

## بیمه نمودن کاربران در برابر تأخیر زمانی در گریدهای محاسباتی اقتصادی

یاسر مهدوی فر      محمدرضا میبدی

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تهران ایران

Email: mahdavifar@gmail.com, mmeybodi@aut.ac.ir

چکیده - این مقاله برای اولین بار مفهوم بیمه در گریدهای اقتصادی را معرفی مینماید. سیستم‌های گرید میتوانند کاربران را در برابر تأخیرهایی که گرید به دلیل بار کاری بیش بالا موجب شده است بیمه کنند. کاربر در مقابل پرداخت مبلغی به گرید بروی یک نرخ جریمه با گرید به توافق میرسد و در صورتی که اجرای برنامه‌های او در مهلت تعیین شده به اتمام نرسد، سیستم با توجه به نرخ جریمه توافق شده به او خسارت پرداخت میکند. با استفاده از شبیه‌سازی نشان داده است که در صورت به کارگیری بیمه در الگوریتم‌های بهینه‌سازی زمان، ظرفیت پذیرش گرید و درآمدزایی آن به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. الگوریتم‌های زمانبندی پیشنهادی، با استفاده از جعبه‌ابزار GridSim شبیه‌سازی شده و کارایی آنها مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج بدست آمده با نتایج الگوریتم‌های زمانبندی فاقد بیمه مقایسه شده است.

واژه‌های کلیدی- گرید محاسباتی اقتصادی، بیمه، تاخیر

استفاده شده است، مدل بازار کالا<sup>۴</sup> می‌باشد. در این مدل، هر منبع دارای قیمت مشخصی است که بر اساس عرضه، تقاضا و ارزش در سیستم اقتصادی تعیین شده است.

منابع در گرید به صورت ناهمگون و توزیع شده هستند و به طور مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طرف دیگر، کاربران، محدودیت‌های مهلت<sup>۵</sup> (زمان اتمام اجرای برنامه) و بودجه (هزینه محاسبات) را برای گرید تعیین می‌کنند. این مسائل، باعث پیچیدگی عمل زمانبندی برنامه کاربر می‌گردند. یکی از استراتژی‌هایی که یک الگوریتم زمانبندی می‌تواند اتخاذ کند، مینیمم کردن زمان در محدوده بودجه تعیین شده (بهینه‌سازی زمان) می‌باشد. تاکنون چندین الگوریتم مکافهای<sup>۶</sup> الگوریتم BTO توسط بویا در [12,13] پیشنهاد شده است. همچنان، برای برطرف کردن ضعف‌های این الگوریتم، الگوریتم‌های مکافهای ABTO، EBTO و AEBTO در [۲] ارائه و ارزیابی شده‌اند. برای بهبود نتایج الگوریتم‌های مکافهای نیز، الگوریتم LATO در [۳] پیشنهاد شده است. همانطور که در [۱] آمده است، دو رویکرد مرحله‌ای و یکباره برای زمانبندی اقتصادی وجود دارد. الگوریتم‌های BTO و ABTO از رویکرد

گرید محاسباتی<sup>۷</sup> یک زیربنای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری می‌باشد که دسترسی قابل اعتماد، پایدار، فرآگیر و ارزان را به توانایی‌های محاسباتی دیگران فراهم می‌کند [4-7]. یک گرید محاسباتی با مجموعه‌ای از منابع ناهمگون<sup>۸</sup> (کامپیوترهای شخصی، ایستگاه‌های کاری<sup>۹</sup>، کلاسترها و ابرکامپیوترهای)، در مقیاس وسیع در ارتباط است. گریدهای محاسباتی به تدریج به سوی تجاری شدن پیش می‌روند و دارندگان منابع با انگیزه‌های مالی، منابع خود را در اختیار دیگران قرار می‌دهند. مشتریان گرید نیز با پرداخت هزینه درخواست خود، می‌توانند از این منابع استفاده کنند. صاحبان و استفاده کنندگان منابع دارای اهداف، استراتژی‌ها و الگوهای عرضه و تقاضای متفاوتی هستند. در چنین شرایطی نمی‌توان از راهکارهای متداول برای مدیریت منابع که سعی می‌کنند میزان کارایی کل سیستم را بهبود دهند، استفاده کرد. برای این منظور، در سال‌های اخیر از رویکردهای اقتصادی برای مدیریت تخصیص منابع در گرید استفاده شده است [11-12]. یکی از مدل‌های اقتصادی که بدین منظور

