برنامه درسی رشته

مهندسی برق – مخابرات میدان و موج

مقطع دکتری

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری- عملی	نظری	عملی		
۱.	**ریاضیات مهندسی پیشرفته**	**۳**	*	–	–	**٤٨**	**۰**	–	–
۲.	**الکترومغناطیس پیشرفته (تئوری الکترومغناطیس)**	**۳**	*	–	–	**٤٨**	**۰**	–	–

- **به تشخیص گروه آموزشی، دانشجویانی که در مقطع کارشناسی ارشد خود یک یا هر دو درس جدول فوق را نگذرانده اند موظف به اخذ آنها هستند.**

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی درس تخصصی الزامی*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری- عملی	نظری	عملی		
۱.	**روشهای عددی در الکترومغناطیس**	**۳**	*			**٤٨**	**۰**	–	–

- *** در صورت گذراندن این درس در مقاطع قبلی مجاز به اخذ مجدد در دوره دکترا نخواهند بود و با تایید استاد راهنما با دروس تخصصی اختیاری جایگزین می‌شود.**

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری- عملی	نظری	عملی		
۱.	دایادهای گرین در الکترومغناطیس	۳	*			٤٨	۰	-	-
۲.	آنتن ۲	۳	*			٤٨	۰	-	-
۳.	ریزموج ۲ (مایکروویو ۲)	۳	*			٤٨	۰	-	-
٤.	فناوری تراهرتز	۳	*			٤٨	۰	-	-
٥.	مدارهای فعال مایکروویو (ریزموج)	۳	*			٤٨	۰	-	-
٦.	سیستمهای رادار	۳	*			٤٨	۰	-	-
۷.	سازگاری الکترومغناطیسی	۳	*			٤٨	۰	-	-
۸.	انتشار امواج رادیویی	۳	*			٤٨	۰	-	-
۹.	طراحی شبکه‌های رادیویی	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱۰.	نورفوریه	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱۱.	مبانی فوتونیک	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱۲.	نانو فوتونیک	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱۳.	فیبر نوری	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱٤.	نور کوانتومی	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱٥.	فراماد	۳	*			٤٨	۰	-	-
۱٦.	نور غیرخطی	۳	*			٤٨	۰	-	-

- **به تشخیص استاد راهنما، دانشجویان موظف به اخذ ۱۵ واحد از لیست دروس تخصصی اختیاری (جدول بالا) که در مقطع کارشناسی ارشد نگذرانده‌اند، هستند.**
- **با موافقت استاد راهنما و تایید گروه آموزشی، دانشجویان می‌توانند حداکثر ۲ درس خارج از لیست دروس تخصصی اختیاری در جدول بالا و از رشته‌های مرتبط اخذ نمایند.**

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	روشهای عددی در الکترومغناطیس		
عنوان درس به انگلیسی:	Numerical Techniques in Electromagnetics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی ■	عملی
تعداد واحد:	۳	اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با دانش و مهارتهای مورد نیاز برای انتخاب یک روش عددی مناسب برای حل مساله الکترومغناطیسی داده شده، یا ترکیب روشهای عددی موجود برای دستیابی به یک روش هایبرید است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند قابلیتهای ذیل را خواهند داشت:

۱. پیاده‌سازی تعدادی از مشهورترین روشهای عددی مورد کاربرد در حل مسائل الکترومغناطیسی عملی.
۲. شناخت چالشهای اساسی پیش رو در پیاده‌سازی و کاربرد روشهای عددی مختلف.
۳. آزمون و اعتبارسنجی خروجیهای یک روش عددی بکارگرفته شده در حل مسائل الکترومغناطیسی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روشهای تفاضل محدود (FD) (فرمولهای تفاضل محدود مختلف و پیاده سازی آنها برای حل معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی سهموی، هذلولوی و بیضوی، دقت و پایداری حلهای تفاضل محدود (روش فون‌نیومن)
۲. پیاده‌سازی روش تفاضل محدود در حل مسائل عملی: ساختارهای موجبری، مسائل پراکندگی، روش تفاضل محدود حوزه زمان FDTD، شرایط مرزی جاذب و PML، روشهای انتگرال گیری عددی)
۳. روشهای وردشی، فرمهای ضعیف، فانکشنال معادل، روش ریلی-ریتز
۴. روشهای باقیماندهای وزندار
۵. روشهای ممان (MoM) (زمینه‌های ریاضی، کاربرد در حل مسائل الکترواستاتیک
۶. اعمال به معادلات انتگرالی (IE) میدانهای متغیر با زمان: آنتن‌های سیمی، ...)
۷. روشهای حوزه طیف (بدست آوردن بیانهای مختلف توابع گرین: سری تصاویر حقیقی، حل مودال، سری تصاویر مختلط، روش پرونی)
۸. روشهای تسریع سرعت همگرایی سریها (تبدیل پواسان، تبدیل کامر، تبدیل شنکس، روش بسط به توابع نمایی)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی
- تعدادی پروژه عددی مرتبط با تکالیف و یک پروژه پایانی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. N. O. Sadiku, Computational Electromagnetics with MATLAB, CRC Press, 2019.
2. J. N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method, McGraw Hill, 2006.
3. R. F. Harrington, Field Computation by Moment Methods, IEEE Press, 1993
4. T. Itoh, Numerical Techniques for Microwaves and Millimeter Wave Passive Structures, John Wiley, 1989.
5. Elsherbeni, V. Demir, The FDTD Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations, Sci Tech Pub Inc., 2009.

عنوان درس به فارسی:	دایاد های گرین در الکترومغناطیس		
عنوان درس به انگلیسی:	Dyadic Green's Functions in EM Theory	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- ایجاد دانشی قوی در نظریه الکترومغناطیس و آنتن ها و فرمولبندی ساختار های مختلف به شکل دایادی
- روش های تحلیلی برای حل ساختار های گوناگون الکترومغناطیسی در دستگاه های مختلف

اهداف ویژه:

