



دانشگاه آزاد اسلامی

## مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

دوره: دکتری (Ph.D)

رشته: ریاضی گرایش هندسه و توپولوژی



مصوب جلسه ۱۳۵ مورخ ۱۳۸۸/۷/۷ شورای برنامه ریزی دانشگاه آزاد اسلامی

این برنامه گرایشی از رشته ریاضی است که برنامه درسی آن در جلسه ۱۳۱ مورخ ۱۳۶۷/۶/۵ شورای عالی برنامه ریزی به تصویب رسیده است و این برنامه توسط کمیته تخصصی ریاضی گروه برنامه ریزی علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی بازنگری و اصلاح و مطابق مواد آئین نامه واگذاری اختیار برنامه ریزی درسی به دانشگاه ها، تهیه و تنظیم و در جلسه ۱۳۵ مورخ ۱۳۸۸/۷/۷ دانشگاه آزاد اسلامی به تصویب رسید

برنامه آموزشی دوره دکتری رشته ریاضی گرایش هندسه و توپولوژی  
مصوبه جلسه ۱۳۵ مورخ ۱۳۸۸/۷/۷ شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی

برنامه آموزشی دوره دکتری رشته ریاضی گرایش هندسه و توپولوژی که توسط گروه علوم پایه تهیه ، تدوین و پیشنهاد شده بود با اکثریت آراء به تصویب رسید.  
این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است .  
\* هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی دانشگاه آزاد اسلامی برسد.

رای صادره جلسه ۱۳۵ مورخ ۱۳۸۸/۷/۷ شورای برنامه ریزی آموزشی در خصوص برنامه آموزشی دوره دکتری رشته ریاضی گرایش هندسه و توپولوژی صحیح است به واحدهای مجری ابلاغ شود.

دکتر عبدالله جاسبی  
رئیس دانشگاه آزاد اسلامی

جاسبی

دکتر هجید منجمی  
رئیس گروه علوم پایه  
شورای برنامه ریزی دانشگاه آزاد اسلامی



رونوشت : معاون محترم آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی  
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ کنید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی  
دبیر شورای برنامه ریزی

نائینی

## فصل اول

### مشخصات دوره

باسمه تعالی

## برنامه آموزشی دوره دکتری Ph.D: رشته های هندسه و توپولوژی

### ۱. مقدمه

ریاضیات پایه ، اساس همه علوم و هندسه هسته اصلی ریاضیات است، شاخه هایی که تحت این نام وجود دارند ، عبارتند از هندسه ، توپولوژی ، توپولوژی جبری، سیستمهای دینامیک و هندسه جبری : این برنامه فقط شامل هندسه و توپولوژی با هم است و برای شاخه های دیگر در آینده اقدام خواهد شد .

### ۲. تعریف و هدف

ایرانیان همواره در رشته هندسه پیشتاز بوده اند ، فقط اخیراً و به علت آزمونهای تستی این رشته در دبیرستانها تضعیف شده است . انتظار این است که این نقیصه بزرگ مرتفع گردد . هدف تامین کادر علمی مناسب برای دانشگاهها و رونق بخشیدن به تحقیقات و نوآوریها در این رشته می باشد، در حال حاضر تمام دانشگاهها دولتی و غیردولتی کمبود کادر هیئت علمی متناسب با این رشته ها را دارند .

### ۳. طول دوره و شکل نظام

طول دوره مطابق آئین نامه دوره دکتری Ph.D وزارت علوم تحقیقات و فن آوری مصوب ۸۴/۱/۲۷ شورای عالی برنامه ریزی می باشد.(۴ سال قابل تمدید تا ۶ سال)

### ۴. تعداد واحدهای درسی

تعداد واحدهای درسی (آموزشی) ۱۸ واحد

تعداد واحدهای رساله ۲۰ واحد

مطابق آئین نامه فوق



### ۵. نقش و توانایی های فارغ التحصیلان

همانطور که اشاره شد ، این رشته نیروی محرکه در اغلب شاخه های ریاضی محض و کاربردی، مهندسی، فیزیک نظری و از طریق نظریه فاجعه در اقتصاد و بیولوژی پزشکی است، بنابر این فارغ التحصیلان این رشته می توانند در پیشبرد خود هندسه و توپولوژی و باطبع در سایر رشته های ذکر شده موثر و مفید باشند .

