

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم تحقیقات و فناوری  
شورای عالی برنامه ریزی

برنامه

مقطع کارشناسی

مجموعه آموزشی علوم ریاضی

شامل رشته های

ریاضیات و کاربردها

آمار و کاربردها

علوم کامپیوتر

## فهرست مطالب

### فصل ۱) اصول حاکم بر تدوین برنامه

- ۱-۱. برخورد علمی با برنامه ریزی درسی با تأکید بر مدیریت پویا
- ۲-۱. تأکید بر محتوی اصلی برنامه
- ۳-۱. کار آمدی و خود تنظیمی آموزشی
- ۴-۱. تأکید بر اهمیت پژوهش

### فصل ۲) تعاریف واژگان و ساختار برنامه

- ۱-۲. برخی از پیامدهای اصول حاکم
- ۲-۲. تعاریف واژگان
- ۳-۲. ساختار برنامه
- ۴-۲. برخی ضوابط کلی حاکم بر برنامه

### فصل ۳) برنامه مقطع کارشناسی علوم ریاضی

- ۱-۳. دروس مشترک پایه
- ۲-۳. هسته برنامه
- ۳-۳. جدول اختیاری/کهاد
- ۴-۳. جداول دروس اختیاری (مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه) (جداول ۱۱، ۱۲ و ۱۳)

## فصل ۴) سرفصل دروس

- ۴-۱. سرفصل دروس الزامی - مشترک (جدول ۲ و ۳)
- ۴-۲-۱. سرفصل دروس الزامی رشته « ریاضیات و کاربردها » (جدول ۴)
- ۴-۲-۲. سرفصل دروس انتخابی رشته « ریاضیات و کاربردها » (جدول ۷)
- ۴-۲-۳. سرفصل دروس اختیاری رشته « ریاضیات و کاربردها » (جدول ۱۱)\*
- ۴-۳-۱. سرفصل دروس الزامی رشته « آمار و کاربردها » (جدول ۵)
- ۴-۳-۲. سرفصل دروس انتخابی رشته « آمار و کاربردها » (جدول ۸)
- ۴-۳-۳. سرفصل دروس اختیاری رشته « آمار و کاربردها » (جدول ۱۲)\*
- ۴-۴-۱. سرفصل دروس الزامی رشته « علوم کامپیوتر » (جدول ۶)
- ۴-۴-۲. سرفصل دروس انتخابی رشته « علوم کامپیوتر » (جدول ۹)
- ۴-۴-۳. سرفصل دروس اختیاری رشته « علوم کامپیوتر » (جدول ۱۳)\*

## فصل ۵) برخی پیشنهادها جهت اجرای مناسب تر برنامه

۵-۱. شرایط لازم جهت اجرای برنامه حاضر

۵-۲. زمان مؤثر بودن برنامه

۵-۳. تعیین دروس پایه و دروسی با امکان معافیت

۵-۴. حداقل نمودن تعداد دروس

۵-۵. ارائه چرخشی دروس توسط اساتید

۵-۶. ارائه دروس اختیاری

۵-۷. ارائه کهاد

۵-۸. ارائه کلاس های تمرین

\*مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

## فصل ۶) پیوست ها

۶-۱. اصول حاکم بر تدوین برنامه های درسی دانشگاهی

۶-۲. آئین نامه پیشنهادی مهاد - کهاد

۶-۳. چند مثال از کهادهای ممکن

# فصل ۱

## اصول حاکم بر تدوین برنامه

برنامه حاضر اساساً بر مبنای «اصول حاکم بر تدوین برنامه های درسی دانشگاهی» مصوب جلسه شماره ۲-۶۹۶ مورخ ۸۷/۸/۱۱ شورای برنامه ریزی (آموزش عالی) تنظیم شده است. در این راستا، در این فصل با تأکید بر برخی از این اصول و پیامدهای آن، برخی ویژگی های اصلی برنامه را مورد توجه قرار می دهیم.

### ۱-۱. برخورد علمی با برنامه ریزی درسی با تأکید بر مدیریت پویا

۱-۱-۱. در تنظیم و تدوین برنامه تلاش شده است که کلیه اجزاء برنامه اعم از ساختار یا محتوی بر پایه دلایل و نتایج حاصل از اصول حاکم تعیین شوند. به همین دلیل طراحی برنامه بر مبنای یک فرایند منطقی صورت گرفته و در نهایت اهداف هر بخش از برنامه دقیقاً بیان شده و سپس بر اساس آن تکمیل شده است.

۱-۱-۲. در تدوین برنامه، اصول مدیریت پویا و استفاده از «خود تنظیمی» مورد تأکید قرار گرفته و از تکیه بر پیش فرضهای ساختاری یا مدیریتی در رابطه با تضمین کیفیت حتی المقدور پرهیز شده است. در این دیدگاه تضمین حداقل های آموزشی در چارچوب مصوب برنامه و از طریق وزارت علوم، تحقیقات و فناوری صورت گرفته و تضمین مابقی استانداردها با تنظیمات و اجرای مابقی برنامه بر عهده مجری خواهد بود.

### ۱-۲. تأکید بر محتوی اصلی

ضمن تأکید بر انعطاف پذیری، حداقل های آموزشی به عنوان محتوی اصلی برنامه در قالب دروس الزامی و انتخابی در برنامه گنجانده شده اند. در این راستا، هسته برنامه، محتوی اصلی و تخصصی هر رشته را تضمین نموده و دروس مشترک پایه معلومات عمومی و جامعیت علمی برنامه را در یک پایه خاص (در این مورد فنی مهندسی و علوم) تضمین می کند.

### ۱-۳. کار آمدی و خود تنظیمی آموزشی

۱-۳-۱. عدم همگونی دانشجویان پذیرفته شده در دانشگاهها، بالاخص در رشته های علوم و انگیزه ها، علایق و استعداد های متفاوت اینگونه دانشجویان مدنظر قرار گرفته است. (مخصوصاً در شرایط فعلی که پذیرش به صورت متمرکز از طریق کنکور سراسری صورت می پذیرد).

۱-۳-۲. آینده شغلی و بالاخص محدودیتهای موجود در بازار کار و تغییرات موجود در این زمینه با توجه به توانایی های متفاوت دانشجویان پذیرفته شده، مدنظر قرار گرفته است.

۱-۳-۳. توانایی های مختلف دانشگاهها در زیر شاخه های مختلف رشته های مورد نظر و همچنین مزیت های بومی و تنوع کادر هیئت علمی آموزشی و پژوهشی، مدنظر قرار گرفته است.

۱-۳-۴. عدم امکان بازنگری مستمر و متمرکز در کشور مورد توجه قرار داشته و فاکتورهای متضمن «خود تنظیمی» برنامه با پسخور منفی در جهت اعمال فاکتورهای لازم برای بازنگری در درس و استاندارد آنها، تأمین هیئت علمی در رشته های مورد نظر جامعه و بازار کار و نظایر آن مدنظر قرار گرفته است.

۱-۳-۵. تنوع علایق و همچنین ایجاد محمل مناسب جهت ادامه تحصیل در رشته های «بین رشته ای» (*interdisciplinary*) با تأکید بر عدم لزوم تصویب برنامه های متعدد مدنظر قرار گرفته است.

#### ۱-۴. تأکید بر اهمیت پژوهش

ضمن تأکید بر لزوم ارائه مناسب برنامه با استانداردهای مورد نظر،

۱-۴-۱. استفاده بهینه از وقت اساتید و عدم تشویق در ایجاد درس تکراری در مقطع کارشناسی مدنظر قرار گرفته است. تأکید بر امکان ارائه درس متنوع و تخصصی در مقاطع تحصیلات تکمیلی مشترک با دوره کارشناسی و تأکید بر لزوم ایجاد زمان لازم برای اساتید به جهت به روز ماندن و پرداختن به پژوهش و فعالیت در مقاطع تحصیلات تکمیلی مورد توجه قرار داشته است.

۱-۴-۲. تضمین تشکیل آسان و بدون مشکل کلاسها در سطح دانشگاه و عدم تشویق ارائه مکرر یا موازی کلاسها مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۴-۳. تشکیل کلاسها با تنوع دانشجویی (در حد امکان) به جهت آشنایی بیشتر دانشجویان با رشته های مجاور و مشابه و اغناء بیشتر کلاسها در مقطع کارشناسی و تمرکززدایی علمی مدنظر قرار گرفته است.

## فصل ۲

### تعاریف واژگان و ساختار برنامه

در این فصل ابتدا به بررسی پیامدهای اصول مطروحه در فصل ۱ پرداخته و سپس ساختار کلی برنامه را بر مبنای موارد مذکور ارائه خواهیم کرد.

#### ۱-۲. برخی از پیامدهای اصول حاکم

برخی پیامدهای این اصول عبارتند از:

۱-۱-۲. چارچوب برنامه باید دارای یک ساختار کلی از پیش تعیین شده که در آن فقط حداقل های لازم تثبیت شده باشند، باشد و تعیین مابقی جزئیات باید در اختیار مجری قرار گیرد.

۲-۱-۲. برنامه باید دارای یک ساختار بلوک-بلوک با روند سلسله مراتبی «کلی به جزئی» باشد به این معنا که دروس بالاتر بین رشته های متعدد مشترک بوده و به تدریج با نزول در سلسله مراتب دروس خاص تر مطرح می شوند.

۳-۱-۲. هر بلوک از برنامه باید با اهداف مشخص تنظیم شده و بر مبنای این اهداف سیاستگذاری و تکمیل شود (چه از لحاظ تعداد واحد و چه از لحاظ محتوی دروس).

۴-۱-۲. دروس اجباری در برنامه فقط در حد ضرورت و فقط به جهت تضمین حداقل های آموزشی ظاهر می شوند و مابقی دروس باید در یک قالب انعطاف پذیر با اهداف مشخص ارائه شوند.

۵-۱-۲. برنامه باید شامل یک «هسته» مشخص که تضمین کننده حداقل های لازم در هر رشته است باشد.

۶-۱-۲. برنامه باید دارای یک بخش با حجم مناسبی مرتبط با دروس اختیاری/کهاد باشد.



## ۲-۲. تعاریف واژگان

در این بخش به تعریف واژگان مورد استفاده در این برنامه می پردازیم.

### ۲-۲-۱. برنامه

به برنامه ارائه شده در این مجموعه و جزئیات محتوی و مقررات مربوطه اشاره دارد، که در سطح وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جهت اجرا در کلیه دانشگاهها مصوب می شود. (این مفهوم با برنامه درسی که نهایتاً در هر یک از دانشگاهها اجرا خواهد شد متفاوت است.)

### ۲-۲-۲. مجموعه آموزشی

عبارت از مجموعه ای از رشته های مختلف است که دارای جنبه های مشترک علمی-آموزشی هستند و اساساً در برنامه درسی آنها وجود دروس مشترک امکانپذیر است. (مانند مجموعه های آموزشی علوم ریاضی، فنی و مهندسی، پزشکی و...)

### ۲-۲-۳. ضوابط «در اختیار دانشگاه»

ضوابطی در برنامه درسی هستند که توسط مرجع ذی صلاح در دانشگاه تثبیت شده و پس از آن رعایت آنها در زیر مجموعه های مربوطه (نظیر دانشکده-گروه-دانشجو) الزامی است. اختیار تعیین این ضوابط می تواند به زیر مجموعه های مربوطه با رعایت سلسله مراتب تفویض شود، مگر عبارت «فقط در اختیار دانشگاه» به کار رفته باشد. (مثال: نظیر معافیت دروس و...)

### ۲-۲-۴. ضوابط «در اختیار دانشکده»

مشابه ۲-۲-۳ ولی در رابطه با «دانشکده» تعریف می شود.

### ۲-۲-۵. ضوابط «در اختیار گروه»

مشابه ۲-۲-۳ ولی در رابطه با «گروه» تعریف می شود. چنانچه در دانشکده ای گروه وجود نداشته باشد تصمیم گیری در مورد اختیارات مربوطه به عهده دانشکده خواهد بود.

۲-۲-۶. ضوابط «در/اختیار دانشجو»

ضوابطی در برنامه درسی هستند که اساساً در چارچوب سایر مقررات بدون محدودیت ویژه و در اختیار دانشجو هستند. (هدایت استاد راهنما از اهمیت ویژه ای برخوردار است).

۲-۲-۷. درس «الزامی»

درسی است که با سرفصل معین در برنامه مشخص شده و اخذ آن با رعایت سایر مقررات برنامه توسط دانشجو الزامی است.

۲-۲-۸. درس «انتخابی»

درسی است که اخذ آن با رعایت سایر مقررات برنامه از بین جدولی از دروس که چارچوب آن توسط برنامه مشخص شده است، الزامی است.

۲-۲-۹. درس «اختیاری»

درسی است که اخذ آن با رعایت سایر مقررات «در/اختیار دانشجو» است.

۲-۲-۱۰. دروس «کهاد»

دروسی هستند که در قالب یک بسته آموزشی در یک رشته خاص مشخص می شوند و در صورت اخذ دروس آن بسته توسط دانشجو، دانشجو می تواند مطابق آیین نامه مهاد-کهاد (بخش ۶-۲) در رشته خود با کهاد مربوطه فارغ التحصیل شود.

۲-۲-۱۱. درس «با امکان معافیت»

درسی است که در چارچوب مقررات دانشگاه می تواند با آزمون یا ضوابط تعیین شده توسط دانشگاه بدون شرکت در کلاس درس گذرانده محسوب شود.

۲-۲-۱۲. درس «پیشنیاز»

درسی است که اخذ و قبولی در آن قبل از درس دیگری الزامی باشد.

۲-۲-۱۳. درس «همنیاز»

درسی است که اخذ آن همزمان با یا قبل از درس دیگری صورت می پذیرد.

۲-۲-۱۴. درس «پایه»

درسی است که در برنامه به دلیل آماده نمودن دانشجو به منظور گذراندن دروس اصلی و تخصصی رشته و یا به علت افزایش اطلاعات و تقویت بنیه علمی و عملی او و همچنین درک بهتر سایر دروس ارائه می شود.

۲-۲-۱۵. «گروه»

کوچکترین واحد آموزشی است که برنامه را در یک رشته اجرا خواهد کرد. چنانچه در ساختار دانشگاه «گروه» موجود نباشد، کلیه وظایف و اختیارات به دانشکده منتقل می شود.

### ۲-۳. ساختار برنامه

● با توجه به اصول طرح شده در فصل ۱ و پیامدهای این اصول، ساختار کلی برنامه در قالب جدول ۱ شامل بخش های زیر ارائه می شود.

۲۰ واحد	-	دروس عمومی
۲۴ واحد	-	دروس مشترک پایه
۶۰ تا ۶۲ واحد (۲ واحد «در اختیار دانشجو»)	-	دروس هسته
۳۰ واحد (±۲ واحد «در اختیار دانشجو»)	-	دروس اختیاری/کهاد

● جمع واحدهای لازم جهت فراغت از تحصیل نباید کمتر از ۱۳۲ واحد باشد.

● دانشجو می تواند تا ۱۴۰ واحد درسی را در قالب این برنامه اخذ نماید. اخذ واحدهای بیشتر از سقف ۱۴۰ واحد «فقط در اختیار دانشگاه» است.

جدول ۱: شمای کلی برنامه دوره کارشناسی علوم ریاضی

۲۰ واحد	<b>دروس عمومی</b>		
۲۴ واحد	<b>مشترک پایه</b>		
	الزامی - مشترک در اختیار دانشگاه		
	جدول ۲	۱۱ تا ۱۹ واحد	
	در اختیار گروه		
		۵ تا ۱۳ واحد	
۶۰ تا ۶۲ واحد	<b>هسته</b>		
	الزامی - مشترک		
	جدول ۳	۱۵ واحد	
	الزامی - انتخابی		
	ریاضیات و کاربردها	آمار و کاربردها	علوم کامپیوتر
	جدول ۴ و ۷	جدول ۵ و ۸	جدول ۶ و ۹
۳۰±۲ واحد	<b>اختیاری/کهاد</b>		
	جدول ۱۰		
حداقل ۱۳۲ واحد	<b>جمع واحدها</b>		

اهداف هر یک از بخش های برنامه به شرح زیر است:

۱-۳-۲. دروس عمومی

این دروس در چارچوب آئین نامه های مصوب وزارت علوم تحقیقات و فناوری تعیین می شوند.

۲-۳-۲. دروس مشترک پایه

این بخش از برنامه شامل ۲۴ واحد درسی است که به جهت تضمین حداقل های لازم در دروس پایه پیش بینی شده است. دروس این بخش به دو دسته «الزامی-مشترک» که می تواند از ۱۱ تا ۱۹ واحد به تشخیص دانشگاه متغیر باشد و بخش دیگری شامل ۵ تا ۱۳ واحد که «در اختیار گروه» است، تقسیم می شود.

دروس الزامی-مشترک مطابق جدول (۲) مشخص شده و دروس «در اختیار گروه» در این بخش به جهت تنظیم برنامه در راستای اهداف کلان گروه و با در نظر گرفتن طیف دانشجویان در گیر توسط گروه نهایی شده و سپس به دانشجویان جهت اجرا ابلاغ می شود.

تنظیم این بخش از برنامه توسط دانشگاه و گروه با توجه به طیف دانشجویان ورودی و اهداف عالی دانشگاه و گروه از اهمیت خاصی برخوردار است. جهت برخی نکات مهم در این مورد به بخش ۳-۱ در این مجموعه مراجعه نمایید.

۲-۳-۳. دروس هسته

دروس این بخش از برنامه به جهت تضمین حداقل های لازم از محتوی تخصصی در هر یک از رشته های موجود در برنامه تنظیم شده و شامل بخش های زیر است :

- الزامی - مشترک ۱۵ واحد

- الزامی رشته ۲۱ تا ۳۰ واحد

- انتخابی رشته ۱۵ تا ۲۶ واحد

● هدف از ارائه دروس الزامی-مشترک تضمین جامعیت علمی در مجموعه آموزشی علوم ریاضی و تضمین حداقل های لازم در مبانی آن است.

● هدف از ارائه دروس الزامی رشته تضمین حداقل های لازم در کسب معلومات تخصصی پایه در هر رشته است.

● هدف از ارائه دروس انتخابی تضمین دانش تخصصی لازم برای هر دانشجو در حداقل یک زیرشاخه از رشته مورد نظر است. بدیهی است دانشجو می تواند در چارچوب مقررات برنامه در بخشهای بعدی دروس بیشتری را در رشته خود یا رشته های دیگر اخذ نماید. به جهت برخی نکات مهم در این رابطه به بخش های ۳-۳ و ۴-۵ در این مجموعه مراجعه نمایید.

۲-۳-۴. دروس اختیاری/کهاد

این بخش از برنامه شامل  $2 \pm 30$  واحد درسی مطابق جدول (۷) است که  $2 \pm$  واحد آن «فقط در اختیار دانشجوی» است. هدف از این بخش ایجاد انعطاف پذیری لازم در برنامه جهت تنظیم آن توسط گروه و دانشجو با توجه به علایق دانشجو و اهداف گروه مربوطه است.

بالاخص این بخش در راستای ایجاد انعطاف پذیری لازم در برنامه و همچنین تضمین برخی جنبه های کاربردی و آمادگی برای حضور در جامعه و بازار کار نیز طراحی شده است. برای ضوابط و امکانات مختلف این بخش به ۲-۳ و ۴-۵ در این مجموعه مراجعه نمایید.

۲-۴. برخی ضوابط کلی حاکم بر برنامه

۲-۴-۱. تغییر دروس «الزامی»، «انتخابی» و «اختیاری» به یکدیگر بغیر از مواردی که در برنامه پیش بینی شده است به هیچ وجه مجاز نیست.

۲-۴-۲. تخصیص «استاد راهنما» به هر دانشجو با تشخیص گروه جهت اجرای بهینه برنامه و ارائه مشاوره و راهنمایی های لازم در طول تحصیل دانشجو الزامی است.

۲-۴-۳. اعلام عمومی سرفصل دروس الزامی توسط گروه به نحوی که به صورت شفاف به اطلاع کلیه دانشجویان ذی ربط رسانیده شود، الزامی است.

۲-۴-۴. تعریف دروس انتخابی و اختیاری و تغییر سرفصل دروس این برنامه در چارچوب «آئین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاهها مصوب شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۷۹/۲/۱۰ شماره ۱۰۸۹/و و ضمیمه آن به شماره ۲/۱۷۷۸۱ مورخ ۸۵/۱۲/۱» امکانپذیر است، هر چند این تغییرات نباید با اهداف برنامه متضاد باشد. بالاخص دروس الزامی که در بیش از یک رشته ارائه می شوند لازم است که با یک سرفصل طراحی و ارائه شوند و همچنین محتوی سرفصل دروس الزامی نباید از آنچه پیش بینی شده است کمتر باشد.

۲-۴-۵. دانشگاه هایی که دارای هیات ممیزه هستند موظفند مطابق مقررات این برنامه و مقررات جاری دانشگاه بخش هایی از برنامه را که باید با توجه به اختیارات دانشگاه، دانشکده و گروه تعیین گردند، نهایی و پس از اعلام کل برنامه و مقررات مربوطه به دانشجویان نسبت به اجرای آن اقدام نمایند. بالاخص تعیین و اعلام عمومی جداول و سرفصل های دروس انتخابی مشترک پایه، دروس انتخابی هسته و دروس اختیاری و کهاد های موجود الزامی است.

دانشگاههایی که دارای هیات ممیزه نیستند می توانند در چارچوب مقررات این برنامه به فعالیت خود ادامه دهند، هرچند هجده واحد از بخش اول جدول ۱۰ (اختیاری / کهاد) در این دانشگاه ها باید از دروس جداول ۱۱، ۱۲ و ۱۳ اختیار شوند. همچنین این دانشگاه ها می توانند مطابق آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه ها، برنامه یکی از دانشگاه های دارای هیات ممیزه را انتخاب و آنرا اجرا نمایند. در این صورت دانشگاه مجری موظف است کل برنامه دانشگاه مادر را به صورت یکجا انتخاب و اجرا نماید و ترکیب برنامه های مختلف از چند دانشگاه و یا انتخاب بخشهایی از برنامه های دانشگاه های دارای هیات ممیزه برای اجرا در دانشگاه های بدون هیات ممیزه به هیچ وجه مجاز نیست.

لذا توصیه می شود که دانشگاه های دارای هیات ممیزه پس از تثبیت برنامه خود جهت اجرا در دانشگاه و تکمیل مقررات جداول مقررات مربوطه برنامه خود را جهت اطلاع رسانی عمومی در سطح کشور در اختیار وزارت علوم و فناوری قرار دهند تا بتواند در صورت تمایل مورد استفاده دانشگاه های دیگر در کشور قرار گیرد.

## فصل ۳

### برنامه مقطع کارشناسی علوم ریاضی

#### ۳-۱. دروس مشترک پایه

۳-۱-۱. دروس الزامی - مشترک این بخش از برنامه به شرح زیر هستند.

#### جدول ۲: دروس الزامی - مشترک (پایه)

پیشنیاز/همنیاز	واحد	درس
—	۸ تا ۱۲ واحد (در اختیار دانشگاه)	ریاضیات عمومی
پس از: اولین درس ریاضیات عمومی	۳ تا ۴ واحد (در اختیار دانشگاه)	معادلات دیفرانسیل
—	۳ واحد (باامکان معافیت)	مبانی کامپیوتر و برنامه سازی

۳-۱-۲. مابقی دروس تا سقف ۲۴ واحد «در اختیار گروه» بوده و می تواند با توجه به اهداف گروه در دانشگاه تنظیم شود. گروه می تواند برخی یا تمام دروس باقیمانده را تثبیت نموده و می تواند اخذ تعدادی از واحدها را به صورت انتخابی در اختیار دانشجو قرار دهد. به هر حال درج هر گونه درس تخصصی مجموعه آموزشی علوم ریاضی در جدول انتخابی واحدهای باقیمانده به هیچ وجه مجاز نیست. برخی دروس پایه پیشنهادی در این راستا عبارتند از:



فیزیک عمومی	مبانی جمعیت شناسی
شیمی عمومی	مبانی جامعه شناسی
زیست شناسی عمومی	مبانی کارآفرینی
اقتصاد مهندسی	و غیره .....
مبانی اقتصاد	

### ۲-۳. هسته برنامه

دروس هسته به جهت تضمین حداقل های آموزشی در هر یک از رشته های علوم ریاضی تنظیم شده است. این بخش از برنامه شامل «دروس الزامی - مشترک» برای هر سه رشته ریاضیات و کاربردها، آمار و کاربردها و علوم کامپیوتر و در هر یک از رشته ها شامل دروس الزامی و دروس انتخابی است.

● دروس «الزامی - مشترک» مطابق جدول (۳) به جهت تضمین دانش و معلومات تخصصی لازم پایه در سطح کلان مجموعه آموزشی علوم ریاضی است. سرفصل این دروس دقیقاً با این هدف تنظیم شده و لازم است که به صورت شفاف به اطلاع دانشجویان رسانیده شود. این سرفصلها در فصل ۴ این مجموعه قابل دسترسی هستند.

● به جهت تعیین دروس الزامی و انتخابی در هر رشته ابتدا دانش تخصصی هر رشته در سطح مقطع کارشناسی به زیرشاخه های در حد امکان هم خانواده تقسیم شده و دروس پایه ای هر یک از این زیر شاخه ها به عنوان دروس الزامی رشته تعیین شده اند. لذا سرفصل هر یک از این دروس الزامی با این دیدگاه و به جهت تضمین دانش پایه ای تخصصی در هر یک از زیر شاخه ها تنظیم شده اند. دروسی که در دو رشته وجود دارند مشابه و با سرفصل یکسان هستند.

دروس الزامی هر یک از رشته های ریاضیات و کاربردها، آمار و کاربردها و علوم کامپیوتر به ترتیب در جداول (۴) تا (۶) ارائه شده اند. همانطور که مشخص است، دروس الزامی هر یک از رشته ها ۲۱ تا ۳۰ واحد و مابقی دروس انتخابی و در اختیار دانشجو هستند.

● تعیین و تصویب دروس انتخابی و سلسله مراتب آنها برای دانشگاه های با هیئت ممیزه (در چهارچوب مقررات جاری وزارت علوم تحقیقات و فناوری است) امکان پذیر است.

● در این بخش از برنامه پس از اخذ واحدهای الزامی (۳۶ تا ۴۵ واحد)، اخذ مابقی واحدهای انتخابی هسته توسط دانشجو باید در حداقل یک زیرشاخه و حداکثر سه زیرشاخه صورت پذیرد.

در این راستا پیشنهاد می شود که گروه سلسله درس های موردنظر خود را در هر زیرشاخه تعیین نماید. وضعیت بهینه برنامه با سلسله دروسی به دست می آید که از یکی از درس های الزامی رشته شروع و حداکثر تا ۴ درس دیگر ادامه یابد. توصیه می شود که دروس انتهایی این سلسله دروس، دروس کارشناسی ارشد باشند، که دانشجو فقط با مجوز گروه بتواند آنها را اخذ نماید.

همچنین تأکید می شود که از لحاظ طراحی بهینه برنامه، تعداد زیرشاخه ها حداقل انتخاب شده و برخی شاخه ها نیز ترکیب شده اند. هرچند تعریف سلسله دروس از هر یک از دروس الزامی هر زیرشاخه توسط گروه بلامانع بوده و توصیه می شود. برای برخی توضیحات دیگر در این مورد به بخش ۵-۴ مراجعه نمایید.

جدول ۳: دروس الزامی - مشترک (هسته)

پیشنیاز/همنیاز	واحد	درس
پس از: اولین درس ریاضیات عمومی	۳	مبانی علوم ریاضی
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی ماتریسها و جبر خطی
پس از: دومین درس ریاضیات عمومی	۳	مبانی آنالیز ریاضی
پس از دومین درس ریاضیات عمومی	۳	مبانی آنالیز عددی
پس از: اولین درس ریاضیات عمومی	۳	مبانی احتمال
	۱۵	جمع واحدها

**جدول ۴: دروس الزامی رشته « ریاضیات و کاربردها »**

پیشنیاز/همنیاز	واحد	درس	زیر شاخه
پس از: مبانی آنالیز ریاضی	۳	آنالیز ریاضی	آنالیز
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی ترکیبات	جبر و ترکیبات
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی جبر	
پس از: مبانی ماتریسها و جبر خطی	حداقل ۳ (در اختیار دانشجو)	بهینه سازی خطی	آنالیز عددی و بهینه سازی
پس از: مبانی ماتریسها و جبر خطی		جبر خطی عددی	
پس از: مبانی احتمال	حداقل ۳ (در اختیار دانشجو)	احتمال ۱	آمار و احتمال
پس از: احتمال ۱		روشهای آماری	
پس از: معادلات دیفرانسیل	حداقل ۳ (در اختیار دانشجو)	نظریه معادلات دیفرانسیل عادی	معادلات دیفرانسیل و سیستمهای دینامیکی
پس از: معادلات دیفرانسیل و آنالیز ریاضی		معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی	
پس از: مبانی آنالیز ریاضی		مبانی سیستمهای دینامیکی	
پس از: مبانی علوم ریاضی	حداقل ۳ (در اختیار دانشجو)	توپولوژی عمومی	توپولوژی، هندسه و منطق
پس از: مبانی علوم ریاضی		مبانی هندسه	
پس از: مبانی علوم ریاضی		مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	
	۳۰	جمع واحدها	

- هر یک از دروس زیر شاخه های «آمار و احتمال»، «معادلات دیفرانسیل و سیستم های دینامیکی» و «توپولوژی، هندسه و منطق» ۳ واحدی هستند و اخذ حداقل ۳ واحد در هر یک از این شاخه ها الزامی است. بدیهی است اخذ دروس دیگر در قالب دروس انتخابی توسط دانشجو امکان پذیر است.
- اخذ حداقل ۳۰ واحد از جدول فوق الزامی است.

جدول ۵: دروس الزامی رشته « آمار و کاربردها »

پیشنیاز/همنیاز	واحد	درس	زیر شاخه
پس از: مبانی احتمال و اولین درس ریاضی عمومی	۳	احتمال ۱	احتمال و کاربردها
پس از: احتمال ۲	۳	فرآیندهای تصادفی ۱	
پس از: احتمال ۲	۳	آمار ریاضی (برآوردیابی)	آمار ریاضی
پس از: آمار ریاضی (برآوردیابی)	۳	آمار ریاضی (آزمون فرض)	
پس از: احتمال ۱	۳	روشهای آماری	روش ها
پس از: آمار ریاضی (برآوردیابی)	۳	نمونه گیری ۱	
پس از: آمار ریاضی (برآوردیابی)	۳	روشهای ناپارامتری	
پس از: آمار ریاضی (برآوردیابی) و مبانی جبر خطی	۳	رگرسیون ۱	فنون
پس از: رگرسیون ۱	۳	طرح آزمایشهای ۱	
پس از: فرآیندهای تصادفی ۱	۳	سری های زمانی ۱	
	۳۰	جمع واحدها	

جدول ۶: دروس الزامی رشته « علوم کامپیوتر »

پیشنیاز/همنیاز	واحد	درس	زیر شاخه
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی جبر	مبانی در ریاضیات
هم زمان با: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی ترکیبیات	
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	
پس از: مبانی علوم ریاضی	۳	مبانی نظریه محاسبه	نظریه محاسبه
پس از: مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	۳	برنامه سازی پیشرفته	مبانی نرم افزار
هم زمان با: برنامه سازی پیشرفته	۴	ساختمان داده ها و الگوریتمها	
پس از: ساختمان داده ها و الگوریتمها	۴	اصول سیستمهای عامل	
پس از: مبانی آنالیز عددی	۳	جبر خطی عددی	محاسبات علمی
هم زمان با: برنامه سازی پیشرفته	۴	اصول سیستمهای کامپیوتری	مبانی سخت افزار
	۳۰	جمع واحدها	

جدول ۷: دروس انتخابی رشته « ریاضیات و کاربردها »

پیشنیاز	واحد	درس
مبانی جبر	۳	جبر
مبانی علوم ریاضی	۳	نظریه مقدماتی اعداد
مبانی آنالیز عددی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی	۳	حل عددی معادلات دیفرانسیل
مبانی آنالیز ریاضی	۳	توابع مختلط
مبانی جبر و مبانی ماتریسها و جبر خطی	۳	هندسه جبری مقدماتی
مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	۳	برنامه سازی پیشرفته
مبانی آنالیز ریاضی	۳	نظریه اندازه و کاربردها
اجازه گروه	۳	مباحثی در ریاضیات و کاربردها

\*انتخاب هر یک از دروس اخذ نشده از مجموعه دروس الزامی جدول ۴ به عنوان درس انتخابی مجاز است.

جدول ۸: دروس انتخابی رشته « آمار و کاربرد ها »

پیشنیاز	واحد	درس
احتمال ۱	۳	احتمال ۲
روش های نمونه گیری ۱	۳	روش های نمونه گیری ۲
طرح آزمایش های ۱	۳	طرح آزمایش های ۲
آمار ریاضی	۳	روش های چند متغیره پیوسته ۱
روش های نمونه گیری ۲	۳	کنترل کیفیت آماری
اجازه گروه	۳	محاسبات آماری
اجازه گروه	۳	* پروژه
اجازه گروه	۲	* کارآموزی
اجازه گروه	۳	مباحثی در آمار و کاربرد ها

\* دانشجو تنها می تواند یکی از دروس پروژه یا کارآموزی را به عنوان درس انتخابی اختیار نماید.



جدول ۹: دروس انتخابی رشته « علوم کامپیوتر »

پیشنیاز	واحد	درس
مبانی ماتریسها و جبر خطی	۳	بهینه سازی خطی
مبانی آنالیز عددی	۳	آنالیز عددی
مبانی آنالیز عددی	۳	بهینه سازی غیر خطی
مبانی نظریه محاسبه و مبانی ترکیبیات	۳	طراحی و تحلیل الگوریتم ها
مبانی نظریه محاسبه	۳	نظریه محاسبه
مبانی نظریه محاسبه	۳	کامپایلر
ساختمان داده ها و الگوریتم ها	۳	پایگاه داده ها
اجازه گروه	۳	مباحثی در علوم کامپیوتر

۳-۳. دروس اختیاری/کهاد

جدول ۱۰: اختیاری/کهاد

واحد	
حداقل ۱۸	از دروس هسته یک یا حداکثر دو رشته متفاوت موجود در دانشگاه
حداقل ۶	الزاماً خارج از رشته تحصیلی دانشجو
حداکثر ۶	اختیاری
$30 \pm 2$	جمع واحدها

این بخش باتوجه به ضوابط زیربخش های سه گانه آن به حالت چند منظوره تنظیم شده است.

- دانشجو موظف است دروس اختیاری یا کهاد موردنظر خود را با رعایت کامل بخش های سه گانه جدول اختیار نماید. در صورتی که دانشجو بخش اول (حداقل ۱۸ واحد) را از هسته حداکثر دو رشته متفاوت (به غیر از رشته خود) اختیار نماید، تأیید گروه مجری و رعایت مقررات دانشگاه جهت انتخاب این دو رشته و دروس مربوطه الزامی است. همچنین تأیید استاد راهنما در انتخاب مابقی دروس و رعایت مقررات برنامه، پیشنهادها، مقررات گروه های دیگر (در صورت اختیار درس خارج از گروه مجری) و سایر مقررات دانشگاه الزامی است.
- زیر بخش اول به جهت تضمین وجود دانش تخصصی در حداقل یک رشته که می تواند رشته تحصیلی دانشجو یا رشته دیگری باشد تنظیم شده است. لذا در عین وجود انعطاف پذیری، دانشجو حسب شرایط خود می تواند حداقل ۱۸ واحد این زیر بخش را از دروس رشته خود، یا هسته حداکثر دو رشته دیگر موجود در دانشگاه انتخاب نماید.
- زیر بخش دوم به جهت تضمین آشنایی دانشجو با برخی دروس خارج از رشته تحصیلی او است. بدیهی است دانشجو می تواند این دروس را از هر رشته دیگری به غیر از رشته تحصیلی خود (حتی از رشته های دیگر مجموعه آموزشی علوم ریاضی) انتخاب نماید.