برای مثال، کاربر و گرید می‌توانند توافق کنند که گرید به ازای هر واحد زمانی که نتایج برنامه را دیرتر از مهلت مقرر تحویل دهد، به کاربر خسارت پرداخت کند و یا مبلغی از هزینه اجرای برنامه کم کند. البته در این روشها نرخ جریمه بایستی به طریقی تعیین گردد که منجر به زیان برای سیستم نگردد. از جمله زمانبندی‌هایی که اخیراً برای این منظور پیشنهاد شده است می‌توان به LibraSLA که توسط بوسیله برای زمانبندی اقتصادی در کلاسترها پیشنهاد شده است اشاره کرد[16-19]. رویکرد LibraSLA با افزودن مفهوم SLA سعی کرده است تا سودمندی کلاسترها اقتصادی را افزایش دهد. برای این منظور، پارامتری با نام نرخ جریمه<sup>۱</sup> در SLA وجود دارد که مورد توافق کاربر و کلاستر قرار می‌گیرد و کلاستر پس از پذیرفتن کاربر متعهد می‌شود تا در صورت تأخیر در اجرای برنامه او، جریمه‌ای متناسب با نرخ توافق شده را پرداخت نماید. به این ترتیب کلاستر، کاربرانی را که نمی‌تواند مهلت زمانی تعیین شده توسط آنها را تضمین کند. می‌پذیرد.

یکی از پارامترهای مهم در روش‌های مبتنی توافق سطح سرویس تابع جریمه است. ساده‌ترین فرم تابع جریمه بک تابع خطی بفرم زیر می‌باشد که در [18] گزارش شده و در این مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرد[18].

$$\text{penalty} = \text{budget} - (\text{delay} \times \text{penalty\_rate}) \quad (1)$$

تأخير (delay) در رابطه (1)، زمان سپری شده از انقضای مهلت تا پایان انجام کار می‌باشد. اگر یک کار بدون تأخیر انجام شود درآمدی که نصیب سیستم می‌شود برابر است با بودجه تعیین شده در توافق سطح سرویس.

### ۳- بیمه و SLA در زمانبندی اقتصادی

در روش‌های گزارش شده برای بهینه‌سازی زمان اگر کاربری به گرید وارد شود و گرید تشخیص دهد که نمی‌تواند مهلت تعیین شده توسط او را تضمین کند، از ورود او به سیستم جلوگیری می‌کند. ولی در صورت وجود یک توافق سطح سرویس بین کاربر و گرید و پرداخت جریمه در صورت تأخیر، برنامه کاربران جدیدی که اجرای آنها در مهلت مورد تقاضا ممکن نیست، می‌تواند به سیستم پذیرفته و خسارت‌های ناشی از تأخیر از طریق جریمه پرداخت شود. نتیجه، رضایت بیشتر مشتری به دلیل دریافت خسارت و درآمدزایی بالاتر گرید بدليل پذیرش کاربران بیشتر می‌باشد. تفاوت بین بودجه تعیین شده توسط کاربر و خسارت پرداختی به او به عنوان درآمد به گرید تعلق می‌گیرد.

مرحله‌ای استفاده کرده و قادر نیستند بودجه و مهلت تعیین شده توسط کاربر را تضمین کنند. سایر الگوریتم‌های پیشنهاد شده، با به کارگیری رویکرد یکباره و استفاده از یک بخش کنترل پذیرش<sup>۷</sup> ساده، در ابتدا برنامه کاربر را ارزیابی کرده و در صورتی که بتوانند پارامترهای کیفیت سرویس کاربر را برآورده کنند، او را می‌پذیرند.

این مقاله برای اولین بار مفهوم بیمه در گریدهای اقتصادی را معرفی مینماید. سیستم‌های گرید میتواند کاربران را در برابر تأخیرهایی است که گرید به دلیل بار کاری بالا موجب شده است بیمه کنند. کاربر در مقابل پرداخت مبلغی به گرید بر روی یک نرخ جریمه با گرید به توافق میرسد و در صورتی که اجرای برنامه‌های او در مهلت تعیین شده به اتمام نرسد، سیستم با توجه به نرخ جریمه توافق شده به او خسارت پرداخت می‌کند. البته این جریمه مستقیماً به او پرداخت نمی‌شود، بلکه از هزینه اجرای برنامه کم شده و مابقی بودجه کاربر به عنوان درآمد، نصیب گرید خواهد شد. با استفاده از شبیه‌سازی نشان داده شده است که در صورت به کارگیری بیمه در الگوریتم‌های بهینه‌سازی زمان، ظرفیت پذیرش گرید و درآمدزایی آن به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. الگوریتم‌های زمانبندی پیشنهادی که آنها را LATO\_SLA، EBTO\_SLA و AEBTO\_SLA می‌نامیم، با استفاده از جعبه‌ابزار GridSim [14] شبیه‌سازی شده و کارایی آنها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، نتایج بدست آمده با نتایج الگوریتم‌های فاقد بیمه، مقایسه شده است.

