

نقدی بر برنامه کارشناسی رشته تحصیلی

## آمار و کاربردها

در برنامه مقطع کارشناسی مجموعه آموزشی

## علوم ریاضی

محمد رضا مشکانی

استاد آمار دانشگاه شهید بهشتی

### مقدمه

اینگونه دانش‌آموختگان را استخدام می‌کنند به طور رضایت بخش حل کنند. در کنار این هدف ”وظیفه محور”، هدف دیگری نیز وجود دارد و آن آماده‌سازی دانشجویان برتر به دنبال کردن تحصیلات خود در مقطع‌های بالاتر است. از آنجا که کسر کوچکی از دانشجویان کارشناسی به ادامه تحصیل در مقطع‌های بالاتر ادامه می‌دهند، هدف دوم در درجه دوم اهمیت قرار دارد و معمولاً با هدایت دانشجویان مستعد به انتخاب درس‌های اختیاری لازم برای مقطع‌های بالاتر تامین می‌شود.

معمولاً اینگونه درس‌های اختیاری نوعاً نظری هستند، پایه مطالعات

برنامه آموزشی هر مقطع تحصیلی دانشگاهی با توجه به تصویری که از آگاهی‌ها و توانایی‌های دانش‌آموختگان آن مقطع در ذهن مسئولان برنامه‌ریزی درسی وجود دارد، تدوین می‌شود. این برنامه‌ها عمدتاً برای برآوردن نیازهایی که جامعه از دانش‌آموخته هر رشته انتظار دارد، به صورت مجموع‌های از درس‌های مرتبط عرضه می‌شوند. طبیعی است انتظار داشته باشیم کسانی که این مجموعه درس‌ها را با موفقیت می‌گذرانند، قادر باشند مسئله‌ها و مشکلات سازمان‌ها و موسساتی را که

”دانش‌های عمومی“ محسوب می‌شود.

از سوی دیگر رشته‌هایی در دانشگاه‌ها وجود دارند که قرار است دانش‌آموختگان آن‌ها در آینده وظیفه‌ای معین و مشخص را در بخش خصوصی یا دولتی به عهده گیرند. این گونه دانش‌آموختگان را ”**اهل حرفه**“ (Professional) می‌نامند. بدیهی است که آموزش این دو گروه باید متفاوت باشد. درس‌هایی که افراد حرفه‌ای را برای تصدی حرفه‌ای خاص آماده می‌سازند هم از لحاظ محتوا و هم از نظر روش تدریس با درس‌های رشته‌های ”دانش‌های عمومی“ تفاوت دارند. می‌توان گفت که ”دانش‌های عمومی“ درون‌زا هستند و گسترش آن علوم از راه پیدا کردن جواب برای مسائلی که از درون خود آن رشته‌ها می‌زایند صورت می‌گیرد. به بیان دیگر، انگیزه‌های این علوم کمتر بیرونی‌اند. در حالی که در **رشته‌های حرفه‌ای** مسئله‌های مطرح شده از خارج از رشته و از حیطة کاربردها پیدا می‌شوند و انگیزه‌های پیشرفت علم در این دسته از علوم بیشتر ناظر به پاسخگویی به نیازهای بیرونی است. با وجود آزادی عمل بیشتر در رشته‌های ”دانش‌های عمومی“ برای عرضه درس‌های متنوع‌تر، باز هم ناچاریم محدودیت زمانی طول تحصیل را رعایت کنیم و درس‌هایی با عنوان‌ها و محتواهای معین را در نظر بگیریم. از این نظر یک اجماع جهانی پدید آمده است. بدین معنی که وقتی گفته می‌شود فردی دارای درجه کارشناسی روان‌شناسی است، صرف نظر از اینکه وی در چه نقطه‌ای از جهان درس خوانده باشد، تصویری کلی از آموخته‌های وی در ذهنمان پدیدار می‌شود. همین طور است درباره کارشناسی ریاضی یا کارشناسی آمار.

این تصویرپردازی از دانش‌آموختگان مقطع‌های مختلف رشته‌های علمی، پیامدهایی آشکار دارد که تاثیری مستقیم و غیرقابل چشم‌پوشی بر فرآیند برنامه‌ریزی درسی دارند. اگر دو دانش‌آموخته کارشناسی ریاضی از دو نقطه متفاوت جهان داشته باشیم که یکی در زمینه جبر قوی و در آنالیز ضعیف باشد یا اصلاً آنالیز نخوانده باشد و دیگری بر عکس در آنالیز بسیار قوی و جبر را تنها در سطحی خیلی پائین بداند، بر آنان حرجی نیست زیرا در ”دانش‌های عمومی“، افراد آزادند که علاقه خود را دنبال کنند. اما از کارشناس آمار انتظار می‌رود که در هر جا درس خوانده باشد فنون آماری معینی را بداند و بتواند آن‌ها را برای حل مسئله‌هایی معین به کار بندد. اگر در سازمان‌های آمارگیری کار می‌کند باید روش‌های آماری را به طور عام و به ویژه، نمونه‌گیری را برای طراحی بررسی‌های نمونه‌ای از جامعه‌های متناهی بداند. همچنین تحلیل داده‌های

پیشرفته در مقطع‌های بالاترند و در وظایف روزمره آمار شناسانی که در سطح کارشناسی استخدام می‌شوند کاربرد فوری ندارند. واقعیتی قابل درک است که اگر فرصت کافی وجود می‌داشت هر قدر درس‌های متنوع‌تر عرضه می‌شدند، دانشجویان دانش بیشتری کسب می‌کردند، و آگاه‌تر می‌شدند، دانش‌آموختگانی آرمانی‌تر می‌داشتیم. اما باید در محدوده زمانی موجود از نظر نوع، سطح و تعداد درس‌ها بهینه‌سازی به عمل آید. چون اکثریت دانش‌آموختگان دوره کارشناسی آمار به کارهای کاربردی خواهند پرداخت درس‌های دوره کارشناسی باید اصولاً و عمدتاً ”**وظیفه محور**“ یا به بیان دیگر ”**حرفه محور**“ باشند.

این واقعیت مستلزم آن است که اولویت اول با درس‌هایی باشد که دانش‌آموخته را به دانش و مهارت‌هایی مجهز سازند که بتواند به عنوان یک فرد **حرفه‌ای**، در شغل آینده خود مؤثر باشد و از وسعت دیدی برخوردار باشد که هنگام رویارویی با مشکلی خاص راه حل آن را بداند و جواب را بیابد یا بداند که با مطالعه بیشتر از چه منابعی می‌تواند راه حل را فراگیرد و به کار بندد.

نباید ناگفته بگذاریم که از لحاظ ”**وظیفه محوری**“ یا ”**حرفه محوری**“ تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین رشته‌های مختلف دانشگاهی وجود دارند. برای توضیح بیشتر، دو رشته تاریخ و مهندسی شیمی را با هم مقایسه کنید. در حالی که وظیفه‌ای با حدود و ثغور دقیق برای دانش‌آموخته تاریخ تعریف نشده‌است، مگر آنکه دبیری دبیرستان مدنظر باشد، وظیفه مهندس شیمی تا حد زیادی شناخته شده است و می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای مشخص از دانش‌ها و مهارت‌های عملی تعریف شود. برای آنکه حیطة بحث ما کاملاً مشخص باشد، حرفه دبیری رشته‌های گوناگون دانشگاهی را نیز جزو رشته‌های ”**وظیفه محور**“ یا ”**حرفه محور**“ قرار می‌دهیم. از این دیدگاه، رشته‌های دانشگاهی به دو گروه علوم یا دانش‌هایی که وظیفه کاری معینی برای آن‌ها در سطح جامعه تعریف نشده است و علمی که به حرفه‌های خاص نظر دارند، تقسیم می‌کنیم. در زبان انگلیسی، دسته اول از مطالعات دانشگاهی را به نام ”**دانش‌های عمومی**“ (Liberal Arts) می‌نامند و دانشکده‌هایی را که نوعاً این رشته‌ها را دارند colleges of Liberal Arts نام نهاده‌اند [۱]. این چنین رشته‌هایی عبارت‌اند از تاریخ، زبان‌های خارجی، ادبیات، روانشناسی، فلسفه، ریاضی محض و مانند آن‌ها. به طور کلی هر رشته دانشگاهی که شغل تعریف شده‌ای برای آن در شرکت‌ها، سازمان‌ها، موسسات و ادارات دولتی و خصوصی در نظر گرفته نشده باشد، جزو

این تلقی جای مناقشه بسیار دارد.

در بالا به تفاوت ماهوی آموزش آمار و آموزش ریاضی اشاره کردیم. در زیر نیز هنگام ارزیابی محتوای برنامه ابلاغ شده به اقتضای بحث به برخی موارد خاص اشاره می‌کنیم.

## ارزیابی برنامه

قوت این برنامه در نگاه وحدت‌بخش به آموزش رشته‌های خوشاوند است. طبق دریافت من از این سامانه، آن را بیشتر مناسب با رشته‌های **”دانش‌های عمومی”** از جمله ریاضی می‌توان شمرد. در این دیدگاه مبحث‌های گوناگون از طریق فراهم ساختن آزادی عمل، به دانشجوی این امکان را می‌دهند که علایق خود را در قالب درس‌های اختیاری و انتخابی محدود و محدود دنبال کند بدون آنکه نگران مهارت‌های شغلی آینده خود باشد.

