

بسمه تعالیٰ



آزمایشگاه شبکه

دانشکده برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

۱۴۰۳ پاییز

دکتر فانیان و دکتر حیدرپور

پروژه آزمایشگاه شبکه

## هدف پروژه

در این پروژه قرار است یک توپولوژی که شامل اغلب موارد موجود در آزمایش‌های اول تا نهم است را به طور کامل پیکربندی کنید. فایل تمپلیت توپولوژی در اختیار شما قرار خواهد گرفت.

بخش KainParvaz یک شرکت تخیلی است که شما در اون استخدام شدید و باید سیستم‌های اون‌ها را کانفیگ کنید. به این صورت که اون شرکت باید دو `vlan` داشته باشد و کامپیوترهای شرکت و سرور شرکت پشت NAT هستند و کل شرکت دارای دو IP (یکی برای هاست‌ها دیگری برای وب سرور) آدرس کلاس C هست. که انتخاب این IP‌ها هم به عهده خود شما است. که شما باید PAT را در روتر Core3 پیاده‌سازی کنید. چرا؟ و اینکه domain-name سرور مد نظر داخل شرکت باشد. [kainparvaz.com](http://kainparvaz.com)

نکته دیگر اینکه G-HR-Branch1 G-DHCP-Server سرور DHCP باید IP بگیرند.

دو وب سرور موجود در بخش Google یکی برای دسترسی اعضای داخلی و دیگری برای اعضای خارجی است به این صورت که دو وب سرور دارای domain یکسان هستند اما ip مختلف که با توجه به مکان شخص درخواست دهنده یکی ازین وب سرورها به هاست مدنظر پاسخ می‌دهد. که این امر با توجه به دو dns سرور موجود در همین بخش امکان پذیر است.

## EIGRP

EIGRP یا Enhanced IGRP یک پروتکل مسیریابی Classless 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 VLSM، امکان استفاده از Route Summarization، پشتیبانی از Multicast و 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 فعال بودنشان را به اطلاع سایر مسیریاب‌های موجود در شبکه برسانند. پیام‌های Update نیز از سوی مسیریاب‌های اجرا کننده پروتکل Update EIGRP به سایر مسیریاب‌ها در شبکه فرستاده می‌شود، اما تنها به مسیریاب‌هایی اطلاعات مسیرها فرستاده می‌شود که به آن اطلاعات نیاز دارند.

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

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 Table DUAL تضمین می‌کند که به ازای همه مقاصد مسیرها بدون Loop باشند. الگوریتم EIGRP عنوان یک سرویس اجرا می‌شود، همه مسیرهایی که انتشار پیدا کرده‌اند را رصد کرده و برای آن‌ها متریک‌ها 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

Topology : مسیرهایی که می‌توانند جایگزین بهترین مسیر شوند در این جدول قرار می‌گیرند. Best Route (بهترین مسیر) به نام Successor عنوان می‌شود و با حرف S نشان داده می‌شود و در Feasible Successor Backup Route (مسیر پشتیبان) به نام Feasible Routing قرار می‌گیرد. FS نشان داده می‌شود و در جدول Topology قرار می‌گیرد. همان Metric 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 •

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 مقابل را از حضور خود آگاه کنند. اگر یک مسیریاب در مدت زمان مشخص پیام Hello از طرف مقابل دریافت نکرد، مسیریاب مقابل 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 مقابل Hello دریافت نکرد اینطور تصور می‌کند که مسیریاب از سرویس‌دهی خارج شده است این مدت زمان در خطوط با پهنه‌ای باند پایین به ۶۰ و ۱۸۰ تغییر می‌کند.