ادامه مقاله بدین صورت سازماندهی شده است. در بخش ۲ کارهای گذشته در زمینه بیمه و SLA در گرید بررسی می‌شود. در بخش ۳ چگونگی افزودن مفهوم بیمه به زمانبندی اقتصادی شرح داده می‌شود. در بخش ۴ الگوریتم پیشنهادی ارائه می‌گردد. بخش ۵ اختصاص به ارایه نتایج شبیه‌سازی‌ها دارد و بخش ۶ نتیجه‌گیری می‌باشد.

### ۲- کارهای گذشته

اخیراً پیشنهادهای مختلفی برای افزایش درآمد در زمانبندی‌هایی که در آنها اجرای برنامه‌ها در مهلت معینی به اتمام برسد مطرح شده است. مسئله‌ای که در همه این پیشنهادها مشترک می‌باشد پرداخت جریمه در مقابل تأخیر در تحویل نتایج برنامه کاربر است. در این زمانبندها قبل از پذیرش کاربر در سیستم، باید پارامترهای کیفیت سرویس که شامل پارامترهای مربوط به جریمه نیز می‌باشد، مورد توافق کاربر و سیستم قرار بگیرد[15].

جرائم پیشنهاد دهد و کاربر آن را رد یا قبول کند. یا اینکه کاربر می‌تواند نرخ مورد نظر خود را ارائه کرده و گرید آن را بپذیرد یا رد کند. همچنین هر کاربر و گرید می‌توانند با نرخ‌های مورد نظر خود وارد معامله شده و با چانهزنی به یک مقدار توافقی دست پیدا کنند. در هر صورت، گرید برای تعیین نرخ جریمه به درآمدزایی خود و کاربر به خسارati که در صورت تأخیر متحمل می‌شود میاندیشد. در این مقاله فرض بر این است که پارامترهای SLA (مهلت، بودجه، نوع مهلت و نرخ جریمه) توسط کاربر تعیین شده و یا با چانهزنی بدست می‌آید. به هر صورت مقدار نرخ جریمه تعیین شده برای هر کاربر با توجه به مهلت و بودجه تعیین شده توسط کاربر و شرایط گرید تعیین می‌شود.

قسمت کنترل پذیرش در الگوریتم‌های گزارش شده فرض می‌کند که مهلت تعیین شده برای همه برنامه‌ها از نوع سخت است و فقط هنگامی یک برنامه را پذیرش می‌کند که گرید با توجه به بار کاری موجود بتواند بودجه و مهلت تعیین شده توسط او را تضمین کند. ولی اگر با توجه به وجود SLA، نیازی به تضمین قطعی تقاضاها نیست. در این شرایط، سیستم پیش‌بینی می‌کند که با صرف تمام بودجه تعیین شده برای برنامه، چه زمان اجرایی برای آن بدست خواهد آمد. سپس تعیین می‌کند که آیا پذیرش برنامه جدید با توجه به جریمه‌ای که به دلیل تأخیر در اتمام اجرای برنامه از بودجه آن کسر می‌شود منجر به درآمد برای گرید خواهد شد یا خیر. در صورت افزایش درآمد، این برنامه برای اجرا توسط گرید پذیرفته خواهد شد.

با توجه به رابطه (۱) پارامترهای بودجه و نرخ جریمه به صورت مستقیم در میزان درآمد تأثیر دارند. پارامتر مهلت نیز با توجه به زمان اجرای برنامه، میزان تأخیر را تعیین می‌کند که در محاسبه درآمد نقش دارد. زمان اجرای برنامه در بهینه‌سازی زمان نیز با توجه به بودجه فراهم شده و بار کاری منابع گرید بدست می‌آید. به این ترتیب، مهمترین عامل تعیین کننده درآمد حاصل از پذیرش کاربر، بودجه تعیین شده توسط او خواهد بود که به طور مستقیم در محاسبه درآمد تأثیر می‌گذارد و همچنین به طور غیرمستقیم، میزان تأخیر انتام برنامه را تعیین می‌کند.