ضعف برنامه در چنین برداشتی از دانش‌آموخته آمار است که چند درس پایه و هسته نظری خوانده، در حیطه عمل تنها اهل اصطلاح شده، یعنی تا حدودی می‌داند که در آمار چه مباحثی بررسی می‌شوند، اما درس‌های هسته‌اش آنقدر محدود و کم‌شمار یا بیشتر نظری‌اند که از تسلط کافی به کاربرت آن‌ها غافل مانده است. در این برنامه به بهای خواندن برخی از درس‌های بنیادی ریاضی که برای آمارشناس حرفه‌ای ضرورت ندارد از کسب مهارت‌های لازم غفلت شده است. برای دانش‌آموخته رشته‌ای از رشته‌های **”دانش‌های عمومی”** مثل ریاضی شاید چنین درس‌هایی ضروری باشد و در این خصوص، داوری با ریاضیدانان است. اما از دیدگاه آمارشناس حرفه‌ای به طور قطع می‌توان گفت که ضعف مهم این برنامه غفلت از آموزش **”وظیفه محور”** یا **”حرفه محور”** در سطح کارشناسی آمار است. چنانکه پیشتر بیان کردیم، آینده شغلی کارشناس ریاضی با کارشناس آمار بسیار متفاوت است و الزامات این مشاغل نیز کاملاً متفاوت‌اند. به علاوه، محتوای این برنامه با آنچه در بند ۱-۳-۲ در صفحه ۶ برای آینده شغلی دانش‌آموختگان در نظر گرفته شده نیز در تضاد است. بی‌مناسبت نیست که در همین جا یادآوری شود که آنچه در بند ۱-۴ آمده و ناظر به اجرای برنامه است، تلاش دارد با یکسان‌سازی رشته‌هایی که ماهیتاً با هم تفاوت دارند، نوعی وحدت ایجاد کند و این امر باعث اختلال در عرضه درس‌های متناسب با هدف هر رشته شده است. به قول مولوی از قضا سر کنگبین صفرا فزود! دلیل این ادعا را هنگام بررسی درس‌ها و سهم درس‌هایی که در خدمت آمارشناس حرفه‌ای

به دست آمده از طرح‌های مختلف را با کاربرت انواع فنون تحلیل داده‌ها، اعم از گسسته، پیوسته، ناپارامتری، رگرسیون و سری زمانی بدانند. اگر در سازمان‌های پژوهشی کار می‌کند باید طراحی و تحلیل آزمایش‌ها را خوب بداند و برای تحلیل داده‌های به دست آمده از این گونه آزمایش‌ها مجهز به دانش و توانایی کاربرت فنون بر شمرده در بالا باشد. اگر در سازمان‌های اقتصادی کار می‌کند و نیاز آن سازمان‌ها اقتضا می‌کند که به تحلیل سری‌های زمانی و آمارهای رسمی بپردازد، باید در ضمن کسب دانش‌های بر شمرده بالا، در این مبحث‌ها نیز مهارت داشته باشد. از آنجا که دانش‌آموخته **رشته آمار** پیشاپیش نمی‌داند که در چه سازمانی مشغول کار خواهد شد، بر خلاف دانشجویان رشته‌های **”دانش‌های عمومی”** نمی‌تواند مطلقاً علاقه خود را دنبال کند و تنها در یک یا چند مبحث معدود از علم آمار تخصص بیابد. این همان پیامدی است که در بالا بدان اشاره شد و تاثیر آن را در برنامه‌ریزی درسی در زیر بررسی خواهیم کرد.

اینک با این دیدگاه به بررسی نقطه‌های قوت و ضعف برنامه کارشناسی آمار مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌پردازیم.

## ساختار برنامه

برنامه کارشناسی آمار برای دست‌کم ۱۳۲ واحد درسی شامل ۲۰ واحد درس‌های عمومی، ۲۴ واحد درس‌های مشترک پایه، ۶۰ تا ۶۲ واحد درس‌های هسته و ۳۰ واحد درس‌های اختیاری یا کهاد، تدوین شده است. از این مجموعه ۲۰ واحد درس‌های عمومی در اختیار برنامه‌ریزان نبوده است. در واقع هنر برنامه‌ریزان در توزیع ۱۱۲ واحد باقیمانده بین سه گروه درس‌های پایه، هسته، و اختیاری یا کهاد است. از آنجا که موضوع رشته کهاد بحثی جداگانه می‌طلبد در اینجا تأکید ما بر درس‌های پایه، هسته، و اختیاری و چگونگی توزیع ۹۲ واحد مربوط به آن‌ها بین این گروه‌های درسی و نوع درس‌های در نظر گرفته شده در هر گروه است. البته برنامه‌ریزان تقسیم‌های دیگری از لحاظ الزامی و انتخابی نیز در نظر گرفته‌اند و آن‌ها را به الزامی مشترک و الزامی انتخابی تقسیم کرده‌اند که تأثیری بر بحث ما ندارد.

تقسیم‌بندی‌های بالا از دیدگاه نگرش کلی به آنچه **”مجموعه آموزشی علوم ریاضی”** نامیده شده فراهم آمده است و تلقی برنامه‌ریزان را از رشته آمار به عنوان زیرمجموعه‌ای از علوم ریاضی نشان می‌دهد. اما

هستند بیان خواهیم کرد.

## نگاه تفصیلی به درس‌های کارشناسی آمار

در جدول ۲ صفحه ۱۶ از درس‌های ریاضیات عمومی (۸ تا ۱۲ واحد)، معادلات دیفرانسیل (۳ تا ۴ واحد)، و مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی (۳ واحد) به عنوان درس‌های الزامی مشترک (پایه) نام برده شده و مابقی تا سقف ۲۴ واحد با توجه به اهداف گروه به اختیار گروه آموزشی واگذار شده است. در جدول ۳ صفحه ۱۹ درس‌های الزامی مشترک (هسته)، مبانی علوم ریاضی (۳ واحد)، مبانی ماتریس‌ها و جبرخطی (۳ واحد)، مبانی آنالیز ریاضی (۳ واحد)، مبانی آنالیز عددی (۳ واحد)، مبانی احتمال (۳ واحد) با مجموع ۱۵ واحد منظور شده است. تا اینجا دست‌کم ۲۳ واحد درس ریاضی محض برای کارشناس آمار در نظر گرفته شده است. فعلاً به محتوای این درس‌ها کاری نداریم و بعداً به آن خواهیم پرداخت. با در نظر گرفتن درس‌های عمومی تقریباً یک سوم کل واحدها از درس‌های دوره کارشناسی آمار از نوع درس‌های غیرآماري‌اند.

از آنجا که هیچ منطقی برای تخصیص این درس‌ها بیان نشده است، پرسشی که به ذهن می‌رسد این است که چرا ۲۳ واحد محض و نه ۵۰ واحد یا هر عددی دیگر بین صفر و ۱۱۲؟ از دیدگاه برنامه‌ریزان یک پاسخ احتمالی می‌تواند این باشد که این درس‌ها مفید هستند و به درک عمومی سایر درس‌ها کمک می‌کنند البته در مفید بودن این درس‌ها (به شرطی که محتوایی مناسب با نام آن‌ها تدریس شود و این نکته را بعداً شرح خواهیم داد) شکی نیست، اما این دانش نظری ریاضی محض چه کمکی به آموزش حرفه‌ای و آینده شغلی کارشناس آمار (یکی از هدف‌هایی که در بند ۱-۳-۲ در صفحه ۶ برنامه به آن اشاره شده) می‌کند؟ به‌علاوه، با توجه به سرفصل‌های این درس‌ها، درباره مفید بودن آن‌ها و کمک به درک و فهم درس‌های بعدی آمار نیز مناقشه زیاد است و هنگام بررسی سرفصل‌ها بدان خواهیم پرداخت. از جنبه دیگر، به واسطه ثابت بودن مجموع واحدهای هر رشته، هر قدر درس‌های غیرضروری بیشتر در برنامه گنجانده شوند به همان مقدار از تعداد واحدهای درس‌های تخصصی سودمند و لازم برای پرورش حرفه‌ای و کارشناسانه دانش‌آموختگان آمار کاسته خواهد شد. آیا بهتر نیست که این دیدگاه وحدت‌بخش رشته‌های ریاضی، آمار، و علوم کامپیوتر را رها کنیم و به هر یک از آن‌ها به مثابه یک رشته علمی مستقل با دیدگاه‌ها، انگیزه‌ها، و راه‌حل‌های خاص خود آن‌ها بنگریم؟ نسبت آمار با ریاضی در همان حد نسبت فیزیک نظری

با ریاضی است. در حقیقت در بسیاری از مطالب ریاضی عمومی نام فیزیکدانان برجسته مانند نیوتون، لاپلاس، پواسون، و پاسکال را به عنوان مبدعان برخی روش‌ها و اندیشه‌ها می‌بینیم. این امر ایجاب نمی‌کند که فیزیک نظری را در مجموعه ریاضی بیاوریم و برای آن برنامه‌ای مشترک با ریاضی بنویسیم. زیرا انگیزه‌ها و مطالب فیزیک به ریاضیاتی غیر از مباحث رشته ریاضی نیاز دارند. همین تفاوت را بین زیست‌شناسی و پزشکی می‌بینیم. این دیدگاه وحدت بخش امروزه مهجور و قدیمی شده و دیگر نمی‌تواند نیازهای هر رشته را برآورده سازد. در مورد آمار نیز باید با نگرشی مستقل به آموزش مهارت‌ها و فنون آماری، آنچه را ابزار این آموزش است از ریاضی وام بگیریم، بدون آنکه تحت تأثیر حال و هوای آموزش ریاضی قرار بگیریم. این نکته شایان توجه است که آموزش ریاضی اصولاً قیاسی است، حال آنکه فراگیری آمار و آموزش آن اساساً استقرایی است. اما در این رهگذر، در آمار نیز همچون رشته فیزیک و برخی رشته‌های دیگر برای انتقال مفاهیم به برخی فنون ریاضی به عنوان ابزار کار نیاز داریم و نباید ابزار یا وسیله را با هدف اشتباه بگیریم.

کوتاه سخن آنکه در آموزش آمار در مقطع‌های مختلف، لازم است به اقتضای نیاز برخی درس‌های ریاضی را با محتوایی مناسب آن نیاز بگنجانیم. چنین درس‌هایی با وجود دارا بودن عنوان‌هایی مشترک با درس‌های رشته ریاضی، از لحاظ ریزمواد و تأکید بر مباحث خاص، تفاوت دارند.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که در تخصیص واحدهای هر دوره آموزشی چه راهکاری را برگزینیم که ما را به هدف برساند؟ در پاسخ به این پرسش، ابتدا به دیدگاه ”حرفه محور” توجه می‌کنیم و به عنوان یک اصل راهنما از آن برای تعیین و توزیع مباحث مختلف آمار، تعداد واحد، ریز مواد هر درس و پیش‌نیازهای آن کمک می‌گیریم.

## شیوه پیشنهادی

چنانکه پیشتر بیان شد، با آنکه تصویری کلی از یک آمارشناس حرفه‌ای در سطح کارشناسی در ذهن داریم، ابتدا باید وضوح این تصویر را بیشتر سازیم و به گونه‌ای عملیاتی تعریف کنیم. در این خصوص رسیدن به اجماع ”سهامداران” (Share holders) نکته‌ای اساسی است. نباید فراموش کرد که دانشگاه‌ها کالایی را برای مصرف عرضه می‌دارند که همان دانش‌آموختگان رشته‌های مختلف هستند. اگر این کالا از سوی

بحث به درازا خواهد کشید. از این رو تنها مهارت مدل‌سازی را در زیر به این شیوه بررسی می‌کنیم و درس‌های لازم، پیش‌نیازها، و محتوای آن‌ها را تعیین می‌کنیم. البته در این امر فرض ما بر آن است که اقدامات قبلی برای رسیدن به اجماع دربارهٔ این مهارت صورت گرفته‌اند.

