



# دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم و تحقیقات (تهران)

## Science and Research Branch, Islamic Azad University

### فرم پیشنهاد تحقیق

### رساله دکتری

عنوان تحقیق به فارسی

نام: .....  
 نام خانوادگی دانشجو: .....  
 رشته تحصیلی: مهندسی کامپیوتر  
 سال ورود به مقطع جاری: 90

دانشکده: فنی و مهندسی  
 گروه تخصصی: کامپیوتر  
 گرایش: سیستم‌های نرم افزاری  
 نیمسال ورودی: دوم 90-91

نام و نام خانوادگی استاد (اساتید) راهنما: نام و نام خانوادگی استاد (اساتید) مشاور:

1- ..... 1- .....

2- حداقل یک عضو تمام وقت گروه 2- .....  
 تخصصی باید در مجموعه راهنما و مشاوران باشند

این قسمت توسط حوزه معاونت پژوهشی واحد تکمیل میگردد

تأیید شورای تحقیق:

تاریخ تصویب در شورای گروه: تاریخ دریافت حوزه پژوهشی واحد:

تاریخ تصویب در شورای پژوهشی دانشکده: تاریخ تصویب در حوزه پژوهشی واحد:

تأیید مدیر کل پژوهشی

تأیید کارشناس پژوهشی

تأیید معاون پژوهشی

تأیید دفتر امور پژوهشی

## به نام خدا

**توجه:** لطفاً این فرم با مساعدت و هدایت استاد راهنما تکمیل شود.

### 1- اطلاعات مربوط به دانشجو:

نام: ..... نام خانوادگی: ..... شماره دانشجویی: .....  
مقطع: دکتری رشته تحصیلی: مهندسی کامپیوتر گروه تخصصی: کامپیوتر  
گرایش: سیستم‌های نرم افزاری نام دانشکده: فنی و مهندسی سال ورود به مقطع جاری: 1390  
نیمسال ورودی: دوم 90-91  
آدرس پستی در تهران -- آدرس پستی در شهرستان: ..... یاس - واحد 8 تلفن ثابت محل سکونت:  
..... 0833 تلفن همراه: ..... پست الکترونیک: i.....

### 2- اطلاعات مربوط به استاد راهنما:

#### تذکرات:

- دانشجویان دوره کارشناسی می‌توانند یک استاد راهنما و حداکثر دو استاد مشاور و دانشجویان دوره دکتری حداکثر تا دو استاد راهنما و دو استاد مشاور می‌توانند انتخاب نمایند.
- در صورتی که اساتید راهنما و مشاور **مدعو** می‌باشند، لازم است سوابق تحصیلی، آموزشی و پژوهشی کامل ایشان (رزومه کامل) شامل فهرست پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و رساله‌های دکتری دفاع شده و یا در حال انجام که اساتید مدعو، راهنمایی و یا مشاوره آنرا بر عهده داشته‌اند، **به همراه مدارک** مربوطه و همچنین آخرین حکم کارگزینی (حکم هیأت علمی) ضمیمه گردد.
- اساتید راهنما و مشاور موظف هستند قبل از پذیرش پروپوزال، به سقف ظرفیت پذیرش خود توجه نموده و در صورت تکمیل بودن ظرفیت پذیرش، از ارسال آن به دانشکده و حوزه پژوهشی و یا در نوبت قرارداد و ایجاد وقفه در کار دانشجویان جداً پرهیز نمایند.

### اطلاعات مربوط به استاد راهنمای اول:

نام و نام خانوادگی: .....  
آخرین مدرک تحصیلی \_\_\_\_\_: دکتری تخصصی دانشگاهی  
حوزوی

عضو هیأت علمی دانشگاه رازی کرمانشاه

تخصص اصلی: شبکه کامپیوتری، پردازش سریع رتبه دانشگاهی (مرتبه علمی): استادیار تلفن

همراه: .....5459 تلفن منزل یا محل کار: .....5 نام و نام خانوادگی به زبان انگلیسی: i.....

نحوه همکاری با واحد علوم و تحقیقات:

تمام وقت  نیمه وقت  مدعو

### اطلاعات مربوط به استاد راهنمای دوم:

نام و نام خانوادگی: .....  
آخرین مدرک تحصیلی \_\_\_\_\_: دکتری تخصصی دانشگاهی  
حوزوی

عضو هیأت علمی .....

تخصص اصلی: ..... (تحقیق در عملیات) رتبه دانشگاهی (مرتبه علمی): استادیار

تلفن همراه: ..... تلفن منزل یا محل کار: 0..... نام و نام خانوادگی به زبان انگلیسی:

نحوه همکاری با واحد علوم و تحقیقات:

تمام وقت  نیمه وقت  مدعو

### اطلاعات مربوط به استاد مشاور اول:

نام و نام خانوادگی: .....  
آخرین مدرک تحصیلی \_\_\_\_\_: دکتری تخصصی دانشگاهی  
حوزوی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تخصص اصلی: پردازش و کدینگ ویدئو رتبه دانشگاهی (مرتبه علمی): دانشیار تلفن همراه: 09125139351

تلفن منزل یا محل کار: .....-021 نام و نام خانوادگی به زبان انگلیسی: 1.....

نحوه همکاری با واحد علوم و تحقیقات:

تمام وقت  نیمه وقت  مدعو

### اطلاعات مربوط به استاد مشاور دوم:

نام و نام خانوادگی:.....آخرین مدرک تحصیلی دانشگاهی \_\_\_\_\_  
 عضو هیأت علمی دانشگاه .....  
 تخصص اصلی:..... رتبه دانشگاهی (مرتبه علمی): ..... تلفن همراه:  
 تلفن منزل یا محل کار:..... نام و نام خانوادگی به زبان انگلیسی:.....  
 نحوه همکاری با واحد علوم و تحقیقات:  
 تمام وقت       نیمه وقت       مدعو

#### 4- اطلاعات مربوط به رساله:

الف - عنوان تحقیق

1- عنوان به زبان فارسی.....

2- عنوان

به زبان انگلیسی/(آلمانی، فرانسه، عربی):

**تذکره:** صرفاً دانشجویان رشته‌های زبان آلمانی، فرانسه و عربی مجازند عنوان رساله خود را به زبان مربوطه در این بخش درج نمایند و برای بقیه دانشجویان، عنوان بایستی به زبان انگلیسی ذکر شود.  
 به معادل بودن عنوان فارسی و انگلیسی دقت شود

ب - تعداد واحد رساله: 24

ج - بیان مسأله اساسی تحقیق به طور کلی (شامل تشریح مسأله و معرفی آن، بیان جنبه‌های مجهول و مبهم، بیان متغیرهای مربوطه و منظور از تحقیق):

در سال‌های اخیر محاسبات ابری<sup>1</sup> با ارائه سرویس‌ها روی اینترنت و دیدگاه پرداخت براساس استفاده<sup>2</sup>، روز به روز بیشتر مورد توجه مراکز دانشگاهی، تجاری و صنعتی قرار گرفته است. محاسبات ابری با استفاده از تکنولوژی مجازی‌سازی<sup>3</sup> و میزبانی چندین ماشین مجازی روی یک ماشین فیزیکی بهره‌وری از منابع را افزایش داده است. علاوه بر تکنولوژی مجازی‌سازی قابلیت انعطاف<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Cloud Computing

<sup>2</sup> Pay-Per-Use

<sup>3</sup> Virtualization Technology

<sup>4</sup> Flexibility

کشسانی<sup>1</sup>، قدرت محاسباتی و منابع ذخیره‌سازی نامحدود از دیگر ویژگی‌های مهم ابر هستند. مدیریت منابع در محیط ابر به دلیل مقیاس بزرگ مراکز داده<sup>2</sup>، ناهمگنی منابع، نیاز کاربردها برای دسترسی به منابع متفاوت جهت اجرا، متغیر و غیرقابل پیش‌بینی بودن بار کاری ابرها و اهداف متفاوت بازیگران<sup>3</sup> ابر (فراهم‌کننده ابر، کاربر ابر و کارگزار منابع) یک مسئله پیچیده است [1].

در مدل محاسبات ابری استاندارد کاربر از منابع و سرویس‌های یک مرکز داده استفاده می‌کند. از آنجاکه هر مرکز داده منابع فیزیکی محدودی در اختیار دارد ممکن است در ساعات اوج بار به علت کمبود منابع فیزیکی درخواست جدید کاربر برای دسترسی به منابع رد شود یا کیفیت ارائه سرویس‌ها کاهش یابد. پس از پیدایش محاسبات ابری، ایده اتصال ابرها که میان-ابر<sup>4</sup> نامیده می‌شود برای افزایش کیفیت ارائه سرویس‌ها مطرح شد. میان-ابر ایده اتصال مراکز داده مستقل از یکدیگر را توصیف می‌کند و سیر تکاملی محاسبات ابری را نشان می‌دهد. همان‌طور که اینترنت پس از شکل‌گیری شبکه‌های اولیه مستقل تکامل یافت، میان-ابر نیز آینده مراکز داده را توصیف می‌کند. تا کنون اتحادیه ابر<sup>5</sup> و چند-ابری<sup>6</sup> به عنوان دو مدل اصلی میان-ابر مطرح شده‌اند. اتحادیه ابر یک نوع میان-ابر است که مجموعه‌ای از فراهم‌کنندگان ابر زیرساخت‌های خود را با هدف به اشتراک‌گذاری منابع به یکدیگر متصل می‌کنند. در یک اتحادیه فراهم‌کنندگان ابر برای رسیدن به سود بیشتر و کاهش رد شدن درخواست مشتریان زیرساخت‌های خود را به هم متصل می‌کنند تا بتوانند از منابع یکدیگر برای میزبانی ماشین‌های مجازی استفاده کنند [2].

در مدل‌های میان-ابر انتخاب ابر و نمونه ماشین مجازی مناسب برای کاربر به دلیل تنوع ابرها، نمونه‌های ماشین مجازی و همچنین متفاوت بودن کارایی و قیمت آن‌ها یک مسئله پیچیده است. بنابراین بکارگیری مکانیزم کارگزاری منابع<sup>7</sup> در میان-ابر برای تطبیق نیازهای کاربر با منابع ابرها (نمونه‌های ماشین مجازی) به صورت شفاف از دیدگاه کاربر ضروری به نظر می‌رسد. کارگزاری منابع خود شامل کشف، انتخاب و تخصیص منابع به کاربردها/درخواست کاربر است. در میان-ابر انواع مختلفی از کاربردها مانند کاربردهای وابسته به محاسبات، وابسته به داده، پردازش دسته‌ای<sup>8</sup>، جریان‌های کار علمی<sup>9</sup>، دسته‌وظایف<sup>10</sup> ( )، پردازش تصویر<sup>11</sup> و بازی‌های برخط<sup>12</sup> اجرا می‌شوند که نیازمندی‌ها و معیار کیفیت سرویس آن‌ها متفاوت است [4].

در محاسبات ابری باید مسئله زمانبندی کاربردها با توجه به معماری ابر، اهداف فراهم‌کنندگان ابر، نوع کاربردها و اهداف زمانبندی کاربرد (برآورده شدن مهلت زمانی، محدودیت بودجه، کاهش هزینه اجرای کاربرد، کاهش زمان اتمام و ...) مجدداً حل شود.

تمرکز این تحقیق بر زمانبندی کاربردها با مدل دسته‌وظایف در لایه IaaS<sup>13</sup> در اتحادیه ابر است. در مدل دسته‌وظایف هر کاربرد از وظایف مستقل از یکدیگر تشکیل شده است که ارتباطی بین وظایف وجود ندارد [7]. مسائل گوناگونی در زمینه‌های مختلفی مانند جستجوهای عظیم (مانند شکستن کلید)<sup>14</sup> [8]، محاسبات زیست‌شناسی<sup>15</sup> [9]، تشخیص تومور<sup>1</sup> و پردازش تصویر<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Elasticity

<sup>2</sup> Data Centers

<sup>3</sup> Actors

<sup>4</sup> Inter-Cloud

<sup>5</sup> Cloud Federation

<sup>6</sup> Multi-Cloud

<sup>7</sup> Resource Brokering

<sup>8</sup> Batch Processing

<sup>9</sup> Science Workflows

<sup>10</sup> Bag-of-Tasks(BoTs)

<sup>11</sup> Image Rendering

<sup>12</sup> Online Games

<sup>13</sup> Infrastructure as a service

<sup>14</sup> Massive Searches (Such As Key Breaking)

<sup>15</sup> Computational Biology

[10, 11] به صورت دسته‌وظایف مدل شده‌اند. طبق تحقیق انجام شده بین 34 تا 89 درصد از کارهای پذیرفته شده به سیستم‌های موازی از مدل دسته‌وظایف هستند [12]. در کاربردهای دنیای واقعی مانند Astro (در زمینه ستاره شناسی) و Wien2k (در زمینه شیمی نظری) بخش‌هایی که منشاء گلوگاه کارایی هستند مدل دسته‌وظایف دارند. کاربردهای مدل دسته‌وظایف شامل چندین دسته هستند که هر دسته شامل وظایف همگن است [13]. برای کاربردهای مدل دسته‌وظایف نتایج محاسبه میانگین واریانس زمان<sup>3</sup> اجرای وظایف نشان می‌دهد که وظایف همگن در یک دسته زمان اجرای مشابهی دارند [12]. در این تحقیق نیز فرض می‌شود هر کاربرد با مدل دسته‌وظایف شامل دسته مستقل از وظایف است که در هر دسته وظیفه همگن وجود دارد.

در محاسبات ابری فراهم‌کنندگان ابر و کاربران هر کدام بدنال برآورده شدن اهداف خود هستند که باید اهداف آن‌ها در تخصیص منابع در نظر گرفته شود. از دیدگاه فراهم‌کنندگان ابر قیمت‌گذاری منابع و افزایش سود، از دیدگاه کاربران کاهش هزینه اجرای کاربرد و برآورده شدن کیفیت سرویس مسائل مهمی در تخصیص منابع و زمانبندی کاربردها است. کاهش هزینه کاربرد به معنای اجرای کاربرد با کمترین هزینه ممکن است که این رویکرد به راضی نگه‌داشتن کاربر، حفظ مشتریان ابر و در نهایت افزایش سود ابر کمک می‌کند. افزایش سود ابر و کاهش هزینه اجرای کاربرد به ظاهر دو هدف متضاد هستند اما با زمانبندی مناسب کاربردها از یک طرف کاربر موفق به اجرای کاربرد خود با کمترین هزینه می‌شود و از طرف دیگر ابر با راضی نگه داشتن مشتری و تخصیص منابع به کاربردها (در ازاء دریافت قیمت تعیین شده از سوی ابر برای منابع)، سود خود را افزایش می‌دهد.

زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه اجرا با در نظر گرفتن عواملی مانند زمان اجرای وظایف، اندازه حافظه مورد نیاز و هزینه انتقال داده‌های مورد نیاز کاربرد می‌تواند انجام شود. زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه اجرای آن‌ها بیشتر در ابر ترکیبی [13-16] یا مدل‌های میان-ابر [2, 17-20] مورد توجه قرار گرفته است. در ابر ترکیبی به دلیل محدودیت منابع در زمان اوج بار کاری یا بخاطر برآورده کردن کیفیت سرویس کاربردها در ابر خصوصی، برون‌سپاری کاربردها به سایر ابرها با در نظر گرفتن کاهش هزینه انجام می‌شود. اگر ابر ترکیبی حداقل از یک ابر خصوصی و دو ابر عمومی تشکیل شده باشد، ابر خصوصی برای برون‌سپاری کاربردهای خود می‌تواند ابری را انتخاب کند که هزینه اجرای کاربردها کمینه شود.

در مدل‌های میان-ابر نیز بدلیل تنوع ابرها و نمونه‌های ماشین مجازی (با قیمت و کارایی متفاوت) زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه اجرا هنوز یک مسئله باز<sup>4</sup> است. تمرکز این تحقیق بر زمانبندی کاربردها با مدل دسته‌وظایف با هدف کاهش هزینه اجرای آن‌ها روی اتحادیه ابر است. زمانبندی مورد نظر شامل انتخاب ابر و نمونه‌های ماشین مجازی مناسب روی آن با در نظر گرفتن مهلت زمانی کاربرد است. از دیدگاه معماری، کارگزاری منابع در اتحادیه ابر به دو صورت متمرکز<sup>5</sup> و نظیر به نظیر<sup>6</sup> امکان‌پذیر است [4]. در این تحقیق کارگزاری منابع مبتنی بر مدل متمرکز است و کارگزار اتحادیه مسئول دریافت و تطبیق نیازهای کاربرد با منابع اتحادیه است. کارگزار کاربردها را براساس مهلت زمانی نظیر آن‌ها و با هدف کمینه کردن هزینه اجرا زمانبندی می‌کند. در این تحقیق برای محاسبه هزینه اجرای کاربرد، هزینه استفاده از ماشین‌های مجازی در واحد زمان (ساعت) در نظر گرفته می‌شود. مدل پیشنهادی برای هر دسته‌وظیفه از کاربرد با در نظر گرفتن مهلت زمانی، تعداد وظایف هر دسته و زمان

<sup>1</sup> Tomographic Reconstructions

<sup>2</sup> Image Processing

<sup>3</sup> average coefficient variation (CV)

<sup>4</sup> Open problem

<sup>5</sup> Centralized

<sup>6</sup> Peer-To-Peer

اجرا، نمونه‌ماشین مجازی را انتخاب می‌کند که هزینه اجرای کاربرد حداقل شود. در مدل‌های میان-ابر زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه اجرای آن‌ها و در نظر گرفتن سود انفرادی ابرها می‌تواند انجام شود. در شرایطی که امکان اجرای یک کاربرد با کمترین هزینه ممکن روی دو یا چند ابر در اتحادیه وجود داشته باشد می‌توان متعادل‌سازی تخصیص منابع و در نتیجه سود انفرادی ابرها را در زمانبندی کاربردها در نظر گرفت.

در این تحقیق مسئله زمانبندی دسته‌وظایف در اتحادیه ابر به صورت مدل ریاضی<sup>1</sup> بیان می‌شود. طراحی یک مدل ریاضی مناسب برای یک سیستم واقعی این امکان را فراهم می‌آورد که با توجه به شرایط مدل، از روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی یا روش‌های ابتکاری برای حل مدل استفاده کرد [21, 22]. از طرف دیگر در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه حل و تحلیل نظری مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی صورت گرفته است. بنابراین معرفی یک مدل ریاضی برای مسئله انتخاب منابع در یک اتحادیه ابر، زمینه را برای بکارگیری دسته وسیعی از الگوریتم‌های فوق فراهم می‌سازد. نکته قابل توجه در این راستا این است که علاوه بر روش‌هایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد پیشرفت‌های آتی در زمینه بهینه‌سازی ریاضی منجر به پیشرفت‌های چشمگیری در مسئله انتخاب منابع در اتحادیه ابر خواهد شد.

مدل ریاضی مورد نظر در این تحقیق یک مدل برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط<sup>2</sup> است. در این مدل قیدهای<sup>3</sup> مربوط به مهلت زمانی اجرای کاربرد و محدودیت ظرفیت منابع ابرهای اتحادیه مورد نظر است. توابع هدف<sup>4</sup> مورد نظر عبارتند از کاهش هزینه اجرای کاربردها و برآورده کردن سود انفرادی ابرها. این قیدها و توابع هدف توسط توابع ریاضی بصورت دقیق و صریح بیان می‌شوند. در این تحقیق برای حل مدل ریاضی پیشنهادی از روش‌های کلاسیک (مانند شاخه و کران) و روش‌های ابتکاری (مانند الگوریتم ژنتیک) [23] می‌توان استفاده کرد. با حل مدل پیشنهادی، ترکیبی از ابرها و نمونه‌های ماشین مجازی مناسب برای اجرای کاربردها با مدل دسته‌وظایف انتخاب می‌شوند که توابع هدف مورد نظر را بهینه می‌کنند.

د - اهمیت و ضرورت انجام تحقیق (شامل اختلاف نظرها و خلاءهای تحقیقاتی موجود، میزان نیاز به موضوع، فواید احتمالی نظری و عملی آن و همچنین مواد، روش و یا فرآیند تحقیقی احتمالاً جدیدی که در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد):

امروزه اکثر سازمان‌ها به سمت محاسبات ابری گرایش دارند و سعی می‌کنند منابع سخت افزاری و نرم افزاری خود را در قالب سرویس‌ها از فراهم‌کنندگان دریافت کنند [24]. در این روش سازمان‌ها هزینه‌های اولیه<sup>5</sup> لازم برای خرید، نصب و استقرار، مقیاس‌پذیری، نگهداری، پشتیبانی و به‌روزرسانی سرویس‌ها نمی‌پردازند. مشتریان از طریق وب به سرویس‌ها دسترسی دارند و فراهم‌کنندگان سرویس‌ها بصورت مداوم پشتیبانی، نگهداری و بهنگام‌سازی سرویس‌های نرم‌افزاری و در صورت لزوم مقیاس‌پذیری سرویس‌های سخت افزاری را انجام می‌دهند [25].

در مقابل مزایای استفاده از محاسبات ابری، مشکلاتی مانند عدم قطعیت دسترسی به سرویس‌ها، تاخیر شبکه، محدودیت پهنای باند، امنیت و محرمانگی داده‌ها و مسائل اقتصادی مانند قیمت متغیر سرویس‌ها محرک اصلی ایجاد مدل‌های میان-ابر هستند. از آنجاکه هدف محاسبات ابری ارائه منابع نامحدود به کاربران است، با ایجاد اتحادیه‌ای از

<sup>1</sup> Mathematical Model

<sup>2</sup> Mixed Linear Integer Programming (MLIP)

<sup>3</sup> Constraints

<sup>4</sup> Objective Functions

<sup>5</sup> Capital Expenditure

ابراهیم عمومی و خصوصی این امکان فراهم می‌شود که یک ابر برای برآورده کردن کیفیت سرویس (مانند مهلت زمانی) در لحظه اوج بار از منابع دیگر ابرها استفاده کند. یکی از مزایای مهم مدل‌های میان-ابر، تنوع فراهم‌کنندگان و موقعیت جغرافیایی آن‌ها برای ارائه سرویس‌ها به کاربر است.

تا کنون معماری‌های مختلفی برای محاسبات ابری ارائه شده است و برای هر یک از این معماری‌ها باید مسئله تخصیص منابع با توجه به اهداف فراهم‌کنندگان ابر، نوع کاربردها و محدودیت‌های تعیین شده از سوی کاربر (مانند مهلت زمانی) مجدداً حل شود [4]. در این تحقیق یک مدل ریاضی برای زمانبندی کاربرد با مدل دسته‌وظایف با در نظر گرفتن مهلت زمانی و با هدف کمینه کردن هزینه اجرای کاربرد ارائه می‌شود. ارائه یک مدل ریاضی برای مسئله فوق از چند نظر حائز اهمیت است:

1. در یک مدل ریاضی تمام شرایط و قیدها به صورت دقیق، کمی و مشخص توسط توابع ریاضی بیان می‌شوند.
2. با توجه به پیشرفت‌های وسیعی که در زمینه حل مدل‌های ریاضی صورت گرفته است می‌توان توسط مدل پیشنهادی، زمانبندی کاربردها در اتحادیه ابر را با الگوریتم‌های مناسب حل نمود.
3. معرفی یک مدل ریاضی برای مسئله مورد نظر این تحقیق (صرف‌نظر از قابلیت روش‌های موجود در حل مسئله) ارتباط محکمی بین یک مسئله مهندسی با بهینه‌سازی ریاضی ایجاد می‌کند. به طوری که پیشرفت‌های آتی در بهینه‌سازی منجر به پیشرفت‌های چشمگیری در محاسبات کامپیوتری می‌شود.
4. با استفاده از مدل ریاضی می‌توان شرایطی را بررسی نمود که امکان بررسی آن در محیط واقعی پرهزینه است یا ممکن نیست.

ه- مرور ادبیات و سوابق مربوطه (بیان مختصر پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور پیرامون موضوع تحقیق و نتایج آنها و مرور ادبیات و چارچوب نظری تحقیق):

در محاسبات ابری فراهم‌کنندگان ابر و کاربران اهداف متفاوتی دارند که باید اهداف آن‌ها در تخصیص منابع در نظر گرفته شود. از دیدگاه فراهم‌کنندگان ابر قیمت‌گذاری منابع و افزایش سود، از دیدگاه کاربران کاهش هزینه اجرای کاربرد و برآورده شدن کیفیت سرویس مسائل مهمی در تخصیص منابع و زمانبندی کاربردها است. در این بخش مرور کلی بر کارهای انجام شده در زمینه زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه اجرای آن‌ها، مسائل مرتبط با زمانبندی مورد نظر شامل قیمت‌گذاری منابع، برآورده شدن کیفیت سرویس و نحوه جایگذاری ماشین مجازی ارائه خواهد شد و ارتباط آن‌ها با تحقیق مورد نظر بررسی می‌شود. همچنین مرور اجمالی بر کارهای انجام شده در خصوص زمانبندی کاربردهای با مدل دسته‌وظایف و پروژه‌های میان ابر انجام می‌شود.

### قیمت‌گذاری منابع

سیاست قیمت‌گذاری منابع در ابر می‌تواند ثابت یا پویا باشد. در مدل قیمت‌گذاری پویا، قیمت منابع تحت تاثیر عرضه-وتقاضا تغییر می‌کند. در حالی که در روش قیمت‌گذاری ثابت، قیمت منابع تحت تاثیر عرضه و تقاضا تغییر نمی‌کند. سیاست قیمت‌گذاری پویای منابع براساس عرضه و تقاضا، روش مناسبی برای مواجهه با تقاضاهای غیر قابل پیش‌بینی مشتریان است به طوری که به افزایش سود فراهم‌کنندگان و پرداخت قیمت واقعی منابع توسط کاربران کمک می‌کند [26, 27]. مدل



قیمت گذاری پویای منابع راهکار مناسبی برای موارد زیر است: 1) تطبیق عرضه و تقاضا با هدف افزایش سود فراهم کنندگان ابر و پرداخت قیمت واقعی منابع توسط کاربران 2) فروش منابع استفاده نشده که قابل ذخیره سازی نیستند (مانند سیکل های پردازنده) 3) در نظر گرفتن تفاوت هزینه (مانند قیمت انرژی) نگهداری مراکز داده توزیع شده در مناطق جغرافیایی مختلف.

در برخی از مدل های میان-ابر یا ابرهای عمومی نیز از سیاست قیمت گذاری ترکیبی استفاده می شود [28]. در ابر آمازون مدل قیمت گذاری و تخصیص ماشین های مجازی به سه روش مبتنی بر تقاضا<sup>1</sup>، آنی<sup>2</sup> و رزرو<sup>3</sup> انجام می شود. سیاست قیمت گذاری منابع در روش های مبتنی بر تقاضا و رزرو شده ثابت و در روش آنی متغیر است. در روش مبتنی بر تقاضا قیمت نمونه های ماشین مجازی مشخص است و کاربران با پرداخت قیمت تعیین شده منابع مورد نیاز خود را در اختیار می گیرند. بخشی از منابع بیکار ابر با قیمت کمتری نسبت به روش مبتنی بر تقاضا بصورت فروش آنی ارائه می شوند و کاربر برای در اختیار گرفتن ماشین مجازی باید قیمت پیشنهادی خود را به ابر اعلام کنند. در صورتیکه قیمت پیشنهادی بیشتر یا مساوی قیمت ماشین مجازی باشد، کاربر آن را در اختیار می گیرد. در روش آنی کیفیت سرویس تضمین نمی شود و ممکن بخاطر افزایش قیمت ماشین مجازی یا برآورده کردن کیفیت سرویس درخواست های مبتنی بر تقاضا، ماشین مجازی از کاربر پس گرفته می شود. در روش رزرو کاربر می تواند منابع مورد نیاز خود را در ساعاتی که بار کاری ابر پایین است با قیمت پایین تری رزرو کرده و در اختیار بگیرد، از طرف دیگر ابر امکان پیش بینی و مدیریت تقاضاها برای ابر فراهم می شود [29, 30].