بخش کنترل پذیرش که در الگوریتم‌های EBTO\_SLA، LATO\_SLA و AEBTO\_SLA فراخوانی می‌شود کاربران را در برابر تأخیرهای زمانی در اجرای برنامه‌های آنها بیمه کرده و خسارت آنها را با پرداخت جریمه جبران می‌کند. به این ترتیب، با افزایش ظرفیت پذیرش گرید و فراهم نمودن رضایت بالاتر برای کاربران، درآمد بیشتری نصیب گرید می‌شود.

مهمترین بخش الگوریتم زمانبندی، بخش کنترل پذیرش می‌باشد. این بخش تعیین میکند که آیا با توجه به توافق سطح سرویس بین گرید و کاربر، ورود کاربر جدید به درآمد سیستم است یا خیر. با تغییراتی در بخش کنترل پذیرش الگوریتم‌های گزارش شده برای بهینه‌سازی زمان میتوان شرایط تعیین شده در SLA مانند نرخ جریمه را در پذیرش یا رد کاربران در جهت افزایش درآمد گرید لحاظ کنیم. الگوریتم‌های پیشنهادی ثر این مقاله همان الگوریتم‌های زمانبندی گزارش شده در [۱-۳] به نامهای LATO، EBTO و AEBTO هستند که بخش کنترل پذیرش آنها تغییر پیدا کرده است. روش‌های زمانبندی پیشنهادی را به ترتیب LATO\_SLA، EBTO\_SLA و AEBTO\_SLA می‌نامیم. مواردی که لازم است در باره سیستم مدیریت منبع، روش زمانبندی و شرایط جدید گرید ذکر شود، در ادامه می‌آید.

مدل اقتصادی گرید شامل یک بازار کالا است که در آن، قیمت هر منبع از قبل تعیین شده است و کاربران با توجه به منابعی که استفاده کرده‌اند، باید هزینه پرداخت کنند. هدف استراتژی زمانبندی در شرایط جدید نیز بهینه‌سازی زمان است که در آن، روش زمانبندی سعی می‌کند با صرف بودجه تعیین شده توسط کاربر، کمترین زمان را برای اجرای برنامه او بدست آورد. البته این زمان ممکن است از مهلت تعیین شده فراتر رود که در این صورت گرید، جریمه شده و مقدار جریمه از هزینه اجرای برنامه کم می‌شود تا خسارت کاربر جبران شود.

کاربر می‌تواند نوع مهلت خود را مشخص کند: مهلت سخت<sup>۹</sup> و مهلت نرم<sup>۱۰</sup>. در صورتی که کاربر مهلت خود را از نوع سخت تعیین کند، سیستم گرید باید این مهلت را تضمین کرده و هیچگونه تأخیری قابل قبول نمی‌باشد. مهلت نرم، این انعطاف‌پذیری را دارد که سیستم، برنامه کاربر را با تأخیر به اتمام برساند و به او جریمه پرداخت کند.

پارامترهایی که برای کیفیت سرویس در SLA ذکر می‌شود عبارت است از: (i) نوع مهلت که مشخص می‌کند، آیا در تحويل برنامه می‌تواند تأخیر وجود داشته باشد یا نه. (ii) مقدار مهلت: زمانی که برنامه باید به پایان برسد. (iii) بودجه: حداقل پولی که سیستم زمانبندی گرید می‌تواند برای اجرای برنامه کاربر در گرید خرج کند و (iv) نرخ جریمه به منظور جبران خسارت وارد شده به کاربر به علت دیرتر تمام شدن برنامه نسبت به مهلت تعیین شده.

نحوه توافق بر روی نرخ جریمه می‌تواند برای کاربران متفاوت باشد. ممکن است گرید ابتدا مقداری برای نرخ

#### ۴- کنترل پذیرش مبتنی بر درآمد

شکل (۱) الگوریتم پیشنهادی برای کنترل پذیرش برنامه‌های کاربران را نشان می‌دهد که بر مبنای SLA و بیمه عمل کرده و درآمد بدست آمده از اجرای برنامه‌ها را در نظر می‌گیرد. در واقع، بازدهی مالی گرید هیچ گاه نباید کاهش بیابد. اگر تأخیر در زمان اتمام برنامه و پرداخت جریمه آنقدر زیاد باشد که بازدهی مالی کنونی سیستم را کاهش دهد، بخش کنترل پذیرش، برنامه کاربر را رد می‌کند. برای محاسبه بازدهی مالی، گرید از اطلاعات برنامه‌های پذیرفته شده قبلی استفاده می‌کند و به همین دلیل، بخش کنترل پذیرش، اطلاعات درباره برنامه‌هایی را که می‌پذیرد نگهداری می‌کند.

