخواهیم یک redistribute default static route را در شبکه های مختلف باید از روش های متفاوتی استفاده کنیم مثل در ospf از روش زیر استفاده میکنیم:

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# default originate
```

همچنین در شبکه EIGRP از دستور زیر استفاده می کنیم:

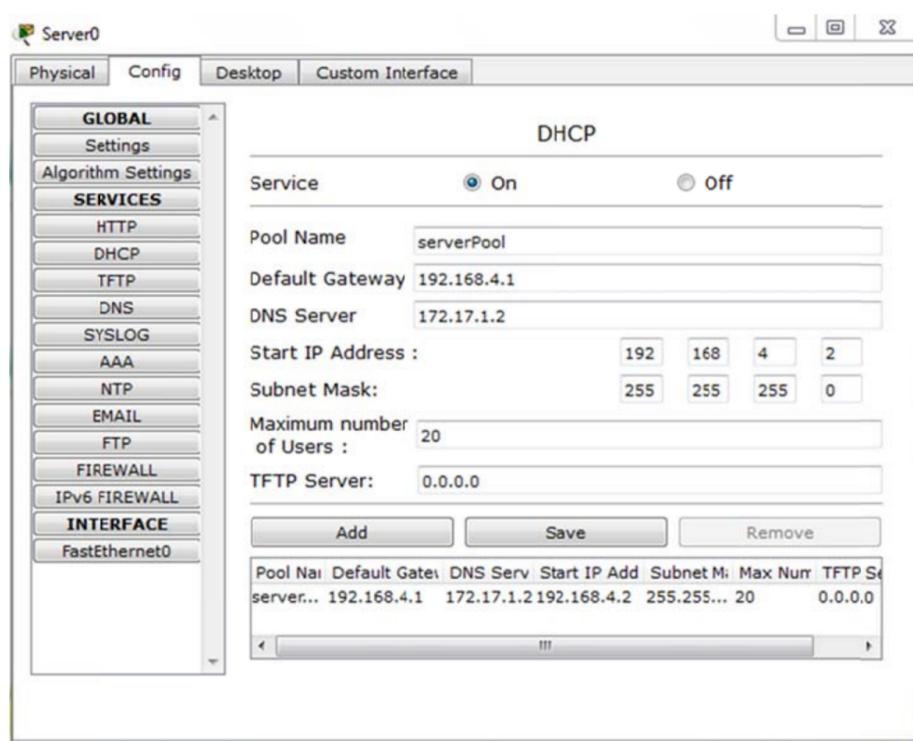
```
R1(config)# router eigrp 10
R1(config-router)# redistribute static metric [metric_num] [delay] [reliability] [bandwidth] [MTU]
R1(config-router)# redistribute static metric 6 10 255 255 10
```

پیکربندی سرورها در packet tracer

برای پیکربندی سرورها برای نمونه به چند مورد اشاره می‌کنیم:



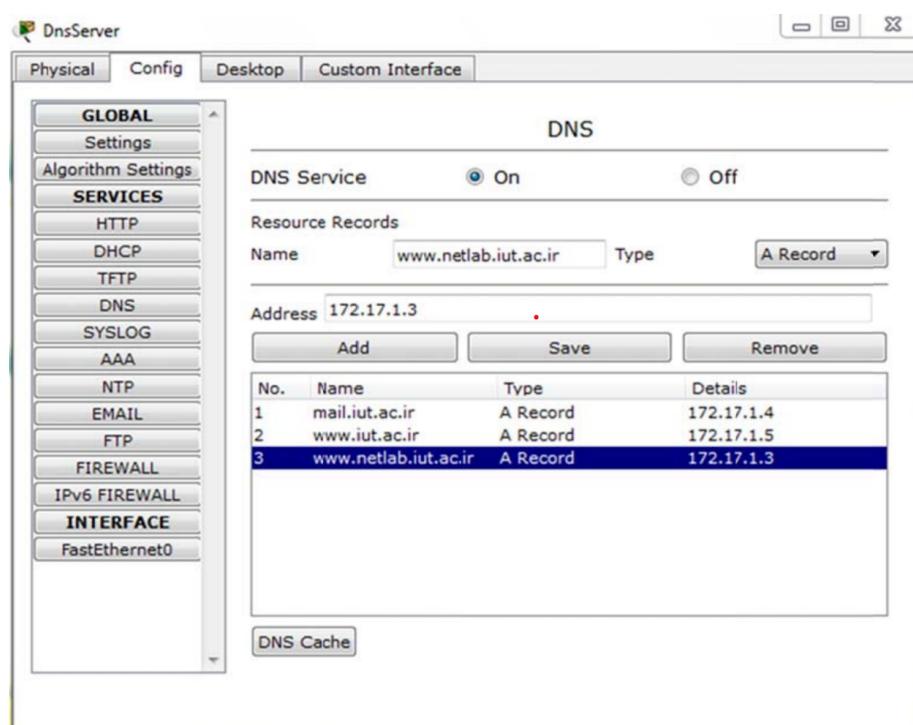
DHCP server