۱. بیان معادلات ماکسول و مسائل مختلف الکترومغناطیسی به شکل دایادی
۲. بررسی و ایجاد توابع دایادی گرین و توابع موج برداری در دستگاه های مختصات مختلف و گروه بندی آن ها
۳. فرمولبندی مسایل و ساختار ها و محیط های گوناگون (چند لایه، متحرک،...) در دستگاه های مختلف
٤. بررسی و تحلیل موضوع های روز مرتبط با توابع دایادی گرین (محیط های کایرال، توابع دایادی وابسته به زمان در موج بر ها، حوزه طیف...)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مرور قضایا و روابط الکترومغناطیس: تحلیل برداری، تحلیل دایادی، تبدیل فوریه و هنکل، توابع عددی گرین
۲. توابع دایادی گرین: دایاد گرین فضای آزاد، گروه بندی توابع دایادی گرین، هم پاسخی، دایاد گرین برای مساله نیم فضا
۳. موجبر های مستطیلی: روش هایGm، Ge وGA ،موج برها با دو عایق، موج بر با صفحات موازی، تکینی Ge ، تکینی در ناحیه منبع
۴. موج بر ها و ساختار های استوانه ای : استوانه رسانا، استوانه عایقی و با پوشش، عبارات مجانبی، گوه رسانا ونیم صفحه، تابش از دو قطبی الکتریکی ومغناطیسی در حضور نیم صفحه، استوانه بیضی گونه و توابع موج برداری استوانه ای بیضی گونه در دستگاه مختصات مربوط
۵. موج بر ها و ساختار های کروی: کره و مخروط رسانا، کره رسانا و عایق، حفره کروی
۶. محیط تخت لایه بندی شده: نظریه سامرفلد، دایاد های گرین برای محیط چند لایه، هم پاسخی در محیط های چند لایه
۷. محیط های ناهمگن و متحرک: توابع موج برداری برای محیط های چند لایه کروی و ناهمگن، موج بر ها با محیط های متحرک
۸. مباحث ویژه در موضوع های روز مرتبط (محیط های کایرال، توابع دایادی گرین وابسته به زمان در موج بر ها، حوزه طیف...)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک یا چند پروژه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعا لیت‌های کلاسی و ارزیابی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- امکانات سمعی-بصری و دسترسی به سامانه و منابع علمی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C.T. Tai; Dyadic Green Functions in Electromagnetic Theory, IEEE Press, 1994
2. R.E., Collin; Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991
3. C.T. Tai, Generalized Vector and Dyadic Analysis, IEEE Press, 1992
4. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, John Wiley & Sons, 1986
5. Ishimaru, Electromagnetic Wave Propagation, Radiations, and Scattering, Prentice Hall, 1991.

عنوان درس به فارسی:	آنتن ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Antenna 2		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	**٤٨**		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- این درس دانشجویان مهندسی مخابرات را با پایه های لازم برای درک و استفاده علمی و عملی از آنتن های پیشرفته آماده می‌سازد. دانشجویان قادر خواهند بود، یک مساله داده شده آنتن را فرمول‌بندی کنند و مشخصه‌های آنتن را بدست آورند. روش های ریاضی و تحلیلی برای حل مسایل گوناگون آنتن ها در این درس ارائه می شود تا دانشجویان با موضوعات پیشرفته در زمینه مهندسی آنتن آشنا شوند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. با طیف متنوعی از آنتهای پیشرفته پرکاربرد آشنا شوند،
۲. دانش لازم برای تحلیل و طراحی آنتن‌های پیشرفته را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کلیات و مفاهیم آنتن و مرور قضایای مرتبط
۲. الگوی تابشی، بردار تابش، بردار طول موثر، قطبی شدگی، مرور قضایای هم ارزی، هم پاسخی، دوگانی، حل معادلات ماکسول، نمایش میدان، نمایش استراتون چو، شرط تابش سامرفلد، تقریب راه دور آنتن‌های سیمی
۳. روشهای محاسبه امپدانس ورودی :(Zin) روش وردشی(Variational) ، روشEMF ، آنتن‌های استوانه‌ای، تقریب سیم نازک، امپدانس خودی و متقابل، آنتن حلقه‌ای، آنتن مارپیچی، آنتن دومخروطی، آنتن‌های خود مکمل، آنتن دوره‌ای لگاریتمی (LPDA) ، آنتن های پهن باند، آنتن‌های عملی
۴. آنتن‌های روزنه‌ای (آنتن‌های بزرگ)
۵. تابش از روزنه‌ها در صفحه زمین، آنتن‌های شیپوری، شیپوری‌های دندانه‌دار، مرکز فاز، آنتن‌های بازتابی، آنتن‌های سهمی‌گونه، روشهای محاسبه میدان، کاهش سطح گلبرگ کناری، تغذیه‌ها، تغذیه کاسگرین و گریگوریان، روش‌های نور هندسی و نور فیزیکی، آنتن های عدسی(لنز)، تابش از موجبرهای شیاردار، روش‌های آرایه کردن آنتن‌های موجبرشیاردار
۶. آنتن‌های مایکرواستریپ انواع آنتن‌های مایکرواستریپ (ریزنواری)، روش‌های مدل‌سازی و تحلیل، روش‌های افزایش پهنای باند آنتن‌های مایکرواستریپ، کلیات آرایه و تشکیل آرایه در آنتن‌های مایکرواستریپ مسطح، آنتن‌های مخابرات بی سیم آنتن‌های کوچک
۷. تعریف آنتن کوچک، تعریف پارامترQ ، حدود فیزیکی در کوچک‌سازی آنتن، تکنیک‌های کوچک‌سازی آنتن، کاربردهای متنوع آنتن‌های کوچک

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ تا ۸ سری تکلیف دستی

- ۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. W. L. Stutzman, G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons, 2012.
2. C.A. Balanis, Antenna Theory and Design, John Wiley, 2005.
3. Class Notes, handouts and journal papers.
4. J.L. Volakis, Small Antennas: Miniaturization Techniques & Applications, McGraw-Hill, 2010
5. W.L Stutzman. & G.A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley & Sons, 1998.

عنوان درس به فارسی:	ریزموج ۲ (مایکروویو ۲)		
عنوان درس به انگلیسی:	Microwave 2		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** □ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. در کنار مدارها و ادوات مایکروویو با موجبرهای راستگوشه یا دایروی که در درس مایکروویو ۱ فراگرفته شده‌اند، مدارها و ادوات مسطح نیز در مهندسی مایکروویو نقش بسزائی دارند. بخشی از این درس به بررسی ویژگی‌های انواع موجبرهای صفحه‌ای و هم‌صفحه مورد استفاده در مدارهای مسطح مایکروویو و موج میلیمتری اختصاص دارد. بدین منظور روش‌های تحلیلی و عددی مختلف برای آنالیز مودهای موجبرهای مزبور معرفی می‌شوند.

