مقایسه‌ی برنامه‌ی آموزشی دوره‌ی کارشناسی مهندسی نرم‌افزار و دیدگاه مدیران صنعت نرم افزار ایران

امین خدابنده امیری[۱،*]، ماریا بناری[۲]، نرگس یوسف نژاد[۳]، امین حبیبی راد[۴]

۱- دانشگاه علوم و فنون مازندران، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، aminkhodabandeh@gmail.com
۲- دانشگاه علوم و فنون مازندران، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات ، born.july89@gmail.com
۳- دانشگاه علوم و فنون مازندران، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات، n.yousefnezhad@gmail.com
۴- دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، ahabibrad@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

برنامه آموزشی فعلی دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار در آبان ۱۳۷۷ از سوی شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب رسید. اکنون بیش از یک دهه تصویب این برنامه آموزشی و ورود فارغ التحصیلان آن به صنعت نرم‌افزار ایران می گذرد؛ از طرفی شاهد سریعترین میزان رشد علم و فناوری در حوزه‌ی نرم‌افزار نیز هستیم. این مقاله برآنست که دریابد این برنامه آموزشی تا چه اندازه نیازمندیهای فعلی و آینده این صنعت را هدف قرار داده است. برای رسیدن به این مهم، نیازهای مدیران صنعت نرم افزار را در سه حوزه‌ی فنی، غیرفنی و نیازهای آینده صنعت جویا شده و این نیازها را با دانش و توانایی‌های تازه‌فارغ‌التحصیلان دوره‌ی کارشناسی این رشته مقایسه نموده که مشخص گردیده عموما با هم سازگار نیستند. در پایان نیز پیشنهاداتی بر اساس نیازهای مشخص شده ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: مهندسی نرم‌افزار، برنامه آموزشی، فارغ‌التحصیلان، صنعت نرم افزار

---

۱ و *- امین خدابنده امیری: مدیر گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه علوم و فنون مازندران
۲ - ماریا بناری: کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات
۳ - نرگس یوسف نژاد: کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات
۴ - امین حبیبی راد: کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

www.SID.ir

۱- مقدمه

اصطلاح نرم‌افزار برای اولین بار، توسط آمار شناس مشهور جهان، جان توکی، مطرح [۷] و اولین شرکت ارائه‌کننده خدمات نرم‌افزاری، CUC، در سال ۱۹۵۵ تاسیس شد [۲۴]. با ثبت اولین حق اختراع[1] برای نرم‌افزار در سال ۱۹۵۹ توسط شرکت ADR و تصمیم شرکت Informatics در سال ۱۹۶۷، مبنی بر اینکه نرم‌افزارش را تحت توافق‌نامه مجوز[2] به مشتریانش دهد، یک مدل کسب‌وکار جدید پا به عرصه وجود گذاشت [۲۳]. با پیشگامی IBM، «در اواسط دهه ۱۹۷۰، جداسازی [قیمت نرم‌افزار از سخت‌افزار] یک هنجار گردید» [۱۳] و انتظارات مشتریان مبنی بر اینکه نرم‌افزارهای عمومی باید همیشه به طور رایگان و همراه با سخت‌افزار در اختیارشان قرار گیرد، پایان یافت [۲۴]. بدین ترتیب، پرداخت پول مجزا برای نرم‌افزار مشروعیت پیدا کرد و صنعتی جدید با نام صنعت نرم‌افزار شکل گرفت. ظهور کامپیوترهای شخصی به عنوان ابزار سازمانی جدید در اوائل دهه ۱۹۸۰ و پیدایش اینترنت و وب گسترده جهانی در اوائل دهه ۱۹۹۰، موجب شد صنعت نرم‌افزار به تدریج به زیرساختی برای تمام حوزه‌ها تبدیل گردد و بسیاری از کسب‌وکارها را دستخوش تغییرات اساسی قرار دهد. در نهایت، «برای آینده قابل پیش‌بینی، انتظار می‌رود نرم‌افزار نقش مرکزی و با اهمیت روزافزون در همه جنبه‌های زندگی بازی کند» [۲۱].

یکی از مهمترین ارکان صنعت نرم‌افزار نیروی انسانی است بطوریکه «موضوعات مرتبط با انسان، عوامل اساسی در تعیین موفقیت پروژه‌های نرم‌افزاری هستند» [۱۹]. علی‌رغم پیشرفتهای فناورانه صورت گرفته و خودکار شدن اکثر فرایندهای صنایع مختلف، نرم‌افزار همچنان محصولی است که فرایند تولید آن تا حد زیادی متکی به نیروی کار انسانی است. «خلق ارزش در صنعت نرم‌افزار، در همه بخشها، به نبوغ و مهارتهای متخصصان نرم‌افزاری بستگی دارد» [۱۰]. اهمیت نیروی انسانی تا بدان حد است که آنکردوگوی [۸] یکی از دلایل ضعف رقابتی صنعت نرم‌افزار ژاپن را نیروی انسانی آن می‌داند و چاکرابُرتی [۱۵] مزیت رقابتی هند در صنعت نرم‌افزار را ناشی از از فراوانی نسبی کارمندان نرم‌افزاری ماهر آن می‌داند. پژوهشهای انجام شده، اعم از چارچوبهای ارزیابی عملکرد مانند کارت ارزیابی کل‌نگر[3] [۲۹] و کارت ارزیابی متوازن فناوری اطلاعات[4] [۶] و یا مدلهای عوامل حیاتی موفقیت صنعت نرم‌افزار مانند [۱]، [۱۴]، و [۲۰] نیز همگی بر اهمیت نیروی انسانی در صنعت نرم‌افزار صحه گذاشته‌اند.