فرض کنید **”سهامداران”** به اجماع رسیده‌اند که کارشناس آمار باید مدل‌سازی یعنی چگونگی تعیین رابطهٔ بین متغیرهای تحت بررسی در پژوهش‌ها را بدانند. این امر مستلزم آن است که از محدودیت‌های روش‌های آماری موجود برای تعیین رابطهٔ بین متغیرها آگاه باشد، تفاوت رابطهٔ علت و معلولی و رابطهٔ پیوندی یا همبستگی را بداند، شرایط به کارگیری مدل‌های مختلف موجود برای تعیین رابطه و چگونگی تفسیر تاثیر متغیرها بر یک‌دیگر را بداند. به ویژه آگاه باشد که این تفسیرها در خصوص داده‌های به دست آمده از مطالعات مشاهداتی و پژوهش‌های مبتنی بر پژوهش‌های کنترل شده، متفاوت هستند.

از این شرح، برنامه‌ریز استنباط می‌کند که باید درسی یا درس‌هایی را در نظر بگیرد که در آن‌ها مهارت‌های فوق آموزش داده می‌شوند. این درس‌ها می‌توانند تحت نام‌های رگرسیون، طرح آزمایش‌ها، تحلیل چند متغیرهٔ پیوسته، تحلیل چند متغیرهٔ گسسته، سریهای زمانی، و ابزارهای محاسباتی لازم برای تحلیل عملی داده‌ها مانند نرم‌افزارهای رایانه‌ای عرضه شوند. از آنجا که خوشبختانه محتوای این درس‌ها تا حد زیادی استاندارد هستند با مروری بر سرفصل‌های آن‌ها مطالب مورد نیاز هر درس و پیش‌نیازهای لازم برای هر درس انتخاب می‌شوند. کافی است میزان مورد نیاز و تأکید بر مباحث خاص تعیین شوند. مثلاً اگر درس رگرسیون را در نظر بگیریم، پیش‌نیازهای آماری این درس باید درس‌هایی باشند که مفهوم برآورد، آزمون فرض، بازهٔ اطمینان، و پیشگویی احتمالاتی، و مفهوم  $p$ -مقدار را در برداشته باشند. این مفاهیم معمولاً در سطح کاربردی در درس‌های فنون آماری و در سطح نظری مقدماتی در درس آمار ریاضی عرضه خواهند شد.

پیش‌نیازهای ریاضی درس رگرسیون بیشتر جنبهٔ کاربرد جبر ماتریس‌ها و جبرخطی را دارند و تا اندازه‌ای هم به ریاضی عمومی از لحاظ مشتق‌گیری، مینیمم‌سازی و ماکسیمم‌سازی نیاز دارند. جبر ماتریس‌ها و جبرخطی با آن دامنهٔ وسیعی که دارند نمی‌توانند به طور کلی و عام برای دانشجویان آمار تدریس شوند، زیرا آنان تنها به جنبه‌هایی خاص از جبر ماتریس‌ها نیاز دارند. [به همین دلیل با وجود کتاب‌های بسیار پرشمار در این زمینه، کتاب‌هایی خاص مانند کتاب جامع هارویل [۲]، ماتریس

متقاضیان که سازمان‌های خصوصی و دولتی هستند، خریداری نداشته باشند یا رضایت نسبی آن‌ها را فراهم نسازند، اصولاً کارآموزش دانشگاهی با مشکل بنیادی مواجه خواهد بود و همان داستان هنر برای هنر را تداعی خواهد کرد. بیانی شیرین‌تر استعاره‌های است که از استاد محترم عین‌اله پاشا شنیدم، به این مضمون که شخصی ازدهاکش چند شاگرد تربیت کرد، چون کاری برای آن‌ها در جامعه وجود نداشت، آن‌ها نیز به تربیت ازدهاکشان دیگر پرداختند و این قصه همچنان ادامه یافت.

در رشتهٔ آمار **”سهامداران”** عبارت‌اند از سازمان‌های آماری کشور، مؤسسات پژوهشی خصوصی و دولتی که آمارشناس استخدام می‌کنند، دانش‌آموختگان رشتهٔ آمار و استادان این رشته. شیوه‌ای معقول می‌تواند چنین باشد که برنامه‌ریزان با نظرسنجی و برگزاری جلسه‌های بحث و بررسی با این **”سهامداران”** به یک اجماع دربارهٔ مشخصات و مختصات آمارشناس حرفه‌ای در سطح کارشناسی دست یابند. حاصل این کار مجموعه‌ای از توانایی‌ها، آگاهی‌ها، مهارت‌ها، و فنون لازم برای کارشناس آمار است که بتواند کار حرفه‌ای خود را با کیفیت مطلوب انجام دهد. البته، جنبهٔ آماده‌سازی برای ادامهٔ تحصیل نیز در همین مجموعه به صورت اختیاری برای کسانی که قصد ادامه تحصیل دارند منظور می‌شود. همین جنبه نیز از اجماع **”سهامداران”** در خصوص مقطع‌های تحصیلی بالاتر و توجه به پیش‌نیازهای لازم تعیین می‌شود. برای آسانی ارجاع، این مجموعه را با تسامح **مجموعهٔ مهارت‌ها** می‌نامیم. این مجموعهٔ مهارت‌ها با فراگیری مطالب خاص و انجام تمرین‌های عملی حاصل می‌شوند. اما فهم مطالب این درس‌ها خود نیاز به آگاهی از مفاهیمی دارد که از تدریس درس‌های پایین‌تر به دست می‌آیند. آن‌ها نیز به نوبهٔ خود به درس‌های پایه‌ای‌تر نیازمندند. روشن است که بدین ترتیب برنامه‌ریزی درسی از بالا به پایین هدایت می‌شود و هر درس با محتوایی معین و با تعدادی واحد مناسب تعیین می‌شود. پیش‌نیازهای هر درس نیز در درس‌های پایین‌تر در نظر گرفته می‌شوند. این فرایند تا بدانجا پیش می‌رود که می‌پذیریم داوطلبان این رشته باید از بین دیپلمه‌های دبیرستانی خاص مثلاً از بین دیپلمه‌های ریاضی انتخاب شوند. اگر اتفاقاً روزی روزگاری این امکان در دبیرستان‌ها فراهم شد که دیپلمه‌های رشته‌های دیگر نیز بتوانند و بخواهند در رشتهٔ آمار تحصیل کنند، با توجه به پیش‌نیازها، آن‌ها را ملزم به انتخاب برخی درس‌های تکمیلی می‌کنیم که در دبیرستان نگذرانده‌اند.

اگر بخواهیم الزامات یکا یک مهارت‌ها را بدین شیوه بررسی کنیم

آمار، قدری هم از معادلات تفاضلی تدریس شود که معنای دقیق تعیین معادله سریهای زمانی را بهتر دریابند؟

درخصوص مهارت‌های دیگر نیز با استدلالی مشابه می‌توان ابتدا هر مهارت عملی را به یک یا چند مبحث آماری مرتبط ساخت، سپس ملاحظه کرد که این مبحث‌ها چه پیش‌نیازهای آماری و ریاضی لازم دارند. آن پیش‌نیازها را با پیش‌نیازهای مهارت‌های دیگر دسته‌بندی کرد و در قالب درس‌های مرتبه پایین‌تر عرضه داشت. همین فرایند را باید درباره هر یک از درس‌های مرتبه دوم اجرا کرد و به درس‌های مرتبه سوم رسید و تا آخر. با توجه به ویژگی آمار از نظر نیاز به پردازش داده‌ها با رایانه، نیازهای محاسباتی را همانند نیازهای آماری و ریاضی باید دسته‌بندی کرد و به یک یا چند درس رایانه‌ای رسید.

با پیروی از شیوه بالا، برنامه‌ریزان می‌توانند برنامه‌ای منسجم تدوین کنند که ضمن برآوردن نیازهای شغلی آینده دانش‌آموختگان از تخصیص واحدها به مطالب غیرضروری (هر چند زیبا و جالب باشند) پرهیز کرد و از پیدایش حفره‌های دانشی در اندوخته‌های دانشجویان جلوگیری به عمل آورد. چنین برنامه‌ای می‌تواند پویایی لازم را داشته باشد و همراه با پیشرفت علم آمار و پیدایش نیازهای جدید بهنگام شود. بزرگترین مزیت این شیوه آن است که چون همه "سهامداران" در تدوین آن نقش دارند از پشتیبانی کامل آن‌ها برخوردار خواهد بود و همگام با پیدایش نیازهای جدید، می‌تواند به طور دوره‌ای بازنگری شود.

**نقد برنامه مصوب از دیدگاه "حرفه محور".** اینک که مدل آرمانی خود و شیوه عملی تدوین برنامه را بیان کرده‌ایم، می‌خواهیم ببازماییم که برنامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی که از آن به کوتاهی با نام "برنامه مصوب" یاد کردیم، تا چه حد با این مدل آرمانی تطبیق دارد و آیا اصولاً هدف معینی را برآورده می‌سازد یا نه.

برای نیل به این مقصود، درس‌ها و سرفصل آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

#### الف. دروس الزامی-مشترک (پایه) مندرج در جدول ۲

صفحه ۱۶. این جدول شامل ۳ درس مشخص و مجموعه‌ای از درس‌های پیشنهادی است که برای هر سه رشته الزامی‌اند.

#### الف ۱. ریاضیات عمومی (۸ تا ۱۲ واحد در اختیار دانشگاه).

ظاهراً به قیاس با درس‌های دیگر این ماده می‌تواند موضوع ۲ یا ۳ درس ۴ واحدی باشد. در حالی که اغلب درس‌ها سه واحدی هستند، اگر هر درس را ۳ واحد بگیریم دو درس ۳ واحدی و یک درس ۲ واحدی ریاضی عمومی را خواهیم داشت. برنامه‌ریزان که با ادبیاتی

برای آمارشناسان و چند کتاب دیگر با نام‌های مشابه (مثلاً کتاب جنتل [۳]، جبر ماتریس‌ها: نظریه، محاسبات و کاربردها در آمار) منتشر شده‌اند که تنها به کار آمارشناسان می‌آیند. سی. آر. رائو [۴] نیز در مقدمه کتابش به نام *استنباط آماری خطی*، فصلی را آورده است که حاوی برخی قضایای خاص از ماتریس‌ها است. [

نیازهای دانشجویان آمار با درسی که در برنامه موجود کارشناسی آمار آمده برآورده نمی‌شوند. در درس مورد نظر ما مطالبی باید تدریس شوند که نمی‌توانند برای دانشجویان ریاضی و علوم کامپیوتر جذاب باشند. از آن جمله‌اند، بحث رتبه ماتریس‌ها که در مبحث وارون کردن ماتریس‌ها از اهمیت خاص برخوردار است، چگونگی پیدا کردن وارون تعمیم‌یافته که در بحث برآوردپذیری برخی پارامترها با آن مواجه می‌شویم، یافتن کرانگین‌های فرم‌های درجه دوم که در تحلیل‌های چند متغیره لازم‌اند و مطالبی مانند آن‌ها. به همین دلیل است که با وجود کتاب‌های متعدد جبرخطی، *هارویل* کتاب ماتریس برای آمارشناسان را نوشته است. هنگام برنامه‌ریزی درس‌های فنونی آمار، همه پیش‌نیازهای لازم این درس‌ها را در فهرست‌هایی جداگانه که درس‌های مرتبه پایین‌تر را تشکیل خواهند داد یادداشت می‌کنیم. بعد از بررسی درس‌های دیگر و افزودن پیش‌نیازهای آماری و ریاضی درس‌های دیگر رشته آمار به این فهرست‌ها، به جایی خواهیم رسید که می‌دانیم چه مطالب آماری یا ریاضی لازم داریم که قبل از آن تدریس شوند. مثلاً در طرح آزمایش‌ها به حل دستگاه معادلات سازگار خطی که تعداد مجهولاتش از تعداد معادلاتش بیشتر است برمی‌خوریم.