● زیر بخش سوم به جهت ایجاد انعطاف پذیری لازم در حداکثر ۶ واحد درسی که کاملاً در اختیار دانشجو بوده و می تواند با مشورت استاد راهنما اخذ شود، طراحی شده است. برخی نکات مهم در رابطه با بخش اختیاری/کهاد از برنامه به شرح زیر هستند:

- بنا بر ضوابط برنامه، یک دانشجو نوعی، اساساً می تواند کلیه واحدهای این بخش را به جز ۶ واحد زیر بخش دوم (۶ واحد خارج از رشته تحصیلی دانشجو) از رشته تحصیلی خود انتخاب نماید.
- بنا بر ضوابط برنامه، یک دانشجوی نوعی، اساساً می تواند کلیه واحدهای بخش اختیاری/کهاد را از رشته ای به غیر از رشته تحصیلی خود انتخاب نماید. در این صورت چنانچه مجموعه دروس انتخاب شده توسط دانشجو مطابق بسته آموزشی مصوب رشته دوم (در چارچوب آئین نامه مهاد-کهاد بخش ۶-۲ این مجموعه) باشد، دانشجو می تواند با مدرک کارشناسی در رشته خود و با درج عبارت «با کهاد.....» در دانشنامه مربوطه دانش آموخته شود.
- دانشجوی نوعی که نمی تواند تصمیم گیری نهایی در مورد رشته تحصیلی خود داشته باشد، هنوز می تواند در چارچوب ضوابط این بخش دروس خود را اخذ نماید. بدیهی است در این صورت دانشجو اختیار دارد تا در حداکثر دو رشته دیگر (داخل یا خارج مجموعه آموزشی علوم ریاضی) درس اخذ نموده و با مبانی تخصصی این رشته ها آشنا شود. قطعاً چنین دانشجویی با دروس اخذ شده آمادگی نسبی جهت ادامه تحصیل در یکی از این رشته ها را (در صورت تمایل و جدیت لازم) به دست خواهد آورد.

### ۳-۱-۳. چند مثال در چگونگی امکان انتخاب دروس در جدول اختیاری/کهاد

گروه مجری می تواند کهدهای خاص خود نظیر «کهد ریاضی محض»، «کهد ریاضیات کاربردی»، «کهد ریاضیات صنعتی» یا «کهد ریاضی ویژه دانشجویان استعداد درخشان» یا نظایر اینها را با توجه به سیاست های کلان خود و در چارچوب مقررات دانشگاه تصویب و اجرا نماید. در ادامه به چگونگی اخذ واحدها توسط چند دانشجوی نوعی اشاره می کنیم.

#### ● رشته ریاضیات و کاربردها با علاقه خاص به رشته ریاضی

۱۸ واحد بخش اول را کماکان از رشته ریاضیات و کاربردها اخذ و دروس اختیاری خود را نیز (۶ واحد) از همین رشته (احتمالاً از دروس پیشرفته) اخذ می نماید. این دانشجو می تواند ۶ واحد خارج از رشته خود را از دروس رشته های آمار و کاربردها و یا علوم کامپیوتر یا هر رشته دیگر اخذ کند.

● رشته ریاضیات و کاربردها با علاقه به زمینه تخصصی ریاضیات کاربردی

دانشجو بسته مصوب کهد ریاضیات کاربردی در گروه مجری (۳۰ تا ۴۰ واحدی) را از جدول اختیاری/کهد اخذ می نماید. این دانشجو در صورت تمایل و ارائه درخواست و دارا بودن شرایط می تواند در رشته ریاضیات و کاربردها با کهد ریاضیات کاربردی فارغ التحصیل شود.

● رشته ریاضیات و کاربردها ولی بدون علاقه زیاد به ریاضی و علاقه به اقتصاد

کل ۳۰ واحد بخش اختیاری را از دانشکده اقتصاد اخذ می نماید ولی به دلیل عدم اطمینان (یا به هر دلیل دیگر) در رشته ریاضیات و کاربردها فارغ التحصیل می شود.

● رشته علوم کامپیوتر ولی بدون علاقه زیاد به علوم کامپیوتر و علاقه به اقتصاد

دانشجو بسته مصوب کهد اقتصاد (۳۰ تا ۴۰ واحدی) را از جدول اختیاری/کهد اخذ می نماید و نظر به ارائه درخواست، موافقت دانشکده اقتصاد و دارا بودن شرایط، در رشته علوم کامپیوتر با کهد اقتصاد فارغ التحصیل می شود.

● رشته آمار و کاربردها با علاقه به آمار و اقتصاد

دانشجو ۹ واحد از بخش اول و ۶ واحد اختیاری خود را از رشته آمار و کاربردها ۹ واحد از بخش اول به علاوه ۶ واحد از دروس خارج رشته خود را از رشته اقتصاد اخذ می نماید و در رشته آمار و کاربردها فارغ التحصیل می شود.

### ۴-۳. جداول دروس اختیاری (مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه)

علاوه بر دروس جداول این بخش اخذ کلیه دروس الزامی و انتخابی در هر یک از سه رشته مجموعه آموزشی علوم ریاضی به عنوان درس اختیاری برای دانشجویان امکان پذیر است.

#### جدول ۱۱: دروس اختیاری/کهاد رشته « ریاضیات و کاربرد ها »\*

پیشنیاز	واحد	درس
مبانی آنالیز ریاضی	۳	هندسه دیفرانسیل موضعی
مبانی جبر و توپولوژی عمومی	۳	توپولوژی جبری مقدماتی
مبانی جبر	۳	نظریه حلقه و مدول
مبانی علوم ریاضی	۳	جبر بول و علوم کامپیوتر
جبر	۳	قضیه های سیلو و نظریه گالوا
مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	۳	منطق های غیر کلاسیک
مبانی آنالیز عددی	۳	آنالیز عددی
مبانی آنالیز عددی	۳	بهینه سازی غیر خطی
مبانی ترکیبیات	۳	ترکیبیات و کاربردها
مبانی ترکیبیات	۳	نظریه گراف و کاربردها
مبانی آنالیز عددی	۳	نرم افزارهای ریاضی
اجازه گروه	۳	تاریخ ریاضیات
اجازه گروه	۳	فلسفه علم ( ریاضیات)
اجازه گروه	۳	آموزش ریاضی
اجازه گروه	۳	زبان تخصصی
اجازه گروه	۳	پروژه کارشناسی

\* مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

جدول ۱۲: دروس اختیاری/کهاد رشته « آمار و کاربرد ها »\*

پیشنیاز	واحد	درس
رگرسیون ۱	۳	روش های چند متغیره گسسته
فرایند های تصادفی ۱	۳	آشنایی با نظریه صف
آمار ریاضی	۳	آشنایی با رکورد ها
فرایند های تصادفی ۱ و آنالیز ریاضی	۳	حسابان تصادفی مقدماتی
فرایند های تصادفی ۱	۳	آشنایی با نظریه اطلاع
آمار ریاضی	۳	آمار بیزی
آمار ریاضی	۳	استنباط شواهدی
آمار ریاضی	۳	آشنایی با نظریه تصمیم
آمار ریاضی	۳	آشنایی با نظریه قابلیت اطمینان
آمار ریاضی	۳	روش های دنباله ای
رگرسیون ۱ و محاسبات آماری	۳	روش های تحلیل داده های بقا
مبانی ماتریس ها و جبر خطی	۳	بهینه سازی خطی
مبانی آنالیز عددی	۳	بهینه سازی غیر خطی
رگرسیون ۱	۳	شبه سازی
رگرسیون ۱	۳	رگرسیون ۲
روش های نمونه گیری ۲	۳	آشنایی با آمار رسمی
اجازه گروه	۳	داده کاوی
رگرسیون ۱ و بهینه سازی خطی	۳	آشنایی با احتمال و آمار فازی
سریهای زمانی ۱	۳	سریهای زمانی ۲
روش های چند متغیره پیوسته ۱	۳	روش های چند متغیره پیوسته ۲

\* مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

جدول ۱۳: دروس اختیاری/کهاد رشته « علوم کامپیوتر »\*

پیشنیاز	واحد	درس
مبانی ترکیبیات و مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	۳	منطق
مبانی ترکیبیات	۳	مدارهای منطقی
ترکیبیات و کاربردها	۳	نظریه کد گذاری
بهینه سازی خطی و مبانی ترکیبیات	۳	بهینه سازی ترکیبیاتی
مبانی آنالیز عددی	۳	آنالیز عددی
مبانی آنالیز عددی	۳	نرم افزار ریاضی
طراحی و تحلیل الگوریتم ها	۳	بهینه سازی پویا
ساختمان داده ها و الگوریتمها	۳	زبانهای برنامه سازی
ساختمان داده ها و الگوریتمها و احتمال ۱	۳	شبیه سازی کامپیوتری
جبر خطی عددی و برنامه سازی پیشرفته	۳	طراحی هندسی کامپیوتری
اصول سیستمهای کامپیوتری	۳	شبکه های کامپیوتری
ساختمان داده ها و الگوریتمها	۳	گرافیک کامپیوتری
ساختمان داده ها و الگوریتمها و احتمال ۱	۳	هوش مصنوعی
ساختمان داده ها و الگوریتمها	۳	اصول طراحی نرم افزار
اصول سیستمهای کامپیوتری	۳	ریز پردازنده ۱
اجازه گروه	۳	پروژه کارشناسی علوم کامپیوتر

\* مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه





# فصل ۴

## سرفصل دروس

۱-۴

سرفصل

دروس الزامی - مشترک

### ریاضیات عمومی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
مطابق جدول ۲	ندارد	۲	حداقل ۳۴

### سرفصل درس:

مختصات دکارتی، مختصات قطبی، اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه، نمایش اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه، نمایش هندسی اعداد مختلط، تابع، جبر توابع، حد و قضایای مربوط، حدینهایت و حد در بینهایت، حد چپ و راست، پیوستگی، مشتق، دستوره‌های مشتق گیری، تابع معکوس و مشتق آن، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آنها، قضیه رل، قضیه میانگین، بسط تیلر، کاربردهای هندسی و فیزیک مشتق، خمها، سرعت و شتاب در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه های معادلات، تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه قطعه پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، تابع اولیه، روشهای تقریبی برآورد انتگرال، کاربرد انتگرال در محاسبه مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کار و ... (در مختصات دکارتی و قطبی) لگاریتم و تابع نهائی و مشتق آنها، تابعهای هذلولوی، روشهای انتگرال گیری مانند تعویض متغیر و جزء به جزء و تجزیه کسرها، دنباله و سری بعنوان تابع، سری عددی و قضایای همگرایی سری توان و قضیه تیلر با باقیمانده و بدون باقیمانده.

معادلات پارامتری، مختصات فضائی، بردار در فضا، ضرب عددی، ماتریس های  $3 \times 3$ ، دستگاه معادلات خطی سه مجهولی، عملیات روی سطرها، معکوس ماتریس، حل دستگاه معادلات، استقلال خطی، پایه در  $R^2$  و  $R^3$ ، تبدیل خطی و ماتریس آن، دترمینان  $3 \times 3$ ، مقدار دو بردار ویژه، ضرب برداری، معادلات خط و صفحه، رویه درجه دو، تابع برداری و مشتق آن، سرعت و شتاب، خمیدگی و بردارهای قائم بر منحنی، تابع چندمتغیری، مشتق سوئی و جزئی، صفحه مماس و خط قائم، گردایان، قاعده زنجیری برای مشتق جزئی، دیفرانسیل کامل، انتگرالهای دو گانه و سه گانه و کاربردهای آنها در مسائل

هندسی و فیزیکی، تعویض ترتیب انتگرال گیری (بدون اثبات دقیق)، مختصات استوانه ای و کروی، میدان برداری، انتگرال منحنی الخط، انتگرال رویه ای، دیورژانس، چرخه، لاپلاسین، پتانسیل، قضایای گرین و دیورژانس و استکس.

### معادلات دیفرانسیل

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
مطابق جدول ۲	پس از اولین درس ریاضیات عمومی	۲	حداقل ۲۵

### سرفصل و ریز مواد:

مقدمه ای بر معادلات دیفرانسیل: نکات کلی در مورد جواب های معادلات دیفرانسیل، دسته بندی معادلات دیفرانسیل، قضیه ی وجود و یکتایی جواب (۱/۵ ساعت).

معادلات مرتبه ی اول: معادلات جدایی پذیر، معادلات همگن، معادلات قابل تبدیل به معادلات همگن معادلات کامل، فاکتورهای انتگرال، (تابعی بر حسب  $X^{\alpha}Y^{\beta}, Y, X$  و کلی  $\mu(Z)$  که  $Z$  معلوم) معادلات خطی مرتبه اول - معادلات غیر خطی مهم (برنولی، لاگرانژ و...) دسته های منحنی، مسیر های قائم - مدل سازی معادلات مرتبه اول (۱۰/۵ ساعت).

معادلات مرتبه ی دوم: کاهش مرتبه - مفاهیم مقدماتی لازم معادلات خطی - معرفی جواب عمومی معادله خطی همگن و غیر همگن - استفاده از یک جواب معلوم برای یافتن جوابی دیگر - معادلات خطی همگن با ضرایب ثابت (مرتبه ی دوم و بالاتر) - معادلات خطی غیر همگن - روش های عملگری معادلات با ضرایب غیر ثابت (معادلات کوشی - اویلر ...) نظریه ی مقدماتی معادلات با شرایط مرزی (مقادیر و توابع ویژه و...) (۱۲ ساعت).

جواب های سری توانی و توابع خاص: مروری بر سری های توانی - جواب ها حول نقاط عادی، معادله ی لژاندر، چند جمله ای های لژاندر، خواص چند جمله ای های لژاندر - جواب ها حول نقاط غیر عادی (روش فروبنیوس) - معادله ی بسل، تابع گاما خواص تابع بسل. (۹ ساعت)

تبدیل لاپلاس و کاربردهای آن: مقدمه (نکاتی در مورد نظریه لاپلاس) قضیه ی وجودی، تبدیل لاپلاس، مشتق و انتگرال - قضایای انتقال و معرفی توابع پله ای واحد و تابع دلتای دیراک - موارد استعمال در معادلات دیفرانسیل، مشتق و انتگرال تبدیل لاپلاس - معرفی پیچش (کانولوشن) - معرفی معادلات انتگرالی - حل دستگاه خطی با تبدیل لاپلاس (۹ ساعت).

دستگاه های معادلات خطی: معرفی دستگاه های خطی، حل دستگاه های خطی همگن و غیر همگن با ضرایب ثابت، روش های مقادیر و توابع ویژه (۳ ساعت)

### مبانی کامپیوتر و برنامه سازی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	با امکان معافیت	۲	حداقل ۳۴

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با مبانی برنامه سازی در کامپیوتر است. لازم است که ریز مواد درس با توجه به پیشرفت فناوری‌های مربوطه به روز شده و تغییر نماید. این درس در چارچوب مقررات دانشگاه از امکان معافیت برخوردار است.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

۱- از آنجایی که این درس وابسته به تکنولوژی روز است لازم است که استادان و دانشجویان محترم توجه داشته باشند محتوای درس و زبان تدریس شده مناسب نیاز زمانه انتخاب شود و از تدریس مطالبی که کاربرد آن‌ها به تناسب تکنولوژی زمانه منسوخ شده است جدا خودداری کنند.

۲- از آنجایی که این درس در چارچوب مقررات دانشگاه از امکان معافیت برخوردار است، و همچنین به این دلیل که این درس اولین درس و شالوده‌ی دروس مرتبط با حوزه‌ی برنامه‌نویسی است، شایسته است که در شروع فرض بر این گذاشته شود که دانشجویان از هیچ گونه دانش خاصی در زمینه‌ی برنامه‌نویسی برخوردار نیستند. افرادی که از تجربه کمی در این زمینه برخوردارند در اولین برخورد با این موضوع برای هضم مطالب ارایه شده با دشواری‌های فراوانی مواجه می‌شوند (که این موضوع برای افراد متخصص در امر برنامه‌نویسی براحتی قابل درک نیست). این به آن علت است که موضوع برنامه‌نویسی نوع کاملاً جدیدی از دانش را به آن‌ها معرفی میکند و ذهن دانشجو از قبل آمادگی پذیرش موضوعات این حوزه را ندارد. بنابراین علی‌الخصوص جلسات ابتدایی در این درس جلسات بسیار مهمی هستند و چنانچه دانشجویی در جلسات اول با احساس شکست یا ناتوانی مواجه شود بسیار پیش آمده‌است که بارذهنی این ناتوانی را تا مدت‌های طولانی بر دوش کشیده و عملاً خود را فردی ناتوان در زمینه‌ی برنامه‌نویسی فرض کند و بدین سبب هرگز موفق به کسب این مهارت نشود. بنابراین

قویاً لازم است که در جلسات اول سرعت تدریس با احتیاط کافی انتخاب شود و با ارایه‌ی تمرینات مناسب و تشکیل منظم کلاس حل تمرین به دانشجویان در راستای تسلط بر مطالب درسی کمک‌های لازم صورت گیرد. بدیهی است که پس از شکل گرفتن این نظام جدید در ذهن دانشجویان میتوان رفته‌رفته سرعت ارایه مطالب را افزایش داد.

۳- هدف اصلی این درس همانطور که از اسم آن مشخص است، یادگیری مبانی کامپیوتر و برنامه‌سازی است. بدین سبب لازم است که از ارایه‌ی مطالب پیشرفته در کلاس درس خودداری شود و بیشتر تمرکز درس روی مبانی مربوطه باشد. این مبانی فقط شامل ارایه‌ی یک زبان برنامه‌نویسی نیست، بلکه شامل مباحث عمومی مربوط به کامپیوتر (و مثلاً شبکه و اینترنت) نیز خواهد برد. همچنین با توجه به اینکه مباحث مربوط به نظریه الگوریتمها جزئی جدایی ناپذیر از برنامه‌نویسی است، ارایه‌ی عناوینی ابتدایی از این موضوعات و همچنین تفکر الگوریتمی به جهت آشنایی دانشجویان، گام مهمی جهت تعمیق دانش آنان در مراحل بعدی تحصیلی خواهد بود. به این دلیل است که توصیه می‌شود در این درس از ارایه‌ی مطالب پیشرفته مانند برنامه‌نویسی شی گرا خودداری شده و تمرکز درس بر روی مباحث پایه‌ای قرار گیرد.

۴- چون برنامه‌نویسی یک امر مهارتی است (و تنها امری نظری نیست) لازم است که به کار عملی دانش‌جویان و کلاس‌های حل تمرین توجه ویژه‌ای صورت گیرد. دانش‌جویان باید توجه شوند که برنامه‌نویسی (درست به مانند انشا نوشتن) تنها با تمرین و روبرو شدن با مسایل عملی آموخته می‌شود و فقط با حضور در کلاس هدف نهایی حاصل نمی‌گردد.

۵- تمرین‌های این درس میتوانند به صورت متنوع و جذاب انتخاب شوند. به طور مثال سایت <http://projecteuler.net> و منابع مشابه حاوی مسایل بسیار متنوع ریاضی آسان تا سخت است که از طریق برنامه‌نویسی حل شده و اکثراً مناسب محتوای این درس هستند.

۶- توصیه می‌شود که در این درس زبان Java به دانش‌جویان تدریس شود. البته سرفصل مطالب تدریس شده مستقل از زبانی است که تدریس می‌شود. زبان جاوا به علت خصوصیتی که دارد (آزاد و متن‌باز بودن، گستردگی استفاده در کارکردهای علمی و تجاری و تنوع در کتابخانه‌های نرم‌افزاری مرتبط و همچنین راحتی نسبی یادگیری) گزینه‌ی مناسبی برای تدریس در این درس میباشد. البته استاد درس با توجه به تسلطی که بر زبان خاصی دارد میتواند آن زبان را برای تدریس انتخاب کند. برای مثال ارایه زبان Python نقش بسزایی در یادگیری بهتر و سریعتر مفاهیم پایه‌ای برنامه‌نویسی داشته و ذهن دانشجویان را پیش از موعد با مفاهیم پیشرفته درگیر نمی‌کند و یا تدریس زبان C یا C++ دانشجویان را از ابتدا با نحوه‌ی عملی اجرای برنامه‌ها روی سخت‌افزار کامپیوتر آشنا کرده و به آنان دید عمیقتری از نحوه‌ی اجرای برنامه‌ها میدهد. به عنوان

جمع بندی در تدریس هر زبانی مزایا و معایبی نهفته است اما با توجه به کلیه جوانب در یک کلاس نوعی، زبان Java برای تدریس در این درس پیشنهاد می شود.

### سرفصل درس:

مبانی برنامه نویسی، مبانی نظریه الگوریتمها

### ریز مواد:

معرفی متغیرها و ثابتها، عبارات شرطی-کنترلی، انواع حلقهها، متودها و پارامترها، کار با آرایه و فایل، مفهوم زمان اجرا و حافظه مصرفی، مفهوم recursion depth، مفهوم الگوریتمهای بازگشتی.

### مراجع:

- a) T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Introduction to algorithms*, The MIT Press, 2001.
- b) P. J. Deitel and H. M. Deitel, *Java How to Program*, Prentice Hall, 2007.
- c) B. Eckel, *Thinking in Java*, MindView Inc., 2003.



### مبانی علوم ریاضی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از اولین درس ریاضیات عمومی	۳	حداقل ۲۵

#### هدف:

آشنایی با مبانی منطق، مجموعه‌ها، توابع و کسب مهارت لازم برای درک مفاهیم ریاضی، استفاده و توانایی انتقال شفاهی و کتبی آن‌ها.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس مهم و بنیادی برای کلیه رشته‌ها و گرایش‌های علوم ریاضی (محض، کاربردی، علوم کامپیوتر، آمار و...) الزامی است. این نکته در تدوین سرفصل و ریز مواد درس مدنظر قرار گرفته است و لازم است در تدریس نیز مورد توجه قرار گیرد. هدف درس در جمله‌ای کوتاه ولی وسیع بیان شده است. ولی چطور به آن دست یابیم؟ ابتدا باید توجه داشته باشیم که مطالب در سطح عمیق نظریه منطق و مجموعه‌ها ارائه نشوند (همان‌طور که دروس ریاضیات عمومی نباید در سطح دروس آنالیز ریاضی و هندسه خمینه ارائه شوند).

تجربه نشان می‌دهد که دانشجویان با وجود آگاهی ظاهری از مفاهیم و توانایی حل مسئله‌های محاسباتی، توانایی چندان خوبی برای خواندن و درک مطالب مجرد به ویژه انتقال صحیح کتبی و شفاهی، به ویژه مطالب ریاضی، را ندارند. نادیده گرفتن این مسئله عواقب نامناسبی دارد. همان‌طور که سال‌های بعدی دوره کارشناسی و حتی در دوره‌های بالاتر نشان می‌دهد، یقیناً این ضعف به خودی خود و با مرور زمان برطرف نمی‌شود، خواستن و تلاش، توانستن است.

ضمن توجه دادن به دانشجویان و مدرسان به این موضوع، شرکت فعال دانشجویان در کلاس درس و مباحثه بسیار مفید و لازم است. تکالیف هفتگی و بحث در مورد آن‌ها در کلاس‌های حل تمرین اکیدا توصیه می‌شود.

## سرفصل درس:

آشنایی با منطق گزاره‌ها و جدول ارزش و روش‌های مقدماتی اثبات (جمله‌های به صورت  $P \rightarrow Q$ ، ..... و برهان خلف (...))، مجموعه‌ها و اعمال روی آن‌ها، رابطه و تابع، مجموعه‌های شمارا و ناشمارا و اعداد اصلی.

## ریز مواد:

برای تنظیم زمان، ساعت‌های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می‌شود. در ضمن اثبات برخی از قضیه‌ها به عهده دانشجو گذاشته شود.

آشنایی مختصر با منطق و روش‌های اثبات (در مطالب بعدی درس استفاده صریح از آن‌ها تمرین شود) (۳ ساعت).  
 معرفی مجموعه‌ها، نمایش‌های آن‌ها، زیر مجموعه، مجموعه‌ای از مجموعه‌ها (به ویژه  $P(X)$ ) (۱ ساعت). اجتماع، اشتراک (به ویژه نامتناهی)، تفاضل و متمم، ویژگی‌ها و ارتباط با یکدیگر و با  $\subseteq$  (۳ ساعت). حاصلضرب، همضرب (اجتماع مجزا) (به ویژه نامتناهی)، برخی از ویژگی‌ها (۳ ساعت). رابطه، ترکیب و وارون‌ها (۱ ساعت). رابطه ترتیبی، نمودار، مجموعه‌های مرتب، عضوهای بزرگترین، کوچکترین، ماکسیمال، مینیمال، کران بالا، کران پائین، معرفی شبکه و جبر بول با مثال‌های مجرد و واقعی (۴ ساعت). ارتباط منطق، مجموعه‌ها، و جبر بول با کامپیوتر (کلیدها و مدارها) (۲ ساعت). رابطه هم‌ارزی، افزار و ارتباط آن‌ها (۲ ساعت). معرفی تابع (نگاشت)، خوش‌تعریفی، چندمتغیره، عمل  $\Pi$  تایی، دنباله‌ها (۱ ساعت). نگاره مستقیم و معکوس، تأثیر آن بر اجتماع، اشتراک و... (۲ ساعت). ترکیب توابع، ویژگی جهانی توابع تصویر از حاصلضرب و توابع شمول به همضرب (۲ ساعت). معرفی فانکتورهای حاصلضرب، همضرب، توان مجموعه (۲ ساعت). توابع یک به یک، پوشا، دوسویی، ترکیب آن‌ها، قوانین حذف، وارون‌ها و بحث وجود (۴ ساعت). یکریختی (وارون‌پذیری) و معادل بودن با دوسویی، به عنوان تمرین اثبات برخی از یکریختی‌های

$$N \neq \mathbb{R}, \cong \mathbb{Z} \cong \mathbb{Q}, P(A) \cong 2^A, A^2 \cong A \times A, A \cong A \times \{1\}$$

$$A^B \times C \cong (A^B)^C, [a, b] \cong \mathbb{R} \cong 2^N \cong P(N), A \not\cong P(A)$$

و از این قبیل (۴ ساعت). هسته توابع، قضیه اساسی توابع (یکریختی خارج قسمت بر هسته با نگاره)، قضیه تجزیه توابع، چند مثال (۲ ساعت). قضیه شرودر-برانشتاین (برای اثبات یکریختی و مجموعه) (خلاصه اثبات)، چند مثال (۲ ساعت). مجموعه

های متناهی، نامتناهی، شمارا، ناشمارا، قضیه های مربوط و مثال (۳ ساعت). اعداد اصلی، ترتیب و اعمال روی آنها (۳ ساعت). بیان اصل انتخاب و برخی از معادل های آن (به ویژه لم زورن)، مثال هایی از کاربرد آن (۲ ساعت).

مبانی ماتریس ها و جبر خطی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۳	حداقل ۲۵

### هدف:

آشنایی با ماتریس ها و فضاها برداری و کاربردهای مقدماتی آن ها در حل دستگاه های معادلات خطی و آماده سازی دانشجویان برای به کار بردن این ابزارها در دروس محض و کاربردی دیگر.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس بنیادی برای کلیه رشته ها و گرایش های علوم ریاضی الزامی است. سرفصل آن به سه موضوع اشاره دارد: ماتریس ها، فضای برداری، ارتباط و کاربردها. از این رو باید به هر دو جنبه محض و کاربردی این مفاهیم توجه کرد که نادیده گرفتن هر یک، کارایی این درس را کاهش می دهد.

البته این درس به مقدمات می پردازد، مطالب پیشرفته تر را می توان در دروس دیگر گنجاند.

### سرفصل درس:

شامل نظریه ماتریس ها و حل دستگاه های معادلات خطی، فضای برداری و ویژگی های آن، تبدیل های خطی و ماتریس ها است.

### ریز مواد:

برای تنظیم زمان، ساعت های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می شود.

**ماتریس و دستگاه معادلات (۱۸ ساعت):** معرفی دستگاه جبری ماتریس ها (۱/۵ ساعت). رتبه ماتریس و روش های تعیین آن (۳ ساعت). هم ارزی سطری و ستونی و روش تعیین آن ها (۳ ساعت). محاسبه وارون ماتریس ها (۱/۵ ساعت). حل و

بحث دستگاه‌های معادلات خطی (۳ ساعت). دترمینان، محاسبه و ویژگی‌های آن (۳ ساعت). قضیه کیلی - هامیلتون (۱/۵ ساعت). رتبه دترمینانی ماتریس‌ها (۱/۵ ساعت).

**فضای برداری (۹ ساعت):** فضای برداری و مثال‌ها (۱/۵ ساعت). زیرفضا، حاصلضرب، خارج قسمت، مجموع مستقیم (۳ ساعت). استقلال خطی (۱/۵ ساعت). پایه و بعد (۳ ساعت).

**تبدیل‌های خطی و ماتریس‌ها (۱۸ ساعت):** تعریف، مثال، ویژگی‌های مقدماتی (۱/۵ ساعت). هسته، نگاره، قضیه اساسی (خارج قسمت دامنه بر هسته یکریخت با نگاره است) (۱/۵ ساعت). فضای تبدیل‌های خطی و تابعک‌ها (۱/۵ ساعت). ماتریس تبدیل‌های خطی (۱/۵ ساعت). تغییر پایه (۱/۵ ساعت). رتبه تبدیل‌های خطی (۱/۵ ساعت). ویژه بردار و ویژه مقدار (۲ ساعت). ماتریس قطری شدن (۲ ساعت). مثلثی کردن (۲ ساعت). فضای ضرب داخلی (۳ ساعت).

### مبانی آنالیز ریاضی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از دومین درس ریاضیان عمومی	۳	حداقل ۲۵

#### هدف:

این درس با هدف آشنایی دانشجویان علوم ریاضی در کلیه رشته‌های ریاضیات و کاربردها، آمار و کاربردها و علوم کامپیوتر، با مبانی آنالیز ریاضی طراحی شده و لازم است که مقدمات نظری و کاربردهای لازم در این موضوع را جهت شرکت کلیه این دانشجویان در یک کلاس مشترک در بر داشته باشد.

#### سرفصل درس:

یادآوری ساختمان اعداد حقیقی - دنباله و سری - حد و پیوستگی - مشتق - انتگرال ریمن - دنباله و سری توابع.

#### ریز مواد:

خواص جبری اعداد حقیقی - خواص ترتیبی اعداد حقیقی - قدر مطلق - خاصیت کمال - خواص زبرینه و زیرینه - دنباله و حدودشان - قضایای حد - دنباله‌های یکنوا - زیر دنباله‌ها و قضیه بولزانو / وایر شتراس - مفاهیم ابتدایی فضای متریک مانند فشردگی و همبندی - محک کوشی - حدود توابع - قضایای حد - توابع پیوسته - ترکیب توابع پیوسته - پیوستگی یکنواخت - توابع یکنوا و توابع معکوس - مشتق توابع - قضیه مقدار میانگین - روش‌های تقریبی قضیه تیلور - انتگرال پذیری ریمن - خواص انتگرال ریمن - قضیه اساسی حسابان - انتگرال به عنوان حد - انتگرال گیری تقریبی - دنباله توابع - همگرایی نقطه‌ای و یکنواخت - تعویض حدود - همگرایی سری توابع - آزمون‌های همگرایی مطلق و یکنواخت - سری توابع - سری‌های توانی و تیلور و قضایای اساسی آنها.

مبانی آنالیز عددی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از دومین درس ریاضیات عمومی	۳	حداقل ۲۵

### هدف:

طرح و تحلیل الگوریتم های مؤثر برای حل مسائل علمی با تأکید بر شناسایی خصوصیات از قبیل حالت مسأله، پایداری، همگرایی و کارایی الگوریتم ها.

### ریز مواد:

نمایش ممیز شناور اعداد حقیقی و انواع مختلف خطاها، حالت مسأله و پایداری الگوریتم، حل دستگاه معادلات خطی (تجزیه LU و LU<sup>T</sup> برای ماتریس های معین مثبت) و تحلیل خطای محاسباتی، محور گزینی و پایداری تجزیه LU و حالت دستگاه های خطی، درونیابی (روش های نیوتن و لاگرانژ، اسپلین ها و درونیابی هموار)، مسأله نقطه ثابت و ارتباط با ریشه یابی توابع و مینیم سازی (نیوتن و شبه نیوتن)، همگرایی و نرخ همگرایی روش های تکراری نقطه ثابت، روش نیوتن برای حل دستگاه های غیر خطی و مینیم سازی توابع چندمتغیره، مشتق گیری عددی و مرتبه خطای برشی، انتگرال گیری عددی (روش های نیوتن - کوتز، وفتی، رامبرگ، گوسی و انتگرال های ناسره).

مبانی احتمال			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	۸م زمان با اولین درس ریاضیات عمومی	۳	حداقل ۲۵

### سرفصل درس و ریز مواد:

- مبانی آمار توصیفی: جمعیت، نمونه، متغیر (گسسته، پیوسته)، مقیاس های اندازه گیری (کمی و کیفی)، انواع داده ها (گسسته و پیوسته)
- جداول آماری: گروه بندی داده ها، تعریف فراوانی، فراوانی تجمعی، فراوانی نسبی، فراوانی نسبی تجمعی، نماینده گروه، تشکیل جدول فراوانی
- نمودارهای آماری: هیستوگرام، نمودار کلوچه ای، چندبر فراوانی و چندبر فراوانی انباشته، منحنی های فراوانی، فراوانی تجمعی، نمایش نمودار شاخه و برگ (تنه و شاخه)، نمایش نمودار جعبه ای.
- معیارهای مرکزی: میانگین حسابی، میانگین هنسی، میانگین وزنی، میانگین توافقی، میانگین ریشه ای، میانه، مد، چندگ ها، چارک ها، دهک ها و صدک ها.
- معیارهای پراکندگی: دامنه، دامنه میان چارکی، میانگین انحراف از میانگین، میانگین انحراف از میانه، واریانس، انحراف معیار، ضریب تغییرات.
- معیارهای ارزیابی منحنی فراوانی: تک نمایی، متقارن، چولگی، برجستگی، پخی
- آشنایی بایک نرم افزار آماری: آنالیز داده ها براساس تعیین معیارهای مرکزی و پراکندگی و رسم هیستوگرام و انواع نمودارهای فراوانی و نمودار جعبه ای.
- روشهای اساسی شمارش: قواعد شمارش، نمونه های مرتب و جایگشت ها، نمونه های نامرتب و ترکیب ها، افزایش مرتب و جایگشتهای متمایز.
- احتمال: آزمایش تصادفی (ساده و مرکب) و ... ، تعابیر متفاوت از احتمال، تابع احتمال، فضای احتمال یکنواخت (مدل احتمال کلاسیک)، پیوستگی تابع احتمال، احتمال شرطی، آزمایشهای مرکب، کاربرد احتمال شرطی و فرمول بیز، استقلال



مراجع:

- (a) بهبودیان، جواد، آمار و احتمال مقدماتی، چاپ شانزدهم، ۱۳۸۳، آستان قدس رضوی.
- (b) پارسیان، احمد، مبانی احتمال و آمار برای دانشجویان علوم و مهندسی، ویرایش دوم، چاپ دوم، ۱۳۸۸ مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
- (c) هاگ، ر.و، تنیس، ل. آ، احتمال و استنباط آماری، ترجمه نوروز ایزددوستدار - حمید پزشکی، ۱۳۸۱، انتشارات دانشگاه تهران.
- (d) راس، ش، مبانی احتمال، ترجمه احمد پارسیان - علی همدانی، ویرایش هشتم، چاپ دهم ۱۳۸۹، انتشارات شیخ بهایی.
- e) G. R. Grimmet, and D. J. A. Welsh, *Probability, An introduction*, Clarendon Press, 1986.

۱-۲-۴

سرفصل

دروس الزامی رشته

« ریاضیات و کاربردها »

### آنالیز ریاضی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی آنالیز ریاضی	۴	حداقل ۲۵

**هدف درس:** این درس با هدف آشنایی دانشجویان رشته ی «ریاضیات و کاربردها» با آنالیز ریاضی، با در نظر گرفتن مبانی نظری و حل کیفی و عددی طراحی شده است. همچنین لازم است محتوی و ریز مواد با در نظر گرفتن دروسی که می توانند در ادامه این درس موجود باشند و مشارکت اساتید مجرب از گرایش های محض و کاربردی تنظیم گردد.

#### سرفصل درس:

آشنایی با مقدمات آنالیز توابع چند متغیره، فرم های مشتق پذیر و کاربرد آنها، اندازه لبگ.

#### ریز مواد:

توابع چند متغیره و پیوستگی آنها - تبدیل خطی و خواص آنالیزی آن، مشتق تابع چند متغیره - قضیه ی رتبه، قضایای ماکزیمم و زنجیری، مشتقات جزئی، قضیه ی نگاشت معکوس، قضیه ی تابع ضمنی، تعریف انتگرال چند گانه و مکرر لبگ برای توابع چند متغیره حقیقی و مقایسه با انتگرال ریمان، قضیه های همگرایی معروف، مینیمم مقید، قضیه ی لاگرانژ، تعویض متغیر در انتگرال گیری در مورد توابع پیوسته، قضیه ی فوبینی، نگاشت های ابتدایی، افراز واحد، ترتیب انتگرال های چند گانه، فرم های مشتق پذیر و قضایای مربوط، قضیه ی عام استوکس.