## فعال سازی پروتکل EIGRP در مسیریاب های سیسکو

برای فعال سازی این پروتکل ابتدا با دستور زیر وارد تنظیمات این پروتکل می شویم

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

سپس با دستور

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

شبکه هایی که به آنها متصل هستیم را به پروتکل معرفی می کنیم. (همانطور که مشاهده می شود قسمت Wildcard Mask اختیاری است)

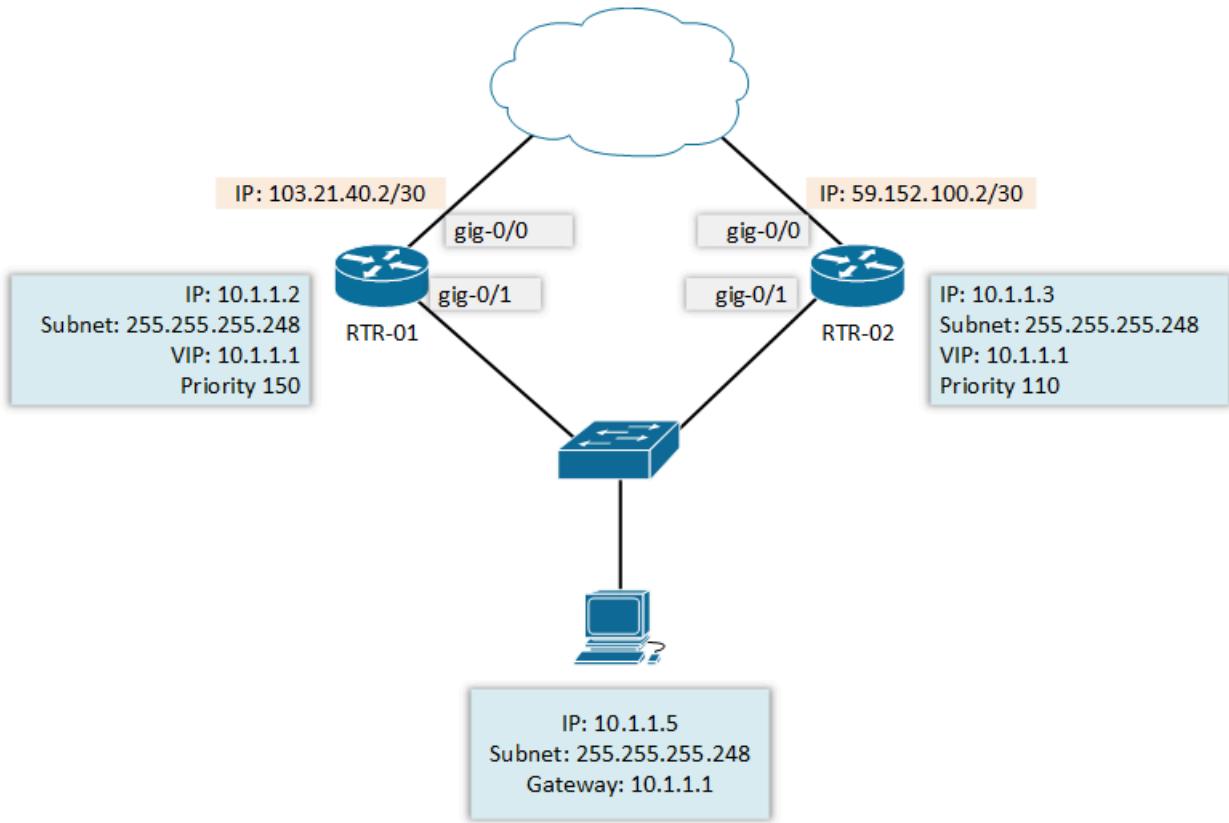
## پروتکل HSRP

در یک شبکه LAN، هنگامی که Host هایی که از آن مسیریاب به عنوان Next-Hop پیش فرض استفاده می کنند در برقراری ارتباط با شبکه های خارجی با شکست مواجه خواهند شد. برای رفع این مشکل، از پروتکل Hot Standby Router Protocol استفاده می کنیم که برای Gateway های درون یک LAN، افزونگی ایجاد می کند 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 لبهی 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 Listen و بقیه مسیریاب‌ها در حالت Standby 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 دارد را اولویت بالاتر می‌دهید؛ و مسیر دیگر را اولویت 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:
- در این وضعیت HSRP فعال نیست. **Disable**
  - در این وضعیت پروتکل به تازگی فعال شده. **Initial**
  - در این وضعیت مسیریاب در حال یادگیری Virtual IP است اما هنوز پیغام Hello را از مسیریاب **Active** دریافت نکرده.
  - در این وضعیت مسیریاب Virtual IP را یاد گرفته است. (اگر بجای دو مسیریاب چندین مسیریاب برای اجرای پروتکل HSRP استفاده کنیم، به غیر مسیریاب **Active** و مسیریاب **Standby** بقیه‌ی مسیریاب‌ها در این وضعیت قرار می‌گیرند).
  - 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.