برای اینکه یک دانش‌آموخته مهندسی نرم‌افزار، به عنوان یک نیروی کار، برای کارفرمای آینده باارزش باشد، «باید مهارتهایی که به عنوان یک فارغ‌التحصیل کارشناسی فرا گرفته است با نیازمندیهای کارفرما مطابقت داشته باشد» [۲۷]. اما «پیشرفتهای سریع صنعت نرم‌افزار در کنار تقاضای در حال افزایش نرم‌افزار تجاری، شکافی بین نهادهای آموزشی نرم‌افزار و صنعت نرم‌افزار ایجاد کرده» [۳۰] که ناشی از عدم توانایی دانشگاهها در انطباق سریع با فناوریها و روشهاست [۳۱]. به علاوه «بسیاری از سازندگان نرم‌افزار با آداب و رسوم تحقیقاتی و نه آداب و رسوم مهندسی پرورش یافته‌اند» [۱۷] زیرا برنامه‌های آموزشی برای تربیت دانشمند طراحی شده‌اند نه تربیت مهندس [۲۱]. این موارد موجب شده است که «کارفرماها شکایت کنند که دانش‌آموختگان جدید برنامه‌های آموزشی کامپیوتر، در حوزه‌های کلیدی مهندسی نرم‌افزار، دانش و مهارتهای لازم را ندارند» [۲۲]. در حال حاضر صنعت نرم افزار ایران نیز دچار چالش در خصوص نیروهای متخصص و کارآزموده است. در این بخش، نیروی زیادی بیکار و یا مشغول به انجام فعالیتهای سطح پایین و غیرتخصصی هستند؛ یعنی از یک طرف صنعت نیاز

[1] Patent
[2] License
[3] Holistic Scorecard
[4] Balanced IT Scorecard (BITS)

Archive of SID
www.SID.ir

شدید و حیاتی به نیروی متخصص دارد تا پروژه های نرم‌افزاری را انجام دهد و از طرف دیگر جمع انبوهی از افراد غیر متخصص اما مستعد وجود دارد که به علت نداشتن تخصص بیکار هستند [۴].

از دانشگاه و نظام علمی کشور به عنوان تولیدکننده نیروی انسانی مورد نیاز صنعت، «انتظار می‌رود که خود را به صورت شفاف در معرض ارزیابی ذینفعان قرار بدهد و اطلاعات متنوعی درباره منابع، فرایندها، بروندادها و پیامدهای خود در اختیار آنها بگذارد و پاسخگویانه گزارش بدهد» [۳]. «تقاضای رو به رشد برای دانش (چه در سطح اجتماعی، چه در سطح دولت و بنگاه) به ویژه در چشم‌انداز اقتصاد دانش، ایجاب می‌کند که ذینفعان خواهان اطلاعات کافی از نظام علمی برای اطمینان از تقاضامحور بودن و مشتری‌گرا بودن آن باشند» [۳]. بر این اساس، دیدگاه مدیران صنعت نرم‌افزار، به عنوان یکی از اصلی‌ترین ذینفعان، که خروجی‌های نظام دانشگاهی کشور در رشته مهندسی نرم‌افزار را به عنوان ورودی در شرکتهای نرم‌افزاری کار می‌برند پیرامون برنامه آموزشی مصوب این رشته از اهمیت به سزایی برخوردار است.

مقاله حاضر قصد دارد با این نگاه به بازنگری دوره کارشناسی رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار، بپردازد. بر این اساس، این مقاله، در بخش دو، مروری بر ادبیات موضوع برنامه آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی نرم‌افزار خواهد داشت. سپس در بخش سه، فرضیات را مطرح و در بخش چهار، روش آزمون آنها را بیان خواهد نمود. در بخش پنج، نیز نتایج آزمون ارائه خواهد شد و در نهایت بخش شش به بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهاد بر مبنای نتایج بدست آمده خواهد پرداخت.

۲- مبانی نظری موضوع

برنامه آموزشی، شاخه‌ای از علوم تربیتی است که به ایجاد، سازماندهی و پیاده‌سازی فعالیت‌های آموزشی و پرورشی می‌پردازد [۵]. «یک برنامه آموزشی معقول، ابزار مهمی است که مراکز آموزش عالی بوسیله آن، به اهداف آموزشی، بالا بردن کیفیت و ایجاد و توسعه ویژگیهای خاصشان دست می‌یابند» [۳۲] و شامل مجموعه‌ای از دروس و محتویاتشان است. در این بخش مروری بر برنامه‌های آموزشی مختلف در دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار در نقاط مختلف جهان و همین‌طور ایران خواهیم داشت.

۲-۱- برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار و علوم کامپیوتر جهان

«در سال ۱۹۸۶ انتخابهای نسبتا محدودی در مراجع دانشگاهی در دسترس برای کسی که می‌خواست واحدهایی تحت عنوان مهندسی نرم‌افزار تدریس کند وجود داشت ... آن منابعی هم که وجود داشتند، یا نسخه‌های اولیه موضوعات عمومی بودند یا برای شاغلان تهیه شده بودند» [۱۱] . از آن زمان، «تلاشهای زیادی برای ایجاد توصیه‌ای مفصل درباره محتوای درسهای کامپیوتر دوره کارشناسی انجام شد» [۱۲] که در ذیل به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

برنامه آموزشی رشته کامپیوتر ۱۹۹۱[1] [۱۶]، به عنوان یک رشته و با هدف در بر گرفتن زیررشته‌های مختلف رشته کامپیوتر ایجاد شد و رشد نمود. این برنامه مجموعه گسترده‌ای از راهنمایی‌های برنامه آموزشی است که می‌توانست برای هر زیر برنامه آموزشی در رشته کامپیوتر به کار برده شود[۱۸]. این برنامه ده حوزه موضوعی (ساختمان داده‌ها و الگوریتمها، معماری، هوش مصنوعی و رباتیک، بازیابی اطلاعات و داده‌ها، ارتباطات انسان و کامپیوتر، محاسبات عددی و نمادی، سیستمهای عامل، زبانهای برنامه‌سازی، مهندسی و روش‌شناسی نرم‌افزار، موضوعات اجتماعی و حرفه‌ای) را در خود داشت [۱۲].

