مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۱، جلد ۲، ص. ۹۹-۷۵

# نقد و بررسی نظام آموزشی مهندسی کامپیوتر با گرایش نرم‌افزار و ارایه یک برنامه آموزشی مؤثر

**احمدرضا نقش نیلچی**

**عضو هیات علمی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان**

**چکیده :** با بررسی و تحلیل سطح دانش و میزان کارایی فارغ‌التحصیلان رشته تحصیلی مهندسی کامپیوتر با گرایش نرم‌افزار، بسیاری از کارشناسان آموزشی و صاحبنظران به این نتیجه ناخوشایند و تلخ رسیده‌اند که آنان بسیاری از مطالب و موضوعات اساسی و بنیادی مهندسی را نمی‌دانند و نه تنها توانایی اجرای علوم عملی و کاربردی را ندارند، بلکه از ارایه فهم صحیح این علوم نیز عاجزند. این مقاله به ریشه‌یابی این مسئله پرداخته و مهمترین عامل این معضل را برنامه‌های آموزشی روبنایی و دوری جستن از دروس زیربنایی و کلاسیک مهندسی در این رشته تحصیلی یافته است. به علت تنوع کاربردهای این رشته و سرعت در نوآوری، در اکثر قریب به اتفاق برنامه‌های آموزشی جدید مهندسی کامپیوتر با گرایش نرم‌افزار، مطالب و دروس روبنایی اما در عین حال جذاب گنجانیده شده است که قهراً از تدریس دروس زیربنایی و کلاسیک می‌کاهد. در این مقاله، با انتقاد از این روند، یک برنامه آموزشی با زیربناهای مستحکم و اصولی مهندسی پیشنهاد شده است.

**واژه‌های کلیدی:** نظام آموزشی، مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار.

## ۱. مقدمه

عموماً به کسی "مهندس" اطلاق می‌شود که از پایه و دانش علمی خود برای هدفهای کاربردی استفاده کند. اگرچه استفاده اولیه این کلمه برای سازندگان راهها، پلها و ساختمانها به‌کار رفته است، امروزه این واژه استفاده وسیعتری یافته است و متخصصان برق و الکترونیک، شیمی، مکانیک، مواد، ژنتیک و تعداد دیگری از زمینه‌های علمی نیز "مهندس" خوانده می‌شوند. البته، این صحیح است و این متخصصان از علم و تکنولوژی در حل مشکلات عملی استفاده و معمولاً محصولات مفیدی را طراحی می‌کنند [۷، ۱۶].

در اکثر قریب به اتفاق کشورها، مهندسان دارای مدارج دانشگاهی هستند و علاوه بر این، در بسیاری از کشورها به‌خصوص کشورهای آمریکای شمالی و اروپا، دولتها و انجمنهای تخصصی ضوابط و مقررات خاصی را، از جمله برگزاری امتحانهای مخصوص فارغ‌التحصیلان و صدور گواهینامه برای آنها و رتبه‌بندی برنامه‌های آموزشی مراکز آموزش عالی به‌طور اعم و مراکز آموزش مهندسی به‌طور اخص نیز اعمال می‌کنند [۲، ۵، ۱۱].

صدور گواهینامه برای مهندسان نشان از امنیت عمومی دارد. دانش کافی فارغ‌التحصیلان در ریاضیات و علوم پایه، آگاهی آنها نسبت به مسئولیتهای حرفه‌ای و قدرت تجزیه و تحلیل آنها، از شرایط دریافت گواهینامه‌های مزبور است. در تمام این موارد، مهندسان با تکنسین‌ها تفاوت اساسی دارند. تکنسین‌ها برای دنبال کردن یک فرایند یا پردازش از قبل ساخته شده و راه‌اندازی و کار با سیستم‌ها آماده هستند و هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال صحت و سقم سیستم، فرایند یا پردازش تحت اجرا ندارند.

همچنین، آموزش مهندسی با آموزش سنتی شاخه‌های علوم انسانی تفاوت دارد. دانشجویان مهندسی در انتخاب دروس بسیار محدودترند. این محدودیت اطمینان می‌دهد که تمام فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی دروس پایه در تخصص اصلی خود را گذرانده باشند. همچنین، آموزش مهندسی بر یافتن طرحهای خوب و بهینه در مقایسه با طرحهایی که صرفاً "درست" عمل می‌کنند، اصرار می‌ورزد [۱۱، ۱۹].

در جایی که یک متخصص شیمی، فیزیک، ریاضی و دیگر رشته‌های علوم، صرفاً با داشتن ابزاری که تئوری وی را اثبات می‌کند راضی و خوشحال است، یک مهندس فرا می‌گیرد که ابزار وی نه تنها این مهم را انجام می‌دهد، بلکه آن را دقیق، سودمند، مقرون به صرفه، با ضریب امنیتی

بالا، به آسانی و با قدرت پیاده‌سازی می‌کند. علاوه بر اینها، یک مهندس می‌آموزد که حتی جالبترین و از نظر علمی درگیرترین پروژه‌ها نیاز به انجام‌دادن مقدار زیادی کار خسته کننده و کسالت‌آور دارد که تنها با صرف وقت فراوان، جدیت، پشتکار و صبر انجام‌پذیر است.

شاید بهترین توصیف برای تفاوت نقش مهندسان و متخصصان علوم پایه را تئودور ون کارمن[۱]، مهندس هوافضای آمریکا، که اولین جایزه ملی مدال علوم آمریکا را دریافت کرد، ارایه داده است. وی می‌گوید: "متخصصان علوم پایه دنیای موجود را کشف می‌کنند و مهندسان دنیایی را که هرگز وجود خارجی نداشته است، خلق می‌کنند" [۱۶].

بیش از ۳۵ سال است که در سطح جهانی و بیش از یک ربع قرن است که در سطح ایران دانشگاهها به تشکیل برنامه‌های آموزشی در رشته کامپیوتر مبادرت ورزیده‌اند. فارغ‌التحصیلان این برنامه‌ها اغلب به وسیله کمپانیها و دولتها، به‌صورت مهندسان پشت صحنه، برای ساختن برنامه‌های کامپیوتری، به کار گرفته شده‌اند. ساخته‌های آنها در کنترل هواپیماها، طراحی اجزای اتومبیل، پایانه‌های برق فشار قوی و مدارات مخابراتی به کار رفته است. این برنامه‌ها اسناد بانکی را نگهداری می‌کند و آن را به آسانی در دسترس کاربران قرار می‌دهد و به کنترل ترافیک هوایی در برج مراقبت کمک می‌کند. نرم‌افزارهای خلق شده آنها به مهندسان دیگر در طراحی ساختمانها، پلها، ابزارآلات و غیره کمک فراوان کرده است. به بیان دیگر، رسالت فارغ‌التحصیلان برنامه‌های آموزش کامپیوتر این بوده است که ابزارهای نرم‌افزاری مناسبی برای مهندسان با تخصصهای مختلف ابداع و تهیه کنند.

با گذشت حدود ۳۵ سال، تحلیل نتایج ناموفق و نقاط ضعف، هم در سطح صنعتی و هم در سطح آموزشی، نویسنده این مقاله و تعداد دیگری از متخصصان را به این نتیجه ناخوشایند رسانده است که فارغ‌التحصیلان این رشته نه تنها اصول ریاضی را که ستون اصلی این رشته را تشکیل می‌دهد و در واقع این رشته ره‌آورد علوم ریاضی است نمی‌دانند، بلکه پایه و اساس مهندسی را نیز نیاموخته‌اند. با نگاهی به گروههای کامپیوتر در سرتاسر گیتی می‌توان با تعجب و وحشت فراوان دید که فارغ‌التحصیلان این رشته چه مطالب اساسی و بنیادی را که نمی‌دانند!