پس روش حل این‌گونه معادلات را باید در جایی منظور کنیم. در تحلیل‌های چندمتغیره علاوه بر مفاهیم معمولی آمار که در بالا از آن‌ها یاد شد، دوباره پیش‌نیاز ماتریس‌ها را داریم. در سریهای زمانی مسئله قدری ظریف‌تر است. سریهای زمانی به دوصورت تحلیل در حوزه زمان و تحلیل در حوزه بسامد تدریس می‌شوند. تحلیل در حوزه زمان که وجه غالب دارد به بررسی معادلات تفاضلی نیازمند است. در برنامه مصوب، درس معادلات دیفرانسیل (با ۳ تا ۴ واحد) برای هر سه رشته در نظر گرفته شده است. اما با نگاهی به سرفصل این درس و درس‌های دیگر ریاضی که با تفصیل فراوان ذکر شده، هیچ‌جا از معادلات تفاضلی نشانی نمی‌یابیم، در حالی که درس مصوب مطالبی را در بردارد که چندان مورد نیاز دانشجویان آمار نیست. دانشجویان آمار بیش از هر درس دیگر در درس فرایندهای تصادفی به مقدماتی از معادلات دیفرانسیل نیاز دارند. آیا بهتر نیست به جای مطالب غیرضروری این درس برای دانشجویان

دارد و شاید نام معادلات دیفرانسیل و تفاضلی با محتوای در حد ۳ واحد شامل روش‌های حل معادله‌های دیفرانسیلی و تفاضلی مورد نیاز برای درس فرایندهای تصادفی و سریهای زمانی مناسب‌تر باشد.

**الف ۳. مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی (۳ واحد با امکان فعالیت).** گذشته از اینکه معلوم نیست "امکان فعالیت" چیست و مگر در سایر درس‌ها امکان فعالیت نباید وجود داشته باشد که در این درس تأکید شده است، سرفصل این درس شامل یک داستان دو صفحه‌ای است و در نهایت هم معلوم نیست که چه چیزی باید در آن تدریس شود. روشن است که هر زبان رایانه‌ای که برای تدریس انتخاب شود، سرانجام باید به چند مهارت بینجامد. این مهارت‌ها چیستند؟ اگر به شیوه پیشنهادی ما عمل شود، پاسخ روشن است که باید دانشجو فراگیر یک برنامه رایانه‌ای را برای حل یک مسئله بنویسد (به هر زبانی که می‌خواهد باشد). این برنامه رایانه‌ای مراحل دارد که باید برنامه نویس قادر به تشخیص آن‌ها بوده و حلقه‌های محاسباتی لازم را تعریف و برنامه‌نویسی کند. راه‌های کنترل و آزمون درستی محاسبات را بشناسد و جواب درست مسئله را به دست آورد. قالب مناسبی برای برون‌داد در اختیار کاربر بگذارد. درحالی که امروزه رایانه در دبستان‌ها و دبیرستان‌ها نفوذ کرده آیا "شنایی مقدماتی با کامپیوتر..." که در ریز مواد برنامه مصوب بیان شده، می‌تواند نیاز دانشجویان آمار را برآورده سازد؟ بدتر از آن قرار است این درس به دانشجویان علوم کامپیوتر که متخصصین محاسباتی خواهند شد نیز تدریس شود. آیا این کار موجب دستکم گرفتن دانشجویان به ویژه دانشجویان علوم کامپیوتر نیست؟

**الف ۴. برخی دروس پایه پیشنهادی در صفحه ۱۷ در پیرامندی (کادری) بدون شماره ذکر شده‌اند، که معلوم نیست هدف از ارائه آن‌ها چیست. در برنامه قبلی آمار درس‌های مبانی اقتصاد، مبانی جمعیت‌شناسی و مبانی جامعه‌شناسی به دلیل کاربرد گسترده آمار در این رشته‌ها گنجانده شده بودند. اما در برنامه موجود که مشترک بین سه رشته است، آیا دانشجوی آمار هم باید درس شیمی عمومی یا فیزیک عمومی بگیرد؟ دانشجوی علوم کامپیوتر درس جمعیت‌شناسی بگیرد؟ راهنمای عرضه و انتخاب این درس‌ها، به ویژه درس‌هایی که با عنوان "و غیره..." منظور شده‌اند چیست؟ به علاوه با پیشنهاد رشته کهاد، این درس‌ها دیگر موضوعیت سابق را ندارند. در این خصوص باید گفت که واژه "برنامه"، طبق تعریف، باید تکلیف همه چیز را روشن سازد. حال تکلیف دانشگاه‌ها و گروه‌هایی که به آن‌ها حکم شده به هیچ وجه**

تحکم‌آمیز از "درج هرگونه درس تخصصی... به هیچ وجه مجاز نیست" سخن گفته‌اند، روشن نکرده‌اند که دانشگاه‌ها با ناهماهنگی مذکور چه کنند. اگر دانشگاه صلاحیت دارد و مجاز است که واحدهای این درس را خود تعیین کند، چرا نباید مجاز باشد که درس‌های دیگر را تعیین کند؟ محتوای این درس هم از لحاظ عدم تفکیک به درس‌های متوالی و هم از لحاظ محتوا برای دانشجویان آمار نامناسب است. اولاً بسیاری از مطالب این سرفصل در رشته ریاضی دبیرستان تدریس می‌شود، ثانیاً مطالبی مانند "کاربردهای هندسی و فیزیکی مشتق"، "تابع‌های هندلوی"، "کاربردهای انتگرال‌های دوگانه و سه‌گانه در مسائل هندسی و فیزیکی"، "پتانسیل، قضایای گرین، دیورژانس، واستکس" در کدام یک از درس‌های آتی کارشناسی آمار کاربرد خواهند داشت؟ آیا بهتر نبود به جای آن‌ها مطالبی را که با شیوه پیشنهادی ما متبلور می‌شدند و برای درک مطالب درس‌های سطح بالاتر به دانشجو یاری می‌رسانند می‌گنجاندیم؟ یا حتی کاربردهایی را که در بالا درون گیومه از برنامه نقل شده، دست‌کم به مسائل آماری اختصاص می‌داده مثلاً کاربردهای آماری مشتق، کاربردهای انتگرال‌های چندگانه درباره محاسبه توزیع‌های کناری، پیچش‌ها یا امیدهای ریاضی و مانند آن‌ها را می‌آوردیم. این‌گونه ریزبینی‌ها مستلزم توجه به آمار به عنوان علمی مستقل با نیازهای خاص خودش است.

بهرتر آن است که مطالب تکراری این ماده حذف و به جای آن‌ها دو درس با مطالب مورد نیاز برای درس‌های آماری سطح‌های بالاتر و حداکثر در ۶ واحد عرضه شود. به ویژه در درس‌های آماری به تابع‌هایی خاص مانند گاما، بتا و... و تبدیل‌هایی خاص از نوع تبدیل فوری، تبدیل لاپلاس و... نیاز داریم. از این تابع‌ها تنها تبدیل لاپلاس آن هم در بافتار معادلات دیفرانسیل بحث شده است. گنجاندن مطالب برشمرده به تأکید توصیه می‌شود زیرا ابزار کار آمار ریاضی، سریهای زمانی و غیره‌اند. در برنامه قبلی، درس ریاضی عمومی ۳ به این منظور تعریف شده بود.

**الف ۲. معادلات دیفرانسیل (۳ تا ۴ واحد در اختیار دانشگاه).** انتقادهای وارده به درس ریاضی عمومی درباره این درس نیز تا حدی صادقانه. ابهام تعداد واحد، در اختیار دانشگاه بودن با وجود سرفصل مشخصی که عرضه شده و از سوی دیگر بسته بودن دست دانشگاه به تغییر واحدها از مشکلات این درس‌اند. همان‌طور که در شیوه پیشنهادی تعیین دروس و محتوای آن‌ها بحث شد، گنجاندن مبحثی درباره معادله‌های تفاضلی که اساس بررسی‌های سریهای زمانی در حوزه زمان‌اند، ضرورت

سطح مقدماتی و تنها برای حل دستگاه‌های معادلات خطی نوشته شده است. از مباحث رتبه، پیامدهای مربوط به ماتریس‌های با رتبه ناقص که در برآورد پارامترها مهم است، همخطی که در رگرسیون مشکل‌ساز است، یافتن کرانگین‌های فرم‌های درجه دوم که در مبحث چندمتغیره لازم است هیچ سخنی به میان نیامده است. مطالب پیشرفته‌تر را به درس دیگری حواله کرده‌اند. اگر یک درس دیگر ۳ واحدی برای تکمیل این کمبودها عرضه شود، درس تخصصی دیگری باید حذف شود. این شیوه برنامه‌ریزی ناقض منطق برنامه‌ریزی است. آیا بهتر نبود که حساب آمار را از ریاضی جدا می‌کردند و مباحث مورد نیاز رشته آمار را در آن می‌گنجاندند؟ همان کاری که هارویل [۲]، جنتل [۳]، راثو [۴] و جانسون و ویچرن [۵] به ناچار انجام داده‌اند که کمبود درس‌های جبرخطی را جبران کنند.

**۳. مبانی آنالیز ریاضی (۳ واحد).** این درس نیز می‌تواند به عنوان درس اختیاری منظور شود تا دانشجویانی که علائق نظری دارند و کسانی که می‌خواهند در مقطع‌های بالاتر آن هم در سطح نظری به تحصیل خود ادامه دهند، مجاز باشند آن را بگیرند. باز هم مطالب آن باید طوری منظم شود که نیازهای درس‌هایی مانند نظریه احتمال، فرآیندهای تصادفی، آمارریاضی،..... را تأمین کند.

