

# تعیین و ارزش‌دهی پارامترهای مؤثر در هزینه‌ی تولید پروژه‌های نرم‌افزاری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان\*

نفیسه حاج رحیمی<sup>۱</sup>، طاهره یعقوبی<sup>۲</sup>، سید سعید آیت<sup>۳</sup>

## چکیده

**مقدمه:** صنعت نرم‌افزار در سال‌های اخیر پیشرفت قابل توجهی داشته است. چرخه‌ی کل حیات یک نرم‌افزار شامل دو فاز تولید و نگهداشت می‌باشد. در این پژوهش به بررسی و تعیین پارامترهای مؤثر بر تخمین هزینه‌ی تولید نرم‌افزار پرداخته شد، همچنین رتبه و میزان تأثیرگذاری هر یک از آن‌ها بر هزینه و زمان تعیین شد و روش‌هایی جهت کاهش هزینه‌های تولید، ارائه گردید.

**روش بررسی:** این مطالعه از نوع توصیفی-پیمایشی و کاربردی بود. تعداد ۱۵ سیستم در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. از آنجایی که جامعه محدود بود، کل جامعه به صورت سرشماری مورد مطالعه قرار گرفت. از چک لیست محقق ساخته به عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد که روایی آن توسط متخصصین و پایایی آن با دقت ۸۷/۷٪ مورد تأیید قرار گرفت. در آمار توصیفی با استفاده از درصد فراوانی، مؤثرترین فاکتور و کم اثرترین فاکتور از دیدگاه متخصصین مشخص شد و فاکتورها از طریق آزمون Friedman رتبه‌بندی شدند. از نرم‌افزار SPSS به عنوان ابزار تحلیل داده‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج پژوهش حاضر، ۲۹ پارامتر مؤثر به دست آمد و در ۵ گروه طبقه‌بندی شد و اثرگذارترین آن‌ها در هر مشخصه تعیین گردید.

**نتیجه‌گیری:** دستیابی به اهداف پروژه، مدیر پروژه را در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها یاری می‌رساند و تأثیر به‌سزایی در به‌انجام رسیدن پروژه‌های نرم‌افزاری دارد.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم اطلاعات سلامت؛ هزینه‌های تولید؛ نرم‌افزار.

**نوع مقاله:** تحقیقی

پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۲۶

اصلاح نهایی: ۹۰/۲/۵

دریافت مقاله: ۱۹/۹/۱۷

**ارجاع:** حاج رحیمی نفیسه، یعقوبی طاهره، آیت سید سعید. تعیین و ارزش‌دهی پارامترهای مؤثر در هزینه‌ی تولید پروژه‌های نرم‌افزاری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۰؛ ۸ (۷): ۹۷۵-۹۶۶.

## مقدمه

هزینه‌های تولید و نگهداشت نرم‌افزار و بهینه‌سازی آن آشکار می‌شود. همچنین توجه به این آمار باعث می‌گردد تا در مراحل اصلی تولید نرم‌افزار به ویژه در مرحله‌ی تعریف نیازها

مسائل مربوط به تولید و نگهداشت نرم‌افزار، برآورد هزینه‌ها، زمان‌بندی پروژه و آگاهی از فرایند آن همواره از موارد پیچیده در مهندسی نرم‌افزار بوده است. در خصوص هزینه، این نکته قابل تأمل است که با توجه به آمارهای منتشره در بعضی از منابع، ۳۰ درصد هزینه در قسمت طراحی و پیاده‌سازی و ۷۰ درصد هزینه در قسمت نگهداری می‌باشد (۱). ناگفته نماند که قیمت تمام شده‌ی خدمات به ایجاد و نگهداشت نرم‌افزار بستگی دارد. بدین ترتیب اهمیت کنترل و نظارت مداوم بر

\*این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد.

۱. کارشناس ارشد، مدیریت فن‌آوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران.

۲. استادیار، هوش مصنوعی، دانشگاه پیام نور اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده‌ی مسؤل)

Email: t.yaghoobi@sci.ui.ac.ir

۳. استادیار، منطق فازی، دانشگاه پیام نور نجف آباد، نجف آباد، ایران.

## روش بررسی

این مطالعه، مشاهده‌ای-توصیفی، پیمایشی و از نوع کاربردی بود که در سال ۱۳۸۸ در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. در این پژوهش، با کمک جداول فراوانی و نمودارها، همچنین میانگین، انحراف معیار، بیشترین (Maximum) و کمترین (Minimum) سعی شد خلاصه‌سازی داده‌ها و اطلاعات درون آن‌ها سریع‌تر، آسان‌تر و با وضوح بیشتر مشاهده شود و جهت بررسی‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد. سپس با بهره‌گیری از آزمون Freidman به رتبه‌بندی فاکتورها بر اساس میزان تأثیر هر یک از آن‌ها پرداخته شده است.

در این مطالعه، ۱۰ تیم تولید کننده، که سازندهی ۱۵ سیستم نرم‌افزاری HIS بودند، به عنوان جامعه انتخاب شدند. به علت محدود بودن جامعه‌ی آماری نمونه‌گیری به روش سرشماری انجام گرفت. جامعه‌ی آماری در این مطالعه، ۱۰ تیم تولید کننده بودند. ۱۲ نرم‌افزار در محیط ویندوز و ۳ نرم‌افزار دیگر در محیط DOS اجرا می‌شدند. تاریخ عملیاتی شدن سیستم‌ها از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۶ و مدت زمان عملیاتی بودن سیستم‌ها از ۱۰ تا ۹۶ ماه متغیر بوده است. در زمان اجرای مطالعه همه‌ی سیستم‌ها فعال و فقط یکی از آن‌ها غیر فعال بود.