## ویژگی های پروتکل HSRP

### Preemption

ویژگی Preemption در HSRP بلافاصله مسیریابی با حداکثر اولویت را به عنوان مسیریاب فعال می سازد. اولویت مسیریاب در ابتدا از طریق مقدار priority تعیین می شود 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 می شود، یک پیام Coup می فرستد. 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 می کند و یک پیام Resign می فرستد.

### Interface Tracking

ممکن است در یک مسیریاب، بدون غیرفعال شدن خود مسیریاب، اتصال آن با بقیه شبکه قطع شود. با استفاده از قابلیت Interface tracking، می توانیم 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 می‌شود:



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

که مقدار PRIORITY\_NUMBER باید عددی بین ۰ تا ۲۵۵ باشد.

برای فعال‌سازی قابلیت Preemption دستور زیر را وارد می‌کنیم:



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

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

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

کرد:

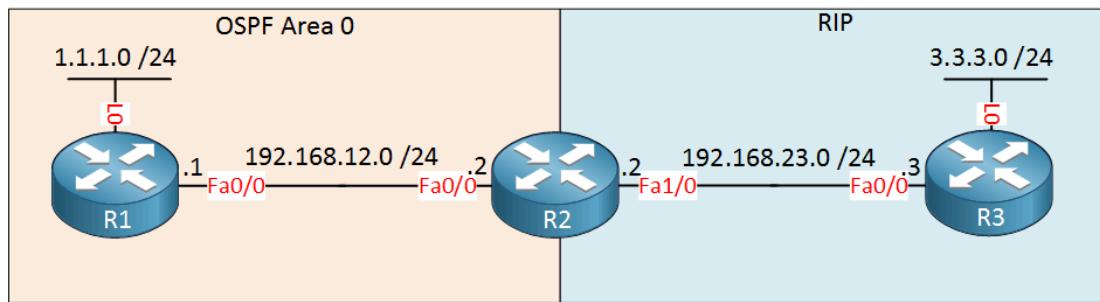


```
R1# show standby brief
```

## Routing Redistribution

به زبان ساده به مفهوم برقراری ارتباط بین دو پروتکل مسیریابی Routing redistribution یا Routing Protocol میباشد. Routing redistribution به فارسی میشود "توزيع مجدد مسیریابی". معمولاً از قابلیت Routing redistribution بین دو پروتکل مسیریابی استفاده میشود. مثلا redistribute کردن route از پروتکل RIP به پروتکل OSPF.

به فرض در شکل زیر روت میانی یعنی R2 میبایست این redistribute را بین دو پروتکل انجام دهد.



باید فرض کنیم که شرکت شما یک شرکت دیگر را خریداری کده است و شبکه هر دو شرکت از Routing Protocol های مختلفی استفاده میکنند. شرکت شما چند عدد روت دارد که از پروتکل RIP مسیریابی OSPF استفاده میکنند و شرکتی که خریداری کده اید روت هایش از پروتکل مسیریابی RIP استفاده میکنند و شما نمیخواهید در هر روت هر دو پروتکل مسیریابی OSPF و RIP را تعریف کنید. از این رو میتوانید 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 OSPF، و پروتکل RIP را درون پروتکل OSPF redistribute به اصطلاح RIP میکنید.