### ۶. ضرورت و اهمیت

در دانشگاه‌های دولتی و غیردولتی، قوی و ضعیف، شدیداً کمبود استاد شاخه‌های مختلف هندسه وجود دارد، دانشگاهی نیست که این کمبود را نداشته باشد. بنابراین علاوه بر تحقیقات در این رشته ضرورت دارد نیروی انسانی کارآمد در این رشته تربیت شود.

### ۷. شرایط گزینش دانشجو

شرایط گزینش آزمون کتبی ورودی و مصاحبه با وزنهای ۷۰ درصد و ۳۰ درصد می باشد. دروس امتحانی بر اساس آئین نامه فوق خواهد بود و معمولاً با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده خواهد بود. دروس پیشنهادی شاخه هندسه و توپولوژی عبارتند از: هندسه منیفلد ۱ (ضریب ۶) - آنالیز حقیقی ۱ (ضریب ۲) - گروه لی و جبرلی (ضریب ۶) - زبان (ضریب ۲)

شورای تحصیلات تکمیلی در تغییر دروس آزمون ورودی مجاز خواهد بود.



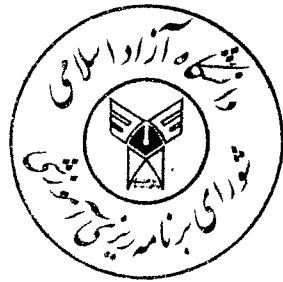
## فصل دوم

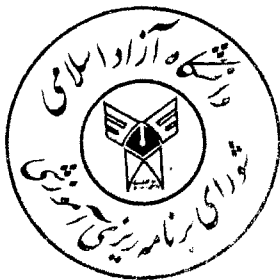
جدول دروس دوره دکتری Ph.D رشته هندسه و توپولوژی

این دوره بر اساس دوره کارشناسی ارشد طراحی شده است. بنابراین لازم است دروس کارشناسی ارشد ذکر شوند، تا هنگام تعیین پیشنیازها عناوین دروس پیشنیاز مشخص باشند. در عین حال اگر پیشنیازهای دروس کارشناسی ارشد نیز گذرانیده نشده باشند باید به عنوان دروس پیشنیاز (حداکثر ۱۲ واحد) گذرانیده شوند.

درس کارشناسی ارشد:

پیشنیاز	نوع درس	ساعت	نظری	نام درس	شماره درس
توپولوژی و هندسه دیفرانسیل کارشناسی	تخصصی الزامی	۷۲	۴	هندسه خمینه ۱	۱۱
توپولوژی و آنالیز ریاضی کارشناسی	تخصصی الزامی	۷۲	۴	آنالیز حقیقی	۱۲
جبر ۳ کارشناسی	تخصصی الزامی	۷۲	۴	جبر پیشرفته	۱۳
هندسه خمینه ۱	تخصصی اختیاری	۷۲	۴	هندسه خمینه ۲	۱۴
هندسه خمینه ۱	تخصصی اختیاری	۷۲	۴	گروه لی و جبر لی ۱	۱۵
توپولوژی کارشناسی	تخصصی اختیاری	۷۲	۴	توپولوژی جبری ۱	۱۶
توپولوژی کارشناسی	تخصصی اختیاری	۷۲	۴	توپولوژی دیفرانسیل	۱۷
توپولوژی کارشناسی	تخصصی اختیاری	۷۲	۴	گروههای توپولوژی	۱۸