در اتحادیه ابر نیز مسئله ارائه منابع ابرهای اتحادیه براساس مدل قیمت گذاری رزرو با هدف تضمین کیفیت سرویس [31] و به اشتراک گذاری منابع بیکار در اتحادیه ابر براساس مدل قیمت گذاری آنی با هدف افزایش سود انفرادی ابرها [32] انجام شده است. علاوه بر مدل های قیمت گذاری پویا با هدف تطبیق عرضه و تقاضا، به دلیل تفاوت قیمت انرژی در مناطق جغرافیایی مختلف قیمت ارائه سرویس ها توسط مراکز داده در ابر توزیع شده یکسان نیست. همچنین در ابر توزیع شده کاربران می توانند مرکز داده دلخواه خود را برای در اختیار گرفتن سرویس انتخاب کنند. Zhao و همکارانش الگوریتمی برای قیمت گذاری پویا در ابر توزیع شده بر اساس تفاوت هزینه و بار کاری با هدف افزایش سود ابرها ارائه کرده اند [33].

در این تحقیق تخصیص منابع به کاربردهای BOTs در دوره های زمانی انجام می شود و کارگزار اتحادیه با فرض این که اطلاعات مربوط به قیمت منابع اتحادیه در ابتدای دوره زمانی مشخص است و تا اجرای همه کاربردهای زمانبندی شده قیمت منابع ثابت باقی می ماند تخصیص منابع را بصورت انحصاری<sup>4</sup> انجام می دهد. روش پیشنهادی با مدل قیمت گذاری ثابت، روش تخصیص منابع مبتنی بر تقاضا و رزرو آمازون قابل بکارگیری است و در صورتی با سیاست قیمت گذاری پویای منابع می تواند بکار رود که با تغییر قیمت منابع، هزینه کاربردهایی که قبلا زمانبندی شده اند تغییر نکند و منابع از آنها پس گرفته نشود.

<sup>1</sup> On-demand

<sup>2</sup> Spot

<sup>3</sup> Reserve

<sup>4</sup> Non-Preemptive

## کیفیت سرویس

تلاش برای برآورده کردن کیفیت سرویس توافق شده یکی از موضوعاتی مهمی است که در مسئله تخصیص منابع مورد توجه قرار گرفته است. به دلیل تغییر معیارهای کارایی از حالت سنتی خود یعنی کارایی مبتنی بر سیستم (مانند توان عملیاتی) به کارایی مبتنی بر کاربرد (مانند مهلت زمانی)، برآورده نشدن کیفیت سرویس‌ها منجر به پرداخت جریمه ابر یا کاهش رضایت مشتریان و در نتیجه کاهش سود ابر می‌شود. به همین دلیل برآورده کردن کیفیت سرویس در سطوح مختلف از سطح کسب و کار، دسته‌بندی و راضی نگه‌داشتن مشتریان [34] تا برآورده شدن کیفیت سرویس در سطح جایگذاری ماشین‌های مجازی [35] و پرداخت جریمه در صورت برآورده نشدن مهلت زمانی در تخصیص منابع [36] مورد توجه قرار گرفته است. همچنین مسئله برآورده شدن کیفیت سرویس در لایه‌های مختلف ارائه سرویس‌های مانند نرم‌افزار به‌عنوان سرویس [37] و زیرساخت به‌عنوان سرویس [38] بررسی شده است.

در این تحقیق انتخاب منابع در اتحادیه ابر برای اجرای کاربرد BoTs براساس کیفیت سرویس (مهلت زمانی) و با هدف کاهش هزینه انجام می‌شود.

## تخصیص منابع در مدل‌های ترکیبی و میان-ابر

Ruben Van den Bossche و همکارانش [15] زمانبند ترکیبی ابر برای زمانبندی برخط<sup>1</sup> کارها با هدف کاهش هزینه اجرای کارها ارائه کرده‌اند. در این مقاله به دلیل اینکه منابع ابر خصوصی محدود هستند و در اوج باری کاری یا در شرایطی که امکان برآورده شدن کیفیت سرویس درخواستی کاربر امکان‌پذیر نباشد از منابع ابر عمومی برای اجرای کار استفاده می‌شود. تمرکز این زمانبندی بر کاربردهای با مدل دسته وظایف است، این وظایف مستقل هستند و می‌توانند بصورت موازی روی ماشین‌های مجازی اجرا شوند. در مدل پیشنهاد شده کاربردهای پذیرفته شده به ابر وارد یک صف می‌شوند و در فواصل زمانی یک الگوریتم پویا صف کارهایی که امکان اجرا شدن روی ابر خصوصی را (براساس مهلت زمانی) ندارند، مشخص می‌کند. زمانبند ترکیبی ابر برای هر کار براساس نتیجه اجرای الگوریتم پویا صف تصمیم‌گیری درباره اجرای کار روی ابر خصوصی یا برون‌سپاری آن به ابر عمومی را انجام می‌دهد. برای کارهایی که باید برون‌سپاری شوند زمانبند عمومی ابر براساس محاسبه مجموع هزینه محاسباتی و انتقال داده‌ها و در نظر گرفتن محدودیت پهنای باند بین ابرها، ابر مناسب را برای اجرای کار انتخاب می‌کند. معیار انتخاب بهترین ابر کاهش هزینه به شرط برآورده شدن مهلت زمانی کار است، اگر اجرای کاربرد روی ابر عمومی امکان‌پذیر نباشد کاربرد اجرا نمی‌شود. به همین منظور با پذیرش وظایف به زمانبند ابر علاوه بر زمان اجرا، اندازه داده‌های مورد نیاز آنها نیز مشخص می‌شود و زمانبند عمومی برای کاهش هزینه اجرا و انتقال داده، تفاوت سرعت انتقال داده بین ابرها را در نظر می‌گیرد. برای اجرای کارها روی ابر خصوصی باید هزینه سرشکن شده برقراری و نگهداری ابر خصوصی برای هر کار در نظر گرفته شود. در این مقاله اجرای کارها روی ابر خصوصی بدون هزینه در نظر گرفته شده است و معیاری برای مقایسه هزینه اجرای کارها روی ابر عمومی و خصوصی ارائه نشده است.

Tordsson و همکارانش [39] برای زمانبندی کاربردها روی چندین ابر، مکانیزم کارگزاری ابر<sup>2</sup> شامل مولفه‌های زمانبند و مدیریت زیرساخت را پیشنهاد کرده‌اند. در این مقاله مسئله جایگذاری بهینه ماشین‌های مجازی روی چندین ابر با هدف استفاده

<sup>1</sup> Online

<sup>2</sup> Cloud Broker

حداکثر از ظرفیت زیرساخت‌ها و افزایش سود ابرها بصورت برنامه ریزی خطی صحیح مدل شده است. مولفه زمانبندی براساس معیارهای بودجه کاربردها و متعادل سازی بار کاری منابع، ماشین مجازی را روی ابر زمانبندی می‌کند. مدیریت زیرساخت دیگر مولفه کارگزار است که یک لایه انتزاعی (مانند OpenNebula) روی مجموعه ابرهای ناهمگن فراهم می‌کند. این مولفه مسئول استقرار ماشین مجازی در ابر انتخاب شده براساس قالب از پیش تعیین شده ماشین مجازی<sup>1</sup> است همچنین مدیر زیرساخت در چرخه حیات<sup>2</sup> ماشین مجازی، مدیریت آن را بر عهده دارد. در این مقاله معیار مهلت زمانی برای کاربردها و سربار زمانی ناشی ناشی از استقرار ماشین مجازی روی ابر انتخاب شده که می‌تواند بر زمان اجرای کاربردها موثر باشد در نظر گرفته نشده است. همچنین نمونه‌های مشخص ماشین مجازی با کارایی ثابتی بصورت انتزاعی تعریف شده است و منابع ابرها بصورت نامحدود در نظر گرفته شده اند.

Jaikar و همکارانش براساس معماری متمرکز اتحادیه یک الگوریتم برای انتخاب ابر جهت اجرای درخواست کاربر براساس بودجه کاربر و توان عملیاتی ارائه کرده‌اند [18]. الگوریتم پیشنهاد شده با ابزار cloud analysis شبیه سازی شده است و نتایج نشان می‌دهد انتخاب ابر در اتحادیه بر هزینه اجرای درخواست کاربر و زمان پاسخ تاثیر دارد. در این مقاله برای هر ابر قیمت همه منابع یکسان در نظر گرفته شده است در حالیکه در دنیای واقعی، ابرها ماشین‌های مجازی متفاوتی (از نظر توان پردازشی، ورودی خروجی و حافظه) ارائه می‌دهند که قیمت آن‌ها یکسان نیست.

Opreacu و همکارانش [40] برای کاربردهای تشکیل شده از وظایف مستقل از یکدیگر زمانبندی محدود شده به بودجه ارائه کرده‌اند. زمانبند پیشنهاد شده همه وظایف کاربرد را باید تحت بودجه مشخصی به نمونه‌های از پیش تعریف شده ماشین‌های مجازی روی ابرهای مختلف زمانبندی کند و همچنین زمان اتمام<sup>3</sup> وظایف را به حداقل رساند. در این مقاله وظایف وابسته به محاسبات در نظر گرفته شده‌اند و از قبل دانشی درباره زمان اجرای وظایف روی نمونه‌های ماشین مجازی وجود ندارد و در یک فاز نمونه‌برداری اولیه زمان اجرای وظایف روی انواع ماشین‌ها تخمین زده می‌شود. انتخاب نمونه‌های ماشین مجازی برای اجرای وظایف با توجه به محدودیت بودجه و با استفاده از کوله‌پشتی 0-1 به روش برنامه‌ریزی پویا انجام شده است.

Prodan و همکارانش [13] زمانبندی چندهدفه برای دسته وظایف روی ابر ترکیبی ارائه کرده‌اند که زمان و هزینه اجرای کاربردها را حداقل می‌کند و پهنای باند شبکه و حافظه مورد نیاز کاربردها را برآورده می‌کند. مدل کاربرد مورد نظر این مقاله از کاربردهای Wien2k و Astro در دنیای واقعی استخراج شده است. هر کاربرد از دسته وظایف تشکیل شده است که هر دسته شامل وظیفه همگن است و زمان اتمام کاربرد حداکثر زمان اجرای دسته وظایف است. مسئله زمانبندی دسته وظایف با استفاده از تئوری بازی بصورت بازی متوالی تعاونی<sup>4</sup> مدل شده است که بازیگر (مدیران کاربردها) برای بدست آوردن سایت در محیط ابر تلاش می‌کنند تا زمان اجرای دسته وظایف ( ) خود را براساس تعداد وظایف و نرخ پردازش روی سایت حداقل کنند.

در این تحقیق تخصیص منابع در اتحادیه ابری براساس معماری کارگزاری متمرکز و با هدف کاهش هزینه و برآورده کردن مهلت زمانی کاربردها انجام می‌شود و مسئله تخصیص منابع به صورت مدل ریاضی بیان می‌شود.

## جایگذاری ماشین‌های مجازی

<sup>1</sup> VM Template

<sup>2</sup> Life-Cycle

<sup>3</sup> Make Span

<sup>4</sup> Sequential Cooperative Game

نحوه جایگذاری ماشین‌های مجازی روی ابرها می‌تواند بر سود ابرها و برآورده شدن مهلت زمانی کارها تاثیر بگذارد. کارهای زیادی در این زمینه [41] از نظر برآورده شدن مهلت زمانی کارها و افزایش سود ابر [35]، افزایش سود ابرها از طریق کاهش مصرف انرژی [36, 42] و افزایش سود ابرها از طریق تخصیص منابع مجازی [43-47] صورت گرفته است. بصورت کلی راهکارهای پیشنهاد شده را می‌توان به دو دسته جایگذاری ماشین‌های مجازی به صورت ریزدانه<sup>1</sup> و درشت دانه<sup>2</sup> دسته‌بندی کرد. به ترتیب در حالت ریز دانه [35, 42] و درشت دانه [36] راهکارهایی برای انتخاب بهترین ماشین فیزیکی و بهترین ابر به‌عنوان میزبان ماشین مجازی ارائه شده‌اند. معیارهای انتخاب ابر یا ماشین فیزیکی عبارتند از کاهش مصرف انرژی، افزایش سود ابرها و ملاقات مهلت زمانی کارها. همچنین مسئله مداخله<sup>3</sup> ماشین‌های مجازی روی یک ماشین فیزیکی به‌علت وجود منابع غیر قابل برش<sup>4</sup> مانند I/O می‌تواند به‌عنوان معیار جایگذاری ماشین‌های مجازی در نظر گرفته شود [35].

در این تحقیق فرض می‌شود هر یک از ابرهای اتحادیه نمونه‌های ماشین مجازی از پیش تعریف شده دارند و از هر نمونه یک استخر از ماشین‌های مجازی بصورت بهینه روی ماشین‌های فیزیکی ابر جایگذاری شده‌اند. بنابراین کارگزار اتحادیه فقط مسئول انتخاب نمونه‌های ماشین مجازی مناسب برای اجرای کاربردهای BoTs است.

### پروژه‌های میان-ابر

به‌صورت کلی پروژه‌های انجام شده در میان-ابر را می‌توان به دو گروه چند-ابری و اتحادیه ابر دسته‌بندی کرد. در مدل چند-ابری اتصال اختیاری جهت به اشتراک گذاری منابع بین فراهم‌کنندگان ایجاب نمی‌شود و خود کاربر یا نماینده او مسئول مستقیم دسترسی و استفاده از منابع متعلق به ابرهای مختلف است. نمونه پروژه‌های انجام شده مدل چند-ابر عبارتند از: mOSAIC[48]، RightScale [49] و OPTIMIS [50].