[1] Computing Curriculum 1991

Archive of SID
www.SID.ir

در سال ۱۹۹۸، تیمی مشترک از IEEE-CS و ACM، پروژه ایجاد راهنمایی برای «بدنه دانش مهندسی نرم‌افزار»[1] را با هدف تعیین زیرمجموعه‌های بدنه دانش که به طور عمومی پذیرفته شده‌اند، شروع کرد [۱۸]. این راهنما، هشت حوزه دانشی «نیازمندیهای نرم‌افزار، طراحی نرم‌افزار، ساخت نرم‌افزار، آزمون نرم‌افزار، نگهداری نرم‌افزار، مدیریت پیکربندی نرم‌افزار، مدیریت مهندسی نرم‌افزار، فرایند مهندسی نرم‌افزار، متدها و ابزارهای نرم‌افزار، کیفیت نرم‌افزار» را برای مهندسی نرم‌افزار مشخص نمود و به توضیح مفصل هر کدام پرداخت [۷].

در سال ۱۹۹۹، گروه کاری آموزش و پرورش مهندسی نرم‌افزار، در موسسه مهندسی نرم‌افزار دانشگاه کارنگی ملون، با هدف قرار دادن برنامه دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار، راهنمایی تحت عنوان SE-BOK ارائه دادند که چهار حوزه دانشیِ اصلی (نیازمندیهای نرم‌افزار، ساخت نرم‌افزار، مدیریت پروژه نرم‌افزار، و رشد تدریجی نرم‌افزار)، بنیادی (اصول کامپیوتر، عوامل انسانی، و دامنه کاربردی)، تکرارشونده (اخلاق و حرفه‌ای‌گری، فرایندهای نرم‌افزار، کیفیت نرم‌افزار، مدلسازی نرم‌افزار، سنجه‌های نرم‌افزار، ابزارها و محیطها، و مستندسازی) و پشتیبان برای مهندسی نرم‌افزار قائل شد که هر کدام از مولفه‌های متعددی تشکیل شده بودند [۹].

یکی دیگر از راهنماهایی که توسط IEEE و ACM در سال ۲۰۰۲ ارائه شده، SEEK است که این راهنما نیز برنامه دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار را هدف گرفته است. این راهنما، ده حوزه دانشی «اصول کامپیوتر، اصول مهندسی و ریاضی، تحلیل و مدلسازی نرم‌افزار، طراحی نرم‌افزار، ممیزی و اعتبارسنجی[2] نرم‌افزار، رشد تدریجی نرم‌افزار، فرایند نرم‌افزار، کیفیت نرم‌افزار، و مدیریت نرم‌افزار» را شامل می‌شود و برای هر زیرعنوان سه مورد تعداد ساعت مورد نیاز، «صرف به یادآوری، درک، و توانایی به کار بردن» مطالب ارائه شده ، و «اجباری، مطلوب، اختیاری» بودن را مشخص نمود.

تحقیقات دیگری نیز توسط محققان مختلف انجام شد. از جمله، لو و همکارانش [۲۶] با برشمردن شش رویکرد مختلف در مهندسی نرم‌افزار (طراحی نرم‌افزار، برنامه‌نویسی، ابزارهای آماده[3]، مدلسازی فرایند، مدیریت، و رسمی)، سعی کردند تا در برنامه پیشنهادی خود تعادلی بین این رویکردها ایجاد کنند. بایرن و مور [۱۲] هم با مصاحبه با ۱۳ مدیر صنعت نرم‌افزار ایرلند، مشکلات دانش‌آموختگان دانشگاههای ایرلند را که از برنامه [۱۶] تبعیت می‌کردند، را در سه حوزه نیازهای فنی، غیرفنی و آینده صنعت نرم‌افزار ایرلند مشخص ساختند. اُلیری و همکارانش [۲۸] نیز با بررسی صنعت نرم‌افزار چین، چارچوبی با یک پایه و چهار ستون (خصلتهای مورد نیاز چین، فناوریهای کلیدی، مهارتهای کلیدی قابل انتقال، و درگیر شدن در صنعت) ارائه کردند که سعی داشت تضمین کند که دانش‌آموختگان در سال چهارم، دانش و مهارتهای لازم برای مشارکت در پروژه‌های بزرگ چین را داشته باشند. کیچنهام و همکارانش [۲۵] نیز با بررسی دانشگاهها و صنعت نرم‌افزار کشور انگلستان، درسهایی مانند «واسط کاربر و کامپیوتر،مدیریت پروژه، پایگاه‌داده‌ها، سیستم عامل، تحلیل و جمع‌آوری داده‌ها، زبانهای برنامه‌نویسی خاص، ساختمان داده‌ها، معماری نرم‌افزار، شبکه و انتقال داده‌ها، روشهای تحلیل و طراحی» (ده درس برتر و بااهمیت) را پیشنهاد دادند و میزان شکاف دانشی بین دانش‌اموختگان و صنعت را مشخص ساختند.