دوره دکتری Ph. D رشته هندسه و توپولوژی

دروس تخصصی

پیشنیاز	ساعت	تعداد واحد		نام درس	شماره درس
		نظری	عملی		
۱۱	۷۲		۴	کوهمولوژی مینه ها	۱۰۱
۱۱	۷۲		۴	هندسه خمینه مختلط	۱۰۲
۱۵	۷۲		۴	گروه لی و جبر لی ۲	۱۰۳
۱۱	۷۲		۴	هندسه آفین	۱۰۴
۱۱	۷۲		۴	کلافها و کلاسهای مشخصه	۱۰۵
۱۱	۷۲		۴	فضاهای متقارن	۱۰۶
۱۱	۷۲		۴	خمینه ها با انحنای ثابت	۱۰۷
۱۱	۷۲		۴	هندسه سیمپلکتیک	۱۰۸
۱۴	۷۲		۴	هندسه فینسلر	۱۰۹
۱۱	۷۲		۴	ابر خمینه ها	۱۱۰
۱۱	۷۲		۴	فضاهای توپوستر	۱۱۱
۱۱	۷۲		۴	هندسه ناچابجایی	۱۱۲
۱۱	۷۲		۴	ساختارهای هندسی	۱۱۳
۱۵	۷۲		۴	گروههای لی و ODE	۱۱۴
-	۷۲		۴	نظریه PDE	۱۱۵
۱۱	۷۲		۴	نظریه نمایش	۱۱۶
۱۱	۷۲		۴	مباحثی در هندسه	۱۱۷
-	۷۲		۴	هندسه گسسته	۱۱۸
۱۴	۷۲		۴	توپولوژی جبری ۲	۱۱۹
۱۷	۷۲		۴	توپولوژی دیفرانسیل ۲	۱۲۰
۱۱	۷۲		۴	نظریه فاجعه	۱۲۱
۱۵	۷۲		۴	گروههای تبدیل	۱۲۲
-	۷۲		۴	نظریه توپولوژی	۱۲۳
۱۸	۷۲		۴	گروههای توپولوژی	۱۲۴
	۷۲		۴	مباحثی در توپولوژی	۱۲۵
	۷۲		۴	بررسی آخرین مقالات	۱۲۶

دوره دکتری Ph. D رشته هندسه و توپولوژی

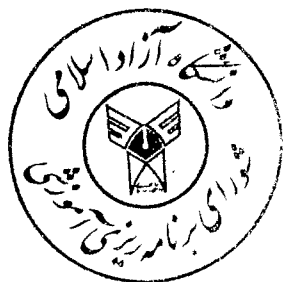
دروس اختیاری ندارد

همنیاز	پیشناز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	ردیف
		جمع	عملی	نظری			
							جمع

توجه:

این دروس بر اساس تقسیم بندی MR که کل ریاضیات را به ۹۴ رشته تحقیقی تقسیم کرده است و از این ۹۴ رشته ۱۰ رشته در هندسه و توپولوژیست با همان شماره های لیست MR عبارتند از:

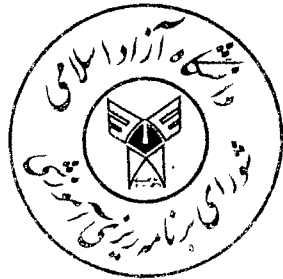
- 14- Algebraic Topology
- 22- Topological Groups, Li Groups
- 51- Geometry
- 52- Convex and discrete Geometry
- 53- Differential Geometry
- 57- Manifolds and cell Complexes
- 58- Global Analysis on Manifolds
- 54- General Topology
- 55- Geometric Topology
- 37- Ergodic theory



فصل سوم  
دوره دکتری Ph.D ، رشته هندسه و توپولوژی

سرفصل دروس

دروس دکتری بر اساس و با اهداف تحقیقات طراحی می شوند و مطابق سرفصل های دروس بر حسب مفاهیم مورد نظر برای تقویت و ایجاد پایه علمی در انجام رساله دکتری تدریس میشوند ، چهارچوب شخصی برای سرفصلها تعیین نمیشوند ، بلکه بر حسب مطالب مورد نیاز برای درک آخرین مقالات منتشر شده در حول وحوش موضوع رساله دکتری انتخاب و تدریس میشوند .



## سر فصل های دروس

۱۱- هندسه خمینه ۱

خمینه های توپولوژی ، ساختار مشتقپذیر ، نگاشت بین خمینه ها ، زیر خمینه ها ، غوطه وری و نشانیدن ، خمینه های خارج قسمت ، فضاهاى مماسی ، کلاف های  $TM$  و  $T^*M$  ، میدان های برداری ، خم های انتگرال ، گروه یک پارامتری ، مشتق لی، فرم های مشتقپذیر، جبر گراسمان ، کوهمولوژی دیرام ، تغییر مختصات ، جهت پذیری ، تانسورها ، اعمال بر تانسورها ، مشتق کواریان ، گروههای لی و گروههای تبدیل ، انتگرال فرم ها بر خمینه ها ، قضیه استوکس .

