



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



برنامه درسی

---

# رشته مهندسی برق گرایش سیستم های الکترونیک دیجیتال

---

Master of Electrical Engineering - Digital Electronic  
Systems

دوره کارشناسی ارشد



اعضای کمیته تدوین و بازنگری :

عضو هیات علمی دانشگاه تهران

عضو هیات علمی دانشگاه تهران

عضو هیات علمی دانشگاه تهران

دکتر زین العابدین نوایی

دکتر بیژن علیزاده

دکتر سعید صفری



### جدول تغییرات

جدول ۱- تغییرات در گرایش ها

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	پردازش با کارایی بالا (تخصصی)	پردازش با کارایی بالا (اختیاری)
۲.	محاسبات کامپیوتری (اختیاری)	محاسبات کامپیوتری (تخصصی)

جدول ۲- لیست دروس تغییر نام داده شده به همراه تغییر محتوا

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	سمینار (تخصصی و ۲ واحد)	روش تحقیق ۱ و ۲ (جزء تخصصی-۱ شامل دو درس تک واحدی)

لازم به ذکر است محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروز رسانی شده اند که شرح درس فارسی و انگلیسی آنها در این بسته قرار داده شده است.

جدول ۳- لیست دروس اضافه شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	-	-

جدول ۴- لیست دروس حذف شده

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	-	-

نظر به اینکه محتوای کلیه دروس آورده شده در جدول برنامه درسی بروز رسانی شده است، ضرورتی به حذف هیچ یک از دروس وجود نداشت.



**فصل اول**

**مشخصات کلی برنامه درسی**



## الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

با توجه به سیر تکاملی و روند رو به رشد تکنولوژی در سیستم‌های دیجیتال، امروزه لزوم بررسی و مطالعه مباحث مربوط به این حوزه بیش از پیش احساس می‌شود. به طور خاص گرایش سیستم‌های دیجیتال با به روز رسانی زمینه‌های تحقیقاتی و آموزشی در راستای پیشرفت تکنولوژی پیشرو می‌باشد. این زمینه‌های تحقیقاتی در صنایع مختلف از جمله صنعت خودرو، صنایع ارتباطی و مخابراتی، صنعت پزشکی و ... کاربرد دارند. سعی بر آن است که در برنامه حاضر علاوه بر تدریس مباحث به صورت تئوری، مباحث به صورت عملی و طی همکاری با صنعت نیز مورد استفاده قرار بگیرند. دست آورد این موضوع ارتباط منسجم‌تر و بیشتر بین دانشگاه و صنعت است.

از دیگر اهداف این گرایش این است که به دلیل کاربرد گسترده مباحث سیستم دیجیتال در سایر گرایش‌ها مانند مهندسی پزشکی، امکان تعریف موضوعات تحقیقاتی و اخذ دروس بین رشته ای فراهم شود. همچنین با گذراندن دروس این گرایش، دانشجویان مهارت استفاده از ابزارهای EDA را به دست می‌آورند که این ابزارها نقش مهمی در صنعت دارند.

با توجه به همسو بودن گرایش سیستم دیجیتال با لبه دانش، این گرایش در تلاش است تا با بومی سازی، نیاز صنایع داخلی کشور به این تکنولوژی‌های جدید را برآورده سازد. این بومی سازی می‌تواند در لایه‌های مختلف طراحی از جمله توسعه ی ابزارهای مورد نیاز، دانش‌های بنیادی در زمینه ساخت سیستم‌های دیجیتال صورت گیرد.