۲. بر اساس نتایج حاصل از این روش‌ها، عوامل موثر بر مشخصهٔ پاشندگی، امپدانس مود و توزیع میدان مودهای این موجبرها مطالعه می‌شوند. همچنین ادوات غیر فعالی نظیر کوپلرهای جهتی و نیز مدارهای مسطحی همانند فیلترهای مایکروویو که همگی از موجبرهای مسطح استفاده می‌کنند، معرفی و تحلیل خواهند شد. آنگاه برخی از روش‌های اندازه‌گیری در مایکروویو معرفی می‌شوند. سپس لامپ‌های خلأ مایکروویو به عنوان تقویت‌کننده یا منابع تولید مایکروویو معرفی و عملکرد آن‌ها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر قرار دهند قادر خواهند بود:

۱. روش تحلیلی و یا عددی مناسب برای تحلیل موجبرهای مسطح و هم‌صفحه را انتخاب کرده و بکار بندند،

۲. مشخصه‌های مودهای انتشار در موجبرهای مسطح، موجبرهای هم‌صفحه و موجبر مجتمع شده در زیرلایه (نظیر خطوط میدان مودها، مشخصهٔ پاشندگی، امپدانس مشخصه، ساختار تحریک مودها) را تعیین کنند،

۳. ادوات مسطح یا هم‌صفحهٔ مایکروویو نظیر کوپلرهای جهتی مسطح را تحلیل کنند و مدارهای مسطح مایکروویو نظیر فیلترهای مایکروویو را طراحی کنند،

۴. روش‌های مقدماتی اندازه‌گیری در مایکروویو و موج میلیمتری را بشناسند، مکانیزم تقویت در لامپ‌های خلأ مایکروویو را توضیح دهند و از عهدهٔ تحلیل‌های مقدماتی عملکرد آن‌ها برآیند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر مهندسی نوین مایکروویو

۲. خطوط انتقال مسطح مایکروویو

۳. تحلیل و طراحی خطوط مایکرواستریپ، موجبر هم صفحه CPW، خط شیاری Slot Line، خط نواری Strip Line

۴. تحلیل و طراحی موجبر مجتمع شده در زیر لایه SIW

۵. خطوط انتقال تزویج‌شده و کوپلرهای جهتی (کوپلرهای TEM، کوپلرهای شبه TEM، هایبریدهای 3dB)

۶. فیلترهای مسطح مایکروویو (فیلترهای بر اساس خطوط تزویج شده، روش‌های طراحی فیلترها، تبدیل‌های کورودا، فیلترهای بر اساس تشدیدکننده‌های تزویج شده، فیلترهای پائین گذر با امپدانس پله‌ای)

۷. مقدمه‌ای بر اندازه‌گیری مایکروویو (تحلیلگر برداری شبکه، تحلیلگر طیف، روش‌های کالیبراسیون)

۸. مقدمه‌ای بر لامپ‌های مایکروویو (لامپ کلایسترون، مگنترون، و موج سیار)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۱۰ تکلیف و پروژه‌های کامپیوتری
- پروژه‌های محاسباتی (تحلیل مودهای موجبرهای مختلف، تحلیل و طراحی فیلترها)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. Mittra and T. Itoh, Analysis of Microstrip Transmission Lines, in Advances in Microwaves, 1974.
2. D. M. Pozar, Microwave Engineering. John-Wiley, 2012.
3. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering. Wiley-IEEE Press, 2000.
4. Related articles mainly from IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IEE, and IET journals
5. R. K. Hoffman, Handbook of Microwave Integrated Circuits. Artech House, 1985.

عنوان درس به فارسی:	فناوری تراهرتز		
عنوان درس به انگلیسی:	Terahertz Technology	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- هدف این درس آشنا کردن دانشجویان با خصوصیات و رفتار فرکانسی منحصر بفرد باند تراهرتز و موج میلی متری و نحوه تولید و آشکارسازی امواج در این باند است. هدف دیگر آشناسازی دانشجویان با کاربردهای مهم در این باند فرکانسی از جمله حسگری، طیف سنجی، تصویربرداری و مخابرات پهن باند و ایجاد دانش لازم برای طراحی افزاره‌ها و سامانه‌های مرتبط با این فناوری می‌باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر قرار دهند، قادر خواهند بود:

۱. با روشهای مختلف فوتونیکی و الکترونیکی برای تولید و آشکارسازی امواج تراهرتز و موج میلیمتری و کاربردهای آن آشنا شوند،
۲. پدیده های پاشندگی و تلف در مواد را از منظر فیزیکی درک کنند،
۳. با طراحی ادوات مختلف مانند موجبر، آنتن، فیلتر و ... در این باند آشنا شوند،
۴. با روشهای اندازه گیری در باند تراهرتز و موج میلیمتری آشنایی پیدا کنند،

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: معرفی باند تراهرتز و موج میلیمتری و خواص منحصر به فرد آن، مروری بر کاربردها
۲. منابع تراهرتز: مبتنی بر زیرلایه های نوررسانش، مبتنی بر نیمه هادی و مبتنی بر کریستالهای غیر خطی و ...
۳. آشکارسازهای تراهرتز: تئوری آشکارساز، آشکارسازهای توان و گیرنده‌های همدوس
۴. برهم‌کنش موج با ماده: پدیده جذب، مدهای تشدید اتمی، مولکولی و کریستالی و مدل های ثابت دی الکتریک
۵. ادوات تراهرتز: آنتن ها، موجبرها، فیلترها، ادوات انکساری و بازتابی و ...
۶. روشهای اندازه‌گیری: طیف سنجی تراهرتز حوزه زمان و ...
۷. کاربردهای فناوری تراهرتز: حسگری، طیف سنجی، تصویربرداری، مخابرات پهن باند و...

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۶ تکلیف
- ارائه یک موضوع تحقیقاتی مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Dimitris Pavlidis, ed., Fundamentals of Terahertz Devices and Applications, Wiley, 2021.
2. Yun-Shik Lee, Principles of Terahertz Science and Technology, Springer, 2009.
3. Erik Brundermann, Heinz-Wilhelm Hubers, Maurice FitzGerald Kimmitt, Terahertz Techniques, Springer, 2012.
4. X.-C. Zhang, Jingzhou Xu, Introduction to THz Wave Photonics, Springer, 2010.
5. Susan L. Dexheimer, ed., Terahertz Spectroscopy: Principles and Applications (Optical Science and Engineering Series), CRC Press, Taylor and Francis group, 2008.

عنوان درس به فارسی:	مدارهای فعال مایکروویو (ریز موج)		
عنوان درس به انگلیسی:	Active Microwave Circuits	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. این درس به آموزش تجزیه و تحلیل و طراحی زیرسیستم های مایکروویو فعال نظیر تقویت کننده های سیگنال کوچک و سیگنال بزرگ، نوسان سازها و مخلوط کننده ها می پردازد. روش های مختلف تحلیل این گونه مدارهای فعال معرفی خواهند شد تا دانشجویان تحصیلات تکمیلی با جزئیات روش های متداول در ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر آشنا شوند.

