

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه اصفهان  
دانشکده فنی و مهندسی  
گروه مهندسی کامپیوتر

**پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار**

**مدیریت پویای منابع برای زیرساخت بصورت سرویس در محیط ابری**

استاد راهنما:  
دکتر کامران زمانی فر

پژوهشگر:  
محمد رضوی

مهر ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی مهندسی

گروه کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته کامپیوتر گرایش نرم افزار  
آقای محمد رضوی تحت عنوان

مدیریت پویای سازگار منابع برای زیرساخت بصورت سرویس در محیط ابری

در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۳۰ توسط داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر کامران زمانی فر با مرتبه علمی دانشیار

۲- استاد داور داخل گروه دکتر محمد رضا خیام باشی با مرتبه علمی استادیار

۳- استاد داور خارج از گروه دکتر بهروز شاهقلی با مرتبه علمی استادیار

امضای مدیر گروه

## چکیده

محاسبات ابری یک مدل محاسباتی بر مبنای شبکه‌های عظیم کامپیوتری مانند اینترنت است که روشی برای دسترسی سریع و آسان به سرویس‌های مختلف محاسباتی فراهم می‌کند. این سرویس‌ها شامل نرم‌افزار، سخت‌افزار و بطور کلی تمامی نیازهای محاسباتی کاربران می‌شود.

زیرساخت بصورت سرویس به عنوان لایه پایین محاسبات ابری بطور وسیعی در صنعت بکارگرفته شده است. این بخش از ابر، با بهره برداری از ماشین مجازی امکانات گسترده‌ای برای انواع مختلف محاسبات فراهم کرده است. ماشین مجازی یک نهاد مستقل محاسباتی در اختیار مصرف کننده قرار می‌دهد. به این ترتیب کاربر ابر می‌تواند سیستم‌عامل دلخواه خود را بکار گیرد. نرم‌افزارهای کاربردی خود را نصب نماید و داده‌های مورد نیازش را از طریق ارتباطات شبکه‌ای منتقل کند.

کاربر زیرساخت بصورت سرویس، می‌تواند هنگام نیاز به منابع محاسباتی بیشتر، تعداد ماشین‌های مجازی بکار گرفته شده در ابر را افزایش دهد. در صورت عدم نیاز نیز با ارسال یک درخواست به مدیر ابر این تعداد کاهش می‌یابد. این مدل افزایش/کاهش مبتنی بر تقاضای ماشین مجازی، با وجود کارایی بالا به خودی خود یک راه حل عمومی برای توزیع بار بین ماشین‌ها ارائه نمی‌کند. به همین دلیل تا کنون روش‌های مختلفی برای ارائه یک راه حل کلی برای تغییر مقیاس در ابر پیشنهاد شده است. به عنوان مثال می‌توان به توزیع بار در لایه نرم‌افزار یا همانند سازی ماشین‌های مجازی به عنوان دو راه حل پیشنهاد شده اشاره کرد.

روش استفاده شده در این پژوهش تغییر مقیاس منابع تخصیص یافته شده به ماشین مجازی بصورت برخط می‌باشد. در روش تغییر مقیاس منابع، بجای افزایش یا کاهش تعداد ماشین‌های مجازی در ابر، منابع محاسباتی تخصیص داده شده به یک ماشین مجازی افزایش یا کاهش می‌یابد. به این ترتیب بدون نیاز به دخالت مستقیم کاربر برای توزیع بار، امکان تغییر مقیاس منابع فراهم می‌شود. این کار باعث می‌شود تا بتوان نرم‌افزارهای سنتی که نیازهای محاسباتی متغیری دارند ولی هنوز امکان اجرای توزیع شده آنها فراهم نشده است را نیز در یک محیط با امکانات تغییر مقیاس بکار گرفت. این روش، جایگزینی برای روش افزایش یا کاهش تعداد ماشین‌های مجازی نیست، بلکه در کنار آن و با افزایش انتخاب‌های کاربر، هزینه‌ها مجدداً کاهش پیدا می‌کنند و در نهایت، ایده «پرداخت بر اساس استفاده» ابر بهتر فراهم می‌شود.

نتایج آزمایش‌های عملی مختلف در پیاده‌سازی صورت گرفته برای این کار پژوهشی نشان می‌دهد که استفاده از تغییر مقیاس ابر می‌تواند در بسیاری از کاربردها قابل انجام باشد. اضافه شدن مهاجرت ماشین مجازی به عملیات می‌تواند انعطاف پذیری بیشتری به ابر دهد و در مجموع نیز هزینه‌ها کاهش پیدا می‌کنند.