اگر فراهم‌کنندگان بصورت اختیاری زیرساخت‌های خود را با هدف به اشتراک گذاری منابع به یکدیگر متصل کنند، اتحادیه ابر نامیده می‌شود، در این مدل عملیات و توافق بین ابرها از دیدگاه کاربر شفاف است. از دیدگاه معماری کارگزاری منابع در اتحادیه به دو صورت متمرکز<sup>5</sup> و نظیر به نظیر<sup>6</sup> امکان‌پذیر است. در مدل متمرکز یک موجودیت متمرکز در هر اتحادیه وجود دارد که تخصیص منابع را انجام می‌دهد. اطلاعات مربوط به مراکز داده در این موجودیت ثبت<sup>7</sup> می‌شود و براساس الگوریتم مشخص شده تخصیص منابع متعلق به اتحادیه به کاربران انجام می‌شود. شفافیت کارگزاری منابع از دیدگاه کاربران مزیت این روش است، اما کاربران کنترل مستقیمی بر تخصیص منابع ندارند. در مدل نظیر به نظیر یک موجودیت مرکزی برای تخصیص منابع وجود ندارد و ابرها مستقیماً با یکدیگر به منظور اجاره منابع ارتباط برقرار می‌کنند. نمونه‌هایی از پروژه‌هایی اتحادیه ابر با معماری متمرکز عبارتند از: FCM [51]، CloudBus Inter-cloud [3] و [52] Contrail. پروژه‌های اتحادیه ابر که معماری آن‌ها نظیر به نظیر است عبارتند از: RESERVOIR، Open Cirrus و OPTIMIS. برخی از پروژه‌های انجام شده مانند OPTIMIS و Contrail علاوه بر اتحادیه ابر از چند-ابری حمایت می‌کنند. در ادامه نمونه‌هایی از پروژه‌های اتحادیه ابر با معماری کارگزاری متمرکز منابع بررسی می‌شوند [4, 5].

<sup>1</sup> Fine-grained  
<sup>2</sup> Course-grained  
<sup>3</sup> Interference  
<sup>4</sup> Non-sliceable  
<sup>5</sup> centralized  
<sup>6</sup> Peer-to-peer  
<sup>7</sup> Register

1. CloudBus Inter-cloud: این پروژه در دانشگاه ملبورن انجام شده ( الهام گرفته از پروژه‌های Inter-Grid) است و امکان به اشتراک گذاری منابع بین چندین ابر را فراهم می‌کند. معماری این پروژه متمرکز است و مولفه مرکزی cloud exchange (CEX) به‌عنوان کارگزار منابع عمل می‌کند همچنین نقش MarketPlace را برای فروش منابع بازی می‌کند. هر مرکز داده‌ای که در این اتحادیه شرکت می‌کند عامل cloud coordinator (CCS) را نصب می‌کند. برای عمل کردن CEX به‌عنوان Market Place این موجودیت اطلاعات منابع ابر را نگهداری می‌کند و عامل CCS مربوط به شرکت کنندگان در اتحادیه بصورت دوره‌ای جزئیات را در این مخزن بهنگام می‌کنند. در این مخزن اطلاعات مربوط به مکان منابع می‌تواند ذخیره شود بنابراین کارگزاری منابع براساس موقعیت<sup>1</sup> امکان پذیر است، همچنین کارگزاری براساس کیفیت سرویس امکان پذیر است [3].

2. Contrail: معماری این پروژه حول یک موجودیت مرکب که به‌عنوان نقطه ورودی برای اتحادیه عمل می‌کند طراحی شده است. این موجودیت بصورت دوره‌ای وضعیت ابرهای اتحادیه را مشاهده می‌کند و یک موجودیت مرکزی که Federation Runtime Manager (FRM) نام دارد عمل نگاشت درخواست‌ها به منابع اتحادیه را انجام می‌دهد. وظیفه FRM ارائه منابع با آگاهی از SLA و کمینه کردن هزینه‌ها است [52].

3. Federated cloud management (FCM): این پروژه امکان یکپارچه‌سازی زیرساخت‌های چند ابر را برای اجرای کاربردهای کاربران فراهم می‌کند. عنصر اصلی این معماری Generic Meta-Broker Service (GMBS) است. مشتریان فقط با (GMBS) تعامل دارند و سرویس مورد نظر خود را توصیف می‌کنند. ارائه و زمانبندی سرویس‌ها بصورت شفاف از دیدگاه کاربر انجام می‌شود. هر کدام از فراهم‌کنندگان زیرساخت یک Cloud Broker (CB) دارند که مدیریت تخصیص و بازپس‌گیری ماشین‌های مجازی به کاربردها را انجام می‌دهد. GMBS درخواست‌های کاربران را دریافت می‌کند و مسئول تطبیق درخواست‌ها با منابع ابرهای اتحادیه و هدایت درخواست‌ها به CB مناسب است. CB وظیفه دریافت درخواست و اجرای آن روی ابر را بر عهده دارد [51].

این تحقیق بر روی ارائه ماشین‌های مجازی به‌عنوان منابع اتحادیه در لایه IaaS تمرکز دارد. در این تحقیق مسئله انتخاب منابع برای BoTs در اتحادیه ابر براساس معماری کارگزاری متمرکز با هدف کاهش هزینه اجرای کاربردها انجام می‌شود. در مدل مورد نظر، فرض می‌شود یک Federation-Broker (FB) در اتحادیه وجود دارد که کاربردها به آن ارسال می‌شوند. کارگزار اتحادیه مسئول تطبیق شرایط کاربرد با منابع اتحادیه و انتخاب منابع مناسب جهت اجرای آن است. هر کاربرد BoTs شامل دسته مستقل از وظایف است که در هر دسته وظیفه همگن وجود دارد. انتخاب منابع به‌عنوان بخشی از کارهای FB شامل انتخاب یک ابر مناسب و نمونه ماشین مجازی روی آن ابر، برای اجرای کاربرد است. انتخاب ابر و نمونه‌ها براساس مهلت زمانی کاربرد و ظرفیت منابع ابرهای اتحادیه انجام می‌شود.

از آنجا که در یک اتحادیه ابرهای مختلفی وجود دارند و هر ابر نمونه‌های ماشین مجازی متفاوتی دارد، مسئله مورد نظر NP-Complete است. تخمین دقیق زمان اجرای وظایف یک فاکتور مهم در زمانبندی وظایف است که تاثیر زیادی بر کارایی زمانبندی دارد. در مسئله زمانبندی وظایف محدود به مهلت زمانی، مشخص نبودن زمان اجرای وظایف یا دقیق نبودن تخمین زمان اجرای آن‌ها بر کارایی زمانبندی و برآورده شدن مهلت زمانی وظایف موثر است. در برخی از

<sup>1</sup> Location aware

مقالات دانش قبلی درباره زمان اجرای وظایف در نظر گرفته نشده است و روش هایی مانند تخمین زمان اجرای وظایف روی انواع ماشین ها از طریق پروفایلینگ<sup>1</sup> و فاز نمونه برداری اولیه [40]، در نظر گرفتن اطلاعات تاریخی<sup>2</sup> درباره دسته-هایی که قبلا اجرا شده اند یا کارهایی که هر کاربر اجرا کرده است [53] و مدل های تحلیلی<sup>3</sup> [54] برای پیش بینی زمان اجرای یک وظیفه ارائه شده اند. اما در دسته ای دیگر از مقالات، زمان بندی براساس دانش قبلی درباره زمان اجرای وظایف انجام شده است [13, 55-58]. از آنجا که تخمین زمان اجرای یک وظیفه روی ماشین های ناهمگن پیچیده است، در این تحقیق فرض می شود تخمین زمان اجرای دسته وظایف از طریق اطلاعات تاریخی روی ابرهای اتحادیه مشخص است [59].

---

<sup>1</sup> Profiling

<sup>2</sup> Historical information

<sup>3</sup> Analytical model

- [1] S. S. Manvi and G. K. Shyam, "Resource management for Infrastructure as a Service (IaaS) in cloud computing: A survey," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 41, pp. 424-440, 2014.
- [2] J. Altmann and M. M. Kashef, "Cost model based service placement in federated hybrid clouds," *Future Generation Computer Systems*, vol. 41, pp. 79-90, 2014.
- [3] R. Buyya, R. Ranjan, and R. N. Calheiros, "Intercloud: Utility-oriented federation of cloud computing environments for scaling of application services," in *Algorithms and architectures for parallel processing*, ed: Springer, 2010, pp. 13-31.
- [4] N. Grozev and R. Buyya, "Inter-Cloud architectures and application brokering: taxonomy and survey," *Software: Practice and Experience*, vol. 44, pp. 369-390, 2014.
- [5] A. N. Toosi, R. N. Calheiros, and R. Buyya, "Interconnected cloud computing environments: Challenges, taxonomy, and survey," *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 47, p. 7, 2014.
- [6] G. Mudali, M. R. Patra, K. H. K. Reddy, and D. S. Roy, "Cooperative Resource Provisioning for Futuristic Cloud Markets," in *Computational Intelligence in Data Mining-Volume 3*, ed: Springer, 2015, pp. 607-616.
- [7] J. Coffman, Edward G, M. R. Garey, and D. S. Johnson, "An application of bin-packing to multiprocessor scheduling," *SIAM Journal on Computing*, vol. 7, pp. 1-17, 1978.
- [8] S. F. Altschul, W. Gish, W. Miller, E. W. Myers, and D. J. Lipman, "Basic local alignment search tool," *Journal of molecular biology*, vol. 215, pp. 403-410, 1990.
- [9] V. S. Pande, I. Baker, J. Chapman, S. P. Elmer, S. Khaliq, S. M. Larson, *et al.*, "Atomistic protein folding simulations on the submillisecond time scale using worldwide distributed computing," *Biopolymers*, vol. 68, pp. 91-109, 2003.
- [10] S. Smallen, W. Crine, J. Frey, F. Berman, R. Wolski, M.-H. Su, *et al.*, "Combining workstations and supercomputers to support grid applications: The parallel tomography experience," in *Heterogeneous Computing Workshop, 2000.(HCW 2000) Proceedings. 9th*, 2000, pp. 241-252.
- [11] S. Smallen, H. Casanova, and F. Berman, "Applying scheduling and tuning to on-line parallel tomography," in *Supercomputing, ACM/IEEE 2001 Conference*, 2001, pp. 46-46.
- [12] T. N. Minh, T. Nam, and D. H. Epema, "Parallel workload modeling with realistic characteristics," *Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on*, vol. 25, pp. 2138-2148, 2014.
- [13] R. Prodan, X. Li, and R. Duan, "Multi-Objective Game Theoretic Scheduling of Bag-of-Tasks Workflows on Hybrid Clouds," *IEEE Transactions on Cloud Computing*, vol. 2, pp. 29-42, 2014.

- [14] M. Malawski, K. Figiela, and J. Nabrzyski, "Cost minimization for computational applications on hybrid cloud infrastructures," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, pp. 1786-1794, 2013.
- [15] R. Van den Bossche, K. Vanmechelen, and J. Broeckhove, "Online cost-efficient scheduling of deadline-constrained workloads on hybrid clouds," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, pp. 973-985, 2013.
- [16] R. Van den Bossche, K. Vanmechelen, and J. Broeckhove, "Cost-optimal scheduling in hybrid iaas clouds for deadline constrained workloads," in *Cloud Computing (CLOUD), 2010 IEEE 3rd International Conference on*, 2010, pp. 228-235.
- [17] J. J. Durillo, R. Prodan, and J. G. Barbosa, "Pareto tradeoff scheduling of workflows on federated commercial Clouds," *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2015.
- [18] A. Jaikar and S.-Y. Noh, "Cost and performance effective data center selection system for scientific federated cloud," *Peer-to-Peer Networking and Applications*, pp. 1-7, 2014.
- [19] S. S. Woo and J. Mirkovic, "Optimal application allocation on multiple public clouds," *Computer Networks*, vol. 68, pp. 138-148, 2014.
- [20] I. A. Moschakis and H. D. Karatza, "Multi-criteria scheduling of Bag-of-Tasks applications on heterogeneous interlinked clouds with simulated annealing," *Journal of Systems and Software*, vol. 101, pp. 1-14, 2015.
- [21] D. G. Luenberger and Y. Ye, *Linear and nonlinear programming* vol. 116: Springer Science & Business Media, 2008.
- [22] S. J. Wright and J. Nocedal, *Numerical optimization* vol. 2: Springer New York, 1999.
- [23] K. Deb, "Multi-objective optimization using evolutionary," *Algorithms Chichester. John Wiley, UK*, 2001.
- [24] D. T. Berislav Biocic, Dario Ogrizovic, *Economics of the Cloud Computing*. Opatija, Croatia: MIPRO, 2011
- [25] N. S. Gianmario Motta<sup>1</sup>, Daniele Sacco, "A business and economical perspective," in *International Conference on Service Sciences.*, 2012.
- [26] B. El Zant and M. Gagnaire, "New Pricing Policies for Federated Cloud," in *New Technologies, Mobility and Security (NTMS), 2014 6th International Conference on*, 2014, pp. 1-6.
- [27] M. Mihailescu and Y. M. Teo, "Dynamic resource pricing on federated clouds," in *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2010 10th IEEE/ACM International Conference on*, 2010 ,pp. 513-517.
- [28] J. Huang, R. J. Kauffman, and D. Ma, "Pricing strategy for cloud computing: A damaged services perspective," *Decision Support Systems*, 2014.
- [29] Q. Zhang, Q. Zhu, and R. Boutaba, "Dynamic resource allocation for spot markets in cloud computing environments," in *Utility and Cloud Computing (UCC), 2011 Fourth IEEE International Conference on*, 2011, pp. 178-185.
- [30] *Amazon Elastic Compute Cloud Amazon EC2*. Available: <http://aws.amazon.com/ec2/>



- [31] A. N. Toosi, R. K. Thulasiram, and R. Buyya, "Financial option market model for federated cloud environments," in *Proceedings of the 2012 IEEE/ACM Fifth International Conference on Utility and Cloud Computing*, 2012, pp. 3-12.
- [32] N. Samaan, "A novel economic sharing model in a federation of selfish cloud providers," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 25, pp. 12-21, 2014.
- [33] J. Zhao, H. Li, C. Wu, Z. Li, Z. Zhang, and F. Lau, "Dynamic pricing and profit maximization for the cloud with geo-distributed data centers," in *INFOCOM, 2014 Proceedings IEEE*, 2014, pp. 118-126.
- [34] M. Macías and J. Guitart, "SLA negotiation and enforcement policies for revenue maximization and client classification in cloud providers," *Future Generation Computer Systems*, vol. 41, pp. 19-31, 2014.
- [35] J.-W. Lin, C.-H. Chen, and C.-Y. Lin, "Integrating QoS awareness with virtualization in cloud computing systems for delay-sensitive applications," *Future Generation Computer Systems*, vol. 37, pp. 478-487, 2014.
- [36] J. Cao, K. Hwang, K. Li, and A. Y. Zomaya, "Optimal multiserver configuration for profit maximization in cloud computing," *Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on*, vol. 24, pp. 1087-1096, 2013.
- [37] G. Nan and Y.-m. Wang, "QoS-Driven Dynamic Pricing Mechanism of SaaS in Cloud Services," in *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2013, pp. 939-948.
- [38] A. K. Das, T. Adhikary, M. A. Razzaque, E. J. Cho, and C. S. Hong, "A QoS and profit aware cloud confederation model for IaaS service providers," in *Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, 2014, p. 42.
- [39] J. Tordsson, R. S. Montero, R. Moreno-Vozmediano, and I. M. Llorente, "Cloud brokering mechanisms for optimized placement of virtual machines across multiple providers," *Future Generation Computer Systems*, vol. 28, pp. 358-367, 2012.
- [40] A. Oprescu and T. Kielmann, "Bag-of-tasks scheduling under budget constraints," in *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2010 IEEE Second International Conference on*, 2010, pp. 351-359.
- [41] J. Lee, J. Kim, and D. Kang, "Provisioning Virtual Infrastructure to Cloud Service Consumer in Perspective of Brokering VM Placement," in *Computer Science and its Applications*, ed: Springer, 2015, pp. 921-926.
- [42] J. Xu and J. A. Fortes, "Multi-objective virtual machine placement in virtualized data center environments," in *Green Computing and Communications (GreenCom), 2010 IEEE/ACM Int'l Conference on & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom)*, 2010, pp. 179-188.
- [43] H. Goudarzi and M. Pedram, "Maximizing profit in cloud computing system via resource allocation," in *Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), 2011 31st International Conference on*, 2011, pp. 1-6.

