



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی



دوره: کارشناسی ارشد

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: منطق ریاضی

گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

مصوب جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

**عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش منطق ریاضی
تدوین شده توسط گروه برنامه ریزی علوم ریاضی**

۱- برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش منطق ریاضی پیشنهادی گروه برنامه ریزی علوم ریاضی در جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.

۳- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

مجتبی شریعتی نیاسر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

عبدالرحیم نوده ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



رستم

برنامه

کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی
گروه علوم پایه
کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه
کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها – گرایش منطق ریاضی

بهمن ماه ۱۳۹۵



برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - گرایش هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گرایش گراف و ترکیبیات
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی
- ریاضیات و کاربردها - گرایش ریاضیات تصادفی



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلا مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلا مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.

درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



مقدمه

منطق ریاضی در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی ضمن کوشش فیلسوف-ریاضیدانانی چون فرگه و راسل برای حل مسائل موجود در مبانی ریاضیات به وجود آمد و با تلاش ریاضیدانان بزرگی چون هیلبرت، گودل و تارسکی شکوفا شد. دهه ۱۹۴۰ میلادی شاهد رشد شاخه‌های اصلی منطق ریاضی مانند نظریه برهان، نظریه محاسبه‌پذیری، نظریه مدل و نظریه مجموعه بود. یک محصول جانبی ولی بسیار با ارزش این تلاش‌ها که در راستای بررسی تصمیم‌پذیری دستگاه‌های مختلف منطقی و ریاضی به دست آمد، معرفی نخستین ماشین‌های محاسب صوری از قبیل ماشین تورینگ بود. این موضوع نه تنها منجر به شکل‌گیری بخش مهم نظریه محاسبه‌پذیری (نظریه بازگشت) از منطق ریاضی شد، بلکه موجب ساخت کامپیوترهای امروزی و پیدایش علوم کامپیوتر نظری نیز شد. در سال‌های اخیر کاربردهای منطق ریاضی در علوم کامپیوتر آنچنان فراگیر شده که اهمیت آن را با اهمیت حساب دیفرانسیل و انتگرال در علم فیزیک مقایسه می‌کنند.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها-گرایش منطق ریاضی یکی از دوره‌های آموزشی-پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

هدف از این دوره به شرح زیر است:

- آشنایی با منطق ریاضی که یکی از شاخه‌های مهم ریاضیات است؛
- آشنایی با کاربردهای متنوع منطق در علوم کامپیوتر شامل روش‌های صوری (رسمی) و نظریه محاسبه؛
- آشنایی با کاربردهای مهم منطق در فلسفه به ویژه فلسفه ریاضی.

نقش و توانایی

در این دوره دانشجویان با بخش‌های مختلف منطق ریاضی و کاربردهای آن در دیگر شاخه‌های ریاضیات آشنا می‌شوند. به‌علاوه دانشجویان علاقمند به کاربردهای منطق در علوم کامپیوتر می‌توانند با اتخاذ دروس مناسب این دوره، پایه‌ای محکم برای مطالعات آتی بنیان گذارند.

فارغ‌التحصیلان این دوره با توجه به علاقه شخصی و دروس اختیاری که اخذ کرده‌اند می‌توانند در هر یک از گرایش‌های اصلی منطق، جبر (شامل جبر جامع و نظریه رسته) و یا علوم کامپیوتر نظری (شامل روش‌های صوری و نظریه محاسبه) ادامه تحصیل دهند. برای کسانی که به فلسفه و روش‌شناسی ریاضی علاقه‌مند می‌باشند، این دوره می‌تواند پایه‌ای برای مطالعات عالی در این زمینه‌ها باشد.

ضرورت و اهمیت

منطق ریاضی یکی از شاخه‌های ریاضیات است که علاوه بر داشتن کاربردهای مختلف در قسمت‌های دیگر ریاضیات، در بررسی بنیادهای ریاضیات و سوال‌های مربوط به مبانی آن نقش اساسی دارد. به علاوه استفاده از منطق در علوم کامپیوتر امروزه به ابزاری غیر قابل‌تغییر تبدیل شده است.