در نهایت بر روی مرز است و هر دو شبکه را شامل میشود به عبارت بهتر یک سمت از روت RIP و سمت دیگر روت OSPF است از دستورات زیر استفاده میکنیم:

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

حال در صورتی که بخواهیم یک default static route را redistribute کنیم در شبکه‌های مختلف باید از روش‌های متفاوتی استفاده کنیم مثلاً در ospf از روش زیر استفاده می‌کنیم:

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# default-information originate
R1(config-router)# redistribute static subnets
```

همچنین در شبکه EIGRP از دستور زیر استفاده می‌کنیم:

```
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 NAT, PAT

برای اینکار باید ابتدا access-list ای در روتر مد نظر تعریف کرده تا مشخص کنید چه سابتنهایی میخواید PAT را اعمال کنید و سپس توسط دستور زیر بر روی اینترفیس مدنظر این لیست را اعمال نمایید.

```
R1(config)# ip nat inside source list [acl name] interface [int name] overload
```

سپس با استفاده از دستور های زیر داخل اینترفیس های مدنظر داخل و خارج NAT یا PAT را مشخص میکنیم.

```
R1(config-if)# ip nat outside
```

```
R1(config-if)# ip nat inside
```

برای اضافه کردن رکورد static IP از دستور زیر استفاده میکنیم:

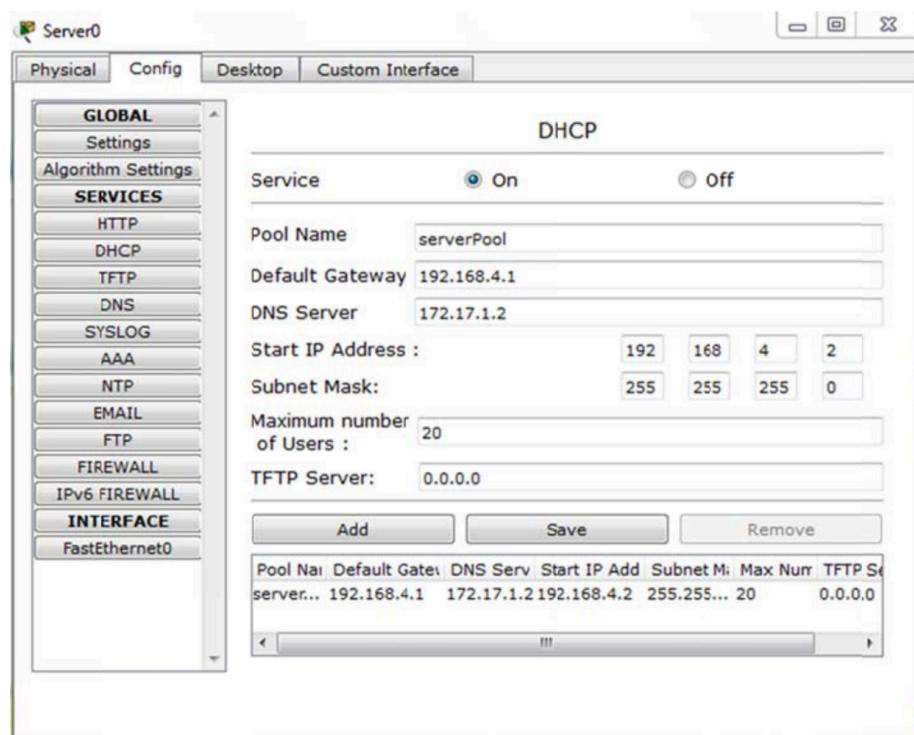
```
R1(config)# ip nat inside source static [Inside IP-address] [Outside IP-address]
```

## پیکربندی سرورها در packet tracer

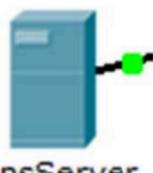
برای پیکربندی سرورها برای نمونه به چند مورد اشاره می‌کنیم:



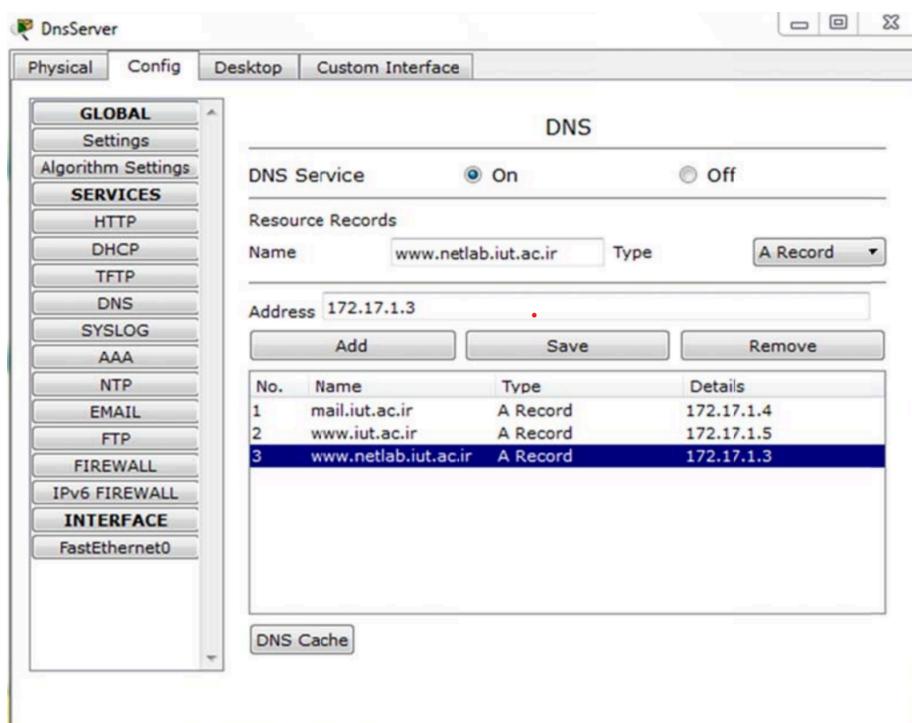
DHCP server



## DHCP Server

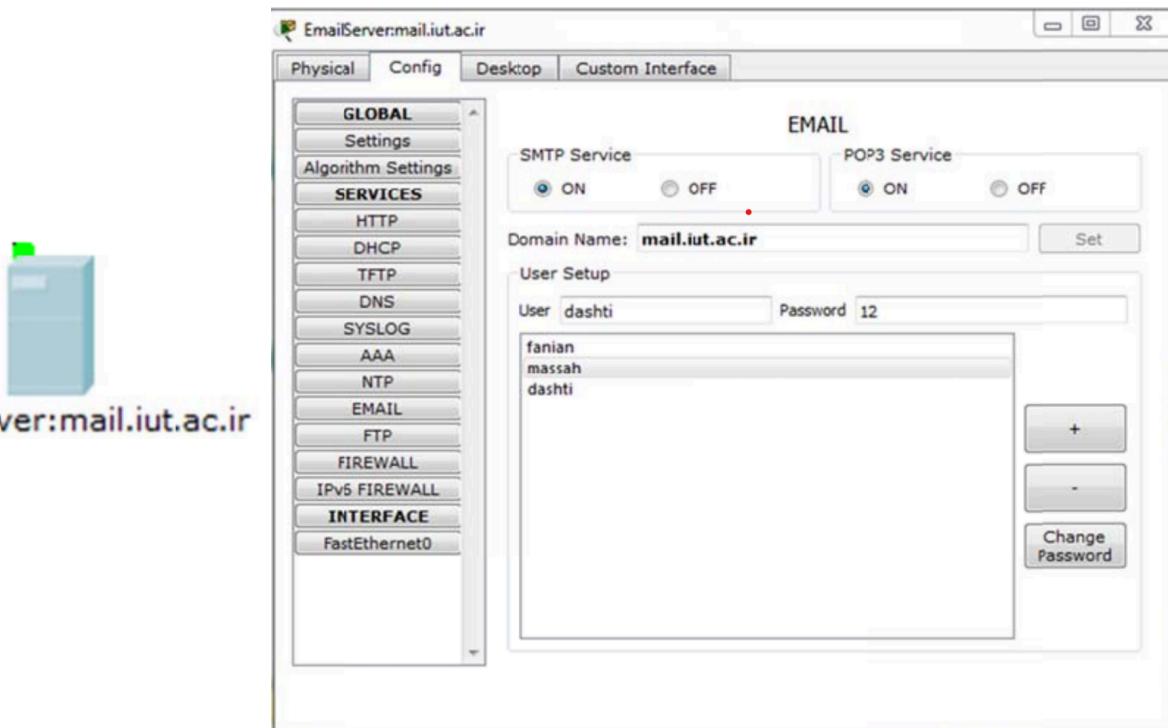


DnsServer



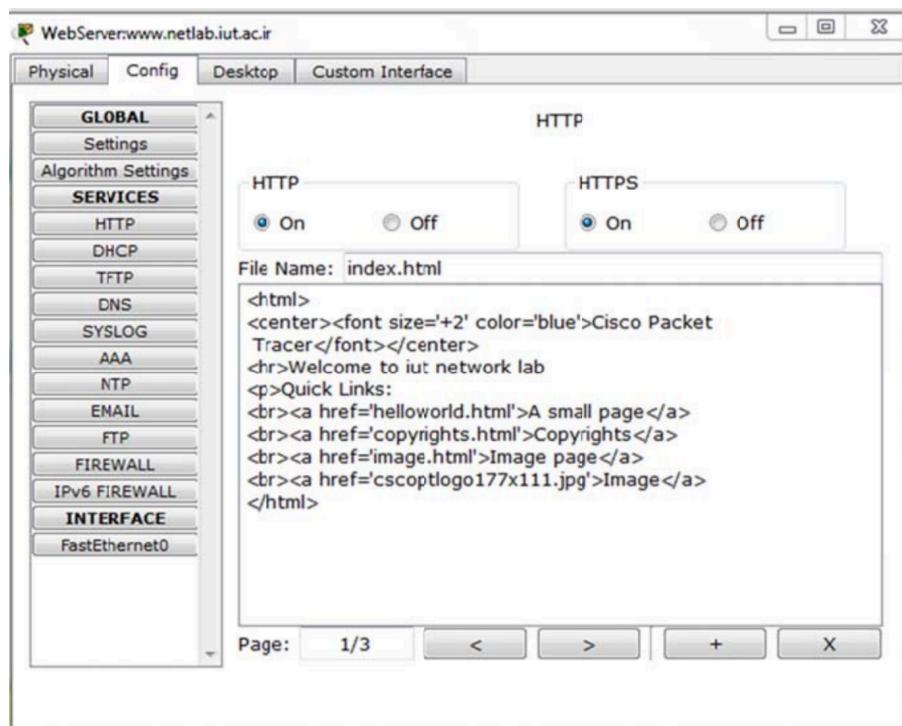
## DNS Server

## Mail Server



EmailServer:mail.iut.ac.ir

## Web Server



WebServer:www.netlab.iut.ac.ir

## 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 (ممکن است بعضی از سوئیچ‌های لایه ۲ به عنوان روتر در نظر گرفته شوند)
- پیکربندی EtherChannel ها
- پیکربندی HSRP
- اعمال SSH بر روی تعدادی از تجهیزات هر پروتکل مسیریابی (رنگ‌های مختلف در توپولوژی)
- دریافت IP از DHCP محلی برای کامپیوتراهایی که IP آنها مشخص نشده (توجه کنید که در گوگل، برای G-Dev-Junior و G-HR-Branch3 سوئیچ لایه ۲ باید به عنوان DHCP محلی تعريف شود)
- خاموش کردن ختمامی port های بلااستفاده در سوئیچ‌ها و همچنین انتقال آنها به VLAN‌ای به نام BlackHole (رعایت مباحث مربوط به امنیت در سوئیچ‌ها)
- در شبکه گوگل یک کامپیوتر باز کرده و آدرس [www.google.com](http://www.google.com) را سرج کرده. همین کار را با یک کامپیوتر خارج از این شبکه نیز تکرار کنید. نتیجه باید تفاوت داشته باشد.
- وجود ping از تمامی PC‌ها به یکدیگر
- یک کامپیوتر داخل شبکه صنعتی را بازکرده و آدرس [kainparvaz.com](http://kainparvaz.com) را سرج نمایید چه IP مشاهده می‌کنید؟

در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل، در **گروه تلگرامی** عضو شوید و سوال خود را مطرح نمایید.