۲. مسائل مختلف عملی در خصوص ساخت مدارهای فعال مایکروویو مطرح شده و فناوری های معمول برای ساخت این نوع از مدارها معرفی می شوند. همچنین در این درس ابزارهای پیشرفته طراحی به کمک کامپیوتر به منظور طراحی مدارهای فعال نوعی بکار گرفته می‌شوند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:

۱. چیدمان‌های رایج برای اندازه‌گیری پارامترهای پراکندگی را تجزیه و تحلیل کنند،

۲. مدارهای تولید و اندازه گیری نویز در فرکانس‌های مایکروویو را تجزیه و تحلیل کنند،

۳. فناوری مورد نیاز برای ساخت یک زیرسیستم مایکروویو و توپولوژی و اجزاء مدار مناسب برای ساخت تقویت کننده های سیگنال کوچک و سیگنال بزرگ را انتخاب کنند،

۴. روش های تجزیه و تحلیل مختلف برای آنالیز و طراحی مدارهای فعال مایکروویو را بشناسند، و ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر را به نحو موثر بکار بندند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر مدارهای فعال مایکروویو

۲. پارامترهای پراکندگی

۳. روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای پراکندگی

۴. تعاریف بهرهٔ توان برای مدارهای دوپورتی

۵. نویز در دوپورتی‌های خطی (مدلسازی نویز، منابع نویز، اندازه گیری نویز)

۶. طراحی تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک (آنالیز پایداری، تامین شرایط لازم برای تطبیق امپدانس و نویز، تقویت‌کننده‌های متوالی، متوازن، و توزیع شده)

۷. طراحی تقویت‌کننده‌های توان (اعوجاج هارمونیک‌ها، آنالیز توازن هارمونیک ها)

۸. نوسان‌سازهای مایکروویو (آنالیز مدارهای با تغییرات آرام دامنه و فاز)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۱۰ تکلیف
- پروژهٔ عددی در خصوص آنالیز مدارهای فعال مایکروویو
- پروژهٔ تئوری در بارهٔ مباحثی نظیر آنالیز پایداری
- پروژه‌های طراحی و ساخت مدارهای فعال مایکروویو

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. G. Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design. Pearson Education, 1996.
2. D. M. Pozar, Microwave Engineering. John Wiley & Sons, 2012.
3. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering. Wiley-IEEE Press, 2001.
4. G. D. Vendelin, A. M. Pavio, U. L. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques, Wiley-Interscience, 2005.
5. S. A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits. Artech House, , 2003.

عنوان درس به فارسی:	سیستمهای رادار		
عنوان درس به انگلیسی:	Radar Systems	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**٤٨**	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با اصول عملکرد رادار و سیستمهای مختلف راداری

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. با اصول کارکرد انواع رادارهای پرکاربرد آشنا شوند،

۲. دانش لازم در مورد پدیده‌های مرتبط با رادار و پارامترهای مهم در طراحی و شبیه‌سازی رادار را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی رادار، فرکانسهای رادار و کاربرد هریک، معادله رادار، تعریف RCS و تکنیک تجمیع پالسها

۲. رادارهای CW و FMCW

۳. رادارهای MTI و Pulse-Doppler و کاربردهای آن

۴. رادارهای ردگیر و تکنیکهای مختلف ردگیری (مرور مخروطی و تک پالس) و مقایسه آنها، بحث TWS

۵. آشکارسازی بهینه پژواک، آشکار سازی اتوماتیک CFAR،ADT

۶. استخراج اطلاعات از سیگنال رادار، تابع ابهام Ambiguity Function)، دقت و قدرت تفکیک در رادار
۷. تکنیک فشرده سازی پالس و گیرنده منطبق
۸. کلاتر راداری (سطحی و حجمی)
۹. آنتنهای آرایه ای و پردازش آرایه ای (Array Processing).
۱۰. مسائل عملی رادار: معرفی لامپهای رادار، آنتن‌ها، ادوات موجبری (اتصال گردان داپلکسر، ادوات حفاظتی گیرنده، سیر کوتور، هایبریدهای موجبری) خلاصه مباحث Radome، 3D SAR، OTHR، FTC، STC، مسایل انتشار

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ تا ۸ سری تکلیف دستی
- ۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. L. Skolnik, Introduction to Radar Systems, Mc. Graw Hill, 2001.
2. M. L. Skolnik, Radar Handbook, Mc. Graw Hilll, 2008.
3. F. E. Nathanson, Radar Design Principles, Mc. Graw Hill, 1969.

عنوان درس به فارسی:	سازگاری الکترومغناطیسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electromagnetic Compatibility	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** □	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** □	**عملی** □
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** □
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. ایجاد دانش وپایه ای قوی برای طراحی سامانه هایی سازگار از نظر الکترومغناطیسی (بدون اثر گذاری یا تاثیر پذیری از سیستم های دیگر)
۲. شناخت دانش جامع و پیشرفته ای از اثر امواج الکترومغناطیسی بر سامانه های الکترونیکی، مخابراتی، زیستی، و طراحی مناسب

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. سامانه های الکترونیکی و دیجیتالی را برای EMC/EMI تحلیل و طراحی کنند .
۲. مفاهیم ,Conducted Emission, Radiated Emission، Susceptibility ، و Signal Integrity را درک کنند .
۳. تداخل صحبت (Crosstalk) ، تزویج و حفاظ سازی در خطوط انتقال، PCB ها و سیم ها را بررسی و تحلیل کنند.
۴. زمین کردن، حفاظ سازی و SE، حفاظت از میدان مغناطیسی، و تاثیر روزنه ها را درک کنند .

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر EMC/EMI: نویز و تداخل، رفتار های بنیادی سیستم های الکتریکی، الزامات EMC برای سیستم های الکترونیکی، مرور معادلات ماکسول، سازوکار تابش، تعریف مقاومت، خازن، و سلف، KVL و KCL از دیدگاه میدان، خطوط انتقال، تحلیل خطوط با تلفات، تحلیل حالت گذرا در خطوط با تلفات، پاسخ پله، تاخیر در خطوط، زمان فراز و فرود ، اثر پوستی در خطوط انتقال، برگشت سنجی در حوزه زمان(TDR) ، صافی (پالایه) پایین گذر به عنوان خط با تاخیر، پاسخ پله شبکه نردبانی،Signal Integrity ، پهنای باند یک سیگنال دیجیتالی
۲. طیف الکترومغناطیسی: طیف سیگنال، سری فوریه، پاسخ ضربه، توابع متناوب، شکل موج ذوذنقه ای، زمان فراز و فرود، تاثیر نرخ تکرار و Duty Cycle، تبدیل فوریه و سیگنال های غیر متناوب، مدوله سازی و طیف سیگنال
۳. محدودیت قوانین کیرشف: مدار های RLC، مدار های تزویج شده، ضرایب تزویج و ولتاژ های القا شده، رفتار غیر ایده آلی اجزای مدار، امپدانس داخلی در فرکانس های کم و زیاد، اندوکتانس خودی و متقابل دو مدار، مقاومت تابشی یک مدار تخت، مدار معادل برای مقاومت، سلف، و خازن، مواد فرومغناطیس، افزاره های الکترومکانیکی، کلید (سو ده) های مکانیکی، قوس زنی
۴. آنتن ها و سازوکار تابش: دو قطبی هرتز، میدان ناحیه دور، میدان ناحیه نزدیک، تابش از یک حلقه، آنتن های پهن باند، آنتن های روزنه ای، گیرندگی/ فرستندگی
۵. الزامات EMC : گسیل تابش، افزاره های دیجیتالی طبقه A و B ، جریان های مد مشترک و تفاضلی و تابش از آنها، کاوند های(Probes) جریان
۶. مصونیت تابشی: کابل های حفاظ شده، گسیل رسانشی و حساسیت، صافی های منابع تغذیه، مصونیت رسانشی