این مقاله قصد انتقاد به یک برنامه آموزشی خاص یا گزارش کمیته آموزشی بخصوص را

---

۱. Theodore von Karman

ندارد، بلکه در صدد نقد و بررسی روند آموزش مهندسی کامپیوتر است. اکثر قریب به اتفاق برنامه‌های آموزشی جدید دارای مطالب و دروسی است که قهراً از تدریس دروس کلاسیک می‌کاهد. در این مقاله با این روند مخالفت و یک برنامه آموزشی نرم‌افزار کامپیوتر با زیربناهای مستحکم و کلاسیک مهندسی پیشنهاد شده است. تذکر مهم اینکه در این مقاله هرگاه به مهندسی کامپیوتر اشاره می‌شود منظور مهندسی کامپیوتر با گرایش نرم‌افزار است.

## ۲. یک مباحثه تاریخی

در اوایل دهه شصت میلادی، گروهی از استادان دانشگاهها که مایل به استفاده از کامپیوتر و محاسبات بودند، به تشکیل گروههای کامپیوتر اصرار می‌ورزیدند. جالب آن که بسیاری با این امر مخالفت می‌کردند و معتقد بودند که فارغ‌التحصیلان این رشته نوظهور اصول مهندسی و ریاضی را که پایه‌های آن محسوب می‌شود، یاد نخواهند گرفت. هم ریاضیدانان و هم مهندسان برق متفق‌القول بودند که علوم کامپیوتر بخش جداناپذیر رشته‌های مربوط به آنهاست. آنها معتقد بودند که به‌جای تأسیس رشته جدید مهندسی و علوم کامپیوتر، فارغ‌التحصیلان این رشته باید در یکی از این دو شاخه تحصیل کنند و تعدادی از دروس کامپیوتر را در سال آخر دوره کارشناسی بگذرانند. آنها پیش‌بینی می‌کردند که دانشجویان این رشته نه تنها ریاضیات یاد نخواهند گرفت، بلکه پایه و اساس مهندسی را نیز نخواهند آموخت و در نتیجه، قادر به استفاده از ریاضیات و اساس مهندسی در طراحی سیستم‌های کامپیوتری نخواهند بود [۱۱].

در مقابل، همکاران نویسنده در آن روزگار متفق‌القول بودند که کامپیوتر و علوم آن به سرعت در حال رشد است و این موضوع به‌قدری اهمیت دارد که نیاز به تشکیل یک شاخه مستقل ضروریست. آنها معتقد بودند که دانشجویان این رشته می‌توانند مطالب کلاسیک را با تأکید بر بخشهای مربوط به کامپیوتر مطالعه کنند. هدف غایی تدوین برنامه‌ای بود که دروس ریاضی و مهندسی را همراه با دروس جدید کامپیوتر آموزش دهد [۱۷، ۲۰].

متأسفانه، بسیاری از گروههای مهندسی و علوم کامپیوتر که در اقصی‌نقاط گیتی تشکیل شدند، پس از مدت نسبتاً کوتاهی هدف فوق را کنار نهادند. هم اعضای علمی و هم دانشجویان گروههای کامپیوتر، بی‌صبرانه به‌دنبال دستیابی به مطالب جالب و جدید بودند و لذا دروس این رشته به‌سرعت به دروس متراکم و کوتاهی تبدیل شدند که در کلاسهای درس آنها فقط آنچه در ارتباط

مستقیم با تئوری کامپیوتر بود، آن هم به طور سطحی و قشری، تدریس می‌شد. این روند همچنان ادامه دارد.

## ۳. سطح کیفی و دانش فارغ‌التحصیلان مهندسی نرم‌افزار کامپیوتر

حدود ۳۵ سال بعد، تحلیل نتایج ناموفق و نقاط ضعف، هم در سطح صنعتی و هم در سطح آموزشی، نویسنده این مقاله و تعداد دیگری از متخصصان را به این نتیجه ناخوشایند رهنمون شده است که مخالفان تشکیل رشته مستقل کامپیوتر درست فکر می‌کرده‌اند [۲، ۶، ۱۱، ۲۱]. با نگاهی به گروههای کامپیوتر در سرتاسر گیتی می‌توان با تعجب و وحشت فراوان دید که فارغ‌التحصیلان این رشته در کلیه سطوح (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری) چه مطالب اساسی و بنیادی را که نمی‌دانند!

آن دسته از فارغ‌التحصیلان جدید رشته کامپیوتر که در زمینه تئوری کامپیوتری فعالیت می‌کنند، سادگی و ظرافت مدلهای به حد کمال رسیده ریاضی را قدر نمی‌دانند. متخصصان تئوری کامپیوتر، اغلب مدلهای ریاضی را در مواردی ابداع می‌کنند که ریاضیات قدیم برای آنها کفایت می‌کند و اغلب مشاهده می‌شود که در مواقع برخورد با اشکال، به‌جای انجام‌دادن تغییرات زیربنایی و دوباره‌نگری، مکرر مدلهای ابداعی خود را وصله و تعمیر می‌کنند!

همچنین، آن دسته از فارغ‌التحصیلان جدید که در شاخه‌های علمی مهندسی کامپیوتر فعالیت دارند به تجزیه و تحلیل اصولی مسائل مطرح شده و راه‌حلهای پیشنهادی برای آنها، که یک اصل اساسی در مهندسی حرفه‌ای محسوب می‌شود، توجهی ندارند. آنها عموماً جذب موضوعات پرزرق و برقی می‌شوند که وعده تغییرات یک شبه می‌دهد تا پیشرفت و توسعه پایدار و منطقی. آنها از برنامه‌ریزی اصولی و اثباتهای منطقی فرار می‌کنند. بعضی از متخصصان کاربردی کامپیوتر، برخلاف مقررات طراحی مهندسی، طرفدار پیاده‌سازی برنامه قبل از فهم مسئله هستند و انجام‌دادن تستهای عملی در اغلب گروههای کامپیوتر بی‌مورد و نامناسب قلمداد می‌شود!

نویسنده این مقاله، مهندسی واقعی را هماهنگی و همکاری بین تئوری و عمل می‌داند. تئوریهایی که در دروس ریاضیات، فیزیک، شیمی و دیگر دروس علوم پایه فراگرفته می‌شود و در دروس مهندسی به کار می‌رود. اما در دروس رشته کامپیوتر تئوری و عمل تا حدود زیادی از هم جدا هستند و اکثر مطالب تئوری که در کلاسهای کامپیوتر تدریس می‌شود تناسب و ارتباط مناسبی

با مطالب علمی ندارند. اساس مطالب تئوریکی که اکنون تدریس می‌شود بر پایه ماشینهایی با توان و ظرفیت بی‌نهایت است، حال آنکه این ماشینها وجود ندارد و هیچ‌گاه هم به‌وجود نخواهد آمد. دانشگاهها و کنفرانسهای بزرگ علمی اغلب میدان مبارزه برای طرفداران مطالب تئوری و طرفداران مباحث عملی هستند. این برخوردها به‌طور مسلم وجود یک مسئله را اثبات می‌کند و آن اینکه به بیراهه رفته‌ایم و کار در جایی خراب است!

همان‌گونه که منتقدین تشکیل گروهها و دانشکده‌های مستقل کامپیوتر پیش‌بینی می‌کردند، اغلب فارغ‌التحصیلان تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) رشته تحصیلی کامپیوتر نه تنها توانایی اجرای علوم عملی و کاربردی را ندارند، بلکه از داشتن فهم صحیح این علوم نیز عاجزند [۱۱]. البته استثناهایی نیز وجود دارد، اما تعداد زیاد این گونه فارغ‌التحصیلان شاهدی بر این مدعاست.

وضع آموزش در مقطع کارشناسی رشته کامپیوتر به مراتب اسفبارتر از دیگر مقاطع تحصیلات تکمیلی است. دانش فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر در علوم پایه ضعیف است. همچنین، دانش آنها از تکنولوژی به صورت سطحی و متمرکز به شاخه‌های برنامه‌نویسی، زبانهای برنامه‌سازی، کمپایلرها و سیستم‌های عامل محدود می‌شود. مهمتر آنکه آنها عموماً با نظام و قانونهای مهندسی به طور سیستماتیک و اصولی آشنا نشده‌اند.