۲-۲- برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی نرم‌افزار در ایران

در ایران تعیین سرفصلِ دروس و برنامه آموزشی، به عهده شورایِ انقلاب فرهنگی و وزارت‌علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد [۵]. برنامه آموزشی فعلی دوره کارشناسی مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار [۲] در آبان ۱۳۷۷ از سوی شورای عالی

[1] Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)
[2] Verification & Validation
[3] tool-kit

Archive of SID
www.SID.ir

برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به تصویب رسید. این برنامه، تربیت کارشناسانی را ، هدف قرار داده است که در زمینه شناخت، طراحی، ساخت و راه‌اندازی سیستم‌های نرم‌افزاری، ارائه روش های بهره برداری، نگهداری، عیب یابی، اصلاح و توسعه آن‌ها فعالیت می‌نمایند. این دوره شامل ۱۴۰ واحد درسی شامل ۲۰ واحد دروس عمومی، ۲۱ واحد دروس پایه، ۵۹ واحد دروس اصلی، ۲۵ واحد دروس تخصصی، و ۱۵ واحد دروس اختیاری است.

مهارت‌هایی که این برنامه برای فارغ‌التحصیلان در پایان این دوره مشخص کرده است، عبارت هستند از: «بررسی و شناسایی سیستم‌های کامپیوتری به منظور انتخاب و سفارش نرم‌افزار بهینه، هدایت و نظارت در نصب و بهره برداری از آن ها»، «ارائه روش های عیب یابی، اصلاح و تکمیل سیستم‌های نرم‌افزاری جدید و نظارت براین امور»، «طراحی، ساخت و راه اندازی سیستم‌های جدید نرم‌افزاری»، «تشخیص لزوم استفاده از کامپیوتر در کنترل عملیات در محیط‌های مختلف»، و «شناسایی تکنیک‌های جدید طراحی و ساخت کامپیوتر، ارزیابی و بکارگیری آن‌ها»

۳- مدل تحلیلی پژوهش و فرضیات پژوهش

این پژوهش با هدف مشخص کردن دروس الزامی و اختیاری رشته مهندسی نرم‌افزار در مقطع کارشناسی و بر اساس خواسته‌های صنعت نرم‌افزار ایران ایجاد شد. بر این مبنا، دروس اصلی و تخصصی رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار، مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جمع‌آوری گردید (دروس عمومی و دروس پایه که در تمامی برنامه‌های مصوب رشته‌های مهندسی قرار دارند مورد بررسی قرار نگرفت) و برای این بخش، دو فرضیه مطرح گردید:

فرضیه ۱: درس اجباری برنامه مصوب، از دید مدیران صنعت نرم‌افزار نیز اجباری است.

فرضیه ۲: درس اختیاری برنامه مصوب، از دید مدیران صنعت نرم‌افزار نیز اختیاری است.

سپس دروس اختیاری که گروههای مهندسی نرم‌افزار دانشگاههای مطرح کشور (صنعتی شریف، تهران، شهید بهشتی، علم‌وصنعت، خواجه نصیرالدین طوسی، صنعتی اصفهان و شیراز) علاوه بر درسهای مصوب وزارت علوم در برنامه درسی خود ارائه داده‌اند، جستجو و پیدا شد و بر اساس آن فرضیه زیر مطرح گردید:

فرضیه ۳: درس اختیاری پیشنهادی گروه مهندسی، از دید مدیران صنعت نرم‌افزار نیز اختیاری است.

سپس بر اساس مهارتهای غیرفنی که با بررسی ادبیات موضوع مشخص گردید، فرضیه زیر مطرح شد:

فرضیه ۴: مهارتهای غیرفنی مطرح شده، از دید مدیران صنعت نرم‌افزار اجباری است.

سپس بر اساس ادبیات موضوع و دانشها و فناوریهای نوین مربوط به آینده صنعت نرم‌افزار، فرضیه زیر مطرح شد:

فرضیه ۵: آموزش دانشها و فناوریهای نوین در رشته کارشناسی مهندسی نرم‌افزار، برای آینده این صنعت مهم است.

۴- روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش، تمامی مدیران شرکتها و انجمنهای نرم‌افزاری ایران شامل مدیران عامل، مدیران پروژه، مدیران فنی و فروش بودند. ابتدا از طریق وب‌سایتهای شورای عالی انفورماتیک، اتحادیه صادرکنندگان نرم‌افزار، و سازمان فناوری اطلاعات، اتحادیه صنفی رایانه‌ای شرکتهای نرم‌افزاری معتبر شناسایی شدند و آدرس وب‌سایت و ایمیل شرکت مشخص گردید. سپس با بررسی وب‌سایت و یا در خواست از روابط عمومی شرکت، ایمیلهای مدیران شرکت جمع‌آوری شد و ایمیل حاوی پرسشنامه به صورت فایل Word و آدرس صفحه وبِ پرسشنامه برای پرسش‌شوندگان فرستاده شد تا به یکی از این دو روش در پژوهش شرکت کنند.