۷. تحلیل شبکه ها: طیف سنج ها، کابل بندی، تزویج خازنی، تزویج سلفی، تزویج تابشی، تداخل صحبت، حفاظ سازی در مقابل تابش مغناطیسی و امواج الکترومغناطیسی، ضریب تاثیر حفاظ سازی(SE) ، باز تابش و عبور از رسانا ها، روزنه ها و تاثیر آن ها

۸. طراحی سیستم برای EMC: صفحات مدار چاپی(PCBs) ، مدار های منطقی، منابع نویز داخلی، مثال های TTL ، تابش مدار های منطقی

۹. تخلیه الکترواستاتیکی(ESD): شکست عایق ها، ایجاد بار استاتیکی، مدل های بدن انسان، تخلیه استاتیکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و ارزیابی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. یاد داشت های کلاسی و مقالات نشریات علمی مانند IEEE Trans. EMC

2. Paul, Clayton R., Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 2006.
3. Sengupta, Dipak, L., Liepa, Valdis V., Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 2006.
4. Weston, David A., Electromagnetic Compatibility, Principles and Applications, 2nd ed., Revised and Expanded, Marcel Dekker Inc., New York, 2001
5. Ott, Henry W., Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, 2009

عنوان درس به فارسی:	انتشار امواج رادیویی		
عنوان درس به انگلیسی:	Radio Wave Propagation	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- شناسایی و تحلیل پدیده‌های انتشار امواج رادیویی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:

۱. با مفاهیم اصلی در انتشار امواج رادیویی مانند تضعیف، انعکاس و اعوجاج آشنا شوند،
۲. با نحوه انتشار امواج سطحی و نحوه محاسبه تضعیف آن آشنایی پیدا کنند،
۳. محاسبات مربوط به اثر یونسفر در انتشار امواج رادیویی را فرا بگیرند،
۴. دانش لازم برای مدل کردن اثر باران بر انتشار موج را به‌دست آورند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم مقدماتی آنتن
۲. مقدمه ای بر انتشار امواج رادیویی
۳. انتشار امواج زمینی
۴. اصل هویگنس
۵. انتشار امواج سطحی
۶. فیدینگ
۷. سیستمهای رادیویی موج کوتاه (HF)
۸. انتشار امواج رادیویی در محیطهای بارانی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. عبدالله قاسمی، مهندسی انتشار امواج رادیویی (دو جلد)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر تابستان ۱۳۸۵ و پائیز ۱۳۸۶.

2. H. Sizun , Radio Wave Propagation for Telecommunication Applications, Springer, 2003.
3. M. Dolukhanov, Propagation of Radio Waves, Mir Publishers, Moscow 1971.

عنوان درس به فارسی:	طراحی شبکه های رادیویی		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Radio Networks	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- آشنایی با اهداف، چالشها و راه کارهای طراحی شبکه های رادیویی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:

۱. پارامترهای مهم در طراحی یک سیستم ارتباطی رادیویی را بشناسند،
۲. با سیستمهای ارتباط رادیویی مایکروویو و HF آشنا شوند،
۳. با مشخصات فنی در طراحی یک شبکه رادیویی آشنایی پیدا کنند،
۴. دانش لازم را برای فائق آمدن بر چالشهای طراحی یک شبکه رادیویی مانند تضعیف، اعوجاج، نویز و فیدینگ کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی اجزای مختلف یک سیستم رادیویی
۲. اعوجاج (distortion)
۳. تضعیف
۴. نویز درسیستمهای مخابراتی
۵. سیستمهای ارتباط رادیویی مایکروویو
۶. مشخصات فنی در طراحی یک شبکه رادیویی
۷. فیدینگ
۸. تکرار کننده های غیر فعال یا Reflector
۹. طراحی شبکه های رادیویی HF

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۸ تا ۱۰ تکلیف
- یک پروژه نهایی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۴. عبدالله قاسمی و فرناز قاسمیو، مباحث ویژه در طراحی لینکهای رادیویی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۴.

5. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
6. R. F. White, Engineering Considerations for Microwave Communications systems, GTE Lenkurt Electic Co., 1970.

عنوان درس به فارسی:	نور فوریه		
عنوان درس به انگلیسی:	Fourier Optics		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۳		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با کاربرد ابزارهای سیستمهای خطی و تبدیل فوریه در تحلیل سیستمهای نوری که برای ذخیره سازی، پردازش و انتقال اطلاعات نوری به کار می‌روند است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند قابلیتهای ذیل را خواهند داشت:

۱. تحلیل مسایل تفرق اسکالر و یافتن الگوهای تفرقی اجسام با استفاده از ابزارهای سیستمهای خطی و تبدیل فوریه
۲. آشنایی با مفاهیم همدوسی، ناهمدوسی و همدوسی جزیی و تاثیر آن بر تحلیل سیستمهای نوری
۳. تحلیل و طراحی سیستمهای پردازش نوری و تصویرگری و الگوریتمهای بازسازی جسم از اطلاعات صفحه تصویر
٤. آشنایی با هولوگرافی و کاربردهای آن و آشنایی با کاربردهای نور فوریه در مخابرات نوری مدرن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تحلیل سیگنالها و سیستم¬های دو بعدی (مقدمات ریاضی: تبدیل فوریه دو بعدی، پاسخ ضربه و تابع تبدیل سیستم¬های خطی دو بعدی، قضیه نمونه برداری دو بعدی) (۴ جلسه)
۲. مبانی تئوری تفرق اسکالر (فرمولبندی تفرقی کرکف، فرمولبندی تفرقی ریلی-سامرفلد، مفهوم طیف زاویه¬ای و نحوه تحلیل انتشار یک اغتشاش در فضا با استفاده از آن، تقریب¬های فرنل و فرانهافر) (۶ جلسه)
۳. تحلیل نور موجی سیستم¬های نوری همدوس (استفاده از لنزها در گرفتن تبدیل فوریه دوبعدی، استفاده از لنزها در تصویرگری)(۳ جلسه)
۴. تحلیل فرکانسی سیستم¬های تصویرگری نوری (تحلیل سیستمهای تصویرگری همدوس و ناهمدوس با تکیه بر روشهای حوزه فرکانس، توابع تبدیل سیستمهای همدوس و ناهمدوس، اثر ابیرایی ، مقایسه سیستمهای همدوس و ناهمدوس، حد تمایزکلاسیک ریلی ، روشهای بازسازی جسم و مبحث حد تمایز برتر) (۶ جلسه)
۵. پردازش نوری اطلاعات آنالوگ (سیر تطور تاریخی، فیلتر وندرلات ، فیلتر منطبق، شناسایی حروف، تصویربرداری با روش SAR (۵ جلسه)
۶. بازسازی جبهه¬ی موج (هولوگرافی)(معرفی هولوگرام¬های اولیه، معرفی انواع هولوگرافی، کاربردهای هولوگرافی) (۴ جلسه)
۷. کاربرد نور فوریه در مخابرات نوری) پراشه براگ فیبر ، OCDMA، پراشه¬ی آرایه موجبری (۴ جلسه)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی

- به جز پروژه های عددی کوچک مرتبط با تکالیف، درس دارای یک پروژه پایانی نیز هست.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Roberts & Company, 2005.
2. O. K. Ersoy, Diffraction, Fourier Optics and Imaging, John Wiley & Sons, Inc., 2007.
3. E. G. Steward, Fourier Optics, An Introduction, Horwood, 1987.
4. F. S. Yu, Optical Information Processing, John Wiley and Sons, 1983.
5. M. Born and E. Wolf, Principle of Optics, Cambridge University Press, 1999.

عنوان درس به فارسی:	مبانی فوتونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Photonics		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**نظری** ■ **پایه** □
دروس هم‌نیاز:			**عملی** □ **تخصصی** □
تعداد واحد:	۳		**نظری-عملی** □ **اختیاری** ■
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** □

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

۱. اپتیک هندسی، اپتیک مبتنی بر نظریهٔ الکترومغناطیس، و اپتیک کوانتمی در این درس معرفی شده و محدودهٔ صحت هر یک از این تئوری ها معین می گردد. چگونگی اندرکنش نور و ماده (به خصوص اندرکنش نور با کریستال‌های مختلف) هم با استفاده از تئوری کلاسیک و هم با استفاده از تئوری کوانتمی مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲. همچنین دانشجویان با فیزیک ادواتی نظیر موجبرهای نوری مجتمع‌شده، کوپلرها و تشدیدکننده‌های نوری آشنا می‌شوند. روش‌های تحلیلی و عددی متداول برای آنالیز چنین ادواتی فراگرفته خواهند شد. در ادامه، فیزیک و کاربرد کریستال های فوتونی تشریح می‌شود و در پایان پس از ارائهٔ مقدمه‌ای بر تئوری نور کوانتیزه، اصول عملکرد لیزرها معرفی و مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر گذارند قادر خواهند بود:

۱. چگونگی اندرکنش نور و ماده را تشریح کنند، پدیده‌هائی همچون شکست مضاعف، فعالیت نوری، و اثر فاراده را درک و تحلیل کنند،

۲. موجبرهای مورد استفاده در سیستم های نوری مجتمع و تشدیدکننده‌های نوری را آنالیز و طراحی کنند،

۳. دانش مقدماتی در خصوص کریستال‌های فوتونی کسب نمایند، و مکانیزم‌های جذب، گسیل خودبخود و گسیل برانگیخته در مواد نوری را مدلسازی کنند،

۴. اصول عملکرد لیزرها را درک کرده و محاسبات پایه برای آنالیز و طراحی لیزرها را انجام دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه

۲. اپتیک مبتنی بر نظریهٔ الکترومغناطیس

۳. پلاریزاسیون نور و خواص نوری کریستال‌ها

۴. موجبرهای نوری مجتمع شده

۵. تشدیدکننده‌های نوری

۶. کریستال‌های فوتونی

۷. نظریهٔ نور کوانتیزه

۸. اندرکنش فوتون‌ها و اتم‌ها

۹. تقویت‌کننده ها و نوسان‌سازهای لیزری

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تعداد ۱۰ تکلیف به همراه پروژه‌های کامپیوتری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics. New Jersey: John Wiley, 2007
2. K. Iizuka, Elements of Photonics. New York: John Wiley, 2002
3. E. Hecht, Optics. Addison-Wesley, 1987.
4. Yariv and P. Yeh, Photonics. New York: Oxford University Press, 2007.
5. R. Loudon, The Quantum Theory of Light. New York: Oxford University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی:	نانو فوتونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Nano-Photonics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- تکنولوژی نانو فوتونیک برای ایجاد پیوند بین الکترونیک و فوتونیک بوجود آمده است. هدف از این تکنولوژی طراحی افزاره هایی است که به اندازه افزاره های الکترونیکی جدید، کوچک باشند (با ابعاد نانو متری) و به اندازه افزاره های فوتونیکی سریع باشند. حاصل این پیوند افزاره های بسیار کوچک در ابعاد نانو با سرعت پردازش بسیار بالا می باشد. لذا آشنایی با این مبحث میتواند برای همه دانشجویان مخابرات میدان و همچنین گروهی از دانشجویان الکترونیک سودمند باشد. اهداف کلی درس به صورت زیر است:
- ۱. آشنایی دانشجویان با تئوری پلازمونیک
- ۲. آشنایی دانشجویان با روشهای مختلف تحقق افزاره های نانوفوتونیک