بخش کنترل پذیرش برای محاسبه بازدهی مالی سیستم از الگوریتم پیشنهادی در شکل (۲) استفاده می‌کند. بازدهی مالی در حالت ساده از تقسیم درآمد بر زمان بدست می‌آید. الگوریتم محاسبه بازدهی، برای محاسبه بازدهی مالی کنونی سیستم، درآمد حاصل از برنامه‌های پذیرفته شده در گرید را بر محدوده زمانی اجرای آنها تقسیم می‌کند. پس از محاسبه روند کنونی درآمدزایی در سیستم، باید بازدهی مالی را پس از پذیرش برنامه جدید محاسبه کرد. برای این کار، الگوریتم ارائه شده، درآمد تقریبی را که در صورت پذیرش برنامه برای سیستم بدست می‌آید، به مجموع درآمدهای بدست آمده از برنامه‌های پذیرفته شده، اضافه کرده و با تعیین یک محدوده زمانی جدید، عمل تقسیم درآمد بر زمان و محاسبه بازدهی، مالی، را انجام می‌دهد.

۵- نتایج شبیه‌سازی‌ها

الگوریتم‌های پیشنهادی با استفاده از جعبه‌ابزار GridSim [14] شبیه‌سازی شده و نتایج بدست آمده با نتایج الگوریتم‌های گزارش شده فاقد بیمه مقایسه شده است. هر یک از نتایج گزارش شده، میانگین ۲۰ بار شبیه‌سازی می‌باشد. کلیه منابع محاسباتی دارای یک پردازنده هستند که مشخصات آنها در جدول (۱) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود، ناهمگونی بالایی برای منابع در نظر گرفته شده است. تعداد ۱۰۰ کاربر که هر کدام یک برنامه کاربردی شامل ۱۰۰ کار مستقل از هم را برای اجرا به سیستم ارائه می‌کنند، در زمان‌های مختلف وارد می‌شوند. طول هر کار به صورت تصادفی از محدوده ۰...۲۰۰۰۰۰ (۱۰۰۰۰۰) انتخاب می‌شود. گستردگی این محدوده، به معنی ناهمگونی، کارها می‌باشد.

برای نرخ جریمه تعیین شده در SLA مقدار ۵، ۱۰ و ۲۰ در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که تمام مهلت‌ها از نوع نرم

هستند و نیازی به تضمین آنها نیست. هر کاربر مقدار ۷۰۰۰۰ برای بودجه و ۱۰۰۰۰ را برای مهلت تعیین کرده و بهینه‌ساز زمان را درخواست می‌کند. سیستم زمانبندی گرید نیز الگوریتم زمانبندی EBTO\_SLA برای زمانبندی کارها کاربران استفاده می‌کند. همچنین برای شبیه‌سازی سیستم فاقی، الگوریتم EBTO را به کار می‌بریم.

**نوشته:** در هر مرحله در صورت رد شدن برنامه، الگوریتم متوقف شده و در غیر این صورت کار ادامه می‌پذیرد.

با توجه به نگاشت بدست آمده برای کارها، در صورتی که مجموع هزینه‌های اجرای کارها بر روی منابع انتخاب شده، از بودجه تعیین شده در SLA بیشتر باشد، اجرای برنامه بر روی گرید غیر ممکن بوده و برنامه رد می‌شود.

با توجه به نگاشت کارها، یک تقریب برای زمان اتمام اجرای برنامه کاربردی متعلق به کاربر بدست بیاور:

مقدار تأخیر زمانی اتمام برنامه را نسبت به مهلتی که در SLA تعیین شده است، مشخص کن.

اگر نوع مهلت که در SLA آمده است از نوع سخت باشد، آنگاه اگر تأخیر در زمان اتمام برنامه وجود داشته باشد، برنامه را رد کن.

با توجه به مقدار تأخیر، بودجه و نرخ جرمیه، مقدار درآمد حاصل از برنامه‌ها از اطهه (۱) بدست بیانور.

اگر مقدار درآمد محاسبه شده، منفی است، برنامه را رد کن.

با استفاده از الگوریتم ارائه شده برای محاسبه بازده مالی گردید،  
مقدار این بازده را قبل و بعد از پذیرفته شدن برنامه جاری بدست  
بیاور.

اگر بازده مالی بعد از پذیرفتن برنامه، نسبت به بازدهی کنونی سیستم، بزرگتر یا حداقل مساوی باشد، برنامه پذیرفته می‌شود و د. غرب ا.: ص.هـ.ت. د. خواجه‌آبد شد.