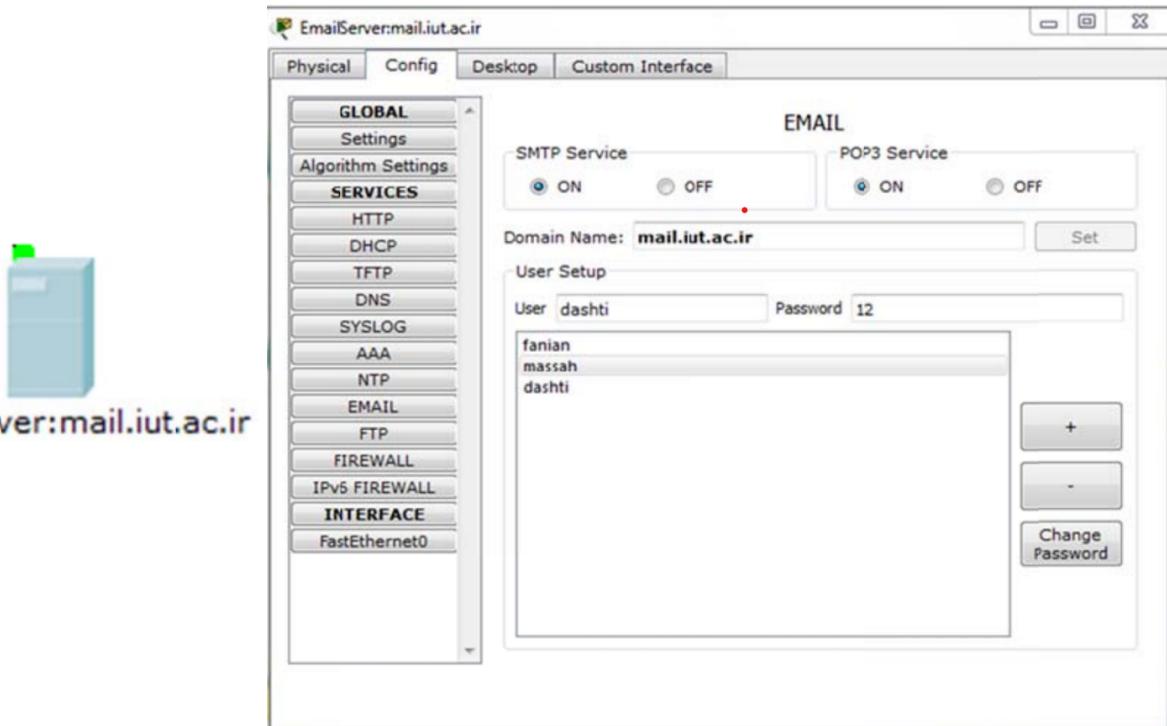
DNS Server



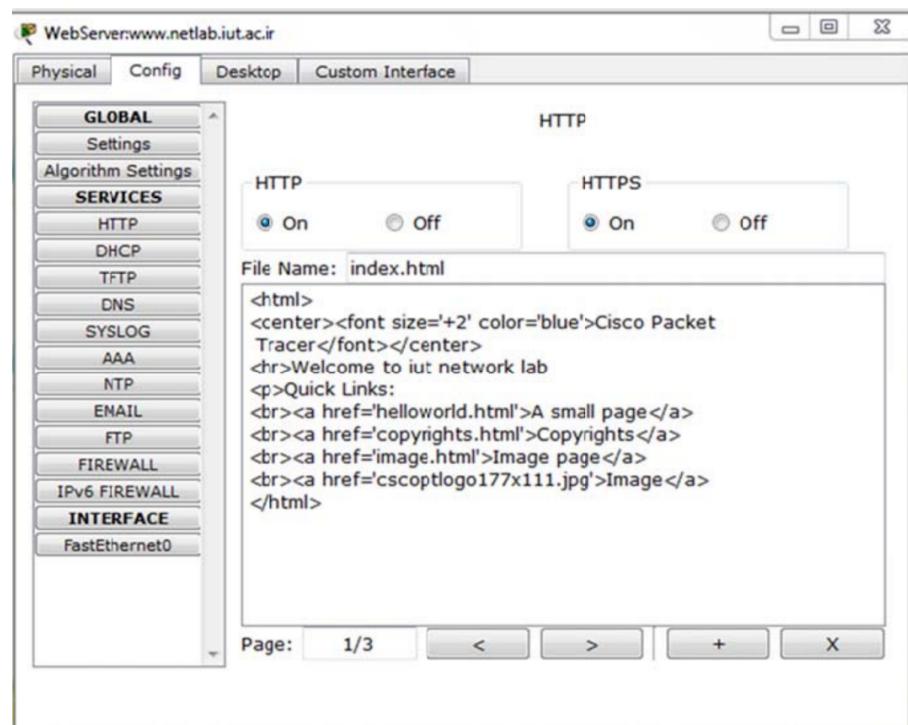
DnsServer



Mail Server

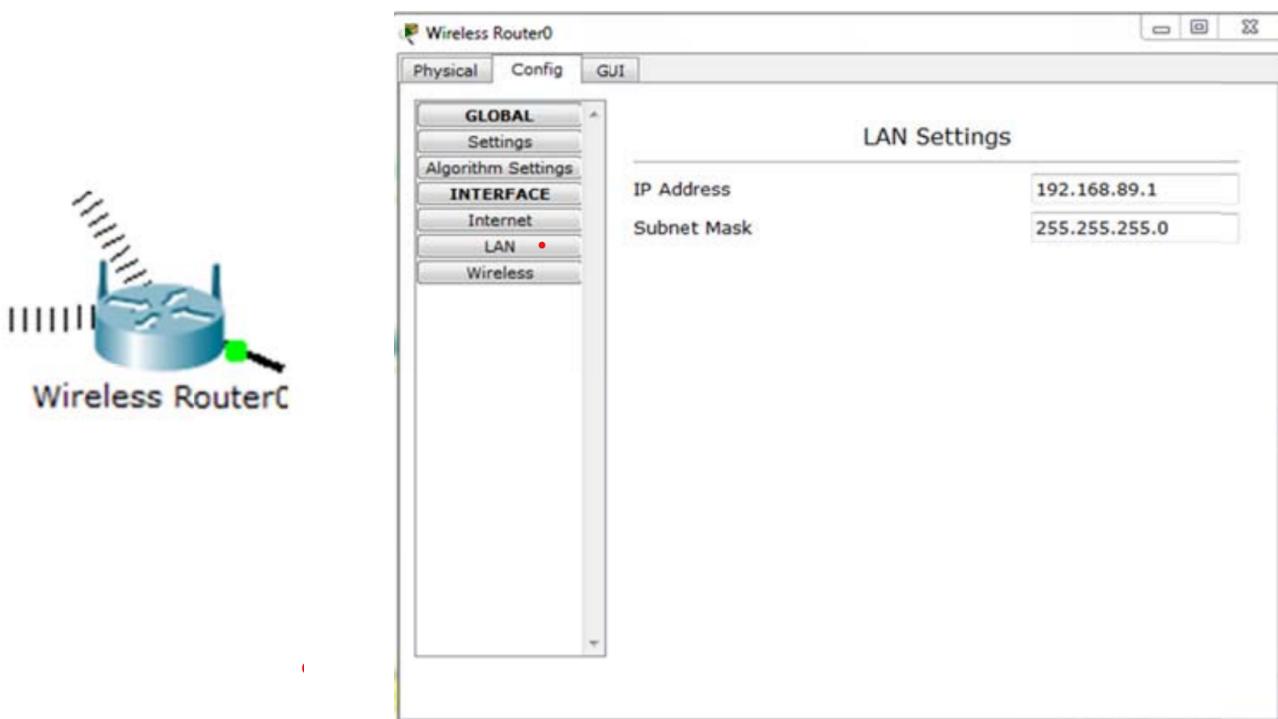
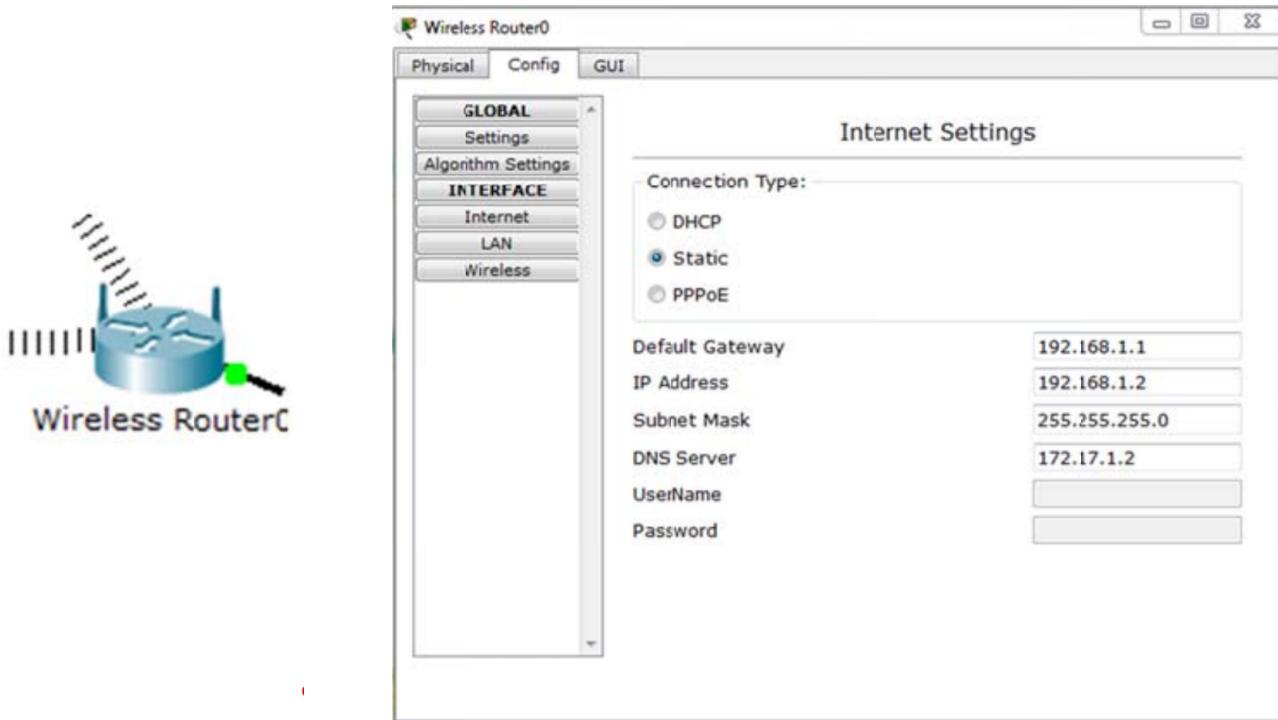


Web Server



پیکربندی مسیریاب‌های wireless در packet tracer

تعدادی از مراحل نیاز برای پیکربندی مسیریاب‌های wireless :



مواردی که باید در فایل تمپلیت پیکربندی کنید:

- پیکربندی تمام سرورها
- پیکربندی تمام مسیریاب‌ها با توجه به پروتکل مسیریابی مربوطه که برای آنها مشخص شده است
- پیکربندی تمام سوئیچ‌ها (بعضی از سوئیچ‌های لایه ۳ باید به عنوان روتر در نظر گرفته شوند)
- پیکربندی HSRP
- اعمال SSH بر روی تعدادی از تجهیزات هر پروتکل مسیریابی (رنگ‌های مختلف در توپولوژی)