Archive of SID
www.SID.ir

در پرسشنامه، دروس مصوب و پیشنهادی مطرح گردید و برای هر کدام چهار گزینه «اجباری»، «اختیاری»، «حذف» و «نظری ندارم» در نظر گرفته شد. از پرسش‌شوندگان نیز خواسته شد در صورتی که به نظر آنها تمامی فارغ التحصیلان باید درسی را بگذرانند، گزینه اجباری را انتخاب کنند؛ در صورتی که به نظر آنها فارغ التحصیلان باید بر اساس علاقه خود درسی را انتخاب کنند؛ گزینه اختیاری را انتخاب کنند؛ و در صورتی که از دید آنها درس مذکور باید از برنامه تحصیلی رشته مهندسی نرم‌افزار رشته کارشناسی حذف شود، گزینه حذف را انتخاب کنند. البته پرسش‌شوندگان می‌توانستند گزینه نظری ندارم را نیز انتخاب کنند. به علاوه، پرسشنامه تعدادی مهارتهای غیرفنی را نیز مطرح کرد تا پرسش‌شونده، اجباری یا اختیاری بودن این مهارتها را نیز مشخص سازند. در پایان سوالاتی درباره دانشهای مورد نیاز در آینده صنعت نرم‌افزار، حداکثر دوره زمانی لازم برای بازبینی برنامه درسی، میزان تئوری یا عملی ارائه شدن دروس مطرح شد.

از مجموع ۵۳۷ پرسشنامه فرستاده شده، ۳۳ پاسخ دریافت گردید که دو مورد آنها نامعتبر تشخیص داده شد. ۴۷ درصد پاسخ‌دهندگان دارای مدرک دکتری یا کارشناسی ارشد بوده‌اند؛ به طور میانگین ۱۴ سال تجربه حضور در صنعت نرم‌افزار داشته‌اند؛ و به لحاظ شغلی ۴۷ درصد عضو هیئت مدیره، مدیر عامل یا مدیر ارشد و بقیه مدیر پروژه، مدیر فنی یا فروش بوده‌اند.

برای تعیین روایی پرسشنامه با مطالعه منابع مربوط، طرح اولیه پرسش‌نامه تهیه گردید و توسط دو نفر از اساتید و متخصصان مورد بررسی قرار گرفت که اصلاحات تذکر داده شده اعمال گردید. برای تعیین پایایی پرسشنامه نیز، با استفاده از نرم افزار SPSS ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه محاسبه که مقدار آن برابر با ۹۳.۲٪ گردید. بعلاوه، مقدار این ضریب برای سوالات فنی برابر با ۸۸.۶٪ ، برای سوالات غیرفنی برابر با ۹۲٪ و برای بقیه سوالات(مربوط به آینده و سوالات کلی) برابر با ۷۳.۹٪ شد و در نتیجه پایایی پرسشنامه تایید گردید. همچنین برای آزمودن فرضیه‌ها و اجباری یا اختیاری بودن درسها و مهارتها، آزمون دوجمله‌ای و برای اولویت‌بندی درسهای اختیاری، از آزمون تحلیل واریانس ناپارامتری فریدمن استفاده شد.

۵- نتایج پژوهش

۵-۱- دروس و مهارتهای اجباری

نتیجه آزمون فرضیه ۱

درسهای «مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی»، «برنامه‌سازی پیشرفته»، «ساختمان گسسته»، «ساختمان داده‌ها»، «زبان تخصصی»، «طراحی الگوریتم»، «سیستم عامل»، «طراحی و پیاده‌سازی زبان‌های برنامه نویسی»، «شبکه‌های کامپیوتری»، «ذخیره و بازیابی اطلاعات»، «مهندسی نرم‌افزار»، «اصول طراحی پایگاه داده‌ها»، «آزمایشگاه پایگاه داده‌ها»، «پروژه»، «کارآموزی» که در برنامه مصوب نیز اجباری بودند در سطح اطمینان ۹۵ درصد اجباری بودن آنها تایید شد.

اما دروس اجباری برنامه مصوب شامل «آزمایشگاه کامپیوتر»، «زبان ماشین و برنامه نویسی سیستم»، «مدار منطقی»، «آزمایشگاه مدار منطقی»، «ریاضی مهندسی»، «معماری کامپیوتر»، «آزمایشگاه معماری کامپیوتر»، «نظریه زبانها و ماشینها»، «ریز پردازنده»، «آزمایشگاه ریزپردازنده»، «مدارهای الکترونیکی»، و «هوش مصنوعی»، «اصول طراحی کامپایلر»، «آزمایشگاه سیستم عامل» اجباری بودن آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد شد در حالی که اختیاری بودن آنها تایید گردید.

همچنین، حذف دروس اجباری برنامه مصوب شامل «مدار الکتریکی»، «آزمایشگاه مدار الکتریکی»، «آزمایشگاه مدارهای الکترونیکی» در سطح اطمینان ۹۵ درصد ثابت شد.

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه آزمون فرضیه ۲

دروس اختیاری برنامه مصوب شامل «روشهای محاسبات عددی»، «نظریه محاسبات»، «طراحی و پیاده سازی سیستم های بیدرنگ»، «مدلسازی و ارزیابی سیستم های کامپیوتری»، «اصول طراحی واسط کاربر»، «برنامه نویسی توصیفی»، «برنامه نویسی همروند»، «گرافیک کامپیوتری»، «محیطهای چند رسانه‌ای»، «سیستم های خبره»، «شبیه سازی کامپیوتری» در سطح اطمینان ۹۵ درصد به عنوان درس اختیاری تایید شد.

اما درس اختیاری «مهندسی اینترنت» در برنامه مصوب در سطح اطمینان ۹۵ درصد به عنوان درس اجباری تایید شد. ضمنا، حذف دروس اختیاری برنامه مصوب شامل «طراحی مدارهای واسط» و «آزمایشگاه طراحی مدارهای واسط» در سطح اطمینان ۹۵ درصد ثابت شد.