### مبانی ترکیبیات

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	هم زمان با مبانی علوم ریاضی	۴ و ۶	حداقل ۲۵

#### هدف درس:

هدف اصلی این درس آشنا نمودن دانشجو با مفاهیم اصلی و پایه ای در ترکیبیات و ریاضیات گسسته است به نحوی که دانشجو در عین آشنایی با این مفاهیم با کاربردها و انگیزه های اصلی که در علم ترکیبیات وجود دارد آشنا شده و با برخی مسائل اصلی آن نیز برخورد نماید. در این راستا و با توجه به محتوی و نوع این درس، اهداف دیگری نیز می توانند در این درس پیگیری شوند که عبارتند از:

- (الف) تمرین ارائه استدلال های دقیق ریاضی و انواع مختلف آنها (نظیر: استقراء ریاضی، برهان خلف و ...)
- (ب) آشنایی با استدلال های ترکیبیاتی (نظیر: استدلال های مبتنی بر شمارش، وضعیت بحرانی، ...)
- (ج) آشنایی با ساختارهای مختلف گسسته (نظیر: مجموعه های متناهی، روابط متناهی، ماتریس ها، گرافها، مربع های لاتین و ...)
- (د) تمرین ارائه استدلال های مبتنی بر تفکر الگوریتمیک و آشنایی با الگوریتم های مختلف در حوزه ترکیبیات.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس اولین درس در شاخه ترکیبیات و ریاضیات گسسته محسوب شده و همزمان با درس "مبانی علوم ریاضی" اخذ می شود. با توجه به محتوی درس، این درس فرصت خوبی جهت آشنایی با ساختارهای مختلف گسسته و همچنین تمرین مفاهیم بنیادی ریاضیات نظیر اثبات، استدلال، تفکر ریاضی و الگوریتمیک و همچنین مدلسازی ریاضی است. لذا توصیه می شود که این درس با انگیزه آشنایی با این مفاهیم ارائه شده و در عین حال با ارائه انواع مختلف اثبات برای احکام مختلف و همچنین طرح برخی مسائل اصلی یا مهم یا باز در این حوزه همراه باشد. لازم است که این درس با تکیه بر مثال ارائه شده و از تجرید در آن پرهیز شود.

## سرفصل درس:

دوره سریع مفاهیم مجموعه، تابع، الگوریتم، منطق گزاره ها و جبر بول (هماهنگ با درس "مبانی علوم ریاضی")، شمارش، روابط بازگشتی، توابع مولد، روابط و انواع آنها، ماتریس ها و انواع مهم آنها از لحاظ ترکیباتی، گرافها و مدل های مبتنی بر آنها، مربع های لاتین، طرح ها و هندسه های متناهی.

## ریز مواد:

- دوره سریع مفاهیم مجموعه ها، توابع، الگوریتم و منطق گزاره ها و جبر بول (هماهنگ با درس "مبانی علوم ریاضی")
- شمارش شامل: مفاهیم اصلی، اصل لانه کبوتری، تبدیل ها و ترکیب ها و ضرایب دوجمله ای، اصل شمول و عدم شمول، روابط بازگشتی، توابع مولد.
- روابط و انواع آنها: روابط و نمایش آنها، روابط هم ارزی و افزارها، روابط ترتیب جزئی و ترتیب کامل، بستار یک رابطه نسبت به خواص مختلف (این بخش با هماهنگی با درس "مبانی علوم ریاضی" ارائه می شود به نحوی که تکرار صورت نپذیرد).
- ماتریس ها: ماتریس ها از دیدگاه ترکیباتی، بالاکس برخی خواص مهم ماتریس های صفر و یک (آماده سازی برای بخش مربع های لاتین و گراف ها)، آشنایی با ماتریس های آدامار و برخی نتایج در این مورد (با نظر استاد)
- گراف ها و مدل های مبتنی بر آنها: معرفی مفهوم گراف با تأکید بر کاربردهای آن در مدلسازی (با چند مثال با نظر استاد)، آشنایی با مفاهیم اصلی نظریه گراف نظیر دور، مسیر، درجه، دنباله درجه ای، انواع اصلی گراف نظیر گراف های کامل، درخت ها، گراف های دوبخشی، گراف های اویلری و هامیلتونی و گراف های جهت دار و تورنمنت ها (با تأکید بر مثال و کاربردها)، تطابق های کامل و ماکزیمم (طرح الگوریتم و کاربردها)، رنگ آمیزی گراف ها و چند جمله ای رنگی (با ارائه مثال و الگوریتم)
- مربع های لاتین، طرح ها و هندسه های متناهی: آشنایی با تعریف و مفاهیم اصلی با تأکید بر ارتباط این مفاهیم (با ارائه مثال) و همچنین تأکید بر ارتباط این مفاهیم با مفاهیم قبلی طرح شده در درس نظیر گراف ها و همچنین ارائه چند مورد شمارش در این خصوص، ارائه مفهوم سیستم های نمایندگی متمایز (SDR) و همچنین طرح صورت قضیه P.Hall و ارائه مثال و کاربرد در مربع های لاتین و چند کاربرد عملی (با نظر استاد).

## مراجع:

امروزه مراجع بسیاری در این موضوع موجود هستند. پیشنهاد می شود مراجعی مورد استفاده قرار گیرند که برای دانشجویان دوره کارشناسی و با تأکید بر کاربردها و نگرش الگوریتمیک نوشته شده باشند و حتی المقدور از تجرید در آنها پرهیز شده باشد. استاد محترم می تواند برخی مطالب را از مراجع مختلف به صورت منتخب نیز ارائه نماید. چند مرجع مناسب به شرح زیر هستند:

- a) I. Anderson, *A first course in combinatorial mathematics*, second ed., Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series, The Clarendon Press Oxford University Press, New York, 1989.
- b) M. Erickson, *Pearls of discrete mathematics*, Discrete Mathematics and its Applications (Boca Raton),  
c) CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- d) R. Garnier and J. Taylor, *Discrete mathematics for new technology*, second ed., IOP Publishing Ltd., Bristol, 2002.
- e) R. Garnier and J. Taylor, *Discrete mathematics*, third ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- f) L. Lov'asz, J. Pelik'an, and K. Vesztergombi, *Discrete mathematics*, Undergraduate Texts in Mathematics, Springer-Verlag, New York, 2003.

مبانی جبر			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۶ و ۴	حداقل ۲۵

**هدف:** معرفی و مطالعه‌ی مقدماتی واریته‌ی ساختارهای جبری کلی و کلاسیک معمولی و مرتب از جمله جبرهای یکانی، گروه‌واره، نیم گروه، تکواره، شبکه، شبه گروه، با تأکید بیشتر بر گروه‌ها و حلقه‌ها.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

این اولین درس در ساختارهای جبری، برای رشته‌های ریاضیات و کاربردها و علوم کامپیوتر الزامی است. این نکته در ریز مواد درس مدنظر قرار گرفته و لازم است در تدریس نیز مورد توجه قرار گیرد.

از آنجایی که مطالب این درس تقریباً در همه درس‌های علوم ریاضی به گونه‌ای مطرح می‌شود و دروازه‌ای به دروس نظری ریاضیات و علوم کامپیوتر است، اطمینان از درک صحیح دانشجویان از مفاهیم و قضیه‌های آن کمک به‌سزایی به درک بهتر ریاضیات و کاربردهای آن می‌نماید.

با توجه به تعداد کم واحد درس، بدیهی است که عمق برخی از مفاهیم در دروس بعدی جبری پی گرفته می‌شود. در ضمن به منظور تمرین برای درک بهتر مطالب، اثبات برخی از قضیه‌ها به عهده دانشجویان گذاشته شود. به هر حال دانشجویان باید تلاش کنند علاوه بر آموختن مفاهیم و احکام، درک و نوشتن اثبات‌ها را بیاموزند (یادداشت هدف اثبات، مطلبی که باید اثبات کنند و چطور می‌توانند آن را اثبات کنند، مفید است). دانشجویان ضمن شرکت در کلاس‌های درس، با حل انفرادی و جمعی تمرین‌ها مهارت لازم را کسب می‌نمایند.

## سرفصل درس:

معرفی و مطالعه‌ی مقدماتی ساختارهای کلی جبری (معمولی و مرتب شده)، خارج قسمت و همریختی‌ها. قضیه‌های یکرختی، مطالعه دقیق تر این مفاهیم به ویژه در مورد گروه‌ها و حلقه‌ها.

ریز مواد: برای تنظیم زمان، ساعت‌های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می‌شود.

**ساختارهای کلی جبری (۱۸ ساعت):** جبر چیست؟ عمل  $\cap$  تایی (به ویژه  $2, 1, 0$  تایی) مثال‌های آشنا از اعداد، توابع، ماتریس‌ها، اجتماع، اشتراک،  $\square$ ،  $\gamma$ ، جدول کیلی (۲ ساعت). معرفی دستگاه جبری کلی، زیرجبر، حاصلضرب (۲ ساعت). همنهشتی و خارج قسمت جبرها (۲ ساعت). همریختی و یکرختی (و با جدول کیلی برای اعمال  $2$ -تایی) (۲ ساعت). معرفی رسته جبرها، کلاس‌های معادله‌ای و وارسته (بیان قضیه بیرخوف) (۲ ساعت). معرفی جبرهای مرتب و همریختی و یکرختی آن‌ها (۲ ساعت). معرفی برخی از ساختارهای جبری، زیرساختار، ضرب و خارج قسمت این جبرها، از جمله جبر یکانی (با اعمال  $1$ -تایی) (گروه‌هواره، نیمگروه، تکواره، شبکه (۲ ساعت). ساختن تکواره و گروه آزاد (کلمه و کدها) (۲ ساعت). عمل تکواره روی مجموعه‌ها، اشاره به کاربردهای آن مثلاً در اتوماتا (۲ ساعت). معرفی شبه گروه، مربع‌های لاتین (معادله‌ای و وارسته بودن آن‌ها) (۲ ساعت).

گروه‌ها (۲۰ ساعت): گروه و تعریف‌های معادل آن، زیرگروه، مثال‌های متنوع (۲ ساعت). همریختی و یکرختی گروه‌ها (۲ ساعت). جایگشت‌ها و قضیه کیلی (۲ ساعت). ضرب و هم ضرب (اثبات ویژگی جهانی آن‌ها از دانشجویان خواسته شود) (۲ ساعت). زیرگروه نرمال و همنهشتی (۲ ساعت). خارج قسمت (۲ ساعت). ویژگی‌های گروه‌های دوری (۲ ساعت). قضیه‌های یکرختی و تجزیه همریختی‌ها (برخی از اثبات‌ها به عهده دانشجویان گذاشته شود) (۲ ساعت).

**حلقه‌ها (۱۰ ساعت):** ویژگی‌های مقدماتی حلقه‌ها (۲ ساعت). زیرحلقه، ایده آل و همنهشتی (۲ ساعت). همریختی و ضرب حلقه‌ها (۲ ساعت). قضیه‌های یکرختی (۲ ساعت). مقدماتی از حلقه چند جمله‌ای (۲ ساعت).



### بهینه سازی خطی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی ماتریس ها و جبر خطی	۴	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس مقدمه ای بر روش های نظری و الگوریتمیک بهینه سازی خطی است. همچنین در این درس در حد ممکن با بهینه سازی صحیح نیز آشنا می شویم.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

در این درس دانشجو توانایی صورت بندی مسائل بهینه سازی را بدست آورده و دسته های اصلی این مسائل که به صورت عملی حل پذیرند را فرا می گیرد. همچنین با روش های حل مختلف آشنا شده و خواص کیفی جواب ها را نیز در می یابد. یکی از ویژگی های مهم این درس آشنایی با چگونگی تعادل هندسه و جبر خطی در برخورد با حل مسائل بهینه سازی خطی است و در این راستا دانشجویان با روش سمپلکس، مفهوم دوگانگی، آنالیز حساسیت و مباحث؟ از برنامه ریزی صحیح برخورد خواهد نمود.

#### سرفصل و ریز مواد:

آشنایی با زمینه های تحقیق در عملیات، انواع مدل های ریاضی، برنامه ریزی خطی (مدل بندی، روش های ترسیمی، سمپلکس اولیه و دوگان، روش های دوفازی و  $M$  بزرگ، دوگانگی و نتایج آن، آنالیز حساسیت)، شبکه ها و مدل حمل و نقلک و تخصیص، سایر مدل های مشابه، آشنایی با برنامه ریزی متغیرهای صحیح (روش های شاخه و کران و صفحه برشی).

مراجع:

- a) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1918.
- b) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Numerical Linear Algebra and Optimization*, Addison Wesley, Volume 1, 1991.
- c) F. S. Hillier and G. J. Liberman, *Introduction to Operation Research*, 5<sup>th</sup> Edition, Holden-Day, Oakland.
- d) D. Luenberger, *Linear and Nonlinear Programming*, 2<sup>nd</sup> Edition, Addison Wesley, 1989.
- e) W. L. Winston, *Operation Research: Applications and Algorithms*, PWS-Kent, 1990.

### جبر خطی عددی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مباحثی آنالیز عددی	۴ و ۶	حداقل ۲۵

#### هدف:

طرح و تحلیل الگوریتم های محاسباتی برای مسائل جبر خطی با تأکید بر کارایی و پایداری الگوریتم ها.

#### سرفصل ریز مواد:

مروری بر مقدمات جبر خطی شامل فضا های برداری، استقلال خطی، پایه فضا، بردار و ماتریس، ضرب داخلی، نرم برداری و ماتریسی و حل دستگاه های خطی و تجزیه مثلثی LU، حساسیت دستگاه های خطی و عدد حالت، پایداری روش گوس با انتخاب محور، ماتریس های معین مثبت و تجزیه چولسکی و کروت، روش های تکراری برای حل دستگاه های خطی شامل ژاکوبی، گوس-زایدل، تجزیه قائم QR، حل مسأله کمترین مربعات خطی و برازش داده ها، مقادیر و بردارهای ویژه، محاسبه مقادیر ویژه از روش های توانی و روش QL هاوس هولدر.

#### مراجع:

- W. Hager, *Applied Numerical Linear Algebra*, Prentice Hall, 1988.
- G. W. Stewart, *Introduction to Matrix Computations*, Academic Press, 1973.

احتمال ۱			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی احتمال و هم زمان با دومین درس ریاضی عمومی	۵۴	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

- متغیرهای تصادفی: تعریف متغیر تصادفی، تابع توزیع، متغیرهای تصادفی گسسته، متغیرهای تصادفی پیوسته، توزیع توابعی از متغیرهای تصادفی
- توزیع های استاندارد: دو جمله ای، هندسی، فوق هندسی، دو جمله ای منفی، پواسون، یکنواخت گسسته، یکنواخت نمایی، گاما (+ کای - دو)، نرمال، بتا، کوشی، لجستیک، وایبل، پاراتو ....
- معیارهای مرکزی و پراکندگی: امید ریاضی، امید ریاضی تابعی از یک متغیر تصادفی. خواص و کاربردهای امید ریاضی، نامساوی جنسن، میانه و مد یک توزیع، واریانس و معیارهای پراکندگی دیگر، تقارن و چولگی، گشتاورهای یک متغیر تصادفی، تابع مولد گشتاور، تابع مولد احتمال، نامسایهای مهم در احتمال (مارکف، چیبچف و...)
- توزیع های چند متغیره: متغیرهای تصادفی چند متغیره، متغیرهای تصادفی گسسته چند متغیره و توزیع چند جمله ای ها، متغیرهای تصادفی پیوسته چند متغیره و توزیع نرمال دو متغیره، متغیرهای تصادفی مستقل، کوواریانس، ضریب همبستگی.

### مراجع:

- (a) راس، ش، مبانی احتمال، ترجمه احمد پارسیان-علی همدانی، ویرایش هشتم، چاپ دهم ۱۳۸۹، انتشارات شیخ بهایی.
- (b) قهرمانی، سعید، احتمال، ترجمه شاهکار، چاپ اول ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- c) G. R. Grimmett, and D. Stirzaker, *Probability and Random Processes*, 3<sup>rd</sup> Ed., Oxford, 2001.

روشهای آماری			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	احتمال ۱	۵ و ۴	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

نمونه تصادفی، توزیع میانگین نمونه ای و قضیه حد مرکزی، توزیع های نمونه ای، استنباط آماری، برآوردیابی نقطه ای، روش های برآوردیابی پارامتر(های) نامعلوم، برآورد فاصله ای، فاصله اطمینان با اندازه نمونه های بزرگ، آشنایی مقدماتی با مفاهیم آزمون فرض ها، آزمون فرض های ساده، آزمون فرض های یک طرفه، آزمون فرض های دوطرفه و روش نسبت درستنمایی، آزمون واریانس جمعیت نرمال، آزمون میانگین و نسبت با اندازه نمونه های بزرگ، استنباط در مورد دو میانگین، استنباط در مورد جفت مشاهدات، آزمون میانگین و نسبت دو جمعیت با اندازه نمونه های بزرگ، تحلیل واریانس یک طرفه، رگرسیون خطی ساده و ضریب همبستگی، آزمون نیکویی برازشی، جدول های توافقی: استقلال و همگنی، آزمون های ساده ناپارامتری

### مراجع:

- (a) بهبودیان، جواد، آمار و احتمال مقدماتی، چاپ شانزدهم، آستان قدس رضوی ۱۳۸۳.
- (b) پارسیان، احمد، مبانی احتمال و آمار برای دانشجویان علوم و مهندسی، ویرایش دوم، چاپ دوم، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۸.
- (c) هاگ، ر.و، تنیس، ل. آ، احتمال و استنباط آماری، ترجمه نوروز ایزددوستدار - حمید پزشک، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.

نظریه‌ی معادلات دیفرانسیل عادی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز ریاضی	۴	حداقل ۲۵

### سرفصل و ریز مواد:

**معادله‌ی غیر خطی:** قضایای وجود، یگانگی وابستگی جواب به شرط اولیه و پارامتر، دنباله‌ی تکرار ثابت.

**دستگاه معادلات خطی:** قضایای وجود، یگانگی، ماتریس‌های اساسی.

**مساله‌های مقادیر مرزی و مقادیر ویژه:** نظریه اشتورم-لیوویل، چند جمله‌ای‌های متعامد.

**سیستم‌های دینامیکی:** شار، نظریه پایداری لیاپانوف، اغتشاش، نظریه‌ی پوانکاره.

معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	معادلات دیفرانسیل و آنالیز ریاضی	۴	حداقل ۲۵

### هدف درس:

آشنایی با انواع مختلف معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی و چگونگی مدل سازی بسیاری از مسایل فیزیکی توسط معادلات دیفرانسیل، همچنین آشنایی با روش های تحلیلی حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

بدون شک کلیه علوم کاربردی ارتباط نزدیک با معادلات دیفرانسیل به ویژه معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی دارند. آشنایی دانشجویان با اینگونه معادلات و آشنایی با نحوه ی مدل سازی می تواند در درک بسیاری از مسائل در علوم و مهندسی مفید واقع شود.

### سرفصل درس:

آنالیز فوریه، معادلات دیفرانسیل جزئی، معادلات بیضوی، معادلات سهموی، معادلات هذلولوی.

### ریز مواد:

آنالیز فوریه: سری ها - انتگرال ها - تبدیل فوریه.

معادلات دیفرانسیل جزئی: دسته بندی معادلات دیفرانسیل جزئی مرتبه دوم خطی - مسائل با شرایط اولیه و مرزی.

معادلات بیضوی: مدل‌سازی - جواب اساسی - روش جداسازی متغیرها برای مسایل با شرایط مرزی - معادلات لاپلاس و پواسن - تابع گرین و مساله دیر سیکه.

معادلات سهموی: مدل‌سازی - روش جداسازی متغیرها برای مسایل با شرایط اولیه - مرزی - معادلات حرارت - اصل ماکزیمم وجود و یکتایی جواب.

معادلات هذلولوی: روش مشخصه‌ها - قانون بقا در یک بعدی - معادله موج.



مبانی سیستم های دینامیکی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز ریاضی	۴	حداقل ۲۵

### سرفصل درس و ریز مواد:

۱. تعاریف و مفاهیم مقدماتی: مثال هایی از سیستمهای دینامیکی شامل مدل جمعیت ، تعاریف و مفاهیم مقدماتی شامل مدار، نقطه ثابت، مدار تناوبی، نمودار پلکانی و تکرار.

۲. پایداری در نگاشتهای ۱ بعدی: نقاط ثابت و تناوبی هذلولوی و غیر هذلولوی، پایدار و ناپایدار ، مشتق شوارتزی ، دامنه جاذبه.

۳ قضیه شارکوسکی و انشعاب: انشعابات گره زینی، تبادل پایداری، چنگال، مضاعف سازی دوره تناوب، مضاعف سازی دوره تناوب راهی به سوی آشوب، نقاط تناوبی با دوره ی تناوب ۳، قضیه ی شارکوسکی و معکوس آن.

۴. آشوب در بعد ۱: دینامیک نمادین، مجموعه ی کانتور و آشوب ، معادل بودن توپولوژیک ، حساس بودن نسبت به شرط اولیه و نمای لیاپانف.

۵. پایداری در نگاشتهای ۲ بعدی: دستگاه های خطی، نمای فاز، پایداری نقاط ثابت و تناوبی، توابع لیاپانف، قضایای هارتمن-گرابمن و منیفلد پایدار (بدون اثبات)، نگاشت نعل اسبی و هنان و انشعاب نیمارک-سکر.

۶. کاربردها: برخی مدل های گسسته در بیولوژی، اقتصاد، علوم اجتماعی و پزشکی.

### توپولوژی عمومی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۴	حداقل ۲۵

#### سرفصل درس و ریز مواد:

مقدمه و تعریف‌های اولیه: تابع‌های پیوسته و ساختن فضاهاى توپولوژیک جدید؛ همبندی؛ فشردگی؛ اصول جدا سازی؛ توپولوژی فضاهاى متریک؛ پالایه‌ها و تورها؛ توپولوژی فضاهاى اقلیدسی؛ خمینه‌ها؛ گروه‌هاى توپولوژیک (در صورت وقت).

**مقدمه و تعریف‌های اولیه:** ۱. تعریف‌های مختلف توپولوژی با استفاده از اصول موضوع مجموعه‌های باز (یا به طور معادل اصول موضوع مجموعه‌های بسته)، چسبیدگی و عملگر کوراتوفسکی؛ ۲. مثال‌های مختلف از فضا با توپولوژی‌های متناهی، گسسته، پاد گسسته، متریک، ترتیبی؛ ۳. تعریف همسایگی یک نقطه، نقطه ی درونی، نقطه ی چسبیده، نقطه ی مرزی، بستر مجموعه و زیر مجموعه ی چگال؛ ۴. پایه و زیر پایه توپولوژی، پایه در یک نقطه، فضاهاى تفکیک‌پذیر، شمارای نوع اول و نوع دوم؛ ۵. فضاهاى  $T_0$ ،  $T_1$  و  $T_2$  (هاسدرف).

**تابع‌های پیوسته و ساختن فضاهاى توپولوژیک جدید:** ۱. پیوستگی تابع در یک نقطه، تابع پیوسته، نگاشت باز، نگاشت بسته؛ ۲. زیر فضاها، فضاهاى حاصل جمعی و حاصل ضربی؛ ۳. نشاندن و همسان‌ریختی؛ ۴. نگاشت و فضای خارج قسمتی؛ ۵. توپولوژی‌های قوی و ضعیف.

**همبندی:** ۱. فشردگی؛ ۲. فضاهاى فشرد با توپولوژی ترتیبی؛ ۳. همبندی راهی و مولفه ی همبندی راهی؛ ۴. همبندی موضعی و مولفه ی همبندی موضعی راهی.

**اصول جدا سازی:** ۱. فضای منظم، فضای نرمال؛ ۲. لم اوریسن.

**پالایه‌ها و تورها:** ۱. تورها؛ ۲. پالایه‌ها؛ ۳. اثبات قضیه ی زیر پایه ی الکساندر و قضیه ی تیخونف.

**توپولوژی فضاهای متریک:** ۱. قضایای متریک پذیری؛ ۲. قضیه ی بئر؛ ۳. خم فضا پر کن.

**توپولوژی فضاهای اقلیدسی:** ۱. قضیه نقطه ی ثابت بروئر؛ ۲. قضیه ناوردایی حوزه بروئر؛ ۳. قضیه خم ژوردان؛ ۴.

گراف‌های هامنی و قضیه کوراتفسکی.

**گروه‌های توپولوژیک (در صورت وقت):** گروه توپولوژیک، زیر گروه و گروه خارج قسمتی آن؛ ۲. عمل گروه

توپولوژیک بر فضای توپولوژیک و فضای همگن؛ ۳. قضیه بیرکف-کاکوتانی درباره متریک پذیری گروه‌های توپولوژیک؛ ۴.

گروه‌های توپولوژیک ماتریسی.

مبانی هندسه			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۴	حداقل ۱۷

### سرفصل و ریز مواد:

اصول اقلیدس، اصول گذر، الگوهای خطای شکل، نقایص اصول اقلیدس، بینیت، همهنشتی، پیوستگی و توازی، هندسه خنثی، تاریخچه ی اصل توازی، کشف هندسه ی نااقلیدسی، اثبات استقلال اصل توازی، برآمدهای فلسفی و مختصری از هندسه های هذلولوی و بیضوی.

### مبانی منطق و نظریه مجموعه ها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۴ و ۶	حداقل ۲۵

#### هدف:

آشنایی دانشجویان با منطق ریاضی و مقدمات نظریه مجموعه ها و کسب توانایی در توصیف و درستی یابی دستگاه های ریاضی یا سیستم های کامپیوتری به کمک ابزارهای صوری ارائه شده در درس.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس معلومات کسب شده دانشجویان در درس "مبانی علوم ریاضی" را در قسمت منطق و نظریه مجموعه ها توسعه می دهد. دانشجویان باید بر استدلال منطقی، صوری سازی مفاهیم غیر رسمی و درستی یابی مسلط شود. همچنین نظریه مجموعه ها به عنوان پایه ای برای ریاضیات و علوم کامپیوتر به دانشجویان معرفی می گردد.

#### سرفصل و ریز مواد:

##### • آشنایی با منطق

آشنایی با منطق گزاره ای، زبان منطق گزاره ای، قواعد استنتاج طبیعی، معناشناسی، قضیه صحت و تمامیت، فرم های نرمال و الگوریتم های SAT، آشنایی با زبان منطق محمولات، زبان منطق محمولات، قواعد استنتاج طبیعی، توصیف پذیری زبان، آشنایی با زبان Prolog

##### • آشنایی نظریه مجموعه ها

مروری بر عملگرهای اجتماع، اشتراک، و متمم گیری، تعریف تابع و رابطه، اصول نظریه مجموعه ها، پارادوکس راسل

• نظریه مجموعه ها به عنوان پایه

ساخت اعداد طبیعی، ساخت اعداد گویا، ساخت اعداد حقیقی

• مجموعه های نامتناهی

اعداد اصلی، اعداد ترتیبی، خوشترتیبی

مراجع:

- a) J. M. Henle, *an Outline of Set Theory*, Springer-Verlag, 1986.
- b) M. Huth, M. Ryan, *Logic in Computer Sciences, modeling and reasoning about systems*, Cambridge University Press, 2004.

۲-۲-۴

سرفصل

دروس انتخابی رشته

« ریاضیات و کاربردها »

## جبر

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی جبر	۷	حداقل ۲۵

**هدف:** این درس سه هدف عمده را دنبال می کند.

۱. اثبات ناممکن بودن تربیع دایره، تضعیف مکعب، تثلیث زاویه با خط کش و پرگار. (با اینکه ریاضیدانان در قرن نوزدهم به این نتیجه شگفت آور رسیدند، برخی از دوستداران غیر حرفه ای ریاضیات هنوز این موضوع را باور ندارند و هرازگاهی "اثبات هایی" برای انجام پذیر بودن این ترسیم های هندسی ارایه می دهند و از ریاضیدانان خواستار بررسی اثبات خود می شوند که به مشاجره هایی نیز می انجامد).
۲. بیان قضیه های مشهور گالوا و آماده کردن علاقه مندان برای مطالعه دقیق نظریه گالوا و کاربردهای آنها در دروس دیگر. (موضوع اصلی این قضیه ها اثبات عدم وجود فرمول های رادیکالی (مانند  $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2}$  برای حل کردن  $ax^2 + bx + c = 0$ ) برای حل معادله های چند جمله ای از درجه بزرگتر از ۴.
۳. برای رسیدن به اهداف ۱ و ۲، از سه ساختار جبری گروه، حلقه، میدان استفاده می شود که خود از مفاهیم مهم کلاسیک در ریاضیات و کاربردهای آن هستند. به بهانه رسیدن به اهداف ۱ و ۲، مطالعه این ساختار جبری مهم را که در درس مبانی جبر آغاز کردیم، ادامه می دهیم.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

این دومین درس جبر برای دانشجویان رشته "ریاضیات و کاربردها" است. بعد از این درس دانشجویان علاقه مند به موضوع جبر و کاربردهای آن (در علوم کامپیوتر، رمزنگاری، محاسبات نرم، فازی، ...) می توانند دروس دیگری را که گروه ریاضی ارائه می کند، اخذ نمایند.



مطابق معمول، به بهانه هر درس، دانشجویان باید تلاش کنند علاوه بر آموختن مفاهیم و احکام، درک و نوشتن اثبات ها را بیاموزند (یادداشت هدف اثبات، مطلبی که باید اثبات کنند و چطور می توانند آن را اثبات کنند، مفید است).

مدرسان با شرکت دادن دانشجویان و به بحث گذاشتن مطالب، بهتر می توانند به اهداف درس برسند. دانشجویان نباید صرفاً تماشاگر باشند، شرکت فعال آنها در کلاس و تلاش برای حل کردن تمرین های آن، حتی اگر به جواب کامل نرسند، آموختن مطالب مجرد را برایشان شیرین تر خواهد کرد.

### سرفصل درس:

عمل گروه روی مجموعه ها و استفاده از آن برای اثبات برخی از قضیه های سیلو.

سری های گروه ها و گروه های پوچتوان حلپذیر .

نظریه تجزیه و حلقه چند جمله ای ها (ED, UFD, PID)

توسیع مقدماتی میدان ها، ترسیم با خط کش و پرگار، ناممکن بودن تربیع دایره، تضعیف مکعب، تثلیث زاویه.

بیان قضیه های گالوا (بدون اثبات) همراه با چند مثال.

### ریز مواد:

برای تنظیم زمان، ساعت های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می شود.

**گروه ها (۱۵ ساعت):** یادآوری مطالبی در نظریه گروه ها از درس «مبانی جبر» (۱ ساعت). انواع سری گروه ها (زیر نرمال، نرمال، ترکیبی، ...) و مثال هایی از آنها (۳ ساعت). اثبات قضیه های شرایر، ژوردان-هلدر، همراه با مثال (۱/۵ ساعت). گروه های حلپذیر و پوچتوان، زیرگروه، حاصلضرب و خارج قسمت آنها (۳ ساعت). عمل گروه روی مجموعه ها و ویژگی های مقدماتی آن (۳ ساعت).  $p$ -گروه ها، اثبات برخی از قضیه های سیلو، کاربردهایی از قضیه های سیلو (۶ ساعت).

**نظریه تجزیه و حلقه چند جمله ای ها (۱۰ ساعت):** یادآوری مطالبی از حلقه چند جمله ای ها از درس «مبانی جبر» (۱ ساعت). چند جمله ای های تحویل پذیر و تحویل ناپذیر (۲ ساعت). دامنه هایی با ایده آلهای اصلی (PID)، بررسی  $F[x]$  (۳ ساعت). دامنه های با تجزیه یکتا (UFD)، بررسی  $F[x]$  (۳ ساعت). دامنه های اقلیدسی (ED)، بررسی  $F[x]$  (۱ ساعت).

- توسیع میدان ها (۸ ساعت): یادآوری مطالبی از جبر خطی (۱ ساعت). توسیع میدان ها (توسیع های متناهی و متناهی تولید شده) (۳ ساعت). توسیع جبری، چند جمله ای مینیمال عضو جبری (۳ ساعت). میدان جبری بسته (۱ ساعت).
- ناممکن های مشهور (۶ ساعت): ترسیم با خط کش و پرگار، اعداد و میدان های ساخت پذیر (۳ ساعت). اثبات ناممکن بودن تریب دایره، تضعیف مکعب، تثلیث زاویه (۳ ساعت).
- قضیه گالوا (۶ ساعت): مقدمات لازم برای بیان قضیه های گالوا (۳ ساعت). بیان قضیه های گالوا (بدون اثبات) همراه با مثال (۳ ساعت).

### نظریه مقدماتی اعداد

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی جبر	۷	حداقل ۲۵

#### هدف:

نظریه‌ی اعداد مطالعه و ویژگی‌های اعداد به ویژه اعداد به ویژه اعداد صحیح و گویا است. هدف اصلی این درس مطالعه ویژگی‌های بخشپذیری، همنهشتی‌ها و حل معادله‌های سیاله (دیوفانتی) و کاربردهایی در رمزنگاری و کدگذاری است.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

نظریه اعداد به خاطر تاریخ غنی و مسئله‌های سهل و ممتنع آن مورد علاقه ریاضیدانان حرفه‌ای و همچنین دست‌اندازان غیر حرفه‌ای آن بوده است. ولی در سال‌های اخیر نظریه اعداد را به خاطر کاربردهای آن در رمزنگاری و کدگذاری نیز مورد مطالعه قرار می‌دهند.

مسئله‌های این درس بسیار ساده به نظر می‌رسند ولی حل آن‌ها ممکن است چنین نباشد و وقت زیادی از شما را طلب کند و به دروس دیگر لطمه وارد کند. بنابراین سعی کنید روش‌ها را بیاموزید و وقت خود را با توجه به درس‌های دیگری که دارید تنظیم کنید. در درس‌های بعد و دوره‌های تحصیلات تکمیلی می‌توانید آموخته‌های خود را به کار ببرید.

**سرفصل درس:** بخشپذیری، الگوریتم تقسیم، ممم و کمم، قضیه اساسی حساب، معرفی و مطالعه حلقه همنهشتی  $\mathbb{Z}_m$  و گروه ضربی  $\mathbb{Z}_p^* = \mathbb{Z}_p \setminus \{0\}$ . حل و بحث معادله‌های سیاله، توابع حسابی. قانون تقابل مربی، کاربردهایی در رمزنگاری و کدگذاری.

**ریز مواد:** برای تنظیم زمان، ساعت‌های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می‌شود.

**بخشپذیری و تجزیه (۶ ساعت):** بخشپذیری، الگوریتم تقسیم، اعداد اول، قضیه اساسی حساب (۳ ساعت). بزرگترین مقسوم علیه مشترک، نمایش خطی و الگوریتم اقلیدس (۱/۵ ساعت). حل معادله‌های سیاله‌ی خطی (۱/۵ ساعت).

**همنهستی‌ها (۹ ساعت):** تعریف و ویژگی‌های مقدماتی، دستگاه مانده‌ها و مخفف مانده‌ها (معرفی حلقه  $\mathbb{Z}_n$  و گروه ضربی  $C_n$  متشکل از عضوهای وارونپذیر  $\mathbb{Z}_n$  و گروه ضربی  $C_p$  به زبان همنهستی) (۳ ساعت). همنهستی‌های خطی، دستگاه همنهستی‌های خطی، قضیه‌ی مانده چینی (۳ ساعت). قضیه‌های فرما، اویلر، ویلسن (بیان ارتباط آن‌ها با گروه  $C_p$  و  $C_n$ ). برخی از نتایج (۳ ساعت).

**ریشه‌های اولیه (۶ ساعت):** تعریف رتبه‌ی ضربی به پیمانه‌های  $n$  و  $p$  (در  $\mathbb{Z}_n$  و  $C_p$ ) و ویژگی‌های آن (۱/۵ ساعت). ریشه‌های اولیه (مولد‌های گروه ضربی  $C_p$ ) وجود آنها (۲ ساعت). حل و بحث معادله‌های همنهستی چندجمله‌ای (به پیمانه  $n$ )  $f(x) \equiv 0 \pmod{n}$  (۲/۵ ساعت).

**توابع حسابی (۶ ساعت):** تابع حسابی، ضربی. تعداد و مجموع مقسوم علیه‌ها، تابع موبیوس، تابع فی اویلر (۳ ساعت). اعداد اول مرسن، اعداد تام، اعداد تام زوج (۳ ساعت).

**مانده‌های درجه دوم (۶ ساعت):** مانده و نامانده‌ی درجه دوم و ویژگی‌های آنها (۱/۵ ساعت). محک اویلر، لم گاوس (شاید بدون اثبات، همراه با مثال) (۱/۵ ساعت). قانون تقابل مربعی (۳ ساعت).

**مباحث دیگر (۱۲ ساعت):** کسرها‌ی مسلسل (۳ ساعت). مجموع دو و چهار مربع (۲ ساعت). سه تایی‌های فیثاغورثی (۲ ساعت). معادله پل (۲ ساعت). اشاره به کاربرد نظریه اعداد در رمزنگاری و کدگذاری (۳ ساعت).