**واژگان کلیدی:** زیرساخت بصورت سرویس، محاسبات ابری، مدیریت پویای منابع، مجازی‌سازی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف.....	فهرست مطالب
ث.....	فهرست شکل‌ها
ج.....	فهرست جدول‌ها

### فصل اول: معرفی

۱.....	۱-۱ مقدمه
۲.....	۱-۲ اهمیت موضوع و انگیزه‌ها
۴.....	۱-۳ معماری ابر
۸.....	۱-۴ بیان مسئله و مشکلات تحقیقاتی
۱۰.....	۱-۵ اهداف تحقیق
۱۱.....	۱-۶ روش انجام تحقیق
۱۲.....	۱-۷ ساختار پایان‌نامه

### فصل دوم: کارهای انجام شده

۱۴.....	۲-۱ مقدمه
۱۴.....	۲-۲ پژوهش‌های پیشین
۱۵.....	۲-۲-۱ روش‌ها و محیط‌ها
۱۸.....	۲-۲-۲ کاربردها
۲۰.....	۲-۲-۳ محاسبات انعطاف‌پذیر
۲۳.....	۲-۳ پیاده‌سازی‌های زیرساخت بصورت سرویس
۲۴.....	۲-۳-۱ مدیر ماشین مجازی

۲-۳-۲ ابر عمومی آمازون .....	۲۷
۳-۳-۲ ابر عمومی پارس پک .....	۲۸
۴-۳-۲ ابر خصوصی او کالیتوس .....	۲۹
۴-۲ جمع بندی .....	۳۳

### فصل سوم: گسترش معماری ابر

۱-۳ مقدمه .....	۳۵
۲-۳ مشوقها و مشکلات .....	۳۶
۳-۳ منابع مقیاس پذیر ماشین مجازی در زیرساخت ابر .....	۳۸
۱-۳-۳ منابع محاسباتی .....	۳۹
۲-۳-۳ منابع شبکه .....	۴۲
۳-۳-۳ منابع ذخیره دائم داده .....	۴۴
۴-۳ خصوصیات مدیر منابع ماشین مجازی .....	۴۵
۱-۴-۳ پارامترهای مؤثر در سیستم .....	۴۵
۲-۴-۳ نحوه عملکرد سیستم .....	۵۷
۳-۴-۳ تعامل با کاربر زیرساخت ابر .....	۶۲
۵-۳ اجزای سیستم .....	۶۴
۶-۳ جمع بندی .....	۷۲

## فصل چهارم: پیاده‌سازی

۷۴	۱-۴ مقدمه .....
۷۴	۲-۴ محیط پیاده سازی .....
۷۷	۳-۴ مدیر ذخیره‌سازی .....
۷۸	۱-۳-۴ اشتراک دیسک .....
۸۰	۴-۴ مدیر گره .....
۸۰	۱-۴-۴ مدیر ماشین مجازی .....
۸۲	۲-۴-۴ تغییر مقیاس ماشین مجازی .....
۸۴	۳-۴-۴ مهاجرت ماشین مجازی .....
۸۵	۵-۴ مدیر خوشه .....
۸۶	۱-۵-۴ مدیر پویای منابع .....
۸۷	۶-۴ مدیر ابر .....
۸۸	۷-۴ جمع‌بندی .....

## فصل پنجم: ارزیابی و نتایج حاصله

۸۹	۱-۵ مقدمه .....
۸۹	۲-۵ ابزارها .....
۹۳	۲-۵ تغییر مقیاس حافظه .....
۹۵	۳-۵ تغییر مقیاس پردازنده .....
۱۰۰	۴-۵ انواع تغییر مقیاس در زیرساخت ابر .....