کلیات برنامه

این دوره شامل ۷ درس شامل سه درس الزامی و چهار درس تخصصی-انتخابی است. درس اصلی این گرایش با عنوان منطق ریاضی، مقدمه‌ای بر آشنایی عمیق‌تر با شاخه‌های مختلف منطق ریاضی می‌باشد. ۲ واحد سمینار که مطالعه‌ای انفرادی زیر نظر استاد راهنما در موضوعی پیشرفته در حوزه منطق یا کاربردهای مختلف آن است و ۶ واحد پایان‌نامه که به بررسی برخی مقالات پژوهشی در حوزه منطق اختصاص دارد، کامل‌کننده این دوره است.



عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها-گرایش منطق ریاضی
پیش‌نیاز ورود: دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی (از جمله علوم کامپیوتر)، فیزیک و یا رشته‌های فنی و مهندسی.



فصل دوم

جدول دروس کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



درس اصلی گرایش منطق ریاضی: منطق ریاضی

- به دانشجویان توصیه می شود دو درس الزامی دیگر خود را از بین درس های آنالیز حقیقی ۱، جبر پیشرفته و ... انتخاب نمایند

جدول شماره ۱: درس های تخصصی - انتخابی گرایش منطق ریاضی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز و هم نیازها
۰	منطق ریاضی	۳	ندارد
۱	نظریه برهان	۳	منطق ریاضی
۲	نظریه محاسبه پذیری	۳	منطق ریاضی
۳	نظریه مدل	۳	اجازه گروه
۴	نظریه مجموعه	۳	اجازه گروه
۵	آنالیز ناستاندارد	۳	اجازه گروه
۶	منطق محاسباتی	۳	منطق ریاضی
۷	نظریه مجموعه های فازی و منطق فازی	۳	ندارد
۸	آنالیز محاسبه پذیر	۳	نظریه محاسبه پذیری
۹	جبر جامع	۳	ندارد
۱۰	نظریه رسته و توپوس	۳	ندارد
۱۱	نظریه شبکه	۳	ندارد
۱۲	ساختارهای جبری مرتب	۳	ندارد
۱۳	منطق شهودی	۳	منطق ریاضی
۱۴	منطق وجهی	۳	منطق ریاضی
۱۵	فلسفه ریاضی	۳	منطق ریاضی
۱۶	مباحث ویژه در منطق ریاضی	۳	اجازه گروه

درس اصلی گرایش منطق ریاضی



فصل سوم

سر فصل دروس دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق ریاضی



		منطق ریاضی		فارسی	عنوان	
Mathematical Logic				انگلیسی	درس	
درس	تعداد	تعداد	نوع واحد			
پیش نیاز	ساعت	واحد				
ندارد	۴۸	۳	جبیرانی		الزامی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با اصول منطق ریاضی و کاربردهای ابتدایی آن در سایر شاخه‌های ریاضی است.

سرفصل‌های درس:

مروری بر منطق گزاره‌ای و مرتبه اول، قضیه تمامیت گودل، مقدمه‌ای بر نظریه مدل و محاسبه‌پذیری، قضیه‌های ناتمامیت گودل.

مراجع پیشنهادی:

1. H. B. Enderton, **A Mathematical Introduction to Logic**, Second Edition, Harcourt/Academic Press, 2001
2. D. van Dalen, **Logic and Structure**, Fifth Edition, Springer, 2013.



		فارسی		نظریه برهان		عنوان درس
Proof Theory		انگلیسی				
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس بیش نیاز			
الزامی	نظری	عملی	نظری	اختیاری		حل تمرین: ندارد
				عملی	نظری	
منطق ریاضی	۳	۴۸	منطق ریاضی	جبرانی		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد
				عملی	نظری	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با مقدمات نظریه برهان که یکی از قسمت‌های اصلی منطق ریاضی است، می‌باشد.

سرفصل‌های درس:

مروری بردستگاه‌های مختلف اثباتی نظیر هیلبرتی، استنتاج طبیعی و حساب رشته‌ای، حساب رشته‌ای برای منطق کلاسیک، قضیه حذف برش، خاصیت زیرفرمولی، حساب رشته‌ای برای منطق شهودی، قضیه هربراند، قضیه درون‌یابی، قضیه سازگاری گنتزن، مقدمه‌ای بر نظریه برهان حساب مرتبه اول.