نتیجه آزمون فرضیه ۳

تعدادی از دروس اختیاری گروههای آموزشی دانشگاههای مطرح کشور شامل «برنامه‌نویسی وب»، «طراحی وب»، «طراحی توام نرم افزار و سخت افزار»، «برنامه‌نویسی حرفه‌ای»، «لینوکس و برنامه‌نویسی لینوکس»، «نگهداری نرم‌افزار»، «مدیریت نیازمندیهای نرم‌افزار»، «استانداردهای نرم‌افزاری (CMM، CMMI، ...)»، «اطمینان از کیفیت نرم‌افزار»، «متدهای نوین مهندسی نرم‌افزار (agile، XP، ...)»، «ابزارهای CASE»، «مدیریت تغییر، پیکربندی و نسخه‌های نرم‌افزار»، «تست نرم‌افزار»، «معماری سرویس‌گرایی»، «نرم‌افزارهای توزیع شده»، «بازیابی پیشرفته اطلاعات»، «انبار داده ها»، «پردازش زبانهای طبیعی»، «محیطهای چندرسانه‌ای»، «تعامل انسان و کامپیوتر» نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد به عنوان درس اختیاری تایید شد.

تعدادی از دروس اختیاری گروههای آموزشی دانشگاههای مطرح شامل «آزمایشگاه مهندسی نرم افزار»، «طراحی سیستمهای شی‌گرا»، «برنامه‌نویسی پایگاه داده‌ها»، «معماری نرم‌افزار»، «امنیت اطلاعات» نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد به عنوان درس اجباری تایید شد.

نتیجه آزمون فرضیه ۴

اما در همین بخش«مهارتهای ارائه مطالب علمی و فنی»، «مهارتهای رهبری تیم»، «نحوه برخورد با مشتری»، «ریسک‌پذیری»، «هدایت مصاحبه»، «مهارتهای برنامه‌ریزی»، «حسابداری و مالیه»، «تفکر انتقادی و حل مساله»، «مدیریت پروژه»، «اقتصاد مهندسی»، «مدیریت استراژیک فناوری اطلاعات»، «آشنایی با تجارت الکترونیک»، «داشتن اخلاق حرفه‌ای»، «مدلسازی کسب‌وکار»، «دانستن تاریخچه صنعت نرم‌افزار»، «آشنایی با مهندسی مجدد فرایند»، «مدیریت دانش»، «روش‌های تحقیق»، «قوانین صنعت نرم‌افزار، قانون کار و سایر قانونهای مورد نیاز»، «یادگیری فعال»، «آشنایی با هوش تجاری»، «مدیریت فناوری اطلاعات»، «نوشتن RFP و پیشنهادنامه و قرارداد»، «کارآفرینی»، «بازاریابی» در سطح اطمینان ۹۵ درصد از جانب مدیران صنعت نرم‌افزار مهارتهایی اختیاری برای دانش‌آموختگان دانسته شد.

در بخش مهارتهای غیرفنی نیز «کار تیمی و گروهی (مهارتهای بین فردی)»، «مهارتهای نوشتاری (مستندسازی)»، و «مهارتهای مدیریت زمان» در سطح اطمینان ۹۵ درصد از جانب مدیران صنعت نرم‌افزار مهارتهایی اجباری برای دانش‌آموختگان دانسته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه آزمون فرضیه ۵

آموزش دانش و فناوری «وب ۲ یا وب‌معنایی» در کارشناسی مهندسی نرم‌افزار، برای آینده این صنعت، در سطح اطمینان ۹۵٪ با اهمیت «زیاد» و دانش و فناوری‌های «جنبه‌گرایی»، «برنامه‌نویسی موبایل»، «محاسبات همه‌گیر»، و «سیستمهای جریان کار یا سیستمهای مدیریت فرایند کسب‌وکار» با اهمیت در حد «متوسط» تایید شد.

۶- بحث و نتیجه‌گیری و پیشنهاد

یکی از مهمترین عناصر صنعت نرم‌افزار، نیروی انسانی است که توسط مراکز آموزش عالی وارد صنعت می‌شوند. متاسفانه دانش‌آموختگان فعلی مراکز آموزش عالی، دانش و مهارتهای لازم را در حوزه‌های کلیدی مهندسی نرم‌افزار ندارند. این مقاله، با نگاه مشتری‌گرا و از دید مدیران صنعت نرم‌افزار، به بازنگری دوره کارشناسی رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار پرداخته است. در ابتدا، برنامه آموزشی و راهنماهای مختلفی مربوط به آن که در جهان ارائه شده است، مرور گردید. سپس درباره برنامه آموزشی ایران که در سال ۱۳۷۷ توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تصویب شد، اطلاعاتی داده شد. آنگاه، بر اساس دروس برنامه مصوب و دروس پیشنهادی گروههای آموزشی دانشگاههای مطرح کشور، و همینطور اضافه کردن مهارتهای غیرفنی ذکر شده در ادبیات موضوع، به بیان فرضیات پرداخته شد.

بر اساس نتیجه آزمون فرضیات، اجباری بودن دروس «مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی»، «برنامه‌سازی پیشرفته»، «ساختمان گسسته»، «ساختمان داده‌ها»، «زبان تخصصی»، «طراحی الگوریتم»، «سیستم عامل»، «طراحی و پیاده‌سازی زبانهای برنامه نویسی»، «شبکه‌های کامپیوتری»، «ذخیره و بازیابی اطلاعات»، «مهندسی نرم‌افزار»، «اصول طراحی پایگاه داده‌ها»، «آزمایشگاه پایگاه داده‌ها»، «پروژه»، «کارآموزی»، «مهندسی اینترنت»، «آزمایشگاه مهندسی نرم افزار»، «طراحی سیستمهای شی‌گرا»، «برنامه‌نویسی پایگاه داده‌ها»، «معماری نرم‌افزار»، و «امنیت اطلاعات» و نیز مهارت «کار تیمی و گروهی (مهارتهای بین فردی)»، «مهارتهای نوشتاری (مستندسازی)»، و «مهارتهای مدیریت زمان» در سطح اطمینان ۹۵٪ تایید شد.