این گرایش به طور متوسط برای دو سال تحصیلی (چهار نیم سال) طراحی شده است. هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. برنامه حاضر در مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق برای گرایش سیستم‌های دیجیتال تعریف شده است. دانشجویان در این برنامه باید ۸ واحد آموزشی از دروس تخصصی-۱ را که موضوعات پایه ای و اساسی در رشته محسوب می‌شوند با موفقیت بگذرانند. در راستای کمک به انجام پایان‌نامه، با تأیید استاد راهنما دانشجویان باید نسبت به اخذ ۱۲ واحد از دروس تخصصی-۲ و ۶ واحد از دروس اختیاری اقدام نمایند. تعداد ۶ واحد نیز برای پایان‌نامه کارشناسی ارشد و در نتیجه تعداد کل ۳۲ واحد برای دانش‌آموختگی در نظر گرفته شده است.

## ب) اهداف

هدف اصلی گرایش سیستم‌های الکترونیک دیجیتال طی کردن فرآیند طراحی تا ساخت یک سیستم دیجیتال می‌باشد. این فرآیند شامل مراحل مختلفی از جمله طراحی و استفاده از تکنیک‌های معماری، مدلسازی و شبیه سازی، آزمون پذیری، درستی‌سنجی و در نهایت آماده سازی لی اوت سیستم می‌باشد.



مرحله طراحی سیستم دیجیتال شامل طراحی بخش های سخت افزاری مختلف از جمله پردازنده، شتاب دهنده ها، حافظه ها و ارتباط بین این اجزا می باشد. ارتباط این بخش های سخت افزاری در سطح بالاتر یک سیستم نهفته را تشکیل می دهد که بستری برای بسیاری از حوزه های تحقیقاتی این گرایش می باشد.

در مرحله بعد از طراحی، مدلسازی، شبیه سازی و آزمون پذیری این بخش ها حائز اهمیت و مورد نیاز است. برای تشخیص درستی عملکرد بخش های سخت افزاری طراحی شده، تکنیک های مختلف درستی سنجی مورد استفاده قرار می گیرد. بعد از اعتبار سنجی سخت افزاری، آماده سازی لی اوت برای پروسه ی ساخت آغاز می شود.

هر یک از مراحل نامبرده نیازمند به دانش و ابزارهای خاص متناسب با دانش روز دنیا می باشد. گرایش سیستم های دیجیتال سعی بر برنامه ریزی و آموزش مهارت های مورد نیاز در این زمینه دارد.

### پ) ضرورت و اهمیت

با توجه به پیشرفت تکنولوژی سیستم های دیجیتال، در این گرایش برنامه های درسی به صورت مداوم در حال بازنگری و به روز رسانی می باشد. این به روز رسانی با هدف آشنایی بیشتر دانشجویان با پژوهش های در حال انجام در گروه های مختلف سیستم های دیجیتال می باشد. به علاوه این به روز رسانی با در نظر گرفتن موضوعات و مباحث درسی ارائه شده در دانشگاه های مطرح دنیا می باشد.

### ت) تعداد و نوع واحدهای درسی (بر اساس جدول شماره ۱ تا ۳ آیین نامه تدوین و بازنگری

#### برنامه های درسی

#### جدول توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
۰	دروس عمومی
۸	دروس تخصصی الزامی-۱
۱۲	دروس تخصصی الزامی-۲
۶	دروس تخصصی اختیاری
۶	پایان نامه
۳۲	جمع



**تبصره ۱:** دانشجویانی که گرایش مقطع قبلی آنان با این گرایش غیر مرتبط می باشد بایستی تا ۶ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند.

## دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش سیستم های الکترونیک دیجیتال / ۷

انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / مؤسسه می باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / مؤسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می باشد.

**تبصره ۲:** دانشجویانی که گرایش مقطع قبلی آنان با این گرایش غیر مرتبط می باشد و یا نمره دروس جبرانی که در لیست گفته شده کمتر از ۱۲ باشد می بایست تا ۶ واحد را به تشخیص استاد راهنما و گروه آموزشی بعنوان جبرانی بگذرانند.