صفحه

عنوان

۵-۵ تأثیرات مهاجرت بر تغییر مقیاس منابع ..... ۱۰۸

۵-۶ جمع‌بندی ..... ۱۱۲

### فصل ششم: نتیجه‌گیری و راه‌کارهای آینده

۶-۱ نتیجه‌گیری ..... ۱۱۴

۶-۲ راه‌کارهای آینده ..... ۱۱۷

فهرست منابع ..... ۱۲۰

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ نمای کلی ابر .....
۴	شکل ۲-۱ میزان ترافیک یک وبسایت .....
۵	شکل ۳-۱ معماری چند لایه‌ای ابر .....
۷	شکل ۴-۱ مجازی سازی .....
۱۸	شکل ۱-۲ دو سناریو معمول در ابر .....
۲۲	شکل ۲-۲ عمل fork برای ایجاد یک کپی از پروسه .....
۲۲	شکل ۳-۲ چهار روش مختلف برنامه‌نویسی موازی .....
۲۹	شکل ۴-۲ فرم تنظیم مشخصات ماشین مجازی در ابر پارس‌پک .....
۳۱	شکل ۵-۲ معماری کلی اوکالیپتوس .....
۳۹	شکل ۱-۳ انواع منابع مقیاس‌پذیر ماشین مجازی در ابر .....
۶۳	شکل ۲-۳ مدیریت پویای منابع از دید کاربر ابر .....
۶۴	شکل ۳-۳ تعیین سیاست مهاجرت در ابر .....
۶۷	شکل ۴-۳ معماری کلی در یک نگاه .....
۶۹	شکل ۵-۳ مدیریت پویای منابع از دید فراهم‌کننده ابر .....
۷۲	شکل ۶-۳ پارامترهای مؤثر در مهاجرت ماشین مجازی در هر خوشه از ابر .....
۷۷	شکل ۱-۴ نمای کلی محیط پیاده‌سازی شده .....
۸۳	شکل ۲-۴ تغییر نگاشت پردازنده‌های مجازی .....
۸۷	شکل ۳-۴ نحوه عملکرد مدیر پویای منابع .....
۹۴	شکل ۱-۵ زمان پاسخ در حالت منابع ثابت .....
۹۵	شکل ۲-۵ زمان پاسخ آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس حافظه .....
۹۶	شکل ۳-۵ مصرف حافظه در آزمایش تغییر مقیاس پردازنده .....
۹۷	شکل ۴-۵ مصرف (نرمال شده) پردازنده در آزمایش تغییر مقیاس پردازنده .....

- شکل ۵-۵ زمان پاسخ در آزمایش تغییر مقیاس پردازنده..... ۹۸
- شکل ۵-۶ هزینه در آزمایش تغییر مقیاس پردازنده به تبعیت از مدل قیمت..... ۹۹
- شکل ۵-۷ میزان مصرف منبع مجازی در آزمایش تغییر مقیاس پردازنده..... ۱۰۰
- شکل ۵-۸ مصرف حافظه در آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس..... ۱۰۲
- شکل ۵-۹ مصرف پردازنده (نرمال شده) در آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۰ مصرف پردازنده و مصرف میزان حافظه در آزمایش تغییر مقیاس..... ۱۰۴
- شکل ۵-۱۱ زمان پاسخ در آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۲ میزان مصرف منابع مجازی در آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۳ هزینه در آزمایش‌های مختلف تغییر مقیاس با تبعیت از مدل قیمت..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۴ میزان مصرف حافظه در آزمایش تأثیرات مهاجرت..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۵ میزان (نرمال شده) مصرف پردازنده در آزمایش تأثیرات مهاجرت..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۶ تعداد پردازنده‌های مجازی تخصیص داده شده در آزمایش تأثیرات مهاجرت..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۷ زمان پاسخ در آزمایش‌های تأثیرات مهاجرت..... ۱۱۱
- شکل ۵-۱۸ میزان مصرف منابع مجازی در آزمایش‌های تأثیرات مهاجرت..... ۱۱۱
- شکل ۵-۱۹ هزینه در آزمایش‌های تأثیرات مهاجرت با تبعیت از مدل قیمت..... ۱۱۲

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ چند نمونه از توابع کتابخانه libvirt.....	۲۵
جدول ۲-۲ چند نمونه از توابع API ابر عمومی آمازون.....	۲۸
جدول ۱-۴ مشخصات سخت‌افزاری ماشین‌های ابر.....	۷۵
جدول ۲-۴ مشخصات نرم‌افزاری ماشین‌های ابر.....	۷۵
جدول ۱-۵ هزینه اجاره ماشین مجازی در ابر پارس‌پک.....	۹۲
جدول ۲-۵ هزینه اجاره ماشین مجازی در ابر EC2 آمازون.....	۹۲
جدول ۳-۵ نتایج تغییر مقیاس حافظه.....	۹۵

## فصل اول

### معرفی

#### ۱ - ۱ مقدمه

محاسبات ابری<sup>۱</sup> یک مدل محاسباتی بر مبنای شبکه‌های عظیم کامپیوتری مانند اینترنت است که یک الگوی جدید برای عرضه و تقاضای سرویس‌های مختلف محاسباتی فراهم می‌کند. این سرویس‌ها شامل نرم‌افزار، سخت‌افزار و بطور کلی تمامی نیازهای محاسباتی کاربران می‌شود.

تعریف‌های زیادی از ابر شده است. به عنوان نمونه می‌توان ابر را چنین تعریف نمود: «مجموعه‌ای از منابع محاسباتی قابل تغییر و پیکربندی (مثل: شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) که از طریق شبکه و بر اساس تقاضا در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. دسترسی کاربر باید به سرعت و بدون دخالت مستقیم فراهم کننده سرویس صورت گیرد».