به‌طور کلی، فارغ‌التحصیلان کارشناسی کامپیوتر در یافتن دلایلی منطقی و برهانهای علمی برای رفتارهای محصولات خود دچار سردرگمی می‌شوند. آنها دچار این توهم هستند که وجود رفتارهای عجیب و غیرقابل پیش‌بینی در محصولات آنها طبیعی است و رفتارهای نامناسب مشاهده شده در این محصولات دلیل خاصی ندارد! آنها سیستم‌های نسبتاً پیچیده‌ای را طراحی می‌کنند، بدون آنکه این سیستم‌ها را تحت تحلیل اصولی و علمی قرار دهند و به‌درستی نمی‌دانند که چگونه یک محصول را طراحی کنند تا چنین تحلیلی، عملی باشد.

اکثر فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر، درگیر سیستم‌های ساختاری، سازمان اطلاعات و داده‌ها و سیستم‌های مخابراتی هستند. این سیستم‌ها به شدت به نوع انتقال داده‌ها و نمایش آنها وابسته‌اند، اما فارغ‌التحصیلان کامپیوتری که با این سیستم‌ها کار می‌کنند، تقریباً هیچ گونه اطلاعی در زمینه تئوری اطلاعات ندارند. برای مثال، اکثر آنها نمی‌دانند که واحد اطلاعات و داده‌ها بیت و واحد حافظه‌ها بایت است و عموماً یکی را به‌جای دیگری به کار می‌برند. نتیجه آشنانبودن با

تئوری اطلاعات این است که بحث روی موضوعات مهم مانند طراحی برنامه نمایش اطلاعات و داده‌ها سطحی خواهد بود و آنها به دلیل نداشتن تخصص علمی در این زمینه، از برداشتهای شخصی که اصولاً ناپخته و ناقص است، استفاده می‌کنند، حال آنکه مهندسان این‌گونه برخوردها را غیراصولی و غیرحرفه‌ای می‌دانند.

اگرچه فارغ‌التحصیلان کارشناسی کامپیوتر با منطق آشنایی دارند، برخورد گروههای آموزشی کامپیوتر با این موضوع روبنایی است. با وجود آنکه دانشجویان با قوانین به کارگیری سیستم‌های منطقی در ریاضیات آشنا هستند، آنها اغلب نمی‌توانند اصول منطق را در محیطهای علمی و هنگام طراحیهای مهندسی به‌کار گیرند. ریاضیدانان به راحتی می‌توانند قواعد جدیدی ابداع کنند، اما معمولاً این مهندسان هستند که راههای جدید استفاده از قواعد موجود را پیدا می‌کنند.

به دلیل ضعف فارغ‌التحصیلان کامپیوتر در درک مفاهیم منطق و مخابرات، آنها اغلب به‌دشواری می‌توانند مفاهیمی چون دانش را درک کنند یا این واژه را از واژه‌هایی چون داده‌ها و اطلاعات تمیز دهند. استفاده سردرگم از این‌گونه واژه‌ها صرفاً استعمال درهم و برهم لغات نیست، بلکه مانع انجام‌دادن آنالیز اصولی و سیستماتیکی می‌شود که از تعاریف دقیق تشکیل شده است. ضریب اطمینان لازم در طراحیها، اغلب مسئله افزونگی را در سیستم‌های کامپیوتری ضروری می‌کند. متأسفانه، فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر اغلب با این مسئله آشنا نیستند و با آن برخوردهایی بسیار خام دارند. معمولاً آنها سیستم‌هایی را طراحی می‌کنند که بی‌جهت گرانقیمت هستند، حال آنکه از خطاهای معمولی عاری نیستند. بسیاری از فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر توانایی علمی لازم را برای انجام‌دادن تجزیه و تحلیل افزونگی در سیستم‌هایی که طراحی می‌کنند، ندارند. کمتر می‌توان فارغ‌التحصیل رشته کامپیوتری را یافت که مفاهیمی چون "یافتن دو خطا / تصحیح یک خطا[1]" بداند [۱۱]، حال آنکه آشنایی با این‌گونه مفاهیم برای طراحی سیستم‌های قابل اعتماد بسیار ضروری است.

فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر ممکن است سلامت و ایمنی عمومی را نیز به مقدار زیادی به خطر اندازند، چرا که بسیاری از آنها در سیستم‌های کنترلی کارخانه‌ها، شرکتها و ادارات مشغول به‌کار می‌شوند و اغلب مدیریت این مراکز را به‌عهده می‌گیرند. درس سیستم‌های کنترل خطی در

---

۱. Single Error Correction/Double Error Detection

رشته مهندسی نرم‌افزار کامپیوتر در هیچ نقطه‌ای از دنیا آموزش داده نمی‌شود و فارغ‌التحصیلان این رشته در خوشبینانه‌ترین حالت، مفاهیم کنترل فیدبک و پایداری را فقط در حد تجربی و حسی فهمیده‌اند. شاید هیچ فارغ‌التحصیل رشته کامپیوتری را با گرایش نرم‌افزار نتوان یافت که تئوری کنترل را در حدی بداند که بر اساس آن قادر باشد سیستم‌های بلادرنگ را طراحی کند.

با وجود آنکه جمع کثیری از فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر در طراحی و ساخت سیستم‌های پردازش سیگنال فعالیت دارند، متأسفانه بسیاری از برنامه‌های آموزشی ارایه شده برای گرایش نرم‌افزار نه تنها درس پردازش سیگنالهای دیجیتال[۱] را شامل نمی‌شود، بلکه اجازه گرفتن این درس را نیز به‌عنوان درس اختیاری به دانشجویان نرم‌افزار نمی‌دهد. آنچه برنامه درسی گرایش نرم‌افزار در دانشگاههای ایران را از برنامه‌های مشابه درکشورهای صنعتی به‌طور نامطلوبی متمایز می‌کند، آن است که درس سیگنالها و سیستم‌ها[۲] که یک درس پایه و اساسی برای بسیاری از کاربردهای سیستمی از جمله پردازش سیگنالها، مخابرات و سیستم‌های کنترلی می‌باشد، در برنامه گنجانده نشده است، در حالی که بسیاری از دانشگاههای معتبر جهان تا اندازه‌ای به اهمیت این موضوع پی برده و این درس را در برنامه‌های آموزشی خود جای داده‌اند [۱۰، ۲۲].

اگرچه درس محاسبات عددی در بسیاری از برنامه‌های آموزشی کامپیوتر گنجانده شده است، تعداد زیادی از آنها به مسایل محاسباتی شامل اعداد حقیقی با تعداد ارقام اعشاری محدود، نمی‌پردازند [۸]. جالب آنکه به‌جای توجه بیشتر به این درس و رفع مشکل کاربرد توأم تئوریهای آنالیز عددی با سیستم‌های کامپیوتری، این درس در برنامه درسی که اخیراً به گروههای کامپیوتر دانشگاههای ایران اعلام شده است، از فهرست دروس اصلی حذف و به‌عنوان یک درس اختیاری پیشنهاد شده است [۲۲].

## ۴. اشتباه در چه بوده است

بنیانگذاران بسیاری از دانشکده‌ها و گروههای کامپیوتر، تیمهایی از ریاضیدانان بودند که به محاسبات و استفاده از کامپیوتر علاقه داشتند. همچنین، مهندسان برق که کامپیوترها را طراحی و فیزیکدانان که در امور تحقیقاتی خود از کامپیوتر استفاده می‌کردند، در این امر مشارکت داشتند

---

۱. Digital Signal Processing

۲. Signals and Systems

[۱۱]. هر یک از اعضای این تیمها سعی در گنجاندن دروس تخصصی و مورد علاقه خود در برنامه درسی رشته نرم‌افزار، داشتند اما به علت حجیم شدن برنامه مجموعه‌ای از موضوعات و دروسی که نقطه مشترک تخصص این بنیانگذاران محسوب می‌شد، انتخاب شدند. آنها اغلب چند موضوع متفاوت را با یکدیگر ترکیب می‌کردند و در قالب یک درس واحد ارایه می‌دادند که طبیعتاً باعث برخوردهای روبنایی با هر یک از این موضوعات می‌شد.