- [44] Y. C. Lee, C. Wang, A. Y. Zomaya, and B. B. Zhou, "Profit-driven service request scheduling in clouds," in *Proceedings of the 2010 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing*, 2010, pp. 15.24-
- [45] S. Nesmachnow, S. Iturriaga, and B. Dorronsoro, "Efficient Heuristics for Profit Optimization of Virtual Cloud Brokers," *Computational Intelligence Magazine, IEEE*, vol. 10, pp. 33-43, 2015.
- [46] K. S. Patel and A. Sarje, "VM provisioning policies to improve the profit of cloud infrastructure service providers," in *Computing Communication & Networking Technologies (ICCCNT), 2012 Third International Conference on*, 2012, pp. 1-5.
- [47] S. Ye, T. Wang, W. Zhang, and H. Zhong, "Profit-driven resource scheduling for virtualized cloud systems," in *Computer and Information Science (ICIS), 2014 IEEE/ACIS 13th International Conference on*, 2014, pp. 263-268.
- [48] *mOSAIC*. Available: <http://www.mosaic-cloud.eu/>
- [49] *RightScale*. Available: <http://www.rightscale.com/>
- [50] *OPTIMIS*. Available: <http://www.optimis-project.eu/>
- [51] A. Marosi, G. Kecskemeti, A. Kertesz, and P. Kacsuk, "FCM: an architecture for integrating IaaS cloud systems," 2011.
- [52] E. Carlini, M. Coppola ,P. Dazzi, L. Ricci, and G. Righetti, "Cloud federations in contrail," in *Euro-Par 2011: Parallel Processing Workshops*, 2012, pp. 159-168.
- [53] A. Iosup, O. Sonmez, S. Anoep, and D. Epema, "The performance of bags-of-tasks in large-scale distributed systems," in *Proceedings of the 17th international symposium on High performance distributed computing*, 2008, pp. 97-108.
- [54] P. J. Brockwell, *Introduction to time series and forecasting* vol. 1: Taylor & Francis, 2002.
- [55] M. A. S. Netto and R. Buyya, "Offer-based scheduling of deadline-constrained bag-of-tasks applications for utility computing systems," in *Parallel & Distributed Processing, 2009. IPDPS 2009. IEEE International Symposium on*, 2009, pp. 1-11.
- [56] C. Weng and X. Lu, "Heuristic scheduling for bag-of-tasks applications in combination with QoS in the computational grid," *Future Generation Computer Systems*, vol. 21, pp. 271-280, 2005.
- [57] Y. C. Lee and A. Y. Zomaya, "Practical scheduling of bag-of-tasks applications on grids with dynamic resilience," *Computers, IEEE Transactions on*, vol. 56, pp. 815-825, 2007.
- [58] M. Maheswaran, S. Ali, H. Siegal, D. Hensgen, and R. F. Freund, "Dynamic matching and scheduling of a class of independent tasks onto heterogeneous computing systems," in *Heterogeneous Computing Workshop, 1999.(HCW'99) Proceedings. Eighth*, 1999, pp. 30-44.
- [59] *cloudharmony*. Available: <https://cloudharmony.com/benchmarks>

- [60] R. Buyya, J. Broberg, and A. M. Goscinski, *Cloud computing: Principles and paradigms* vol. 87: John Wiley & Sons, 2010.
- [61] P. Mell and T. Grance, "The NIST definition of cloud computing," *National Institute of Standards and Technology*, vol. 53, p. 50, 2009.
- [62] *CloudSigma*. Available: <http://www.cloudsigma.com/>
- [63] *GoGrid*. Available: <http://www.gogrid.com/>
- [64] *ElasticHosts*. Available: <http://www.elastichosts.com>
- [65] K. Peffers, T. Tuunanen, C. E. Gengler, M. Rossi, W. Hui, V. Virtanen, *et al.*, "The design science research process: a model for producing and presenting information systems research," in *Proceedings of the first international conference on design science research in information systems and technology (DESRIST 2006)*, 2006, pp. 83-106.
- [66] R. Buyya, R. Ranjan, and R. N. Calheiros, "Modeling and simulation of scalable Cloud computing environments and the CloudSim toolkit: Challenges and opportunities," in *High Performance Computing & Simulation, 2009. HPCS'09. International Conference on*, 2009, pp. 1-11.

و – جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق:

ارائه یک مدل ریاضی برای انتخاب ابر و نمونه‌های ماشین مجازی مناسب برای زمانبندی کاربردهای دسته‌وظایف با هدف کاهش هزینه از نوآوری‌های این تحقیق به شمار می‌رود. از آنجاکه برای زمانبندی کاربردها روی اتحادیه ابر مجموعه‌ای از جواب‌های ممکن وجود دارد به دنبال آن هستیم که در کنار زمانبندی کاربردها با هدف هزینه کمینه، سود انفرادی ابرها نیز در نظر گرفته شود. مدل برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط مورد نظر، یک مدل چندهدفه می‌باشد. روش‌ها و استراتژی‌های زیادی برای ترکیب توابع هدف مختلف و حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه وجود دارد. نوآوری‌های این تحقیق عبارتند از:

1. مدل‌سازی زمانبندی دسته وظایف براساس مهلت زمانی با هدف کاهش هزینه در اتحادیه ابر نوآوری اصلی این تحقیق است.
2. برای کاهش هزینه اجرای کاربردها می‌توان استراتژی‌های مختلفی مانند فرآیند Min\_Max برای حداقل کردن ماکزیمم هزینه اجرای کاربردها، کاهش هزینه کلی کاربردها یا کاهش هزینه هر کاربرد در نظر گرفت.
3. در کنار کاهش هزینه اجرای کاربرد، متعادل سازی تخصیص منابع و سود انفرادی ابرهای اتحادیه به‌عنوان یک هدف در زمانبندی کاربردها در نظر گرفته می‌شود.
4. در اتحادیه ابر، استراتژی‌های مختلفی برای حل این مسئله چندهدفه در نظر گرفته می‌شود.
5. اولویت‌بندی توابع هدف امکان تحلیل و مقایسه استراتژی‌های مختلف برای حل مدل پیشنهادی فراهم می‌آورد.

ز- اهداف مشخص تحقیق (شامل اهداف آرمانی، کلی، اهداف ویژه و کاربردی):

هدف اصلی این تحقیق زمانبندی کاربردها با کمترین هزینه براساس برآورده کردن کیفیت سرویس در اتحادیه ابر می‌باشد. در این تحقیق مسئله انتخاب منابع به‌عنوان بخشی از وظایف کارگزار اتحادیه با مدل ریاضی بیان می‌شود. انتخاب منابع شامل انتخاب ابر و نمونه‌های ماشین مجازی مناسب برای اجرای کاربرد دسته‌وظایف براساس کیفیت سرویس (مهلت زمانی) است. اهداف این تحقیق عبارتند از:

1. ایجاد ارتباط بین برنامه‌ریزی ریاضی و مسئله زمانبندی دسته‌وظایف در اتحادیه ابر
2. مدل‌سازی ریاضی زمانبندی دسته‌وظایف با هدف کاهش هزینه در اتحادیه ابر
3. در نظر گرفتن سود انفرادی ابرها در کنار کاهش هزینه اجرای کاربردها
4. اعمال استراتژی‌های مختلف بهینه‌سازی حاکم بر مسئله فوق
5. حل مدل پیشنهادی با یک روش ابتکاری مناسب برای بهبود محاسباتی در حل مسئله مورد نظر تحقیق

ح - در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره‌وران (سازمان‌ها، صنایع و یا گروه ذینفعان) ذکر شود (به عبارت دیگر محل اجرای مطالعه موردی):

راهکار پیشنهادی برای انتخاب مناسب منابع در اتحادیه را نیز می‌توان در تخصیص منابع مدل چند-ابری که از مکانیزم کارگزاری منابع استفاده می‌کنند به کار برد. همچنین روش پیشنهادی برای داد و ستد ماشین‌های مجازی بین ابرهای اتحادیه با معماری نظیر به نظیر نیز قابل استفاده است. مدل به‌دست آمده از این تحقیق توسط پروژه‌ها و مراکز تحقیقات دانشگاهی، فراهم‌کنندگان ابر عمومی و خصوصی با هدف اتصال ابرها قابل استفاده است.

ط - سؤالات تحقیق:

سوال اصلی این پژوهش این است که " چگونه کارگزار برای هر کاربرد بهترین ابر و برای دسته وظایف آن بهترین نمونه ماشین مجازی را انتخاب کند که مهلت زمانی کاربرد برآورده شود و هزینه اجرای آن کمینه شود؟". سؤالات دیگری در راستای پاسخ به این سوال اصلی مطرح می‌شوند که عبارتند از:

1. چه مسائلی در انتخاب ابر و ماشین‌های مجازی مناسب باید در نظر گرفته شود؟
2. مصالحه بین کارایی و قیمت نمونه‌های ماشین مجازی در ابرهای اتحادیه چه تاثیری در زمانبندی پیشنهادی دارد؟
3. آیا در نظر گرفتن محدودیت تعداد نمونه‌های ماشین مجازی متعلق به ابرهای اتحادیه بر کاهش هزینه کلی کاربردها تاثیر دارد؟
4. مهلت زمانی کاربردها چه تاثیری در هزینه اجرای آن‌ها دارند؟
5. زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه چه تاثیری در سود انفرادی ابرهای اتحادیه دارد؟
6. آیا می‌توان در زمانبندی کاربردها، تخصیص منابع را متناسب با منابعی که در اتحادیه به اشتراک گذاشته‌اند انجام داد؟

## ی - فرضیه‌های تحقیق:

فرضیه‌های اصلی این تحقیق عبارتند از:

1. محدودیت تعداد نمونه‌های ماشین مجازی متعلق به ابرهای اتحادیه بر کاهش هزینه کلی کاربردها تاثیر گذار است.
2. زمانبندی کاربردها با هدف کاهش هزینه، بدون در نظر گرفتن سود انفرادی ابرها در اتحادیه صورت می‌پذیرد. می‌توان سود انفرادی ابرها را با در نظر گرفتن تابع هدف دوم برای تعادل در تخصیص منابع ابرهای اتحادیه افزایش داد.
3. هزینه اجرای کاربردها با مهلت زمانی، تعداد و زمان اجرای وظایف آن‌ها رابطه دارد.
4. مصالحه<sup>1</sup> بین قیمت و کارایی نمونه‌های ماشین مجازی در زمانبندی کاربردها و کاهش هزینه تاثیر گذار است.

## مفروضات تحقیق

1. در این تحقیق فرض می‌شود روی هر مرکز داده براساس ترکیبی از خصوصیات ماشین مجازی، نمونه‌های مشخصی از ماشین‌های مجازی از قبل تعریف شده است. هر نمونه ماشین مجازی خصوصیات خاص خود را از نظر توان پردازشی، تعداد هسته، اندازه حافظه اصلی و ذخیره‌سازی، ظرفیت ورودی/خروجی دارد.
2. فرض می‌شود کارگزار اتحادیه درگیر تعریف ماشین مجازی نمی‌شود و فقط مسئول تخصیص ماشین‌های مجازی موجود به کاربرد است.
3. در این پژوهش کاربرد وابسته به محاسبات<sup>2</sup> با مدل BoTs در نظر گرفته می‌شود. هر کاربرد شامل دسته مستقل از وظایف است و هر دسته شامل وظیفه همگن است. هر کاربرد به یک ابر و هر دسته از وظایف آن به یک نمونه ماشین مجازی روی همان ابر مشخص نگاشت می‌شوند.
4. معیار کیفیت سرویس در این تحقیق مهلت زمانی است که توسط کاربر مشخص می‌شود.

## چهارچوب و محدودیت‌های تحقیق:

مسئله تخصیص ماشین‌های مجازی در اتحادیه ابر، به دلیل نیازمندی‌های مختلف کاربران و خصوصیات نامتجانس کاربردها بسیار پیچیده است. این پژوهش با محدود کردن شرایط مسئله بدنبال راهکاری برای انتخاب بهترین ابر و نمونه‌های ماشین مجازی براساس چارچوب مشخصی است. این محدودیت‌ها عبارتند از:

1. نمونه‌های ماشین مجازی در این تحقیق براساس ابرهایی مانند Azure و Amazon در قالب نمونه‌های ماشین مجازی کوچک، متوسط، بزرگ و بسیار بزرگ تعریف می‌شود. ممکن است یک ابر شرکت کننده در اتحادیه یک نمونه ماشین مجازی خاصی را ارائه نکند.
2. مدل قیمت گذاری منابع ثابت است، برای هر نمونه ماشین مجازی قیمت در واحد زمان (ساعت) تعیین می‌شود.
3. برای هر ابر تعداد نمونه‌های ماشین مجازی در دسترس مشخص است.
4. برای هر کاربرد تعداد دسته‌های آن و تعداد وظایف هر دسته در ابتدای زمانبندی مشخص است.
5. وظایف یک دسته همگن هستند و زمان اجرای آن‌ها یکسان است.