منابع :

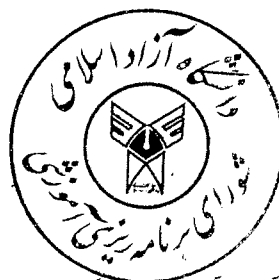
- 1- Differentiable manifolds, by F.Brickell & R.S.Clark .
- 2- Int . to diff . manif. and Lie groups, by w. Boothby.
- 3- Differentiable manifolds , a first course , by L. Conlon.
- 4- Comprehensive int. on differential geometry , vol .I, by M.Spivak .
- 5- Differentiable manifolds , by A.A. Kosinsky.

۱۲- آنالیز حقیقی

سیگما جبر ، مجموعه بورل ، اندازه ، اندازه های خارجی و داخلی ، مجموعه های اندازه پذیر بورل ، اندازه لبگ ، انتگرال لبگ ، مشتق و انتگرال ، پوشش ویتالی ، توابع با تغییر کراندار ، پیوستگی مطلق ، فضاهاى  $L^p$  ، قضیه ریز - فیشر ، تابعک های خطی پیوسته ، قضیه نمایش ریز ، فضاهاى باناخ ، قضیه هان-باناخ ، قضیه های نگاشت باز و نمودار بسته ، قضیه کراندارى یکنواخت ، فضای هیلبرت ، اندازه و انتگرال مجرد و قضایای مربوطه ، حاصلضرب اندازه ها ، قضیه های خوبینی و تانلی.

منابع :

- 1- Real and complex analysis , by W. Rudin.
- 2- Real analysis , by H.L.Royden.

۱۳- جبر پیشرفته

نظریه رسته ، گروه آزاد ، گروه اَبلی آزاد ، تابع گون و تبدیل طبیعی ، مدول ، جمع و ضرب خانواده مدول ها ، دنباله صحیح و خواص آن ، مدول های آزاد ، ضرب تانسوری جبرها ، جدول های پروژکتوری و انژکتیو . حلقه های جابجایی ، ایده آل های اول و اولیه و خواص آن ها ، حلقه ها و جدول های نوتری و قضیه های اصلی ، قضیه کرول ، لم ناگایاما و قضیه پایه هیلبرت .

منابع :

- 1- Algebra , by T.W.Hungerford.
- 2- Commutative algebra , by I.g.Mac Donald.

مترریمان ، ارتباط آفین ، ارتباط ریمان ، ارتباط در کلاف های برداری ، ژئودزیک ها ، خاصیت می نیمومی ژئودزیک ها ، همسایگی های محدب ، تاب وانحنا ، انحنای مقطعی ، انحنای ریچی ، انحنای اسکالر ، میدان های ژاکوبی ، نقاط مزدوج ، فرم های اساسی دوم ، معادلات اساسی ، خمینه های کامل ، قضیه هوف - رینو ، قضیه هادامار.

منابع :

- 1- Riemannian geometry , by Manfre do P.do Carmo.
- 2- Semi - Riemannion geometry ,by B.O.Neill.
- 3- Riemannion geometry , by S.Gallot , D.Halin , J. Lafontaine.
- 4- Riemannion geometry , by J.M.Lee.



گروه های توپولوژیک ، گروه لی ، گروه های خطی ، زیر گروه ها ، نگاشت ها بر گروه های لی ، جبر لی ، هومومورفیسم لی ، تبدیلات به کمک گروه های لی، زیرگروه های بسته ، نگاشت نمایی و دیفرانسیل آن ، نمایش الحاقی گروه لی و جبر لی ، فرمول کامبل ، نظریه ساختاری ، جبرهای لی پوچتوان و حل پذیر ، رادیکال ونیل رادیکال ، شاخص کارتان برای حل پذیری ونیم ساده بودن .

منابع :

- 1- Lie groups , by W.Rossmann.
- 2- Lie groups and Lie algebras , by V.S. Varadarajan .
- 3- Lie groups , by M. Ise & M.Takeuchi .
- 4- Foundations of diff . geometry and Lie groups , by Klarnner.