برای جمع‌آوری داده‌ها از چک لیستی که بر اساس استانداردهای مهندسی نرم‌افزار و تجربیات محققان و تأیید کارشناسان این رشته طراحی شده بود، استفاده گردید که سؤالات آن دارای طیف لیکرت بود. اعتبار پرسش‌نامه با استفاده از نرم‌افزار SPSS برابر با ۸۷/۷٪ محاسبه گردید. جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه‌ی ساخت یافته با شرکت‌های نویسنده و کارشناسانی که امور مربوط به تولید و نوشتن نرم‌افزار را انجام می‌دادند، همچنین بیمارستان‌هایی که نرم‌افزار در آن‌ها پیاده‌سازی می‌شد و کارشناسانی که نگهداری نرم‌افزار را بر عهده داشتند، انجام گرفت و طرفین مصاحبه از کارشناسان انفورماتیک بودند (در مجموع از ۴۰ نفر مصاحبه به عمل آمد). برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

و طراحی سیستم، دقت بیشتری به عمل آید تا هزینه‌های بعدی تا حد امکان کاهش یابد.

با توجه به اینکه طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزارهای HIS (Health information system) در ایران رو به رشد است و امروزه اکثر مراکز پزشکی و درمانی به راه‌اندازی این سیستم تمایل دارند، به نظر می‌رسد با روند رو به رشد و تأثیرگذاری در اتوماسیون بیمارستان‌های کشور و مراکز درمانی و بهداشتی روبه‌رو باشیم. Boehm مطالعاتی بر روی سیستم‌های مختلف عمومی ساده و یا پیچیده در مورد فاکتورهای هزینه انجام داده است (۲). نتایج تحقیقات وی در کتاب Software Architectures: Critical Success Factors and Cost Drivers به تفصیل آمده است (۳). بسیاری از محققین بر روی مدل‌ها و روش‌های مختلف تخمین هزینه و زمان تمرکز داشتند، ولی آنچه اهمیت دارد بررسی ابتدایی و به روز رسانی مجدد پارامترهای مؤثر برای استفاده در هر روش و هر مدل می‌باشد. این مدل‌ها شامل مدل‌های آنالوگی مثل روش دلفی یا تخمین بر اساس تجربه‌ی متخصصین، مدل‌های الگوریتمی مثل تحلیل شاخص‌های عملکردی و مدل‌های یادگیری ماشین از جمله شبکه‌های عصبی، برنامه‌نویسی ژنتیکی، منطق فازی و بسیاری از مدل‌های دیگر می‌باشند (۴-۶).

May در مطالعه‌ی خود موارد زیر را به عنوان «دلایل اصلی عدم توفیق در پروژه‌های نرم‌افزاری» شناسایی کرده است: ضعف ورودی کاربر، نیازمندی‌های مبهم، تخمین دور از واقعیت برای هزینه و زمان، ناهماهنگی در مهارت‌ها، هزینه‌های پنهان، شکست طراحی، طبقه‌بندی ارتباطات، معماری ضعیف، تأخیر در اعلان شکست (۷).

هدف کلی در این مقاله با توجه به اهمیت هزینه‌ی تولید نرم‌افزارهای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، شناسایی پارامترهای مؤثر بر هزینه و زمان تولید نرم‌افزار HIS، بررسی تأثیر و رتبه‌ی هر یک از این پارامترها و تعیین روش‌های کاهش هزینه‌ی تولید نرم‌افزار HIS در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بوده است.

## یافته‌ها

در راستای شناسایی پارامترهای مؤثر بر هزینه و زمان تولید نرم‌افزار HIS نتایج زیر به دست آمد:

بر اساس مطالعات انجام شده و کتب و متون علمی معتبر در زمینه‌ی مهندسی نرم‌افزار، سایت‌های شناخته شده و مشاوراتی که با کارشناسان خبره‌ی انفورماتیک انجام شد، ۲۹ پارامتر مؤثر در هزینه‌ی تولید نرم‌افزار به دست آمد و مورد بررسی قرار گرفت. عوامل مؤثر در هزینه در ۵ گروه، طبقه‌بندی شدند که به قرار زیر می‌باشد:

### ۱. مشخصه‌ی محصول:

- ۱-۱. قابلیت اعتماد مورد انتظار از نرم‌افزار: این عامل هزینه نشان می‌دهد که وجود اشکال در محصول تا چه اندازه می‌تواند مشکل‌آفرین باشد (۸).
- ۲-۱. اندازه‌ی پایگاه داده: میزان ارزش‌دهی این عامل نشان دهنده‌ی اندازه‌ی پایگاه داده نسبت به برنامه است.
- ۳-۱. پیچیدگی محصول: میزان ارزش‌دهی این عامل نشان دهنده‌ی میزان پیچیدگی ماجول‌های محصول می‌باشد (۸).