اگر برنامه، پذیرفته شده است، اطلاعات آن را برای استفاده در محسابات بازده مالی در آینده، در سیستم ثبت کن و آن را در انتها نمایه نمایند.

اگر تعداد برنامه‌هایی که در لیست برنامه‌های پذیرفته شده قرار دارند، از ماسکیم تعیین شده بیشتر شده است، اولین برنامه در

شکا، (۱): الگو، بتم کنتا، بذیرش، میتنه، ب سود

جدول (۱): پیکربندی منابع

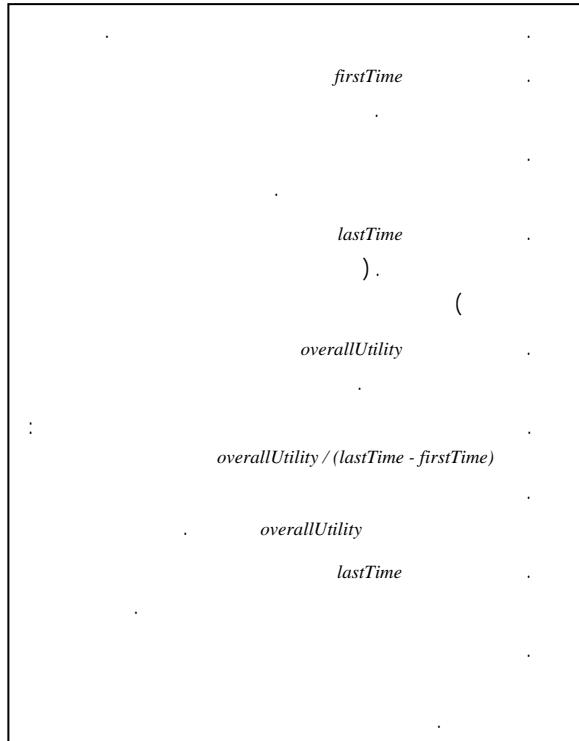
نام منبع	نرخ اجرا (MI/sec)	قیمت (G\$/sec)	قیمت مفید (G\$/1000MI)
R1	100	0.5	5
R2	180	1.0	5.55
R3	240	1.5	6.25
R4	280	2	7.14
R5	300	2.5	8.33
R6	400	4	10
R7	500	6	12
R8	600	9	15

برای اینکه تأثیر بیمه بر درآمد حاصله توسط گرید را بررسی کنیم، شبیه‌سازیها در شرایط مختلف بار کاری در گرید انجام گرفته است. برای این کار، فاصله زمانی بین ورود دو کاربر متوالی را از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ واحد تغییر می‌دهیم. شکل (۳) نشان می‌دهد سیستم‌هایی که کاربران را در برابر تأخیر زمانی بیمه می‌کنند، درآمد بسیار بیشتری را برای گرید بدست می‌آورند. همچنین هر قدر نرخ جریمه بالاتر باشد، درآمد زایی حاصل از پذیرفتن کاربران کاهش می‌یابد. ولی به هر حال می‌توان نتیجه گرفت که در هر میزان مراجعة کاربران به سیستم، بیمه کردن کاربران با هر نرخ جریمه‌ای باعث افزایش درآمد گرید می‌شود. در شرایطی که بار کاری گرید (نرخ ورود کاربران) وضعیت عادی دارد، سیستم بیمه‌ای با نرخ جریمه ۵ بیش از دو برابر نسبت به سیستم قادر بیمه افزایش درآمد دارد.

افزایش درآمد در سیستم‌های بیمه‌ای به دلیل افزایش ظرفیت گرید بوجود می‌آید. شکل (۴) نشان می‌دهد سیستم‌هایی که کاربران را در برابر تأخیر زمانی بیمه می‌کنند، درصد قابل توجهی از کاربران را در شرایط آزمایش شده می‌پذیرند. در حالی که سیستم قادر بیمه که باید مهلت تعیین شده توسط کاربران را تضمین کند، حداقل توانسته است تا ۴۰ درصد کاربران را پذیرش کند.

## ۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله برای اولین بار مفهوم بیمه در گریدهای اقتصادی معرفی گردید. با استفاده از شبیه‌سازی نشان داده شد که در صورت به کارگیری بیمه در الگوریتم‌های بهینه‌سازی زمان، ظرفیت پذیرش گرید و در نتیجه سود آوری آن به طور قابل



شکل (۲): الگوریتم محاسبه بازدهی مالی

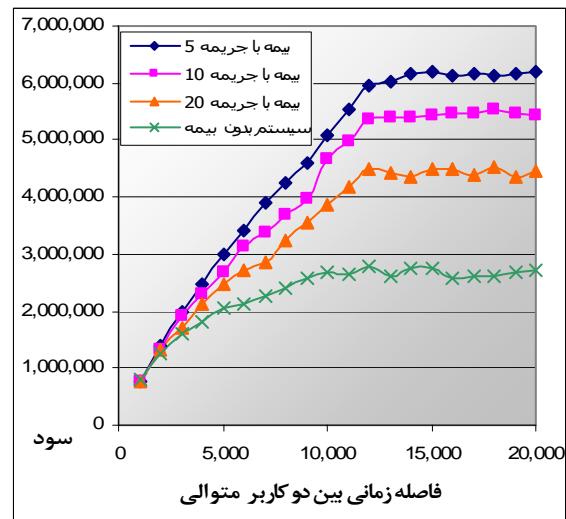
## ۶- نتایج شبیه‌سازی‌ها

الگوریتم‌های پیشنهادی با استفاده از جعبه‌ابزار GridSim [14] شبیه‌سازی شده و نتایج بدست آمده با نتایج الگوریتم‌های گزارش شده فاقد بیمه مقایسه شده است. هر یک از نتایج گزارش شده، میانگین ۲۰ بار شبیه‌سازی می‌باشد. کلیه منابع محاسباتی دارای یک پردازنده هستند که مشخصات آنها در جدول (۱) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود، ناهمگونی بالایی برای منابع در نظر گرفته شده است. تعداد ۱۰۰ کاربر که هر کدام یک برنامه کاربردی شامل ۱۰۰ کار مستقل از هم را برای اجرا به سیستم ارائه می‌کنند، در زمان‌های مختلف وارد می‌شوند. طول هر کار به صورت تصادفی از محدوده (۱۰۰۰۰...۲۰۰۰۰) انتخاب می‌شود. گستردگی این محدوده، به معنی ناهمگونی کارها می‌باشد.

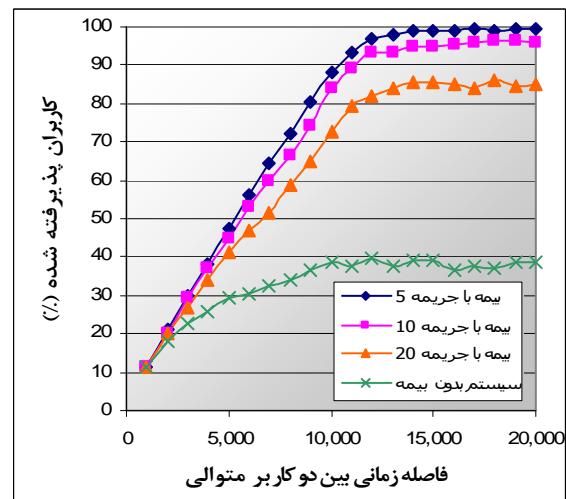
برای نرخ جریمه تعیین شده در SLA مقدار ۵، ۱۰ و ۲۰ در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که تمام مهلتها از نوع نرم هستند و نیازی به تضمین آنها نیست. هر کاربر مقدار ۷۰۰۰۰ را برای بودجه و ۱۰۰۰۰ را برای مهلت تعیین کرده و بهینه‌سازی زمان را درخواست می‌کند. سیستم زمانبندی گرید نیز از الگوریتم زمانبندی EBTO\_SLA برای زمانبندی کارهای کاربران استفاده می‌کند. همچنین برای شبیه‌سازی سیستم قادر بیمه، الگوریتم EBTO را به کار می‌بریم.