- عدم در نظر گرفتن شبکه‌های ۴.۲.۴ و ۴.۴.۴.۴ در پروتکل‌های مسیریابی (این دو شبکه فقط باید به صورت static مسیریابی شوند)
- دریافت IP از DHCP محلی برای کامپیوترهایی که IP آنها مشخص نشده
- خاموش کردن تمامی port های بلااستفاده در سوئیچ‌ها و همچنین انتقال آنها به vlan ای به نام BlackHole (در واقع منظور رعایت مباحث مربوط به امنیت در سوئیچ‌ها است)
- در شبکه سنپترزبورگ یه کامپیوتر را باز کرده و در مرورگر آن آدرس سایت www.netlab.iut.ac.ir را باز نمایید
- تنظیمات مربوط به ایمیل را بر روی smart phone های ژاپن انجام دهید، همچنین یک ایمیل بر روی یکی از کامپیوترهای داخل شبکه آمریکا برای خود ایجاد نمایید. یه حساب کاربری برای ایمیل خود با توجه به تنظیمات mail server بسازید. اکنون یک ایمیل از smart phone به مقصد ایمیل شخصی خود ارسال نمایید.
- وجود ping از تمامی PC ها به یکدیگر

مواردی که دارای نمره اضافه خواهد بود:

- پیکربندی پروتکل مسیریابی EIGRP اختیاری است، می‌توانید از پروتکل‌های دیگر نیز استفاده نمایید ولی در صورت پیاده‌سازی با EIGRP از امتیاز اضافه بهره خواهید برد

- بر روی سوئیچ‌ها و مسیریاب‌های داخل شبکه SSH را به نحوی پیاده کنید که تنها از کامپیوتر امکان برقراری SSH با آن وجود داشته باشد
- چند مسیره کردن بخش HSRP و پیاده‌سازی پروتکل STP برای جلوگیری از loop فقط در شبکه داخلی دانشگاه صنعتی اصفهان در دسترس باشد

در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکلی در گروه تلگرامی زیر اضافه شوید و سوال خود را مطرح نمایید.

<https://t.me/+QkJlat6AULZmMmVk>