**۴. مبانی آنالیز عددی (۳ واحد).** این درس برای دانشجویان علوم کامپیوتر و ریاضی مفید است. اما برای دانشجویان آمار که اغلب از برنامه‌های نرم‌افزاری پیش‌ساخته استفاده می‌کنند، ضرورتی ندارد. بهتر است به جای آن درسی درباره طرز استفاده از نرم‌افزارهای موجود گذاشته شود. اهمیت به کارگیری درست این نرم‌افزارها و تطبیق آن‌ها با نیازهای محاسباتی آمار چنان است که در اغلب دانشگاه‌های آمریکا از جمله گروه آمار دانشگاه جورجیا برنامه‌ی R را در دوره تحصیلات تکمیلی نیز تدریس می‌کنند. در سطح کارشناسی برنامه‌های مناسب‌تری را می‌توان تدریس کرد.

**۵. مبانی احتمال (۳ واحد).** نگاهی به سرفصل این درس آشکار می‌سازد که چه سوء تفاهمی بر این برنامه حاکم است. آنچه به عنوان مبانی احتمال در سرفصل و ریز مواد آمده چیزی است که در عرف آمارشناسان به آن "آمار توصیفی" می‌گویند. در حدود ۲۰٪ مطالب سرفصل غیر از آمارتوصیفی است که نیمی از آن نیز به قواعد شمارش اختصاص دارد. پرسش این است که با اختصاص ۱۰٪ به مبحث احتمال، باید آن را مبانی احتمال نام نهاد؟ علاوه بر آن، اصولاً باید فصل‌های اولیه

نمی‌توانند در برنامه دست ببرند و در عین حال کمیت برخی درس‌ها به اختیار آن‌ها گذاشته شده و مهم‌تر از آن برخی درس‌ها را برای دانشجویان خود نامناسب می‌یابند، چیست؟

### ب. دروس الزامی-مشترک (هسته) مندرج در جدول ۳ صفحه ۱۹.

در این جدول ۵ درس با صفت مبانی درج شده‌اند که برای هر سه رشته الزامی‌اند.

**۱. مبانی علوم ریاضی (۳ واحد).** چنانکه از سرفصل این درس برمی‌آید، برنامه‌ریزان انتظار دارند که دانشجویان آمار هم همانند دانشجویان ریاضی به منطق گزاره‌ها و روش‌های برهان تسلط یابند. البته اگر فرصت کافی در دسترس می‌بود، چه بهتر که دانشجویان به چنین سلاحی مجهز می‌شدند، اما به چه بهایی، به بهای از دست دادن مهارت‌های عملی‌ای که در آینده به آن نیاز خواهند داشت؟ در ریز مواد این درس شاید تنها عبارت موجود "جبر بول با کامپیوتر (کلیدها و مدارها)" توجیهی ناکافی برای الزام این درس برای دانشجویان علوم کامپیوتر باشد، اما چه توجیهی برای دانشجویان کارشناسی آمار وجود دارد؟ هدف دوره کارشناسی آمار عمدتاً تربیت آمارشناس حرفه‌ای است که نیاز به مبانی ریاضی ندارد. اگر پاسخ داده شود که برای مطالعات عمیق آینده آن‌ها و کاربست در پژوهش‌هایشان به کار خواهد آمد، آیا بهتر نیست که جزو درس‌های اختیاری باشد تا کسانی که فکر می‌کنند در آینده به آن نیاز خواهند داشت بگیرند؟ به‌علاوه این درس سال‌ها قبل نیز جزو درس‌های پایه آمار بود و با توجه به عدم رغبت دانشجویان و نیز نحوه تدریس آن کنار گذاشته شد. همانطور که برنامه‌ریزان نیز بیم داشته‌اند و ضمن نیم صفحه تحت عنوان "سخنی با مدرس و دانشجو" به مدرسان تذکر داده‌اند که مطالب را در سطح عمیق ارائه نکنند و دانشجویان در کلاس درس و مباحثه شرکت فعال داشته باشند، پرسشی پیش می‌آید که آیا تنها این درس مشمول این تذکرات است یا همه درس‌ها مستحق آن هستند؟ نگرانی برنامه‌ریزان بجاست، زیرا این‌گونه درس‌ها برای دانشجویان ناهمگن مستعد شکست‌اند.

**۲. مبانی ماتریس‌ها و جبرخطی (۳ واحد).** درخصوص درس ماتریس‌ها و اهمیت ویژه آن در درس‌های متعدد آمار از آن جمله رگرسیون، طرح آزمایش‌ها، چند متغیره گسسته و پیوسته،... در بالا توضیحاتی داده شد و نیازه تکرار نیست. این درس مبانی، هیچ یک از آن نیازها را برای دانشجوی آمار برآورده نمی‌کند. زیرا با دیدگاهی ریاضی آن هم در

جبر پیشامدها، چگونگی محاسبه احتمال پیشامدهای ساده و مرکب بیان شوند. نسبت به آنکه چه دیدگاهی به احتمال وجود دارد، روش اصل موضوعی یا روش حد بسامد نسبی و معایب و محاسن آن‌ها بیان شوند. احتمال شرطی و استقلال، پیوستگی احتمال و مفاهیم دیگر بیان شوند. آنگاه انگیزه تعریف متغیر تصادفی از آنجا پیدا شود که در برخی آزمایش‌های تصادفی فضای نمونه بسیار بزرگ است یا حتی بینهایت عضو دارد و اجرای محاسبات احتمال پیشامدها در این فضاها بسیار پیچیده و عملاً ناممکن می‌شود. از این رو با صرف نظر کردن از جزئیات غیر ضروری فضای نمونه و از راه تعریف یک تابع مجموعه‌ای خاص به نام متغیر تصادفی روی فضای نمونه محاسبات مورد نظر در مورد پیشامدها به صورتی قابل پیگیری در می‌آید. بدین ترتیب انگیزه تعریف متغیر تصادفی برای دانشجو روشن می‌شود. در این درس گذشته از این رویکرد ناگهانی به موضوع متغیر تصادفی، بسیاری از مطالب این درس جزو نظریه توزیع‌ها هستند که مقدمه آمار ریاضی‌اند. کسی ممکن است بگوید که نام درس چه اهمیتی دارد، محتوای آن مهم است. اما در احتمال، مطالب مربوط به احتمال را درس می‌دهند و در آمار ریاضی، مفاهیمی مانند معیارهای مرکزی و پراکندگی، تقارن و چولگی را. مبحث احتمال مطلب کم ندارد که تحت این عنوان مطالب آمار ریاضی را بیاوریم.

ممکن است استدلال شود که برخی از مطالب مورد نظر منتقد در احتمال ۲ آمده‌اند. پاسخ این است که اولاً چرا باید انسجام درس احتمال را از بین برد و آن را بین درس‌های مختلف تکه تکه کرد، ثانیاً احتمال ۲ انتخابی است و دانشجو ممکن است آن را انتخاب نکند. در آن صورت برداشتی ناقص از احتمال را به خاطر خواهد داشت که در درس‌های بعدی با مشکل مواجه خواهد شد. از جمله مواد ضروری در درس احتمال قضیه‌های حدی احتمال‌اند که در صورت لزوم می‌توانند به صورت شهودی تدریس شوند. آیا بهتر نیست مطالب مربوط به احتمال را در یک درس منسجم و با منطق آموزشی محکم گنجانند و توزیع‌های خاص را که مثال‌هایی از مبحث متغیرهای تصادفی‌اند، مشخصات آن‌ها و تبدیل متغیرها را در درس آمار ریاضی یا درسی به نام نظریه توزیع‌ها آورد که از سرگردانی دانشجویان جلوگیری شود؟

**ج ۲. فرآیندهای تصادفی ۱ (۳ واحد).** تاکنون این تنها درسی است که درباره سرفصل آن انتقاد زیادی در بین نیست. جز آنکه سخنی از انگیزه بخشی برای بررسی فرآیندهای تصادفی به میان نیامده است. این

درس در خدمت فصل‌های بعدی باشند و مفاهیم متأخر بر پایه مفاهیم متقدم بنا نهاده شوند. اینک در این درس از ۸۰٪ مطالب فصل‌های اولیه برای فهم ۲۰٪ بقیه درس که ترکیبیات و احتمال را در بر دارد، چه استفاده‌ای می‌شود؟ آیا با بدعت‌گذاری در انتساب نام جدید و نامربوط به درس‌هایی که نام استاندارد همه جهانی دارند، نوعی نوآوری در برنامه حاصل شده است؟ یا نشان از سردرگمی تدوین مطالب منسجم و به هم پیوسته دارد؟ ارائه چنین تصویری مغشوش از درس‌های رشته آمار به دانشجویان آن به ویژه در آغاز تحصیلشان موجب سوء برداشت‌های ناروا درباره علم آمار و آمارشناسان خواهد شد و آن را به صورت آشی شله‌قلمکار خواهد نمایاند که موجب سرخوردگی آن‌ها خواهد شد.

چرا نباید این درس را به عنوان روش‌های مقدماتی آمار عرضه کرد و از لحاظ ارتباط اندامواره و انسجام درونی درس، پس از ارائه آمار توصیفی استدلال کرد که تنها از نمونه در دست نمی‌توان با اطمینان کافی درباره جامعه‌ی تحت بررسی داوری کرد. از این رو لازم است نمونه در دست از نوع تصادفی و معرف جامعه باشد تا بتوان طبق قوانین احتمال رفتار نمونه و به ویژه میزان دوری و نزدیکی مشخصات نمونه و جامعه را تعیین کرد.

بدین ترتیب انگیزه لازم برای دانشجو فراهم می‌آید که به طور منطقی توجهش به مبحث احتمال جلب شود. البته کسی ممکن است احتمال را به عنوان یک موضوع ریاضی مطالعه کند و هیچ انگیزه‌ای جز کنجکاوای شخصی برای وی مطرح نباشد. در این صورت، مفاهیمی مانند جامعه و نمونه، مقیاس‌های اندازه‌گیری، خلاصه‌سازی داده‌ها، نمودارهای آماری ... و خلاصه ۸۰٪ مطالب این درس برای وی بی‌ربط و زاید است. مرجع‌های ذکر شده برای این درس نیز چندان تناسبی با موضوع درس ندارند.

## ج. دروس الزامی رشته آمار و کاربردها مندرج در جدول ۵

### صفحه ۲۱

**ج ۱. احتمال ۱ (۳ واحد).** سرفصل و ریز موارد این درس غیرمتعارف است.

سرفصل با متغیرهای تصادفی شروع می‌شود. سپس توزیع‌های استاندارد معرفی می‌شوند. در ادامه، معیارهای مرکزی و پراکندگی و در پایان دو توزیع نرمال چندمتغیره و چندجمله‌ای بررسی می‌شوند.

هیچ درس احتمال در هر سطحی که باشد با متغیر تصادفی شروع نمی‌شود. بلکه ابتدا باید فضای احتمال معرفی شود. پیشامدها و

است که درس روش‌های آماری پیشرفته نیز در برنامه گنجانده شود زیرا با ۳ واحد نمی‌توان اکثر روش‌های آماری سودمند را درس داد. در درس روش‌های آماری پیشرفته باید فنون راستی آزمایی فرض‌های گوناگون مانند تصادفی بودن نمونه، استقلال مشاهدات، نرمال بودن مشاهدات، روش‌های تبدیل برای رسیدن به نرمال، آزمون‌های نیکویی برازش، و غیره گنجانده شوند.