مراجع پیشنهادی:

1. Jean-Yves Girard, **Proof Theory and Logical Complexity**, Volume 1, Bibliopolis, 1987.
2. Sara Negri and Jan van Plato, **Structural Proof Theory**, Cambridge University Press, 2001.
3. G. Takeuti, **Proof Theory**, 2nd ed., Dover Publications, 2013 (ISBN: 9780486490731)



		فارسی		نظریه محاسبه پذیری		عنوان	
Comptability Theory		انگلیسی				درس	
نوع واحد		تعداد	تعداد				
دروس		ساعت	واحد				
بیش نیاز		۴۸	۳				
		جبرانی		اختیاری		الزامی	
منطق		عملی		نظری		عملی	
ریاضی		نظری		عملی		نظری	
		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی مقدماتی با نظریه محاسبه پذیری (نظریه بازگشت) است. نظریه محاسبه پذیری یکی از شاخه های اصلی منطق ریاضی است و علاوه بر کاربردهای فراوانی در علوم کامپیوتر دارد.

سرفصل های درس:

مفهوم شهودی محاسبه پذیری و الگوریتم، مدل های ریاضی الگوریتم مانند ماشین تورینگ و ماشین رجیستری، توابع بازگشتی ابتدایی، توابع بازگشتی (جزئی)، فرضیه چرچ، مجموعه های شماره پذیر کارآمد، تصمیم ناپذیری مسأله توقف، تحویل های چند به یک و تورینگ، درجات حل ناپذیری، قضیه نقطه ثابت، قضیه رایس، مجموعه های خلاق، مجموعه های ساده و m -ناکامل بودن آنها، سلسله مراتب حسابی و برخی مثال ها، عملگر جهش.

مراجع پیشنهادی:

1. S. B. Cooper, **Computability Theory**, Chapman & Hall/CRC Mathematics Series, 2004.
2. H.B. Enderton, **Computability Theory: an introduction to recursion theory**, Academic Press, 2010 (ISBN: 9780123849588)
- 3- A. Shen and N.K. Vereshchagin, **Computable Functions**, American Mathematical Society, 2002. (ISBN: 9780821827321)



		نظریه مدل		فارسی	عنوان درس
Model Theory				انگلیسی	
درس	تعداد	تعداد	نوع واحد		
پیش نیاز	ساعت	واحد			
اجازه گروه	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مدل که یکی از شاخه‌های اصلی منطق ریاضی است، می‌باشد. نظریه مدل کاربردهای زیادی در سایر شاخه‌های ریاضیات دارد.

سرفصل‌های درس:

زبان، فرمول، مدل، صدق (satisfaction)، قضیه فشردگی با روش ساختن هنکین، فرضرب، قضیه‌های لاونهایم-اسکولم فروسو و فراسو، آزمون تارسکی، کامل بودن، جازم بودن، آزمون وات، تعریف‌پذیری، چنداگر (quantifier)، نظریه‌های مجموعه‌های مرتب چگال، گراف‌های تصادفی، میدان‌های بسته جبری و میدان‌های بسته حقیقی، کمینگی قوی، ترتیب-کمینگی.

مراجع پیشنهادی:

1. K. Tent, M. Ziegler, **A Course in Model Theory**, Cambridge University Press, 2012
2. C.C. Chang, H. Jerome Keisler, **Model Theory**, North-Holland, 1990
3. D. Marker, **Model Theory: An Introduction**, Springer-Verlag, 2002
4. A. Marcja, C. Toffalori, **A Guide to Classical and Modern Model Theory**, Kluwer Academic Publishers, 2003
5. M. Manzano, **Model Theory**, Oxford University Press, 1999
6. P. Rothmaler, **Introduction to Model Theory**, Taylor and Francis, 2000.