در واقع مفهوم ابر<sup>۲</sup> کلی‌تر از محاسبات ابری است. محاسبات ابری شامل مدل عرضه و تقاضا در شبکه اینترنت می‌شود ولی ابر خصوصی<sup>۳</sup> را در بر نمی‌گیرد. ابر خصوصی از نظر ساختار بسیار مشابه ابر عمومی در محاسبات ابری است ولی در اختیار یک سازمان خاص قرار دارد. به عبارت دیگر مفهوم ابر شامل هر معماری عرضه و تقاضا برای خدمات محاسباتی می‌شود و الزامی بر وجود یک بستر عظیم مانند اینترنت وجود ندارد.

---

<sup>1</sup> Cloud Computing

<sup>2</sup> Cloud

<sup>3</sup> Private Cloud

محاسبات ابری، خدماتش را به شیوه صنایع همگانی ارائه می‌کند. به این معنی که دسترسی به منابع به صورت یک خدمت و در زمان تقاضا بر اساس نیاز مشتری به او تحویل داده می‌شود. مؤسسه ملی فناوری و استانداردهای امریکا (NIST) محاسبات ابری را به این شکل تعریف می‌کند [۶۲]: «محاسبات ابری مدلی است برای امکان پذیر شدن دسترسی شبکه به مجموعه‌ای از منابع قابل پیکربندی (مثل شبکه‌ها، سرورها، منابع ذخیره‌سازی، کاربردها و خدمات). این دسترسی باید بصورت فراگیر<sup>۱</sup>، راحت و بر اساس تقاضا<sup>۲</sup> باشد. این منابع به سرعت و با کمترین هزینه مدیریتی و یا دخالت فراهم کننده خدمت تخصیص می‌یابند یا آزاد می‌شوند.»

بنابراین یکی از ویژگی‌های اصلی محاسبات ابری فراگیر بودن آن می‌باشد. این مسئله حتی باعث شده عده‌ای، مفهوم اینترنت و ابر را نزدیک به هم دانسته بطوری که گاهی می‌بینیم برای به تصویر کشیدن اینترنت نیز از شکل ابر استفاده می‌شود.

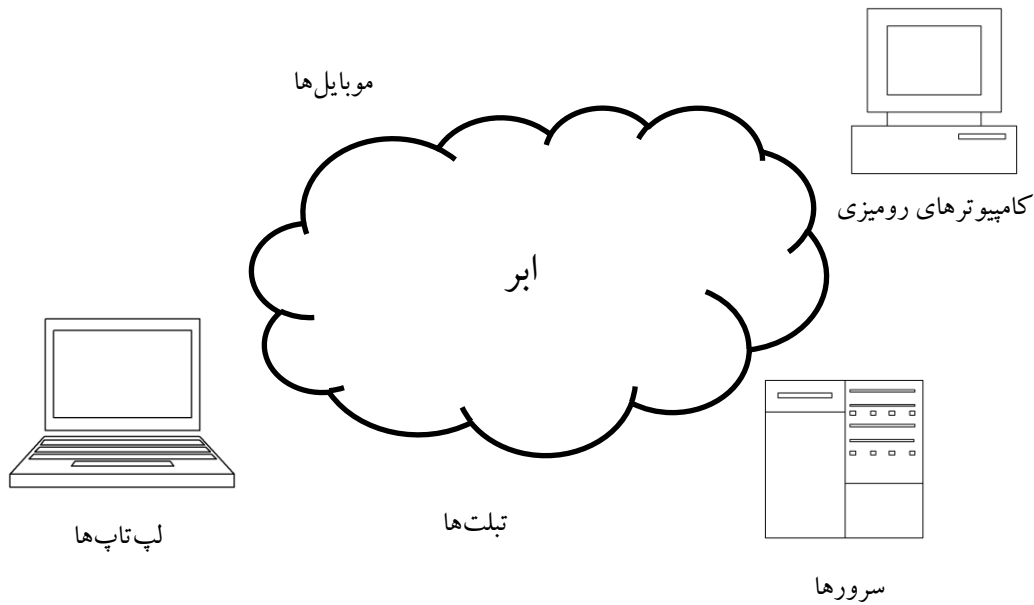
در واقع واژه «ابر» واژه‌ای است استعاری که به مفهوم اینترنت اشاره می‌کند. البته دلیل مهم دیگری نیز برای تشبیه اینترنت به ابر وجود دارد. اینترنت نیز مانند ابر جزئیات فنی‌اش را از دید کاربر نهایی پنهان می‌کند. در این مدل، ابر بین کاربر و منابع محاسباتی مورد نیازش قرار می‌گیرد. کاربر، خدمات مورد نیازش را دریافت می‌کند، بدون آنکه اطلاعی در مورد جزئیات فراهم شدن خدمات داشته باشد.