### حل عددی معادلات دیفرانسیل

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز عددی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی	۷	حداقل ۲۵

#### هدف:

آشنایی دانشجویان با روش‌های تقریبی (عددی) برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

بسیاری از پدیده‌های فیزیکی توسط معادلات دیفرانسیل مدل‌سازی می‌شوند و اکثر این مدل‌ها دارای جواب تحلیلی نیستند و یا بسیار پیچیده محاسبه می‌شوند. لذا روش‌های عددی برای تحلیل مدل‌های فوق اجتناب ناپذیر است.

#### سرفصل درس:

حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه ی اول با شرایط اولیه، حل عددی دستگاه معادلات دیفرانسیل مرتبه ی اول با شرایط اولیه، حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه ی دوم با شرایط مرزی، حل عددی معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.

#### ریز مواد:

حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه ی اول با شرط اولیه: (روش تیلور - رانگ - کوتا - روش‌های آدامز -

بشفورت)

حل عددی دستگاه معادلات دیفرانسیل مرتبه یی اول با شرط اولیه: (روش اویلر - رانگ - کوتا)

حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه ی  $n$  با شرایط اولیه: (تبدیل به دستگاه معادلات دیفرانسیل مرتبه ی اول)

حل عددی معادلات دیفرانسیل مرتبه یی دوم با شرایط مرزی: (روش پرتابی - روش تفاضل متناهی)

حل عددی معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی: (معادلات بیضوی، معادلات سهموی، معادلات هذلولوی)

روش های تفاضل متناهی (صریح - ضمنی - کرانک نیکلسون) پایداری - همگرایی - سازگاری.

### توابع مختلط

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از دومین درس ریاضیات عمومی	۷	حداقل ۲۵

### هدف و سرفصل درس:

آشنایی با مفاهیم مقدماتی توابع مختلط از قبیل مشتق، انتگرال و به کارگیری آن‌ها برای فهم زمینه‌های پیشرفته‌تر توابع مختلط.

### ریز مواد:

یادآوری دستگاه اعداد مختلط و مقدمات توپولوژیک آن - توابع مقدماتی و خواص نگاشتی آنها - توابع تحلیلی و معادلات کوشی ریمان - مقدمات توابع همساز - انتگرال گیری مختلط - قضیه و فرمول انتگرال کوشی و کاربردهای آن - قضیه‌ی اساسی جبر - سری‌های توانی - سری تیلور - قضیه ماکزیمم کالبد - تکین‌ها و صفرها - قضیه روزه - قضیه‌ی هرویتس - قضیه‌ی نگاشت باز ریمان - سری لوران - حساب مانده‌ها و کاربرد آن در محاسبه انتگرال‌های حقیقی - تبدیلات دو خطی و نظریه‌ی نگاشت‌های هم‌مدیس.

### هندسه جبری مقدماتی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی ماتریسها و جبر خطی، مبانی جبر	۷	حداقل ۲۵

#### هدف:

این درس برای آشنا کردن دانشجویان با یکی از زیباترین و فعالترین شاخه های ریاضی یعنی هندسه جبری است. این شاخه از ریاضیات محور مرکزی پژوهش های ریاضی در قرن بیستم بوده است و ارتباط عمیق آن با شاخه های دیگر ریاضی مانند نظریه ی اعداد، هندسه دیفرانسیل، آنالیز مختلط و توپولوژی به غنای آن افزوده است. در این درس مقدماتی با عمده ترین ساختارهای هندسه جبری یعنی چندگونا(واریته)های آفین، تصویری و شبه تصویری و ویژگی های جبری آنها آشنا می شویم. علاوه بر پیشنهادها، آشنایی با توپولوژی عمومی مفید خواهد بود.

#### سرفصل درس:

رسته ی چندگونا(واریته) های آفین - رسته ی چندگونا(واریته) های تصویری - رسته ی چندگونا(واریته) های شبه تصویری - ویژگیهای موضعی چندگوناها - روشهای محاسباتی در هندسه ی جبری.

#### ریزمواد:

**مبانی جبری:** ویژگیهای مقدماتی حلقه چند جمله ای های چند متغیره و ایدآلهای آن، قضیه پایه هیلبرت.

**چندگونا(واریته) های آفین:** فضای آفین، چندگونا(واریته) های آفین و توپولوژی زاریسکی، قضیه صفرهای هیلبرت (بدون برهان کامل)، تناظر دوسویی بین چندگوناها و ایدآلهای آنها، تجزیه چندگونا به چندگونا(واریته) های تحویلناپذیر، توابع چند جمله ای روی چندگونا(واریته) های



آفین و حلقه‌ی مختصاتی، ارتباط یکریختی چندگونا‌های آفین با یکریختی حلقه‌های مختصاتی، میدان تابعی یک چندگونا‌ی آفین.

**چندگونا‌های تصویری:** فضای تصویری، ایدآلهای همگن و چندگونا‌های تصویری، حلقه‌ی مختصاتی همگن یک چندگونا‌ی تصویری، پوشش آفین یک چندگونا‌ی تصویری، قضیه‌ی صفرهای هیلبرت در مورد چندگونا‌های تصویری، مخروط آفین روی یک چندگونا‌ی تصویری، همگن سازی یک ایدآل و بستار تصویری یک چندگونا‌ی آفین، نگاشت‌های بین چندگونا‌های تصویری.

**چندگونا‌های شبه تصویری:** تعریف چندگونا‌های شبه تصویری، پایه‌ی آفین برای توپولوژی زاریسکی روی یک چندگونا‌ی شبه تصویری، توابع منظم روی یک چندگونا‌ی شبه تصویری، قضیه‌ی تابع منظم روی یک چندگونا‌ی آفین، قضیه‌ی تابع منظم روی یک چندگونا‌ی تصویری (بدون برهان)، حلقه‌ی موضعی یک چندگونا‌ی شبه تصویری در یک نقطه، میدان تابعی یک چندگونا‌ی شبه تصویری، حاصلضرب دو چندگونا‌ی آفین و حلقه‌ی مختصاتی آن، نگاشت سگره و حاصلضرب دو چندگونا‌ی تصویری و شبه تصویری.

**ویژگی‌های موضعی:** بعد یک چندگونا، قضیه‌های بعد (بدون برهان)، فضای مماس بر روی یک چندگونا‌ی آفین در یک نقطه - تعریف نقطه‌ی هموار - قضیه نابدیهی بودن مجموعه‌ی نقاط هموار.

**روش‌های محاسباتی در هندسه جبری:** پایه‌های گرینر و کاربردهای آن در هندسه جبری.

### برنامه سازی پیشرفته

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	۷	حداقل ۳۴

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان علوم کامپیوتر با اصول برنامه سازی پیشرفته طراحی شده است. بنابراین لازم است که ریز مواد درس با توجه به پیشرفت فناوری های مربوطه به روز شده و تغییر نماید.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

۱- از آنجایی که این درس وابسته به تکنولوژی روز است لازم است که استادان و دانشجویان محترم توجه داشته باشند محتوای درس و زبان تدریس شده مناسب نیاز زمانه انتخاب شود و از تدریس مطالبی که کاربرد آنها به تناسب تکنولوژی زمانه منسوخ شده است جدا خودداری کنند.

۲- از آنجایی که پیش نیاز این درس، مبانی کامپیوتر و برنامه سازی است، لازم است دانش جویانی که این درس را بر میدارند از سواد اولیه در زمینه برنامه نویسی برخوردار باشند و مهارت های لازم در این زمینه را در حد مفاهیم اولیه قبل از مبحث برنامه نویسی شی گرا کسب کرده باشند. بنابراین با توجه به اینکه ممکن است دانشجویان در درس مبانی کامپیوتر و برنامه سازی زبانی غیر از جاوا را یاد گرفته باشند، لازم است که در یکی دو جلسه اول مباحث مربوطه به صورت اجمالی در زبان جاوا بررسی شوند تا زمینه مساعد ورود به مباحث برنامه نویسی شی گرا برای تمام دانشجویان فراهم شود.

۳- هدف اصلی این درس همانطور که از اسم آن مشخص است، یادگیری اصول برنامه نویسی پیشرفته است. این اصول نه تنها شامل یک زبان برنامه نویسی (جاوا) به صورت پیشرفته است، بلکه شامل مهارت های ابتدایی در زمینه مدیریت پروژه، مهندسی نرم افزار و همچنین مهارت های مربوط به کار تیمی نیز می باشد. این درس آخرین درس در زمینه برنامه نویسی است

و شایسته است که دانشجویان پس از گذراندن این درس مهارت‌های لازم در این زمینه را در جهت انجام پروژه‌های علمی و یا تجاری کسب کرده باشند.

۴- چون برنامه‌نویسی یک امر مهارتی است (و تنها امری نظری نیست) لازم است که به کار عملی دانش‌جویان و کلاس‌های حل تمرین توجه ویژه‌ای شود. دانش‌جویان باید توجه شوند که برنامه‌نویسی (درست به مانند انشا نوشتن) تنها با تمرین و روبرو شدن با مسایل عملی یاد گرفته می‌شود و نشستن تنها در سر کلاس درس و جزوه نوشتن و ... هیچ‌کس را عملاً برنامه‌نویس نمی‌کند.

۵- توصیه می‌شود که در این درس زبان جاوا به دانش‌جویان تدریس شود. البته سرفصل مطالب تدریس شده مستقل از زبانی است که تدریس می‌شود. زبان جاوا به علت خصوصیتی که دارد (آزاد و متن‌باز بودن، گستردگی استفاده در کارکردهای علمی و تجاری و تنوع در کتابخانه‌های نرم‌افزاری مرتبط و همچنین راحتی نسبی یادگیری) گزینه‌ی مناسبی برای تدریس در این درس می‌باشد. البته استاد درس با توجه به تسلطی که بر زبان خاصی دارد می‌تواند آن زبان را برای تدریس انتخاب کند. برای مثال ارابه زبان پایتون نقش بسزایی در یادگیری بهتر و سریعتر مفاهیم پایه‌ای برنامه‌نویسی داشته و ذهن دانش‌جویان را پیش از موعد با مفاهیم پیشرفته درگیر نمی‌کند. و یا تدریس زبان سی یا سی پلاس پلاس دانش‌جویان را از ابتدا با نحوه‌ی عملی اجرای برنامه‌ها روی سخت‌افزار کامپیوتر آشنا کرده و به آنان دید عمیقتری از نحوه‌ی اجرای برنامه‌ها می‌دهد. به عنوان جمع‌بندی در تدریس هر زبانی مزایا و معایبی نهفته است اما با توجه به دید کلی موجود در برنامه‌ی علوم کامپیوتر ما زبان جاوا را برای تدریس در این درس پیشنهاد می‌کنیم.

۶- سعی کنید دانش‌جویان را به استفاده هرچه بیشتر از اینترنت جهت یافتن پاسخ‌های خود تشویق کنید تا بدینوسیله آمادگی لازم را جهت استفاده هرچه بیشتر از منابع غنی و بروزی که در زمینه برنامه‌نویسی مورد نیاز هر فردی هستند پیدا کنند.

### سرفصل درس:

مفاهیم برنامه‌نویسی شی گرا، طرز استفاده از ساختمان داده‌ها به صورت کاربردی، الگوریتمهای ابتدایی از قبیل مرتب سازی، طراحی رابط کاربری (GUI)،

## ریز مواد:

برنامه‌نویسی شی گرا، تعریف شی و کلاس، وراثت، سطوح دسترسی، overriding and encapsulation، overloading methods، متودها و متغیرهای static، ساختارهای IO، طراحی رابط گرافیکی (GUI)، پردازش خطا (Exception Handling)، کار با ساختمان داده‌ها (Array, ArrayList, HashMap, HashSet, Vector, ...)، مهارت‌های مدیریت پروژه و کار تیمی، پروپوزال نویسی و مسایل مربوطه، آشنایی با الگوریتم‌های جستجو و مرتب سازی و نحوه‌ی تحلیل آن‌ها از لحاظ تئوری.

## مراجع:

- a) T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Introduction to algorithms*, The MIT Press, 2001.
- b) J. Deitel and H. M. Deitel, *Java How to Program*, Prentice Hall, 2007.
- c) B. Eckel, *Thinking in Java*, MindView Inc., 2003.

### نظریه اندازه و کاربردها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز	۷	حداقل ۲۵

#### هدف:

هدف این درس ارائه مقدمه ای بر نظریه اندازه و مفاهیم اصلی آن و همچنین ارائه برخی کاربردهای این نظریه است.

#### سرفصل و ریز مواد:

- اندازه: تعریف اندازه، ارائه مثالهای مناسب از جمله اندازه احتمال، اندازه لبگ روی اعداد حقیقی
- انتگرال پذیری: توابع اندازه پذیر، توابع ساده، انتگرال پذیری و انتگرال لبگ، رابطه با انتگرال ریمن، قضایای همگرایی با تاکید بر کاربردها
- فضای هیلبرت  $L^2$ : تعریف فضای  $L^2$  با تاکید بر فضای حاصل ضرب و خواص توپولوژیک آن، و ارائه کاربردها (با نظر استاد)
- اندازه حاصلضرب: تعریف و ارائه خواص مهم اولیه با ارائه کاربردها (با نظر استاد) مثلاً احتمال شرطی و نظایر آن

مباحثی در ریاضیات و کاربردها			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۷	-

**هدف:**

این درس به منظور ارزیابی درس های تکمیلی یا جدید طراحی شده است.

**سرفصل درس و ریز مواد:**

درسی است در سطح کارشناسی یا بالاتر با سرفصل متغیر در زمینه ریاضیات که برحسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای گروه ریاضی برسد.

۳-۲-۴

## سرفصل

# دروس اختیاری رشته

# « ریاضیات و کاربردها » \*

\*مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

هندسه دیفرانسیل موضعی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی آنالیز ریاضی	۱۱	-

### سرفصل درس و ریز موارد:

نظریه‌ی خمها در  $R^2$  و  $R^3$ : کنج فرنه، انحنای و تاب، نمایش موضعی یک خم در همسایگی یک نقطه‌ی عادی، قضیه‌ی بنیادی خمها.

نظریه‌ی موضعی رویه‌ها در  $R^3$ : نگاهت گاوسی، فرمهای بنیادی اول و دوم، انحنای اصلی، انحنای گاوسی و میانگین، رویه‌های خط کشی شده، رویه‌های مینیمال، معادلات گاوسی و کداتسی مایناردی، قضیه‌ی گاوس، هندسه‌ی ذاتی رویه‌ها و هندسه‌ی ریمانی دو بعدی، مشتق گیری همورد، ژئودزیک، انحنای ژئودزیک خمهای روی یک رویه، کنج داربو، صورت موضعی قضیه‌ی گاوس - بونه.



نظریه حلقه و مدول

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی جبر	۱۱	-

**هدف:**

هدف اصلی این درس ارائه‌ی مفاهیم اولیه‌ی نظریه‌ی مدولها و آماده کردن دانشجویان برای دروس پیشرفته‌تر دوره‌های تحصیلات تکمیلی است. از آنجا که دانشجویان ممکن است درس قضیه‌های سیلو و نظریه‌ی گالوا را نگذرانند، قضیه‌های سیلو در سرفصل این درس نیز گنجانده شده است.

**سرفصل درس و ریز موارد:**

عمل گروه بر مجموعه و قضیه‌های مربوط به آن،  $p$ -گروهها، قضیه‌های سیلو و کاربردهای آن. یادآوری ایده‌آلهای اول و ماکسیمال، تجزیه‌ی ابتدایی، حلقه‌ی کسرها، مدول، شرط‌های زنجیره‌ای در مدولها، رشته‌های دقیق، حلقه‌ی تعویضپذیر نوتری، مطالبی دیگر در نظریه‌ی مدول ها به انتخاب استاد درس.

قضیه های سیلو و نظریه گالوا			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از جبر	۱۱	-

#### هدف:

گرچه قضیه های سیلو با نظریه ی گالوا همخوانی مستقیم ندارد، هدف از این درس ارائه ی مفاهیم اولیه ی نظریه ی گروهها و آماده کردن دانشجویان برای دروس پیشرفته تر دوره های تحصیلات تکمیلی است.

#### سرفصل درس و ریز موارد:

عمل گروه بر مجموعه و قضیه های مربوط به آن، گروهها، قضیه های سیلو و کاربردهای آن. میدان شکافنده ی یک چندجمله ای روی میدان، ساختار میدان های متناهی، توسیع نرمال، قضیه ی بنیادی گالوا، حلپذیری و حلناپذیری معادله های چندجمله ای با رادیکالها.

منطق های غیر کلاسیک			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	۱۱	-

**هدف:**

سرفصل درس و ریز موارد: مروری بر منطق های گزاره ای و محمولی کلاسیک، بحث لزوم معرفی منطق های غیر کلاسیک، آشنایی با برخی از مهمترین منطق های غیر کلاسیک از قبیل منطق شهودی، منطق وجهی و منطق های چندانرزشی و فازی، دستگاه های اثباتی مختلف برای این منطق ها، معناشناسی های جبری و کریپکی.

### تاریخ ریاضیات

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۱	-

#### هدف:

سرفصل درس و ریز موارد: آشناسازی با تاریخ ریاضیات قدیم و جدید، هندسه‌های اقلیدسی و غیر اقلیدسی، دستگانه‌های عددی، حساب، جبر، مجموعه‌ها، احتمال، منطق ریاضی، توپولوژی و غیره، سهم بزرگ اقلیدس، ارشمیدس، دکارت، کانتور، هیلبرت، راسل، گودل و علمای اسلامی.

تذکر: ریز مواد فوق پیشنهادی است و دانشگاهها با تصویب گروه ریاضی با توجه به کتابی که انتخاب می کنند می توانند آنرا تغییر دهند.

فلسفه علم ( ریاضیات)			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۱	-

#### هدف:

سرفصل درس و ریز موارد: مروری تاریخی بر دیدگاه‌های فلسفه‌ی ریاضی قبل از پیدایش ریاضیات جدید، تاثیر هندسه های غیر اقلیدسی و نظریه‌ی مجموعه‌ها بر این دیدگاهها، منطق گرایبی فرگه و راسل و ایتهد، صورتگرایی، برنامه‌ی هیلبرت و تاثیر آن بر ریاضیات جدید، شهودگرایی و ساختگرایی، بررسی مکتبها و نظرهای جدیدتر در فلسفه‌ی ریاضی.

تذکر: ریز مواد فوق پیشنهادی است و دانشگاهها با تصویب گروه ریاضی با توجه به کتابی که انتخاب می کنند می توانند آنرا تغییر دهند.

### آموزش ریاضی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۱	-

#### سرفصل درس و ریز موارد:

انواع روشهای تدریس ریاضی (روش زبانی - روش سقراطی - روش مکاشفه‌ای - روش الگوریتمی). این روشها با مثالهای متنوع ریاضی تشریح شوند (به خصوص روشهای مکاشفه‌ای و الگوریتمی). تمرین عملی روی روشهای فوق‌الذکر به صورت ارائه‌ی سمینار یا تدریس در کلاسهای دبیرستانها.

**زبان تخصصی**

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۱	-

**هدف:**

هدف این درس آموزش خواندن و نوشتن متون ریاضی در شاخه‌های مختلف است.

**سرفصل درس و ریز موارد:**

ریز مواد درسی توسط گروه ریاضی دانشگاه تعیین می‌شود.

پروژه کارشناسی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۱	-

سرفصل درس و ریز موارد:

ریز مواد درس برای هر دانشجو توسط گروه مجری تعیین می شود.



۱-۳-۴

سرفصل

دروس الزامی رشته

« آمار و کاربردها »

احتمال ۱

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی احتمال و هم زمان با دوین در ریاضی عمومی	۵ و ۴	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

- متغیرهای تصادفی: تعریف متغیر تصادفی، تابع توزیع، متغیرهای تصادفی گسسته، متغیرهای تصادفی پیوسته، توزیع توابعی از متغیرهای تصادفی
- توزیع های استاندارد: دو جمله ای، هندسی، فوق هندسی، دو جمله ای منفی، پواسون، یکنواخت گسسته، یکنواخت نمایی، گاما (+ کای - دو)، نرمال، بتا، کوشی، لجستیک، وایبل، پاراتو ....
- معیارهای مرکزی و پراکندگی: امید ریاضی، امید ریاضی تابعی از یک متغیر تصادفی. خواص و کاربردهای امید ریاضی، نامساوی جنسن، میانه و مد یک توزیع، واریانس و معیارهای پراکندگی دیگر، تقارن و چولگی، گشتاورهای یک متغیر تصادفی، تابع مولد گشتاور، تابع مولد احتمال، نامسایهای مهم در احتمال (مارکف، چیبچف و...)
- توزیع های چند متغیره: متغیرهای تصادفی چند متغیره، متغیرهای تصادفی گسسته چند متغیره و توزیع چند جمله ای ها، متغیرهای تصادفی پیوسته چند متغیره و توزیع نرمال دو متغیره، متغیرهای تصادفی مستقل، کوواریانس، ضریب همبستگی.

### مراجع:

- d) راس، ش، مبانی احتمال، ترجمه احمد پارسیان-علی همدانی، ویرایش هشتم، چاپ دهم ۱۳۸۹، انتشارات شیخ بهایی.
- e) قهرمانی، سعید، احتمال، ترجمه شاهکار، چاپ اول ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- f) G. R. Grimmett, and D. Stirzaker, *Probability and Random Processes*, 3<sup>rd</sup> Ed. Oxford, 2001.

فرآیندهای تصادفی ۱			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	احتمال ۱	۵	حداقل ۱۷

### هدف:

هدف از ارائه این درس آشنائی دانشجویان با مفهوم فرآیندهای تصادفی از دیدگاه نظری و کاربرد آنها می باشد. انتظار می رود دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر به شناسائی و تشخیص انواع فرآیندهای تصادفی، مؤلفه ها و خواص مهم آنها در حد مقدماتی باشند. به علاوه انتظار می رود دانشجویان در برآورد پارامترها و شبیه سازی برخی فرآیندهای مقدماتی و پر کاربرد نظیر زنجیرهای مارکف آشنائی لازم را کسب نموده باشند.

### سرفصل درس و ریز مواد:

زنجیرهای مارکف: تابع انتقال، توزیع اولیه، زمانهای اصابت، ماتریس انتقال، وضعیتهای گذرا و بازگشتی، احتمالهای جذب، زنجیرهای زاد و مرگ، زنجیرهای شاخه ای و صف بندی، تجزیه فضای مکان، مسئله بحث بازیکن،

توزیعهای ایستا: خواص توزیعهای ایستا، زنجیر زاد و مرگ، زنجیرهای ساده نشدنی، وضعیتهای بازگشتی مثبت و بازگشتی پوچ، متوسط تعداد دفعات ملاقات از یک وضعیت بازگشتی، اشاره ای به روشهای مونت کارلو، برآورد ماتریس تغییر وضعیت، برآورد توزیع ایستا.

فرآیندهای جهشی محض مارکف: خواص فرآیندهای جهشی محض، کاربردهای فرآیندهای جهشی محض در فرآیندهای زاد و مرگ و صف بندی.

فرآیندهای پواسن: معرفی فرآیند، ویژگی های فرآیند، ارتباط با توزیع نمائی، زمانهای ورود، زمانهای بین ورود.

مراجع:

- a) Pierre Bremaud (1999), Markov Chains, Gibbs fields, *Monte Carlo Simulation and Queues*, Springer, New York.
- b) Bhat, N., Miller, K (2002), *Elements of Applied Stochastic Processes*, 3rd ed. John Wiley and Sons.
- c) Hoel, G. Port, C. and Stone, J. (1972), *Introduction to Stochastic Processes*, Houghton Mifflin Company.
- d) Karlin, S. Taylor, H.M. (1994), *An Introduction to Stochastic Modeling*, Academic Press.

آمار ریاضی - برآورد یابی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	احتمال ۲	۵	حداقل ۱۷

سرفصل درس وریز مواد:

- مفاهیم پایه و تعاریف اساسی: مروری بر توزیع های استاندارد، خانواده توزیع های نمایی، خانواده توزیع های مکان، مقیاس و مکان-مقیاس
- بسندگی و کامل بودن: آماره ها و افرازاها، آماره بسنده، آماره بسنده می نیمال، کامل بودن
- روشهای برآوردیابی: روش برآورد گشتاوری، روش درستنمایی ماکزیمم، روش حداقل مربعات.
- برآوردگرهای ناریب باکمترین واریانس: برآوردگرهای ناریب، برآوردگرهای ناریب باکمترین واریانس، روش های دستیابی، نامساوی کرامر-رائو، کارایی، سازگاری

مراجع:

- (a) آمار ریاضی: تالیف جواد بهبودیان، چاپ اول، ۱۳۷۰، ناشر امیرکبیر.
- (b) مبانی آمار ریاضی: تالیف احمد پارسیان، ویرایش سوم، چاپ اول، ۱۳۸۹، ناشر مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
- (c) مود، آ. م، گری بیل، ف. آ، بوسز، د. س، مقدمه ای بر احتمال و آمار، ترجمه علی مشکاتی، ناشر دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۹.

آمار ریاضی - آزمون فرض ها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	آمار ریاضی - برآورد یابی	۵	حداقل ۱۷

سرفصل درس وریز مواد:

- برآورد فاصله ای: روش های کمیت محوری و عمومی، فاصله اطمینان بادهای برابر، کوتاهترین فاصله اطمینان، فاصله اطمینان ناریب، فواصل اطمینان با اندازه های بزرگ
- آزمون فرض های ساده: تعاریف و مفاهیم، آزمون پرتوان، آزمون نسبت درستنمایی، نمایش هندسی آزمون پرتوان
- پرتوانترین آزمونهای یکنواخت: تعاریف و مفاهیم، پرتوانترین آزمون یکنواخت
- آزمون نسبت درستنمایی: آزمون نسبت درستنمایی، توزیع مجانبی آماره LRT، بررسی بیشتر آزمونهای نسبت درستنمایی

مراجع:

- آمار ریاضی: تالیف جواد بهبودیان، چاپ اول، ۱۳۷۰، ناشر امیرکبیر.
- مبانی آمار ریاضی: تالیف احمد پارسیان، ویرایش سوم، چاپ اول، ۱۳۸۹، ناشر مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
- مود، آ. م.، گری بیل، ف. آ.، بوسز، د. س.، مقدمه ای بر احتمال و آمار، ترجمه علی مشکاتی، ۱۳۷۹، ناشر دانشگاه فردوسی مشهد.

### روشهای آماری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	احتمال ۱	۵۴	حداقل ۱۷

#### سرفصل درس و ریز مواد:

نمونه تصادفی، توزیع میانگین نمونه ای و قضیه حد مرکزی، توزیع های نمونه ای، استنباط آماری، برآوردیابی نقطه ای، روش های برآوردیابی پارامتر(های) نامعلوم، برآورد فاصله ای، فاصله اطمینان با اندازه نمونه های بزرگ، آشنایی مقدماتی با مفاهیم آزمون فرض ها، آزمون فرض های ساده، آزمون فرض های یک طرفه، آزمون فرض های دوطرفه و روش نسبت درستمایی، آزمون واریانس جمعیت نرمال، آزمون میانگین و نسبت با اندازه نمونه های بزرگ، استنباط در مورد دو میانگین، استنباط در مورد جفت مشاهدات، آزمون میانگین و نسبت دو جمعیت با اندازه نمونه های بزرگ، تحلیل واریانس یک طرفه، رگرسیون خطی ساده و ضریب همبستگی، آزمون نیکویی برازشی، جدول های توافقی: استقلال و همگنی، آزمون های ساده ناپارامتری

#### مراجع:

- (d) بهبودیان، جواد، آمار و احتمال مقدماتی، چاپ شانزدهم، آستان قدس رضوی ۱۳۸۳.
- (e) پارسیان، احمد، مبانی احتمال و آمار برای دانشجویان علوم و مهندسی، ویرایش دوم، چاپ دوم، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۸.
- (f) هاگ، ر.و، تنیس، ل. آ، احتمال و استنباط آماری، ترجمه نوروز ایزد دوستدار - حمید پزشک، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.

### روش های نمونه گیری ۱

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۵-۳	حداقل ۱۷

#### هدف:

آشنایی با فرآیند روش شناسی آمار گیری و درک موقعیت روش نمونه گیری در آن فرآیند. آشنایی با استنباط آماری برای جوامع متناهی و درک اختلاف آن با استنباط آماری برای یک متغیر تصادفی در آمار ریاضی. درک نقش تئوری احتمال در طراحی روش های نمونه گیری. آشنایی با روش های نمونه گیری تصادفی ساده و طبقه ای ساده و توانایی بکار گیری آن.

هدف این درس آشنا کردن دانشجویان با طراحی آمار گیری های نمونه ای و برآورد پارامترهای جامعه است. دانشجویان در این درس با خطاهای نمونه گیری و غیر نمونه گیری آشنا شده و شیوه های کاهش این خطاها را فرا می گیرند. این درس هم بر طرح های پایه ای و هم بر طرح های پیچیده نمونه گیری تأکید دارد.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

مقدمه ای بر آمار گیری های نمونه ای: نمونه گیری نااحتمالاتی، نمونه گیری احتمالاتی، چارچوب نمونه گیری، پارامتر جامعه.

چند مفهوم: توزیع جامعه؛ فرآیند پاسخ گویی؛ جامعه نمونه گیری شده، خطای کل آمار گیری؛ خطای نمونه گیری و خطای غیرنمونه گیری

نمونه گیری تصادفی ساده: گزینش نمونه، برآوردگرهای پارامترهای جامعه (کل، میانگین و نسبت)

توزیع نمونه گیری برآوردگرها: معیارهای کیفیت برآوردگرها (اریبی، واریانس و بازه ای اطمینان)، بازه های اطمینان و تعیین اندازه ی نمونه.

نمونه گیری طبقه بندی شده: برآورد کل، برآورد میانگین، انتخاب طبقه ها، تعیین اندازه ی نمونه، تخصیص نمونه به طبقه ها.



مراجع:

- (a) عمیدی، علی، نظریه نمونه گیری و کاربردهای آن، چاپ سوم، ۱۳۸۴، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- (b) مقدمه ای بر بررسی نمونه ای، چاپ چهارم ۱۳۸۴، ترجمه ناصر رضا ارقامی، ناهید سنجری فارسی پور، ابوالقاسم بزرگ نیا، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- c) Cochran, W. G. (1977), *Sampling Techniques*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- d) Lohr, L.S. (1998), *Sampling: Design and Analysis*, Duxbury Press.

### روشهای ناپارامتری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۵	حداقل ۱۷

#### هدف:

این درس بر روشهای استاندارد ناپارامتری که برای تجزیه و تحلیل داده ها مناسب هستند تمرکز خواهد کرد. مفاهیم و روشهای "یک نمونه ای"، "دو نمونه ای"، "نمونه های جفتی"، آزمونهای یک راهه" و "آزمونهای دو راهه" پوشش داده خواهند شد. آزمونهایی برای عدم وجود استقلال و نیکویی برازش مورد بحث قرار خواهند گرفت. مفاهیم این درس دانشجو را قادر خواهد ساخت تا برای یک حل یک مسئله آماری داده شده از روشهای پارامتری یا ناپارامتری استفاده کند. اثبات ها در حد اقل نگه داشته شود و از ارایه اثبات های طولانی و پیچیده پرهیز گردد.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

**مقدمه:** نقاط ضعف و نقاط قوت روشهای ناپارامتری- آماره های ترتیبی- توزیع مجانبی آماره های ترتیبی- برآورد فاصله های اطمینان برای چندکهای جامعه- فاصله های تحمل برای توزیعها- پوششها.

**آزمونهای یک نمونه ای:** آزمون درباره میانه و دیگر چندکها- آزمون علامت- آزمون ویلکاکسون- آزمونهای مبتنی بر گردشها.

**آزمونهای دو نمونه ای:** آزمون گردش والد- ولفوویتز- آزمون دو نمونه ای کلموگروف- اسمیرنوف- آزمون میانه- آزمون من ویتنی.

**آزمونهای k نمونه ای:** آزمون آنالیز واریانس یک راهه کروسکال- والیس- آزمون مربع کای برای k نسبت- آزمون فریدمن، آزمون مک نماز

**معیارهای پیوند برای نمونه های دو متغیری:** تعریف معیارهای پیوند دو جامعه - ضریب همبستگی اسپیرمن، ضریب همبستگی کندال - ضریب همبستگی لامدا، نسبت بخت ها

**آزمون های نیکویی برازش:** آزمون های کالموگورف - اسمیرنف، کرامر-وان میزز، شاپیرو-ویلک، آزمون های نیکویی برازش مبتنی بر آنتروپی

**اشاره به مباحث ویژه:** رگرسیون ناپارامتری، آزمون های جایگشتی و روش های بوت استرپ

#### مراجع:

(a) آمار ناپارامتری نوشته دکتر جواد بهبودیان چاپ دانشگاه شیراز ۱۳۸۵

- b) P. Sprent and N. C. Smeeton (2001), *Applied Nonparametric Statistical Methods*, 3<sup>rd</sup> Edition.
- c) M. Hollander and D. A. Wolfe (1999), *Nonparametric Statistical Methods*.
- d) J. D. Gibbons, S. Chakraborti (2003). *Nonparametric Statistical Inference*, 4<sup>th</sup> Edition.

### رگرسیون ۱

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	آمار ریاضی و مبنای جبر خطی	۵	حداقل ۳۴

#### هدف:

در این درس مفاهیم اساسی و پایه‌ای مدل‌های خطی در قالب رگرسیون خطی ساده و چندگانه معرفی می‌شود.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

در این درس مثال‌های عددی برای هر قسمت ارائه و محاسبات با حداقل یک نرم‌افزار آماری صورت می‌گیرد.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

رگرسیون خطی ساده، برآورد های حداقل مربعات (OLS) و ویژگیهای آنها (نااریبی و قضیه گاوس-مارکف)، مجموع توان های دوم و جدول آنالیز واریانس، آزمون فرض در رگرسیون ساده، بازه اطمینان پارامترها و بازه پیش بینی برای تک مشاهدات، رگرسیون ساده بدون عرض از مبدا، رگرسیون ساده با X تصادفی، ضریب همبستگی، آزمون ضریب همبستگی، رگرسیون خطی چندگانه، برآورد های حداقل مربعات (OLS) و ML پارامترها، ویژگیهای برآورد گرها، آزمون فرض عمومی (روش آنالیز واریانس)، آزمون فرض برای تک پارامترها و زیر مجموعه‌ای از آنها، درون یابی و برون یابی، انتخاب متغیرها (روش های پیشرو و پسرو)، رگرسیون گام به گام، انتخاب مدل (معیارهای  $C_p$  مالوس، روش PRESS، RMax، Cross Validation).

#### مراجع:

- a) Douglas C. Montgomery, Elizabeth A. Peck and G. Geoffrey Vining (2001), *Introduction to Linear Regression Analysis*, third Ed. John Wiley.

### طرح آزمایش های ۱

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱	۵	حداقل ۱۷

#### هدف:

در این درس برخی طرح های پایه ای معرفی و برای آزمایش هایی با یک عامل پوشش داده می شوند. روش تجزیه و تحلیل داده ها متناسب با هر یک از این طرح ها نیز پوشش داده می شود. این طرح ها در قالب مدل های خطی معرفی می شوند.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

با معرفی هر یک از این طرح ها روش تجزیه و تحلیل داده های برآمده از اجرای آنها بر اساس مدل های خطی متناسب با طرح، که شامل موارد زیر است، پوشش داده می شود:

"مدل طرح، مجموع توان های دوم و جدول آنالیز واریانس، برآورد گرهای حداقل مربعات پارامترهای مدل، آزمون فرض پارامترها، مقابله ها و آزمون های زوجی."

#### سرفصل درس و ریز مواد:

مبانی و مفاهیم اصولی طرح آزمایش، اشاره ای به کاربرد طراحی و آنالیز آزمایش ها در زمینه های مختلف، طرح های کاملاً تصادفی (CRD)، طرح با اندازه های مکرر، طرح بلوک های کامل تصادفی (RCBD)، طرح های مربع لاتین، طرح بلوک های ناقص متعادل (BIBD)، آنالیز کوواریانس (ANCOVA)

#### مراجع:

- a) Douglas C. Montgomery (2005), *Design and Analysis of Experiments*, 6<sup>th</sup> Ed., John Wiley.

سریهای زمانی ۱			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	فرایندهای تصادفی ۱	۵	حداقل ۱۷

### هدف:

هدف از ارائه این درس آشنائی دانشجویان با مفهوم سریهای زمانی بصورت نظری و کاربردی می باشد. انتظار می رود دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر به شناسائی و تشخیص انواع پرکاربرد از سریهای زمانی نظیر مدل های ARMA و ویژگیهای مهم آنها باشند. به علاوه انتظار می رود دانشجویان در مدل بندی و شبیه سازی برخی سریهای زمانی مهم آشنائی لازم را کسب نموده باشند.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

تاکید می شود که همراه با تدریس چند جلسه مطالب بالا با حداقل یکی از نرم افزار معمول آماری زیر نشان داده شوند. چون در این درس لازم است روی روش های سری زمانی نیز به اندازه نظری تاکید شود.