موضوعات تحقیقاتی مورد علاقه بنیانگذاران این رشته در تحریف برنامه‌های آموزشی نقش بسزایی داشته است. در آن زمان، محاسبات یک رشته آکادمیک محسوب می‌شد و محققان شیفته طراحی زبانهای برنامه‌سازی و همچنین ساخت کمپایلرها بودند. حدود ۷۰۰ زبان برنامه‌سازی، ۵۰۰ تئوری در مورد علم معانی و حدود ۵۰۰ مقاله علمی در مورد کمپایلرها و کمپایلرهای کمپایلرها در مجله‌های متعدد آن زمان به چاپ رسید [۱۱].

مدت کوتاهی پس از آن، با کمکهای مالی هنگفت آژانسهای آمریکایی از جمله بنیاد علمی ملی ایالات متحده آمریکا و مراکز نظامی آن کشور، توجه همه‌گیر و جهانی به موضوع هوش مصنوعی معطوف گردید و سرفصلهای داخلی و غالباً مبهم در گروههای کامپیوتر ابداع شد که از تعاریف واژه‌های مرسوم در علم کالبدشناسی نشأت گرفته بود.

در آغاز دهه نود میلادی، با تغییر مسیر کمکهای مالی این مراکز به سوی شبکه‌های عصبی و شبکه جهانی اینترنت، بازار این دو موضوع داغ شد و بسیاری از موضوعات دیگر از جمله موضوعات داغ قدیمی (کمپایلرها، زبانهای برنامه‌نویسی و حتی هوش مصنوعی) تحت‌الشعاع قرار گرفت.

فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر عموماً بر این باورند که محدوده علمی آنها بر اساس موضوعات تحقیقاتی مورد علاقه هیأت علمی محل تحصیل آنها تعیین می‌شود، چراکه وسعت نظر و دید بازی که در گروههای کامپیوتر قدیمی‌تر و متداول بود، از گروههای جدید مفقود شده است. هنوز رئوس اکثر برنامه‌های آموزشی رشته کامپیوتر در سراسر جهان را موضوعات محدود مورد علاقه بنیانگذاران این رشته تشکیل می‌دهد و نوآوری در برنامه‌ها غالباً با جایگزینی مطالب پایه مهندسی و ریاضی با مطالب جدیدی که به‌سرعت کهنه و متروک می‌شوند، انجام می‌پذیرد. [۱، ۸].

برنامه‌های آموزشی موجود نرم‌افزار کامپیوتر فاصله محسوسی را بین آموزش کامپیوتر در دانشگاه و کاربرد آن در دنیای واقعی خارج از آن ایجاد کرده است، به طوری که از بین بردن این

شکاف غیرممکن به‌نظر می‌رسد. متأسفانه، برنامه‌های درسی متداول در آموزش رشته کامپیوتر، فارغ‌التحصیلان این رشته را به دانش پایه‌ای و بنیادی مورد نیاز جهت رشد حرفه‌ای آنها در درازمدت (که رسالت اصلی دانشگاهها و مراکز آموزشی است) مجهز نمی‌کند [۱، ۸، ۱۷].

## ۵. حاصل این خط مشی

در سالهای اخیر، نویسنده با بسیاری از محققان و مدیران سطح بالای صنایع برخورد کرده است که با اکراه و بی‌میلی فارغ‌التحصیلان رشته کامپیوتر را در مقاطع مختلف استخدام کرده‌اند. در ارزیابی داوطلبان همکاری با یک طرح تحقیقاتی، خود نویسنده در قابلیتهای علمی فارغ‌التحصیلان مهندسی نرم‌افزار کامپیوتر در مقایسه با دیگر رشته‌های فنی و مهندسی ضعفهای اساسی مشاهده کرده است که به خوبی اکراه و بی‌میلی این مدیران و محققان را توجیه می‌کند.

مدیران صنایع و ادارات ترجیح می‌دهند که مهندسان رشته‌های دیگر یا فیزیکدانان، شیمیدانان و ریاضیدانان را استخدام کنند و با ارایه دروس کوتاه مدت، برنامه‌نویسی کامپیوتر را به آنان آموزش دهند. حتی مدیر یک پروژه برنامه‌نویسی کامپیوتری را سراغ دارم که با افتخار می‌گفت که پروژه‌اش را با به کارگیری مهندسان و نه فقط فارغ‌التحصیلان کامپیوتر به انجام رسانده است!

رشد سریع صنعت کامپیوتر وجود زمینه‌های شغلی برای فارغ‌التحصیلان کامپیوتر را نوید می‌دهد، اما مدیران ارشد و با تجربه، به مفید بودن آموزشی که به آنها داده شده است به دیده شک و تردید می‌نگرند. با وابستگی روزافزون آزمایشگاههای دیگر رشته‌های مهندسی، صنایع و ادارات به ابزارهای کامپیوتری، کارشناسان و مهندسان دیگر رشته‌ها از امکان غیرحرفه‌ای بودن محصولات فارغ‌التحصیلان کامپیوتر بیمناکند. آنها عموماً ترجیح می‌دهند که خود برنامه‌های کامپیوتری لازم را بنویسند تا آنکه تهیه آن را به فارغ‌التحصیلان مهندسی نرم‌افزار واگذار کنند.

با افزایش آگاهی نسبت به ناقص بودن آموزش رشته‌های کامپیوتر و زمانی که دیگران دریابند که آشنایی با زبانهای برنامه‌سازی و تکنولوژی کمپایلرها معیارهای مناسبی برای افرادی که استخدام می‌کنند نیست، فارغ‌التحصیلان نرم‌افزار برای استخدام شدن مشکلات جدی خواهند داشت. در یک کلام، مشکل اصلی و اساسی آن است که آموزشی که به دانشجویان کامپیوتر داده می‌شود، آنها را برای شغلهای آینده‌شان آماده نمی‌کند.

## ۶. چه باید کرد

علی‌رغم اینکه منتقدان اولیه تشکیل رشته کامپیوتر در آن زمان، به درستی وضعیت نامناسب آموزشی امروز را پیش‌بینی می‌کردند، نویسنده همچنان معتقد است که به یک برنامه آموزشی مناسب برای احیای مهندسی نرم‌افزار کامپیوتر نیازمندیم. وقتی به برنامه‌های کامپیوتری ساخته و پرداخته مهندسان و کارشناسانی که آموزش مهندسی کامپیوتر ندیده‌اند بنگریم، می‌بینیم که آنها بسیار خام و ناشیانه عمل کرده‌اند و آنچه در ۳۵ سال قدمت این رشته و تجربه و تدریس شده است، به کار گرفته نشده است. برای مثال، برنامه‌های جدیدی که در صنایع دفاع و مراکز تحقیقاتی وابسته تهیه شده است، غیراصولی و عاری از یک سیستم مشخص و بهینه است. به نظر نویسنده فارغ‌التحصیلان مهندسی نرم‌افزار قادرند بسیار بهتر از این عمل کنند.

نویسنده همچنین معتقد است که برنامه پیشنهادی زیر، آموزشی مناسب و قابل توجه برای دانشجویان کامپیوتر ارایه خواهد داد. در این برنامه به دروس بنیادی و پایه برای آماده‌سازی فارغ‌التحصیلان برای وارد شدن به یک حرفه پویا یادگیری مادام‌العمر، اهمیت فراوانی داده شده است. دانشجویان باید پیش‌نیازهای لازم را که رشته‌های دیگر مهندسی بدانها تأکید می‌کنند، به‌طور کامل رعایت کنند.

