

طرح درس جهت ارائه در نیمسال تحصیلی اول

دانشکده	مهندسی برق و کامپیوتر	گروه	مهندسی پزشکی
گرایش	مهندسی پزشکی	مقطع	کارشناسی ارشد/دکتری
نام درس	مدل سازی سیستم های زیستی Modeling of Biological Systems 01_6606328	نوع درس	پایه ☐ نظری ☒ تخصصی ☒ عملی ☐ اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد واحد	۳	نام استاد	منصوره پاکروان
دروس پیش نیاز		تلفن دفتر کار	۸۲۸۸۴۹۷۲
دروس هم نیاز		پست الکترونیک	mpakravan@modares.ac.ir

✓ اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم مدلسازی و کاربردهای آن
۲. آشنایی با مفاهیم فضای حالت برای درک مفاهیم سیستم های دینامیکی
۳. توانایی تحلیل حالت پایدار مدل های یک بعدی و دو بعدی
۴. آشنایی با نحوه ی تفسیر مدل های زیستی ریاضی و استفاده از ابزارهای ریاضی برای درک مدل ها
۵. آشنایی با بعضی از سیستم های زیستی در مدل های جمعیتی، سلولی و ...

✓ رئوس مطالب و برنامه ارائه در کلاس: (در صورتی که واحد عملی یا نظری-عملی بود، نوع آموزش در توضیحات بیان شود)

شماره جلسه	موضوع جلسه درس	توضیحات
جلسه اول	- چرا مدلسازی؟ - انواع مدل - انواع سیستم ها - سیستم های زیستی - کاربردهای مدلسازی	
جلسه دوم	- مراحل مدلسازی - حالت و فضای حالت - سیستم های دینامیکی در قالب معادلات دیفرانسیل - مدل جمعیتی رشد باکتری ها: مدل ساده از سیستم های دینامیکی - مدل لجستیک	
جلسه سوم	- واکنش های شیمیایی در قالب مدل های زیستی - تبدیل روابط واکنش شیمیایی به معادلات دیفرانسیل	
جلسه چهارم	- سیستم های دینامیکی یک بعدی - چند مثال	
جلسه پنجم	- دیگرام فاز برای مدل یک بعدی - تعیین حالت پایداری و ناپایداری در مدل های یک بعدی - حوزه جذب	
جلسه ششم	- مفهوم تناظر توپولوژیکی (topological equivalence) در مدل ها - تئوری Hortman-Grobman	

جلسه هفتم	• انشعاب در مدل های یک بعدی • انشعاب Saddle-node	
جلسه هشتم	• انشعاب در مدل های یک بعدی ○ انشعاب Transcritical	
جلسه نهم	• انشعاب در مدل های یک بعدی ○ انشعاب Pitchfork	
جلسه دهم	• انشعاب در مدل های یک بعدی ○ انشعاب Fold	
جلسه یازدهم	• مدل های رشد جمعیتی ○ مدل اثر Allee ○ اثر برداشت در مدل های جمعیتی	
جلسه دوازدهم	• اثر مهاجرت به داخل یا خارج در مدل های جمعیتی	
جلسه سیزدهم	• سیستم های دینامیکی دو بعدی	
جلسه چهاردهم	• مدل جمعیتی رشد باکتری ها در Chemostat	
جلسه پانزدهم	• ارزشیابی-میان ترم	
جلسه شانزدهم	• روش تحلیل خطی سازی (Linearization) در مدل های دو بعدی غیرخطی	
جلسه هفدهم	• تحلیل مقدار ویژه-بردار ویژه سیستم های معادلات دیفرانسیل خطی	
جلسه هجدهم	• تحلیل پایداری ناپایداری سیستم های خطی شده حول نقطه تعادل	
جلسه نوزدهم	• رسم وضعیت پایداری ناپایداری در فضای trace و determinant	
جلسه بیستم	• مفهوم سیستم های پایدار ساختاری • چه زمانی خطی سازی معتبر نیست؟	
جلسه بیست و یکم	• روش تحلیل nullcline برای سیستم های دوبعدی غیرخطی	
جلسه بیست و دوم	• دیاگرام فاز در سیستم های دوبعدی	
جلسه بیست و سوم	• تحلیل پایداری ناپایداری مبتنی بر دیاگرام فاز	
جلسه بیست و چهارم	• مدل جمعیتی رقابتی Lotka-Volterra	
جلسه بیست و پنجم	• مدل جمعیتی شکار-شکارچی	
جلسه بیست و ششم	• مدل جمعیتی Holling-Tanner • مفهوم Limit cycle در دیاگرام فاز	
جلسه بیست و هفتم	• مدل آنزیمی Michaelis-Menten در رشد سلولی	
جلسه بیست و هشتم	• روش تجزیه ی زمان-مقیاس در مدل سازی سیستم های زیستی	
جلسه بیست و نهم	• مدل سیستم تنفس و جابه جایی اکسیژن	
جلسه سی ام	• مدل نوروں بر مبنای مدارهای الکتریکی	
جلسه سی و یکم	• مدل FitzHugh-Nagumo در توضیح پتانسیل عمل • مدل نوروں pacemaker	
جلسه سی و دوم	• جمع بندی و مرور مطالب	

منابع ✓

1. Garfinkel, Alan, Jane Shevtsov, and Yina Guo. *Modeling life: the mathematics of biological systems*. Springer International Publishing AG, 2017.
2. Segel, Lee A., and Leah Edelstein-Keshet. *A Primer in Mathematical Models in Biology*. Vol. 129. Siam, 2013.
3. Friedman, Avner, and Chiu-Yen Kao. *Mathematical modeling of biological processes*. Vol. 1. Cham, Switzerland: Springer, 2014.
4. Müller, Johannes, and Christina Kuttler. "Methods and models in mathematical biology." *Lecture Notes on Mathematical Modelling in Life Sciences*, Springer, Berlin (2015).