MINITAB, SPSS, SAS, SPLUS, R and ITSM (Interactive Time Series Modeling)

### سرفصل درس وریز مواد:

مثالهایی از سریهای زمانی - اهداف تحلیل سریهای زمانی - مدل های دارای روند و مؤلفه فصلی و روشهای برآورد و حذف آنها ( عملگرهای پسر و تفاضلی کردن) - مدل های ایستا ( تعاریف اولیه مانند تابع خود کوواریانس، خودهمبستگی، خودهمبستگی جزئی) - توابع خود کوواریانس و خود همبستگی نمونه ای - آزمونهای گوناگون برای تصادفی و نرمال بودن دنباله های متغیرهای تصادفی - معرفی کلاس ARMA از مدل های خطی (مدل های سببی (causal) و وارون پذیر) - برآورد میانگین و توابع خود کوواریانس و خود همبستگی مدل های ایستا - پیش بینی مدل های سریهای زمانی ایستا با استفاده از

الگوریتمهای داریین - لوینسون و نوآورها - تجزیه والد - مدل‌های ARMA با استفاده از برآوردهای اولیه (الگوریتمهای یول - والکر، برگ، نوآور و هانان - ریزنن) برآوردهای MLE، بررسی درستی و صحت مدل، معیار AICC.

### مراجع:

- a) Brockwell, P. J. and Davis, R. A. (2002) *Introduction to Time Series and Forecasting*, 2ndth edition. Springer-Verlag.
- b) Cryer, J. D. and Chan, K. S. (2008) *Time Series Analysis: With Applications in R*, 2<sup>nd</sup> ed., Springer.
- a) Chatfield, C. (1996). *The Analysis of Time Series: An Introduction*, 6<sup>th</sup> edition, London, Chapman and Hall.  
(ترجمه: مقدمه ای بر تحلیل سریهای زمانی)
- b) Cryer, J. D. (1986), *Time Series Analysis*, Duxbury Press, Boston.  
(ترجمه: تجزیه و تحلیل سریهای زمانی)
- c) Shumway, R. H., Stoffer, D.S. (2006) *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*, 2<sup>nd</sup> ed., Springer.

۲-۳-۴

سرفصل

دروس انتخابی رشته

« آمار و کاربردها »



## احتمال ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	احتمال ۱ و ریاضی عمومی ۲	۸	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

#### توزیع توابع متغیرهای تصادفی:

- تبدیل متغیرهای تصادفی: روش تابع توزیع، روش تغییر متغیرها ( $n=2$ )، توزیع های  $t$  و  $F$  (بعنوان کاربرد)، روش تغییر متغیرها (حالت کلی)، روش تابع مولد گشتاور
- آماره های ترتیبی: تابع توزیع یک آماره ترتیبی، تابع توزیع توأم دو یا چند آماره ترتیبی، تابع توزیع برد نمونه، میانه و ...

#### توزیعهای شرطی:

توزیعهای شرطی گسسته، توزیعهای شرطی پیوسته، کاربرد توزیعهای شرطی، امید ریاضی شرطی و کاربردهای آن (شامل امید کل و پیش بینی)، واریانس شرطی

#### قضایای حدی:

همگرایی در توزیع (شامل شرایط خاص و قضیه پیوستگی)، همگرایی در میانگین از درجه دوم، همگرایی در احتمال، روابط بین همگرایی ها، قضیه اسلاتسکی، قانون ضعیف اعداد بزرگ و قضیه خینچین، قضیه حد مرکزی و روش دلتا.

#### مراجع:

(a) راس، ش، مبانی احتمال، ترجمه احمد پارسیان-علی همدانی، ویرایش هشتم، چاپ دهم ۱۳۸۹، انتشارات شیخ بهایی.

(b) قهرمانی، سعید، احتمال، ترجمه شاهکار، چاپ اول ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

(c) Grimmett, G. R. and Stirzaker, D. (2001), Probability and Random Processes, 3<sup>rd</sup> Ed. Oxford.

## روش های نمونه گیری ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	روش های نمونه گیری ۱	۸	حداقل ۱۷

### هدف:

آشنایی با طرحهای نمونه گیری پیچیده تر بگونه ای که اکثر روش های متداول مورد استفاده در یک موسسه اداری، تجاری و صنعتی را یاد گرفته و قادر بکار گیری آنها باشد. توانایی بکار گیری متغیرهای کمکی در طرح نمونه گیری، برآورد یا هر دو را داشته باشد. آشنایی با بدست آوردن واریانس و برآورد واریانس تقریبی برآوردگر پارامترهای پیچیده با استفاده از بسط تیلور. یاد گیری فن هایی که می توان برای تصحیح بعضی از خطاهای غیر نمونه گیری اعمال کرد.

### سرفصل درس وریز مواد:

برآورد گره های نسبتی و رگرسیونی، بی پاسخی، بی پاسخی واحد، بی پاسخی قلم اطلاعاتی، اثر بی پاسخی بر برآورد گرها، روش های تعدیل اثر بی پاسخی.

نمونه گیری سیستماتیک: روش های گزینش نمونه، برآورد، نمونه گیری با احتمال متناسب با اندازه.

نمونه گیری خوشه ای یک مرحله ای با احتمال های انتخاب برابر: مفاهیم و نمادها، برآورد پارامترها: کل و میانگین

نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای: مفاهیم و نمادها، برآورد پارامترها: کل و میانگین

### مراجع:

e) عمیدی، علی، نظریه نمونه گیری و کاربردهای آن، چاپ سوم، ۱۳۸۴، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

f) مقدمه ای بر بررسی نمونه ای، چاپ چهارم ۱۳۸۴، ترجمه ناصر رضا ارقامی، ناهید سنجری فارسی پور، ابوالقاسم بزرگ نیا، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

g) Cochran, W. G. (1977), *Sampling Techniques*, John Wiley & Sons, Inc. New York.

h) Lohr, L.S. (1998), *Sampling: Design and Analysis*, Duxbury Press.

### طرح آزمایش‌های ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	طرح آزمایش‌های ۱	۸	حداقل ۱۷

#### هدف:

در این درس آزمایش‌ها با بیش از یک عامل معرفی و. روش ساخت و تجزیه و تحلیل داده‌ها متناسب با هر یک از این آزمایش‌ها در طرح‌های کاملاً تصادفی و بلوکی پوشش داده می‌شود. این آزمایش‌ها در قالب مدل‌های خطی با اثرات ثابت و تصادفی معرفی می‌شوند.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

آزمایش‌های چندعاملی، آزمایش‌های  $k$ -عاملی دو سطحی ( $2^k$ )، آزمایش‌های  $2^k$  در بلوک‌های کامل تصادفی، مخلوط کردن در آزمایش‌های عاملی  $2^k$  با بلوک‌ها، آزمایش‌های عاملی کسری دو سطحی، آزمایش‌های  $3^k$ ، مقابله تیمارهای کمی، آزمایش‌ها با اثرات تصادفی و آمیخته، طرح کرت‌های خرد شده.

#### مراجع:

- a) D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 6<sup>th</sup> ed., John Wiley, 2005.

**روش های چند متغیره ی پیوسته ۱**

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱	۸	حداقل ۱۷

**سخنی با مدرس و دانشجو:**

برای این درس نیاز است تا دانشجویان نحوه انجام محاسبات را بصورت عملی با حداقل یک نرم افزار مناسب از قبیل SAS, SPSS or MINITA: را یاد بگیرند.

**سرفصل درس وریز مواد:**

**جبر ماتریس** (نمادها و تعاریف مقدماتی ماتریسها ، بردارها ، اسکالر ها، برابری ماتریسها و بردارها، ماتریس متقارن و ترانزپوز، ماتریسهای خاص، اعمال جبری ماتریسها، جمع ماتریسها و بردارها، ضرب ماتریسها و بردارها، جمع مستقیم ماتریسها، ضرب کرونکر ماتریسها، افزای ماتریس، رتبه ی ماتریس، معکوس ماتریس، ماتریس معین مثبت و نامنفی، دترمینان اثر ماتریس، ماتریسها و بردارهای متعامد، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، تجزیه ی طیفی، ریشه ی ماتریس مربع، ماتریس مربع و معکوس ماتریس، تجزیه ی مقادیر منفرد)

**مشخص کردن و نمایش اطلاعات چند متغیره** (میانگین و واریانس متغیر تصادفی یک بعدی، کواریانس و همبستگی متغیرهای تصادفی دو بعدی، نمودار پراکنش نمونه های ۲ تایی، نمایش نموداری نمونه های چند متغیره، بردار میانگین، ماتریس کواریانس، ماتریس همبستگی، ترکیب های خطی متغیرها، فاصله بین بردارها)

**توزیع نرمال چند متغیره و توزیعهای ویشارت ؛ هتلینگ و لامبدای ویلک** (تابع چکالی نرمال چند متغیره، تابع چکالی نرمال چند متغیره، کاربردهای توزیع، نرمال چند متغیره، ویژگیهای توزیع نرمال چند متغیره، توزیع ویشارت، ویژگی های توزیع ویشارت، نتایجی از فرمهای درجه دوم، بررسی نرمالیتی چند متغیره، بررسی نرمالیتی یک متغیره، بررسی نرمالیتی چند متغیره، آزمون کولموگروف، آزمون شاپیرو - ویلکز، روش ترسیمی: نمودار چندک - چندک، نرمال بودن با تبدیلات)

**اصول و روشهای برآورد بردار میانگین و ماتریس کواریانس یک بردار تصادفی از توزیع نرمال چند متغیره و انواع فواصل اطمینان** (استنباط های مربوط به یک بردار میانگین، آزمون های یک متغیره در بردار چند متغیره، آزمون  $\mu$  وقتی که  $\Sigma$  معلوم است، یادآوری از آزمون یک متغیره  $H_0: \mu = \mu_0$  با  $\sigma$  مجهول، آزمون  $T^2$ )

هتلینگ برای  $H_0: \mu = \mu_0$  با  $\Sigma$  مجهول، نواحی اطمینان و مقایسه های همزمان میانگینهای مؤلفه‌ها، استنباط‌های نمونه‌های بزرگ در مورد یک بردار میانگین جامعه، مقایسه‌ی چند میانگین چندمتغیره، یادآوری از آزمون  $t$  دو نمونه‌ای یک متغیره، آزمون  $T^2$  دو نمونه‌ای چندمتغیره، آزمون‌های نسبت درستنمایی، فواصل اطمینان، مقایسه‌ی زوج شده و یک طرح اندازه‌های مکرر، مقایسه میانگینهای چند جامعه چندمتغیره، فواصل اطمینان همزمان برای اثرات تیمار

**اصول و روشهای آزمون فرض در مورد بردار میانگین و ماتریس کواریانس یک بردار تصادفی از توزیع نرمال چند متغیره** (آنالیز واریانس چندمتغیره، مدل‌های یک طرفه: آنالیز واریانس (ANOVA) یک طرفه‌ی یک متغیره، آنالیز واریانس (MANOVA) یک طرفه‌ی چند متغیره، آماره‌ی آزمون Wilks، آزمون Roy، آزمون‌های Pillai و Lawley- Hotellings، آنالیز واریانس یک طرفه‌ی چندمتغیره (MANOVA) نامتعادل، خلاصه‌ای از چهار آماره‌ی آزمون و ارتباط آنها با  $T^2$ ، کتراستها: کتراستهای یک متغیره، کتراستهای چند متغیره، مدل‌های دو طرفه: آنالیز واریانس (ANOVA) دو طرفه‌ی یک متغیره، آنالیز واریانس دو طرفه‌ی چند متغیره)

**استنباط آماری در مورد چند بردار میانگین از توزیع نرمال چند متغیره و چند ماتریس کواریانس آنالیز واریانس چندمتغیره** (آزمون‌های مربوط به ماتریس کواریانس: آزمون الگوی خاص برای  $\Sigma$ ، آزمون  $H_0: \Sigma = \Sigma_0$ ، آزمون کرویت، آزمون  $H_0: \Sigma = \sigma^2[(1 - \rho)I + \rho J]$ ، آزمون‌های مقایسه‌ی ماتریس‌های کواریانس: آزمون‌های یک متغیره برابری کواریانس‌ها، آزمون‌های چند متغیره برابری ماتریسهای کواریانس، آزمون‌های استقلال: استقلال دو زیر بردار، استقلال چند زیر بردار، استقلال تمامی متغیرها)

## مراجع:

- استنباط آماری چند متغیره ، تالیف ناریان سی - جری - ترجمه دکتر ابوالقاسم بزرگنیا
- تحلیل چند متغیره ، تالیف کانتی ماردیا ، جان کنت ، جان بی بی \_ ترجمه محمد مهدی طباطبایی
- آشنایی با روش های آماری چند متغیره ، تالیف بی . اف . جی . مانلی \_ ترجمه دکتر محمد مقدم ، مهندس ابوالقاسم محمدی شرطی و مهندس مصطفی آقائی سریزه .
- تحلیل آماری چند متغیره کاربردی ، تالیف ریچارد آ . جانسون و دین دبلیو . ویچرن \_ ترجمه دکتر حسینعلی نیرومند ، دانشگاه فردوسی مشهد.

e) A. C. Rencher, *Methods of Multivariate Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2002.

### کنترل کیفیت آماری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	روش‌های نمونه‌گیری ۲	۸	حداقل ۱۷

#### سرفصل درس و ریز مواد:

**مدیریت کیفیت:** پیشینه و تکامل کنترل کیفیت، کیفیت و نظام‌های کیفیت، نظام مدیریت کیفیت ایزو ۹۰۰۰، مدیریت

کیفیت جامع

**کنترل آماری فرایند:** مروری بر مفاهیم اساسی آمار، مقدمه‌ای بر نمودارهای کیفیت، نمودارهای کنترل برای متغیرهای

کیفی (وصفی)، نمودارهای کنترل برای متغیرهای کمی (متغیر)، نمودارهای ویژه کنترل، حدود مشخصات طراحی (فنی) و

حدود رواداری

**روش‌های بهبود کیفیت:** فنون کنترل فرایند و بهبود، آزمایش‌های صنعتی، طرح استوار، قابلیت اعتماد (اطمینان)

**بازرسی نمونه‌ای:** بازرسی نمونه‌ای برای متغیرهای کیفی (وصفی)، بازرسی نمونه‌ای برای متغیرهای کمی (متغیر)،

روش‌های ویژه‌ی نمونه‌گیری‌های متغیرهای کیفی

**مراجع:**

a) H. M. Wadsworth, K. S. Stephens, and A. B. Godfrey, *Modern Methods for Quality Control and Improvement*, 2<sup>nd</sup> ed., 2000.

b) D. C. Montgomery, *Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, 2009.

### محاسبات آماری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۸	حداقل ۳۴

### سرفصل درس وریز مواد:

استفاده از یکی از نرم افزارهای آماری زیر برای تحلیل پروژه های مختلف (ترجیحا واقعی)

SPSS, SAS, S+, R, Stata, Statistica, Minitab, Sudaan, Matlab, Maple

براساس مطالب زیر:

مروری بر مباحث آمار توصیفی با تاکید بر مقایسه زیرجوامع مختلف طبقه بندی شده توسط آماره های توصیفی مانند میانگین ها، واریانسها، میانه ها و نمودارهای مربوط مانند جعبه ای و شاخ و برگ - پالایش داده ها با حجم های زیاد - آزمون های نرمال بودن یک و دو متغیره - رسم نمودار هسته های چگالی یک و دو متغیره داده های واقعی - شبیه سازی از چند توزیع آماری یک و دو متغیره و بررسی ویژگی آن ها توسط رسم نمودارهای مربوط - مقایسه میانگین های دو جامعه نرمال (آزمون های  $t$  برای نمونه های مستقل و وابسته) - آزمون همسانی واریانس ها، آزمونهای ناپارامتری (من-ویتنی، ویلکاکسون، کروسکال والیس، فریدمن) - جداول توافقی دوره در ارتباط با تحلیل پیوند دو متغیر طبقه ای، آزمون های مربع - کای مبتنی بر آزمایش های برنولی و دو جمله ای، برابری نسبت ها در جوامع مختلف، برابری میانه های جوامع با نمونه های مستقل - ضرایب همبستگی ساده پیرسن و اسپیرمن، چند گانه، شرطی و جزئی - رگرسیون خطی چند گانه، برازش مدل، تعبیر ضرایب با توجه به کمی و کیفی بودن متغیرهای توضیحی. مباحث تکمیل کننده در صحت و اعتبار مدل های برازش شده مانند: بررسی انواع مانده های برازش شده (استاندارد شده، پرس، استیودنت، حذفی استیودنت شده) و نقش آن ها در شناسایی مشاهدات پرت و پرنفوذ، مسئله هم خطی چند گانه، ناهمسانی واریانس و روشهای متقابل در ساختن مدل های مناسب رگرسیونی - تحلیل واریانس و کوواریانس یک طرفه، برآورد پارامترها، بررسی برقراری فرض های مدل، رابطه آن با مباحث مدلهای رگرسیون

و آزمون میانگین‌ها با نمونه‌های مستقل – مدل‌های خطی با اندازه‌های مکرر و ارتباط آن با آزمون میانگین‌ها با نمونه‌های زوجی.

مختصری در مورد نرم افزارهای Maple و Matlab در مورد کاربرد ریاضی در آمار

#### مراجع:

- a) C. Cody, *Learning SAS® by Example: A Programmer's Guide*, SAS Institute Inc., 2007.
- b) B. S. Everitt, *a Handbook of Statistical Analyses Using S-PLUS*, Chapman & Hall/CRC, 2002.
- c) D. Geoff, and B. S. Everitt, *A Handbook of Statistical Analyses using SAS*, 2<sup>nd</sup> ed., Chapman & Hall/CRC, 2009.
- d) K. Kleinman, and N. J. Horton, *SAS and R: Data Management, Statistical Analysis, and Graphics*, Chapman & Hall/CRC, 2010.
- e) M. G. Marasinghe, and W. J. Kennedy, *SAS for Data Analysis: Intermediate Statistical Methods*, Springer-Verlag, 2008.
- f) M. de Sá, J. P. Marques, *Applied Statistics Using Spss, Statistica, Matlab and R*, 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag, 2007.
- g) D. B. Wright, and K. London, *Modern Regression Techniques Using R: a Practical Guide*, Sage Publications Inc., 2009.



مباحثی در آمار و کاربردها			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۸	-

**هدف:**

این درس به منظور ارائه درس های تکمیلی یا جدید طراحی شده است.

**سرفصل درس و ریز مواد:**

درسی است در سطح کارشناسی یا بالاتر با سرفصل متغیر در زمینه آمار یا احتمال که برحسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای گروه آمار برسد.

۳-۳-۴

## سرفصل

# دروس اختیاری رشته

# « آمار و کاربردها » \*

\*مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

روش های چند متغیره گسسته

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱ و آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۳۴

**هدف:**

- آشنایی و کسب مهارت در تحلیل داده‌های رسته‌ای جمع آوری شده در علوم پزشکی، اجتماعی، رفتاری، روانشناسی، اقتصادی و ...

- توانایی استفاده از روش‌های آماری سنتی شامل آزمون‌های  $\chi^2$  دو، آزمون‌های دقیق برای نمونه‌های کوچک و اندازه پیوند و تعبیر آنها برای داده‌های رسته‌ای.

- توانایی کاربرد و بررسی نیکویی برازش مدل‌های خطی تعمیم یافته شامل رگرسیون لوژستیک، مدل‌های لگ خطی، رگرسیون پواسن و مدل‌های نرخ خطر برای داده‌های رسته‌ای.

- توانایی انتخاب مناسب‌ترین مدل برای داده‌های رسته‌ای.

- توانایی استفاده از نرم افزارهای آماری در تحلیل مدل‌ها و تعبیر درست نتایج.

**سخنی با مدرس و دانشجو:**

شروع درس با مفاهیم اولیه‌ای چون مقیاس‌های گوناگون اندازه گیری، طرح‌های مختلف نمونه گیری، توزیع‌های مهم دو جمله‌ای، پواسن، فوق هندسی و چند جمله‌ای، برآوردهای ماکسیمم درستنمایی، بررسی نسبت‌ها و آزمون فرض در مورد نسبت‌ها با استفاده از آزمون‌های نمره، والد و نسبت درستنمایی تعمیم یافته (با تاکید بر  $p$  - مقدار) می‌تواند مفید باشد.

مباحث کلاس عملی می‌تواند به ترتیب ذیل انجام شود؛

- مفاهیم توصیفی و طریقه ورود داده‌های رسته‌ای و جدول بندی آن‌ها. یافتن معیارهای پیوند و آزمون‌های استقلال توسط نرم افزار
- مدل‌های خطی تعمیم یافته و نیکویی برازش آنها شامل رگرسیون لوژستیک
- استفاده از توابع ربط کوناگون در رگرسیون با پاسخ دودویی، مدل‌های نرخ خطر و رگرسیون پواسن
- مدل‌های لوجیت برای پاسخ‌های اسمی و ترتیبی
- مدل‌های لگ خطی و نیکویی برازش آن‌ها
- مدل بندی اندازه‌های تکراری

### سرفصل درس وریز مواد:

- مرور کلی: توزیع‌ها و طرح‌های نمونه گیری برای استنباط در داده‌های رسته‌ای
- توصیف جداول پیشابندی دوطرفه، سه طرفه و بالاتر و بررسی تعاریف و مفاهیم به کار رفته در جدول‌های پیشابندی همچون تفاضل نسبت‌ها، نسبت بخت‌ها، آزمون استقلال، استنباط دقیق برای نمونه‌های کوچک، چگونگی تحلیل صفر ساختاری و روش دلتا و ...
- توصیف کلی مدل‌های خطی تعمیم یافته با اشاره‌ای به مدل‌های شبه درست‌نمایی و روش‌های ارزیابی نیکویی برازش مدل‌ها.
- رگرسیون لوژستیک، استفاده از توابع ربط گوناگون برای داده‌های با پاسخ دودویی و رویکرد متغیر پنهان.
- مدل‌های نرخ خطر و رگرسیون پواسن.
- مدل‌های لوجیت برای پاسخ‌های اسمی و ترتیبی.
- مدل‌های لگ خطی و معیارهای پیوند.
- مدل بندی مطالعات با اندازه گیری‌های تکراری.

### مراجع:

- a) A. Agresti, *An Introduction to Categorical data Analysis*, Wiley, New York, 1996.
- b) A. Agresti, *Categorical data analysis*, Wiley, New York, 2007.
- c) E. B. Anderson, *Discrete Statistical Models with Social Science Applications*, Amsterdam: North Holland, 1980.

( این کتاب تحت عنوان "الگوهای آماری گسسته و کاربرد آنها در علوم اجتماعی" توسط آقایان دکتر علی مشکانی و دکتر ابوالقاسم بزرگ نیا ترجمه و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد آن را به چاپ رسانده است.)

d) Y. M. M. Bishop, S. E. Fienberg, and P. W. Holland, *Discrete Multivariate Analysis*, Cambridge, MA: MIT Press, 1975.

( جلد اول این کتاب شامل ۳ فصل اول کتاب اصلی، توسط آقای دکتر محمدرضا مشکانی ترجمه و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی آن را به چاپ رسانده است.)

e) D. Zelterman, *Models for discrete data*, Oxford University Press, 2006.

### آشنایی با نظریه صف

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	فرایندهای تصادفی ۱	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

هدف از ارائه این درس آشنائی دانشجویان با مفاهیم و مؤلفه‌های اصلی سیستم‌های صف بندی و تجزیه و تحلیل آنها می‌باشد. دانشجوی می‌بایست پس از گذراندن این درس و در مواجهه با یک مسئله قادر به تشخیص الگوی صحیح صف، شناسائی مشخصه‌های صف و آنالیز دوره اشتغال باشد. به علاوه دانشجو می‌بایست توانائی برآورد پارامترها، شبیه‌سازی الگوی صف و بهینه‌سازی سیستم‌های صف‌بندی را نیز داشته باشد.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

مفاهیم و تعاریف اولیه شامل تعریف صف، مشخصه‌های صف نظیر، الگوی ورود متقاضیان، الگوی سرویس دهنده‌گان، نظم صف، گنجایش سیستم، تعداد و باجه‌های سرویس، نمادگذاری، اندازه‌های موثر، مدل‌های صف بندی قطعی، یادآوری فرآیند پواسون و توزیع نمایی، خاصیت مارکوفی، فرایندهای زاد و مرگ مارکوف ساده، توزیع توزیع زمان انتظار، فرمول لیتل، صف با گنجایش محدود مکان انتظار، صف  $M/M/I$  حالت پایا، مدل صف بندی،  $M/M/I$ ، صف چند باجه ای با گنجایش محدود، رفتار حالت زودگذر، صف‌های گروهی، ورودی گروهی،  $M/M/C$ ،  $M/M/I$  سرویس گروهی، صف‌های  $M/G/I$  و  $M/G/C$ ، آنالیز دوره اشتغال، شبیه‌سازی مدل‌های صف، بهینه‌سازی سیستم‌های صف‌بندی.

#### مراجع:

- مبانی نظریه صف، ترجمه دکتر شاهکار، ۱۳۷۲، مرکز نشر دانشگاهی - تهران.
- نظریه صف، ترجمه دکتر شاهکار، ۱۳۷۵، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- آشنایی با نظریه صف بندی، ترجمه دکتر شاهکار، ۱۳۷۶، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

### آشنایی با رکوردها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم و کاربرد داده های ترتیبی بویژه آماره های رکوردی

#### سرفصل درس و ریز مواد:

معرفی انواع داده های ترتیبی شامل آماره های مرتب، انواع سانسورها، معرفی آماره های رکوردی بالا و پایین (زمان رخداد رکوردها، تعداد رکوردها، زمان بین رکوردها)، ارائه مثال های کاربردی همراه با استفاده از آماره های رکوردی، نتایج پایه ای از توزیع احتمال آماره های رکوردی در حالت مستقل و هم توزیع بودن مشاهدات، توزیع های احتمال توام و شرطی، خاصیت مارکوفی، رکوردها در توزیع های کلاسیک آماری، گشتاورهای رکوردها و روابط بین آنها، خاصیت بسندگی و اطلاع فیشر در رکوردها، برآورد نقطه ای و فاصله ای و آزمون فرض ها براساس رکوردها. پیش بینی های نقطه ای و فاصله ای کلاسیک و بیزی. همکاران محترم می توانند با توجه رشد تحقیق و پژوهش در باره رکوردها، گروه های آموزشی می توانند براساس نیاز دانشجویان محتوای این درس را بهبود بخشند. (رکوردها در مدل های تصادفی، نظریه اطلاع، ترتیب های تصادفی و انواع رکوردها جدید).

#### مراجع:

- Arnold, B. C., Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (1992). *A First Course in Order Statistics*, John Wiley & Sons, New York.
- Arnold, B. C., Balakrishnan, N. and Nagaraja, H. N. (1998). *Records*, John Wiley & Sons, New York.
- David, H. A. and Nagaraja, H. N. (2003). *Order Statistics*, Third edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- Nevzorov, V. B. (2001). *Records: Mathematical theory*, Translation of mathematical monographs, V. 194, American mathematical society, Providence, Rhode Island.

### آشنایی با نظریه اطلاع

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	فرایندهای تصادفی ۱	۱۲	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

اطلاع گسسته: تعریف اطلاع، اندازه اطلاع هارتلی-آنتروپی و اندازه اطلاع شانون، اندازه اطلاع شرطی، توام و متقابل، منبع اطلاع گسسته بی حافظه: منبع اطلاع گسسته و کدگذاری منبع، استراتژی کدگذاری، محتملترین پیامها، منبع اطلاع گسسته با حافظه: فرآیندهای مارکف، اطلاع منبع گسسته با حافظه، جنبه های کدگذاری، کانال ارتباطی گسسته: ظرفیت کانالهای بدون نوفه ظرفیت کانالهای نوفه ای، احتمال خطا و ایهام، قضیه کدگذاری برای کانالهای گسسته بی حافظه، کانالهای متوالی و موازی، کانالهای با حافظه، منبع اطلاع پیوسته: سیگنالهای تصادفی، اندازه اطلاع پیوسته، اندازه اطلاع و منابع با حافظه، کران اطلاع، کانال ارتباطی پیوسته: ظرفیت کانالهای ارتباطی پیوسته، ظرفیت در حالت نوفه سفید غیر گاوسی، قضیه کدگذاری کانال، ظرفیت کانال گاوسی با حافظه، نظریه اطلاع شبکه ای: کدهای تصحیح کننده خطا کدهای بلوکی خطی، کدگذاری عارضه، کدهای هامینگ، رمز شناسی: رمز شناسی و تحلیل رمزی، طرح کلی سیستمهای رمزی، سیستمهای رمزی، مقدار اطلاع و اطمینان، بیان و اثبات قضیه های اطلاع متقابل در مورد توزیع های نمائی و نرمال

### مراجع:

- (a) نظریه اطلاع و کدگذاری، ترجمه پور عبدالله و ناصر رضا ارقامی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، 1377
- (b) نظریه اطلاع، ترجمه دکتر آذرنوش، مرکز نشر دانشگاه فردوسی مشهد، 1380



### آمار بیزی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

مروری کوتاه بر مفاهیم احتمال (فرمول بیزی)، متغیرهای تصادفی، میانگین و واریانس، طبیعت استنباط بیزی، توزیع های پیشین (سره و ناسره) و توزیع های پسین.

بر آورد گره های بیزی تحت تابع زیان مربع خطا برای توزیع های استاندارد از جمله نرمال، دو جمله ای، پواسون، یکنواخت، ...

بر آوردیابی فاصله ای بیزی (HPD)، آزمون های بیزی فرض ساده در مقابل فرض ساده دیگر، فرض یک طرفه در مقابل فرض یک طرفه دیگر.

### مراجع:

a) مبانی آمار ریاضی: تالیف احمد پارسیان، ویرایش دوم، چاپ ششم، ۱۳۸۸، ناشر مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

b) Lee, P.M. (1989), *Bayesian Statistics: An Introduction*, Oxford University Press, New York.

### استنباط شواهدی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

ذکر مشکلات موجود در آمار کلاسیک، به خصوص آزمون فرض ها به روش کلاسیک و مناسب نبودن آزمون‌های کلاسیک برای اندازه‌گیری میزان شواهد موجود در نمونه بر له یک فرضیه و بر علیه فرضیه جانشین. ارایه روشهای استفاده از قانون درستنمایی در محاسبه شواهد آماری.

#### سرفصل درس وریز مواد:

۱. مقدمات: اهداف انجام آزمون‌های آماری، نسبی بودن شواهد، قوت شواهد، آزمون فرض‌های ساده،  $p$ -مقدار به عنوان معیاری برای قوت شواهد آماری بر علیه  $H_1$ ، قانون درستنمایی، اصل درستنمایی
۲. نظریه نیمن پیرسون: نظریه نیمن پیرسون در مورد آزمون فرض‌های آماری، تفسیر نتایج آزمون‌های نیمن-پیرسونی، نقش  $p$ -مقدار در آزمون‌های نیمن-پیرسونی، عدم کفایت اندازه آزمون ( $\alpha$ ) برای امکان تفسیر نتایج آزمون‌های نیمن-پیرسونی
۳. آزمون‌های معنی داری (نظریه فیشر): نحوه اندازه‌گیری شواهد آماری، سنجش (آزمون) معنی داری، منطق زیربنایی سنجش معنی داری، معایب  $p$ -مقدار به عنوان معیار شواهدی
۴. مکاتب آماری: مکاتب آماری رایج، مکتب شواهدی، احتمالات پشتیبانی ضعیف و نادرست، برنامه‌ریزی برای یک آزمایش با هدف کم کردن احتمالات شواهد ضعیف و شواهد نادرست.
۵. حل پارادوکس‌های آمار کلاسیک با توسل به نظریه شواهدی: چرا توان برابر  $0.8$  کفایت می‌کند در صورتی که اندازه آزمون معمولاً در حدود  $0.05$  است؟ چرا بررسی داده‌ها در حین جمع‌آوری آن‌ها مجاز نیست؟ چرا برای آزمون بیش از یک فرضیه باید  $\alpha$  را بر  $m$  (تعداد آزمون‌ها) تقسیم کرد؟ مشکل آزمون‌های یک‌طرفه چیست؟ چرا از آزمون UMP استفاده نکنیم؟ چرا باید اندازه آزمون از قبل معین شود؟
۶. مثال‌های عملی

۷. حذف پارامترهای مزاحم (در مورد فرضیه‌های مرکب): انواع توابع درست‌نمایی، درست‌نمایی متعامد، درست‌نمایی کناری، درست‌نمایی نیمرخ، درست‌نمایی شرطی، درست‌نمایی برآورد شده، درست‌نمایی شرطی ساختگی

مراجع:

a) Royall, R., M. (1997), *Statistical Evidence*, London, Chapman & Hall.

آشنایی با نظریه تصمیم			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

- مقدمه ای از حساب احتمالات، مجموعه های محدب و توابع محدب، مطلوبیت، ویژگیها و قضایای آن.
- مسائل تصمیم بدون داده: فضای عمل ها، فضای حالات طبیعت، تابع زیان، عمل های خالص، عمل های تصادفی شده یا آمیخته، عمل های کمین-بیشینه و بیزی در بین عمل های خالص و نحوه پیدا کردن آنها با محاسبه و با استفاده از نمودار، عمل های کمین-بیشینه و بیزی در بین اعمال آمیخته و نحوه پیدا کردن آنها با محاسبه و با استفاده از نمودار، مجاز یا غیر مجاز بودن یک عمل.
- مسائل تصمیم با داده: توابع تصمیم، تابع ریسک (مخاطره) توابع تصمیم، یافتن تصمیم بیزی و کمین-بیشینه با محاسبه و با استفاده از نمودار، ارزش داده، مجاز یا غیر مجاز بودن یک تصمیم.
- کاربرد نظریه تصمیم در مسائل آماری: برآورد یابی به عنوان یک مسئله تصمیم، آزمون فرض ها به عنوان یک مسئله تصمیم.

### مراجع:

- a) مبانی نظریه تصمیم، ترجمه عبدالرحمن ستارزاده آذری و علی عمیدی، ۱۳۶۷، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- b) B. W. Lindgren, (1971), *Elements of Decision Theory*, Macmillan.

**آشنایی با نظریه قابلیت اعتماد**

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

**سرفصل درس و ریز مواد:**

**سیستم ها و قابلیت اعتماد آنها:** سیستم و اجزای آن - اهمیت نسبی اجزاء - قابلیت اعتماد سیستم های منسجم - مفهوم اهمیت قابلیت اعتمادی اجزاء - متغیرهای تصادفی وابسته - کرانه‌های قابلیت اعتماد سیستم ها - توزیع طول عمر سیستم ها.

**توزیع های طول عمر و مفاهیم سالخوردگی:** تابع قابلیت اعتماد و تابع نرخ خطر - تابع قابلیت اعتماد شرطی - مفاهیم سالخوردگی - میانگین باقیمانده عمر - توزیعهای طول عمر - توزیع نمایی - زمان کل آزمایش در توزیع نمایی - توزیع گاما - توزیع وایبل - توزیع مقدار نمایی توزیع لگ نرمال - رفتار اندازه های قابلیت اعتماد در توزیع های طول عمر.

**برآورد پارامتری و ناپارامتری براساس داده های سانسور شده و گروهی:** روش درستنمایی ماکزیمم - روش درستنمایی ماکزیمم برای داده های سانسور شده و گروهی - مفاهیم مختلف سانسور - سانسور نوع اول و نوع دوم - برآورد درستنمایی ماکزیمم پارامترهای توزیع وایبل براساس سانسور نوع دوم - برآورد براساس داده های گروهی - برآورد تابع قابلیت اعتماد به روش ناپارامتری - برآورد گر کیپلن میر - برآورد واریانس برآورد گر کیپلن میر - تحلیل نموداری داده های طول عمر - نمودار احتمال برای توزیع های آماری براساس داده های سانسور شده - برآورد پارامترها براساس کاغذ احتمال.

**مقدمه ای بر الگوهای تعمیر و نگهداری سیستم ها:** مفاهیم مقدماتی نظریه تجدید فرآیندهای تجدید با پاداش - الگوهای اصلی تعمیر و نگهداری پیش گیرانه - جایگزینی بلوکی با معیار هزینه و معیار دسترس بودن - تعمیر گروهی متناوب معیار عملکرد - تعمیر و نگهداری پیش گیرانه متناوب با تعمیر مینیمال.

**مراجع:**

- Meeker, W.Q. and Escobar, L.A. (1998), *Statistical Methods for Reliability Data*, John Wiley & Sons, Inc.
- Bagdonavicius Y, and Nikulin, M. (2001). *Accelerated life Models: Modeling and Statistical Analysis*, Chapman & Hall.

