



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## بررسی کاربرد قابلیت های جدید اوپن فلو در مدیریت و برنامه ریزی شبکه

گزارش پروژه کارشناسی مهندسی برق - مخابرات

آرمین مهدیلو ترکمانی

استاد راهنما

دکتر مسعود رضا هاشمی

۱۳۹۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	۱ مقدمه
۲	۱-۱ شبکه نرم افزار محور (SDN)
۳	۲-۱ مزایای معماری SDN
۴	۳-۱ اجزاء تشکیل دهنده معماری SDN
۴	۱-۳-۱ لایه زیرساخت
۴	۲-۳-۱ ارتباط جنوبی
۵	۳-۳-۱ لایه کنترل
۵	۴-۳-۱ ارتباط شمالی
۵	۵-۳-۱ لایه برنامه کاربردی
۵	۴-۱ ساختار گزارش
۶	۲ پروتکل Openflow
۷	۳ ویژگی های نسخه جدید Openflow
۸	مراجع

## چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش چشم گیر استفاده از شبکه های کامپیوتری و نیازمندی این شبکه ها به دینامیک بالا به منظور اعمال تغییرات و برنامه ریزی سریع، مفهوم نسبتاً جدیدی به نام شبکه های تعریف شده بر مبنای نرم افزار<sup>۱</sup> پدید آمده است. این شبکه ها با نگاهی مجدد به طراحی تجهیزات شبکه و جداسازی لایه کنترلی<sup>۲</sup> از لایه هدایت داده<sup>۳</sup> هر تجهیز باعث ایجاد امکان مدیر مرکزی، یکپارچه سازی و جداسازی بخش تصمیم گیرنده از پیچیدگی های بخش فیزیکی شده است.

در معماری سه لایه ای این شبکه ها ارتباط بخش کنترلی با بخش هدایت داده از اهمیت بالایی برخوردار است. پروتکل استاندارد اوپن فلو<sup>۴</sup> یکی مهم ترین پروتکل های ارتباطی بین لایه کنترل و لایه هدایت داده است که در حال حاضر به صورت وسیعی در عمل و همچنین در تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته است. در این پروژه برآن شدیم که بررسی دقیقی درباره این پروتکل مهم داشته باشیم و همچنین ویژگی های نسخه جدید آن را بررسی کنیم.

کلمات کلیدی: شبکه های نرم افزار محور، پروتکل اوپن فلو، لایه کنترل و تصمیم گیر ، لایه هدایت داده.

کلمات کلیدی انگلیسی: Proto- Southbound Plane، Data Plane، Control Openflow، SDN، Network، Defined Software col.

---

<sup>1</sup>Software Defined Network (SDN)

<sup>2</sup>Control Plane

<sup>3</sup>Data Plane

<sup>4</sup>Openflow

## فصل اول

### مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش چشم‌گیر استفاده از شبکه‌های کامپیوتری و نیازمندی این شبکه‌ها به دینامیک بالا به منظور اعمال تغییرات و برنامه‌ریزی سریع، مفهوم نسبتاً جدیدی به نام شبکه‌های تعریف شده بر مبنای نرم‌افزار یا SDN پدید آمده است.

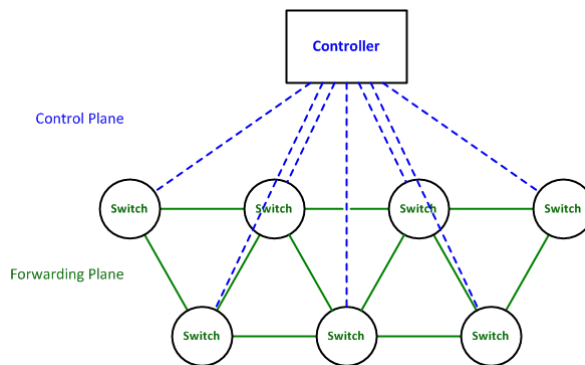
#### ۱-۱ شبکه نرم‌افزار محور (SDN)

شبکه‌های نرم‌افزار محور (SDN) مفهوم نو ظهوری در شبکه‌های کامپیوتری است که بر مبنای آن کنترل‌کننده‌های منطقی مجتمع، رفتار شبکه را کنترل می‌کنند. این گونه معماری شبکه، فرصت‌های جدیدی به منظور ایجاد دینامیک بالاتر و تغییرات آنی و همچنین پیاده‌سازی مدل‌های مختلف امنیت را فراهم می‌آورد. در این معماری، بخش کنترل‌کننده<sup>۱</sup> تجهیزات از بخش هدایت‌کننده داده‌ها<sup>۲</sup> جدا شده و این امر موجب فراهم آوردن بستری به منظور برنامه‌ریزی مستقیم شبکه از طریق نرم‌افزار و انتزاعی ساختن زیرساخت شبکه از دید برنامه‌ها و سرویس‌های شبکه شده است.