عنوان درس		فارسی	انگلیسی	نظریه مجموعه				
		Set Theory						
نوع واحد	تعداد	تعداد	دروس					
	واحد	ساعت	پیش نیاز					
اجازه گروه	۴۸	۳	جبرانی		اختیاری		الزامی	
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد							حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مجموعه می باشد که علاوه بر این که یکی از شاخه های اصلی منطق ریاضی است و کاربردهای متفاوتی در ریاضیات دارد، نقش مهمی نیز در مطالعه بنیادهای ریاضیات ایفا می کند.

سرفصل های درس:

بنیادها، ZFC حساب اردینال ها، حساب کاردینال ها، کاردینال های دست نیافتنی و برهان ناپذیری وجود و سازگاری آن ها، فروپاشی (collapsing) موسستوسکی، اصل بازتاب، عمل های گودل، مدل های تراپایی، اوستی (absoluteness)، جهان ساخت پذیر، سازگاری ZFC با $V=L$ و GCH.

مراجع پیشنهادی:

1. K. Ciesielski, **Set Theory for Working Mathematicians**, Cambridge, 1997
2. T. Jech, **Set theory**, Springer, 2013
3. K. Kunen, **Set Theory, an Introduction to Independence Proofs**, North-Holland, 1992
4. R.M. Smullyan, M. Fitting, **Set Theory and the Continuum Problem**, Oxford, 1996.



		آنالیز ناستاندارد		فارسی	عنوان درس
Nonstandard Analysis				انگلیسی	
درس بیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد		
اجازه گروه	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با آنالیز ناستاندارد و کاربردهای آن در آنالیز ریاضی استاندارد می باشد.

سرفصل های درس:

همساختن فراتوانی عددهای ابر حقیقی، عددهای بی نهایت بزرگ و بی نهایت کوچک، اصل تراوژ (transfer)، همگرایی دنباله ها و سری های عددی و تابعی، پیوستگی، مشتق و انتگرال از دیدگاه ناستاندارد، مجموعه ها و تابع های درونی در \mathbb{R} ، جهان ناستاندارد، مجموعه های درونی، برونی و ابر متناهی، ماندگاری (permanence)، اندازه لوب.

مراجع پیشنهادی:

- 1- J. L. Bell, **A Primer of Infinitesimal Analysis**, Cambridge University Press, 2008.
(ISBN: 9780521887182)
- 2- M. Davis, **Applied Nonstandard Analysis**, Dover Publications, 2005.
(ISBN: 9780486442297)
- 3- V. Kanovei and M. Reeken, **Nonstandard Analysis - Axiomatically**, Springer, 2010.
(ISBN:9783642060779)



		منطق محاسباتی		فارسی	عنوان درس
Computational Logic				انگلیسی	
درس بیش‌تیاژ	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد		
منطق ریاضی	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با جنبه‌های محاسباتی منطق و روش‌های اثبات خودکار است.

سرفصل‌های درس:

منطق گزاره‌ها، شکل‌های نرمال، مسأله ارض‌پذیری، قواعد دیویس و پاتنام، رزولوشن، شکل‌های پیشوندی، اسکولمی کردن فرمول‌ها، قضیه هربراند، یکسان‌سازی، قضایای ناتمامیت گودل.

مراجع پیشنهادی:

1. M. Fitting, **First- order Logic and Automated Theorem Proving**, Springer-Verlag, 1996.
2. M. Ben-Ari, **Mathematical Logic for Computer Science**, 3rd ed., Springer, 2012. (ISBN: 9781447141280)
- 4- M. Tarver, **Logic, Proof and Computation**, Upfront Publishing, 2014. (ISBN: 9781784561277)



		فارسی		عنوان	
		انگلیسی		درس	
نظریه مجموعه‌های فازی و منطق فازی					
Fuzzy Set Theory and Fuzzy Logic					
نوع واحد	تعداد	تعداد			
	ساعت	واحد			
دروس					
بیش‌نیاز					
ندارد	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			اختیاری		
			عملی	نظری	
			حل تمرین: ندارد		
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه مجموعه‌ها و منطق فازی به معنای عام است که دارای کاربردهای متنوعی در شاخه‌های مختلف مهندسی است.