روش های دنباله ای			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	آمار ریاضی	۱۲	حداقل ۱۷

### سرفصل درس و ریز مواد:

- آزمون دنباله ای نسبت احتمال: قاعده توقف و تعیین A و B؛ تابع OC و تابع ASN.
- آزمون دنباله ای فرضیه های مرکب: آزمون واریانس؛ آزمون میانگین؛ آزمون ضریب همبستگی؛ مسأله دو نمونه ای
- آزمون های دنباله ای ناآرامتری: آزمون میانگین (واریانس معلوم)؛ آزمون میانگین (واریانس نامعلوم)؛ آزمون علامت؛
- برآورد میانگین توزیع نرمال: بازه اطمینان با طول معین؛ برآورد نقطه ای با ریسک کراندار؛
- برآورد نقطه ای میانگین توزیع نمایی: برآورد با مینیمم ریسک؛ برآورد با ریسک کراندار
- روش های برآورد توزیع آزاد: بازه های اطمینان برای میانگین با طول معین؛ بازه های اطمینان برای میانگین با طول کراندار
- برآورد تفاوت میانگین های دو جامعه نرمال: بازه اطمینان با طول معین
- روش های دنباله ای بیزی

### مراجع:

- a) N. Mukhopadhyay, and B. M. de Silva, *Sequential Methods and Their Applications*, 2009.

روش های تحلیل داده های بقا			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱ و محاسبات آماری	۱۲	حداقل ۳۴

### هدف:

در تحلیل داده های طول عمر (یا زمان تا ناتوانی) که بیشتر در پزشکی و صنعت با آن ها مواجه می شویم معمولاً داده هایی وجود دارند که به صورت کامل نیستند. تحلیل چنین داده هایی با استفاده از روش های معمول آماری امکان پذیر نیست. در این گونه موارد ابزارهای استنباطی مناسبی مورد نیاز است که در این درس به آن پرداخته می شود. برای درک بهتر موضوع، یک واحد درس عملی در نظر گرفته شده است تا دانشجویان با نرم افزارهای آماری برای تحلیل چنین داده هایی آشنا شوند.

### سرفصل درس و ریز مواد:

مفاهیم پایه: زمان بقا یا شکست، تابع بقا، تابع مخاطره، ... انواع داده های سانسور شده شامل سانسور راست، سانسور چپ، سانسور فاصله ای، ... و داده های بریده (Truncated data) جدول عمر و نحوه محاسبه آن برآوردهای کاپلان-مایر (Kaplan-Meier) و نلسن-آلن (Nelson-Aalen)، مدل های پارامتری بقا شامل: نمایی، وایبل، وایبل تعمیم یافته، ...

مدل مخاطره های متناسب کاکس و آزمون های مرتبط

آزمون لگ-رتبه ای برای مقایسه منحنی های بقا

آشنایی با مفاهیم مخاطره های رقیب (Competing risks)، مدل های شکنندگی (Frailty Models)، زمان ناتوانی شتابیده (Accelerated failure time)، ...

روش تحلیل بقا با استفاده از نرم افزارهای آماری (قسمت عملی درس)

مراجع:

- a) Cox, D.R. and Oakes, D. (1984), *Analysis of Survival Data*, Chapman & Hall, London.
- b) Klein, John P. and Moeschberger, Melvin L. (2003). *Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data*, 2<sup>nd</sup> ed. New York: Springer-Verlag.
- c) Lawless, F. J. (2003), *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, Wiley & Sons, New Jersey.



### بهینه سازی خطی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی ماتریس ها و جبر خطی	۴ و ۱۲	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس مقدمه ای بر روش های نظری و الگوریتمیک بهینه سازی خطی است. همچنین در این درس در حد ممکن با بهینه سازی صحیح نیز آشنا می شویم.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

در این درس دانشجو توانایی صورت بندی مسائل بهینه سازی را بدست آورده و دسته های اصلی این مسائل که به صورت عملی حل پذیرند را فرا می گیرد. همچنین با روش های حل مختلف آشنا شده و خواص کیفی جواب ها را نیز در می یابد. یکی از ویژگی های مهم این درس آشنایی با چگونگی تعادل هندسه و جبر خطی در برخورد با حل مسائل بهینه سازی خطی است و در این راستا دانشجویان با روش سمپلکس، مفهوم دوگانگی، آنالیز حساسیت و مباحث؟ از برنامه ریزی صحیح برخورد خواهد نمود.

#### سرفصل و ریز مواد:

آشنایی با زمینه های تحقیق در عملیات، انواع مدل های ریاضی، برنامه ریزی خطی (مدل بندی، روش های ترسیمی، سمپلکس اولیه و دوگان، روش های دوفازی و  $M$  بزرگ، دوگانگی و نتایج آن، آنالیز حساسیت)، شبکه ها و مدل حمل و نقلک و تخصیص، سایر مدل های مشابه، آشنایی با برنامه ریزی متغیرهای صحیح (روش های شاخه و کران و صفحه برشی).

مراجع:

- f) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1918.
- g) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Numerical Linear Algebra and Optimization*, Addison Wesley, Volume 1, 1991.
- h) F. S. Hillier and G. J. Liberman, *Introduction to Operation Research*, 5<sup>th</sup> Edition, Holden-Day, Oakland.
- i) D. Luenberger, *Linear and Nonlinear Programming*, 2<sup>nd</sup> Edition, Addison Wesley, 1989.
- j) W. L. Winston, *Operation Research: Applications and Algorithms*, PWS-Kent, 1990.

### بهینه سازی غیرخطی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز عددی	۱۲	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی با مبانی نظری و روش های بهینه سازی غیر خطی شامل؛ بررسی شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه سازی غیرخطی، ارائه تحلیلی الگوریتم های کلاسیک بهینه سازی، مدل بندی، طراحی و تحلیل الگوریتم ها برای مسائل برنامه ریزی پویا.

#### ریز مواد:

الف) برنامه ریزی پویا: اصول و تعاریف، مدل بندی مسائل غیر احتمالی، معادلات بازگشتی، روش های حل مدل های با متغیر وضعیت ناپیوسته، روش حل مدل ها با متغیر وضعیت پیوسته؛ موارد کاربردی.

ب) برنامه ریزی غیر خطی: اصول کلاسیک بهینه سازی نامقید و مقید (شرایط لازم و شرایط کافی، شرایط کروش - کیون - تاکر)، جستجوی خطی در بهینه سازی و بررسی تحلیلی الگوریتم های کلاسیک بهینه سازی مانند روش های گرادیان و نیوتن، حل مسائل برنامه ریزی درجه دوم و برنامه ریزی مسائل جداپذیر.

#### مراجع:

- J. E. Dennis, R. B. Schnabel, *Numeical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*, Prentice-Hall, 1983.
- P. E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1981.
- D. Leunburger, *Linear and Nonlinear Programming*, 2<sup>nd</sup> Edition, Addison-Wesley, 1989.

### رگرسیون ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

در این درس برقرار نبودن شرایط استاندارد در مدل رگرسیون خطی با استفاده از تحلیل باقیمانده‌ها بحث و روش‌های برون رفت از این مشکل ارائه می‌شود.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

در این درس مثال‌های عددی برای هر قسمت ارائه و محاسبات با حداقل یک نرم‌افزار آماری صورت می‌گیرد.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

تحلیل باقیمانده‌ها، کنترل قابلیت مدل، تبدیلات و وزن دهی برای تصحیح ناکارایی مدل، مدل رگرسیون چندگانه با خطای غیراستاندارد، ناهمگنی واریانس و برآوردگرهای WLS، همبستگی خطاها و برآوردگرهای GLS، رگرسیون برای داده‌های طولی، مدل‌های ناقص و فرابرازش، هم‌خطی چندگانه (معیارهای VIF و مقادیر ویژه)، متغیرهای X مجازی، رگرسیون با X های استاندارد شده، رگرسیون چندجمله‌ای، رگرسیون متعامد، رگرسیون با X های تصادفی، ضریب همبستگی چندگانه، رگرسیون غیرخطی، رگرسیون لجستیک.

#### مراجع:

- a) D. C. Montgomery, E. A. Peck and G. Geoffrey Vining, *Introduction to Linear Regression Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley, 2001.

### آشنایی با آمار رسمی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	روش های نمونه گیری ۲	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

این درس به منظور آشنایی دانشجویان با بخش مهمی از کارهای مراکز اجرایی آماری کشور آماده شده است.

#### سرفصل درس و ریز مواد:

داده ها و روش های جمع آوری آن، مقدمه ای بر آمار رسمی، روش های تولید آمار، کیفیت داده های آماری. مراحل و اجرای طرح های آماری: طرح موضوعی، طرح های نمونه گیری، طرح اجرایی، طرح نظارت، طرح استخراج. سایر موضوعات مهم: اطلاع رسانی، داده کاوی، تحلیل آماری مرتبط با آمار رسمی، جمعیت شناسی.

#### مراجع:

(a) جزوه های آماده شده توسط پژوهشکده آمار وابسته به مرکز آمار ایران (۱۳۸۵).

داده کاوی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۲	حداقل ۱۷

### سرفصل درس وریز مواد:

داده کاوی چیست؟، داده کاوی و انبار داده ها: پایگاه داده ها، انبار داده ها، طراحی سیستم های پشتیبانی تصمیم.  
داده کاوی در بازاریابی، کاربردهای داده کاوی، یادگیری چیست؟: یادگیری ماشینی، یادگیری مفهومی، سیستمهای رایانه ای خودآموز.

فرآیند کشف دانش در پایگاه داده ها (KDD): انتخاب داده ها، پالایش داده ها، کد گذاری، غنی سازی، تحلیل مقدماتی داده ها با استفاده از روشهای سنتی، فنون تجسمی، ابزارهای OLAP (پردازش عددی مستقیم)، K نزدیکترین همسایگی، درختهای تصمیم، قواعد پیوندی، شبکه های عصبی.

صورت‌های گوناگون الگوریتمهای یادگیری: یادگیری به عنوان تلخیصی از مجموعه داده ها، معنی دار بودن اغتشاشات، پایگاه داده های فازی.

### مراجع:

- P. Adriaans, and D. Zantinge, *Data Mining*, Addison-Wesley Logeman Limited, 1996.
- L. Billard, and E. Diday, *Symbolic Data Analysis: Conceptual Statistics and Data Mining*, John Wiley & Sons Inc., 2006.
- C. Borgelt, and R. Kruse, *Graphical Models: Methods for Data Analysis and Mining*, John Wiley & Sons Inc., 2002.
- P. Giudici, *Applied Data Mining: Statistical Methods for Business and Industry*, John Wiley & Sons Inc., 2003.
- G. J. Myatt, *Making Sense of Data; A practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining*, John Wiley & Sons Inc., 2006.

شبه سازی			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	رگرسیون ۱	۱۲	حداقل ۱۷

### هدف:

آشنایی دانشجویان با روش‌های شبه‌سازی و کاربرد آن‌ها در استنباط آماری و مدل‌های آماری در تحلیل داده‌ها

### سرفصل درس و ریز موارد:

مفاهیم مقدماتی و اهداف استفاده از شبه‌سازی؛ روش‌های تولید اعداد شبه تصادفی، اعداد تصادفی از توزیع یکنواخت، و اعداد تصادفی از توزیع‌های پیوسته و گسسته متداول؛ آزمون‌های تصادفی بودن ارقام و نمونه‌ها؛ روش‌های تبدیل احتمال انتگرال و رد-قبول؛ انتگرال مونت کارلو؛ برآورد تابع چگالی توسط روش مونت کارلو؛ خواص اصلی زنجیر مارکوف؛ معادله چپمن-کولموگروف؛ کاهش واریانس؛ نمونه‌گیری مهم (معتبر) و انتخاب کاندیدهای توابع مهم؛ الگوریتم‌های نمونه‌ساز مهم مانند گیبس، تکه‌ای و متروپلیس-هستینگز؛ شرایط همگرایی الگوریتم‌ها و قضایای مربوط؛ تشخیص همگرایی نمونه‌های تولیدی مارکوفی به توزیع‌های مانا و تحلیل آن توسط آزمون‌های مربوط؛ کاربرد روش‌های مونت کارلو در استنباط آماری؛ شبه‌سازی از مدل‌های فرضی رگرسیون با مانده‌های غیرنرمال و نامستقل به منظور بررسی استواری مدل نسبت به فرض‌های اولیه؛ تولید اعداد تصادفی ناهمبسته و کاربرد در مدل‌های سری‌های زمانی، تحلیل واریانس و کوواریانس؛ شبه‌سازی مدل رگرسیون با مانده‌های خودهمبسته؛ روش‌های شبه‌سازی از توزیع‌های چندمتغیره پیوسته و گسسته متداول؛ تولید اعداد تصادفی از توزیع‌های کناری توسط توزیع‌های شرطی.

### مراجع:

- Bernd, A. B. (2004). *Markov Chain Monte Carlo Simulations and Their Statistical Analysis*. World Scientific.
- Casella, G. and George, E.I. (1992). Explaining the Gibbs sampler. *The American Statistician*, 46:167-174, 1992.

- c) Dagpunar, J. S. (2007). *Simulation and Monte Carlo with Applications in Finance and MCMC*. John Wiley & Sons.
- d) Fan, X., Felsovályi, Á., Stephen A. Sivo, S.A. and Keenan, S.C. (2002). *SAS® for Monte Carlo Studies: A Guide for Quantitative Researchers*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- e) Fishman, G. S. (2005). *A First Course in Monte Carlo*, Thomson Brooks/Cole.
- f) Gentle, J.E. (2002). *Elements of Computational Statistics*, Springer-Verlag.
- g) Greenberg, E. (2008). *Introduction to Bayesian Econometrics*. Cambridge University Press.
- h) Kalos, M.H. and Whitlock, P.A. (2008). *Monte Carlo Methods*. 2<sup>nd</sup>, John Wiley & Sons.
- i) Gilks W.R., Richardson S. and Spiegelhalter D.J. (1996). *Markov Chain Monte Carlo in Practice*. Chapman & Hall/CRC.



### آشنایی با احتمال و آمار فازی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	رگرسیون، بهینه سازی خطی	۱۲	حداقل ۱۷

#### سرفصل درس وریز مواد:

مجموعه های فازی: تعاریف و مفاهیم اولیه، عملگرهای مجموعه‌ای بر مجموعه‌های فازی، مجموعه های تراز، اتحاد تجزیه و قضیه نمایش. اصل گسترش، اعداد فازی، حساب اعداد فازی و رابطه‌های فازی. اندازه‌های عدم اطمینان (با تاکید بر اندازه-های احتمال و اندازه‌های امکان). احتمال پیشامدهای فازی و توزیع‌های احتمال فازی. برآورد نقطه‌ای و فاصله‌ای براساس داده‌های فازی. آزمون فرض‌های فازی و آزمون فرض براساس داده‌های فازی. رگرسیون امکانی (با ورودی / خروجی معمولی یا فازی، و ضرایب معمولی یا فازی). رگرسیون فازی کمترین مربعات (با ورودی / خروجی معمولی یا فازی، و ضرایب معمولی یا فازی)

#### مراجع:

- a) Klir, G.J., Yuan, B. (1995), *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic*, Prentice-Hall.
- b) R. Viertl, (1996), *Statistical Methods for Non-Precise Data*, CRC Press.

c) طاهری، س.م.، ماشین‌چی، م. (۱۳۸۷)، مقدمه‌ای بر احتمال و آمار فازی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

### سریهای زمانی ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	سریهای زمانی ۱	۱۲	حداقل ۱۷

#### هدف:

هدف از ارائه این درس آشنائی دانشجویان با مفهوم سریهای زمانی خاص بصورت نظری و کاربردی می باشد. انتظار می رود دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر به شناسائی و تشخیص انواع خاصی از سریهای زمانی نظیر مدل های ARIMA، SARIMA و مدل های غیرخطی (ARCH و Long Memory-ARCH و دوخطی) و ویژگیهای مهم آنها باشند. به علاوه انتظار می رود دانشجویان در مدل بندی و شبیه سازی اینگونه مدلها آشنائی لازم را کسب نموده باشند. همچنین تحلیل سریهای زمانی در دامنه طیف نیز مورد بررسی قرار می گیرد.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

تاکید شود که همراه با تدریس چند جلسه مطالب بالا با حداقل یکی از نرم افزار معمول آماری زیر نشان داده شوند. چون در این درس لازم است روی روش های سری زمانی نیز به اندازه نظری تاکید شود.

MINITAB, SPSS, SAS, SPLUS, R and ITSM (Interactive Time Series Modeling)

#### سرفصل درس و ریز مواد:

سریهای زمانی نایستا - مدل های ARIMA - ریشه واحد - پیش بینی مدل های ARIMA - مدل های فصلی (SARIMA) - ARIMA - سریهای زمانی چند متغیره - خواص مرتبه دوم - برآورد میانگین و ماتریس خودکواریانس - سریهای زمانی ARMA چند متغیره (مدل های سببی (causal) و وارون پذیر) - مدل های غیرخطی (ARCH و Long -ARCH Memory و دوخطی) - تحلیل طیفی چند متغیره - ماتریس چگالی طیفی و ارتباط آن با ماتریس خودکواریانس - سیستم های خطی در حوزه زمان و فرکانس - معرفی توابع انسجام و فاز و زمان تاخیر - روش های دینامیکی در سری های زمانی (فضای حالت و فیلتر کالمن).

مراجع:

- a) P. J. Brockwell, and R. A. Davis, *Introduction to Time Series and Forecasting*, 2<sup>nd</sup> ed., Springer-Verlog, 2002.
- b) C. Chatfield, *The Analysis of Time Series : An Introduction*, 6<sup>th</sup> eds., London, Chapman and Hall, 1996.
- (ترجمه : مقدمه ای بر تحلیل سریهای زمانی)
- c) J. D. Cryer, and K. S. Chan, *Time Series Analysis: With Applications in R*, 2<sup>nd</sup> eds., Springer, 2008.
- d) J. D. Cryer, *Time Series Analysis*, Duxbury Press, Boston, 1986.
- (ترجمه : تجزیه و تحلیل سریهای زمانی)
- e) R. H. Shumway, D. S. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2006.

روش های چند متغیره پیوسته ۲

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	طرح آزمایش ها و روش های چند متغیره پیوسته ۱	۱۲	حداقل ۳۴

سرفصل درس و ریز مواد:

**مفاهیم هندسی آمایش داده‌ها** (سیستم مختصات دکارتی: تغییر در مبدا و محورها، فاصله ی اقلیدسی، بردارها: دید هندسی از عملیات حسابی روی بردارها، تصویر یک بردار از روی بردار دیگر، بردارها در سیستم مختصات دکارتی: امتداد و جهت کسینوس، بردارهای پایه ی استاندارد، فرمول جبری برای اعمال برداری: اعمال حسابی، ترکیب خطی، فاصله و زاویه ی بین دو بردار، ضرب اسکالر و تصویر بردار، تصویر بردار روی زیر فضا، مثال های تشریحی، استقلال خطی و بعد: بعد، تغییر مبنا، نمایش نقاط نسبت به محورهای جدید)

**پایه ی آمایش داده‌ها** (آمایش داده‌ها: میانگین و میانگین اصلاح شده ی داده‌ها، درجه ی آزادی، واریانس، مجموع مربعات و ضرب متقاطع، استاندارد کردن، واریانس تعمیم یافته، فاصله‌ها: فاصله ی آماری، فاصله ی ماهالانویس، نمایش نموداری داده‌ها در فضای متغیر، نمایش نموداری داده‌ها در فضای مشاهدات، واریانس تعمیم یافته)

**آنالیز مؤلفه‌های اصلی** (آنالیز مؤلفه‌های اصلی هندسی: شناسایی محوره‌های دیگر و فرم دهی متغیرهای جدید، آنالیز مؤلفه های اصلی مانند روش کاهش بعد، هدف آنالیز مؤلفه اصلی، رویکرد تحلیلی، مسایل مرتبط با کاربرد آنالیز مؤلفه‌های اصلی: اثر انواع داده‌ها در آنالیز مؤلفه‌های اصلی، تعداد مؤلفه‌های اصلی استخراج شده، تفسیر مؤلفه‌های اصلی، استفاده از امتیازات مؤلفه‌های اصلی)

**آنالیز عاملی** (مفاهیم پایه و اصطلاحات آنالیز عاملی: مدل دو \_ عاملی، تفسیر عامل‌های مشترک، بیش از دو \_ عاملی، اهداف آنالیز عاملی، آنالیز عاملی از دید هندسی، برآورد مشترکات، دوران عامل، بیش از دو عامل، روش‌های آنالیز عاملی: آنالیز عاملی با مؤلفه‌های اصلی، آنالیز عاملی با محوره‌های اصلی، روش‌های دیگر برآورد، تفسیر نتایج آنالیز عاملی، آنالیز عاملی تاییدی: ماتریس کوواریانس یا ماتریس همبستگی، مدل تک \_ عاملی، مدل دو \_ عاملی یا ساختار همبسته، اهداف آنالیز عاملی تاییدی)

**آنالیز خوشه‌ای** (آنالیز خوشه‌ای چیست؟، آنالیز خوشه‌ای از دید هندسی، اهداف آنالیز خوشه‌ای، اندازه‌های مشابه، خوشه بندی سلسله مراتبی: روش گرانیگاه، روش نزدیکترین همسایه یا تک \_ پیوندی، روش دورترین همسایه یا کامل \_ پیوندی، روش میانگین پیوندی، روش وارد Ward، خوشه بندی غیر سلسله مراتبی: الگاریتم I، الگاریتم II، الگاریتم III، اندازه‌های مشابه، اطمینان و اعتبار خارجی حل خوشه‌ای: اطمینان، اعتبار خارجی)

**آنالیز ممیزی** (آنالیز ممیزی دو گروهی: آنالیز ممیزی از دید هندسی، مشخص کردن بهترین مجموعه از متغیرها، مشخص کردن محور جدید، رده بندی کردن، هدف تحلیلی آنالیز ممیزی: انتخاب متغیرهای تمیز دهنده یا تفکیک کننده، تابع ممیزی و رده بندی، رویکرد رگرسیونی به آنالیز ممیزی، مفروضات: چند متغیره ی نرمالیده، برابری ماتریس‌های کوواریانس، آنالیز ممیزی گام به گام: روش گام به گام، ناحیه‌ی انتخاب، مقادیر قطع کننده برای ناحیه‌ی انتخاب، اعتبار خارجی تابع ممیزی: روش **Holout**، روش  $\square$ ، روش **Boot trap**، آنالیز ممیزی چند گروهی: دید هندسی، مشخص کردن محور جدید، رده بندی کردن، رده بندی برای بیش از دو گروه، برابری هزینه‌های رده بندی اشتباه)

**آنالیز ضرایب همبستگی کانونی** (مقدمه، متغیرهای کانونی و ضرایب همبستگی کانونی، ویژگیهای ضرایب همبستگی کانونی، آزمون فرض، تفسیر، رابطه آنالیز ضرایب همبستگی کانونی با رگرسیون و تجزیه ممیزی)

**آنالیز رگرسیون چند متغیره** (مقدمه، رگرسیون چند متغیره با متغیر(های) مستقل ثابت: برآورد پارمترها و آزمون فرض، انتخاب متغیرهای مستقل، رگرسیون چند متغیره با متغیر(های) مستقل تصادفی، برآورد پارمترها و آزمون فرض، انتخاب متغیرهای مستقل)

## مراجع:

- استنباط آماری چند متغیره، تالیف ناریان سی - جری - ترجمه دکتر ابوالقاسم بزرگنیا
- تحلیل چند متغیره، تالیف کانتی ماردیا، جان کنت، جان بی بی \_ ترجمه محمد مهدی طباطبایی
- آشنایی با روش های آماری چند متغیره، تالیف بی. اف. چی. مانلی \_ ترجمه دکتر محمد مقدم، مهندس ابوالقاسم محمدی شرطی و مهندس مصطفی آقائی سریزه.
- تحلیل آماری چند متغیره کاربردی، تالیف ریچارد آ. جانسون و دین دبلیو. ویچرن \_ ترجمه دکتر حسینعلی نیرومند، دانشگاه فردوسی مشهد.

C. Rencher, *Methods of Multivariate Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2002.

۱-۴-۴

سرفصل

دروس الزامی رشته

« علوم کامپیوتر »

مبانی جبر			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۶ و ۴	حداقل ۲۵

**هدف:** معرفی و مطالعه‌ی مقدماتی واریته‌ی ساختارهای جبری کلی و کلاسیک معمولی و مرتب از جمله جبرهای یکانی، گروه‌وار، نیم گروه، تکواره، شبکه، شبه گروه، با تأکید بیشتر بر گروه‌ها و حلقه‌ها.

**سخنی با مدرس و دانشجو:** این اولین درس در ساختارهای جبری، برای رشته‌های ریاضیات و کاربردها و علوم کامپیوتر الزامی است. این نکته در ریز مواد درس مدنظر قرار گرفته و لازم است در تدریس نیز مورد توجه قرار گیرد.

از آنجایی که مطالب این درس تقریباً در همه درس‌های علوم ریاضی به گونه‌ای مطرح می‌شود و دروازه‌ای به دروس نظری ریاضیات و علوم کامپیوتر است، اطمینان از درک صحیح دانشجویان از مفاهیم و قضیه‌های آن کمک به سزایی به درک بهتر ریاضیات و کاربردهای آن می‌نماید.

با توجه به تعداد کم واحد درس، بدیهی است که عمق برخی از مفاهیم در دروس بعدی جبری پی گرفته می‌شود. در ضمن به منظور تمرین برای درک بهتر مطالب، اثبات برخی از قضیه‌ها به عهده دانشجویان گذاشته شود. به هر حال دانشجویان باید تلاش کنند علاوه بر آموختن مفاهیم و احکام، درک و نوشتن اثبات‌ها را بیاموزند (یادداشت هدف اثبات، مطلبی که باید اثبات کنند و چطور می‌توانند آن را اثبات کنند، مفید است). دانشجویان ضمن شرکت در کلاس‌های درس، با حل انفرادی و جمعی تمرین‌ها مهارت لازم را کسب می‌نمایند.

**سرفصل درس:** معرفی و مطالعه‌ی مقدماتی ساختارهای کلی جبری (معمولی و مرتب شده)، خارج قسمت و همریختی‌ها. قضیه‌های یکریتی، مطالعه دقیق‌تر این مفاهیم به ویژه در مورد گروه‌ها و حلقه‌ها.

ریز مواد: برای تنظیم زمان، ساعت‌های زیر برای تدریس مطالب پیشنهاد می‌شود.

**ساختارهای کلی جبری (۱۸ ساعت):** جبر چیست؟ عمل  $n$  تایی (به ویژه  $2, 1, 0$  تایی) مثال های آشنا از اعداد، توابع، ماتریس ها، اجتماع، اشتراک،  $\square$ ،  $\cup$ ، جدول کیلی (۲ ساعت). معرفی دستگاه جبری کلی، زیرجبر، حاصلضرب (۲ ساعت). همنهشتی و خارج قسمت جبرها (۲ ساعت). همریختی و یکرختی (و با جدول کیلی برای اعمال  $2$ -تایی) (۲ ساعت). معرفی رسته جبرها، کلاس های معادله ای و وارسته (بیان قضیه بیرخوف) (۲ ساعت). معرفی جبرهای مرتب و همریختی و یکرختی آن ها (۲ ساعت). معرفی برخی از ساختارهای جبری، زیرساختار، ضرب و خارج قسمت این جبرها، از جمله جبر یکانی (با اعمال  $1$ -تایی) گروهواره، نیمگروه، تکواره، شبکه (۲ ساعت). ساختن تکواره و گروه آزاد (کلمه و کدها) (۲ ساعت). عمل تکواره روی مجموعه ها، اشاره به کاربردهای آن مثلا در اتوماتا (۲ ساعت). معرفی شبه گروه، مربع های لاتین (معادله ای و وارسته بودن آن ها) (۲ ساعت).

گروه ها (۲۰ ساعت): گروه و تعریف های معادل آن، زیرگروه، مثال های متنوع (۲ ساعت). همریختی و یکرختی گروه ها (۲ ساعت). جایگشت ها و قضیه کیلی (۲ ساعت). ضرب و هم ضرب (اثبات ویژگی جهانی آن ها از دانشجویان خواسته شود) (۲ ساعت). زیر گروه نرمال و همنهشتی (۲ ساعت). خارج قسمت (۲ ساعت). ویژگی های گروه های دوری (۲ ساعت). قضیه های یکرختی و تجزیه همریختی ها (برخی از اثبات ها به عهده دانشجویان گذاشته شود) (۲ ساعت).

**حلقه ها (۱۰ ساعت):** ویژگی های مقدماتی حلقه ها (۲ ساعت). زیر حلقه، ایده آل و همنهشتی (۲ ساعت). همریختی و ضرب حلقه ها (۲ ساعت). قضیه های یکرختی (۲ ساعت). مقدماتی از حلقه چند جمله ای (۲ ساعت).



### مبانی ترکیبیات

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	هم زمان با مبانی علوم ریاضی	۴ و ۶	حداقل ۲۵

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنا نمودن دانشجو با مفاهیم اصلی و پایه ای در ترکیبیات و ریاضیات گسسته است به نحوی که دانشجو در عین آشنایی با این مفاهیم با کاربردها و انگیزه های اصلی که در علم ترکیبیات وجود دارد آشنا شده و با برخی مسائل اصلی آن نیز برخورد نماید. در این راستا و با توجه به محتوی و نوع این درس، اهداف دیگری نیز می توانند در این درس پیگیری شوند که عبارتند از:

- (الف) تمرین ارائه استدلال های دقیق ریاضی و انواع مختلف آنها (نظیر: استقراء ریاضی، برهان خلف و ...)
- (ب) آشنایی با استدلال های ترکیبیاتی (نظیر: استدلال های مبتنی بر شمارش، وضعیت بحرانی، ...)
- (ج) آشنایی با ساختارهای مختلف گسسته (نظیر: مجموعه های متناهی، روابط متناهی، ماتریس ها، گرافها، مربع های لاتین و ...)
- (د) تمرین ارائه استدلال های مبتنی بر تفکر الگوریتمیک و آشنایی با الگوریتم های مختلف در حوزه ترکیبیات.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس اولین درس در شاخه ترکیبیات و ریاضیات گسسته محسوب شده و همزمان با درس "مبانی علوم ریاضی" اخذ می شود. با توجه به محتوی درس، این درس فرصت خوبی جهت آشنایی با ساختارهای مختلف گسسته و همچنین تمرین مفاهیم بنیادی ریاضیات نظیر اثبات، استدلال، تفکر ریاضی و الگوریتمیک و همچنین مدلسازی ریاضی است. لذا توصیه می شود که این درس با انگیزه آشنایی با این مفاهیم ارائه شده و در عین حال با ارائه انواع مختلف اثبات برای احکام مختلف و همچنین طرح برخی مسائل اصلی یا مهم یا باز در این حوزه همراه باشد. لازم است که این درس با تکیه بر مثال ارائه شده و از تجرید در آن پرهیز شود.

## سرفصل درس:

دوره سریع مفاهیم مجموعه، تابع، الگوریتم، منطق گزاره ها و جبر بول (همهانگ با درس "مبانی علوم ریاضی")، شمارش، روابط بازگشتی، توابع مولد، روابط و انواع آنها، ماتریس ها و انواع مهم آنها از لحاظ ترکیباتی، گرافها و مدل های مبتنی بر آنها، مربع های لاتین، طرح ها و هندسه های متناهی.

## ریز مواد:

- دوره سریع مفاهیم مجموعه ها، توابع، الگوریتم و منطق گزاره ها و جبر بول (همهانگ با درس "مبانی علوم ریاضی")
- شمارش شامل: مفاهیم اصلی، اصل لانه کبوتری، تبدیل ها و ترکیب ها و ضرایب دوجمله ای، اصل شمول و عدم شمول، روابط بازگشتی، توابع مولد.
- روابط و انواع آنها: روابط و نمایش آنها، روابط هم ارزی و افزارها، روابط ترتیب جزئی و ترتیب کامل، بستار یک رابطه نسبت به خواص مختلف (این بخش با همهانگی با درس "مبانی علوم ریاضی" ارائه می شود به نحوی که تکرار صورت نپذیرد).
- ماتریس ها: ماتریس ها از دیدگاه ترکیباتی، بالاختص برخی خواص مهم ماتریس های صفر و یک (آماده سازی برای بخش مربع های لاتین و گراف ها)، آشنایی با ماتریس های آدامار و برخی نتایج در این مورد (با نظر استاد)
- گراف ها و مدل های مبتنی بر آنها: معرفی مفهوم گراف با تأکید بر کاربردهای آن در مدلسازی (با چند مثال با نظر استاد)، آشنایی با مفاهیم اصلی نظریه گراف نظیر دور، مسیر، درجه، دنباله درجه ای، انواع اصلی گراف نظیر گراف های کامل، درخت ها، گراف های دوبخشی، گراف های اویلری و هامیلتونی و گراف های جهت دار و تورنمنت ها (با تأکید بر مثال و کاربردها)، تطابق های کامل و ماکزیمم (طرح الگوریتم و کاربردها)، رنگ آمیزی گراف ها و چند جمله ای رنگی (با ارائه مثال و الگوریتم)
- مربع های لاتین، طرح ها و هندسه های متناهی: آشنایی با تعریف و مفاهیم اصلی با تأکید بر ارتباط این مفاهیم (با ارائه مثال) و همچنین تأکید بر ارتباط این مفاهیم با مفاهیم قبلی طرح شده در درس نظیر گراف ها و همچنین ارائه چند مورد شمارش در این خصوص، ارائه مفهوم سیستم های نمایندگی متمایز (SDR) و همچنین طرح صورت قضیه P.Hall و ارائه مثال و کاربرد در مربع های لاتین و چند کاربرد عملی (با نظر استاد).

## مراجع:

امروزه مراجع بسیاری در این موضوع موجود هستند. پیشنهاد می شود مراجعی مورد استفاده قرار گیرند که برای دانشجویان دوره کارشناسی و با تأکید بر کاربردها و نگرش الگوریتمیک نوشته شده باشند و حتی المقدور از تجرید در آنها پرهیز شده باشد. استاد محترم می تواند برخی مطالب را از مراجع مختلف به صورت منتخب نیز ارائه نماید. چند مرجع مناسب به شرح زیر هستند:

- g) I. Anderson, *A first course in combinatorial mathematics*, second ed., Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series, The Clarendon Press Oxford University Press, New York, 1989.
- h) M. Erickson, *Pearls of discrete mathematics*, Discrete Mathematics and its Applications (Boca Raton),
- i) CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- j) R. Garnier and J. Taylor, *Discrete mathematics for new technology*, second ed., IOP Publishing Ltd., Bristol, 2002.
- k) R. Garnier and J. Taylor, *Discrete mathematics*, third ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- l) L. Lov'asz, J. Pelik'an, and K. Vesztergombi, *Discrete mathematics*, Undergraduate Texts in Mathematics, Springer-Verlag, New York, 2003.

### مبانی منطق و نظریه مجموعه ها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۶ و ۴	حداقل ۲۵

#### هدف:

آشنایی دانشجویان با منطق ریاضی و مقدمات نظریه مجموعه ها و کسب توانایی در توصیف و درستی یابی دستگاه های ریاضی یا سیستم های کامپیوتری به کمک ابزارهای صورتی ارائه شده در درس.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس معلومات کسب شده دانشجویان در درس "مبانی علوم ریاضی" را در قسمت منطق و نظریه مجموعه ها توسعه می دهد. دانشجویان باید بر استدلال منطقی، صورتی سازی مفاهیم غیر رسمی و درستی یابی مسلط شود. همچنین نظریه مجموعه ها به عنوان پایه ای برای ریاضیات و علوم کامپیوتر به دانشجویان معرفی می گردد.

#### سرفصل و ریز مواد:

##### • آشنایی با منطق

آشنایی با منطق گزاره‌ای، زبان منطق گزاره‌ای، قواعد استنتاج طبیعی، معناشناسی، قضیه صحت و تمامیت، فرم های نرمال و الگوریتم های SAT، آشنایی با زبان منطق محمولات، زبان منطق محمولات، قواعد استنتاج طبیعی، توصیف پذیری زبان، آشنایی با زبان Prolog

##### • آشنایی نظریه مجموعه‌ها

مروری بر عملگرهای اجتماع، اشتراک، و متمم گیری، تعریف تابع و رابطه، اصول نظریه مجموعه‌ها، پارادوکس راسل

##### • نظریه مجموعه ها به عنوان پایه

ساخت اعداد طبیعی، ساخت اعداد گویا، ساخت اعداد حقیقی

• مجموعه های نامتناهی

اعداد اصلی، اعداد ترتیبی، خوشترتیبی

مراجع:

- a) J. M. Henle, *an Outline of Set Theory*, Springer-Verlag, 1986.
- b) M. Huth, M. Ryan, *Logic in Computer Sciences, modeling and reasoning about systems*, Cambridge University Press, 2004.