**ج ۵. روش‌های ناپارامتری (۳ واحد).** محتوای درس خوب است. کتاب‌هایی هم به زبان فارسی وجود دارند که جامع‌تر از مرجع فارسی معرفی شده برای این درس هستند.

**ج ۶. روش‌های نمونه‌گیری ۱ (۳ واحد).** محتوا مناسب است. مرجع دوم به زبان فارسی گویای این نکته است که برنامه‌ریزان تنها به اسم کتاب‌ها توجه داشته‌اند. نگاهی به متن این مرجع آشکار خواهد ساخت که نویسندگان آن کتاب را برای افراد غیر آمارشناس نوشته‌اند. این کتاب نمی‌تواند مرجع درس تخصصی آمار باشد. به جای آن اگر کتاب *له‌وی و لمی شو* [۱۱] با عنوان *نمونه‌گیری: روش‌ها و کاربردها* ترجمه گیتی مختاری امیر مجدی معرفی می‌شد، بسیار مناسب‌تر بود.

**ج ۷. رگرسیون ۱ (۳ واحد).** محتوا مناسب اما مطالب برای سه واحد کم است. برخی مطالب درباره تحلیل مانده‌ها باید در این درس منظور شوند. پیش‌نیاز مبانی جبر خطی، همان‌گونه که در بالا راجع به آن سخن گفتیم به ویژه با محتوایی که برای آن در نظر گرفته شده مناسب این درس نیست. کتاب‌هایی هم به زبان فارسی وجود دارند که می‌توانستند به عنوان مرجع معرفی شوند. مرجع معرفی شده هم خوب است.

**ج ۸. طرح آزمایش‌های ۱ (۳ واحد).** محتوای این درس نیز تا حدی غیر معمول است. از این نظر که پس از ذکر طرح‌های پایه‌ای ناگهان با *طرح بلوک‌های ناقص متعادل* روبه‌رو می‌شویم. پیش از این مطلب باید آزمایش‌های چند عاملی تدریس شوند. در این گونه آزمایش‌هاست که به واسطه پرشمار بودن تیمارها (ترکیب‌های سطح‌های متفاوت عامل‌ها) به تعداد لازم واحد آزمایشی همگن در هر بلوک یافت نمی‌شود و ناچار به استفاده از *بلوک‌های ناقص* می‌شویم که در آن‌ها تعداد واحدهای آزمایشی همگن کمتر از تعداد تیمارهاست. علاوه بر این، طرح بلوک‌های ناقص متعادل و نامتعادل بیشتر به درد آزمایش‌های به‌نژادی در کشاورزی می‌خورند و چندان در اولویت برنامه عمومی نیستند. به جای آن‌ها بهتر است که طرح *کرت‌های خرد شده*، *آزمایش‌های آمیخته* و *رویه‌های پاسخ* ... که بیشتر در آزمایش‌های کوچک مقیاس به کار

انگیزه را با مثال‌هایی ساده می‌توان فراهم ساخت به طوری‌که دنبال کردن موضوع برای دانشجو جذاب باشد. در ضمن ساده‌ترین فرآیند که همان قدم‌زدن تصادفی است از سرفصل حذف شده است. از دیدگاه انگیزه بخشی، کتاب *کارلین و تیلور* [۶] می‌تواند راهنمایی خوب باشد. این کتاب توسط دکتر عین‌اله پاشا به فارسی ترجمه شده است که می‌تواند جزو مرجع‌ها معرفی شود.

**ج ۳. آمار ریاضی (برآوردیابی) (۳ واحد).** محتوای درس خوب تدوین شده است. تنها مطلبی که می‌توان به آن اضافه کرد این است که شیوه برآوردیابی شامل دو بخش مهم است. اول پیشنهاد یک روش برای برآورد پارامتر که از آن به برآوردیابی تعبیر شده و روش‌های آن را معرفی کرده‌اند. دوم ارزیابی عملکرد هر روش طبق ملاک‌های مختلف. به نظر می‌رسد که در این درس این دو جنبه را با هم آمیخته‌اند. از نظر آموزشی بهتر است که جدا بیان و تدریس شوند تا منطق برآوردیابی برای دانشجو روشن‌تر باشد.

**ج ۴. آمار ریاضی (آزمون فرض‌ها) (۳ واحد).** محتوای این درس هم خوب تدوین شده است. درباره کتاب‌های مرجع این دو درس، کتاب *مقدمه‌ای بر آمار ریاضی اثر هوگ و کریگ* [۷] ترجمه دکتر نوروز ایزد دوستدار یا کتاب *احتمال و آمار اثر دوگروت و شرویش* [۸] ترجمه دکتر عین‌اله پاشا برای دوره کارشناسی آمار مناسب‌تر از کتاب‌های معرفی شده‌اند. مرجع‌های معرفی شده بیشتر مناسب کارشناسی ارشدند.

**ج ۴. روش‌های آماری (۳ واحد).** محتوای این درس رضایت بخش است. ابزار کار آمارورزان حرفه‌ای همین درس است که در آن به جای برهان ریاضی، مفاهیم، ویژگی‌ها و شرایط کاربرد هر روش آماری به دقت بیان می‌شوند. نگاهی به مرجع‌های معرفی شده برای این درس آشکار می‌سازد که برنامه‌ریزان چندان به اهمیت این درس واقف نبوده‌اند. از این رو مرجع‌هایی را که برای درس مبانی احتمال معرفی کرده‌اند، برای این درس هم همان‌ها را تعیین کرده‌اند. چگونه ممکن است مرجع‌های مناسب برای مبانی احتمال برای درس روش‌های آماری نیز مناسب باشند؟ مگر آنکه تصویر مغشوشی از این دو درس در ذهن داشته باشیم. مشهورترین مرجع روش‌های آماری کتاب *سنه‌کورو کوکران* [۹] است. کتابی جدیدتر کتاب *آشنایی با آمارورزی اثر دیوید مور و جورج مه کیب* [۱۰] است. مرکز نشر دانشگاهی نیز چند کتاب در این زمینه با نام *آمار مقدماتی* چاپ کرده است که مطالب آن‌ها با محتوای درس بیشتر همخوانی دارند تا کتاب‌های معرفی شده برنامه‌ریزان. قطعاً مناسب‌تر

است) و دو مولف اول ابداع کنندگان مدل‌های ARIMA و مشتقات آن هستند، در بین مرجع‌ها نام برده نشده است. اهمیت کار دو مولف اول بدان حد است که برخی مدل‌های ARIMA را مدل‌های باکس-جنکینز می‌نامند. فهرست‌بندی مرجع‌های این درس هم جالب است. دو مرجع a و دو مرجع b و یک مرجع c فهرست شده‌اند. آیا منظور آن است که به جای کتاب براکول و دیویس می‌توان کتاب چتفیلد را انتخاب کرد؟ اگر این نکته منظور برنامه‌ریزان باشد، با توجه به توضیحات بالا درباره این دو کتاب، روش تعیین مرجع بسیار آشفته است. البته، درباره دو مرجع b وضعیت به این وخامت نیست. اما آن هم خالی از اشکال نیست. ویراست اول کتاب کراریر با ترجمه‌ای بسیار مغلوط و غیر قابل فهم به زبان فارسی در آمده است. افسوس که همان کتاب پریغلط به عنوان مرجع معرفی شده است (درباره اشکالات این ترجمه نگاه کنید به نقد اینجانب در مجله فرهنگ و اندیشه ریاضی). پس از چند سال با همکاری کونگسان چن ویراستی بسیار جامع‌تر از این کتاب به سال ۲۰۰۸ تألیف شده است. ترجمه فارسی این کتاب از سوی مرکز نشر دانشگاهی در آینده‌ای نزدیک انتشار خواهد یافت. در این کتاب هر دو دیدگاه تحلیل سریهای زمانی در حوزه زمان و بسامدی بررسی شده‌اند و می‌تواند مرجع مناسبی برای این درس باشد.

#### د. دروس انتخابی رشته آمار و کاربردها

**۱۵. احتمال ۲ (۳ واحد).** این درس بخشی از نظریه توزیع‌هاست. نامگذاری جدید مشکلی را حل نمی‌کند، بلکه به سردرگمی بیشتر می‌انجامد. درباره درس‌های مبانی احتمال، احتمال ۱ و ۲، آمار ریاضی ۱ و ۲ در بخش پیشنهادها بحث خواهیم کرد.

**۲۵. روش‌های نمونه‌گیری ۲ (۳ واحد).** ریزمواد این درس هم حاکی از بی‌توجهی به توالی منطقی مباحث است. در سرفصل ارائه شده، پس از برآوردهای نسبتی و رگرسیونی به مبحث بی‌پاسخی پرداخته شده است. به دنبال آن نمونه‌گیری سیستماتیک، نمونه‌گیری خوشه‌ای یک و دو مرحله‌ای آمده‌اند. از آنجا که بی‌پاسخی دامن‌گیر همه طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای است، باید پس از تدریس انواع روش‌ها به بررسی بی‌پاسخی پرداخت. گنجانیدن این مبحث در وسط روش‌های مختلف از چه منطقی ناشی می‌شود؟ تقسیم مطالب روش‌های نمونه‌گیری ۱ نیز چندان درست نیست. مطالب روش‌های نمونه‌گیری ۱ برای ۳ واحد کم است و برخی مباحث روش‌های نمونه‌گیری ۲ را می‌توان به آن درس منتقل کرد. به جای این مطالب می‌توان برخی مطالب تکمیلی مانند

می‌روند گنجانده شوند. به طور کلی محتوای ارائه شده برای این درس کم است. به تقریب می‌توان گفت که محتوای ارائه شده طی ۸ تا ۱۰ هفته می‌تواند تدریس شود و مطلبی برای بقیه ترم باقی نخواهد ماند. معلوم نیست که ریزمواد ارائه شده چگونه تعیین شده است. با معرفی تنها یک مرجع، چنین به نظر می‌رسد که سرفصل این درس باید از روی همان کتاب نوشته شده باشد. اما بعید به نظر می‌رسد که این آشفتگی در توالی مباحث در آن کتاب وجود داشته باشد. بهتر است که پس از تدریس طرح‌های پایه‌ای کاملاً تصادفی، بلوک‌های کامل تصادفی، مربع لاتین، آزمایش‌های عاملی تدریس شوند. سپس طرح کرت‌های خرد شده، آزمایش‌های آمیخته، رویه‌های پاسخ و مطالب تکمیلی دیگر بیابند. این امر مستلزم آن است که دو درس طرح آزمایش‌های ۱ و ۲ دوباره با توالی جدید مباحث تنظیم شوند تا انسجام مطالب حفظ گردد.