### ۲. مشخصه‌های کامپیوتر:

- ۱-۲. محدودیت زمان اجرا: میزان ارزش‌دهی این عامل، نشان دهنده‌ی میزان محدودیتی است که برنامه در زمان اجرا با آن روبه‌رو است.
- ۲-۲. محدودیت حافظه در بارگذاری جداول رابطه‌ای: این عامل نشان دهنده‌ی افزایش تعداد رکوردها و جداول در پایگاه داده و نیاز به تعویض آن از SQL به Oracl و یا Informix می‌باشد.
- ۳-۲. تحول ماشین میزبان: میزان تلاش و زحمتی که گروه ایجاد نرم‌افزار به دلیل بروز تغییر و تحول در ماشین میزبان متحمل می‌شوند، تعیین کننده‌ی میزان ارزش این عامل می‌باشد (۸).
- ۴-۲. زمان پاسخ کامپیوتر: ارزش‌دهی CTT (Computer turnaround time) نشان دهنده‌ی زمان پاسخ کامپیوتر است که توسط برنامه‌نویس مشاهده می‌شود.

### ۳. مشخصه‌های پرسنل:

- ۱-۳. قابلیت گروه تحلیل‌گر: این عامل نشان دهنده‌ی این مطلب است که هر چه گروه تحلیل‌گر قابلیت بیشتری در تحلیل و کار گروهی داشته باشد، میزان تلاش لازم جهت انجام پروژه کاهش می‌یابد (۸).
- ۲-۳. تجربیات گروه پیرامون کاربرد: در این رابطه هر چه تجربه‌ی گروه پیرامون کاربرد پروژه و آشنایی آن‌ها با کارهای مشابه افزایش یابد، هزینه‌ی نفر-توان کاهش خواهد یافت.
- ۳-۳. قابلیت گروه برنامه‌نویس: این عامل هزینه و نشان دهنده‌ی میزان قابلیت گروه برنامه‌نویس در ارایه‌ی یک کار گروهی می‌باشد. هر چه قابلیت گروه برنامه‌نویس بالاتر باشد، تلاش لازم جهت انجام پروژه کاهش می‌یابد.
- ۴-۳. تجربیات گروه پیرامون ماشین میزبان: هر چه تجربه‌ی گروه پیرامون کار با ماشین میزبان بیشتر باشد، نفر-توان کمتری جهت انجام پروژه مورد نیاز خواهد بود (۸).
- ۵-۳. تجربیات گروه برنامه‌نویس پیرامون زبان برنامه‌نویسی: هنگامی که یک گروه برنامه‌نویسی دارای تجربه‌ی فراوان در یک زبان برنامه‌سازی باشند، به شیوه‌ی استوارتر و مطمئن‌تر و با هماهنگی بیشتر برنامه‌نویسی می‌کنند. از این‌رو تعداد اشکالات ایجاد شده و در نتیجه نفر-توان صرف شده کاهش می‌یابد.
- ۶-۳. ادغام دو گروه تحلیل‌گر و برنامه‌نویس: قابلیت این دو گروه (تحلیل‌گران و برنامه‌نویسان) با هم سنجیده می‌شود.
- ۷-۳. انجام مراحل تست برنامه توسط گروه تحلیل‌گر: تست برنامه توسط تحلیل‌گران، برنامه‌نویسان و کارفرما انجام می‌شود. انجام تست توسط هر یک از این سه، بر مقدار هزینه‌ی اعمال شده در حین توسعه‌ی یک برنامه مؤثر خواهد بود.
- ۸-۳. انجام مراحل تست برنامه توسط گروه برنامه‌نویس: یک برنامه‌نویس نرم‌افزار می‌تواند به Source، طراحی و منابع دیگر نرم‌افزار دسترسی داشته باشد. او می‌تواند مشخص کند که آیا اعمال داخلی بر طبق مشخصه‌ها انجام می‌شود یا خیر.
- ۹-۳. انجام مراحل تست برنامه توسط کارفرما: کارفرما با تمرکز بر ورودی‌ها و خروجی‌ها و مراجعه به مستندات نرم‌افزار مشخص می‌کند که سیستم در مقابل یک عمل

پایانه‌ی کاربر تا رایانه‌ی مرکزی و همچنین اخذ مجوز جهت دسترسی کاربران از راه دور می‌باشد.

۴-۵. کنترل دسترسی به سیستم عامل: این کنترل‌ها شامل استفاده از فرایندهای مطمئن ورود به سیستم برای دسترسی به خدمات اطلاعات سازمان می‌باشند. این عامل برای کنترل دسترسی و استفاده‌ی افراد مجاز از سیستم‌های مختلف فراهم شده است (۹).

۵-۵. ایمنی فایل‌های سیستم: کنترل اجرای نرم‌افزار بر روی سیستم عامل و دسترسی به فایل‌های پایگاه داده از جمله تدابیر امنیتی است که در هنگام توسعه‌ی یک برنامه باید در نظر گرفته شوند. مقدار اعمال این مرحله نیز بر هزینه‌ی تولید مؤثر خواهد بود.

۵-۶. ایمنی در فرایندهای توسعه و پشتیبانی: این پشتیبانی شامل کنترل شدید اجرای تغییرات در توسعه‌ی سیستم‌های اطلاعاتی و تعریف رویه‌هایی برای پیشگیری از آسیب‌پذیری‌های سیستم می‌باشد.

۵-۷. کنترل‌های رمزنگاری: کنترل‌های رمزنگاری شامل امکان تهیه‌ی امضای دیجیتال و یا اعتبارسنجی و حفظ امضای دیجیتال می‌باشد. میزان تلاشی که گروه ایجاد نرم‌افزار به دلیل مسایل امنیتی متحمل می‌شوند، تعیین کننده‌ی میزان ارزش SCR می‌باشد.