سرفصل‌های درس:

مجموعه‌های فازی، برش‌های مجموعه‌های فازی، نمایش‌های مختلف مجموعه‌های فازی، اعداد فازی، متغیرهای زبانی، رابطه‌های فازی، تابع‌های فازی، منطق فازی مقدماتی، استدلال تقریبی، شرطی‌های فازی، مقدمه‌ای بر کنترل فازی و برخی کاربردهای دیگر منطق فازی.

مراجع پیشنهادی:

1. H. T-Nguyen, E. A. Walker, **A First Course in Fuzzy Logic**, Third Edition, Chapman & Hall/CRC Taylor Francis Groups, 2006.
2. G. J. Klir, Bo Yuan, **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic (Theory and Applications)**, Prentice Hall, 1995.
3. Kwang H. Lee, **First Course on Fuzzy Theory and Applications**, Springer, 2005.



عنوان		فارسی		آنالیز محاسبه پذیر	
درس		انگلیسی		Computable Analysis	
نظریه محاسبه پذیری	تعداد واحد	تعداد ساعت	نوع واحد		
			الزامی	اختیاری	جبرانی
	۴۸	۳	عملی	نظری	عملی
	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با آنالیز محاسبه پذیر یا بازگشتی است. این شاخه نظریه محاسبه پذیری استاندارد را که به اعداد طبیعی مرتبط می شود به اعداد حقیقی گسترش می دهد.

سرفصل های درس:

محاسبه پذیری در آنالیز کلاسیک، دنباله های بازگشتی از تابع های حقیقی، محاسبه پذیری روی فضا های باناخ، تابع های حقیقی بازگشتی پاره ای، نظریه بازگشتی اندازه، پیچیدگی محاسبه ای تابع های حقیقی.

مراجع پیشنهادی:

1. M. B. Pour-el and J. I. Richards, **Computability in Analysis**, Springer, 1989.
2. K. Weihrauch, **A Simple Introduction to Computable Analysis**, 1995.



		عنوان		فارسی	عنوان
Universal Algebra		درس		انگلیسی	درس
دروس	تعداد	تعداد	نوع واحد		
پیش نیاز	ساعت	واحد			
ندارد	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			ندارد		حل تمرین: ندارد
			ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با کلاس‌های معادله‌ای و ساختارهای کلی جبری است. جبر جامع با نظریه مدل در منطق ریاضی مرتبط است.

سرفصل‌های درس:

جبر جامع، زیرجبر و شبکه زیرجبرها، هم‌ریختی بین جبرهای جامع، رابطه هم‌نهشتی، ضرب مستقیم جبرها، زیرضرب مستقیم، وارسته، جبر آزاد، معادله و جبرهای معادله‌ای، قضیه بیرخوف برای ارتباط بین وارسته و کلاس‌های جبرهای معادله‌ای.

مراجع پیشنهادی:

1. Burris and Sankapanavar, **A Course in Universal Algebra**, Springer-Verlag, 1981.
2. G. Gratezer, **Universal Algebra**, Second edition, Springer, 2008.
3. P. M. Cohn, **Universal Algebra**, D. Reidel Publication Company, 1981.



		فارسی		نظریه رسته و توپوس		عنوان درس		
		انگلیسی		Category Theory and Topos				
نوع واحد	تعداد	تعداد	نوع واحد					
	ساعت	واحد						
پیش نیاز	۴۸	۳	جبرانی		اختیاری		الزامی	
			عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					حل تمرین: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه رسته و نظریه توپوس است. یکی از کاربردهای مهم این مبحث فراهم نمودن مدلی برای متعلق شهودی است.

سرفصل‌های درس:

معرفی رسته، تابع گون، تبدیل طبیعی، پیکان‌ها و اشیای خاص، زیررسته، دوگان رسته، رسته تابع گون‌ها، پیکان جهانی، لم یوندا، حد و هم حد، الحاقی، رسته بسته دکارتی، شبه توپوس، توپوس، تجزیه در توپوس، شبکه و جبر هیتینگ در توپوس، توپوس‌های خاص (بولی، دومقداری، موضعی)، اصل انتخاب، شیء اعداد طبیعی.

مراجع پیشنهادی:

1. Goldblatt, *Topoi: The Categorical Analysis of Logic*, North-Holland, 1984.
2. Lambek and Scott, *Introduction to higher Order Logic*, Cambridge University Press, 1986
3. P. T. Johnston, *Topos Theory*, Dover Publications, 2014.