**۹۶. سری زمانی ۱ (۳ واحد).** سرفصل تعیین شده برای این درس مناسب برای تحلیل سریهای زمانی در حوزه زمان است. از این دیدگاه، درسی منظم به نظر می‌رسد. اما از اشاره به تحلیل سریهای زمانی در حوزه بسامدی غفلت شده است. این دیدگاه که بیشتر در علوم فیزیکی کاربرد دارد نیز شایسته توجه است تا این توهم برای دانشجویان ایجاد نشود که سریهای زمانی تنها در حوزه زمان بررسی می‌شوند. نگاهی به سرفصل سریهای زمانی ۲ که جزو درس‌های اختیاری آمده نشان می‌دهد که همپوشانی زیادی بین این دو درس وجود دارد. برخی از مطالب درس دوم مانند ریشه واحد باید در درس اول بیابند که هنگام مدل‌سازی سری‌ها مورد استفاده قرار گیرند. نکته‌ای جالب در سرفصل این درس عنوان الگوریتم‌های یول-والکراست. ظاهراً یول والکر ترجمه فارسی Yule-Walker است. در چه منبعی تلفظ Walker که اسم فاعل از مصدر walk (واک به معنی قدم زدن) است به صورت والکر آمده است؟ صورت درست آن برآوردهای یول-واکری است. گذشته از این مزاح قلمی، مرجع‌های معرفی شده برای این درس از لحاظ سطح بسیار ناهماهنگ‌اند. گذاشتن کتاب چتفیلد (کتابی بسیار مقدماتی) در عرض کتاب براکول و دیویس (کتابی نسبتاً مشکل و در سطح تحصیلات تکمیلی) نشان از بی‌توجهی یا ناآشنایی با نوشتگان سریهای زمانی است. علاوه بر آن، آیا کتاب شاموی و استوفر که از دیدگاه تحلیل در حوزه بسامدی است برای این درس که در آن هیچ اشاره‌ای به تحلیل بسامدی نشده، مناسب است؟ ناآشنایی را بیشتر از آنجا می‌توان استنباط کرد که از کتاب باکس، جنکینز و راینسل [۱۲] (که ترجمه آن به فارسی نیز موجود

مرتبط نیستند. اولاً روشن نیست که توزیع‌های برشمرده از دیدگاه نظری تدریس می‌شوند یا از دیدگاه توصیفی. ثانیاً اگر به توزیع‌ها از دیدگاه نظری پرداخته شود دیگر مطالب تحلیل داده‌ها از قبیل بررسی نرمال چندمتغیره بودن داده‌ها جایش در اینجا نیست. ثالثاً آزمون‌های برشمرده مخصوص نرمال تک‌متغیره است و نرمال بودن تک‌تک مؤلفه‌های یک بردار تصادفی دلیل بر توزیع توأم نرمال چندمتغیره نیست. پس هدف از تدریس این آزمون‌ها که قاعدتاً باید در درس روش‌های پیشرفته آمار تدریس شوند، چیست؟ برای آزمون نرمال بودن چندمتغیره، برخی روش‌ها توصیه شده‌اند که در کتاب رنچر (مرجع e در فهرست مرجع‌های درس) آمده‌اند.

بقیه مطالب درس در صورتی که با برهان ریاضی تدریس نشوند، بلکه همانطور که از اسم درس بر می‌آید به صورت روشی بیان شوند، مناسب هستند. به جای مطالبی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، بهتر است روش‌های فروگاهی داده‌ها مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل عاملی، تحلیل تشخیصی، همبستگی کانونی و تحلیل خوشه‌ای آورده شوند. در واقع منظور از تحلیل چندمتغیره این روش‌ها هستند که متاسفانه فراموش شده‌اند. علاوه بر موارد فوق، لازم است در ابتدای درس انگیزه‌ای برای بررسی روش‌های چندمتغیره ایجاد شود که دانشجویان سرگردانی ناشی از این پرسش نجات یابد. در حالی که می‌توان چند تحلیل تک‌متغیره انجام داد، چرا باید به یک تحلیل چندمتغیره که زحمت زیادی دارد پرداخت؟

**۵۵. کنترل کیفیت آماری (۳ واحد).** محتوای این درس برای ۳ واحد به ویژه از دیدگاه روش‌های آماری مورد استفاده کم است. بهتر است روش‌های کنترل با تفصیل بیشتر اسم برده شوند که از ابهام موجود کاسته شود. همچنین روش ۶-سیگما نیز اضافه شود. برای اطلاع بیشتر به سند زیر مراجعه شود:

[www.wiley.com/college/sc/reid/sc/chap6.pdf](http://www.wiley.com/college/sc/reid/sc/chap6.pdf)

جالب اینکه در این یک فصل مطالبی جامع‌تر از این درس ۳ واحدی دیده می‌شود.

**۶۵. محاسبات آماری (۳ واحد).** درس خوبی است و چه بهتر که جزو دروس الزامی پیش یا همزمان با روش‌های آماری و رگرسیون و طرح آزمایش‌ها تدریس شود، تا دانشجویان بتوانند در تکلیف‌ها و پروژه‌های عملی این درس‌ها از نرم افزار استفاده کنند.

#### ه. دروس اختیاری رشته آمار و کاربردها

**۱۰۱. روش‌های چندمتغیره گسسته (۳ واحد).** محتوای این

روش‌های نمونه‌گیری چندفازی و نمونه‌گیری با احتمال متناسب با اندازه را در روش‌های نمونه‌گیری ۲ گنجانند. به ویژه مبحث نمونه‌گیری با احتمال متناسب با اندازه اهمیت بسیار زیادی در کارهای عملی دارد که از آن در هر دو درس نمونه‌گیری غفلت شده است. برخی مباحث جدید نیز مانند روش‌های معامله با بی‌پاسخی‌ها، طرح‌های نمونه‌گیری  $\pi PS$  و غیره نیز باید اضافه شوند.

**۳۵. طرح آزمایش‌های ۲ (۳ واحد).** درباره این درس پیش‌تر هنگام بحث از طرح آزمایش‌های ۱ سخن گفتیم و بیش از آن ضرورت ندارد. جز آنکه تأکید کنیم از روش‌های بهینه‌سازی و رویه پاسخ در مورد طرح‌های عاملی غفلت شده است. هنگام بازنگری ریز مواد طرح آزمایش‌های ۱ و ۲ باید به این نکته‌ها توجه شود و طرح‌هایی که در صنعت بیشتر کاربرد دارند مانند طرح‌های باکس-هانتز، پلاکت-بورمن و غیره نیز اضافه شوند.

**۴۵. روش‌های چندمتغیره پیوسته ۱.** سخن درباره این درس زیاد است. با توجه به تذکر برنامه‌ریزان به مدرسان و دانشجویان که ضمن آن اعلام می‌دارند "نیاز است تا دانشجویان نحوه انجام محاسبات را به صورت عملی..." "با یکی از نرم‌افزارها یاد بگیرند، به محتوای این درس نگاهی می‌اندازیم.

بخشی از درس به جبر ماتریس اختصاص یافته است. اگر درس مبانی ماتریس‌ها و جبرخطی به گونه‌ای درست و متناسب با نیاز دانشجویان آمار تدوین شده بود، دیگر نیازی نبود که بخشی از درس روش‌های چندمتغیره به جبر ماتریس اختصاص یابد. چنانکه ظاهراً پیدا است، سرفصل این درس با اتکای به حافظه و بدون دقت نوشته شده است. چون ممکن است یک کتاب روش‌های چندمتغیره مورد استفاده افراد مختلف با پس زمینه‌های آموزشی متفاوت قرار گیرد، برخی مؤلفان برای خودکفا کردن کتاب فصلی هم درباره ماتریس‌ها می‌آورند. این امر بیشتر جنبه بازاریابی برای کتاب دارد. اما در برنامه آموزشی کارشناسی آمار که قرار است متخصص و کارشناس آمار تربیت کند، دیگر نمی‌توان سرفصل درس را مثل فهرست کتاب‌هایی که برای جامع‌تر بودن و فروش بیشتر تکمله‌هایی اضافی دارند، نوشت.

بخش دیگر درس به توزیع نرمال چندمتغیره و توزیع‌های ویشارت، هتلینگ و لاندای ویلک اختصاص دارد. درون پرائنتزی که به توضیح بیشتر این سرفصل می‌پردازد، به غیر از غلط‌های تایپی و تکرار برخی از عناوین، مطالبی می‌بینیم که با عنوان درشت مربوط به این درس

گزینش پیشین بر استنباط پسینی و راه‌های تحلیل حساسیت آموزش داده شوند. سپس به روش‌های برآورد و آزمون فرض پرداخته شود. در پایان با ارائه کاربردهایی از روش بیزی که به واسطه عدم امکان تکرار آزمایش، کاربست روش بسامدگرا در آن‌ها غیر منطقی است، جامعیت روش بیزی تبیین شود.

**۳-۳. رگرسیون ۲ (۳ واحد).** با توجه به محتوای کم درس رگرسیون ۱، مباحث مهم مربوط به تحلیل مانده‌ها و استفاده از آن‌ها برای بهبود بخشی مدل رگرسیونی را می‌توان از این درس به درس رگرسیون ۱ منتقل کرد.

**۳-۴. سریهای زمانی ۲ (۳ واحد).** همپوشانی مطالب این درس با درس سریهای زمانی ۱ بسیار زیاد است. به جای این تکرار می‌توان مطالبی مانند تابع انتقال و مدل‌های ARCH و GARCH را با جامعیت بیشتر درس داد. یا اساساً درسی از سریهای زمانی در حوزه بسامدی عرضه کرد که در علوم فیزیکی کاربرد زیاد دارد.

**۳-۵. روش‌های چندمتغیره پیوسته ۲.** این درس نیز سرفصل آشفته‌ای دارد. از سرفصل مفاهیم هندسی آمایش داده‌ها چنین برمی‌آید که با آنالیز چند متغیره در سطح کتاب *اندرسون [۱۳]* سروکار داریم. اما اگر بخش‌های بعدی نیز با این روش تدریس شوند، بیش از ۳ واحد لازم خواهد بود. اگر این مباحث به صورت روشی بدون برهان ریاضی تدریس شوند که با درس روش‌های چند متغیره پیوسته ۱ همپوشانی زیادی خواهند داشت و تقریباً یک سوم سرفصل درس نامرتب خواهد بود.