۵-۸. تهیه‌ی پشتیبان از اطلاعات بر روی حافظه‌های جانبی: پشتیبان‌گیری اطلاعات بر روی حافظه‌های جانبی یک عامل هزینه‌ی تولید و نگهداشت می‌باشد. تهیه‌ی کپی از فایل‌های اطلاعاتی و مجموعه‌ی برنامه‌های به روز شده بر روی حافظه‌های جانبی، به منظور بازیابی اطلاعات در صورت بروز اشکال در نرم‌افزار انجام می‌شود.

۵-۹. ویروس‌های کامپیوتری: ویروس‌های کامپیوتری از عوامل مؤثر بر هزینه‌های تولید نرم‌افزار می‌باشند. میزان تلاش و زحمتی که گروه ایجاد نرم‌افزار جهت حفاظت در این بخش از برنامه‌های خود متحمل می‌شوند، تعیین کننده‌ی میزان ارزش VIR (Computer's virus) می‌باشد.

در راستای بررسی تأثیر و رتبه‌ی هر یک از پارامترهای مؤثر بر هزینه‌ی تولید نرم‌افزار HIS، نتایج زیر به دست آمد:

خاص چه پاسخی باید بدهد.

۳-۱۰. آشنایی سایر افراد گروه با مباحث مدیریت پروژه: هر یک از افراد مؤثر در پیشبرد محصول در حین انجام یک پروژه باید با مباحث مدیریت پروژه از جمله برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی آن آگاهی داشته باشند. تأثیر این آشنایی از خیلی کم به خیلی زیاد در هزینه و زمان تولید مؤثر خواهد بود.

#### ۴. مشخصه‌های پروژه:

۴-۱. به کارگیری برنامه‌سازی مدرن: عامل هزینه MODP نشان می‌دهد که اصول، روش‌ها و تکنیک‌های برنامه‌سازی مدرن تا چه اندازه توسط گروه برنامه‌نویسی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸).

۴-۲. به کارگیری ابزارهای نرم‌افزاری: به کارگیری ابزارهای نرم‌افزاری همواره باعث افزایش کارایی و بالا بردن قابلیت محصول دهی می‌باشد. این عامل نشان می‌دهد که ابزارهای قابل استفاده تا چه اندازه در اجرای پروژه به کار گرفته شده‌اند.

۴-۳. تغییر برنامه‌ریزی: هر عاملی که باعث شتاب یا تأخیر در اجرای برنامه شود، در کاهش یا افزایش نفر-توان لازم نیز مؤثر خواهد بود.

#### ۵. شبکه‌های کامپیوتری:

۵-۱. سیاست کنترل دسترسی به شبکه: به مجموعه‌ی کنترل دسترسی و محدودسازی دسترسی بر اساس سیاست‌های سازمان، سیاست کنترل دسترسی گفته می‌شود که بایستی از طرف برنامه‌نویس رعایت گردد. به عنوان مثال می‌توان از سری بودن رمز عبور، روال‌های دسترسی و عدم استفاده از نام‌های خاص نام برد.

۵-۲. مدیریت دسترسی به شبکه: برنامه‌نویس باید روال‌ها و برنامه‌هایی را طراحی کند که همه‌ی اطلاعات در دسترس همه‌ی افراد قرار نگیرد و فقط بخشی از اطلاعات که مربوط به اپراتور یا کاربر می‌باشد، در اختیار قرار داده شود.

۵-۳. کنترل دسترسی به شبکه: شامل کنترل مسیر راه از

جدول ۱: توزیع فراوانی و درصد پاسخ به شاخص‌های مربوط به چک لیست اطلاعات عوامل هزینه

شماره‌ی گویه	طیف شاخص	خیلی کم	کم	عادی	زیاد	خیلی زیاد
<b>مشخصه‌ی محصول</b>						
۱	میزان قابلیت اعتماد مورد انتظار از نرم‌افزار	۳	۳	۲۳	۱۱	۰
	درصد	۷/۵	۷/۵	۵۷/۵	۲۷/۵	۰
۲	میزان اندازه‌ی پایگاه داده	۱۶	۱۲	۸	۴	۰
	درصد	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
۳	میزان پیچیدگی محصول	۰	۱	۴	۱۶	۱۹
	درصد	۰	۲/۵	۱۰	۴۰	۴۷/۵
<b>مشخصه‌ی کامپیوتر</b>						
۱	میزان محدودیت‌های زمان اجرا	۰	۰	۱	۱۲	۲۷
	درصد	۰	۰	۲/۵	۳۰	۶۷/۵
۲	محدودیت حافظه در بارگذاری جداول رابطه‌ای	۷	۳۲	۱	۰	۰
	درصد	۱۷/۵	۸۰	۲/۵	۰	۰
۳	میزان تحول ماشین میزبان	۲	۶	۱۷	۱۴	۱
	درصد	۵	۱۵	۴۲/۵	۳۵	۲/۵
۴	میزان زمان پاسخ کامپیوتر	۴	۱۸	۱۴	۴	۰
	درصد	۱۰	۴۵	۳۵	۱۰	۰
<b>مشخصه‌ی پرسنل</b>						
۱	میزان قابلیت فرد یا گروه تحلیل‌گر	۰	۰	۰	۱۶	۲۴
	درصد	۰	۰	۰	۴۰	۶۰
۲	میزان تجربیات فرد یا گروه مجری پروژه پیرامون کاربرد	۰	۳	۶	۱۴	۱۷
	درصد	۰	۷/۵	۱۵	۳۵	۴۲/۵
۳	میزان قابلیت فرد یا گروه برنامه‌نویس	۰	۱	۱۷	۱۶	۶
	درصد	۰	۲/۵	۴۲/۵	۴۰	۱۵
۴	میزان تجربیات فرد یا گروه مجری پروژه پیرامون ماشین میزبان	۱۹	۱۴	۷	۰	۰
	درصد	۴۷/۵	۳۵	۱۷/۵	۰	۰
۵	میزان تجربیات فرد یا گروه مجری پروژه در مورد زبان برنامه‌نویسی	۶	۱۱	۱۷	۶	۰
	درصد	۱۵	۲۷/۵	۴۲/۵	۱۵	۰
۶	میزان تجربیات دو گروه تحلیل‌گر و برنامه‌نویس سیستم	۶	۱۰	۱۴	۹	۱
	درصد	۱۵	۲۵	۳۵	۲۲/۵	۲/۵
۷	انجام مراحل تست برنامه توسط گروه تحلیل‌گر	۱	۷	۱۲	۸	۱۲
	درصد	۲/۵	۱۷/۵	۳۰	۲۰	۳۰
۸	انجام مراحل تست برنامه توسط گروه برنامه‌نویس	۲	۱۰	۱۵	۶	۷
	درصد	۵	۲۵	۳۷/۵	۱۵	۱۷/۵
۹	انجام مراحل تست برنامه توسط کارفرما	۱۴	۱۱	۹	۶	۰
	درصد	۳۵	۲۷/۵	۲۲/۵	۱۵	۰
۱۰	آشنایی سایر گروه‌ها با مباحث مدیریت پروژه	۶	۶	۱۷	۸	۳
	درصد	۱۵	۱۵	۴۲/۵	۲۰	۷/۵