### مبانی نظریه محاسبه

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی علوم ریاضی	۶	حداقل ۲۵

#### هدف:

این درس اولین درس در شاخه نظریه محاسبه است و هدف اصلی آن معرفی مفاهیم اصلی این رشته و آشنایی با برخی احکام مقدماتی است. تأکید این درس بر کسب توانایی در پیاده سازی محاسبات و الگوریتم ها در مقابل تحلیل نظری و کسب مهارت در اثبات احکام است که در درس بعدی "نظریه محاسبه" پیگیری خواهد شد.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس به عنوان اولین درس در نظریه محاسبه محلی برای ارائه اهداف اصلی این شاخه، چگونگی برخورد با مسائل آن، نتایج مهم و برخی دورنماها است و همچنین در این درس کسب مهارت محاسباتی دانشجویان و توانایی آنها در پیاده سازی الگوریتم ها پیگیری می شود و در مورد برخی قضایای اصلی و عمیق، اثباتی به درس بعدی موكول می گردد. لذا، لازم است که در این درس تعداد مناسبی از مثال ها بررسی شده و تمرین های مناسبی نیز جهت کسب مهارت های محاسباتی و الگوریتمیک دانشجویان تعیین و مورد بحث قرار گیرند.

#### سرفصل دروس:

بحث در مورد مفاهیم اصلی، "مسئله"، "محاسبه"، "راه حل"، "مدل محاسباتی"، "الگوریتم" و تبیین اهداف اصلی این شاخه ورود به برخورد با نظریه محاسبه از دیدگاه مدل های محاسباتی و ارائه مفهوم اتوماتا به عنوان مدل محاسباتی با حافظه ثابت، طرح انواع اتوماتا (ANFA, NFA, DFA) و قضایای اصلی مربوطه، معرفی عبارات منظم، تعریف زبان های منظم و معادل بودن تعریف ها، تعریف اتوماتونی مینیمال و روش به دست آوردن آن (بدون اثبات)

زبان های غیرمنظم (ارائه شرط های لازم و کافی، لم تزریق)، ارائه مدل اتوماتای پشته ای، ارائه مفهوم گرامر، گرامر مستقل از متن و معادل بودن این مفاهیم، تعریف فرم نرمال چامسکی، فضایی تزریق برای زبان های مستقل از متن، آشنایی با مدل "ماشین تورینگ"، بیان انواع مختلف این مدل و معادل بودن این مفهوم با گرامرهای دلخواه.

## ریز مواد:

بحث در مورد مفاهیم اصلی "درس"

- اتوماتون ها و زبان های منظم: اتوماتای متناهی قطعی DFA، اتوماتای متناهی غیر قطعی NFA، اتوماتای متناهی با انتقال ساکت NFA، معادل بودن زبانی اتوماتاهای متناهی، مفهوم هم شبیه سازی، عبارت های منظم و اتوماتاهای متناهی، زبان های منظم و خواص آنها، لم تزریق و زبان های غیر منظم، اتوماتای مینیمال.
- زبان های مستقل از متن و اتوماتای پشته ای: گرامرهای مستقل از متن CFG، خواص زبان های مستقل از متن، درخت تولید و ابهام یک گرامر، اتوماتای پشته ای PDA و انواع آن، یکسانی زبانی CFG و PDA، فرم نرمال چامسکی یک گرامر، لم تزریق و زبان هایی که مستقل از متن نیستند.
- ماشین های تورینگ: ماشین تورینگ و زبان های شمارش پذیر بازگشتی، انواع ماشین های تورینگ و یکسانی آنها، ماشین جهانی تورینگ، گرامرهای نامحدود، تصمیم ناپذیری و قضیه تناظر پست، زبان های وابسته به متن و اتوماتای کراندار.

## مراجع:

- a) R. Greenlaw, H. J. Hoover, *Fundamentals of the theory of computation: principles and practice*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998.
- b) J. Martin, *Introduction to Languages and the Theory of Computation*, McGraw-Hill, 2010
- c) M. Sipser, *Introduction to the theory of computation*, Thomson Course Technology, 2006.

### برنامه سازی پیشرفته

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی کامپیوتر و برنامه سازی	۶	حداقل ۳۴

**هدف:** هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان علوم کامپیوتر با اصول برنامه سازی پیشرفته طراحی شده است. بنابراین لازم است که ریز مواد درس با توجه به پیشرفت فناوری های مربوطه به روز شده و تغییر نماید.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

۱- از آنجایی که این درس وابسته به تکنولوژی روز است لازم است که استادان و دانشجویان محترم توجه داشته باشند محتوای درس و زبان تدریس شده مناسب نیاز زمانه انتخاب شود و از تدریس مطالبی که کاربرد آنها به تناسب تکنولوژی زمانه منسوخ شده است جدا خودداری کنند.

۲- از آنجایی که پیش نیاز این درس، مبانی کامپیوتر و برنامه سازی است، لازم است دانش جویانی که این درس را بر میدارند از سواد اولیه در زمینه برنامه نویسی برخوردار باشند و مهارت های لازم در این زمینه را در حد مفاهیم اولیه قبل از مبحث برنامه نویسی شی گرا کسب کرده باشند. بنابراین با توجه به اینکه ممکن است دانشجویان در درس مبانی کامپیوتر و برنامه سازی زبانی غیر از جاوا را یاد گرفته باشند، لازم است که در یکی دو جلسه اول مباحث مربوطه به صورت اجمالی در زبان جاوا بررسی شوند تا زمینه مساعد ورود به مباحث برنامه نویسی شی گرا برای تمام دانشجویان فراهم شود.

۳- هدف اصلی این درس همانطور که از اسم آن مشخص است، یادگیری اصول برنامه نویسی پیشرفته است. این اصول نه تنها شامل یک زبان برنامه نویسی (جاوا) به صورت پیشرفته است، بلکه شامل مهارت های ابتدایی در زمینه مدیریت پروژه، مهندسی نرم افزار و همچنین مهارت های مربوط به کار تیمی نیز می باشد. این درس آخرین درس در زمینه برنامه نویسی است و شایسته است که دانشجویان پس از گذراندن این درس مهارت های لازم در این زمینه را در جهت انجام پروژه های علمی و یا تجاری کسب کرده باشند.



۴- چون برنامه‌نویسی یک امر مهارتی است (و تنها امری نظری نیست) لازم است که به کار عملی دانش‌جویان و کلاس‌های حل تمرین توجه ویژه‌ای شود. دانش‌جویان باید توجه شوند که برنامه‌نویسی (درست به مانند انشا نوشتن) تنها با تمرین و روبرو شدن با مسایل عملی یاد گرفته می‌شود و نشستن تنها در سر کلاس درس و جزوه نوشتن و ... هیچ‌کس را عملاً برنامه‌نویس نمی‌کند.

۵- توصیه می‌شود که در این درس زبان جاوا به دانش‌جویان تدریس شود. البته سرفصل مطالب تدریس شده مستقل از زبانی است که تدریس می‌شود. زبان جاوا به علت خصوصیتی که دارد (آزاد و متن‌باز بودن، گستردگی استفاده در کارکردهای علمی و تجاری و تنوع در کتابخانه‌های نرم‌افزاری مرتبط و همچنین راحتی نسبی یادگیری) گزینه‌ی مناسبی برای تدریس در این درس می‌باشد. البته استاد درس با توجه به تسلطی که بر زبان خاصی دارد می‌تواند آن زبان را برای تدریس انتخاب کند. برای مثال ارابه زبان پایتون نقش بسزایی در یادگیری بهتر و سریعتر مفاهیم پایه‌ای برنامه‌نویسی داشته و ذهن دانش‌جویان را پیش از موعد با مفاهیم پیشرفته درگیر نمی‌کند. و یا تدریس زبان سی یا سی پلاس پلاس دانش‌جویان را از ابتدا با نحوه‌ی عملی اجرای برنامه‌ها روی سخت‌افزار کامپیوتر آشنا کرده و به آنان دید عمیقتری از نحوه‌ی اجرای برنامه‌ها می‌دهد. به عنوان جمع‌بندی در تدریس هر زبانی مزایا و معایبی نهفته است اما با توجه به دید کلی موجود در برنامه‌ی علوم کامپیوتر ما زبان جاوا را برای تدریس در این درس پیشنهاد می‌کنیم.

۶- سعی کنید دانش‌جویان را به استفاده هرچه بیشتر از اینترنت جهت یافتن پاسخ‌های خود تشویق کنید تا بدینوسیله آمادگی لازم را جهت استفاده هرچه بیشتر از منابع غنی و بروزی که در زمینه برنامه‌نویسی مورد نیاز هر فردی هستند پیدا کنند.

**سرفصل درس:** مفاهیم برنامه‌نویسی شی گرا، طرز استفاده از ساختمان داده‌ها به صورت کاربردی، الگوریتمهای ابتدایی از قبیل مرتب‌سازی، طراحی رابط کاربری (GUI)،

**ریز مواد:** برنامه‌نویسی شی گرا، تعریف شی و کلاس، وراثت، سطوح دسترسی، overriding and encapsulation، overloading methods، متودها و متغیرهای static، ساختارهای IO، طراحی رابط گرافیکی (GUI)، پردازش خطا (Exception Handling)، کار با ساختمان داده‌ها (Array, ArrayList, HashMap, HashSet, Vector, ...)، مهارت‌های مدیریت پروژه و کار تیمی، پروپوزال نویسی و مسایل مربوطه، آشنایی با الگوریتمهای جستجو و مرتب‌سازی و نحوه‌ی تحلیل آن‌ها از لحاظ تئوری.

مراجع:

- d) T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Introduction to algorithms*, The MIT Press, 2001.
- e) J. Deitel and H. M. Deitel, *Java How to Program*, Prentice Hall, 2007.
- f) B. Eckel, *Thinking in Java*, MindView Inc., 2003.

ساختمان داده ها و الگوریتمها			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۴ واحد/ ۶۸ ساعت	هم زمان با برنامه سازی پیشرفته	۶	حداقل ۳۴

### هدف:

این درس با هدف آشنایی دانشجویان رشته علوم کامپیوتر با اصول موضوع ساختمان داده ها و الگوریتم ها طراحی شده است.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

۱- با توجه به گذراندن دروس پیشیناز این درس، می توان فرض کرد که دانشجو از دانش خوبی در برنامه سازی برخوردار است و همچنین به خوبی با یک زبان برنامه سازی پیشرفته (مثلاً Java) آشنایی کامل پیدا کرده است. لذا پیشنهاد می شود که این درس بر مبنای زبان C یا ++C ارائه شود تا دانشجویان با یک زبان دوم برنامه سازی نیز آشنا شده و همچنین با توجه به اینکه این زبان امکانات نزدیک تری را به سطح سخت افزار فراهم می نماید، دانشجویان خواهند توانست به نحو بهتری با محتوی درس درگیر شده و با این مباحث به تمرین پردازند.

۲- سعی کنید دانش جویان را به استفاده هرچه بیشتر از اینترنت جهت یافتن پاسخهای خود تشویق کنید تا بدینوسیله آمادگی لازم را جهت استفاده هرچه بیشتر از منابع غنی و بروزی که در زمینه برنامه نویسی مورد نیاز هر فردی هستند پیدا کنند.

۳- در این درس به صورت کلی میتوان ابتدا به تدریس مفاهیم اصلی ساختمان داده ها پرداخت و در انتهای درس یکی از موضوعات پیشرفته تر (همچون الگوریتمهای هندسی، مباحث مربوط به پیچیدگی محاسبه، الگوریتمهای عددی و دیگر موارد مشابه) را به عنوان مثالی از مباحث ذکر شده تدریس کرد.

۴- در این درس فرض می شود که دانشجویان از قبل از نحوه ی کار با داده ساختارهای مقدماتی به شکل عملی آشنایی دارند و هدف این درس در واقع آموزش مباحث تئوری مربوطه و نحوه ی تحلیل این داده ساختارهاست.

۵- دانشجویان در نهایت پس از گذراندن این درس باید قادر باشند که اولاً با استفاده از توانایی تحلیلی که کسب کرده‌اند، بتوانند تصمیم بگیرند که برای حل یک مساله از چه داده‌ساختاری استفاده کنند و مزایا و معایب استفاده از هر داده‌ساختار را برای حل یک مساله تحلیل کنند. ثانیاً برای حل مسایل جدید بتوانند داده‌ساختارهای متناسب با آن مسایل را طراحی و پیاده‌سازی کنند.

### سرفصل درس:

تکنیک‌های آنالیز الگوریتمها، ساختمان‌های داده‌ای مقدماتی، درخت‌ها و الگوریتمهای پیمایش، الگوریتمهای جستجو، الگوریتمهای مرتب‌سازی، الگوریتمهای گراف

**ریز مواد:** آنالیز پیچیدگی زمان و حافظه‌ی الگوریتمها، معرفی ساختمان‌های داده‌ای مقدماتی (لیست پیوندی، استک و صف) و الگوریتمهای وابسته به آنها، درختها و الگوریتمهای پیمایش مربوطه، صف اولویت، الگوریتمهای Hash و تحلیل‌های مربوطه، الگوریتمهای مرتب‌سازی ( Merge sort, Quick sort, Insertion sort, Bubble sort, Radix sort و ...)، الگوریتمهای مربوطه به جستجو در گراف (DFS, BFS و ...)

### مراجع:

- a) A. V. Aho, J. E. Hopcroft, J. D. Ullman, *Data Structures and Algorithms*, Addison-Wesley Series in Computer Science and Information Processing, 1983.
- b) T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press, 2009.
- c) U. Manber, *Introduction to Algorithms: a Creative Approach*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc, 1989.

اصول سیستمهای عامل			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۴ واحد/ ۶۸ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتمها	۶	حداقل ۲۵

### هدف:

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم و اصول اولیه و پایه‌ای طراحی سیستم عامل به عنوان لایه ارتباطی کاربر و برنامه‌های کاربردی با سخت‌افزار جهت سهولت و بهبود کارایی استفاده از سخت‌افزار است. همچنین، مسائل نظری و الگوریتمی مربوط به طراحی و ساخت یک سیستم عامل نوعی مطرح می‌شود.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

برای ملاحظه عملی مفاهیم ارائه شده در درس پیشنهاد می‌شود که در خلال یا انتهای درس کارگاه‌های عملی برگزار شود که در آن قابلیت‌های سیستم عامل‌های موجود با هم مقایسه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که علاوه بر تمرین‌های کتبی در قالب یک پروژه برنامه‌نویسی دانشجویان با قابلیت‌های پایه‌ای پردازش‌ها، ریسمان‌ها و داده‌های مشترک بصورت عملی آشنا شوند.

### سرفصل درس:

سرفصل کلی مطالب این درس شامل تبیین جایگاه سیستم عامل در یک سیستم کامپیوتری، تعیین ویژگی‌ها و اجزای مورد انتظار از سیستم عامل، مدیریت پردازش‌ها، مدیریت حافظه اصلی و انبار، مدیریت دستگاه‌های ورودی/خروجی، امنیت و حفاظت است. همچنین بررسی و تحلیل الگوریتمی مسائل مطرح در تولید سیستم عامل مورد نظر است.

### ریز مواد:

ریز مواد این درس شامل موارد زیر است: تشریح اجزای یک سیستم کامپیوتری، نحوه تعامل کاربر با سخت‌افزار، مکانیزم وقفه، عملکرد سیستم عامل به عنوان یک لایه بین برنامه‌های کاربردی و سخت‌افزار، روش‌های طراحی سیستم عامل و اجزای

آن، پردازها و ریسمانها و عملیات مربوط به آنها، همروندی، الگوریتمهای زمانبندی CPU، ناحیه بحرانی و همزمانی، سمافور و مونیتور، بن بست، ارتباط بین پردازهای، مدیریت و تخصیص حافظه، حافظه مجازی، سازمان فایل و انباره، حفاظت و امنیت، الگوریتمهای بهینه زمانبندی وظایف، الگوریتمهای پیش گیری، تشخیص و رفع بن بست، و نیز الگوریتمهای تخصیص منابع.

#### مراجع:

- a) P.B. Silberschatz, G. Gavlin, Gange, *Operating System Concepts*, Wiley, 2009.
- b) Tanenbaum, *Modern Operating Systems*, Pearson/Prentice Hall, 2008.
- c) Tanenbaum, A. Woodhull, *Operating Systems: Design and Implementation*, Pearson, 2009.

### جبر خطی عددی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی آنالیز عددی	۶	حداقل ۲۵

#### هدف:

طرح و تحلیل الگوریتم های محاسباتی برای مسائل جبر خطی با تأکید بر کارایی و پایداری الگوریتم ها.

#### سرفصل ریز مواد:

مروری بر مقدمات جبر خطی شامل فضا های برداری، استقلال خطی، پایه فضا، بردار و ماتریس، ضرب داخلی، نرم برداری و ماتریسی و حل دستگاه های خطی و تجزیه مثلثی LU، حساسیت دستگاه های خطی و عدد حالت، پایداری روش گوس با انتخاب محور، ماتریس های معین مثبت و تجزیه چولسکی و کروت، روش های تکراری برای حل دستگاه های خطی شامل ژاکوبی، گوس-زایدل، تجزیه قائم QR، حل مسأله کمترین مربعات خطی و برازش داده ها، مقادیر و بردارهای ویژه، محاسبه مقادیر ویژه از روش های توانی و روش QL هاوس هولدر.

#### مراجع:

- c) W. Hager, *Applied Numerical Linear Algebra*, Prentice Hall, 1988.
- d) G. W. Stewart, *Introduction to Matrix Computations*, Academic Press, 1973.

اصول سیستم های کامپیوتری			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۴ واحد/ ۶۸ ساعت	هم زمان با برنامه سازی پیشرفته	۶	حداقل ۲۵

### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی با سازمان یک کامپیوتر، طراحی داخلی CPU، زبان ماشین، سازمان حافظه اصلی و حافظه های جانبی و دستگاه های جانبی دیگر و نحوه ارتباط آنها با CPU و حافظه مرکزی و سازمان I/O است. همچنین آشنایی عملی با زبان های اسمبلی و مقدمه ای بر مدارهای دیجیتال از اهداف اصلی درس به شمار می روند.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

این درس اصلی ترین درس دوره، مرتبط با آشنایی دانشجو با سخت افزار کامپیوتر و طراح سطح پائین پردازنده ها و زبان های برنامه سازی آنها است و در این درس باید با اصول این طراحی به همراه چگونگی ارتباط پردازنده ها با حافظه اصلی و حافظه ها و دستگاه های جانبی دیگر آشنا شوید، لذا در این راستا لازم است که این درس بر روی یک پردازنده مشخص ولی با کلیه جزئیات طراحی ارائه شود. بدیهی است که با توجه به تحول سریع تکنولوژی، به روز نمودن سرفصل درس الزامی است. در حال حاضر مرجع [b] یک نمونه بسیار خوب جهت ارائه این درس بر روی یک پردازنده ساده شده MIPS به شمار می رود.

### سرفصل:

آشنایی با سازمان کلی یک کامپیوتر، آشنایی با سازمان داخلی یک پردازنده نوعی و مجموعه دستورهای آن، ارائه اصول طراحی، مرور محاسبات در یک کامپیوتر و مدارهای دیجیتالی مرتبط با آن ها، سازمان ALU، بررسی حافظه اصلی و راندمان آن، تمرین برنامه نویسی به زبان ماشین و اسمبلی و چگونگی اجرای آن ها بر روی پردازنده، تحلیل پروتکل های I/O و دستگاه های جانبی و حافظه های جانبی.



## ریز مواد:

- سازمان کلی یک کامپیوتر: بخش های مختلف CPU، حافظه، دستگاه های جانبی، بحث کلی در مورد راندمان.
- سازمان داخلی یک CPU نوعی؛ رجیسترها، واحد کنترل، ارتباط با دستورات مقدماتی، ایده اصلی دسته بندی دستورات و اثرات آن بر راندمان (بحث کلی) تکنولوژی های Cisc و Risc.
- انتخاب یک پردازنده خاص و بحث در مورد سازمان داخلی آن، ارائه مجموعه دستورات، ارائه یک برنامه ساده در سطح زبان ماشین، بحث در مورد دستورات مختلف یک پردازنده و دسته بندی آنها، طرح ایده زمان بندی و clocking.
- بحث در مورد طراحی مجموعه دستورات و فورمت آنها و ارتباط آن با سخت افزار (بحث بر روی یک پردازنده خاص با جزئیات).
- ایده Pipelining، بحث کلی در این مورد و مسائل مرتبط، بحث در مورد انواع Hazard و چگونگی برخورد با آنها و Expectations.
- حافظه اصلی و نحوه ارتباط آن با پردازنده اصلی، بحث راندمان و Cache و الگوریتم های مختلف آن (بحث جزئیات با مثال)، بحث در مورد انواع حافظه و حافظه های جانبی.
- دستگاه های ورودی خروجی I/O، انواع دستگاه های جانبی، انواع Bus، استاندارد های موجود حافظه های جانبی و الگوریتم های ارتباط آنها با پردازنده اصلی (DMA و روش های دیگر)
- بحث کلی در مورد راندمان یک سیستم کامپیوتری و نتیجه گیری.
- بحث کلی در مورد شبکه های کامپیوتری (در صورت وجود وقت با نظر استاد)

## مراجع:

- a) M. M. Mano, C. R. Kime, *Logic and computer design fundamentals*, Pearson/Prentice Hall, 2004.
- b) D. A. Patterson, J. L. Hennessy, *Computer organization and design: the hardware/software interface*, Elsevier Inc., 2009.
- c) W. Stallings, *Computer Organization and Architecture: Designing for Performance*, Pearson Education Inc., 2010.

۲-۴-۴

سرفصل

دروس انتخابی رشته

« علوم کامپیوتر »

### بهینه سازی خطی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی ماتریس ها و جبر خطی	۹	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس مقدمه ای بر روش های نظری و الگوریتمیک بهینه سازی خطی است. همچنین در این درس در حد ممکن با بهینه سازی صحیح نیز آشنا می شویم.

#### سخنی با مدرس و دانشجو:

در این درس دانشجو توانایی صورت بندی مسائل بهینه سازی را بدست آورده و دسته های اصلی این مسائل که به صورت عملی حل پذیرند را فرا می گیرد. همچنین با روش های حل مختلف آشنا شده و خواص کیفی جواب ها را نیز در می یابد. یکی از ویژگی های مهم این درس آشنایی با چگونگی تعادل هندسه و جبر خطی در برخورد با حل مسائل بهینه سازی خطی است و در این راستا دانشجویان با روش سمپلکس، مفهوم دوگانگی، آنالیز حساسیت و مباحث؟ از برنامه ریزی صحیح برخورد خواهد نمود.

#### سرفصل و ریز مواد:

آشنایی با زمینه های تحقیق در عملیات، انواع مدل های ریاضی، برنامه ریزی خطی (مدل بندی، روش های ترسیمی، سمپلکس اولیه و دوگان، روش های دوفازی و  $M$  بزرگ، دوگانگی و نتایج آن، آنالیز حساسیت)، شبکه ها و مدل حمل و نقلک و تخصیص، سایر مدل های مشابه، آشنایی با برنامه ریزی متغیرهای صحیح (روش های شاخه و کران و صفحه برشی).

#### مراجع:

- a) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1918.
- b) P.E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Numerical Linear Algebra and Optimization*, Addison Wesley, Volume 1, 1991.
- c) F. S. Hillier and G. J. Liberman, *Introduction to Operation Research*, 5<sup>th</sup> Edition, Holden-Day, Oakland.
- d) D. Luenberger, *Linear and Nonlinear Programming*, 2<sup>nd</sup> Edition, Addison Wesley, 1989.
- e) W. L. Winston, *Operation Research: Applications and Algorithms*, PWS-Kent, 1990.

### آنالیز عددی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز عددی	۹	ندارد

#### هدف:

طرح و تحلیل الگوریتم های مؤثر برای حل مسائل علمی با تأکید بر شناسایی خصوصیات از قبیل حالت مسأله، پایداری، همگرایی و کارایی الگوریتم ها.

#### ریز مواد پیشنهادی:

محاسبه های تجزیه های قائم ماتریس ها و حل مسأله کمترین مربعات خطی، روش های تکراری برای حل دستگاه های خطی، مسأله مقادیر ویژه و روش های تکراری برای حل آن، روش های LR و QR، مسأله مقادیر تکین و تجزیه مقادیر تکین، حل عددی معادلات دیفرانسیل عادی با شرایط اولیه و مرزی، حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش های تفاضلی و تقریبی، معادلات دیفرانسیل stiff، همگرایی و نرخ همگرایی در روش های تکراری.

#### مراجع:

- R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical analysis*, Thomson Brooks/Cole, 2005.
- D. Kincaid, W. Cheney, *Numerical analysis: mathematics of scientific computing*, AMS, 2009.
- W. Gautschi, *Numerical analysis: an introduction*, Birkhauser Boston, 1997.
- G S. Rao, *Numerical Analysis*, New Age International ltd, 2006.

### بهینه سازی غیرخطی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی آنالیز عددی	۹	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی با مبانی نظری و روش های بهینه سازی غیر خطی شامل؛ بررسی شرایط لازم و کافی برای مسائل بهینه سازی غیرخطی، ارائه تحلیلی الگوریتم های کلاسیک بهینه سازی، مدل بندی، طراحی و تحلیل الگوریتم ها برای مسائل برنامه ریزی پویا.

#### ریز مواد:

الف) برنامه ریزی پویا: اصول و تعاریف، مدل بندی مسائل غیر احتمالی، معادلات بازگشتی، روش های حل مدل های با متغیر وضعیت ناپیوسته، روش حل مدل ها با متغیر وضعیت پیوسته؛ موارد کاربردی.

ب) برنامه ریزی غیر خطی: اصول کلاسیک بهینه سازی نامقید و مقید (شرایط لازم و شرایط کافی، شرایط کروش - کیون - تاکر)، جستجوی خطی در بهینه سازی و بررسی تحلیلی الگوریتم های کلاسیک بهینه سازی مانند روش های گرادیان و نیوتن، حل مسائل برنامه ریزی درجه دوم و برنامه ریزی مسائل جداپذیر.

#### مراجع:

- J. E. Dennis, R. B. Schnabel, *Numeical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*, Prentice-Hall, 1983.
- P. E. Gill, M. Murray, and M. Wright, *Practical Optimization*, Academic Press, 1981.
- D. Leunburger, *Linear and Nonlinear Programming*, 2<sup>nd</sup> Edition, Addison-Wesley, 1989.

### طراحی و تحلیل الگوریتم ها

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	پس از مبانی نظریه محاسبه و مبانی ترکیبیات	۹	ندارد

#### هدف:

هدف اصلی این درس آشنایی با چگونگی طراحی الگوریتم های کارآ و تحلیل الگوریتم ها از لحاظ کارایی و پیچیدگی است. در واقع لازم است که در این درس دانشجو با الگوریتم های اساسی و پایه ای در علوم کامپیوتر به همراه کسب دانش کافی به جهت تحلیل آنها از لحاظ کارایی آشنا شده و بتواند در صورت مواجهه با مسائل جدید در جهت طراحی الگوریتم های مناسب برای آنها اقدام نموده و تحلیل مناسبی جهت کارایی الگوریتم های طراحی شده ارائه دهد.

#### سخنی با مدرس دانشجو:

پس از "مبانی نظریه محاسبه" دانشجو با این مهم آشنا شده که اگر مسئله ای دارای راه حل الگوریتمیک باشد، هنوز یافتن یک الگوریتم کارآ برای آن یک امر مهم و در بسیاری از موارد سخت به حساب می آید. لذا در این درس ضمن آشنا شدن با اصول اولیه تحلیل الگوریتم ها نظیر آشنایی با مفاهیم بسیارمقدماتی نظریه پیچیدگی، با الگوریتم های برخی مسائل بنیادی آشنا شده و سعی می شود با ارائه کران های پایین و بالای زمانی برای آن ها به تحلیل آنها پردازیم. همچنین در این درس با انواع مختلف الگوریتم ها نیز آشنا شده و مقدمات نظریه الگوریتم های تقریبی را نیز فرا خواهیم گرفت.

#### سر فصل:

مرور مفاهیم اولیه نظریه پیچیدگی و تحلیل مجانبی (نمادهای  $O, o, \Omega, \square$ )، مرور ساختمان های داده ای پایه و معادلات ارجائی (که قبلا در درس های "ساختمان داده ها و الگوریتم ها" و "مبانی ترکیبیات" مطالعه شده اند)، الگوریتم های استقرایی، Divide & Conquer، برنامه ریزی پویا (شامل مثال های اصلی و متنوع نظیر انواع Sort، ضرب اعداد بزرگ و ماتریس ها و نظایر آن)، الگوریتم های حریمانه، الگوریتم های پیمایشی گراف ها (بالاخص درخت ها)، مفهوم مسأله NP-تمام، کران های پایین و بالا برای پیچیدگی زمانی و حافظه (در حد الگوریتم های ارائه شده در درس و با نظر استاد و تأکید بر محاسبه آن ها)، الگوریتم های تصادفی، الگوریتم های تقریبی.

## ریز مواد:

- دوره مفاهیم اولیه تحلیل مجانبی و ساختمان داده ها (با توجه به دروس پیش نیاز)
- ارائه ایده های اصلی روش های بنیادی طراحی، بازگشت و استقراء، Divide & Conquer، برنامه ریزی پویا، الگوریتم های حریمانه، الگوریتم های تصادفی و مفهوم تقریب.
- تحلیل انواع Sort: Sort، Quick Sort، HeapSort، در زبان خطی و در ضمن آن تحلیل چگونگی ساخت، ساختمان های داده مربوطه.
- الگوریتم های عددی: یافتن Min, Max, Median و نظایر آن، ضرب اعداد و ماتریس ها (الگوریتم های مختلف با تخمین زمان آن ها).
- الگوریتم های حریمانه: مسئله کوله پشتی، کوتاه ترین مسیر، درخت گسترده مینیمم، فشردن سازی فایل ها.
- تأکید مجدد بر ساختمان های داده و نقش آن ها: درخت های جستجوی باینری، جداول Hash، پشته، صف و نظایر آن ها و بحث های پیشرفته تر (با نظر استاد: نظیر B-tress، انواع Heap و ...)
- بحث دقیق روی پیچیدگی BFS و DFS، یافتن مؤلف های همبندی گراف ها، الگوریتم های شار ماکزیمم - برش مینیمم و تحلیل آن ها.
- برنامه ریزی پویا و برخی الگوریتم ها نظیر طولانی ترین زیر دنباله مشترک، 0 و 1، کوتاه ترین مسیر، All-pair-کوله پشتی.
- الگوریتم های تصادفی (با نظر استاد) نظیر Quicksort تصادفی، نمونه برداری تصادفی و ....
- الگوریتم های تقریبی (با نظر استاد) نظیر الگوریتم های تقریبی برای مسئله کوله پشتی، پوشش رأسی گراف و نظایر آن با تحلیل ضریب تقریب.

## مراجع:



- a) M. H. Alsuwail, *Algorithms: design techniques and analysis*, World Scientific Publishing, 1999.
- b) T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press, 2009.
- c) D. Kozen, *The design and analysis of algorithms*, Springer-Verlag New York Inc., 1992.
- d) J. J. McConnell, *Analysis of algorithms: an active learning approach*, Jones & Bartlett Publishers Inc., 2008.

نظریه محاسبه			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی نظریه محاسبه	۹	ندارد

### هدف:

هدف اصلی این درس به عنوان دنباله ای از درس "مبانی نظریه محاسبه" پوشش دادن دانش عمومی دانشجویان از نظریه محاسبه در حدی است که وی با اصول و مفاهیم اولیه کاملاً آشنا شده و در عین حال به روش ها و تکنیک های اثبات در این شاخه مسلط شود و بتواند در این خصوص به استدلال دقیق پردازد. لذا هدف اصلی این درس بیشتر بر تسلط دانشجویان به ارائه استدلال دقیق و همچنین درک دقیق و عمیق از احکام و مفاهیم این شاخه متمرکز است.

### سخنی با مدرس دانشجو:

در این درس بر مفاهیم اصلی، روش های اثبات و در نهایت نتایج اصلی مرتبط با سلسله مراتب چامسکی مسلط شده و با برخورد های مختلف تا مفهوم محاسبه از جمله برخورد از طریق مدل های محاسباتی، گرامرها و توابع محاسبه پذیر نیز آشنا می شویم و معلومات خود در مورد این نظریه که عمدتاً از طریق بررسی مثال های مختلف در درس قبلی آموخته ام را در این درس دقیق می نمایم.

لذا لازم است که در این درس که اصول تفکر دقیق و مدل همبندی ریاضی مفاهیم تأکید خاصی صورت گیرد و در نهایت دانشجویان بتواند روش ها و تکنیک های بنیادی استدلال در این نظریه را آموخته و ضمن تسلط بر مفهوم محاسبه، آن ها را به نوع مناسب به کار گیرد.

### ریز مواد:

- بررسی دقیق نیم گروه کلمات روی مجموعه حروف داده شده و متناهی ....، بالانحص گروه ها و خواص مقدماتی آن (در حد لازم کلاس با نظر استاد)

- مدل های محاسباتی ساده (با حافظه ثابت) و ورودی بر مفهوم اتوماتان، برخورد با مفهوم اتوماتون به عنوان یک جبر و تعریف مفاهیم زیر اتوماتون، اتوماتون خارج قسمت و ضرب اتوماتون ها، استخراج قضیه اساسی اتوماتون های مینیمال، ارائه مدل های دیگر محاسباتی متناسب با اتوماتون نظیر اتوماتونی با خروجی و نظایر آن (با نظر استاد)
- بررسی دقیق مفهوم اتوماتونی پشته ای و زبان های مستقل از متن، ارائه اثبات دقیق معادل بودن مفهوم گرامر مستقل از متن با اتوماتون های پشته ای از لحاظ محاسباتی، بررسی فرم های نرمال از جمله فرم نرمال گرایباخ ارائه قضایای مستقل از متن نبودن از جمله انواع مختلف قضایای Ogden...., Pumping, Parikh.
- ارائه مدل تورینگ و شماره گذاری آنها و در نهایت بررسی دقیق مسئله Halting و ارائه دقیق روش اثبات از طریق قطری سازی، ارائه اثبات دقیق معادل بودن مفهوم گرامر با مدل تورینگ از لحاظ محاسباتی، ارائه فرم تحویل (reduction) اثبات قضیه Rice و شبکه تناظر Post.
- ارائه دقیق مدل تورینگ کراندار خطی و مفهوم گرامرهای وابسته به متن و گرامرهای معادل با آن، ارائه برخی نتایج در رابطه با وابسته به متن نبودن (با نظر استاد)
- ورود به مفهوم تابع محاسبه پذیر و مقایسه این روش با روش برخورد محاسبه از طریق مدل محاسباتی (محاسن و معایب)، توابع بازگشتی اولیه ارتباط آن ها با حصول محاسباتی تورینگ، ارائه مفاهیم بازگشت کراندار و بازگشت چندگانه و قطری سازی توابع بازگشتی چندگانه، توابع بازگشتی جزئی قضیه Smn و رابطه آن با مفهوم تحویل، اثبات مجدد قضیه Rice در این حالت کلی، قضیه نقطه ثابت Recursion (در صورت بودن وقت) و ارتباط آن ها با مفهوم ویروس خود کپی کننده (بحث در حد لازم با نظر استاد)

مراجع:

- a) J. Martin, *Introduction to Languages and the Theory of Computation*, McGraw-Hill, 2010.
- b) M. Sipser, *Introduction to the theory of computation*, Thomson Course Technology, 2006.
- c) R. Greenlaw, H. J. Hoover, *Fundamentals of the theory of computation: principles and practice*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998.
- d) P. Linz, *an Introduction to formal languages and automata*, Jones & Bartlett Publishers Inc., 2006.
- e) D. S. Bridges, *Computability: a mathematical sketchbook*, Springer-Verlag New York Inc., 1994.
- f) G. Rozenberg, A. Salomaa, *Handbook of formal languages*, Vol.'s 1, 2, 3, Springer-Verlag, 1997.
- g) E. R. Griffor, *Handbook of Computability Theory*, Elsevier Science, 1999.
- h) M. Itō, *Algebraic theory of automata and languages*, World Scientific Publishing Co., 2004.

### کامپایلر

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	مبانی نظریه محاسبه	۹	حداقل ۲۵

#### هدف:

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم نظری و عملی کامپایلر است که در آن مراحل کامپایل کردن یعنی تحلیل لغوی (Lexical)، پارس کردن، تولید کد و بهینه‌سازی مراحل کامپایل بیان می‌شود. آشنایی با طراحی کامپایلر از دیگر اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

آشنایی با کامپایلرها و عملکرد آن به صورت کلی، ساختار زبان های برنامه نویسی و نقش گرامر در آنها، انواع گرامرها، تحلیل گر لغوی (Lexical Analyzer)، اتوماتهای با پایان و نقش آنها در تحلیل گر لغوی، پردازش خطا در تحلیل گر لغوی، تحلیلگر نحوی و انواع آن (Syntax Analyzer)، پردازش خطا در تحلیل گر نحوی، تحلیل گر های نحوی بالا به پایین، تحلیل گر های نحوی پایین به بالا، ساختارهای داده ای زمان اجرا، ساختار جدول سمبل ها، کدهای میانی و انواع آن، نحوه تولید کدهای میانی (Semantic Analyzer)، آشنایی با کامپایلر کامپایلرها (Lex and Yacc).