## خلاصه و نتیجه‌گیری

چنانکه از بررسی تفصیلی برنامه کارشناسی آمار مصوب کمیته برنامه‌ریزی علوم ریاضی شامل ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر دستگیرمان می‌شود، برنامه‌ریزان قصد داشته‌اند با یکی کردن برخی درس‌ها که به عقیده آن‌ها برای هر سه رشته یکسان است، نوعی وحدت در برنامه آموزشی آن رشته‌ها ایجاد کنند. این امر منجر به برخی افراط‌گرایی‌ها و دورشدن از هدف تربیت کارشناس حرفه‌ای آمار شده است که با هدف بیان شده در برنامه نیز در تناقض است. مهمترین نقص‌های این برنامه به قرار زیرند:

۱- گذاشتن نام‌های غیرمعمول برای رشته‌های جافتاده‌ای مانند ریاضی و آمار. در هیچ برنامه دانشگاهی به نام **”ریاضی و کاربردها”** بر نمی‌خوریم. حداکثر می‌توان از ریاضی محض

درس خوب تعیین شده است و بهتر آن است که جزو درس‌های الزامی باشد زیرا کاربرد این روش‌ها بسیار زیاد است.

درس‌های دیگر این بخش از برنامه بیشتر سلیقه‌ای هستند. امکان عرضه این دروس شدیداً وابسته به تخصص موجود در بین استادان هر گروه است. نظر به تخصصی و سلیقه‌ای بودن آن‌ها، بیشتر درس‌ها بر خلاف دروس هسته‌ای الزامی و انتخابی، خوب تدوین شده‌اند. از این رو به بررسی یکایک آن‌ها پرداخته نخواهد شد و جز درباره درس *آمار بیزی* که بیشتر باب سلیقه نویسنده است و درس *رگرسیون ۲*، *سری‌های زمانی ۲* و *روش‌های چندمتغیره پیوسته ۲* سخنی گفته نخواهد شد.

**۳-۵. آمار بیزی (۳ واحد).** برای این درس هدفی بیان نشده است. بنابراین هدف درس وابسته به تعبیر مدرس خواهد بود. اگر مدرس آمار بیزی را به عنوان یک روش مکانیکی دیگر و در عرض آمار استنباطی معنی داری فیشری یا آمار استنباطی تصمیم‌گرای نیمن-پیرسون تعبیر کند که مطلب تازه‌ای برای عرضه ندارد. زیرا دانشجویان در درس‌های احتمال و آمار ریاضی با مفاهیم احتمال شرطی، توزیع شرطی و مشخصات آن آشنا شده‌اند. کافی است یادآوری شود که در آمار بیزی پارامتر نقش یکی از متغیرهای تصادفی در بررسی توزیع‌های دو (یا چند متغیره) را بازی می‌کند و آنچه بیشتر مدنظر است توزیع شرطی پارامتر به شرط داده‌هاست، که آن را توزیع پسینی می‌نامند. پس به دانشجو می‌توان گفت که همان تحلیل‌هایی را که در آمار بسامدگرا با تابع درست‌نمایی انجام می‌داد با توزیع پسینی انجام دهد. بقیه مطالب درس تنها تمرین‌هایی از این قاعده کلی‌اند. با این برداشت از آمار بیزی، در واقع این درس زاید است و مرجع اول یاد شده برای این درس هم همین برداشت را تقویت می‌کند که آمار بیزی فصلی از آمار ریاضی است.

اما اگر مدرس باوری غیر از باور بالا داشته باشد، سرفصل این درس برای او بسیار محدود کننده و چیزی جز چند تمرین آمار ریاضی نیست. بنابراین اگر به این درس به عنوان یک درس مستقل که حاوی پیامی جدید برای دانشجویان، نگاه شود باید کل ساختار آن تغییر یابد. در این درس باید به زبانی ساده و با مثال‌های متعدد اصول تفکر بیزی و تفاوت اصولی آن با تفکر بسامدگرا تبیین گردد. در این رهگذر لازم است که راه‌های متبلور ساختن اطلاعات پیشینی در قالب توزیع پیشینی پارامتر آموزش داده شود. طرز به کارگیری پیشین‌های ناآگاهی بخش، مبهم، مزدوج، آگاهی بخش و چگونگی کمی کردن آن‌ها در قالب توزیع پیشینی به تناسب افزایش میزان اطلاع موجود درباره پارامتر شرح داده شوند، تأثیر

یاد شده باشند و به عنوان پیش‌نیاز و مکمل در نظر گرفته شوند. این امر مستلزم آن است که برخی دروس کاربردی اختیاری در برنامه مصوب جزو درس‌های الزامی درآیند و درس‌های نظری که بیشتر در تحصیلات تکمیلی لازم‌اند، جزو درس‌های اختیاری باشند.

در فرآیند بازنگری، سودمند خواهد بود که به محتوای برنامه‌های کارشناسی آمار در دانشگاه‌های مهم دنیا مانند استنفورد و فلوریدا، مینه‌سوتا و ... نیز توجه شود. به عنوان مثال اگر به برنامه کارشناسی آمار در دانشگاه مینه‌سوتا [۱۴] که شاید تنها دانشگاهی است که دانشکده آمار دارد و سرشناسترین استادان آمار دنیا در آنجا حضور دارند، نگاهی بیندازیم خواهیم دید که درس‌های ریاضی الزامی عبارت‌اند از حسابان، جبرخطی و معادلات دیفرانسیل. در حوزه درس‌های آمار نیز به غیر از سه درس احتمال و نظریه آمار، بقیه درس‌ها از نوع کاربردی‌اند. در ضمن دانشجویان تشویق می‌شوند که کهدی را در یکی از رشته‌های مهندسی صنایع، علوم کامپیوتر، علوم تندرستی، اقتصاد و بازرگانی، علوم اجتماعی یا بیمه آمارشناسی و ... اختیار کنند.

این مدل می‌تواند برای برنامه کارشناسی آمار در ایران نیز مفید باشد.

کوتاه سخن آنکه در برنامه بازنگری شده باید

- ریاضیات الزامی به قدر مورد نیاز برای همه دانشجویان آمار در نظر گرفته شود.

- ریاضیات تخصصی مورد نیاز برای تحصیلات تکمیلی به قدر نیاز و به صورت اختیاری در برنامه گنجانده شود.

- تاکید بر درس‌های آماری به ویژه درس‌های مهارتی و فنی باشد.

- به محتوای درس‌ها و معرفی انواع درس‌های جدید که پیشرفت‌های اخیر علم آمار را بازتاب می‌دهند توجه لازم بشود.

- دانشجویان به اختیار کهدهای مناسب که آینده شغلی خوبی را نوید می‌دهند، تشویق شوند.

چنین برنامه‌ای می‌تواند در تربیت آمارشناسان حرفه‌ای و آماده ساختن دانشجویان علاقه‌مند برای ادامه تحصیل موفق باشد.

امیدوارم مسئولان امر با توجه به این پیشنهادها برنامه‌ای واقعاً سودمند و مناسب حال دانشجویان آمار تدوین کنند.

و ریاضی کاربردی نام برد. همین‌گونه است درباره رشته آمار با نام نامأنوس "آمار و کاربردها" به جای آمار یا آمار کاربردی.

۲- تاکید بیش از حد لزوم بر درس‌های ریاضی رشته آمار. ریاضی برای آمار از نوع الزامی آن به مقداری که نیاز برخی درس‌های بعدی را برآورد لازم است و گنجاندن بیش از حد ریاضی موجب کاهش درس‌های تخصصی آمار شده است. به‌طوری‌که با این برنامه دانش‌آموختگان اهل اصطلاح به بار خواهند آمد بدون آنکه در مباحثی خاص دانشی عمیق کسب کنند و بتوانند در شغل آینده خود به کار بندند.

۳- ناهماهنگی چشمگیر در محتوای درس‌هایی که تعداد واحد یکسان دارند. به برخی درس‌ها مطلب کم و به برخی بیش از اندازه مطلب اختصاص یافته است.

۴- تعیین مرجع‌هایی که اغلب از لحاظ موضوع یا سطح با محتوای درس ناهماهنگ هستند. در این خصوص به نظر می‌رسد، هیچ معیاری در نظر گرفته نشده و صرفاً نام کتاب‌هایی که به خاطر رسیده‌اند یا پیشنهاد شده‌اند، بدون توجه به سطح و محتوای آن‌ها جزو مرجع‌ها آمده‌اند. در برخی دروس، فهرست مرجع‌ها بسیار محدود است و از کتاب‌های خوب موجود به زبان فارسی غفلت شده است.

## پیشنهاد

پیشنهاد می‌شود بازنگری عاجلی در این برنامه به عمل آید و هنگام بازنگری به نکته‌هایی که ضمن بررسی فوق بیان شده‌اند و به شیوه‌ای که برای تعریف مهارت‌های دانش‌آموختگان مناسب برای بازار کار و ادامه تحصیل بیان شد، درس‌ها تعیین شوند. این امر مستلزم جدا کردن حساب رشته آمار از رشته‌های دیگر است و باید مستقلاً برای آن برنامه‌ریزی شود، زیرا ماهیت رشته‌های آمار و ریاضی و علوم کامپیوتر بسیار متفاوت‌اند. درس‌هایی که ابزار کار حرفه‌ای آمارشناسان هستند و در برنامه مصوب از آن‌ها به عنوان فنون یاد شده در اولویت اول قرار گیرند و تعداد واحدهای آن‌ها به قدری باشد که دانش عملی و کاربردی لازم را برای دانش‌آموختگان فراهم سازد. درس‌های دیگر باید در خدمت درس‌های

## مراجع

- [1] <http://wikipedia.org/>
- [2] Harville, D. A. (2008). *Matrix Algebra from a Statistician's Perspective*. Springer, New York.
- [3] Gentle, J. A. (2010). *Matrix Algebra: Theory, Computations and Applications in Statistics*. Springer, New York.
- [4] Rao, C. R. (1973). *Linear Statistical Inference and its Applications*, 2nd Ed. Wiley, New York.
- [5] Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th Ed. Pearson, New Jersey.
- [6] Karlin, S. and Taylor, H. M. (1975) *A first Course in Stochastic Processes*, 2nd Ed. Academic Press, New York.
- [7] Hogg, R. V. and Craig A. T. (1978). *Introduction to Mathematical Statistics*, 3th Ed. Collier- Macmillan, New York.
- [8] De Groot, M. H. and Schervish, M. J. (2002). *Probability and Statistics*, 4th ed. Addison-Wesley, New York.
- [9] Snedecor, G.W. and Cochran, W. G. (1989). *Statistical Methods*, 8th Ed. Blackwell, Ames, Iowa.
- [10] Moore, D. S. and Mc Cabe, G. P. (2007). *Introduction to the Practice of Statistics*, Freeman, New York.
- [11] Levy, P. S. and Lemeshow (2003). *Sampling of Populations*. Wiley, New York.
- [12] Box, G. E. P. Jenkins, G. M, and Reinsel, G. C. (2008). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Wiley, New York.
- [13] Anderson, T. W. (2003). *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*. Wiley, New York.
- [14] <http://www.stat.umn.edu/ugrad/bachelors.html>