		نظریه شبکه		فارسی	عنوان درس
Lattice Theory				انگلیسی	
دروس پیش‌نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد		
ندارد	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			حل تمرین: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با نظریه شبکه است که در مطالعه مدل‌های جبری دستگاه‌های مختلف منطقی نقش اساسی ایفا می‌کند.

سرفصل‌های درس:

مشبکه، هم‌ریختی مشبکه، مشبکه کامل، مشبکه مدولار، مشبکه توزیع‌پذیر مشبکه های‌تینگ، رابطه هم‌نهشتی، جبر بول، نمایش‌های مجموعه‌ای و توپولوژیکی جبر بول (قضیه استون)، مشبکه جبری، مشبکه پیوسته، توپولوژی اسکات، توابع اسکات پیوسته، فضاهاى سوپر و دوگانی جبر هیتینگ پیوسته.

مراجع پیشنهادی:

1. Grätzer, Birkhauser, **General Lattice Theory**, 1998.
2. Davey, Priestloy, **Introduction to Lattice and Order**, Cambridge University Press, 2002.
3. Blyth, **Lattices and Ordered Algebraic Structures**, Springer-Verlag, 2005.



			فارسی		عنوان	
			انگلیسی		درس	
ساختارهای جبری مرتب						
Ordered Algebraic Structures						
نوع واحد						
تعداد	تعداد					
ساعت	واحد					
پیش‌نیاز		جبرانی		اختیاری		الزامی
		عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
ندارد	۴۸	۳	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با ساختارهای جبری مرتب است که در مطالعه مدل‌های جبری دستگاه‌های مختلف منطقی نقش ایفا می‌کند.

سرفصل‌های درس:

مفهوم ترتیب، نگاشت‌های حافظ ترتیب، نگاشت‌های باقیمانده‌ای، بستارها، یکرختی‌های مجموعه‌های مرتب، نیم‌گروه‌های نگاشت‌های باقیمانده‌ای، شبکه‌ها و زیرمشبک‌ها، زیرگروه‌های بئر، مجموعه‌های خارج‌قسمتی مرتب، هم‌ارزی‌های قویاً منظم بالایی، همنهشتی‌های مشبک، زوج‌های مدولار، شرط‌های زنجیر، تحویل‌ناپذیری‌های الحاقی، مشبک‌های پخشی، زیرگروه‌های بئر و مدولاریتی، عضوهای متمم‌دار، مشبک‌های متمم‌دار منحصر بفر، جبرها و حلقه‌های بولی، عضوهای مرکزی و خنثی، قضیه نمایشی Stone، متمم جبرهای بولی، شبه متمم‌ها، جبرهای Stone، جبرهای هیتینگ، زیرگروه‌های بئر و باقیمانده‌ای، همنهشتی‌ها و جبرهای تحویل‌ناپذیر زیر مستقیم، گروه‌های مرتب، زیرگروه‌های محدب، L -زیرگروه‌های مرتب، گروه‌های نمایش‌پذیر، حلقه‌ها و میدان‌های کلاً مرتب، زیرگروه‌های باقیمانده‌ای و زیرگروه مرتب، زیرگروه‌های منظم.

مراجع پیشنهادی:

1. T. S. Blyth, **Lattices and Ordered Algebraic Structures**, Springer-verlag, 2005.
2. G. Birkhoff, **Lattice Theory**, American Mathematical Society, 1973.



		منطق شهودی		فارسی	عنوان
Intuitionistic Logic				انگلیسی	درس
درس	تعداد	تعداد	نوع واحد		
پیش نیاز	ساعت	واحد			
منطق ریاضی	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با منطق شهودی (شهودگرایی) است که یکی از مهم‌ترین رهیافت‌های ساختنی به منطق و ریاضیات است.

سرفصل‌های درس:

تاریخچه مختصری از ساخت‌گرایی در ریاضیات با تاکید بر شهودگرایی برآوری، تعبیر BHK (برآور-هیتینگ-کولموگوروف) از ثوابت منطقی، تعبیرهای توبولوژیک و جبری، دستگاه‌های صوری اثباتی برای منطق شهودگرایی گزاره‌ای و محمولات، معناشناسی جهان‌های ممکن (مدل‌های کریپکی)، قضایای درستی و تمامیت نسبت به مدل‌های کریپکی، خواص DP و EP.