گروه های بنیادی ، قضیه وان - کامپن ، فضاها ی پوششی ، هومولوژی ویژه ، گروه های هوموتوبی نسبی ، دنباله درست نامتناهی ، دنباله مایر - ویتوریوس ، قضیه حذف ، هومولوژی حجره ای ، هومولوژی سادگی ، هم ارزی هومولوژی های سادگی و حجره ای ، هومولوژی و گروه های بنیادی ، تقریب سادگی .

منابع :

- 1- Topology and geometry for physics , by C.Nash.

- 2- Geometry ,topology and physics , by M.Nakahara.
- 3- Algebraic topology , by A.Hatcher .
- 4- Elements of algebraic topology , by J.R.Munkres.



#### ۱۷- توپولوژی پیشرفته

قضیه ولم اوریسون ، قضیه توسیع تایتز ، فشرده سازی استون- چنخ ، فشرده سازی تک نقطه ای الکساندروف ، همگرایی دنباله ها و تورها ، شبکه ها ، مترى پذيرى ، فضاهای مترى کامل ، فضاهای یکنواخت ، خواص یکنواختی ، پیوستگی یکنواخت ، مترى سازی و کامل سازی ، توپولوژی فضاهای خطی .

منابع :

- 1- General topology , by S.Willard .
- 2- Topology ,by S.T.Hu .
- 3- Topology for analysis , by A.Wilansky .
- 4- Topology a first course , by J.R.Mankres .
- 5- General topology , by N.Bourbaki .

#### ۱۸- گروه های توپولوژیک

گروه های توپولوژیک ، گروه های موضعی ، مترپایا ، گروه های تبدیل ، گروه های فشرده موضعی ، زیرگروه های باز ، زیرگروه های ماتریسی ، مزدوج زیرگروه ها ، فضاهای همگن ، حاصلضرب گروه های توپولوژیک ، حاصلضرب نیم مستقیم ، گروه های آبلی فشرده ، گروه های لی موضعا فشرده ، افراز واحد و قضیه های مربوط به پیرا فشرده گی ، گروه های آبلی نامتناهی .

منابع :

- 1- Topological groups , by T.Husain.
- 2- Topological Transformation groups , by D.Montgomery & L.Zippin.
- 3- Topology for analysis , by A.Wilansky.

#### ۱۹- توپولوژی ديفرانسیل ۱

غوطه وری و نشانیدن ، نقاط بحرانی ، تقاطع و موربى ، خمینه مرزدار ، قضیه سارد و توابع سارد ، عدد چرخشى ، قضیه جوردن ، قضیه بورزاک -

اولام ، تقاطع جهت دار ، قضیه پوانکاره - هایف ، قضیه درجه ، دسته بندی رویه های جهت پذیر ، قضیه نشان دادن ویتنی .

منابع :

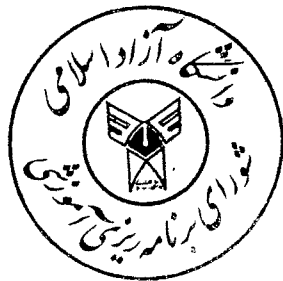
- 1- Differential topology , by D.B.Gauld.
- 2- Differential topology , by A.Pollack.

#### ۲۰- دستگاه های دینامیکی ۱

دینامیک مقدماتی دیفیومورفیسم ها ، دیفیومورفیسم های دوایر ، شارها و معادلات دیفرانسیل ، مجموعه های پایا ، شارهای معادل ، نگاشت پوانکاره ، دستگاه های غیر یکنواخت متناوب ، شارهای ها میلتونی و نگاشت های پوانکاره ، دیفیومورفیسم های خطی هذلولوی ، نقاط غیر خطی ثابت هذلولوی ، دیفیومورفیسم های فرم های نرمال برای میدان های برداری ، نقاط منفرد و غیرهذلولوی میدان های برداری ، فرم های نرمال دیفیومورفیسم ها ، فرم های نرمال وابسته به زمان ، خمینه های مرکزی ، تکین های قطبی و جهت دار .

منابع :

- 1- An introduction to dynamical systems , by D.K.Arrowsmith.
- 2- Differential manifolds and dynamical systems , by D.Chillingworth.
- 3- Dynamical systems and control , Edited by F.Udwadia .