## ۱ - ۲ اهمیت موضوع و انگیزه‌ها

امروزه استفاده از خدمات ابری گسترش چشمگیری یافته است بطوری که تمام کاربران اینترنت از فراهم کننده اطلاعات و صاحبان وب سایت‌ها تا کاربر نهایی، همه به نوعی از این خدمات استفاده می‌کنند. هر کس با توجه به نیاز خود، از لایه‌ای از ابر استفاده می‌کند. همانطور که شکل ۱-۱ نشان می‌دهد، ابر که فراهم کننده منابع محاسباتی است در مرکز قرار می‌گیرد. سرورها، کامپیوترهای رومیزی، کامپیوترهای قابل حمل و ... بنابر نیاز خود می‌توانند از این منابع استفاده کنند.

<sup>1</sup> Ubiquitous

<sup>2</sup> On-demand



شکل ۱-۱ نمای کلی ابر

اما دلیل فراگیری ابر، همانطور که در تعریف NIST نیز اشاره شده است، می‌تواند راحتی و سرعت بالای دسترسی به خدمات باشد. اما بدون شک، دلیل مهم دیگر گسترش روز افزون خدمات ابری، مدل قیمت گذاری و کاهش هزینه‌ها هنگام استفاده از این خدمات می‌باشد. این طرز فکر، یکی از پایه‌ای‌ترین مفاهیم ابر را تشکیل می‌دهد و به ایجاد یک مدل تجاری منجر شده که در اصطلاح «پرداخت بر اساس استفاده»<sup>۱</sup> نامیده می‌شود.

یک سناریوی معروف که اهمیت مدل پرداخت بر اساس استفاده را نشان می‌دهد در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. نمودار رسم شده در این شکل تغییرات ترافیک یک وب سایت یک شرکت انتشاراتی<sup>۲</sup> را نشان می‌دهد. مسلم است که صاحب این وب سایت در ساعات اداری به نسبت دیگر اوقات، به منابع محاسباتی بسیار بیشتری نیاز دارد. با وجود چنین ترافیکی، آیا لازم است که یک مرکز داده<sup>۳</sup> با توانایی گرداندن حداکثر میزان ترافیک رسم شده در این نمودار، بصورت ۲۴ ساعته در هفت روز هفته فعال باشد؟ این سناریو به اشکال مختلف در محیط‌های متفاوت تکرار می‌شود و در چنین شرایطی است که خدمات ابری با مدل پرداخت بر اساس استفاده اهمیت بالایی پیدا می‌کند.