ادامه‌ی جدول ۱: توزیع فراوانی و درصد پاسخ به شاخص‌های مربوط به چک لیست اطلاعات عوامل هزینه

شماره‌ی گویه	تایف شاخص	خیلی کم	کم	عادی	زیاد	خیلی زیاد
<b>مشخصه‌ی پروژه</b>						
۱	میزان به کارگیری برنامه‌سازی پیشرفته	۰	۳	۴	۱۴	۱۹
	درصد	۰	۷/۵	۱۰	۳۵	۴۷/۵
۲	میزان به کارگیری ابزارهای نرم‌افزاری	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
	درصد	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
۳	میزان محدودیت زمان‌بندی پروژه	۱۹	۱۵	۶	۰	۰
	درصد	۴۷/۵	۳۷/۵	۱۵	۰	۰
<b>مشخصه شبکه‌های کامپیوتری</b>						
۱	سیاست کنترل دسترسی	۰	۰	۷	۱۴	۱۹
	درصد	۰	۰	۱۷/۵	۳۵	۴۷/۵
۲	مدیریت دسترسی به شبکه	۱	۸	۱۶	۱۲	۳
	درصد	۲/۵	۲۰	۴۰	۳۰	۷/۵
۳	کنترل دسترسی به شبکه	۳	۱۴	۱۴	۹	۰
	درصد	۷/۵	۳۵	۳۵	۲۲/۵	۰
۴	کنترل دسترسی به سیستم عامل	۰	۱۵	۱۳	۱۲	۰
	درصد	۰	۳۷/۵	۳۲/۵	۳۰	۰
۵	ایمنی فایل‌های سیستم	۲	۱۴	۲۰	۱	۳
	درصد	۵	۳۵	۵۰	۲/۵	۷/۵
۶	ایمنی در فرایندهای توسعه و پشتیبانی	۱	۱۴	۱۷	۷	۱
	درصد	۲/۵	۳۵	۴۲/۵	۱۷/۵	۲/۵
۷	کنترل‌های رمزنگاری	۳	۱۲	۱۵	۱۰	۰
	درصد	۷/۵	۳۰	۳۷/۵	۲۵	۰
۸	تهیه‌ی پشتیبان از اطلاعات بر روی حافظه‌های جانبی	۱۸	۱۲	۷	۳	۰
	درصد	۴۵	۳۰	۱۷/۵	۷/۵	۰
۹	ویروس‌های کامپیوتری	۱۵	۱۲	۱۰	۲	۱
	درصد	۳۷/۵	۳۰	۲۵	۵	۲/۵

کمترین میزان تأثیرگذاری مربوط به پارامتر «میزان محدودیت‌های حافظه‌ی اصلی» در گروه «مشخصه‌های کامپیوتری» بود.

بر اساس رتبه‌بندی Freidman زیر فاکتورهای هر مشخصه بر اساس تأثیر آن‌ها بر روی برآورد هزینه و زمان تولید نرم‌افزار اولویت‌بندی شده‌اند. نتایج به دست آمده بر اساس رتبه‌ای که هر پارامتر به خود اختصاص داده است، در جدول ۲ به طور خلاصه ارائه شده است.

بر اساس نتایج حاصل از بررسی، پارامترهای مؤثر بر هزینه‌ی تولید نرم‌افزار در ۵ گروه تعیین شدند و پارامترهای دارای بیشترین و کمترین میزان تأثیرگذاری در هر گروه مشخص شدند (جدول ۱ و ۲).