مراجع پیشنهادی:

1. A. S. Troelstra and D. Van Dalen, **Constructivism in Mathematics**, Vol. I, North-Holland, 1988.
2. A. G. Dragalin, **Mathematical Intuitionism, Introduction to Proof Theory**, AMS, Providence, RI, 1988.
- 3- G. Mints, **A Short Introduction to Intuitionistic Logic**, Springer, 2013. (ISBN: 9781475773194)



		منطق وجهی		فارسی	عنوان درس
Modal Logic				انگلیسی	
دروس بیش نیاز	تعداد ساعت	تعداد واحد	نوع واحد		
منطق ریاضی	۴۸	۳	جبرانی		الزامی
			عملی	نظری	عملی
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			حل تمرین: ندارد		

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با منطق وجهی است که یکی از مهم‌ترین منطق‌های غیر کلاسیک می‌باشد و کاربردهای مهمی در بخش روش‌های صوری (رسمی) از علوم کامپیوتر دارد.

سرفصل‌های درس:

زبان منطق وجهی، قاب‌ها و مدل‌های کرپیکی، منطق وجهی نرمال، تناظر دوسویه، قضیه هنسی-میلنر، ترجمه استاندارد، قضیه مشخص‌سازی فن پنتم، تعریف‌پذیری قاب‌ها، مدل‌های کانونی، دستگاه‌های اثباتی و تمامیت، جبری کردن منطق وجهی، جبرهای بولی با عملگر، قضیه ینسن-تارسکی.

مراجع پیشنهادی:

1. P. Blackburn, M. de Rijke and Y.Venema, **Modal Logic**, Cambridge University Press, 2002.
2. A. Chagrov and M. Zakharyashev, **Modal Logic**, Clarendon Press, Oxford, 1997.
3. J. van Benthem, **Modal Logic for Open Minds**, CSLI Publications, 2010.
- 4- B.F. Chellas, **Modal Logic: An Introduction**, Cambridge University Press, 2012. (ISBN: 9780511621192)



		فلسفه ریاضی		فارسی	عنوان درس
Philosophy of Mathematics				انگلیسی	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
الزامی	اختیاری	جبرانی	منطق ریاضی	عملی	نظری
				عملی	نظری
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				حل تمرین: ندارد	

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی با برخی فلسفه‌های مشهور ریاضی است.

سرفصل‌های درس:

افلاطون‌گرایی، واقع‌گرایی، نام‌گرایی، کانت، منطق‌گرایی، صورت‌گرایی، برنامه‌هیلبرت، قضیه‌های ناتمامیت گودل، شهودگرایی (برآور، دامت)، طبیعی‌گرایی، ساختارگرایی، حوزه‌های جدید در فلسفه ریاضی.

مراجع پیشنهادی:

1. James Robert Brown, **Philosophy of Mathematics: A Contemporary Introduction to the World of Proofs and Pictures**, 2nd Edition, Routledge, 2008.
2. **The Oxford Handbook of Philosophy of Mathematics and Logic**, Stewart Shapiro (Editor), 2007.
3. Stewart Shapiro, **Philosophy of mathematics: Structure and ontology**, Oxford, Oxford University Press, 1997.
- 4- P. Benaceraf & H. Putnam, **Philosophy of Mathematics**, Cambridge University Press, 1984. (ISBN: 9780521296489)



		فارسی		مباحث ویژه در منطق ریاضی		عنوان	
		انگلیسی		Special Topics in Mathematical Logic		درس	
نوع واحد		تعداد	تعداد	درس			
		واحد	ساعت	پیش نیاز			
		۳	۴۸	الزامی		اجازه گروه	
		عملی	نظری	اختیاری			
		عملی	نظری	جبرانی			
		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد			

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه منطق ریاضی که بر حسب امکانات و نیاز برای اولین بار ارائه می گردد. ریز مواد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه ودانشکده برسد.