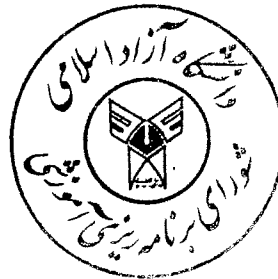
#### ۲۱- دستگاه های دینامیکی تصادفی

۲۲- هندسه جبری ۱

خم های جبری ، خم های گویا ، مجموعه های بسته ، نگاشت های منظم در فضاها ی آفین ، نگاشت های گویا ، وارپته های شبه تصویری ، نگاشت های منظم ، ضرب وارپته های شبه تصویری ، بستارها ، بعدمقطع ابر صفحه ها ، قضیه بعد فیبرها ، حلقه موضعی در یک نقطه ، فضاها ی مماسی و پایا بودن آنها ، مخروط مماسی ، سری های توانی ، وارپته های مختلط ، زیر وارپته ها ، زیروارپته های ناتکین ، زیر وارپته های استثنایی ، نرمال سازی وارپته های آفین .

منابع :

- 1- Basic algebraic geometry ,Vol .I,by I.Shafarevich.
- 2- Algebraic geometry ,A first course , by J.Harris.
- 3- Algebraic geometry , by M.Miyanishi .

۲۳- هندسه جبری ۲

بخشیاب یک تابع ، بخشیاب های موضعا اصلی ، بخشیاب ها و نگاشت های گویا ، فضاها ی وابسته به یک بخشیاب ، قضیه پزوبرخم ها ، بعدیک بخشیاب ، وارپته های آبلی و ویکارد ، توصیف جبری مدول دیفرانسیل ها ، فرم های دیفرانسیل ، ابرصفحه ها و خم های ابریضوی ، قضیه ریمان -رخ ، طیف یک حلقه توپولوژی زاریسکی و طیفی ، تحویل ناپذیری و بعد ، پیش شیف ها ، شیف ها و استاک یک شیف ، طرح ، زیر طرح ، حاصلضرب طرح ها ، کلاف هایی از شیف ها ، لم چاو ، تقلیل شیف های وابسته .

منابع :

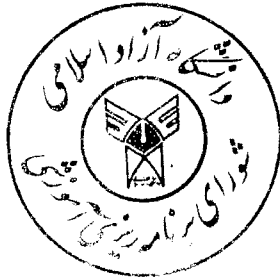
- 1- Basic algebraic geometry , Vol I & II , by I.Shafarevich.
- 2- Algebraic geometry , by R.Hartshorne.

۲۴- جبر جابجایی

حلقه وایده آل ، رادیکال پوچتوان وژاکوبسن ، گسترش مدول ، دنباله دریست ، تحدید گسترش اسکالرها ، حاصلضرب تانسوری جبرها ، حلقه و جدول تقسیم ها ، خواص موضعی ، تجزیه ابتدایی ، قضیه یکتایی 0 اول ، قضیه یکتایی دوم ، وابستگی درسته ، قضیه بالارو ، قضیه پایین رو ، حلقه ارزشیابی ، شرایط زنجیری ، مدول های آرتینی و نوتری ، حلقه نوتری ، قضیه پایه هیلبرت ، تجزیه ابتدایی در حلقه نوتری ، حلقه آرتینی ، ساختمان برای حلقه آرتینی ، حلقه ارزشیابی گسسته ، میدان ددکنید ، کمال حلقه مدرج ، نظریه بعد ، قضیه هیلبرت -سر ، حلقه موضعی نوتری ، حلقه منظم موضعی .

منابع :

- 1- Commutative algebra , by H.Matsumura.
- 2- Local rings , by M..Negata.
- 3- Commutative algebra ,by O.Zariski & P.Samuel.