**تبصره ۳:** دانش آموختگان مقطع کارشناسی در رشته مهندسی برق یا مرتبط با آزمون متمرکز کارشناسی ارشد بر اساس نتایج اعلامی از سوی سازمان سنجش می توانند وارد این رشته شوند. ورود به این رشته از سایر رشته های مهندسی مجاز نیست. دانش آموختگان برتر مقطع کارشناسی از دانشگاه تهران یا سایر دانشگاه های مطرح کشور می توانند مطابق آئین نامه استعداد های درخشان بدون آزمون سراسری و پس از بررسی درخواست آنها در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و دانشگاه تهران وارد مقطع کارشناسی ارشد شوند.

### ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش آموختگان:

مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های ویژه	دروس مرتبط
یادگیری کامل زبان های سخت افزاری در سطوح مختلف و استفاده از آن در مراحل مختلف طراحی و ساخت مدارهای دیجیتال	طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری
آزمون و آزمون پذیری مدارها پس از ساخت روش های تست کردن مدارهای دیجیتال و ارزیابی بردارهای تست	آزمون و آزمون پذیری
آشنایی با مفاهیم سنتز سطح بالا (HLS) آشنایی با مفاهیم طراحی سیستم های نهفته مبتنی بر FPGA آشنایی با طراحی فیزیکی سیستم های دیجیتال	متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال
آشنایی با انواع افزونگی ها برای افزایش تحمل پذیری اشکال آشنایی با روش های تحلیل و ارزیابی تحمل پذیری اشکال	طراحی سیستم های تحمل پذیر خرابی



## دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش سیستم های الکترونیک دیجیتال / ۸

درستی سنجی صوری و عیب یابی در سیستم های دیجیتال	آشنایی با روش های درستی سنجی صوری ( Formal Verification) مدارهای دیجیتال آشنایی با روش های عیب یابی (Debugging) و تصحیح (Correction) اتوماتیک مدارهای دیجیتال
مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های عمومی	دروس مرتبط
دید سلسله مراتبی به سیستم های دیجیتال و طراحی و آنالیز مدارها در سطوح گوناگون	طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال

### ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

### چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته:

دانش آموختگان مقطع کارشناسی در رشته مهندسی برق یا مرتبط با آزمون متمرکز کارشناسی ارشد بر اساس نتایج اعلامی از سوی سازمان سنجش می توانند وارد این رشته شوند. دانش آموختگان برتر مقطع کارشناسی از دانشگاه تهران یا سایر دانشگاه های مطرح کشور می توانند مطابق آئین نامه استعدادهای درخشان بدون آزمون سراسری و پس از بررسی درخواست آنها در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و دانشگاه تهران وارد مقطع کارشناسی ارشد شوند.

مهم ترین نیاز این رشته آشنایی با روند پیشرفته طراحی سیستم های دیجیتال و ایجاد امکانات سخت افزاری بروز و مناسب است. از طرف دیگر، ایجاد سخت افزارهای جدید برای کاربردهای مختلف از جمله الزامات گسترش این رشته بوده و سرعت پیشرفت این رشته را افزایش خواهد داد. بر این اساس، موضوعات تحقیقاتی فراوانی در جهت معرفی سخت افزارهای جدید متناسب با کاربردهای متنوع در دنیا در حال انجام است.

### ه) زمینه های شغلی حال و آینده

از آنجا که این رشته در راستای درک و توسعه فناوری های پیشرفته و صنعت مرتبط است، زمینه شغلی مربوط به وفور وجود داشته و رو به گسترش است.





## ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

حرکت از دنیای آنالوگ به سمت دنیای دیجیتال از سال‌ها پیش شروع شده و با سرعت زیادی در حال پیشرفت است. در آینده، علم طراحی سیستم‌های دیجیتال (سخت‌افزار) تاثیر بسیار در موفقیت کشورها دارد. کشورهایی که بتوانند نیروی انسانی قوی در زمینه طراحی سیستم‌های دیجیتال تربیت کنند، می‌توانند موقعیت بسیار خوبی در سطح ملی و بین‌المللی داشته باشند. کشورهایی که در این زمینه عقب بیافتند، مجبور به استفاده از سخت‌افزارهای تولیدشده توسط کشورهای توسعه‌یافته خواهند شد.