در یک نگاه کلی، بیشترین میزان تأثیرگذاری مربوط به پارامتر «میزان قابلیت فرد یا گروه تحلیل‌گر» در گروه «مشخصه‌های پرسنل»، همچنین پارامتر «سیاست کنترل دسترسی» در گروه «هزینه‌های شبکه‌های کامپیوتری» و

جدول ۲: نتایج حاصل از رتبه‌بندی Freidman

رتبه‌ی هر پارامتر در گروه	میانگین رتبه	پارامترها	مشخصه‌ی محصول
۱	۳/۰۰	میزان پیچیدگی محصول	کمترین رتبه
۳	۱/۱۰	میزان اندازه‌ی پایگاه داده	بیشترین رتبه
<b>مشخصه‌ی کامپیوتر</b>			
۱	۳/۹۹	محدودیت حافظه در بارگذاری جداول رابطه‌ای	کمترین رتبه
۴	۱/۲۹	میزان محدودیت‌های زمان اجرا	بیشترین رتبه
<b>مشخصه‌ی پرسنل</b>			
۱	۸/۶۶	میزان قابلیت فرد یا گروه تحلیل‌گر	کمترین رتبه
۱۰	۲/۵۵	میزان تجربیات فرد یا گروه مجری پروژه پیرامون ماشین میزبان	بیشترین رتبه
<b>مشخصه‌ی پروژه</b>			
۱	۲/۵۰	میزان به کارگیری برنامه‌سازی پیشرفته	کمترین رتبه
۳	۱/۲۴	میزان محدودیت زمان‌بندی پروژه	بیشترین رتبه
<b>مشخصه‌ی شبکه‌های کامپیوتری</b>			
۱	۷/۸۰	سیاست کنترل دسترسی	کمترین رتبه
۹	۲/۹۴	تهیه‌ی پشتیبان از اطلاعات بر روی حافظه‌های جانبی	بیشترین رتبه

- در راستای تعیین روش‌های کاهش هزینه‌ی تولید نرم‌افزار HIS در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان نتایج زیر به دست آمد:
- با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و نقایصی که در روند تولید و نگهداشت وجود دارد، به نظر می‌رسد با رعایت راهکارهای زیر، می‌توان در زمینه‌ی کاهش هزینه‌ی تولید نرم‌افزار به نتایج مطلوبی دست یافت و همچنین در بالا رفتن میزان بهره‌وری منابع محدود مالی و نیروی انسانی موجود در کشور سودمند واقع شد:
- تعیین و تحلیل دقیق نیازها با توجه به شرایط حاضر و تحولات آینده در زمان ایجاد سیستم‌ها صورت گیرد.
  - طراحی مناسب و بر اساس پیمان‌های مستقل انجام گیرد.
  - از بسته‌های نرم‌افزاری و زیر برنامه‌های آماده‌ی غیر وابسته استفاده شود.
  - از زبان برنامه‌سازی مناسب برای تولید سیستم‌ها (به خصوص در ایجاد سیستم‌های کاربردی) استفاده شود.
  - برنامه‌سازان حرفه‌ای و آشنا به زبان منتخب پروژه و زبان برنامه‌نویسی انتخاب شوند.
- ابزارهای بهینه‌ی پیاده‌سازی سیستم‌ها نظیر CASE به کار گرفته شوند.
- از روش‌های طراحی و برنامه‌سازی منطبق بر اصول مهندسی نرم‌افزار و کارآمد در مورد تولید استفاده شود.
- از استانداردها و پروتکل‌های برنامه‌سازی استفاده گردد.
- آزمایش و اعتبارسنجی دقیق به صورت برنامه‌ریزی شده و مدون انجام گیرد.
- مستندسازی دقیق و کارآمد صورت گیرد.
- در انجام پروژه‌ها و پیاده‌سازی سیستم‌ها بر تولید تأکید گردد.
- گروه مجری پروژه، آشنایی کافی با ماشین میزبان و ماشین هدف داشته باشند.
- ساختار برنامه و قابلیت پذیرش تغییرات در نظر گرفته شود.
- به منظور جبران اثر افزایشی پیچیدگی محصول بر هزینه‌ی ایجاد و نگهداشت، استفاده از گروه باتجربه‌ی کافی می‌تواند مؤثر باشد. همچنین استفاده از گروه طراحی کننده برای تولید نیز در این زمینه مفید خواهد بود.
- پیش از ساخت کامل سیستم، نمونه‌سازی انجام شود.

Boehm به روز رسانی شدند.

### نتیجه‌گیری

از بررسی وضعیت سیستم‌های نرم‌افزاری مورد مطالعه نتایجی به دست آمد که برخی از آن‌ها در زیر آمده است:

- از روش‌های مناسب طراحی و برنامه‌سازی اغلب استفاده نمی‌شود. روش‌های مهندسی نرم‌افزار در ایجاد سیستم‌ها به کار گرفته نمی‌شوند. در واقع، برخی از سیستم‌ها توسط کسانی ایجاد می‌شوند که از اصول مهندسی نرم‌افزار اطلاعی ندارند. در مواقعی هم که از این روش‌ها استفاده می‌شود، اغلب روش‌هایی مورد توجه قرار می‌گیرند که منجر به کاهش زمان پیاده‌سازی می‌شوند.

- به دلیل درک نادرست و ناقص از خواسته‌های کاربر و طراحی و برنامه‌سازی بر اساس این استنباط ناقص و نیز استفاده از روش‌های نادرست طراحی و برنامه‌سازی، میزان زمان تولید نرم‌افزار بیش از حد مورد انتظار، انجام می‌گیرد.