رشته های مربوط به MR	دروس پیشنهادی برای مقطع دکتری	دروس مقطع کارشناسی ارشد	پیش نیاز ها از مقطع کارشناسی	شاخه
51-Geometry 52- Convex and Discrete geo. 53- Diff geo. 57-Manifolds & cell complexes 58-Glob.anal.anal.on manifolds 83- Relativity & gravitation theory	۱۰۱- کوهمولوژی خمینه ها ۱۰۲- هندسه خمینه مختلط ۱۰۳- گروه لی و جبر لی ۲ ۱۰۴- هندسه آفین ۱۰۵- کلاف ها و کلاس های مشخصه ۱۰۶- فضاهای متقارن ۱۰۷- خمینه ها با اتحنای ثابت ۱۰۸- هندسه سیمپلک تیک ۱۰۹- هندسه فینسلر ۱۱۰- ابر خمینه ۱۱۱- فضاهای نویستر ۱۱۲- نظریه نسبیت عام ۱۱۳- هندسه ناچابجایی ۱۱۴- ساختارهای هندسی ۱۱۵- مکانیک تحلیلی ۱۱۶- نظریه معادلات با مشتقات جزئی ۱۱۷- نظریه نمایش ۱۱۸- مباحثی در هندسه	۱۱-هندسه خمینه ۱ ۱۲-آنالیز حقیقی ۱۳-جبرپیشرفته ۱۴-هندسه خمینه ۲ ۱۵-جبرلی وگروه لی ۱ ۱۶-توپولوژی جبری ۱	۱-هندسه دیفرانسیل موضعی ۲-هندسه دیفرانسیل سراسری ۳-توپولوژی عمومی ۴-آنالیز ریاضی ۳	هندسه
22- Topological groups & Lie groups 54-General topology 55- Algebraic topology 57- Manifolds and cell complex	۲۰۱-توپولوژی جبری ۲ ۲۰۲-توپولوژی دیفرانسیل ۱ ۲۰۳-توپولوژی دیفرانسیل ۲ ۲۰۴-نظریه فاجمه ۲۰۵-گروههای تبدیل ۲۰۶-نظریه توپو ۲۰۷-نظریه کانگوری ۲۰۸-مباحثی در توپولوژی ۲۰۹-کوهمولوژی خمینه ها	۱۱-هندسه خمینه ۱ ۱۲-آنالیز حقیقی ۱۳-جبرپیشرفته ۱۶-توپولوژی جبری ۱ ۱۷-توپولوژی پیشرفته ۱۸-گروههای توپولوژیک	۱-هندسه دیفرانسیل موضعی ۳-توپولوژی عمومی ۴-توپولوژی جبری مقدماتی ۵-توپولوژی دیفرانسیل مقدماتی (یکی از دو درس ۴ یا ۵)	توپولوژی
37- Dynamical systems and ergodic theory 53-Differential geometry 83- Relativity and gravitation theory 93- Systems theory ; control	۳۰۱-دستگاههای دینامیکی مختلط ۳۰۲-دستگاه های دینامیکی ۲ ۳۰۳-دینامیک توپولوژیکی ۳۰۴-نظریه ارگودیک ۳۰۵-ابر خمینه ها ۳۰۶-گروههای کوآتومی ۳۰۷-نظریه کنترل ۳۰۸-مباحثی در دستگاه های دینامیکی ۱۱۵-مکانیک تحلیلی ۱۱۶-نظریه معادلات با مشتقات جزئی ۲۰۴-نظریه فاجمه	۱۱-هندسه خمینه ۱ ۱۲-آنالیز حقیقی ۱۳-جبرپیشرفته ۱۹-توپولوژی دیفرانسیل ۱ ۲۰-دستگاههای دینامیکی ۱ ۲۱-دستگاههای دینامیکی تصادفی	۱-هندسه دیفرانسیل موضعی ۳-توپولوژی عمومی ۵-توپولوژی دیفرانسیل مقدماتی ۶-نظریه معادلات دیفرانسیل	دستگاههای دینامیکی
14- Algebraic Geometry	۴۰۱-هندسه جبری ۳ ۴۰۲-هندسه جبری ۴ ۴۰۳-کوهمولوژی درهندسه جبری ۴۰۴-نظریه شیف ها واسکیم ها ۴۰۵-رویه های جبری ۴۰۶-ولریته های جبری درویه های ریمانی ۴۰۷-هندسه ناچابجایی (۱۱۳) ۴۰۸-مباحثی در هندسه جبری ۴۰۹-توپولوژی جبری ۲ ۴۱۰-نظریه جبری اعداد ۴۱۱-نظریه تحلیلی اعداد	۱۲-آنالیز حقیقی ۱۳-جبر پیشرفته ۱۶-توپولوژی جبری ۱ ۲۲-هندسه جبری ۱ ۲۳-هندسه جبری ۲ ۲۴-جبرناچابجایی	۱-هندسه دیفرانسیل موضعی ۳-توپولوژی عمومی ۷-جبر ۳	هندسه جبری