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود

۱. مفهوم فیزیکی حد تفرق را شرح دهند و همچنین با روابط ریاضی حد پراش را محاسبه کنند.
۲. مفهوم فیزیکی پلاسمون پلاریتون های سطحی را درک کنند و نحوه تحریک و انتشار آنها را با استفاده از روابط ریاضی توضیح دهند.
۳. مفهوم فیزیکی پلاسمون پلاریتون های محلی را درک کنند و نحوه تحریک و کنترل آنها را با استفاده از روابط ریاضی توضیح دهند.
۴. افزاره های نانو فوتونیکی برای تمرکز و کنترل نور در ابعاد نانو طراحی کنند و برای طراحی سیستم‌ها و ادوات مجتمع نوری استفاده کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: خواص فلزات در فرکانسهای اپتیکی، مدل‌های لورنتز و درود
۲. پلاسمون پلاریتون های سطحی: مفهوم پلاسمون پلاریتونهای سطحی، نحوه انتشار پلاسمون پلاریتونهای سطحی در فصل مشترک یک فلز و دی الکتریک، نحوه انتشار پلاسمون پلاریتونهای سطحی در ساختارهای چند لایه
۳. موجبرهای نانوفوتیک: موجبرهای IMI ، موجبرهای MIM موجبرهای گوه ای، موجبرهای هیبرید پلازمونیک
۴. تحریک پلاسمون پلاریتون های سطحی: روش استفاده از منشور، روش استفاده از ساختارهای متناوب، روشهای میدان نزدیک
۵. پلاسمونهای محلی: مدلسازی نانوه ذرات با استفاده از تقریب شبه استاتیک، مدلسازی الکترودینامیک نانو ذرات
۶. مدلسازی نانوذرات: تئوری Mie ، سطح مقطعهای پراکندگی، جذب و خاموشی.
۷. تحقق افزاره های نانوفوتونیکی با استفاده از موجبرهای پلاسمونی: نانو آنتها، فراسطوح پلاسمونیکی و کاربردهای آنها.
۸. کاربرد نانوفوتونیک در تصویربرداری زیر طول موج: حد تفرق و روشهای عبور از آن، میکروسکوپی با قدرت تفکیک بالاتر از حد تفرق.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پنج تکلیف تحلیلی و کامپیوتری
- ارایه سمینارهای پژوهشی در مورد جدیدترین دستاوردها در حوزه‌های مختلف پژوهشی نانوفوتونیک.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Novotny, B. Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge University Press, 2012.
2. S. A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, Springer, 2007.
3. M. Ohtsu, K. Kobayashi, T. Kawazoe, et al., Principles of Nanophotonics, Taylor & Francis Group, 2008.
4. Recent papers in the area
5. A. V. Zayatsa, I. Smolyaninovb, et al., Nano-optics of surface plasmon polaritons, Physics Reports 408, 2005.

عنوان درس به فارسی:	فیبر نوری		
عنوان درس به انگلیسی:	Optical Fibers	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- هدف این درس آشنا سازی دانشجویان با دانش و مهارتهای مورد نیاز برای طراحی و اجرای سیستم های مخابرات نوری مدرن است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذارنند قابلیتهای ذیل را خواهند داشت:

۱. مدلسازی و فرمولبندی ریاضی و حل یک ساختار موجبر نوری با پروفیل ضریب شکست دلخواه با استفاده از روشهای نور موجی و نور شعاعی.
۲. تحلیل محدودیتهای عرض باند یک موجبر نوری تک مود یا چند مود به واسطه اعوجاج تاخیر درون مودی یا بین مودی.
۳. طراحی یک لینک فیبر نوری نوعی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات: سیر تطور تاریخی سیستم های انتقال نوری، مروری بر پدیده های بازتابش، شکست و بازتابش کلی، شیفت گوس-هنشن، نور شعاعی در مقابل نور موجی
۲. مروری بر تحلیل موجبرها با استفاده از نور موجی، معادله آیکونال و یافتن مسیر شعاعهای نور در محیطهای ناهمگن، اصل فرما
۳. مو ٠جبر تیغه عایقی- (کاربرد در ادوات الکترونیک نوری، موجبرهای متقارن و نامتقارن: معادله پاشندگی با استفاده از نور موجی و نور شعاعی، حل گرافیکی مودهای هدایت شده و شرط قطع آنها، مودهای تشعشعی در مقابل مودهای هدایت شده، مرور تاخیر فاز و گروه، اعوجاج تاخیر در موجبر تیغه عایقی چند مود)
۴. فیبرهای با پروفیل ضریب شکست پله ای (SI) (مودهای هایبرید، معادله پاشندگی و حل گرافیکی آن، شرط قطع مودها، اعوجاج تاخیرهای درون مودی و بین مودی
۵. تحلیل فیبر SI تحت شرایط هدایت کنندگی ضعیف، مودهای LP: استنتاج از مودهای هایبرید، استنتاج از حل اسکالر مودها، تخمین تعداد مودهای منتشره در یک فیبر چند مود، توزیع توان در سطح مقطع فیبر، فیبرهای تک مود: قطر میدانی مود (MFD)، طول ضربان، پاشندگی پلاریزاسیون مود (PMD)، تفاوت تاخیر گروه (DGD) پلاریزاسیون ها)
۶. فیبرهای با پروفیل ضریب شکست تدریجی (GI) (معرفی روش WKBJ، دیاگرام عدد موج، خصوصیات انتشاری مودهای هدایت شده، مودهای نشتی در مقابل مودهای هدایت شده، تخمین تعداد مودهای منتشره در یک فیبرGI، پروفیل ضریب شکست توانی، اعوجاج تاخیرهای بین مودی، پروفیل بهینه، اندازه گیریهای توان در میدان دور و نزدیک)
۷. فناوری فیبر نوری (تولید فیبرهای نوری، اندازه گیرهای فیبر نوری: اندازه‌گیری تلف، OTDR، اندازه‌گیری عرض باند در حوزه‌های فرکانس و زمان، کابلهای فیبر نوری، اتصالات و گره بندی، تزویج گرها)

۸. مقدمه‌ای بر طراحی لینکهای فیبر نوری (سیستمهای انتقال نوری، منابع نوری، آشکارسازهای نوری، بودجه‌بندی لینک، مثالهایی از طراحی لینکها در سیستم‌های نسل اول و دوم)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۷ سری تمرین
- ۳ یا ۴ آزمون کلاسی
- به جز پروژه های عددی کوچک مرتبط با تکالیف، درس دارای یک پروژه پایانی نیز هست.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, McGraw Hill, 2000.
2. H. Cherin, An Introduction to Optical Fibers, McGraw Hill, 1983.
3. Wim Van Etten, Jan Van Der Plaats, Fundamentals of Optical Fiber Communications, Prentice Hall, 1991.
4. J. Gowar, Optical Communication Systems, Prentice Hall, 1993.
5. J. M. Senior, Optical Fiber Communications, Principles and Practice, Pearson Education Limited, 2009.

عنوان درس به فارسی:	نور کوانتومی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Optics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:
.....

هدف کلی:

۱. آشنایی با کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی و نحوه برهمکنش امواج الکترومغناطیسی کوانتیده با ماده
۲. آشنایی با ویژگی‌های کوانتومی و کسب بینش و دانش در مورد پیشرفت‌های اخیر در زمینه فناوری‌های کوانتومی در پلتفرم اپتیکی

اهداف ویژه:

بعد از اتمام درس، انتظار می رود دانشجویان قادر باشند:

۱. نحوه کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی و برهمکنش امواج کوانتیده با اتمها را یاد گرفته باشند.
۲. حالت های همدوس و چلانده نور و ویژگی های آنها را بدانند.
۳. با ویژگی های کوانتومی لازم برای فناوری های کوانتومی آشنایی داشته باشند.
۴. با تعدادی از کاربردهای مهم کوانتوم اپتیکی و پیاده سازی‌ها در زمینه فناوری‌های کوانتومی آشنا شده باشند و بتوانند ویژگی های وسایل اپتیکی مورد نیاز برای چیدمان‌های کوانتوم اپتیکی را شناسایی و ارزیابی کنند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه، اصول و مبانی لازم از مکانیک کوانتومی و اپتیک برای ورود به مبحث اپتیک کوانتومی
۲. ویژگی‌های کوانتومی مورد نیاز برای فناوری های کوانتومی: برهمنهی کوانتومی، درهمتنیدگی، تونل زنی کوانتومی، گیت های منطقی کوانتومی، ...
۳. کوانتیزه کردن امواج الکترومغناطیسی(شامل تک مد و مالتی‌مد)
۴. مبانی آشکارسازی فوتونی منفرد و همزمان
۵. وسایل اپتیکی و تداخل سنج های ساده
۶. بررسی رفتار موجی و ذره ای تک فوتون
۷. اپتیک کوانتومی در آزمایشگاه واقعی
۸. منابع تولید تک فوتون
۹. آشنایی با فناوریهای کوانتومی بر پایه تک فوتون
۱۰. حالت های شبه-کلاسیک امواج الکترومغناطیسی: ویژگی ها و اندازه گیری
۱۱. حالت های چلانده (نور غیر کلاسیکی): ویژگی ها ، نحوه تولید و آشکارسازی
۱۲. برهمکنش نور و ماده

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تکلیف به علاوه پروژه
- تهیه مقاله مروری در یکی از حوزه‌های فناوری کوانتومی با پلتفرم اپتیک کوانتومی به علاوه ارائه سخنرانی مرتبط با موضوع

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. F.J. Duarte, Quantum Optics for Engineers, CRC Press, 2013
2. C.C. Gerry and P.L. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press, 2005
3. D.S. Simon, G. Jaeger, A.V. Sergienko, Quantum Metrology, Imaging, and Communication, Springer Press, 2017
4. Z. Ficek and M.R. Wahiddin, Quantum Optics for Beginners, CRC Press, 2014
5. H. Paul, Introduction to Quantum Optics, from Light Quanta to Quantum Teleportation, Cambridge University Press, 2004

عنوان درس به فارسی:	فراماد		
عنوان درس به انگلیسی:	Metamaterials: Fundamentals, Realization, and Applications	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

پژوهشهای جدید نشان داده است که استفاده از فرا مواد در طراحی ادوات و سیستم‌های میکرو موجی میتواند بسیار سودمند باشد و کارایی این ادوات و سیستم‌ها را افزایش دهد. لذا آشنایی با این مبحث میتواند برای همه دانشجویان مخابرات میدان سودمند باشد. اهداف این درس آشنایی دانشجویان با مباحث زیر است:

۱. مفاهیم بنیادی فراماد و طراحی و تحلیل فراماد
۲. روش‌های اندازه گیری و مشخصه یابی فراماد به صورت عددی و عملی و کاربردهای مختلف فراماد

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. رفتار امواج را در برخورد با انواع مختلف فرا ماده توضیح دهند و تحلیل کنند.
۲. با استفاده از روش‌های تحلیلی، فرامواد برای کار در فرکانس‌های مختلف طراحی کنند .
۳. مشخصات الکترومغناطیسی فراماد را با روشهای عددی استخراج کنند.
۴. از فراماد برای طراحی سیستم‌ها و ادوات موج میکرومتری استفاده کنند. .

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: تعریف فرا ماده، انواع مختلف فرا ماده، مدل‌های لرنتز و درود برای تحلیل فرا مواد
۲. مفاهیم بنیادی: انتشار امواج در محیط‌های فرا ماده، قانون علیت و شرط برقراری آن در محیط‌های فرا ماده، پراکندگی امواج از یک اسلب فرا ماده، ضریب شکست منفی در فراماد، جبران سازی فاز در فرا ماده ، لنزهای مسطح با استفاده از فراماد، خصوصیات فراماد با ضریب شکست صفر
۳. طراحی و تحلیل فراماد: تحقق فراماد با گذر دهی منفی، تحقق فراماد با نفوذ پذیری منفی
۴. مشخصه یابی فراماد: روشهای عددی برای تعیین مشخصات الکترومغناطیسی فراماد، روش اندازه گیری فضای آزاد، روش موجبری، روش اندازه گیری استریپ لاین
۵. کاربرد ها: تحقق موجبرها و نوسان کننده‌های کسر طول موج با فراماد، کاربرد فرا ماده در آنتن ها، سنسورهای حساس میدان نزدیک، نامریی سازی.
۶. فراماد پیشرفته: فرا ماده نوری، تحقق فراماد در باند تراهرتز، فراماد فعال
۷. ساختارهای متناوب: کریستالهای فوتونی، فراسطوح، سطوح با امپدانس بالا
۸. فراماد هذلولوی: نحوه تحقق و کاربردهای فراماد هذلولوی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- پنج تکلیف تحلیلی و کامپیوتری
- ارایه سمینارهای پژوهشی در مورد جدیدترین دستاوردها در حوزه‌های مختلف پژوهشی فرامواد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. N. Engheta and R. W. Ziolkowski, Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
2. T. Cui, D. R. Smith, R. Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, Springer, 2010.
3. Recent papers in the area.
4. K. Sarychev and V. M. Shalaev, Electrodynamics of metamaterials, World Scientific, 2007.
5. G. I. Eleftheriades and K. G. Balmain, Negative-refraction

عنوان درس به فارسی:	نور غیرخطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Optics	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۳	**اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

.....

هدف کلی:

- در این درس دانشجویان یک درک کلی از منشأ و اهمیت اثرات غیرخطی نوری به‌دست می‌آورند و با اصول نور غیرخطی جهت طراحی و شبیه‌سازی ادوات نوری آشنا می‌شوند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. با پدیده‌های غیرخطی نوری آشنا می‌شوند،
۲. دانش لازم برای تحلیل، شبیه‌سازی و طراحی ادوات مبتنی بر نور غیرخطی را کسب نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ضریب حساسیت نوری غیرخطی، اثرهای الکترواپتیک و مگنتو اپتیک
۲. یکسوسازی نوری و مبدل‌های فرکانس
۳. آشنایی با پدیده‌های تولید مجموع و تفاضل دو فرکانس، تولید هارمونیک، ترکیب چهارموجی، تقویت کننده و نوسان‌ساز پارامتریک
۴. پراکندگی رامان، جذب دو فوتون، طیف‌سنجی نور غیرخطی و چند فوتونی
۵. نور غیرخطی سطحی، نورغیرخطی در موجبرهای نوری و آثار نورغیرخطی در پلاسما
۶. بررسی آثار غیرخطی تولید و انتشار پالسهای فوق باریک (فمتوثانیه‌ایی)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ تا ۸ سری تکلیف
- ۱ پروژه مرتبط با درس

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. W. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press, 2020.
2. G. C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2012.
3. Y. R. Shen, The Principle of Nonlinear Optics, Wiley, 2002.