<sup>1</sup> pay-per-use

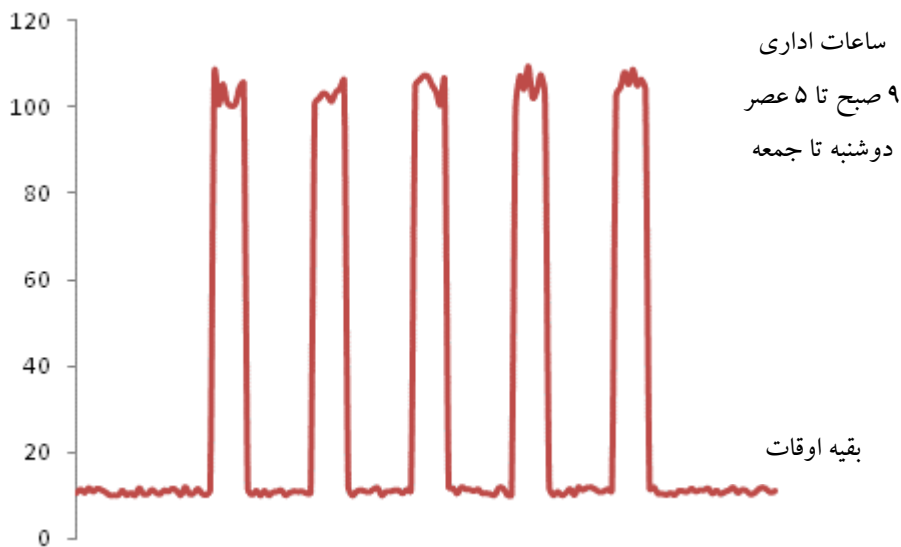
<sup>2</sup> forbes.com

<sup>3</sup> Data Center

### ۱-۳ معماری ابر

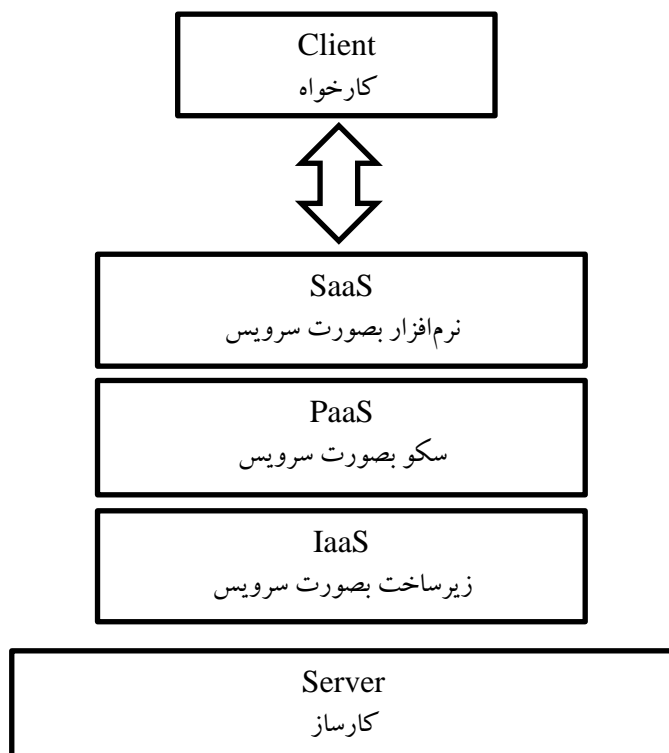
برای شناخت مسئله بررسی شده در این پژوهش لازم است، معماری ابر دقیقتر بررسی شود. معمولاً از یک مدل چند لایه‌ای برای معرفی خدمات ابری استفاده می‌شود. مزیت بزرگ این معماری چند لایه‌ای، امکان ایجاد یک سیستم مستقل عرضه بر اساس تقاضا در هر لایه از این معماری می‌باشد به طوری که هر لایه می‌تواند خدمات مورد نیازش را درست بر اساس مدل تعریف شده توسط NIST و در زمان نیاز از لایه پایین‌تر تحویل بگیرد.

در تعاریف مختلف، برای خدمات ابری لایه‌های مختلفی برشمرده می‌شود. اما سه لایه اصلی که در شکل ۱-۳ نشان داده شده‌اند، مورد قبول اکثریت می‌باشند [۳۰]. در ادامه نقش هر لایه در ابر بررسی شده است.



شکل ۱-۲ میزان ترافیک یک وبسایت





شکل ۱-۳ معماری چند لایه‌ای ابر

## ۱ - نرم افزار بصورت سرویس<sup>۱</sup> (SaaS)

به تحویل نرم افزارهای کاربردی فراهم کننده به مصرف کننده، نرم افزار بصورت سرویس گفته می شود. این نرم افزارها که بر روی زیرساخت ابر اجرا می شوند از طریق یک رابط کارخواه سبک<sup>۲</sup> از جمله مرورگر وب (مثل یک برنامه ایمیل تحت وب) یا یک رابط برنامه‌ای<sup>۳</sup> به کاربر نهایی تحویل داده می شوند. مصرف کننده، زیرساخت ابر فراهم شده مثل شبکه، سرورها یا سیستم عامل را مدیریت یا کنترل نمی کند. وی تنها ممکن است بطور محدود، اختیارات پیکربندی یا تنظیمات آن برنامه کاربردی خاص را داشته باشد.

## ۲ - سکو بصورت سرویس<sup>۴</sup> (PaaS)

به فراهم کردن توانایی توسعه نرم افزار و کاربردهای تحت وب در زیرساخت ابر، سکو بصورت سرویس گفته می شود. در این لایه، فراهم کننده ابر با برآورده کردن سکوهای برنامه نویسی، کتابخانه‌ها، ابزارها و دیگر

<sup>۱</sup> Software as a Service

<sup>۲</sup> thin client

<sup>۳</sup> program interface

<sup>۴</sup> Platform as a Service

خدمات، امکان ایجاد، توسعه و اجرای این برنامه‌ها را برای مصرف کننده فراهم می‌کند. در اینجا نیز مصرف کننده کنترل و مدیریتی بر روی شبکه، سرورها و یا سیستم عامل زیرساخت ندارد ولی می‌تواند برنامه‌های مورد نظر خود را در سکوی فراهم شده به کار گمارد و در صورت لزوم تنظیمات و پیکربندی مربوط به آنها را انجام دهد.