## ۷. دروس پایه ریاضیات

اغلب محصولات کامپیوتری به قدری انتزاعی و مجردند که می‌توان رشته کامپیوتر را مهندسی ریاضیات نامید. در حقیقت، این نامی است که بعضی از دانشگاههای هلند به این رشته داده‌اند. اهل فن در زمینه کامپیوتر به شدت نیاز به استفاده از ریاضیات دارند، اگرچه به‌ندرت لازم می‌شود که مهندسان کامپیوتر ابداعات و نوآوریهای ریاضی داشته باشند. متأسفانه، بعضی از استادان و دست‌اندرکاران آموزش مهندسی کامپیوتر - چه در غرب و چه در ایران - معتقدند که لازم نیست دانشجویان ریاضیات توابع پیوسته را بدانند و فقط آشنایی با ریاضیات گسسته برای آنان کافی است. اگرچه ریاضیات گسسته در بسیاری از کاربردهای کامپیوتر و تئوری کامپیوتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، در بسیاری از کاربردهای دیگر کامپیوتر، تخمین توابع پیوسته نکته‌ای لازم است و باید برای این مبحث نیز ارزش شایسته‌ای قایل شد.

در هر حال، متخصصان کامپیوتر به آشنایی کامل با ریاضیات نیازمند هستند و نباید خود را

به مطالب و سرفصلهای ارایه شده در این برنامه محدود کنند. آنها باید وسیعتر از آنچه در این برنامه پیشنهاد شده است به یادگیری ریاضیات همت گمارند.

**حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی:** کلیه متخصصان کامپیوتر باید مجموعه‌ای شامل دیا سه درس حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی را - که در دیگر رشته‌های مهندسی نیز تدریس می‌شود - بگذرانند. این مبحث مطالبی بنیادی را در درک سیستم‌های پویا و دینامیک در حوزه توابع پیوسته ارایه می‌کند. بسیاری از کاربردهای کامپیوتر فقط وقتی که به‌عنوان تقریب یا بهبود یافته سیستم‌های آنالوگ مطرح می‌شود، قابل درک است. پیشنهاد می‌شود که دانشجویان کامپیوتر مجموعه کامل این مبحث را بگذرانند.

**ریاضیات گسسته:** همان‌گونه که در مقدمه این مقاله آمده است، دانشجویان مهندسی کامپیوتر همانند دانشجویان علوم ریاضی به گذراندن درسهایی چون تئوری مجموعه‌ها، توابع، روابط، گرافها و ترکیبات نیاز دارند. در حال حاضر، درس ریاضیات گسسته موجود در اکثر قریب به اتفاق سیلابسهای مهندسی کامپیوتر با موضوعات فوق به‌طور حاشیه‌ای برخورد می‌کند و دانشجویان کامپیوتر فهم درستی از ریاضیات گسسته به‌عنوان یک سیستم استقرایی مستقل ندارند. بنابراین، باید به سرفصلهای این درس به اندازه کافی توجه شود و گروههای کامپیوتر دانشگاهها نیز باید در بالابردن سطح کیفی تدریس این درس اهتمام ورزند.

**منطق:** منطق اساس بسیاری از مفاهیم در علوم کامپیوتر به‌شمار می‌آید و دانشجویان کامپیوتر باید فهم عمیق و وسیعی از آن داشته باشند. بجاست که در دو درس و در دو ترم متوالی به این مبحث پرداخته شود و در آن موضوعات پیشرفته‌ای از جمله پردازه تصمیم و منطقهای با مرتبه بالا تدریس شود. رابطه بین منطق تئوری مجموعه‌ها و غیره به‌طور کامل مطرح و بحث شود.

**تئوری گراف**[۱]: گرافها نمایشگرهای مناسبی برای اکثر مسایل مطرح در علوم کامپیوتر هستند. دانشجویانی که فهم صحیح و کاملی از الگوریتمها در تئوری گراف دارند، قادرند در موضوعات مختلف به‌طور مطلوب از آنها استفاده کنند. یک درس دوم اختیاری در این مبحث می‌تواند به کاربردهای پیشرفته تئوری گراف در مهندسی کامپیوتر بپردازد.

**ریاضیات مهندسی:** بسیاری از سیستم‌های مدرن کامپیوتری شامل تقریب مدارهای آنالوگ است و اساس تحلیل این مدارها (اصولاً اساس تحلیل سیستم‌ها که جزء تفکیک‌ناپذیر مسئولیتهای مهندسان و از جمله مهندسان کامپیوتر است) دروس ریاضیات مهندسی است. ریاضیات مهندسی شامل مفاهیم متعددی از جمله معادلات دیفرانسیل، سیستم‌های معادلات و ماتریسها، جبر خطی، معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، تبدیلهای فوریه، لاپلاس و غیره، آنالیز مختلط و نگاشتهاست. حداقل سه درس در سه ترم متوالی در زمینه‌های فوق برای دانشجویان کامپیوتر مورد نیاز است.

**فرایندهای تصادفی و آمار و احتمالات**[۲]: یافتن ضرایب اطمینان و تستهای مناسب بر روی محصولات صنعتی از جمله محصولات کامپیوتری دارای اهمیت بسزا و انکارناپذیر است و تئوری احتمالات، پایه و اساس فهم و اجرای این‌گونه تستها یافتن ضرایب اطمینان می‌باشد. همچنین، تئوری فرایندهای تصادفی و آمار و احتمالات ابزاری بنیادی و اساسی در تحلیل و طراحی سیستم‌های همراه با نویز تصادفی است [۱۴]. لذا هر مهندس باید حداقل یک درس در این زمینه گذرانده باشد و مهندسان کامپیوتر از این قاعده مستثنی نیستند. لازم است دانشجویان کامپیوتر حداقل یک درس و بهتر است دو درس را در دو ترم متوالی در این زمینه بگذرانند.

---

۱. Graph Theory

۲. Probability, Random Variables, and Stochastic Process

**بهینه‌سازی**[1]: کاربرد اصلی این درس در برنامه‌سازی خطی و غیرخطی است. یک درس در زمینه بهینه‌سازی این فرصت را به دانشجویان کامپیوتر می‌دهد که پیچیدگی فضاهای جستجو و نیاز به تعریف دقیق توابع شیئی‌گرا را درک کنند. همچنین، در دسته‌ای از برنامه‌ها موسوم به سیستم‌های خبره، مفاهیم بهینه‌سازی باید با مهارت و درستی اجرا شود.

## ۸. دروس پایه علوم

متخصصان کامپیوتر به‌عنوان مهندس، نیاز به دانش عمومی در علوم پایه دارند [۱۳، ۱۵]. حداقل دو درس فیزیک دانشگاهی در دو ترم متوالی باید در سیلابس دانشجویان مهندسی کامپیوتر گنجانیده شود. در صورت امکان، یک درس در مبحث دانشگاهی نیز توصیه می‌شود.

## ۹. دروس مهندسی

متخصصان کامپیوتر مهندس هستند و باید همچون مهندسان آموزش ببینند. کامپیوترها و برنامه نرم‌افزاری اکنون در حال جایگزینی تکنولوژیهای مرسوم هستند و لذاکسانی که سیستم‌های جدید را طراحی می‌کنند، همچون مهندسانی که سیستم‌های قدیمی را طراحی کرده‌اند، به فهم بنیادی اصول مهندسی نیازمند هستند. موضوعات زیر در رسیدن به این مقصود پیشنهاد می‌شود:

**مدارات الکتریکی:** این موضوع را می‌توان در قالب یک درس ارایه کرد و بهتر است دانشجویان مهندسی کامپیوتر این درس را همراه با دانشجویان مهندسی برق بگذرانند.

**مکانیک:** برای مطالعه عملکرد مکانیکی سیستم‌های صنعتی هوشمند (مانند روباتها)، دانستن رفتار مکانیکی این سیستم‌ها لازم است. برای دانشجویان مهندسی کامپیوتر یک درس در موضوع مکانیک کافی است.