<sup>1</sup> Tradeoff

<sup>2</sup> compute-intensive

6. مقایسه کارایی نمونه ماشین‌های مجازی بر اساس CCU است.
7. زمان اجرای یک وظیفه از هر دسته روی ماشین مجازی با کارایی (1 CCU) مشخص است.
8. تخصیص ماشین مجازی به صورت انحصاری است.

ک - تعریف واژه‌ها و اصطلاحات فنی و تخصصی (به صورت مفهومی و عملیاتی):

مدل: شکل ساده شده و آرمانی دستگاه واقعی

مدل ریاضی: مدلی است که در آن میزان سوددهی و هزینه مورد نظر و همچنین قیدها و شرایط حاکم بر مدل به صورت توابع ریاضی بیان می‌شوند.

برنامه‌ریزی ریاضی: نوعی از برنامه‌ریزی است که در آن یک مدل ریاضی برای سیستم واقعی مورد نظر ساخته می‌شود.

برنامه ریزی خطی صحیح مختلط: یک شیوه برنامه‌ریزی است که در آن مدل مورد نظر یک مدل ریاضی می‌باشد. در این مدل تمام توابع و قیدها توسط توابع ریاضی از متغیرهای پیوسته و صحیح بیان می‌شوند.

قید: یک قید عبارت است از یک معادله یا نامعادله که دربرگیرنده برخی از شرایط عملی حاکم بر مسئله است.

تابع هدف: میزان سودمندی دستگاه واقعی یا مدل مربوطه به صورت تابع ریاضی از متغیرهای تصمیم بیان می‌شود. این تابع را تابع هدف گویند.

متغیر تصمیم: متغیرهای تصمیم متغیرهایی هستند که پس از حل مدل، مقدار آنها تعیین می‌شود. این متغیرها می‌توانند نشان‌دهنده انجام فعالیت خاصی یا تعیین کننده انجام/عدم انجام عمل خاصی (مانند تخصیص) باشند.

OPL: یک واسط برای مدل‌سازی برنامه ریزی خطی و غیر خطی است.

محاسبات ابری: یک نوع سیستم توزیع شده و موازی است که منابع مجازی را به روش پرداخت براساس استفاده روی اینترنت فراهم می‌کند. هدف محاسبات ابری فراهم کردن دسترسی آسان براساس تقاضای کاربر به مجموعه‌ای از منابع رایانشی قابل تغییر و پیکربندی (مانند: شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی کاربردها و سرویس‌ها) از طریق اینترنت است [60, 61].

ارائه سرویس‌ها: در محاسبات ابری سرویس‌ها در قالب سه مدل کلی زیرساخت<sup>1</sup>، بستر<sup>2</sup> و نرم‌افزار<sup>3</sup> به‌عنوان سرویس تعریف می‌شود [61]. در مدل زیرساخت به‌عنوان سرویس منابع سخت‌افزاری مانند پردازنده‌ها، حافظه‌ها، منابع شبکه و ... به کاربران ارائه می‌شود. فراهم کنندگان در مدل نرم افزار به‌عنوان سرویس، نرم‌افزارها را به صورت سرویس روی اینترنت تحویل می‌دهند. در مدل بستر به‌عنوان سرویس، نرم‌افزارهای توسعه‌دهنده کاربردها به‌عنوان سرویس از طریق وب به کاربران عرضه می‌شوند [1].

مدیریت منابع: مسئله مدیریت منابع در محاسبات ابری شامل: زمانبندی سراسری منابع مجازی، تخمین بهره‌وری منابع، قیمت‌گذاری منابع و افزایش سود، زمانبندی محلی منابع ابر، افزایش/کاهش مقیاس منابع تخصیص یافته به کاربرد و مدیریت بارکاری است [1].

معماری ابر: معماری‌های ابر به گروه‌های ابر عمومی، خصوصی، ترکیبی، اتحادیه، اتحادیه ترکیبی، توزیع شده و چند-ابری دسته‌بندی شده‌اند [2]، [4] و [5].

<sup>1</sup> Infrastructure as a Service (IaaS)

<sup>2</sup> Platform as a Service (PaaS)

<sup>3</sup> Software as a Service (SaaS)

ابر عمومی: در مدل محاسبات ابری عمومی کاربر از منابع مجازی تعریف شده روی یک مرکز داده که مالکیت آن را ندارد استفاده می کند.

نمونه ماشین مجازی: بعضی از ابرهای عمومی مانند [30] Amazon Ec2 ، [62] Cloudsigma و [63] GoGrid [63] نمونه‌های از پیش تعریف شده‌ای برای ماشین‌های مجازی دارند، درحالی‌که برخی دیگر از فراهم‌کنندگان ابر مانند [64] Elastichosts چنین نمونه‌های از پیش تعریف شده‌ای را ارائه نمی‌کنند و به کاربران اجازه می‌دهند سخت افزار که دقیقاً مورد نیاز کاربرد آن‌ها است را با شخصی سازی<sup>1</sup> و تنظیمات دقیق تعریف کنند. انعطاف‌پذیری بالا و قابلیت شخصی سازی از مزایای این مدل از ارائه منابع محاسباتی روی ابر است اما در این روش تخصیص و تنظیم ماشین‌های فیزیکی و تنظیمات ریزدانه منابع محاسباتی می‌تواند تاثیر زیادی بر نتیجه اجرای کارها داشته باشد و فرآیند تخصیص منابع را پیچیده‌تر می‌کند [15].

ابر خصوصی: اشاره به مراکز داده متعلق به یک سازمان خاص دارد [2].

ابر ترکیبی: ترکیبی از دو یا چند زیرساخت فراهم‌کنندگان عمومی و حداقل یک ابر خصوصی است؛ یک یا چند سازمان با استفاده از ابزارهای مدیریت زیرساخت مانند open nebula یک ابر خصوصی ایجاد می‌کنند. در ابر ترکیبی اجرای کارها از طریق پیاده‌سازی ماشین‌های مجازی روی منابع داخلی سازمان یا ابر عمومی صورت می‌گیرد. تصمیم‌گیری برای اجرای کارها روی ابر خصوصی یا عمومی براساس معیارهای اقتصادی، امنیتی و بارکاری انجام می‌شود [15].

ابر توزیع شده: مدلی است که یک فراهم‌کننده مراکز داده خود را جهت سرویس‌دهی به کاربران در سراسر جهان در مناطق جغرافیایی مختلف قرار می‌دهد، در این مدل از یک استاندارد ابر استفاده می‌شود [2].

میان-ابر: برای رسیدن به کیفیت سرویس بالاتر، قابلیت انعطاف و اطمینان بیشتر پس از پیدایش محاسبات ابری ایده ابری از ابرها به نام میان-ابر<sup>2</sup> در سال 2009 مطرح شد [4]. میان-ابر یک مدل از محاسبات ابری است با هدف تضمین کیفیت سرویس‌ها مانند کارایی و در دسترس بودن سرویس‌ها [3].

اتحادیه ابر: اگر فراهم‌کنندگان بصورت اختیاری زیرساخت‌های خود را با هدف به اشتراک‌گذاری منابع به یکدیگر متصل کنند، اتحادیه ابر نامیده می‌شود، در این مدل عملیات و توافق بین ابرها از دیدگاه کاربر شفاف است [5].

چند-ابری: در مدل چند-ابری<sup>3</sup> اتصال اختیاری جهت به اشتراک‌گذاری منابع بین فراهم‌کنندگان ایجاد نمی‌شود و خود کاربر یا نماینده او مسئول مستقیم دسترسی و استفاده از منابع متعلق به ابرهای مختلف است [5].

کارگزاری متمرکز: در مدل متمرکز یک موجودیت متمرکز در هر اتحادیه وجود دارد که تخصیص منابع را انجام می‌دهد. اطلاعات مربوط به مراکز داده در این موجودیت رجیستر می‌شود و براساس الگوریتم مشخص شده تخصیص منابع متعلق به اتحادیه به کاربران انجام می‌شود. شفافیت کارگزاری منابع از دیدگاه کاربر مزیت این روش است اما کاربر کنترل مستقیمی بر تخصیص منابع ندارند.

کارگزاری نظیر به نظیر: در مدل نظیر به نظیر یک موجودیت مرکزی برای تخصیص منابع وجود ندارد و ابرها مستقیماً با یکدیگر به منظور اجاره منابع ارتباط برقرار می‌کنند.

---

<sup>1</sup> Customize  
<sup>2</sup> Inter-Cloud  
<sup>3</sup> Multi-Cloud

الف - شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده ها و نحوه اجراء (شامل مواد، تجهیزات و استانداردهای مورد استفاده در قالب مراحل اجرایی تحقیق به تفکیک):

تذکر: درخصوص تفکیک مراحل اجرایی تحقیق و توضیح آن، از به کار بردن عناوین کلی نظیر، «گردآوری اطلاعات اولیه»، «تهیه نمونه های آزمون»، «انجام آزمایش ها» و غیره خودداری شده و لازم است در هر مورد توضیحات کامل در رابطه با منابع و مراکز تهیه داده ها و ملزومات، نوع فعالیت، مواد، روش ها، استانداردها، تجهیزات و مشخصات هر یک ارائه گردد.

این پژوهش براساس روش شناسی تحقیق علم طراحی<sup>1</sup> [65] انجام می شود که روشی ساخت یافته و پذیرفته شده برای تحقیق در حوزه های مهندسی، مدل سازی و سیستم های اطلاعاتی است. گام های اصلی تحقیق شامل مطالعه اولیه موضوع و تعریف مسئله، مشخص کردن محدوده مسئله و هدف آن، مدل سازی مسئله، طراحی روش پیشنهادی و در نهایت ارزیابی روش پیشنهادی است. مراحل اجرای تحقیق در شکل 1 به تفکیک نشان داده شده است.

---

<sup>1</sup> Design Science Research Methodology(DSRM)





شکل 1: مراحل اجرای تحقیق

ب- متغیرهای مورد بررسی در قالب یک مدل مفهومی و شرح چگونگی بررسی و اندازه گیری متغیرها:  
در این تحقیق متغیرهای زیر مورد بررسی قرار می گیرند:

### متغیرهای مستقل:

- تعداد و قیمت هر نمونه ماشین مجازی که توسط هر یک از ابرهای اتحادیه ارائه می شوند. هر یک از ابرهای اتحادیه نمونه های از پیش تعریف شده ای از ماشین های مجازی را در اتحادیه به اشتراک می گذارند. این نمونه ها از نظر توان پردازشی، میزان حافظه و ورودی/خروجی متفاوت هستند. قیمت نمونه های هر ابر متفاوت است و از هر نمونه یک استخر از ماشین های مجازی ارائه می شود. از هر نمونه تعداد مشخصی ماشین مجازی در اتحادیه ارائه می شود.
- تعداد کاربردهایی که در یک دوره زمانی زمانبندی می شوند.
- تعداد دسته وظایف هر کاربرد: هر کاربرد از تعدادی دسته وظایف مستقل از یکدیگر تشکیل شده است. دسته- وظایف یک کاربرد و تعداد وظایفی که در هر دسته وجود دارد فاکتور مهمی در محاسبه هزینه اجرای کاربرد هستند.
- مهلت زمانی کاربرد: هر کاربر برای کاربردی که به اتحادیه پذیرش می کند مهلت زمانی نظیر آن را مشخص می کند. زمانبندی کاربرد براساس مهلت زمانی آن انجام می شود.

### متغیرهای وابسته:

- ابری که برای اجرای یک کاربرد انتخاب می شود: الگوریتم زمانبندی براساس مهلت زمانی و با هدف کاهش هزینه هر کاربرد را به یکی از ابرهای اتحادیه ارسال می کند.
- نمونه ماشین مجازی که برای هر دسته از کاربرد انتخاب می شود. با انتخاب یک ابر برای اجرای کاربرد، از آنجا که دسته وظایف یک کاربرد از نظر زمان اجرا و تعداد وظایف متفاوت هستند برای هر دسته وظیفه از یک کاربرد یک نمونه ماشین مجازی انتخاب می شود.
- تعداد نمونه ماشین مجازی برای هر دسته از یک کاربرد: براساس تعداد وظایف یک دسته و زمان اجرا تعداد نمونه های ماشین مجازی برای اجرای دسته وظیفه انتخاب می شود که حداکثر بهره وری را داشته باشد و مهلت زمانی کاربرد برآورده شود.
- هزینه اجرای هر کاربرد: قیمت ماشین های مجازی در ابرهای اتحادیه متفاوت است. هزینه اجرای یک کاربرد براساس ابر و ماشین مجازی تخصیص یافته به کاربرد محاسبه می شود. محاسبه هزینه اجرای کاربرد براساس ابر و ماشین های مجازی (نوع، تعداد و قیمت ماشین مجازی و همچنین تعداد واحدهای زمانی) تخصیص یافته به کاربرد محاسبه می شود.
- هزینه کلی کاربردهای زمانبندی شده در یک دوره زمانی
- سود کلی اتحادیه: سود کلی اتحادیه از درآمد حاصل از تخصیص ماشین های مجازی ابرهای اتحادیه به کاربردها محاسبه می شود.
- سود انفرادی ابرها: برای هر ابر درآمد حاصل از تخصیص ماشین های مجازی آن ابر محاسبه می شود.

ج - شرح کامل روش (میدانی، کتابخانه‌ای) و ابزار (مشاهده و آزمون، پرسشنامه، مصاحبه، فیش‌برداری و غیره) گردآوری داده‌ها :

جمع‌آوری اطلاعات به روش کتابخانه‌ای انجام خواهد شد. سیستم‌های تجاری موجود، پروژه‌ها، کتاب‌ها، مقالات کنفرانس‌ها و مجله‌ها منابع مناسبی برای گردآوری داده‌ها هستند. همچنین از کتب و رساله‌های انجام شده مرتبط با موضوع برای گردآوری داده‌ها استفاده می‌شود و از اینترنت به عنوان منبع اصلی در دسترس استفاده می‌شود.

د - جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه (در صورت وجود و امکان):

برای ارزیابی روش پیشنهادی از داده‌های مربوط به اجرای Benchmark SpecCpu 2006 روی ماشین‌های مجازی متعلق به ابرهای عمومی شامل ابرهای Amazon ، RackSpace ، Windows Azure ، DigitalOcean ، Softlayer و GoogleEngine استفاده می‌شود. نتایج اجرای SpecCpu 2006 در پایگاه معتبر CloudHarmony [56] وجود دارد، در این تحقیق از این داده‌ها برای ارزیابی روش پیشنهادی استفاده خواهد شد. در این پایگاه اطلاعات مربوط به شش ابر عمومی و بیش از 100 نمونه ماشین‌مجازی وجود دارد که از داده‌های مربوط به نمونه‌ماشین‌های که بهینه‌سازی محاسباتی روی آن‌ها انجام شده استفاده خواهد شد.

ه - روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها:

مدل ریاضی پیشنهادی این تحقیق با استفاده از واسط OPL<sup>1</sup> و حل‌کننده Cplex مدل‌سازی و حل می‌شود. ارزیابی روش ابتکاری که برای حل مدل پیشنهادی مورد استفاده قرار می‌گیرند بصورت شبیه‌سازی است که یک روش پذیرفته شده است. برای شبیه‌سازی در محاسبات ابری ابزارهای زیادی وجود دارد که مهمترین آن‌ها cloudSim [66] است. ابزار cloudSim مبتنی بر رخداد است و با زبان جاوا نوشته شده است. پیاده‌سازی و ارزیابی الگوریتم‌های زمانبندی و تخصیص در این ابزار قابل انجام است.

6- استفاده از امکانات آزمایشگاهی واحد:

- آیا برای انجام تحقیقات نیاز به استفاده از امکانات آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات می‌باشد؟  بلی  خیر

در صورت نیاز به امکانات آزمایشگاهی لازم است نوع آزمایشگاه، تجهیزات، مواد و وسایل مورد نیاز در

این قسمت مشخص گردد.

<sup>1</sup> Optimization Programming Language

نوع آزمایشگاه	تجهیزات مورد نیاز	مواد و وسایل	مقدار مورد نیاز

- آیا برای انجام تحقیقات نیاز به حمایت از سایر مراکز خارج از واحد علوم و تحقیقات می باشید؟  خیر  در صورت نیاز نام مراکز و نحوه حمایت (مالی، امکانات و تجهیزات و ..) مشخص گردد.

امضاء مدیر گروه تخصصی:

امضاء استاد راهنما:

7- زمان بندی انجام تحقیق:

الف - تاریخ شروع: مهر 93 ب - مدت زمان انجام تحقیق: 24 ماه ج - تاریخ اتمام: مهر 95

تذکر: لازم است کلیه فعالیتها و مراحل اجرایی تحقیق (شامل زمان ارائه گزارشات دوره‌ای) و مدت زمان مورد نیاز برای هر یک، به تفکیک پیش‌بینی و در جدول مربوطه درج گردیده و در هنگام انجام عملی تحقیق، حتی الامکان رعایت گردد.

پیش‌بینی زمان‌بندی فعالیت‌ها و مراحل اجرایی تحقیق و ارائه گزارش پیشرفت کار

زمان اجرا به ماه																								زمان کل (ماه)	شرح فعالیت		
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
																									2	جمع آوری منابع	1
																									5	مطالعه مدل‌های محاسبات ابری (استاندارد، ترکیبی و میان-ابر) و نحوه تعریف ماشین مجازی در ابر	2
																									6	مطالعه سیاست‌های قیمت‌گذاری منابع در محاسبات ابری	3
																									8	مطالعه روش‌های زمان‌بندی کاربرد در ابر عمومی، اتحادیه ابر و ابر تر	4
																									7	مطالعه روش‌های زمان‌بندی BoTs در مدل‌های مختلف محاسبات ابر	5
																									6	مطالعه برنامه‌ریزی ریاضی و برنامه‌ریزی خطی صحیح	6
																									6	استخراج متغیرهای مسئله مورد نظر	7
																									5	مدلسازی مسئله مورد نظر با برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط شامل تعریف قیدها و توابع هدف	8
																									6	توصیف و حل مدل پیشنهادی با واسط مدل‌سازی و حل‌کننده مناسب	9
																									2	بکارگیری الگوریتم ابتکاری مناسب برای حل مدل پیشنهادی	10
																									7	شبیه‌سازی الگوریتم حل مسئله و تحلیل نتایج	11
																									2	مستندسازی تز و دفاع نهایی	12

توجه: 1- زمان و نوع فعالیت‌های اجرایی رساله، حتی‌الامکان باید با مندرجات جدول منطبق باشد.

2- حداقل زمان قابل قبول برای پیش‌بینی مراحل مطالعاتی و اجرایی رساله دکتری 12 ماه و حداکثر 24 ماه می‌باشد.

**تذکره:** اساتید راهنما و مشاور موظف هستند قبل از پذیرش پروپوزال، به سقف ظرفیت راهنمایی و مشاوره خود توجه نموده و در صورت تکمیل بودن ظرفیت پذیرش، از امضاء این فرم و یا در نوبت قرار دادن آن و ایجاد وقفه در کار دانشجویان جداً پرهیز نمایند. بدیهی است در صورت عدم رعایت موازین مربوطه، مسئولیت تأخیر در ارائه پروپوزال و عواقب کار، متوجه گروه تخصصی خواهد بود.

### 8- صورتجلسه گروه تخصصی

نام و نام خانوادگی دانشجو: سمیه عبدی

امضاء

تاریخ

نام و نام خانوادگی استاد یا استادان راهنما

امضاء

تاریخ

1- دکتر (عضو هیأت علمی دانشگاه رازی کرمانشاه)

2- دکتر (عضو هیأت علمی دانشگاه رازی کرمانشاه)

نام و نام خانوادگی استاد یا استادان مشاور

امضاء

تاریخ

1- دکتر (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران)

2- (عضو هیأت علمی دانشگاه .....)

نام و نام خانوادگی اعضای کمیته نظارت بر تحقیق

امضاء

تاریخ

1- (عضو هیأت علمی دانشگاه .....)

شورای گروه تخصصی ..... در تاریخ ..... در محل ..... با حضور اعضای مربوطه تشکیل و موضوع رساله خانم سمیه عبدی با ..... بررسی و به تصویب رسید.

نام و نام خانوادگی اعضای شورا

امضاء

تاریخ

1-

2-

3-

4-

5-

6-

نام و نام خانوادگی مدیر گروه: آقای دکتر ..... امضاء

تاریخ

**تذکره:** لازم است پروپوزال دانشجویان از تاریخ تأیید در شورای گروه تخصصی تا زمان طرح در شورای پژوهشی دانشکده بیشتر از یکماه نگذرد.

**تذکره:** لازم است قبل از تصویب پروپوزال در شورای پژوهشی دانشکده، شرایط احراز و ظرفیت پذیرش اساتید راهنما و مشاور مطابق بخشنامه‌های مربوطه توسط پژوهش دانشکده کنترل شود.

9- صورتجلسه شورای (پژوهشی) دانشکده:

موضوع و طرح تحقیق رساله خانم .....  
 آقای .....  
 دانشجوی مقطع دکتری گروه کامپیوتر دانشکده

گرایش سیستم‌های نرم افزاری که به تصویب کمیته گروه تخصصی مربوطه رسیده است، در جلسه مورخ ..... شورای (پژوهشی) دانشکده مطرح شد و پس از بحث و تبادل نظر مورد تصویب اکثریت اعضاء قرار گرفت.

ردیف	نام و نام خانوادگی	نوع رأی (موافق یا مخالف)	محل امضاء	توضیحات
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

نام و نام خانوادگی مدیر/کارشناس پژوهشی دانشکده:

امضاء تاریخ

نام و نام خانوادگی ریاست دانشکده

امضاء تاریخ

این فرم باید توسط دانشجو تکمیل شود

فرم سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی

فرم الف - فرم اطلاعات رساله دکتری تخصصی (Ph.D)

نام واحد دانشگاهی: واحد علوم و تحقیقات تهران	
عنوان رساله دکتری: زمانبندی دسته وظایف براساس برآورده کردن کیفیت سرویس و کاهش هزینه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی در سیستم‌های محاسبات ابری	
نام و نام خانوادگی دانشجوی: نامسال تحصیلی: دوم 93-94	شماره دانشجویی: 901136750
تعداد واحد پایان نامه: 24	رشته تحصیلی: مهندسی کامپیوتر
کد رشته:	گرایش: سیستم‌های نرم افزاری
<input type="checkbox"/> علوم پایه	<input type="checkbox"/> علوم انسانی
	<input type="checkbox"/> هنر
<input checked="" type="checkbox"/> فنی و مهندسی	<input type="checkbox"/> کشاورزی
نام و نام خانوادگی استاد راهنما 1: ..... رشته تحصیلی: مهندسی کامپیوتر	
مرتبۀ علمی: استادیار <input checked="" type="checkbox"/> دانشیار <input type="checkbox"/> استاد <input type="checkbox"/>	کد شناسایی استاد راهنما:
نام و نام خانوادگی استاد راهنما 2: ..... رشته تحصیلی: ریاضی کاربردی	
مرتبۀ علمی: استادیار <input checked="" type="checkbox"/> دانشیار <input type="checkbox"/> استاد <input type="checkbox"/>	کد شناسایی استاد راهنما:
نام و نام خانوادگی استاد مشاور 1: ..... رشته تحصیلی: مهندسی کامپیوتر	
مرتبۀ علمی: استادیار <input type="checkbox"/> دانشیار <input checked="" type="checkbox"/> استاد <input type="checkbox"/>	کد شناسایی استاد راهنما:
نام و نام خانوادگی استاد مشاور 2: ..... رشته تحصیلی:	
مرتبۀ علمی: استادیار <input type="checkbox"/> دانشیار <input type="checkbox"/> استاد <input type="checkbox"/>	کد شناسایی استاد راهنما:



## فرم شماره 1

### دستاوردهای حاصل از نتایج حاصل از پایان نامه کارشناسی ارشد یا رساله دکتری

تمامی تولیدات علمی مستخرج از پایان نامه/رساله (در قالب کتاب، مقاله، طرح تحقیقاتی، اختراع، اکتشاف و ...) با رعایت موارد ذیل قابل انتشار است.

الف) نویسنده اول مقاله باید به نام دانشجو و به عنوان تنها آدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات باشد.

ب) عهده دار مکاتبات (Corresponding Author) می تواند استاد راهنما با آدرس مؤسسه محل خدمت خود یا دانشجو با نشانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات باشد.

ج) فقط اسامی افراد مرتبط با پایان نامه یا رساله (دانشجو - استاد راهنما - استاد مشاور) در مستخرجات ذکر شود.

د) آدرس دقیق دانشگاه و واحد و رعایت ترتیب و توالی آن باید به صورت زیر آورده شود:

#### به انگلیسی:

Department of Electrical and Computer Engineering, Science and Research Branch,  
Islamic Azad University, Tehran, Iran

#### به فارسی:

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی برق و کامپیوتر، تهران، ایران.  
اینجانبان اساتید راهنما و مشاور پایان نامه / رساله، خانم/آقای ..... دانشجوی مقطع دکتری رشته مهندسی کامپیوتر گرایش سیستم های نرم افزاری با عنوان « ..... سرویس و کاهش هزینه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی در سیستم های محاسبات ابری » موارد فوق را می پذیریم.

نام و نام خانوادگی استاد راهنما: ..... نام و نام خانوادگی استاد  
راهنما.....

تاریخ و امضاء ..... تاریخ و امضاء

نام و نام خانوادگی استاد مشاور: ..... نام و نام خانوادگی استاد مشاور:  
تاریخ و امضاء ..... تاریخ و امضاء

در تاریخ ..... فرم مزبور که به امضاء اساتید محترم راهنما و مشاور رسیده است، دریافت گردید.

#### امضاء مدیر پژوهش دانشکده

تذکره: لازم است اساتید راهنما و مشاور انتخابی پس از مطالعه فرم مذکور، نسبت به تکمیل مشخصات و توشیح آن شخصاً اقدام نمایند تا از هرگونه تخلفات احتمالی جلوگیری گردد.

**دستورالعمل نحوه تدوین و استفاده از نتایج حاصل از پایان نامه کارشناسی ارشد یا رساله دکتری**

الف) کلیه مطالب و مندرجات پایان نامه/ رساله بر اساس اصول علمی و حاصل از تحقیقات خودم تهیه شود و در صورت استفاده از مطالب، نتایج تحقیقات، نقل قولها، جداول و نمودارهای دیگران در پایان نامه/رساله، منابع و ماخذ آن به نحوی که قابل تشخیص و تفکیک از متن اصلی باشد قید گردد.

ب) در صورتیکه از نتایج تحقیقاتم علاوه بر پایان نامه / رساله، کتاب، مقاله، اختراع، اکتشاف و هر گونه تولیدات علمی حاصل شود، صرفاً بنام دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران بوده و این موضوع صراحتاً در مکاتبات و تولیدات اینجانب درج و بر اساس ضوابط دانشگاه اقدام نمایم.

ج) در صورت استفاده از کمکهای مالی و غیر مالی نهادهای دولتی و غیر دولتی از موضوع تحقیق اینجانب مراتب را کتباً به دانشکده اطلاع دهم در غیر اینصورت دانشکده مجاز به تغییر عنوان پایان نامه یا سایر اقدامات حقوقی می باشد.

د) آدرس دقیق دانشگاه و واحد و رعایت ترتیب و توالی آن به عنوان تنها آدرس در تولیدات علمی مستخرج از پایان نامه/رساله باید به صورت زیر آورده شود:

**آدرس دانشگاه و واحد به فارسی:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی برق و کامپیوتر، تهران، ایران.

**آدرس دانشگاه و واحد به انگلیسی:**

Department of Electrical and Computer Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

اینجانب ..... مقطع دکتری رشته مهندسی کامپیوتر گرایش سیستم های نرم افزاری که موضوع پایان نامه/رساله ام تحت عنوان: **زمانبندی دسته وظایف براساس برآورده کردن کیفیت سرویس و کاهش هزینه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی در سیستم های محاسبات ابری در شورای گروه تخصصی مطرح و به تصویب رسیده است موارد فوق را مطالعه کرده و پذیرفتم**

**نام و نام خانوادگی دانشجو:** .....

**تاریخ و امضاء**

**تذکره:** بدیهی است چنانچه تحت هر شرایطی و در هر زمان، دانشگاه خلاف موارد ذکر شده را مشاهده نماید نسبت به تصمیم اتخاذ شده هیچگونه ادعایی نداشته و حق هرگونه اعتراضی را از خود سلب و ساقط می نمایم.