بعلاوه، بر اساس نظر مدیران، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، درسهای «مدار الکتریکی»، «آزمایشگاه مدار الکتریکی»، «آزمایشگاه مدار الکترونیکی»، «طراحی مدارهای واسط»، و «آزمایشگاه طراحی مدارهای واسط» نیز باید از برنامه حذف شوند.

همچنین، با توجه به آزمون فریدمن (برای اولویت‌بندی) و در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۳۰ درس یا مهارت «معماری کامپیوتر»، «آزمایشگاه سیستم عامل»، «داشتن اخلاق حرفه‌ای»، «مدیریت پروژه»، «مدار منطقی»، «برنامه‌نویسی حرفه‌ای»، «تست نرم‌افزار»، «نظریه زبانها و ماشینها»، «آشنایی با تجارت الکترونیک»، «معماری سرویس‌گرایی»، «آزمایشگاه معماری کامپیوتر»، «آزمایشگاه مدار منطقی»، «زبان ماشین و برنامه نویسی سیستم»، «اصول طراحی واسط کاربر»، «مهارتهای برنامه‌ریزی»، «متدهای نوین مهندسی نرم‌افزار (agile، XP، ...)»، «برنامه‌نویسی وب»، «یادگیری فعال»، «روش‌های تحقیق»، «نوشتن RFP و پیشنهادنامه و قرارداد»، «مدیریت نیازمندیهای نرم‌افزار»، «مدلسازی کسب‌وکار»، «نگهداری نرم‌افزار»، «قوانین صنعت نرم‌افزار، قانون کار و سایر قانونهای مورد نیاز»، «مدلسازی و ارزیابی سیستم های کامپیوتری»، «بازیابی پیشرفته اطلاعات»، «نرم‌افزارهای توزیع شده»، «هوش مصنوعی»، «ریز پردازنده» به ترتیب اولویت، به عنوان درس اختیاری معرفی شدند.

علاوه بر سوالات مطرح شده، تعدادی سوالات جنبی نیز از مدیران پرسیده شد که نتیجه آن شد که بطور میانگین و در سطح خطای پنج درصد، هر چهار سال یک بار برنامه آموزشی باید مورد بازبینی قرار گیرد. ۷۷ درصد پاسخ‌دهندگان هم برخلاف وضعیت کنونی که تاکید بر تئوری بیشتر و کارهای عملی کمتر در برنامه است، تاکید داشتند که دروس باید بیشتر عملی و کمتر تئوری و یا حداقل عملی و تئوری بطور برابر، تدریس شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

از مشکلات پژوهش حاضر، نرخ کم تعداد شرکت‌کنندگان است که بدین معناست که خطر جدی وجود دارد که افرادی که پاسخ داده‌اند، نماینده جمعیت خود نباشند. البته با بهره‌گیری از تجربه [۲۵] سعی شد متد پیگری مناسبی ایجاد شود بدین ترتیب که فرستادن پرسشنامه، در سه دور و با فاصله یک هفته در نظر گرفته شد که از بار دوم به بعد، اسامی افراد برجسته صنعت که پرسشنامه را پر کرده‌اند ضمیمه می‌شد تا دیگران را ترغیب کند که مشارکت کنند. بدین ترتیب دور اول ۱۲، دور دوم ۱۷ و دور سوم ۴ پاسخ رسید. از علل این مشکل، می‌توان به طولانی بودن پرسشنامه و همین‌طور مشکلات متعدد اقتصادی که در برابر شرکتهای نرم‌افزاری در حال حاضر قرار دارد و اهمیت موضوع پژوهش را در برابر آنها کم کرده است نام برد.

پیشنهاد می‌شود که پژوهشهایی از دید سایر ذینفعان برنامه آموزشی مانند دانشجویان و اساتید صورت گیرد تا در کنار پژوهش فعلی، نگاه جامع نسبت به مساله ایجاد گردد و سیاستگذاران بتوانند با اطلاعات کاملتری تصمیمات مقتضی را بگیرند.

مراجع

[۱] الهی، شعبان، خدابنده امیری، امین، (۱۳۸۷)، **ارائه مدل باغ مرکبات برای شناسایی معیارها و عوامل موفقیت صنعت نرم‌افزار ایران**، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال اول، شماره ۲، صفحه ۱ تا ۱۵

[۲] شورای عالی برنامه‌ریزی، (۱۳۷۷)، **مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی کامپیوتر، گرایشهای سخت‌افزار و نرم‌افزار**، در وب‌سایت: http://gostaresh.msrt.ir

[۳] فراستخواه، مقصود، (۱۳۸۷)، **بررسی وضع موجود و مطلوب ارزیابی نظام علمی در ایارن با تاکید بر بخش آموزش عالی**، فصلنامه علمی- پژوهشی سیاست علم و فناوری، سال اول، شماره ۲، صفحه ۴۳ تا ۵۸

[۴] حدیدی، محمد علی، (۱۳۸۳)، **دورنمای کلی معماری دوره تحصیلی مهندسی نرم افزار**، مرکز فنآوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته، در وب‌سایت: http://www.aictc.com

[۵] ملکی، حسن، (۱۳۸۶)، **برنامه‌ریزی درسی (راهنمای عمل)**، تهران: انتشارات مدرسه

[6] Abran, A., and Buglione L.(2003). ***A multidimensional performance model for consolidating Balanced Scorecards,*** Advances in Engineering Software , V. 34, P. 339–349.