---

۱. Optimization

**سیگنالها و سیستم‌ها و تئوری کنترل خطی**[۱]: به این دو درس که جزو دروس استاندارد مهندسان برق محسوب می‌شود و بر استفاده از معادلات دیفرانسیل، تبدیلها و آنالیز مختلط برای پیش‌بینی رفتار سیستم‌های مختلف و همچنین سیستم‌های کنترل خطی تکیه دارد، توجه شود که در تدریس این دو درس باید روشهای تحلیلی توابع گسسته همچون توابع پیوسته مورد عنایت و مطالعه قرار گیرد.

**تئوری اطلاعات**[۲]: این درس یکی از اساسی‌ترین و مهمترین دروس برای متخصصان کامپیوتر محسوب می‌شود. معمولاً دانشجویان مهندسی برق یک درس در این زمینه می‌گذرانند و این درس با سرفصلهای مشابه برای دانشجویان مهندسی کامپیوتر نیز ضروری است. توصیه می‌شود که علاوه بر این درس یک درس تئوری اطلاعات پیشرفته نیز به‌عنوان درس اختیاری در مجموعه دروس مهندسی کامپیوتر گنجانده شود.

**پردازش سیگنال**[۳]: این موضوع باید در یک درس با معرفی و مطالعه مفاهیم نویز، فیلترها، شناسایی سیگنال، پاسخ فرکانس، تخمین دیجیتال و پردازشگرهای ویژه ارایه شود. در مقدمه این بخش لزوم ارایه این درس مورد بحث واقع شد.

**کنترل کیفیت**[۴]: در بازارهای جهانی امروز کالایی پذیرفتنی است که کیفیت عالی و قیمت مناسب داشته باشد. لذا در تولید محصولات باید کیفیت در طراحی، تولید و عرضه در نظر گرفته شود. در بازار پررقابت نرم‌افزار، کامپیوتر و وسایل جنبی پرداختن به امر کیفیت ضروری است. اهمیت این موضوع به حدی است که بی‌توجهی به کنترل کیفیت به راحتی می‌تواند باعث ورشکستگی و نابودی شرکتها، مؤسسه‌ها، کارخانه‌ها و حتی یک کشور

---

۱. Signals and Systems, Linear Control Theory

۲. Information Theory and Reliable Communications

۳. Signal Processing

۴. Quality Control and Assurance Engineering

شود [۹، ۱۵].

موضوع کنترل کیفیت در کمتر برنامه آموزشی مهندسی کامپیوتر در سرتاسر دنیا تدریس می‌شود، لذا برای شفاف کردن دلایل نیاز به این درس در ذیل توضیحات بیشتری ارایه می‌شود.

در حال حاضر، در اکثر مراکز تولیدی و خدماتی شیوه‌ای موسوم به روش دمینگ [۱] در رسیدگی کنترل کیفیت کالاهای تولیدی و خدماتی به کار گرفته می‌شود.

بر اساس این شیوه، واحدهایی با عنوانهایی چون واحد کنترل کیفیت یا عنوانهای مشابه ایجاد می‌شود تا بر اساس سیستم کنترل کیفیت طراحی شده در این واحد، خدمات ارایه شده یا کالاهای تولید شده را مورد بازرسی قرار دهد و پس از اطمینان از کیفیت محصولات آنها را به بازار عرضه کند [۹].

نظریه‌پردازان جدید و در رأس آنها گینیچی تاکوچی [۲] در زمینه کیفیت معتقدند که اهمیت مسئله کنترل کیفیت به قدری زیاد است که نباید رسیدگی به این امر را فقط به یک واحد سپرد و لازم است کلیه مهندسان و دست‌اندرکاران تولید و عرضه در تمام مراحل کار، از کیفیت محصول اطمینان حاصل کنند [۱۵، ۱۸]. لازمه به کارگیری این شیوه جدید آن است که کلیه مهندسان، تکنسین‌ها، کارشناسان و مدیران، اصول و تئوری کنترل کیفیت را به‌طور همه‌جانبه و علمی فراگرفته باشند و به تبع، مهندسان کامپیوتر نیز از این قاعده مستثنی نیستند.

شایسته است دانشجویان کامپیوتر حداقل یک درس در این زمینه بگذرانند و به موضوعات "روشهای آماری در تابع کیفیت"، "تعادل تصادفی آزمایشها [۳]"، "کاربردهای پردازش داده‌ها در کنترل کیفیت [۴]"، "بهبود کیفیت و کاهش قیمتهای تمام شده"، "تابع زیان تاکوچی [۵]"، "طراحی بر اساس هدف [۶]"، "کاستن ناپایداری از عوامل و فاکتورهای

---

۱. Deming Method
۲. Genichi Taguchi
۳. Random-Balance Experiments
۴. Applicatons of Data Processing to Quality Control
۵. Taguchi Lose Function
۶. Target Based Desing

نویز[۱]"، "تأثیرات غیرخطی در اجرای طراحی سیستم، طراحی پارامتر و طراحی تحمل[۲]" و همچنین، تفهیم و مقایسه بین روشهای مختلف کنترل کیفیت از جمله شیوه‌های دمینگ، تاکوچی، کراسبی[۳] و ژوران[۴] بپردازند.

## ۱۰. دروس علوم کامپیوتر

قبل از تشکیل گروههای کامپیوتر، از دانشجویان مهندسی و علوم انتظار داشتند که برنامه‌نویسی و زبانهای برنامه‌سازی را از طریق خودآموزی یا با گذراندن دروس کوتاه فراگیرند. اکثر اعضای هیأت علمی مهندسی و علوم احساس می‌کردند که دروس مربوط به برنامه‌نویسی و زبانهای برنامه‌سازی از عمق علمی کافی برای قرارگرفتن در فهرست برنامه‌های درسی دانشگاهی برخوردار نیستند. پاسخ پایه گذاران گروههای کامپیوتر به این شبهه این بود: "ما علوم کامپیوتر را آموزش می‌دهیم، نه برنامه‌نویسی یا زبانهای برنامه‌سازی را" [۴، ۱۱].

متأسفانه بسیاری از دروس ارایه شده در برنامه‌های آموزشی فعلی در رشته مهندسی نرم‌افزار کامپیوتر صحت نظریه منتقدان را اثبات کرده است. به‌طوری که اگر در زبان برنامه‌سازی مورد استفاده تغییرات عمده‌ای رخ دهد، محتوای بسیاری از دروس کامپیوتر به‌طور محسوسی عوض خواهد شد. لذا با وجود اینکه یک درس معرفی زبانهای برنامه‌سازی همراه با تکالیف و پروژه‌های کوچک برنامه‌نویسی در زیر پیشنهاد شده است، ولی دروس دیگر پیشنهادی فرض را بر این نهاده‌اند که دانشجویان برنامه‌نویسان توانایی هستند و در نتیجه، از بحث در این موارد اجتناب شده است.

**آشنایی با مبانی کامپیوتر و محاسبات**[۵]: در این درس به معرفی زمینه‌های اساسی و بنیادی

---

۱. Reduction of Variation from Noise Factors

۲. Nonlinear Effects of the Performance Characteristics in Systems Design, Parameter Design and Tolerance Desing

۳. Juran Method

۴. Crosby Method

۵. Introduction to the Fundamentals and Computing

مهندسی کامپیوتر پرداخته می‌شود. به‌طور اخص داده‌ها و الگوریتمها معرفی و مراحل حل مسایل و الگوریتمها تبیین می‌شود. سخت‌افزار کامپیوتر به دانشجویان معرفی و مطالبی از قبیل بخشهای کامپیوتر، واحد پردازش مرکزی[۱]، حافظه[۲] و اجزای ورودی / خروجی[۳] مطرح می‌شود. همچنین، مطالب و مسایل نرم‌افزاری کامپیوتر از قبیل زبانهای برنامه‌سازی، سیستم‌های عامل و عملیات همزمان[۴] مطرح می‌شود. این درس همراه با آزمایشگاه با سرفصلهایی شامل حل الگوریتمها با استفاده از یکی از زبانهای برنامه‌سازی رایج یادگیری استفاده از سیستم‌های عامل قابل دسترس، ارایه می‌شود.