با استفاده از سخت‌افزارهای قوی می‌توان به بافت فرهنگی و اجتماعی کشور هم نیز پرداخت، چراکه با گسترش شبکه‌های اجتماعی، نیاز به بسترهای سخت‌افزاری قوی و بومی بیش از پیش ضرورت یافته است.



## فصل دوم

# جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۱) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) (واحد)	نوع واحد			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی		نظری	عملی		
۱	سیستم های دیجیتال ۱	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۲	سیستم های دیجیتال ۲	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۳	شبیه سازی شی گرای سیستم های الکترونیکی	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-

- به تشخیص گروه آموزشی و استاد راهنما، دانشجویان باید نسبت به اخذ برخی دروس (تا ۶ واحد) از جدول فوق به عنوان واحدهای جبرانی مطابق مقررات آموزشی دانشگاه اقدام نمایند.

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۱\*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) (واحد)	نوع واحد			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی		نظری	عملی		
۱	طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری (VHDL)	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۲	متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۳	روش تحقیق ۱	۱	*			۸	۱۶	۰	-	-
۴	روش تحقیق ۲	۱	*			۸	۱۶	۰	-	-
	جمع	۸				۸۰	۱۲۸			

\* اخذ تمام دروس تخصصی-۱ الزامی است.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۲\*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱) (واحد)	نوع واحد			تعداد جلسات	تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی		نظری	عملی		
۱	آزمون و آزمون پذیری	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۲	مدارهای مجتمع توان پایین	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۳	محاسبات کامپیوتری	۳	*			۳۲	۴۸		-	-
۴	درستی سنجی صوری و عیب یابی در سیستم های دیجیتال	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۵	طراحی سیستمهای تحمل پذیر خرابی	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۶	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۷	ابزار دقیق پزشکی	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-
۸	اینتر کانکت ها و یک پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستمها	۳	*			۳۲	۴۸	۰	-	-

\* با تایید استاد راهنما، چهار درس از هشت درس فوق بایستی اخذ گردد.



دیجیتال

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		تعداد ساعات*		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی		مرتبط با آموختن/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آموختن/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	معماری کامپیوتر پیشرفته	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۲	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۳	یادگیری عمیق با کاربردها	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۴	چند پردازنده‌های روی تراشه	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۵	محاسبات کوانتومی	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۶	اولتراسوند پزشکی	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۷	یادگیری ماشین	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-
۸	پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی	۳	*			۳۲	*		۴۸	۰	-	-



دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش سیستم های الکترونیک دیجیتال / ۱۴

-	-	۰	۴۸	*		۳۲		*	۳	پردازشگرهای سیستمهای نهفته	۹
-	-	۰	۴۸	*		۳۲		*	۳	پردازش با کارایی بالا	۱۰
-	-	۰	۴۸	*		۳۲		*	۳	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم‌رسانا	۱۱
-	-	۰	۴۸	*		۳۲		*	۳	فناوری ها، مدارها و سیستم های حافظه	۱۲
-	-	۰	۴۸	*		۳۲		*	۳	دروس تخصصی سایر رشته های مرتبط	۱۳

- به تشخیص استاد راهنما ، دانشجویان موظف به اخذ دو درس از لیست دروس اختیاری (جدول بالا) هستند.
- دانشجویان به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می توانند حداکثر دو درس خارج از لیست دروس اختیاری در جدول بالا و از سایر رشته های مرتبط تحصیلات تکمیلی اخذ نمایند.