---

<sup>۱</sup>Control Plane

<sup>۲</sup>Data Plane

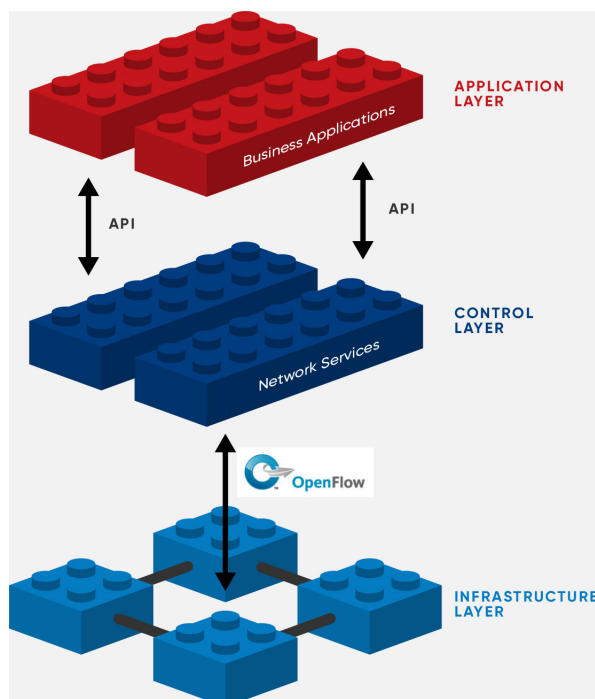


شکل ۱-۱: نمایی انتزاعی از معماری شبکه های نرم افزار محور

## ۲-۱ مزایای معماری SDN

- قابلیت برنامه ریزی مستقیم: با توجه به پیاده سازی بخش منطق و تصمیم گیری تجهیزات به صورت مجزا و در بستر نرم افزار، امکان برنامه ریزی مستقیم هر یک از بخش های شبکه از طریق رابط های نرم افزاری وجود دارد.
- دینامیک بالا و تغییرات لحظه ای: همانطور که انتظار می رود با پیشرفت استفاده از شبکه ها، نیازمندی به تغییرات آنی در ساختار شبکه بیش از پیش احساس می گردد. با توجه به قابلیت برنامه ریزی مستقیم تجهیزات می توان به توسط رابط های نرم افزاری تنظیمات و مسیرهای حرکت داده به صورت خودکار و آنی تغییر داد.
- مدیریت متمرکز: با جداسازی بخش تصمیم گیرنده از بخش هدایت داده، می توان تجهیزات را به صورت متمرکز کنترل کرد. اما این مزیت خود یک عیب بزرگ نیست به شمار می رود. در صورتی که کنترل کننده مرکزی به هر دلیلی از دسترس خارج شود، تمام شبکه از کار خواهد افتاد. راه حل این مشکل، توسط پیاده سازی دسته ای<sup>۱</sup> از کنترل کننده به منظور ایجاد قابلیت اطمینان در شبکه است.
- پایداری بالا: پایداری بالا، یکی از عوامل اصلی در اطمینان از عملکرد مناسب و مداوم شبکه است. با وجود قابلیت هایی نظیر تغییرات آنی و مدیریت مرکزی، شبکه های مبتنی بر نرم افزار قادر تشخیص هرگونه اشکال و ناهماهنگی در سطح شبکه و رفع سریع آن با پیدا کردن مسیرهای جایگزین هستند.
- اختصاصی نبودن نرم افزار و سیستم عامل های شبکه (مبتنی بر استانداردهای آزاد و عدم وابستگی به فروشنده تجهیز شبکه): در شبکه های سنتی زمانی که از تجهیزات برندهای مختلف استفاده می شد، نرم افزار و سیستم عامل های آن نیز اختصاص به همان برند خاص داشت و این باعث مختلف شدن پیکربندی های یکسان

<sup>۱</sup> Cluster



شکل ۱-۲: نمایی از اجزاء تشکیل دهنده شبکه های مبتنی بر نرم افزار

در برندهای متفاوت می شود. با ظهور پدیده شبکه های مبتنی بر نرم افزار، این مرز بین برندها برداشته شده و تمام تجهیزات با زبانی مشترک قابل پیکربندی می باشد.