**برنامه‌سازی سیستماتیک و اصولی**[۵]: این موضوع می‌تواند در دو بخش در دو ترم متوالی تدریس شود و به مطالب زیر پرداخته شود: ماشینهای متناهی[۶]، زبانهای فرمال[۷] و کاربردهای آنها، طبیعت برنامه، ساختار برنامه، تدوین برنامه، برنامه فضاهای حالت[۸]، تقسیم‌بندی فضای حالت[۹]، فرایندهای تکراری[۱۰]، سازمان و تشکیلات برنامه‌ها[۱۱]، طراحی برنامه‌های مستندسازی[۱۲]، تحقیق سیستماتیک[۱۳] در عملیات و غیره. پیش‌نیاز این درس مهارت در برنامه‌سازی است.

**طراحی و تحلیل الگوریتمها و ساختمان داده‌ها**[۱۴]: در این درس تحلیل مقایسه‌ای بین

---

۱. Central Processing Unit
۲. Memory
۳. Input/Output Devices
۴. Concurrent Operations
۵. Systematic Programming
۶. Finite Machines
۷. Formal Languages
۸. Program State Spaces
۹. Partutioning the State Space
۱۰. Iteration Methods
۱۱. Program Organization
۱۲. Program Design Documentation
۱۳. Systematic Verification
۱۴. Design and Analysis of Algorithms and Data Structures

الگوریتمها و ساختمان داده‌ها[۱] و همچنین مدلهای نظری محاسبات و پیچیدگی محاسباتی[۲] مورد بحث قرار می‌گیرد. دانشجویان باید بتوانند عملکرد برنامه‌های خود را پیش‌بینی و الگوریتمها و ساختمانهای داده‌ای را انتخاب کنند که عملکرد بهینه[۳] دارند.

**کنترل فرایند**[۴]: این درس آمیخته‌ای از تئوری سخت‌افزار، نرم‌افزار و مسائل کنترلی سیستم‌های کنترل فرایند است. در این درس مشخصات سخت‌افزار، سیستم‌های عامل برای عملیات بلادرنگ[۵]، مفهوم فرایند، همزمان سازی و نظریه برنامه زمان‌بندی شده[۶] مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. دانشجویان یاد می‌گیرند که چگونه زمان پایان ساخت سیستم‌های خود را تعیین و چگونه سیستمی برای رفتارهای امن - ناامن[۷] یا درست - اشتباه طراحی کنند. درس سیستم‌های کنترل خطی پیش‌نیاز این درس است.

**معماری سیستم‌های محاسباتی و شبکه‌ها**[۸]: این درس که اکنون به‌طور استاندارد در گروهها و دانشکده‌های کامپیوتر و مهندسی برق تدریس می‌شود، ساختمان کامپیوتر و شبکه‌های چند کامپیوتره، طراحی باس انتقال اطلاعات[۹]، تحلیل عملکرد شبکه و غیره را بررسی می‌کند. آشنایی با زبان اسمبلی پیش‌نیاز این درس است و در صورتی که دانشجویان در دروس مقدماتی برنامه‌نویسی زبان اسمبلی را فرا نگرفته‌اند، می‌توان این مبحث را به دو درس تقسیم و آموزش زبان اسمبلی و زبان ماشین و مقدمات معماری سیستم‌های

---

۱. Comparative Analysis of Algorithms and Data Structures

۲. Theoretical Models of Problem Complexity and Computability

۳. Optimal Performance

۴. Process Control

۵. Operating Systems for Real Time Applications

۶. The Process Concept, Synchronization, and Scheduling Theory

۷. Fail/Safe Behavior

۸. Computing Systems Architecture and Networks

۹. Communications Bus Design

کامپیوتری را در بخش اول تدریس کرد.

**تحلیل محاسبات عددی**[۱]: این درس، که باید آن را به‌عنوان یکی از دروس مهندسی کامپیوتر قلمداد کرد، نحوه انجام‌دادن محاسبات با استفاده از تخمین متناهی اعداد حقیقی را مطالعه می‌کند. دانشجویان لازم است در این درس مطالبی از جمله خطاهای گرد شده[۲]، انتشار خطا[۳] و شایسته سازی ماتریسها[۴] (که در زمینه انجام‌دادن محاسبات به وسیله کامپیوتر است) فراگیرند. به نظر نویسنده توجه کافی به اهمیت این درس نشده است و عموماً با آن به‌عنوان یک درس ریاضی محض برخورد می‌شود و تدریس آن به مدرسان عمدتاً ریاضیدان که کمتر به اهمیت کاربردی آن واقف هستند، واگذار می‌شود و دانشجویان نیز که جز مشتی مطالب تئوری خسته‌کننده محاسبات عددی، چیزی دستگیرشان نشده است، این درس را اکثراً بدون استفاده و زاید می‌انگارند.

شاید به همین دلیل است که در مجموعه دروس اخیر رشته مهندسی کامپیوتر که از طرف شورای عالی برنامه‌ریزی ایران پیشنهاد شده است، گذراندن این درس به صورت اختیاری در آمده است [۲۲]. البته، این یک تصمیم‌گیری نامناسبی است؛ لازم است این درس یکی از دروس اصلی مهندسی کامپیوتر را تشکیل دهد، منتهی باید نقاط ضعف موجود را چه در دیدگاهها نسبت به موضوع و چه در آموزش آن برطرف ساخت. شاید بهتر باشد که نام این درس به "تحلیل محاسبات کامپیوتری[۵]" تغییر یابد تا ارتباط ذهنی بهتری میان تحلیل محاسبات عددی و کامپیوتر (به‌عنوان محیط محاسبه‌کننده) برقرار شود.

**اصول سیستم‌های دیجیتالی و طراحی مدارهای منطقی**[۶]: این درس اصول طراحی مدارهای

---

۱. Numerical Analysis
۲. Round-Off Erros
۳. Error Propagation
۴. Conditioning of Matrices
۵. Compuring Analysis
۶. Digital System Principles and Logic Design

ترکیبی، طراحی حافظه، تصحیح خطا، یافتن خطا و تحلیل قابلیت اعتماد را مورد مطالعه قرار می‌دهد و در آموزش آن باید روشهای اصولی طراحی مدارهای منطقی مورد تأکید قرار گیرد.

علاوه بر دروس فوق، دانشجویان بایستی شش درس اختیاری / تخصصی دیگر را نیز بگذرانند. دروس اختیاری / تخصصی باید از میان دروس ارایه شده در دانشکده‌های دیگر از جمله برق، ریاضی، فیزیک، مدیریت و اقتصاد به گونه‌ای هدفدار، انتخاب شود به‌طوری که دانشجو در بارهٔ رشته مورد علاقه خود آشنایی کافی به‌دست آورده و از طریق ارایه روشهای نوین کامپیوتری آنها در صدد حل مسائل موجود آن عرصه برآید.

شایان ذکر است که بعضی از دروس اصلی رایج در برنامه‌های کنونی مهندسی کامپیوتر از جمله پایگاه داده‌ها، کمپایلرها، گرافیک کامپیوتری و سیستم‌های عامل در این برنامه ارایه نشده است. نویسنده معتقد است که این دروس اهمیت بنیادی ندارد و می‌تواند در قالب دروس اختیاری / تخصصی ارایه شود. دانشجویان باید به‌طور هدفدار دو الی سه درس در هر یک از موضوعات فوق را تا مرحله پیشرفته، به‌عنوان دروس تخصصی بگذرانند. به‌طور مثال، دانشجو می‌تواند سه درس در پایگاه داده‌ها و سه درس در سیستم‌های عامل همراه را با دروس پروژه این مباحث به‌عنوان اختیاری / تخصصی بگذراند.