- انتخاب زبان‌های برنامه‌سازی با بررسی دقیق انجام نمی‌شود. برنامه‌نویسان تنها به دلایلی نظیر تسلط بر زبان و وسعت حیطه‌ی اختیارات در نوشتن برنامه و بدون در نظر گرفتن عواقب آن (که یکی از عوامل بالا بودن هزینه‌ی تولید است)، از زبان دلخواه خود استفاده می‌کنند.

- نظارتی بر میزان بهره‌وری سیستم‌ها وجود ندارد. کسی در پی آن نیست که میزان بهره‌وری سیستم‌ها را افزایش و یا هزینه‌های تولید را کاهش دهد.

- نیازها باید با توجه به تحولات آینده و به صورت دقیق تحلیل گردند که در عمل چنین نیست و هیچ کس به فکر پیش‌بینی آینده نیست. درک نیازهای سیستم به صورت خام و با چند مصاحبه‌ی سطحی صورت می‌گیرد.

- به استانداردها و پروتکل‌های برنامه‌نویسی توجهی نمی‌شود، در حالی که این استانداردها برای تولید دارای ارزش بسیار زیادی می‌باشند.

- آزمایش و اعتبارسنجی برنامه در عمل به دادن چند داده‌ی آزمایشی محدود می‌گردد و هیچ برنامه‌ریزی برای آزمایش انجام نمی‌شود. در حالی که آزمایش مناسب نقش

- افرادی انتخاب شوند که در تحلیل و کار گروهی و هماهنگی، توانایی کافی داشته باشند.

- افرادی انتخاب شوند که در مورد کاربردهای مشابه سیستم، همچنین ماشین میزبان و کار کردن با آن، تجارب کافی داشته باشند.

- از اصول، روش‌ها و تکنیک‌های برنامه‌سازی مدرن استفاده شود.

- افرادی انتخاب شوند که با سیستم نرم‌افزاری مورد نظر برای تولید، آشنایی کافی داشته باشند.

- افرادی انتخاب شوند که از کاربرد سیستم و انتظاراتی که از سیستم می‌رود، درک درستی داشته باشند.

- کاربران و مدیران نرم‌افزار، به مراجع پدید آورنده‌ی سیستم نرم‌افزاری دسترسی لازم را داشته باشند.

- وابستگی برنامه به محیط کاهش یابد.

- تا حد امکان استقلال قطعات سیستم نرم‌افزاری رعایت گردد.

### بحث

هنگامی که مدل (COCOMO) (Constractive cost model) در آغاز به طور دقیق بیان شد، کاربرد برنامه‌نویسی ساخت یافته گسترش چندانی نیافته بود و ابزارهای نرم‌افزاری مانند امروز در دسترس نبودند. اکنون استفاده از ابزار، گسترش زیادی یافته است و استفاده از تکنیک‌های ساخت یافته امری متداول است. بنابراین صفت‌هایی که در آغاز تعریف شده‌اند ممکن است دیگر اهمیتی نداشته باشند. از این رو بعضی از فاکتورهای Boehm (۲) (مانند فاکتور محدودیت حافظه‌ی کامپیوتر) از رده خارج شده‌اند، ولی دسته‌های ضرایب کلی یعنی محصول، کامپیوتر، پرسنل و پروژه هنوز مناسبند. با توجه به اینکه تمام سیستم‌های HIS مورد بررسی به صورت شبکه با هم در ارتباط هستند، مشخصه‌ی شبکه‌های کامپیوتری اضافه شده است. Boehm در زمان خود این فاکتورها را مورد توجه قرار داد ولی پس از وی با وجود پیشرفت‌های وسیع در تکنولوژی، هیچ مطالعه‌ای بر روی این فاکتورها انجام نشد و این فاکتورها به روز رسانی مجدد نشده‌اند. در این مطالعه، فاکتورهای استخراج شده توسط



عمده‌ای را در پایین آوردن هزینه‌ی تولید در پی دارد.

موارد یاد شده و موارد دیگری که ذکر آن‌ها در این مجال نمی‌گنجد، باعث شکست در انجام پروژه‌های نرم‌افزاری و افزایش هزینه‌ها در بخش تولید و نگهداشت آن‌ها می‌شود که مدیران پروژه‌ها برای موفقیت در انجام پروژه می‌بایستی در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های خود به این نکات اهمیت بدهند.

- نرم‌افزارهای HIS اغلب تحت شبکه هستند و جمع‌آوری داده‌ها بر روی سرور (Server) مرکزی انجام می‌شود تا به نیاز درخواست کنندگان پاسخ بهتری داده شود. در نتیجه نرم‌افزار باید تحت شبکه گسترش یابد و کاربران باید بتوانند تحت شبکه سرویس دهند. به بیان دیگر، اگر نرم‌افزار Single باشد هزینه‌ها کمتر است، اما برای نرم‌افزارهای تحت شبکه، هزینه‌های شبکه‌های کامپیوتری نیز به هزینه‌های راه‌اندازی HIS تحمیل می‌شود. بنابراین در طراحی این نرم‌افزارها باید به این هزینه‌ها نیز توجه داشت. جهت کاهش هزینه‌های تولید و افزایش طول عمر نرم‌افزارهای HIS، شناخت عوامل و پارامترهای مؤثر در هزینه‌ی آن‌ها ضروری است، این امر می‌تواند به افزایش بهره‌وری در سیستم کمک نماید و بستری را فراهم کند که بتوان با توجه به یک مدل بومی نسبت به برآورد هزینه‌های تولید سیستم نیز دست یافت. این برآورد، در هر لحظه می‌تواند قیمت واقعی و هزینه‌های تمام شده در سیستم را در

اختیار مدیر پروژه قرار دهد.