#### مراجع:

- V. Aho, R. S. and J. D. Ullman, *Compilers: Principles, Techniques, and Tools*, Addison-Wesley, 2007.
- W. Appel, Jens Palsberg, *Modern Compiler Implementation in Java*, Cambridge University Press, 2002.
- K. D. Cooper, L. Torczon, *Engineering a compiler*, Elsevier Science, 2004.
- S. S. Muchnick, *Advanced Compiler Design and Implementation*, Morgan Kaufman Publishers, Inc., 1997.

پایگاه داده ها			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	ساختنمان داده ها و الگوریتم ها	۹	حداقل ۲۵

### هدف:

هدف از این درس آشنایی با اصول و مفاهیم طراحی و ساخت پایگاه داده برای سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر سیستم‌های مدیریت پایگاه داده رابطه‌ای و نیز پرس و جو روی این نوع پایگاه داده‌ها است. همچنین در این درس آشنایی با تئوری و الگوریتم‌های مطرح در سیستم‌های اطلاعاتی مورد نظر است.

### سخنی با مدرس و دانشجو:

برای ارتقای آموزش پیشنهاد می‌شود همزمان با پیشرفت کلاس کلیه مراحل ایجاد پایگاه داده یک سیستم اطلاعاتی واقعی شامل تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی و پرس و جو به عنوان نمونه در کلاس دنبال شود. علاوه بر آن، لازم است در قالب یک پروژه عملی، دانشجویان با سیستم‌های مدیریت پایگاه داده موجود آشنا شوند.

### سرفصل درس:

کلیات مطالب مورد نظر در این درس شامل تاریخچه و اصول سیستم‌های مدیریت پایگاه داده، اصول و مراحل ساخت پایگاه داده، تحلیل نیازمندی‌های اطلاعاتی، طراحی پایگاه داده، جبر رابطه‌ای، SQL و نرمال سازی است. مدل رابطه‌ای و الگوریتم‌های پرس و جو روی داده‌های بسیار زیاد بخش دیگری از این درس است که در آن پرس و جو و استخراج دانش از دیدگاه نظری بررسی می‌شود.

### ریز مواد:

جزئیات مطالبی که در این درس مورد نظر است شامل مفاهیم و واژگان پایگاه داده، مدل سازی و شما، مدل‌های مفهومی و معنایی، نیازمندی‌های اطلاعاتی، نمودار موجودیت-رابطه، مدل رابطه‌ای، عملیات روی مجموعه‌ها در مدل رابطه‌ای پرس و جو

جو با جبر رابطه‌ای، نگاشت مدل موجودیت-رابطه به مدل رابطه‌ای، زبان پرس و جوی SQL، وابستگی تابعی، نرمال سازی پایگاه داده و سطوح نرمال است. از دیدگاه نظری و الگوریتمی مواردی شامل پایگاه داده‌های با اندازه بسیار بزرگ و نیز استخراج دانش مورد نظر است.

#### مراجع:

- a) C. J. Date, *an Introduction to Database Systems*, Addison-Wesley, 2000.
- b) R. Elmasri, S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, Addison Wesley Pub Co Inc, 2010.
- c) D. Kroenke, *Database Processing Fundamentals, Design and Implementation*, Prentice Hall, 2009.
- d) A. Sibberschatz, H. F. Korth, S. Sudarshan, *Database System Concepts*, McGraw-Hill, 2010.

مباحثی در علوم کامپیوتر

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد / ۵۱ ساعت	اجازه گروه	۹	-

**هدف:**

این درس به منظور ارایه درس های تکمیلی یا جدید طراحی شده است.

**سرفصل درس و ریز مواد:**

درسی است در سطح کارشناسی یا بالاتر با سرفصل متغیر در زمینه علوم کامپیوتر که برحسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای گروه علوم کامپیوتر برسد.



۳-۴-۴

سرفصل

دروس اختیاری رشته

« علوم کامپیوتر » \*

\*مختص دانشگاه های بدون هیئت ممیزه

منطق			
تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی ترکیبیات و مبانی منطق و نظریه مجموعه ها	۱۳	-

### سرفصل دروس:

ساختارهای نحوی در منطق و برنامه ریزی، مروری بر حساب گزاره ها و منطق مرتبه اول، صحت و تمامیت منطق مرتبه اول، مقدماتی درباره نظریه حساب های پرسبرگر و پنانو، ناتمامیت حساب پنانو، تز چرچ، تصمیم ناپذیری نظریه های ریاضی، مروری بر منطق گزاره ها و مرتبه اول، ساختارهای نحوی در منطق، صحت و تمامیت منطق مرتبه اول، مقدماتی در باره نظریه مدل ها، نظریه حساب های پرسبرگر و پنانو، ناتمامیت حساب پنانو، تصمیم ناپذیری منطق مرتبه اول و نظریه های ریاضی.

### منابع:

- Boolos, George S., Jeffrey, Richard C., *Computability and logic*, Third edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- Enderton, Herbert B., *A mathematical introduction to logic*, Academic Press, New York-London, 1972.
- Van Dalen, Dirk, *Logic and structure*, 4<sup>th</sup> edition, Universitext, Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- Elliott Mendelson, *Introduction to mathematical logic*, 5<sup>th</sup> edition, Discrete Mathematics and its Applications (Boca Raton), CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- M. Ben-Ari, *Mathematical logic for computer science*, 2<sup>nd</sup> edition, Springer-Verlag London limited, 2001.

### مدارهای منطقی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی ترکیبیات	۱۳	-

### سرفصل دروس:

سیستم نمایش اعداد و کد گذاری، انواع دریچه های منطقی، توابع منطقی و ساده کردن آنها شامل روشهای دیاگرام کارنو و روش جدول بندی روشهای ساده کردن توابع ترکیبی، طراحی مدارات ترکیبی مقایسه کننده ها، رمز گشاها، مبدل های کد، جمع کننده ها، تفریق کننده ها، انتخاب کننده ها، پخش کننده های داده و کاربرد آنها، طراحی مدارهای ترکیبی خاص با استفاده از ROM، PLA، MUX و PAL مدارهای ترتیبی، فلیپ فلاپ ها، شمارنده ها، شیفت رجیسترها، آشنایی با مدارهای ترتیبی همزمان و غیر همزمان روش و طراحی و آنالیز مدارهای ترتیبی همزمان، بررسی چارت ASM نحوه استفاده از آن، آشنایی با تکنولوژی آی سی های منطقی و پارامترهای انتخاب آنها.

### منابع:

- a) M. M. Mano , *Digital logic and computer design*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1979.

نظریه کد گذاری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از ترکیبات و کاربردها	۱۳	-

سرفصل دروس:

تعریف کد، فاصله همینگ، قدرت تشخیص و تصحیح کنندگی کدها، کدهای خطی، کدهای همینگ، کدهای هاضمن، کدهای غیر خطی، ماتریس های هادامارد و کدهای ناشی از آنها، طرحهای بلوکی،  $t$ -طرحهای کدهای ناشی از آنها، کد گلی، مقدمه ای بر کدهای پی-سی-اچ: Cryptogphy، قضایای هیث های متناهی و ساختن این هیث ها، کد گشایی در کدهای پی-سی-اچ، کدهای دوگان، کدهای کامل، کدهای دوری، کدها رید مولز، روش های مختلف در ترکیب دو کد، کدهای روی گرافها، مسائل تحقیقی در تئوری کدها (بستگی به علائق استاد درس).

منابع:

### بهینه سازی ترکیباتی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از بهینه سازی خطی و مبانی ترکیبات	۱۳	-

### سرفصل دروس:

مروری بر مفاهیم اساسی گراف و شبکه ها، بهینه سازی شبکه و برنامه ریزی خطی، طراحی و آنالیز کوتاهترین مسیرها از یک مبدا به چند مقصد و بین هر دو نقطه دلخواه، جریان ماکزیمم (Maximum flow)، قضیه Max-Flow Min-Cut، الگوریتم های برچسب زنی، افزایش جریان بوسیله انسداد جریان، درخت های پوشا و پایه های ماتریس های تلاقی (Incidence Matrix)، جریان شبکه با حداقل مخارج، درخت های قویاً شدنی و سیمپلکس شبکه، روش اولیه-دوگان، جریان چند کالایی، الگوریتم Blosson Edmonds، تور اوپلر و مسئله پست چی، درختهای پوشای می نیمال، ماترویدها (Matroids) و الگوریتم Greedy، کاربرد در شبکه های چند ترمینالی.

### منابع:

- Papadimitriou, Christos H., Steiglitz, Kenneth, *Combinatorial optimization: algorithms and complexity*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1982.
- Tarjan, Robert Endre, *Data structures and network algorithms*, **CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, 44**. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 1983.

### آنالیز عددی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی آنالیز عددی	۱۳	-

#### هدف:

طرح و تحلیل الگوریتم های مؤثر برای حل مسائل علمی با تأکید بر شناسایی خصوصیات از قبیل حالت مسأله، پایداری، همگرایی و کارایی الگوریتم ها.

#### ریز مواد پیشنهادی:

محاسبه های تجزیه های قائم ماتریس ها و حل مسأله کمترین مربعات خطی، روش های تکراری برای حل دستگاه های خطی، مسأله مقادیر ویژه و روش های تکراری برای حل آن، روش های LR و QR، مسأله مقادیر تکین و تجزیه مقادیر تکین، حل عددی معادلات دیفرانسیل عادی با شرایط اولیه و مرزی، حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش های تفاضلی و تقریبی، معادلات دیفرانسیل stiff، همگرایی و نرخ همگرایی در روش های تکراری.

#### مراجع:

- R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical analysis*, Thomson Brooks/Cole, 2005.
- D. Kincaid, W. Cheney, *Numerical analysis: mathematics of scientific computing*, AMS, 2009.
- W. Gautschi, *Numerical analysis: an introduction*, Birkhauser Boston, 1997.
- G S. Rao, *Numerical Analysis*, New Age International Ltd, 2006.

نرم افزار ریاضی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/ ۵۱ ساعت	پس از مبانی آنالیز عددی	۱۳	-

سرفصل دروس:

چگونگی طرح، تهیه و آزمون نرم افزار ریاضی، محاسبات در سیستم نقطه شناور، پارامتریزه کردن نرم افزار عددی، محاسبه تابع سینوسی با زوایای کوچک و بزرگ، آزمون تابع سینوسی، دستگاه معادلات خطی و آزمون نرم افزار آن، معادله غیر خطی، کمینه کردن و آزمون نرم افزار آن، انتگرال گیری اتوماتیک، گراف های هزینه در مقابل خطا، آشنایی با یکی از نرم افزارهای رایج ریاضی مانند Mathematica.

منابع:

- W. Miller, *The engineering of numerical software*, Prentice-Hall, 1984.
- Shoichiro Nakamura, *Applied numerical methods in C*, Prentice Hall/Simon & Schuster (Asia), 1995.

بهینه سازی پویا

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از طراحی و تحلیل الگوریتم ها	۱۳	-

سرفصل دروس:

حل مسائل نمونه از طریق برنامه ریزی پویا شامل مسائل کوتاهترین مسیر، ماکسیمم جریان در شبکه، فروشنده دوره گر، تخصیص منابع، کنترل بهینه، مسائل تصادفی شامل سیستم های پویای انبار داری، فرآیند تصمیم گیری مارکوفی.

منابع:

- a) Dreyfus, Stuart E., Law, Averill M., *The art and theory of dynamic programming*, Mathematics in Science and Engineering, Vol. 130., Academic Press [Harcourt Brace Jovanovich, Publishers], New York-London, 1977.



### زبانهای برنامه سازی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتم ها	۱۳	-

### سرفصل دروس:

تاریخچه و انواع زبانهای برنامه نویسی (رویه ای، تابعی، شی گرا، منطق گرا، مختلط)، تأثیر سخت افزار، متدلوزی تولید نرم افزار و کاربرد در برنامه نویسی، انتخاب مناسب زبان برای یک کاربرد معین، ماشین های مجازی، سطوح تجرید و ترجمه زبان برنامه نویسی، تجرید داده، تجرید عملیات، متغیر، نام، نوع، حوزه و دوره حیات متغیر، نوع و حوزه متغیر ایستا و پویا، binding و زمان آن، اختصاص حافظه و جمع آوری آشغال، انواع داده ساده (مانند اعداد) و مرکب (مانند رکوردها)، معادل بودن انواع داده و check نمودن آن، تعریف نوع داده توسط برنامه نویس، تجرید عملیات و واحدهای برنامه، ساختمان های کنترل در یک یا چند واحد برنامه، روش های اشتراک اطلاعات بین چند واحد برنامه، برنامه های فرعی از نوع function، coroutine, subroutine، عملیات موازی، انتقال پارامترها، ADT به عنوان تجرید توأم داده و عملیات (Encapsulation)، مروری بر زبانهای تابعی، شی گرا، منطق گرا و مقایسه آنها با زبانهای رویه ای، مروری بر زبانهای نسل چهارم، طراحی و اجرای برنامه هایی به زبانهای تابعی، یا شی گرا، یا منطق گرا.

منابع:

- a) Carlo Ghezzi, Mehdi Jazayeri, *Programming language concepts*, Wiley, 1997.
- b) Bruce J. MacLennan, *Principles of programming languages: design, evaluation, and implementation*, Oxford University Press, 1999.
- c) Samuel N. Kamin, *Programming languages: an interpreter-based approach*, Addison-Wesley Pub. Co., 1990.
- d) David A. Watt, *Programming language concepts and paradigms*, Prentice Hall, 1990.
- e) David A. Watt, Muffy Thomas, *Programming language syntax and semantics*, Prentice Hall, 1991.

### شبیه سازی کامپیوتری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتمها و احتمال ۱	۱۳	-

### سرفصل دروس:

تعریف سیستم، مرز، زیر سیستم، عوامل داخلی و خارجی، رفتار، متغیرهای رفتاری سیستم های گسسته، اشیاء سیستم و مشخصات آنها، انواع شبیه سازی، مدل ها، مراحل ساخت مدل های شبیه سازی، تعیین پارامترهای ورودی، پارامترهای قابل کنترل و غیر قابل کنترل، روشهای آماری تعیین توزیع پارامترها، روشهای شبیه سازی زمان در سیستم های گسسته، سیستم های صفی موازی و متوالی، مولدهای اعداد تصادفی یکنواخت و غیر یکنواخت، روشهای آزمایش مولدهای اعداد تصادفی، الگوریتم رفتار سیستم ها، چند مدل (برنامه کامپیوتری)، شبیه سازی سیستم های مختلف، نحوه تولید نتایج مطلوب (مینگین ها، واریانس ها، ...) تجزیه و تحلیل نتایج، واریانس نتایج، فواصل اطمینان (بطور مختصر)، آشنایی با یک زبان شبیه سازی از قبیل، GPSS، SLAM، SIMSCRIPS، SIMULA، اجرای پروژه های کامل شبیه سازی.

منابع:

- a) Averill M. Law, W. David Kelton, *Simulation modeling and analysis*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill, 2000.
- b) Brian D. Ripley, *Stochastic simulation*, 2<sup>nd</sup> edition, Wiley-Interscience, 2006.
- c) Ruth M. Davies, Robert M. O'Keefe, *Simulation modelling with Pascal*, Prentice Hall, 1989.
- d) Thomas J. Schriber, *An introduction to simulation using GPSS/H*, John Wiley, 1991.
- e) Michael Pidd, *Computer modelling for discrete simulation*, John Wiley, 1989.

طراحی هندسی کامپیوتری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۶۸ ساعت	پس از جبر خطی عددی و برنامه سازی پیشرفته	۱۳	-

سرفصل دروس:

### شبکه های کامپیوتری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از اصول سیستم های کامپیوتری	۱۳	-

### سرفصل دروس:

مفاهیم اولیه، معماری سیستم های توزیعی، شبکه های کامپیوتری خصوصی، شبکه های کامپیوتر عمومی، شبکه های محلی (LAN)، شبکه های گسترده (WAN)، قراردادهای مخابراتی (پروتکل ها)، انتقال داده ها، مفاهیم اولیه، مدارهای کنترلی انتقال، همگام سازی، روش های کشف خطا، مدل OSI، لایه فیزیکی، لایه پیوند داده ها (Data Link)، لایه شبکه، لایه حمل، لایه نشست، لایه عرضی، لایه کاربرد، نحوه انتقال داده ها در مدل OSI، استاندارد سازی در مدل OSI، ملاحظات طراحی لایه ها، مسیریابی در شبکه ها، الگوریتم مسیریابی (کوتاهترین مسیر، چند مسیر، متمرکز، توزیعی، بهینه، سلسله مراتبی و ...)، شبکه های محلی، خصوصیات، قراردادها (پروتکل)، استاندارد IEEE 802، برای شبکه های محلی (استانداردهای ۸۰۲/۲، ۸۰۲/۴، ۸۰۲/۵)، شبکه های گسترده، INTERNET، BITNET، ARPAET (با تأکید بر یکی از پروتکل ها)، شبکه های عمومی، مشخصات PDN، PSDN، CSDN، شبکه های فیبر نوری، FASNET، S/NET، FDDI، DATAKIT.

### منابع:

- Andrew S. Tanenbaum, *Computer networks*, 4<sup>th</sup> edition, Prentice Hall PTR, 2003.
- Fred Halsall, *Introduction to data communications and computer networks*, Addison-Wesley, 1985.
- David Hutchison, *Local area network architectures*, Addison-Wesley, 1988.
- Douglas Comer, *Internetworking with TCP/IP: Principles, protocols, and architecture*, 5<sup>th</sup> edition, Pearson/Prentice Hall, 2006.

### گرافیک کامپیوتری

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتم ها	۱۳	-

#### سرفصل دروس:

مقدمه ای بر سخت افزارهای گرافیک، عملیات اساسی گرافیک، طراحی رابط (Interface) انسان-گرافیک، سیستم های مختصات، پنجره سازی (Windowing)، کوتاه کردن (Clipping)، دریچه دید (View Port)، تغییر مقیاس (Scaling)، تبدیلات و مختصات همگن، خطوط و اسپلاین، انتقال، چرخش، نمایش سه بعدی، تصویر از سه بعد به دو بعد، خطوط و سطوح مخفی، تبدیلات Vector/Raster الگوریتم های گرافیک شامل انعکاس و نوراندازی (Shading)، مدل های نور (Lighting) و رنگ آمیزی، حرکت در گرافیک.

#### منابع:

- James D. Foley, Andries Van Dam, *Fundamentals of interactive computer graphics*, Addison-Wesley Pub. Co., 1982.
- Donald Hearn, M. Pauline Baker, *Computer Graphics*, Prentice-Hall, 1994.
- William M. Newman, Robert F. Sproull, *Principles of interactive computer graphics*, McGraw-Hill, 1979.

هوش مصنوعی

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتمها و احتمال ۱	۱۳	-

سرفصل دروس:

تاریخچه، کاربرد، اهداف و محدودیت های هوش مصنوعی، فضای وضعیتها (State Space) و روشهای جست و جوی از قبیل Heuristic، نمایش دانش، نظریه بازی، آشنایی با سیستم های خبره، شنیدن، دیدن و حرف زدن و یادگیری کامپیوتر، انجام پروژه علمی در یکی از زبانهای هوش مصنوعی (از قبیل PROLOG، LISP، SMALLTALK).

منابع:

- Elaine Rich, Kevin Knight, *Artificial intelligence*, McGraw-Hill, 1991.
- Patrick H. Winston, *Artificial intelligence*, Addison-Wesley Pub. Co., 1992.
- Neil C. Rowe, *Artificial intelligence through Prolog*, Prentice-Hall, 1988.
- Dan W. Patterson, *Introduction to artificial intelligence and expert systems*, Prentice-Hall International, 1990.
- Ernest R. Tello, *Object-oriented programming for artificial intelligence: a guide to tools and system design*, Addison-Wesley Pub. Co., 1989.



### اصول طراحی نرم افزار

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از ساختمان داده ها و الگوریتم ها	۱۳	-

### سرفصل دروس:

بررسی مدل های تولید نرم افزار (آبشاری و غیره)، روش های تعریف نیازها (صوری و غیر صوری)، روشهای واری و اعتبار سنجی، روشهای طراحی (از بالا به پایین، از پایین به بالا، موضوعی، فرآروندی و داده ای)، پیاده سازی، آزمون، اشکال زدایی، نگهداری، قابلیت اطمینان، استفاده مجدد، قابلیت حمل، کارآیی، طراحی نرم افزار بوسیله کامپیوتر (CASE).

### منابع:

- Ian Sommerville, *Software Engineering*, 9<sup>th</sup> edition, Addison Wesley Pub Co Inc, 2010.
- Carlo Ghezzi, Mehdi Jazayeri, Dino Mandrioli, *Fundamentals of software engineering*, Prentice Hall, 2003.
- Peter A. B. Ng, Raymond Tzoo-Yau Yeh, *Modern software engineering: foundations and current perspectives*, Van Nostrand Reinhold, 1990.
- Roger S Pressman, Pressman Roger, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 7<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill Higher Education, 2009.
- Gerald M. Weinberg, *psychologyThe psychology of computer programming*, 2<sup>nd</sup> edition, Dorset House Pub., 1998.

### ریز پردازنده ۱

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	پس از اصول سیستم‌های کامپیوتری	۱۳	-

### سرفصل دروس:

- مروری بر سازماندهی یک کامپیوتر (کامپیوتر بزرگ، متوسط، ریز کامپیوتر)، مراحل طراحی سخت افزار و ریز کامپیوترها، ریز پردازنده های ۸ بیتی و ریز پردازنده های تک تراشه ای.
- واحد پردازش مرکزی ریز پردازنده، سازماندهی آن، واسط خارجی، قاب دستورالعمل، وجوه آدرس دهی، مجموعه دستورالعمل، زمانبندی، چرخه های دستورالعمل و ماشین، مشخصات فیزیکی و الکتریکی.
- ریزپردازنده های ۱۶ بیتی سری اینتل و مقایسه آنها با ریز پردازنده های ۸ بیتی اینتل، نوشتن برنامه به زبان اسمبلی، تهیه کد ماشین، محاسبه زمان اجرا، طرز اتصال ریز پردازنده به دستگاه های جنبی در یک سیستم مینیمم، مدیریت حافظه، صفحه بندی و قطعه بندی حافظه، انواع وقفه و کاربرد آنها، بررسی مدارهای واسط در ریزپردازنده های ۱۶ بیتی اینتل.

منابع:

پروژه کارشناسی علوم کامپیوتر

تعداد واحد/ساعت	پیش نیاز/هم نیاز	از جدول	حل تمرین (ساعت)
۳ واحد/۵۱ ساعت	اجازه گروه	۱۳	-

## فصل ۵

### برخی پیشنهادات جهت اجرای مناسب تر برنامه

#### ۵-۱. شرایط لازم جهت اجرای برنامه حاضر

برنامه حاضر با توجه به مدل های به روز بین المللی و با تأکید بر شرایط ملی و گسترش، اعتلاء و تأثیر گذاری بیشتر علوم ریاضی در جامعه و علوم دیگر تنظیم شده است و اجرای بهینه و مثمر آن قطعاً در مرحله اول به پختگی علمی و تجربه مجری آن وابسته است. لذا ضمن اینکه آرزومندیم که این برنامه در طولانی مدت به عنوان مدل اصلی برنامه دوره کارشناسی به کار گرفته شود، پیشنهاد می شود که پیاده سازی آن در سطح ملی به صورت مرحله به مرحله و در مرحله اول به صورت اختیاری از دانشگاه های بزرگ با سابقه لازم و اعضای هیئت علمی کافی و مجرب و دارای هیئت ممیزی شروع و پس از اجرای برنامه برای یک دوره ۳ یا ۴ ساله، با بررسی تجربیات حاصل به مرحله بعدی گسترش اجرای برنامه گذر شود. به هر حال، نظارت عالی علمی و اجرایی با بینش عمیق علمی و کاربردی و همچنین هدایت مناسب دانشجویان در طول تحصیل توسط مجری تنها عوامل اصلی موفقیت برنامه در هر دانشگاه خواهد بود.

در این راستا پیشنهاد می شود،

الف) اساتید راهنما برای هر دانشجو تخصیص داده شده و گروه با توجیه اساتید محترم راهنما در رابطه با سیاست های کلان خود و همچنین ارائه توضیحات لازم و مستندات مربوطه به دانشجویان در بدو ورود و در طول تحصیل از اجرای مناسب برنامه اطمینان حاصل نماید.

ب) ارائه مناسب برنامه به نحوی که دانشجویان فراخور شرایط، دانش و استعداد خود بتوانند از تحصیل مناسب در راستای اهداف علمی و معیشتی خود برخوردار شوند و همچنین توانایی تشخیص و دسته بندی دانشجویان از طریق

ارائه راهنمایی و مشورت مناسب در زمان های لازم قطعاً در نتیجه نهایی مؤثر بوده و می تواند در موفقیت گروه چه از نظر داخلی و چه از نظر جامعه دانشجویی دخیل باشد.

### ۲-۵. زمان مؤثر بودن برنامه

باتوجه به کلی بودن برنامه و انعطاف پذیری آن پیشنهاد می شود در زمان تصویب برنامه جهت اجرا در هر دانشگاه کلیه دانشجویانی که می توانند برنامه آموزشی خود را با برنامه حاضر تطبیق دهند (حتی اگر از ورودی های سال های گذشته باشند) بتوانند در این برنامه و با امکانات آن دانش آموخته شوند.

### ۳-۵. تعیین دروس پایه و دروسی با امکان معافیت

توصیه می شود جدول الزامی-مشترک از دروس پایه، حتی المقدور در بالاترین سطح دانشگاه مطرح و در حد امکان به صورت مشترک بین رشته های مختلف ارائه شود. مثلاً این دروس می توانند برای مجموعه های آموزشی علوم ریاضی و فنی مهندسی به صورت مشترک و به صورت ۸ واحد ریاضیات عمومی و ۳ واحد معادلات دیفرانسیل ارائه شود که امکان استفاده گروه و دانشجو را از جدول انتخابی این بخش بیشتر خواهد نمود. بدیهی است در مواردی که دانشگاه باتوجه به طیف دانشجویان ورودی ارائه ۴ واحد ریاضیات عمومی دیگر یا یک واحد در  $\delta$  معادلات دیفرانسیل را ضروری تشخیص دهد ارائه این دروس بلامانع است.

همچنین توصیه می شود مابقی دروس جدول پایه با تأکید بر مزیت های منطقه ای و با توجه به طیف دانشجویان ورودی و با در نظر گرفتن اهداف عالی دانشگاه صورت گیرد.

ضمناً توصیه می شود دانشگاه ضوابط خود جهت معافیت دروسی که دانش عمومی آن در بین دانشجویان سال آخر دبیرستان به صورت یکنواخت نیست (نظیر مهارت های رایانه ای، زبان انگلیسی و...) را تنظیم نموده و در این موارد امکان معافیت این دروس را برای دانشجویان فراهم نماید.

در هر حال توصیه می شود این دروس به جهت اینکه دانشجویان به صورت یکنواخت در ارزشیابی متمرکز و طولانی مدت قرار نمی گیرند بدون نمره در کارنامه و فقط با عنوان «گذرانیده شده» (یا CR یا P یا مشابه آنها) مشخص شوند و تعداد واحدهای درس در مجموع واحدهای دانشجو محاسبه گردند.

### ۴-۵. حداقل نمودن تعداد دروس

قابل ذکر است که در برخی موارد تمایل برخی اساتید محترم در ارائه دروس متنوع و زیاد در مقطع کارشناسی است در حالیکه،

الف) در مقطع کارشناسی این امر لزوماً به غناء علمی دانشجویان نمی انجامد و بار موظف اضافی به اساتید مجموعه تحمیل کرده و از اوقات پژوهش ایشان و همچنین از تمرکز لازم به دوره های تحصیلات تکمیلی می کاهد.

ب) باتوجه به انتخابی بودن دروس در صورتیکه سلسله دروس انتخابی یا حتی دروس اختیاری در گروه با دقت لازم طراحی و اجرا نشوند، (به جز دروس الزامی برنامه) تشکیل کلاس ها با تعداد کافی دانشجو صورت نخواهد پذیرفت و این موضوع قطعاً بدلیل خود تنظیمی برنامه، ایجاد فضای رقابت به جهت ارائه بهتر، مناسب تر و دقیق تر دروس توسط طراح در برنامه گنجانیده شده است. لذا اکیداً توصیه می شود که گروه مجری قبل از اجرای برنامه، سلسله دروس انتخابی/اختیاری خود را دقیقاً مشخص و برنامه ترم به ترم و سیاستگزاری ارائه دروس را نیز دقیقاً بررسی و نهایی نماید.

ج) تأکید بر ارائه مشترک دروسی که از اختلاف کمی در رشته های مختلف برخوردار هستند قطعاً موجب آشنایی بیشتر دانشجویان با جریانات علمی نزدیک و صرفه جویی در زمان و امکانات گروه خواهد شد.

اکیداً توصیه می شود که از ارائه دروس متنوع و تکراری در مقطع کارشناسی پرهیز شده و سلسله دروس انتخابی هر زیر شاخه به دقت و به نحوی که معلومات لازم را در سطح کارشناسی منتقل نماید طراحی شود و همچنین توصیه می شود که دروس انتهایی این سلسله دروس، دروس دوره های تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد) باشند و دانشجویان علاقه مند بتوانند در صورت تمایل و علاقه به یک زیرشاخه خاص، در سال های آخر تحصیل، با معلومات فنی تری از مفاهیم مربوطه آشنا شوند.

#### 5-5. ارائه چرخشی دروس توسط اساتید

توصیه می شود باتوجه به غیر تخصصی بودن محتوی دوره کارشناسی و ایجاد فضای تنوع در اجرا و ارائه مطالب، دروس الزامی برنامه حتی المقدور در نیمسال های متوالی توسط اساتید مختلفی ارائه شوند. این امکان ضمن کمک به، به روز ماندن برنامه از حیث اجرا، قطعاً در روش ارائه دروس و همچنین اخذ آنها توسط دانشجویان نیز مؤثر بوده و در کل در اجرای برنامه تأثیر مثبت خواهد داشت.

### ۵-۶. ارائه دروس اختیاری

پیشنهاد می شود به غیر از دروس الزامی و انتخابی رشته، دروس اختیاری نیز در زمان های مناسب توسط مجری جهت اعتلای دانش دانشجویان ارائه گردند (نظیر: تاریخ ریاضیات، نرم افزارهای ریاضی و....)

### ۵-۷. ارائه کهاد

همانطور که مشهود است برنامه حاضر به نحوی تنظیم شده است که هر دانشجو می تواند در صورت تمایل با اخذ دروس الزامی هر یک از رشته های مجموعه آموزشی علوم ریاضی (خارج از رشته خود) به عنوان کهاد در رشته خود با کهاد مربوطه فارغ التحصیل شود.

همچنین توصیه می شود که در گروه مجری و دانشگاه، بسته های آموزشی ۳۰ تا ۴۰ واحدی در دانشکده های مختلف مصوب شده و به عنوان کهاد های موجود به دانشجویان ارائه شود. بدیهی است بهترین وضعیت زمانی است که برنامه هر یک از دانشکده های دانشگاه در چارچوب (جدول ۱) برنامه حاضر دیده شده باشد.

### ۵-۸. ارائه کلاس های تمرین

ارائه کلاس های تمرین برای دروس الزامی موکداً توصیه می شود و قاعدتاً لازم است که دانشگاه امکانات لازم جهت اجرای مناسب کلاس های تمرین را فراهم آورد.





## فصل ۶

### پیوست ها

۶-۱. اصول حاکم بر تدوین برنامه های درسی دانشگاهی مصوب جلسه مورخ ۸۷/۸/۱۱ شورای برنامه ریزی آموزش عالی (شماره ۲-۶۹۶)

با توجه به رسالت دانشگاهها در توسعه کیفی و کمی آموزش و پژوهش و ارتقاء بیش از پیش جایگاه علمی کشور از طریق ایجاد تحول و نوآوری در تدوین و اجرای برنامه های درسی و به منظور نهادینه کردن روشهای مناسب حفظ و بهبود کیفیت لازم است این برنامه ها براساس نیاز کشور و قابلیت رقابت در سطح جهانی و بر مبنای اصول زیر تنظیم شود:

اصل ۱- اهداف، برنامه درسی باید در چارچوب ارزشها، اهداف بلند مدت و راهبردهای کلان کشور تدوین و به روشنی بیان شده باشد:

اصل ۲- برنامه درسی به عنوان مجموعه ای بهم پیوسته، متعادل و متعامل باید به گونه ای طراحی و تدوین شود که اجزاء آن از انسجام، پیوستگی، همخوانی و چیدمان مناسب برخوردار باشد و در مجموع اهداف برنامه را تحقق بخشد.

اصل ۳- برنامه درسی و اجزاء آن باید براساس علم روز و آخرین دستاوردهای دانش بشری تهیه و تدوین گردد.

اصل ۴- محتوای اصلی هر برنامه درسی باید حوزه علمی مشخصی را پوشش دهد که در قالب مجموعه دروس اصلی تشکیل دهنده آن برنامه (هسته اصلی برنامه) نمود می یابد.

اصل ۵- برنامه درسی باید مبتنی بر اصول و روشهای علمی توسط صاحب نظران و متخصصین ذیصلاح تدوین گردد.

اصل ۶- برنامه درسی باید از انعطاف لازم برای تطبیق با تحولات دانش بشری، مقتضیات زمان و مکان، نیازهای جامعه و مزیت های نسبی منطقه ای و امکانات دانشگاهها برخوردار باشد. این انعطاف پذیری باید در سایر اجزاء برنامه که مرتبط با هسته اصلی برنامه طراحی می شود، لحاظ گردد.

اصل ۷- برنامه درسی علاوه بر پرداختن به جنبه های نظری باید جنبه های کاربردی دانش نظری و به تبع آن توسعه وجوه مهارتی و کارآفرینی را نیز مورد توجه قرار دهد.

اصل ۸- برنامه درسی باید زمینه شکوفایی استعدادها، ایجاد خلاقیت و ابتکار و فراگیری مداوم را فراهم آورد.

## ۲-۶. آئین نامه پیشنهادی مهاد-کهاد

لازم است آئین نامه ای با شرایط پیشنهادی زیر تهیه و از طریق وزارت علوم تحقیقات و فناوری به جهت رسیدن به اهداف عالی این برنامه به مؤسسات و دانشگاههای مجری ابلاغ گردد.

شرایط پیشنهادی:

۱-۲-۶. حداقل شرایط لازم برای درخواست دانشجوی جهت دوره مهاد-کهاد:

- گذراندن حداقل چهار نیمسال تحصیلی.

- گذراندن حداقل ۶۰ واحد درسی.

- دارا بودن رتبه بالاتر از ۵۰٪ تعداد کل هم ورودیهای هر سال تحصیلی براساس معدل دانشجوی در زمان درخواست در رشته دانشجوی در دانشکده یا گروه مربوطه.

۲-۲-۶. حداقل شرایط لازم جهت پذیرش درخواست:

- موافقت دانشکده/گروه مبدأ

- موافقت دانشکده/گروه مقصد

- وجود بسته آموزشی مصوب کهاد مربوطه در دانشکده/گروه مقصد ودانشگاه.

لازم است بسته های آموزشی کهاد در هر دانشکده/گروه مشخص و پس از تصویب در شورای برنامه ریزی دانشگاه به اطلاع دانشجویان رسانیده شود. ضمناً دانشکده می تواند بنا به محدودیت های موجود ظرفیت پذیرش دانشجوی در برنامه کهاد خود را تنظیم و اعلام نمایند. پیشنهاد می شود در داخل برنامه علوم ریاضی کهاد هر رشته مطابق جدول دروس الزامی رشته تعیین گردد و ضمناً به غیر از شرایط پیشنهادی ۱-۲-۶ و ۲-۲-۶ محدودیت خاص دیگری جهت ارائه کهاد اعمال نشود.

## ۳-۶. چند مثال از کهادهای ممکن

دانشجویان در هر دانشگاه می توانند در دوره مهاد-کهاد پذیرش شده و با کهاد مربوطه دانش آموخته شوند. بدیهی است برخی کهادهای خاص که از سابقه یا جذابیت عمومی برخوردار باشند می توانند در سطح کشور و در کمیته برنامه ریزی علوم ریاضی وزارت تصویب و پس از آن اجرا شوند (برای مثال به بخش ۳-۳ مراجعه نمائید).