برنامه ارایه شده در این مقاله، همچون دیگر برنامه‌های آموزشی، خالی از عیب نیست. مباحث درسی دیگری نیز وجود دارد که می‌تواند در این برنامه جای گیرد، اما به‌دلیل محدود بودن دوره کارشناسی از برنامه حذف شده است. در هر حال، سعی شده است که بنیادی‌ترین مباحث - که در طول زمان به حد بلوغ رسیده‌اند - انتخاب شود و از مباحث نسبتاً جدیدی که با تحولات تکنولوژی احتمال بروز تغییرات عمده در آنها وجود دارد، صرف نظر شود. از دیدگاه نویسنده این برنامه آموزشی یک برنامه درازمدت است که کلیات آن می‌تواند برای سالهای متمادی معتبر باشد.

همچنین، برنامه آموزشی فوق، یک برنامه مهندسی است تا برنامه علوم پایه که در اکثر برنامه‌های آموزشی مهندسی نرم‌افزار ارایه می‌شود. نویسنده شخصاً به افزایش دروس و مباحث مهندسی و کاربردی در این برنامه معتقد است، اما محدودیت چهار ساله دوره کارشناسی اجازه

افزودن دروس دیگر را نمی‌دهد. شاید بتوان این مشکل را با افزایش طول دوره کارشناسی به پنج سال یا ارایه دوره کارشناسی ارشد پیوسته حل کرد.

## نتیجه گیری

انتقادهای پی در پی و شکایتهای متعدد دست‌اندرکاران آموزشی و مدیران صنایع از عدم آمادگی لازم و نداشتن دانش و قدرت تحلیل مهندسان نرم‌افزار کامپیوتر و در نهایت نداشتن توانایی لازم برای انجام‌دادن مسئولیتهای محول شده به آنها این حقیقت را روشن می‌سازد که مشکلات اساسی در آموزش مهندسی کامپیوتر وجود دارد. این مقاله سعی در یافتن علل و عوامل این مشکلات داشته و یک برنامه مؤثر آموزشی برای غلبه بر این مشکلات، معرفی کرده است.

نویسنده معتقد است که رسالت اصلی گروهها و دانشکده‌های مهندسی کامپیوتر آموزش آخرین تکنولوژیهای موجود و پروتکلهای مختلف در شبکه یا آموزش جدیدترین زبانهای برنامه‌سازی نیست. فارغ‌التحصیلان ما به آن دسته از اصول و قواعد علمی نیازمند هستند که آنها را برای فراگیری دایمی پیشرفتهای جدید علمی و فنی آماده سازد. همچنین، برنامه آموزشی ارایه شده در این مقاله از اکثر برنامه‌های آموزشی موجود در دنیا مناسب‌تر است و در جهت آموزش صحیح و اصولی مهندسی نرم‌افزار گام برداشته است؛ به طوری که فارغ‌التحصیلان نرم‌افزار قادر باشند با استفاده از اصول علمی که فراگرفته‌اند در جهت نیل به اهداف علمی و شکوفایی خلاقیت و نوآوری خود استفاده کنند.

## سخنی با اعضای هیأت علمی مهندسی کامپیوتر

نویسنده انتظار ندارد که نکته‌ها و پیشنهادهای ارایه شده در این مقاله طرفداران زیادی در میان اعضای هیأت علمی دانشگاهها و مراکز آموزش عالی کامپیوتر داشته باشد و حتی احتمال می‌دهد که این مطالب به مزاج برخی از همکاران خوش نیاید.

حقیقت این است که اکثر استادان تمایل به تدریس دروسی دارند که در زمینه کارهای تحقیقاتی آنها باشد، با این امید که بتوانند دانشجویان را به سوی انجام‌دادن پروژه‌های مورد علاقه خود سوق دهند. اگرچه این موضوع بیشتر در دانشگاههای کشورهای توسعه‌یافته صدق می‌کند، اما بدلیل آنکه کشورهای دیگر عموماً برنامه‌های آموزشی ارایه شده این کشورها را الگو قرار

می‌دهند، اثرهای زیانبار این رفتارها و اعمال سلیقه‌های شخصی در همه کشورها دیده می‌شود و ایران نیز این این قاعده مستثنی نیست.

مسئولیت اصلی دانشگاهها خدمت به دانشجویان به‌طور اخص و خدمت به جامعه به‌طور اعم است [۱۲، ۱۷]. این نه به نفع دانشجو و نه به سود جامعه است که از فارغ‌التحصیلان نرم‌افزار کامپیوتر بخواهند امور مهندسی انجام دهند، در حالی که برای انجام‌دادن این مسئولیتها آماده نشده‌اند. نویسنده از همه همکاران تقاضا دارد که در باره نکات و مسایل آموزشی مطرح شده در این مقاله به‌دقت بیندیشند و به فکر چاره‌جویی اساسی باشند.

## مراجع


1. ACM, ACM of Core Computing Curricula 1991, ACM 1997.
2. P. Ammann and J. Offutt, Maintaining Knowledge Currency in the 21st Century, 10th Conference on Software Engineering Education and Training, CSEE & T, 1997.
3. E.S. Atkinson, Key Factors Influencing Pupil Motivation in Designing and Technology, *Journal of Technology Education*, Vol. 10, No. 2, 1999.
4. D. Budgen and P. Brereton, Encapsulating Empirical Practices Within the Software Engineering Curriculum, 10th Conference on Software Engineering Education and Training, CSEE & T, 1997.
5. R.A. Boser and M.K. Daugherty, In-Service Activities for Technology Education: The Role of Colleges and Universities, *Journal of Technology Education*, Vol. 6, No. 1, 1994.
6. V.W. Childress, Dose Integrating Technilogy, Science, and Mathematics Improve Technological Problem Solving? A Quasi-Experiment, *Journal of Technology Education*, Vol. 8, No. 1, 1996.
7. M.J. de Vries, Technology Education: Beyond the "Technology is Applied Science" Paradigm, Guest Article, *Journal of Technology Education*, Vol. 8, No. 1, 1996.
8. Joint Curriculum Task Force, Designing Undergraduate Curricula in Computing,

*ACM/IEEE Computer Society Joint Curriculum Task Force Report*, 1991.

9. J.M. Juran (Editor), Quality Control Handbook, 4th Edition, McGraw-Hill, 1988.
10. E. Kendall, A Pattern Based Curriculum for Computer Systems Engineering, 10th Conference on Software Engineering Education and Training *CSEE & T*, 1997.
11. P. David Lorge, Education for Computing Professionals, *Computer Magazine*, Vol. 23, No. 1, 1990.
12. J. McKenzie, Strategic Teaching in Concert with New Technology: Good Teaching is More Important than Good Harware, *From Now On, The Educational Technology Journal*, Vol. 8, No. 4, December 1998.
13. J. Paxton, R.J. Ross and J.D. Starkey, A Methodology for Teaching An Integrated Computer Science Curriculum, Special Interests Group in Computer Science Education Bulletin, *SIGCSE*, 1994.
14. A. Papoulis, *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, McGraw-Hill, 2nd Edition, 1984.
15. P. Ross, *Taghuchi Techniques for Quality Engineering*, McGraw-Hill, 1988.
16. M. Sloan, Engineers: From the Earth to the Moon, *IEE AES System Magazine*, Sept. 1998.
17. G. Shield, Formative Influences on Technology Education: The Search for An Effective Compromise in Curriculum Innovation, *Journal of Technology Education*, Vol. 8, No. 1, 1996.
18. L.P. Sullivan, The Power of Taguchi Methods, *Quality Progress*, 1987.
19. Z. Tadmor, Proactive Higher Education for High Technology, IEEE Spectrum Vol. 35, No. 5, 1998.
20. R.C. Wicklein, Identifying Critical Issues and Problems in Technology Education Using a Modified-Delphi Technique, *Journal of Technology Education*, Vol. 5, No. 1, 1993.

21. R.T. Wright, Building a Defensible Curriculum Base, *Journal of Technology Education*, Vol. 3, No. 2, 1992.

۲۲. شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جمهوری اسلامی ایران، برنامه آموزش رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم‌افزار، ۱۳۷۸.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۸/۸/۲۰)