### ۱-۳-۳ اجزاء تشکیل دهنده معماری SDN

با توجه به شکل ۱-۲ یک شبکه مبتنی بر نرم افزار از اجزاء مختلفی تشکیل شده است که در ادامه به شرح وظایف هر یک از بخش ها می پردازیم.

#### ۱-۳-۱ لایه زیرساخت

لایه زیرساخت<sup>۱</sup>، مجموعه ای از تجهیزات شبکه مانند سوئیچ ها، مسیریاب ها و سرورها هستند که وظیفه هدایت ترافیک شبکه را عهده دار می باشند. این لایه در واقع لایه فیزیکی کنترل شده توسط کنترلرهای SDN است.

#### ۱-۳-۲ ارتباط جنوبی

ارتباط جنوبی<sup>۲</sup> که بین لایه زیرساخت و لایه کنترل قرار دارد یکی از مهم ترین بخش های معماری SDN می باشد. از جمله این پروتکل ها می توان به OpenFlow، Netconf و OVSDb اشاره کرد. ما در این پروژه به

<sup>۱</sup>Infrastructure Layer

<sup>۲</sup>SouthBound Interface (SBI)



بررسی اجمالی پروتکل OpenFlow و قابلیت‌های نسخه‌ی جدید آن می‌پردازیم.

### ۱-۳-۳ لایه کنترل

لایه کنترل<sup>۱</sup> در واقع هسته اصلی تصمیم‌گیری‌های شبکه و مغز متفکر آن می‌باشد. بخش اعظم فعالیت شرکت‌های تولید کننده راهکارهای شبکه مبتنی بر نرم‌افزار، اختصاص به ساخت و توسعه کنترل کننده‌ها و بسترهای نرم افزاری این لایه دارد. در این لایه، وظیفه مهم تصمیم‌گیری نحوه هدایت بسته‌ها، جمع‌آوری اطلاعات شبکه، وضعیت هر یک از بخش‌ها، جزئیات توپولوژی، وضعیت آماری بخش مختلف و غیره با برنامه ریزی لایه زیرساخت توسط ارتباط جنوبی انجام می‌شود.

### ۱-۳-۴ ارتباط شمالی

ارتباط شمالی<sup>۲</sup> که بین لایه کنترل و لایه برنامه کاربردی قرار دارد وظیفه ایجاد بستر ارتباطی به منظور برنامه ریزی کنترل کننده به عهده دارد. از جمله مهم ترین پروتکل‌های ارتباط شمالی میتوان به REST API اشاره نمود.

### ۱-۳-۵ لایه برنامه کاربردی

لایه برنامه کاربردی<sup>۳</sup>، محلی برای اجرای برنامه‌های کاربردی است. این برنامه‌ها با استفاده از اطلاعاتی که توسط لایه کنترل کننده به آن‌ها داده می‌شود اقدام به ایجاد تغییرات در شبکه و مسیرها می‌کنند. از نمونه‌های این برنامه‌ها می‌توان به اتوماسیون شبکه<sup>۴</sup>، مدیر و پیکربندی شبکه<sup>۵</sup>، پایش وضعیت شبکه<sup>۶</sup>، عیب یابی شبکه<sup>۷</sup> و امنیت شبکه<sup>۸</sup> اشاره کرد.

## ۴-۱ ساختار گزارش

در این گزارش هدف، بررسی ویژگی‌های جدید پروتکل Openflow است. در فصل اول توضیحات جامعی در مورد پروتکل Openflow و نحوه عملکرد آن در معماری SDN داده می‌شود. سپس در فصل دوم ویژگی‌های اضافه شده به نسخه OF1.5 مورد بررسی قرار می‌گیرد.

<sup>1</sup>Control Layer

<sup>2</sup>NorthBound Interface (NBI)

<sup>3</sup>Application Layer

<sup>4</sup>Network Automation

<sup>5</sup>Network Configuration and Management

<sup>6</sup>Network Monitoring

<sup>7</sup>Network Troubleshooting

<sup>8</sup>Network Security

فصل دوم

**Openflow** پروتکل

فصل سوم

ویژگی‌های نسخه جدید Openflow

## مراجع

- [1] Open Networking Foundation, *OpenFlow Switch Specification, Version 1.5.1 (Protocol version 0x06)*, 2015
- [2] Open Networking Foundation: SDN Definition,  
<https://opennetworking.org/sdn-definition>, 2021
- [3] William Stallings, *Foundation of Modern Networking, 1st Edition*, 2015
- [4] Software-Defined Networks: A Systems Approach,  
<https://sdn.systemsapproach.org>, 2021