### پیشنهادها

با توجه به اهمیت فاز طراحی و پیاده‌سازی در صرفه‌جویی‌های بهینه‌ی زمانی و اقتصادی در مراحل بعدی چرخه‌ی حیات یک نرم‌افزار، پیشنهاد می‌شود مدیران پروژه با رعایت توصیه‌های زیر احتمال شکست در پروژه‌ها را کاهش دهند:

- توجه به موارد بحرانی موجود در پروژه و نیز مدیریت تغییرات (Changes management)،
- انجام فرآیندهای لازم جهت برخورد با ریسک‌های موجود در پروژه،
- مشخص ساختن اهداف پروژه به صورت شفاف،
- پشتیبانی گرفتن از مدیریت اجرایی پروژه و ارتباط مستمر با تیم پروژه،
- ایجاد پروسه‌ی تست و تضمین کیفیت پروژه‌ها (Projects quality assurance) (۱۰).

در این پژوهش، ۲۹ پارامتر مؤثر در هزینه‌ی تولید نرم‌افزار HIS مورد شناسایی و بررسی قرار گرفتند که به منظور کنترل و کاهش هزینه‌های تولید بایستی به این پارامترها توجه داشت و با نظارت بر این عوامل، کنترل لازم را بر هزینه‌ها اعمال نمود.

### References

1. Sehat Niaki S. Software Engineering [Thesis]. Tehran: School of Computer, Sharif University of Technology; 1993.
2. Boehm BW. Software Architectures: Critical Success Factors and Cost Drivers. New York: IEEE Computer Society Press; 1994. p. 965-71.
3. Sommerville I. Software engineering. 8<sup>th</sup> ed. Boston: Addison-Wesley; 2007.
4. Shen J. Development of a Software Effort and Cost Estimation Tool Based on EFMSEC; Faculty of Graduate Studies In Partial Fulfilment of The Requirements [MSc Thesis]. Alberta: University of Calgary; 2008.
5. In HP, Baik J, Kim S, Yang Y, Boehm B. A quality-based cost estimation model for the product line life cycle. Communications of the ACM 2006; 49(12): 85-8.
6. Lum K, Bramble M, Hihn J, Hackney J, Khorrami M, Monson E. Handbook for Software Cost Estimation Prepared. California: Jet Propulsion Laboratory; 2003.
7. May LJ. Major Causes of Software Project Failures [Online]. 2008; Available from: URL: <http://paul-hadrien.info/backup/LSE/IS%20470/literature%20review/MajorCausesofSoftwareProjectFailures.pdf/>
8. Mirdamadi A. Cost Estimation for Software Production and Presentation a Estimation Model in Iran [MSc Thesis]. Tehran: School of Computer, Amirkabir University of Technology; 1998.
9. Farzandi Pour M. Design an Medical Electronic Reliable Model and Security Mechanisms in Iran [Thesis]. Kashan: School of Medical Informatics & Management, Kashan University of Medical Sciences; 2008.
10. Ghaderi A. Principal Causes of Unsuccessful Software Projects [Online]. 2008; Available from: URL: <http://www.midinternet.com/>

## Determining and Ranking Effective Parameters on Cost of Projects in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran\*

Nafiseh Hajrahimi<sup>1</sup>, Tahereh Yaghoobi, PhD<sup>2</sup>; Seyed Saeed Ayat, PhD<sup>3</sup>

### Abstract

**Introduction:** The ever-growing technology is unquestionably indispensable in today's world. Software industry has had a quite outstanding progress in recent years. The life cycle of software consists of production and maintenance. This study aimed to determine the effective factors on costs of producing a health information system (HIS) software.

**Methods:** This applied survey used descriptive analysis to evaluate 15 HISs in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, during 2009. Due to the low number of available systems, all HISs were studied through a census method. A researcher developed checklist with confirmed validity and reliability (Cronbach's  $\alpha = 0.877$ ) was used to collect data. Using frequency percentage, the most and least important factors in experts' opinions were determined. All factors were ranked by Freidman test. Statistical analyses were performed in SPSS.

**Results:** We found 29 factors to be effective on production costs. The factors were classified into 5 groups in each of which the most important factor was determined.

**Conclusion:** In order to manage a software project and to obtain desirable results, a manager needs to identify factors effective on costs and how they can influence the project.

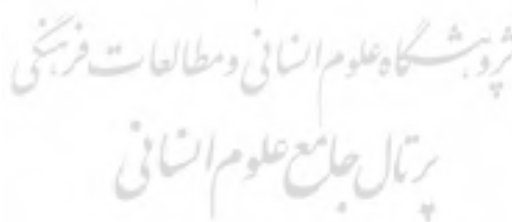
**Keywords:** Health Information System; Production Costs; Software.

**Type of article:** Original article

Received: 8 Dec, 2010

Accepted: 16 May, 2011

**Citation:** Hajrahimi N, Yaghoobi T, Ayat SS. **Determining and Ranking Effective Parameters on Cost of Projects in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.** Health Information Management 2011; 8 (7): 975.



\* This article was extracted from an MSc thesis.

1. MSc, Information Technology Management, Payam-e-Noor University of Tehran, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Artificial Intelligence, Payam-e-Noor University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: t.yaghoobi@sci.ui.ac.ir

3. Assistant Professor, Fuzzy Logic, Payam-e-Noor University of Najaf Abad, Najaf Abad, Iran