فصل سوم

ویژگی های دروس



الف: عنوان درس به فارسی: طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری (VHDL)		
نوع درس و واحد	Design & Modeling of Digital Systems with Hardware Description Languages	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۳
مهارتی-اشغال پذیری <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
		۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش / مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	نیست <input type="checkbox"/>	

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

### هدف کلی:

- یادگیری کامل زبان های سخت افزاری در سطوح مختلف و استفاده از آن در مراحل مختلف طراحی و ساخت مدارهای دیجیتال
- طراحی در سطح RTL و ارتباط آن با الکترونیک مدارها از طرفی و توصیف در سطح سیستم از طرف دیگر با استفاده از زبان VHDL

### اهداف ویژه:

- استفاده از زبان VHDL برای سنتز در سطح RTL و شناخت قابلیت ها و محدودیت های RTL Synthesis
- یادگیری مدل های مختلف سیمولیشن و بطور خاص موتورهای شبیه سازی Event Driven
- بوجود آوردن زمان بندی و همزمانی در زبانهای سخت افزاری در سطح گیت، RTL و سیستم
- توصیف سخت افزار با استفاده از SystemC با روشهای ارتباطی سطح بالا (TLM)

### پ) سرفصل ها:

- سنتز مدارها در سطح RTL با استفاده از VHDL
- ساختارهای زبان VHDL برای توصیف های Abstract
- مدل سیگنال و همزمانی در زبان VHDL و گسترش آن به زبانهای سخت افزاری دیگر
- توصیف و مدل کردن یک سیستم پردازنده ای در VHDL
- استفاده از زبان SystemC برای توصیف های RTL و BFM (Bus Functional Modeling)
- یکجا کردن ارتباطهای RTL در سطح باس در Channel های SystemC
- استفاده از TLM برای ارتباط اجزای سخت افزاری با زمان بندی دقیق
- استفاده از TLM برای ارتباط پروسورها و اجزای سخت افزاری با زمان بندی تقریبی
- استفاده از TLM بصورت نرم افزاری با زمان بندی آزادانه

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از شبیه ساز و ابزار سنتز زبان VHDL
- استفاده از محیط های ++C برای توصیف نرم افزار و سخت افزار
- استفاده از کتابخانه SystemC برای توصیف های سخت افزار و نرم افزار در سطح سیستم





ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۵ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۵۵ درصد

آزمون میان ترم و پایان ترم

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

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Z. Navabi, VHDL: Modular Design and Synthesis of Cores and Systems, McGraw Hill-Professional 2007.
2. IEEE Std. 1076-2003, VHDL LRM, IEEE, New Jersey, 2003.
3. IEEE Std 1666-2005, IEEE Standard SystemC Language Reference Manual, IEEE, 2005.
4. Ubar, Raimund, J. Raik, Maksim Jenihhin, A. Jutman, Test Generation, Testability and Fault Diagnosis. In Structural Decision Diagrams in Digital Test: Theory and Applications, Springer Nature Switzerland, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال		
نوع درس و واحد	Methodologies and Algorithms for ESL Design Automation	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه / رساله / پایان نامه		تعداد واحد: ۳
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		تعداد ساعت: ۴۸
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش / مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> نیست	وضعیت آمایشی / مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

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

### هدف کلی:

- ۱- آشنایی با مفاهیم سنتز سطح بالا (HLS)
- ۲- آشنایی با مفاهیم طراحی سیستم های نهفته مبتنی بر FPGA

### اهداف ویژه:

۱. مقدمه ای بر الگوریتم های سنتز سطح بالا شامل الگوریتم های Scheduling، Resource Sharing و Binding
۲. آشنایی با ابزار سنتز سطح بالای CatapultC شرکت Mentor Graphics
۳. آشنایی با مفاهیم طراحی توامان سخت افزار-نرم افزار (Hardware-Software Co-design)
۴. آشنایی با معماری FPGA و مفاهیم طراحی سیستم های نهفته مبتنی بر FPGA
۵. آشنایی با فرایند طراحی ASIC (Physical Design)