[7] Abran, A., W. Moore, J., Bourque, P., Dupuis, R. (2004). ***Guide to the Software Engineering Body of Knowledge***, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

[8] Anchordoguy, M.(2000). ***Japan's software industry: a failure of institutions?,*** Research Policy, V. 29, P. 391–408.

[9] Bagert, D. J., Hilburn, T. B., Hislop, G., Lutz, M., McCracken, M., Mengel, S. (1999), ***Guidelines for Software Engineering Education Version 1.0***, available at: www.sei.cmu.edu/reports/99tr032.pdf

[10] Barr, A., Tessler, S., and Miller, W. F.(2002). ***Korea and the Global Software Industry***, Korea IT Industry Promotion Agency. - available at: www.aldo.com/Publications/Papers/Korea2002.pdf : Aldo.com

Archive of SID
www.SID.ir

[11] Budgen, D., Tomayko, J. (2005). ***The SEI curriculum modules and their influence: Norm Gibbs' legacy to software engineering education***, The Journal of Systems and Software, V.75 P.55–62

[12] Byrne, D.J., L.Moore, J. (1997). ***A Comparison Between The Recommendations of Computing CURRICULUM 1991 and The Views of Software Development Managers in IRELAND***, Computers Education. V.28, No. 3, p.145-154.

[13] Campbell-Kelly, M.(1995). ***Development and Structure of the International Software Industry, 1950-1990***, Business and Economic History. V. 24. P. 73-110.

[14] Carmel, E. (2003). ***The New Software Exporting Nations: Success Factors***, Electronic Journal of Information Systems for Developing Countries, V. 13, P. 1-12.

[15] Chakraborty, C., and Jayachandran, C. (2001). ***Indian Software Industry: Structure, Trends, and Constraints***, Journal of Services Research, V. 1, P. 73-93.

[16] Curricula '91, (1991), ***Computing Curriculum, 1991***, ACM and IEEE

[17] Denning, P.J. , Riehle, R.D. (2009). ***The Profession of IT: Is Software Engineering Engineering?***, Comm. ACM, V. 52, no. 3, P. 24–26.

[18] Dey, S.K., Sobhan, M.A. (2007). ***Guidelines for preparing standard software engineering curriculum: Bangladesh and global perspective***, Computer and information technology, P. 1 - 6

[19] Hazzan, O.(2010).***Putting Human Aspects of Software Engineering in University Curricula***, Software, IEEE , V.27 , P. 90 – 91.

[20] Heeks, R., and Nicholson, B. (2002). ***Software Export Success Factors and Strategies in Developing and Transitional Economies***, University of Manchester, Institute for Development Policy and Management , Paper No. 2002-12.

[21] Hilburn, T. B., Hislop, G., Bagert, D., Lutz, M., Mengel, S., McCracken, M. (1999). **Guidance for the development of software engineering education programs**, The Journal of Systems and Software, 49, pp. 163-169

[22] Hilburn, T.B.; Bagert, D.J. (1999). **A software engineering curriculum model**, Frontiers in Education Conference, 1999. FIE '99. 29th Annual, vol. 1, pp. 12A4/6 - 12A411

[23] Johnson, L. (1998). ***A View From the 1960s: How the Software Industry Began***, IEEE Annals of the History of Computing, V. 20, P.36-42.

[24] Johnson, L. (2002). ***Creating the Software Industry: Recollections of Software Company Founders of the 1960s***, IEEE Annals of the History of Computing, P. 14-42.

[25] Kitchenham, B., Budgen,D., Brereton,P., Woodall, P.(2005). ***An investigation of software engineering curricula***, The Journal of Systems and Software, V.74, P.325–335.

[26] Lo, B., Watson, R., Comber, T.(1996). ***Achieving balance in software engineering curricula***, Software Engineering: Education and Practice. Proceedings. International Conference, P.271 – 278

[27] Morgan, G.W., Lowry, G.R..(1996). ***Software engineering process improvement: aligning curriculum and industry requirements***, Software Engineering: Education and Practice, P.378 - 385

[28] O'Leary, C., Lawless, D., Gordon, D., Li Haifeng, Bechkoum, K.(2006). ***Developing a Software Engineering Curriculum for the Emerging Software Industry in China***, Software Engineering Education and Training, 2006. Proceedings.19th Conference on, P.115 – 122.

Archive of SID

www.SID.ir

[29] Sureshchandar, G. S., and Leisten, R. (2005). ***Holistic scorecard: strategic performance measurement and management in the software Industry***, Measuring Business Excellence, V. 9, P.12-29.

[30] Subrahmanyam, G.V.B. (2009). **A Dynamic Framework for Software Engineering Education Curriculum to Reduce the Gap between the Software Organizations and Software Educational Institutions**, Software Engineering Education and Training, 2009. CSEET '09. 22nd Conference, pp. 248 - 254

[31] Tessler, S., Barr, A., and Hanna, N. (2003). ***National Software Industry Development: Considerations for government planners***, Electronic Journal of Information Systems for Developing Countries, V. 13, P. 1-17.

[32] Zhao, D., Xu, Q., Zuo, W.(2010). ***Research and Practice in the Curriculum System for Majors in Software Engineering***, Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop on, V. 1, P. 417 - 420

Archive of SID

www.SID.ir