### ۳- زیرساخت بصورت سرویس<sup>۱</sup> (IaaS)

به فراهم کرد توانایی پردازش، ذخیره‌سازی، شبکه و دیگر منابع زیرساختی محاسباتی و تحویل خدمات مربوط به آنها به مصرف کننده، زیرساخت بصورت سرویس گفته می‌شود. این خدمات به مصرف کننده امکان بکار گماشتن هر نرم‌افزار دلخواهی از جمله خود سیستم عامل را در ابر می‌دهد. مصرف کننده توانایی کنترل یا مدیریت زیرساخت فراهم کننده را ندارد ولی کنترل کامل سیستم عامل، ذخیره‌سازی، اجزای شبکه و نرم‌افزارهای بکار گماشته شده را دارا می‌باشد.

زیر ساخت بصورت سرویس با استفاده از تکنولوژی مجازی سازی<sup>۲</sup> و بهره بردن از ماشین‌های مجازی<sup>۳</sup> امکان تحویل منابع سخت‌افزاری را به مصرف کننده می‌دهد. ماشین مجازی می‌تواند یک سیستم عامل میهمان<sup>۴</sup> را بطور کاملاً مستقل بر روی سیستم عامل میزبان<sup>۵</sup> اجرا نماید. در واقع این مدیر ماشین مجازی<sup>۶</sup> است که با استفاده از تکنیکهای مجازی سازی امکان اجرای چندین سیستم عامل میهمان بر روی یک سیستم عامل میزبان که بر روی ماشین فیزیکی (سخت‌افزار حقیقی) اجرا شده است را فراهم می‌کند. به هر کدام از این ماشین‌های مجازی یک نمونه<sup>۷</sup> از ماشین مجازی گفته می‌شود.

شکل ۴-۱ مجازی سازی را در یک نمای کلی نشان می‌دهد. البته مجازی سازی با روش‌ها مختلفی امکان پذیر است. به عنوان مثال در روش برابرسازی نرم‌افزاری<sup>۸</sup> تمام سخت‌افزارهای مورد نیاز برای اجرای

<sup>۱</sup> Infrastructure as a Service

<sup>۲</sup> Virtualization

<sup>۳</sup> Virtual Machine

<sup>۴</sup> Guest Operating System

<sup>۵</sup> Host Operating System

<sup>۶</sup> مدیر ماشین مجازی ترجمه Virtual Machine Manager است که hypervisor نیز نامیده می‌شود. در متون فارسی به دلیل اینکه ترجمه رایجی برای کلمه hypervisor وجود ندارد گاهی از معادل «هایپروایزور» استفاده می‌شود. اما در این نوشته، عبارت «مدیر ماشین مجازی» ترجیح داده شده است.

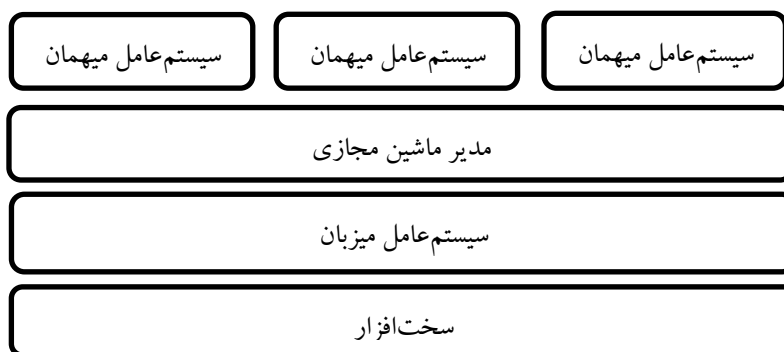
<sup>۷</sup> Virtual machine instance

<sup>۸</sup> Software emulation

سیستم عامل میهمان توسط نرم افزار پیاده سازی می شوند. ولی در روش مجازی سازی سخت افزاری<sup>۱</sup> از امکانات سخت افزار برای ترجمه دستورات ماشین جهت امکان اجرای همزمان چند سیستم عامل کمک گرفته می شود. در روش مجازی سازی سخت افزاری گاهی جای سیستم عامل میزبان و مدیر ماشین مجازی جابجا می شود. در این حالت در شکل ۴-۱ لازم است که جای این دو عنصر جابجا شود.