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر الگوریتم های سنتز سطح بالا (Scheduling, Resource Sharing and Binding)
۲. آشنایی با مباحث Loop Pipelining و Loop Unrolling در ابزار سنتز سطح بالا
۳. آشنایی با انواع مکانیزم های Handshaking در مبحث IO Scheduling از ابزار سنتز سطح بالا
۴. مقدمه ای بر طراحی توامان سخت افزار-نرم افزار مبتنی بر FPGA
۵. آشنایی با معماری های باس (Bus Architectures)
۶. چگونگی توسعه بخش نرم افزار با استفاده از بسته های نرم افزاری و Hardware Abstraction Layer (HAL) API
۷. چگونگی مدیریت وقفه ها (Interrupts)
۸. چگونگی برقراری ارتباط بین بخش سخت افزار و نرم افزار با استفاده از انواع معماری های باس
۹. آشنایی با فرایند Physical Design (Routing و Placement ، Floor-planiing)

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ گویی به سوالات
- مطرح کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سر کلاس



- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

تکالیف دستی (Homeworks)	۱۵ درصد
تکالیف کامپیوتری (Projects)	۳۰ درصد
آزمون میان ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد

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

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. S. Baranov, From Algorithm to Digital System: HLS and RTL Tool Synthesize in Digital System Design, ISBN Canada, 2020.
2. Pong P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and Verilog Examples, Wiley, 2016.
3. M. Fingeroff and T. Bollaert, High Level Synthesis – Blue Book, Mentor Graphics, 2010.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: روش تحقیق - ۱	
نوع درس و واحد	Research Methodology_S1
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژ/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	دروس هم نیاز:
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	تعداد واحد: ۱ تعداد ساعت: ۱۶
مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> نیست	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

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

### هدف کلی:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

### اهداف ویژه:

- در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:
۱. حوزه تحقیقاتی مورد علاقه خود را انتخاب کرده و منابع مرتبط را ارزیابی نمایند.
  ۲. در حوزه تحقیقاتی فوق، مسائل باز تحقیقاتی را شناسایی و حل مسئله را آغاز کنند.
  ۳. یک مقاله را خوب و موثر مطالعه کنند.
- مهارت های مقدماتی نوشتن نتایج تحقیق را در قالب مقاله فرا گیرند.

### پ) سرفصل ها:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد
- آزمون پایان ترم ۳۰ درصد

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

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانند OFFICE

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.



2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. Min, Seung-Kee, Ethics and Responsibilities of Peer Reviewers to the Authors, Readers, and Editors. Vascular specialist international, 2021.
5. Lorella Congiunti, et al. Ethics in Research. Springer Nature, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: روش تحقیق - ۲	
نوع درس و واحد	Research Methodology_S2
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژ/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	دروس هم نیاز:
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	تعداد واحد: ۱
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> نیست	تعداد ساعت: ۱۶
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

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

### هدف کلی:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

### اهداف ویژه:

- در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:
۴. یک پروپوزال تحقیقاتی بنویسند.
  ۵. یک گزارش مرور روشمند ادبیات تحقیق بنویسند و با روش های ارزیابی تحقیق آشنا شوند.
  ۶. ارائه شفاهی موثر انجام دهند (انگلیسی و فارسی).
  ۷. آخرین ابزارهای حوزه مرتبط با درس را بشناسند.