در تاریخ ..... فرم مزبور که توسط آقای / ..... به امضاء رسیده است، دریافت گردید.

امضاء مدیر پژوهش

دانشکده

فرم شماره 3

فرم تأیید استعمال کتابخانه مرکزی و پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران  
(ایران داک)

اینجانبان اساتید راهنما پایان نامه / رساله آقای / خانم سمیه عبدی دانشجوی مقطع دکتری تخصصی /  
کارشناسی ارشد / دکتری حرفه‌ای رشته مهندسی کامپیوتر با عنوان « ..... نامه‌ریزی ریاضی  
در سیستم‌های محاسبات ابری » استعمال‌های اخذ شده کتابخانه مرکزی و پژوهشگاه علوم و فناوری  
اطلاعات ایران (ایران داک) مبنی بر عناوین مشابه عنوان فوق را مطالعه نموده و با عنایت به کلمات کلیدی  
عنوان پروپوزال در سایت‌های [www.irandoc.ac.ir](http://www.irandoc.ac.ir) و [sika.iau.ir](http://sika.iau.ir) تکراری نبودن عنوان پروپوزال  
مذکور مور تأیید می‌باشد.

نام و نام خانوادگی استاد راهنمای اول: .....

نام و نام خانوادگی استاد راهنمای دوم: .....

**دانشگاه آزاد اسلامی**  
**واحد علوم و تحقیقات (تهران)**  
**Science and Research Branch, Islamic Azad University**

**چک لیست تکمیل فرم پیشنهاد تحقیق رساله دکترا**

عنوان تحقیق به فارسی:

نام دانشجو: \_\_\_\_\_  
 نام خانوادگی دانشجو: \_\_\_\_\_  
 رشته تحصیلی: \_\_\_\_\_  
 نام و نام خانوادگی استاد (اساتید) راهنما: \_\_\_\_\_  
 دانشکده: \_\_\_\_\_  
 گروه تخصصی: \_\_\_\_\_  
 گرایش: \_\_\_\_\_  
 نام و نام خانوادگی استاد (اساتید) مشاور: \_\_\_\_\_  
 -1 -1

بدینوسیله گواهی می‌گردد که موارد زیر در تکمیل پیشنهاد تحقیق فوق الذکر رعایت شده است: (لطفاً کلیه موارد زیر را با علامت (✓) تایید فرمایید)

موضوع	موارد شکلی	موارد محتوایی
فایل مورد استفاده	<input type="checkbox"/> از فایل <a href="http://srbiau.ac.ir/Files/engineer/93/1-93-94/2014-06-18_01_58_35_2-pro93-withCheckList.doc">http://srbiau.ac.ir/Files/engineer/93/1-93-94/2014-06-18_01_58_35_2-pro93-withCheckList.doc</a>	فایل پایان‌نامه صرفاً از سایت واحد علوم و تحقیقات < دانشکده ها > دانشکده فنی و مهندسی < برد پژوهش دانلود گردد
مدارک رسمی مورد نیاز	<input type="checkbox"/> صورت جلسه دفاع از پیشنهاد تحقیق با امضای اساتید حاضر در جلسه دفاع ارائه شده است. <input type="checkbox"/> نسخه کاغذی پیشنهاد تحقیق با امضای اعضای شورای گروه تخصصی به همراه صورت جلسه شورای گروه ارائه شده است. <input type="checkbox"/> نسخه الکترونیکی با تاییدهای لازم به مرحله امور پژوهشی دانشکده رسیده است.	
1- اطلاعات مربوط به دانشجو	<input type="checkbox"/> کلیه اطلاعات تکمیل شده است.	
2- اطلاعات اساتید	<input type="checkbox"/> کلیه اطلاعات تکمیل شده است.	<input type="checkbox"/> در صورتی که استاد راهنما مدعو باشد، حکم هیات علمی و رزومه ایشان پیوست شده است. <input type="checkbox"/> حداقل یک استاد از اساتید راهنما یا مشاور از اعضای هیات علمی دانشکده هستند.
4- الف - 1- عنوان تحقیق به فارسی	<input type="checkbox"/> حتی المقدور از معادل مرسوم اصطلاحات به زبان فارسی استفاده شده است	<input type="checkbox"/> کلی نیست و اشاره به نوآوری پایان نامه دارد. <input type="checkbox"/> از به کار بردن عناوینی با مفهوم مرور یا بررسی کار دیگران احتراز شده است.
4- الف - 2- عنوان تحقیق به انگلیسی		<input type="checkbox"/> انطباق دقیق معنایی با عنوان فارسی دارد. <input type="checkbox"/> نگارش و گرامر صحیح رعایت شده است.
4- ج - بیان مساله	<input type="checkbox"/> حداقل دو صفحه است.	<input type="checkbox"/> (برای پایان نامه‌های فن آوری و کاربردی) مشکل مورد بررسی در پایان‌نامه ذکر شده است. <input type="checkbox"/> (برای پایان نامه‌های بنیادی) موضوعی که با انجام پایان نامه روشن خواهد شد ذکر شده است.
4- د - ضرورت انجام تحقیق		<input type="checkbox"/> در مورد دلیل انتخاب رویکرد خاص این پایان نامه در حل مساله و در مورد اینکه حل این مشکل چه مزایایی در کاربردهای مهندسی ایجاد می‌کند، بحث شده است.
4- ه - مرور ادبیات و سوابق	<input type="checkbox"/> حداقل چهار صفحه است. <input type="checkbox"/> فهرست مراجع (حداقل ده مرجع) پیش از بند 5 (صورتجلسه گروه تخصصی) آورده شده است.	<input type="checkbox"/> ارجاع به مقالات مرتبط و رویکردهای پیشین به اختصار آورده و به تفاوت این پژوهش با آنها تاکید شده است. <input type="checkbox"/> به مراجع به صورت استاندارد و مرسوم در مقالات ISI در متن ارجاع داده شده است. <input type="checkbox"/> مرجع نویسی صحیح رعایت شده است. <input type="checkbox"/> مراجع آورده شده معتبر، مستند و به روز هستند. <input type="checkbox"/> مراجع آورده شده، مرتبط با نوآوری ادعایی هستند.

<input type="checkbox"/> نوآوری‌های ادعایی تحقیق فهرست شده‌اند به صورتی که تفاوت این تحقیق با پژوهش‌های پیشین را احراز می‌کند. <input type="checkbox"/> نوآوری ادعایی در سطحی است که پتانسیل چاپ مقاله در نشریات ISI معتبر را دارد. <input type="checkbox"/> پیشنهاد می‌شود که چند محور نوآوری مختلف پیشنهاد شود تا در صورت عدم حصول نتیجه در یکی، محورهای نوآوری دیگر دنبال شود.	<input type="checkbox"/> به صورت شماره گذاری آمده است.	4- و - جنبه جدید بودن و نوآوری
<input type="checkbox"/> نتایجی که از تحقیق انتظار می‌رود به عنوان اهداف مشخص لیست شده‌اند. <input type="checkbox"/> اهدافی که مستقیماً به کاربردهای عملی منجر می‌شوند، با عنوان هدف کاربردی مشخص شده‌اند.	<input type="checkbox"/> به صورت شماره گذاری آمده است.	4- ز - اهداف مشخص
<input type="checkbox"/> پرسش‌هایی که با انجام این تحقیق پاسخ آنها معلوم خواهد شد، آورده شده است. <input type="checkbox"/> پرسش‌های مطرح شده هم به اهداف تحقیق و هم به جوانب و رفتار پارامترهای موضوع تحقیق پرداخته است.	<input type="checkbox"/> به صورت شماره گذاری و با نگارش سوالی آمده است.	4- ط - سوالات تحقیق
<input type="checkbox"/> چهارچوب، مفروضات، محدودیت‌ها، فن‌آوری‌های مورد استفاده و شرایط کارکرد طراحی نهایی به عنوان "مفروضات، چارچوب و محدودیت‌ها" در ذیل فرضیه‌های پژوهش آورده شده است. <input type="checkbox"/> برای پژوهش‌های بنیادی که به بررسی درستی یا نادرستی یک فرضیه می‌پردازد، ارائه فرضیه مورد بررسی انجام شده است.	<input type="checkbox"/> تکمیل شده است.	4- ی - فرضیه‌های تحقیق
<input type="checkbox"/> اصطلاحات کلیدی پژوهش (بخصوص اختصارات) در یک جمله شرح داده شده است.	<input type="checkbox"/> تکمیل شده است.	4- ک - اصطلاحات
<input type="checkbox"/> مراحل پژوهش منطبق بر زمان‌بندی پژوهش (بند 7) و با عناوین غیر کلی و منطبق بر تحقیق (هر مرحله در یک یا دو جمله یا یک پاراگراف کوتاه) معرفی شود. در صورت نیاز فلوجارت عملیات آورده شده است. <input type="checkbox"/> در صورت استفاده از تجهیزات، مواد یا استانداردهای خاص معرفی شده است	<input type="checkbox"/> به صورت شماره گذاری تکمیل شده است.	5- الف - شرح روش تحقیق
<input type="checkbox"/> هر یک از متغیرهایی که در انتهای پژوهش، موفقیت پژوهش با اندازه‌گیری یا توصیف آنها ارزیابی می‌شود، تعریف شود. این متغیرها می‌تواند شامل معرفی جداول، منحنی‌ها یا کمیت‌های قابل اندازه‌گیری یا متغیرهای کیفی باشد.	<input type="checkbox"/> شماره گذاری شده است.	5- ب - متغیرهای مورد بررسی
<input type="checkbox"/> مشخص شده است که پژوهش از نوع مشاهده و آزمون (اندازه‌گیری کمیت‌های مهندسی)، ساخت، شبیه‌سازی کامپیوتری، پرسشنامه یا مصاحبه خواهد بود.		5- ج - روش و ابزار
<input type="checkbox"/> در پژوهش‌هایی که ارزیابی آنها با بررسی یک جامعه آماری از نمونه‌ها قابل انجام است، بانک اطلاعاتی استاندارد (در صورت وجود) یا روش جمع آوری نمونه‌ها معرفی شده است.	<input type="checkbox"/> (در صورت وجود)	5- د - جامعه آماری
<input type="checkbox"/> در پژوهش‌هایی که ارزیابی آنها با ابزار خاصی قابل انجام است، ابزار تجزیه و تحلیل (احتمالاً سخت‌افزاری یا نرم‌افزاری) به صورت روش اندازه‌گیری، آماری یا شبیه‌سازی کامپیوتری معرفی شده است.	<input type="checkbox"/> (در صورت وجود)	5- ه - ابزار تجزیه و تحلیل
<input type="checkbox"/> تجهیزات مرتبط با تحقیق است. <input type="checkbox"/> نحوه تامین تجهیزات (واحد دانشگاهی یا خارج از دانشگاه) و تامین مالی هزینه‌های آن مشخص شده است.	<input type="checkbox"/> در صورت استفاده از تجهیزات خاص آزمایشگاهی تکمیل شده و به امضای استاد راهنما و مدیر گروه رسیده است.	6- امکانات آزمایشگاهی
<input type="checkbox"/> عناوین جدول زمان‌بندی با عناوین بخش 5- الف یکسان است.	<input type="checkbox"/> زمان‌بندی موارد 5- الف با رعایت محدودیت‌های زمانی قانونی تکمیل شده است.	7- زمان‌بندی پژوهش
<input type="checkbox"/> امضای دانشجو، استاد راهنما و مشاور، مدیر و اعضای گروه انجام و همه در یک صفحه، صفحه بندی شده است.	<input type="checkbox"/> امضای دانشجو، استاد راهنما و مشاور، مدیر و اعضای گروه انجام و همه در یک صفحه، صفحه بندی شده است.	8- صورت جلسه گروه
<input type="checkbox"/> در یک صفحه صفحه‌بندی شده است <input type="checkbox"/> مشخصات تکمیلی تایپ شده است		9- صورت جلسه شورای پژوهشی دانشکده
<input type="checkbox"/> هر یک، در یک صفحه، صفحه‌بندی شده است. <input type="checkbox"/> نام دانشجو، نام اساتید، عنوان تحقیق، نام دانشکده و گروه و نظایر آن تایپ شده و مطابق پیشنهاد تحقیق تصحیح و امضا شده است		10- برگه‌های پیوست (فرم سازمان مرکزی، فرم شماره 1، 2 و 3)

امضای مدیر گروه:

امضای استاد راهنما:

تسویه دانشجوی با گروه تخصصی جهت درج در پایان نامه

دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد علوم و تحقیقات  
دانشکده فنی و مهندسی

بدینوسیله تایید می شود پایان نامه / رساله خانم/ آقای ..... دانشجوی  
مقطع..... رشته..... تحت عنوان "....." از  
لحاظ محتوای علمی و فرمت ویرایش و نگارشی پایان نامه / رساله کامل و بدون نقص می باشد.  
یک نسخه پایان نامه / رساله اصلاح شده، تایپ شده و بدون نقص به اینجانبان اساتید راهنما و  
مشاور تحویل گردیده است لذا انجام مراحل تسویه حساب و فارغ التحصیلی نامبرده بلامانع می  
باشد.

نام و نام خانوادگی استاد / استادان راهنما:	امضاء / تاریخ
1-	
2-	
نام و نام خانوادگی استاد / استادان مشاور:	امضاء / تاریخ
1-	
2-	
نام و نام خانوادگی استاد ناظر:	امضاء / تاریخ
1-	
نام و نام خانوادگی استاد داور داخلی:	امضاء / تاریخ
1-	
نام و نام خانوادگی استاد داور خارجی:	امضاء / تاریخ
1-	
نام و نام خانوادگی مدیر گروه:	امضاء / تاریخ