طبق تعریف NIST، زیرساخت بصورت سرویس می تواند شامل فراهم کردن کلیه امکانات و منابع سخت افزاری باشد. این منابع شامل شبکه (مثل دیوار آتش) و ذخیره سازی نیز می شود. در عمل گاهی فراهم کننده های خدمات ابری بحث ذخیره سازی را از زیر ساخت بصورت سرویس جدا کرده و زیرساخت بصورت سرویس را معادل تحویل ماشین های مجازی می دانند. به عنوان مثال شرکت آمازون امکانات زیرساخت بصورت سرویس ماشین مجازی خود را که EC2<sup>۲</sup> [۵۴] نامیده می شود به عنوان یک خدمت جدا از ذخیره سازی که S3<sup>۳</sup> [۵۵] نامیده می شود، می داند.

با توجه به اینکه تمرکز این کار پژوهشی بر روی منابع پردازشی (حافظه و پردازنده) ماشین های مجازی در زیر ساخت ابر بوده، در ادامه نیز منظور از عبارت «زیرساخت بصورت سرویس» تأکید بر خدمات مربوط به ذخیره سازی و شبکه نبوده است، بلکه بیشتر خود ماشین مجازی و منابع مجازی غیر مستقل آن مثل حافظه و پردازنده مورد نظر بوده است. در فصل سوم، این مسئله بطور دقیقتر بررسی خواهد شد.



شکل ۴-۱ مجازی سازی

<sup>۱</sup> Hardware virtualization

<sup>۲</sup> Amazon Elastic Compute Cloud

<sup>۳</sup> Amazon S3 (Simple Storage Service)

زیرساخت بصورت سرویس به دو شکل بکار گرفته می‌شود<sup>۱</sup>: ابر خصوصی<sup>۲</sup> و ابر عمومی<sup>۳</sup>. در ابر خصوصی، زیرساخت ابر بطور انحصاری برای یک مؤسسه خاص فراهم می‌شود. در این حالت ممکن است خود آن مؤسسه صاحب ابر باشد اما امکان مالکیت ابر توسط شخص ثالث نیز وجود دارد و حتی ممکن است ابر از لحاظ مکانی در جای دیگری واقع شده باشد. در مقابل ابر عمومی برای استفاده عموم مردم عرضه می‌شود. این ابر می‌تواند توسط یک بنگاه تجاری، یک مؤسسه خاص، یک دانشگاه، یک دولت و یا ترکیبی از اینها فراهم شود. البته گاهی در این دسته بندی از ابر ترکیبی<sup>۴</sup> یا ابر مخصوص یک جامعه خاص<sup>۵</sup> نیز نامبرده می‌شود.

## ۱ - ۴ بیان مسئله و مشکلات تحقیقاتی

زیرساخت بصورت سرویس، خدماتش را از طریق تعدادی سرویس به مصرف کنندار ارائه می‌کند. به این ترتیب یک قرار داد بین فراهم کننده ابر و مصرف کننده آن بوجود می‌آید که در اصطلاح قرارداد سطح سرویس<sup>۶</sup> (SLA) نامیده می‌شود [۵۶]. اهمیت این قرارداد در ابر عمومی واضح است چرا که در ابر عمومی فراهم کننده ابر و مصرف کننده آن همواره متمایز از هم می‌باشند. با این وجود همانطور که در فصول بعدی خواهیم دید، این مسئله در ابر خصوصی نیز دیده می‌شود. یک عامل کلیدی در قرارداد سطح سرویس، هدف سطح سرویس<sup>۷</sup> (SLO) است [۵۷]. مشخص کردن اهداف سطح سرویس، راهی برای اندازه گیری میزان کارایی خدماتی که در اختیار مصرف کننده ابر قرار گرفته است، ایجاد می‌کند. به این ترتیب می‌توان از بوجود آمدن عدم تفاهم میان فراهم کننده زیرساخت ابر و مصرف کننده آن جلوگیری به عمل آورد.

مهمترین ویژگی زیرساخت بصورت سرویس که می‌تواند هر مصرف کننده‌ای را به استفاده از یک ابر خصوصی یا عمومی تشویق کند امکان مقیاس پذیری<sup>۸</sup> آن می‌باشد. در زیرساخت ابر، مصرف کننده هر لحظه که مایل باشد دستور ایجاد یک ماشین مجازی با مشخصات سخت افزاری دلخواه را از فراهم کنندار درخواست می‌کند. علاوه بر این، در صورتی که نیاز به منابع پردازشی در زمان خاصی افزایش یابد، کاربر ابر می‌تواند به

<sup>۱</sup> بقیه لایه‌های محاسبات ابری نیز به همین اشکال مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما اینجا تأکید بیشتر بر زیرساخت بوده است.

<sup>۲</sup> Private cloud

<sup>۳</sup> Public cloud

<sup>۴</sup> Hybrid cloud

<sup>۵</sup> Community cloud

<sup>۶</sup> Service level agreement

<sup>۷</sup> Object level agreement

<sup>۸</sup> Scalability