- Conference on Electrical Engineering (15<sup>th</sup> ICEE), Volume on Computer, Telecommunication Research Center, Tehran, Iran, May 15-17, 2007.
- [3] Y. Mahdavifar and M. R. Meybodi, "New Scheduling Algorithms based on Learning Automata for Time Optimization in Economic Computational Grids", Technical Report, Computer Engineering Department, Amirkabir University of Technology, 2007.
- [4] Y. Mahdavifar and M. R. Meybodi, "New Scheduling Algorithms based on Learning Automata for Cost Optimization in Economic Computational Grids", Technical Report, Computer Engineering Department, Amirkabir University of Technology, 2007.
- [5] I. Foster and C. Kesselman, *The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure*, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1999.
- [6] I. Foster, C. Kesselman and S. Tuecke, "The Anatomy of the Grid: Enabling scalable virtual organizations", *International Journal of Supercomputer Applications*, 2001.
- [7] M. Baker, R. Buyya and D. Laforenza, "Grids and Grid Technologies for Wide-area Distributed Computing", *The Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience*, Vol 14, Issue 13-15, Nov. 2002.
- [8] V. Berstis, *Fundamentals of Grid Computing*, IBM Redbooks, November 2002.
- [9] R. Buyya, D. Abramson, and J. Giddy, "A Case for Economy Grid Architecture for Service-Oriented Grid Computing", Proceedings of the 10th IEEE International Heterogeneous Computing Workshop, April 2001.
- [10] R. Buyya, D. Abramson, and J. Giddy, "An Economy Driven Resource Management Architecture for Global Computational Power Grids", Proceedings of the 2000 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, June 2000.
- [11] R. Buyya, D. Abramson, and J. Giddy, "Nimrod-G: An Architecture for a Resource Management and Scheduling System in a Global Computational Grid", The 4th International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region, May 2000.
- [12] R. Buyya, D. Abramson, J. Giddy, and H. Stockinger, "Economic Models for Resource Management and Scheduling in Grid Computing", *The Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience*, May 2002.
- [13] R. Buyya, J. Giddy, D. Abramson, "An Evaluation of Economy-based Resource Trading and Scheduling on Computational Power Grids for Parameter Sweep Applications", Proceedings of the 2nd International Workshop on Active Middleware Services, August 2000.
- [14] R. Buyya, *Economic-based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing*, Ph.D. Thesis, School of Computer Science and

ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. از طریق شبه سازی کامپیوتری نشان داده شد که کارایی الگوریتم‌های زمانبندی پیشنهادی در مقایسه با الگوریتم‌های زمانبندی فاقد مکانیزم بیمه از کارایی بمراتب بالاتری برخوردار است.



شکل (۳): درآمد بدست آمده توسط سیستم‌های زمانبندی در شرایط مختلف بار کاری گردید



شکل (۴): ظرفیت پذیرش کاربران در شرایط مختلف بار کاری گردید

## مراجع

- [1] Y. Mahdavifar and M. R. Meybodi, "New Scheduling Algorithms for Cost Optimization in Economic Computational Grids", Proceedings of 12th Annual CSI Computer Conference of Iran, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, pp. 513-519, Feb. 20-22, 2007.
- [2] Y. Mahdavifar and M. R. Meybodi, "New Algorithms for Time Optimization in Economic Computational Grids", Proceedings of 15<sup>th</sup>

Software Engineering, Monash University, Melbourne, Australia, April 2002.

- [15] R. Buyya and M. Murshed, "GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing", *Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience*, pp. 1-32, May 2002.
- [16] K. Czajkowski, I. Foster, C. Kesselman, V. Sander, and S. Tuecke, "SNAP: A Protocol for Negotiating Service Level Agreements and Coordinating Resource Management in Distributed Systems", In 8th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, July 2002.
- [17] D. E. Irwin, L. E. Grit, and J. S. Chase. "Balancing Risk and Reward in a Market-based Task Service", In Proceedings of the 13th International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC13), pp. 160–169, Honolulu, HI, June 2004.
- [18] M. Islam, P. Balaji, P. Sadayappan, and D. K. Panda. "Towards Provision of Quality of Service Guarantees in Job Scheduling", In Proceedings of the 6th International Conference on Cluster Computing (CLUSTER 2004), pp. 245–254, San Diego, CA, Sept. 2004.
- [19] Chee Shin Yeo and Rajkumar Buyya, "Service Level Agreement based Allocation of Cluster Resources: Handling Penalty to Enhance Utility", IEEE International Conference on Cluster Computing (Cluster 2005), Boston, Massachusetts, USA, September 2005.
- [20] J. Sherwani, N. Ali, N. Lotia, Z. Hayat, and R. Buyya, "Libra: a computational economy-based job scheduling system for clusters", *Software: Practice and Experience*, Vol. 34, No. 6, pp. 573–590, May 2004.

## زیرنویس‌ها

---

<sup>1</sup> Computational Grids

<sup>2</sup> Heterogeneous

<sup>3</sup> Workstations

<sup>4</sup> Commodity Market Model

<sup>5</sup> Deadline

<sup>6</sup> Heuristic

<sup>7</sup> Admission Control

<sup>8</sup> Penalty rate

<sup>9</sup> Hard Deadline

<sup>10</sup> Soft Deadline