### پ) سرفصل ها:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد
- آزمون پایان ترم ۳۰ درصد

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

- ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانند OFFICE



1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. Min, Seung-Kee, Ethics and Responsibilities of Peer Reviewers to the Authors, Readers, and Editors. Vascular specialist international, 2021.
5. Lorella Congiunti, et al. Ethics in Research. Springer Nature, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: آزمون و آزمون پذیری		
عنوان درس به انگلیسی:	Test & Testability	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت /آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

- ۱- آزمون و آزمون پذیری مدارها پس از ساخت
- ۲- روش های تست کردن مدارهای دیجیتال و ارزیابی بردارهای تست

### اهداف ویژه:

۱. استفاده از وریلاگ بعنوان ابزاری برای تولید تست، ارزیابی مدار برای آزمون پذیری، ارزیابی بردارهای تست، تولید و کامپایل کردن لیست خرابی ها و فشرده سازی بردارهای تست
۲. استفاده از وریلاگ برای توصیف سخت افزارهای مربوط به آزمون پذیری مدارها
۳. بوجود آوردن محیط مجازی که جایگزین تجهیزات تست کردن می باشد.

### پ) سرفصل ها:

- اصول تست و نقش HDL ها
- استفاده از زبان های توصیف سخت افزاری در طراحی و تست
- مدلسازی خرابی و عیب از ترانزیستور تا سطح سیستم
- روش ها و کاربردهای شبیه سازی خرابی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL)
- روش ها و الگوریتم های تولید الگوهای تست برای کنترلر و مسیره های مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL)
- الگوریتم های تولید تست قطعی
- مکانیسم های تست درونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) - طراحی برای تست با استفاده از پویسدر کنترلر و مسیره داده
- مکانیسم های تست بیرونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) - استاندارد IEEE در روش های دسترسی تست
- تست سیستم بر روی تراشه با استفاده از استانداردهای IEEE در دسترسی تست
- منطق تست خودکار تعبیه شده
- فشرده سازی تست
- تست حافظه با استفاده از BIST حافظه

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده کردن از شبیه سازی های مدارهای دیجیتال
- ابزارهای تولید تست و شبیه سازی خرابی
- ابزار زنجیره اسکن





ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد	فعالیت های کلاسی در طول نیم سال
۵۰ درصد	آزمون میان ترم و پایان نیم سال

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

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Z. Navabi, Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.
2. Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, VLSI Test Principles and Architectures, Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
3. Niraj Jha , Sandeep Gupta, Testing of Digital Systems, Cambridge University Press, 2003.
4. Lala, Parag K. An introduction to logic circuit testing, Springer Nature, 2022.
5. Meixner, Anne, Louis J. Gullo, Design for Test and Testability, Design for Maintainability, John Wiley & Sons 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: مدارهای مجتمع توان پایین		عنوان درس به انگلیسی: Low Power Integrated Circuits	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
پروژه/رساله/پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>			
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input type="checkbox"/>	نیست <input type="checkbox"/>		

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

### هدف کلی:

این درس به دانشجویان تحصیلات تکمیلی تکنیک های کم توان برای بهینه سازی مصرف توان مدارهای مجتمع دیجیتال را می آموزد. دانشجویان تکنیک های کم توان برای طراحی، حالت آماده به کار و زمان اجرا در سطوح مختلف تجرید از سطح فیزیکی تا سطح نرم افزار و سیستم را می آموزند.

### اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند روش های زیر خواهند آموخت:

۱. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های مداری
۲. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های معماری، نرم افزاری، و سیستمی
۳. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی
۴. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر دلیل کاهش توان توان مصرفی: در انواع مختلف کاربردها، روند تغییر فناوری
۲. ترانزیستورهای نانومتری: رفتارها و مدلها، جریان های نشتی زیر آستانه و دیگر پدیده ها، نوسانات، نوآوری ها در فناوری و افزاره
۳. مفاهیم پایه ای توان و انرژی مصرفی: شاخص ها، توان پویا، توان ایستا، مصالحه های بین انرژی و تأخیر
۴. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های مداری: چارچوب بهینه سازی برای مصالحه بین انرژی و تأخیر، بهینه سازی توان مصرفی پویا (استفاده از چند منبع تغذیه، تعیین اندازه ترانزیستورها، نگاشت فناوری)، بهینه سازی توان مصرفی ایستا (استفاده از چند ولتاژ آستانه، پشته کردن ترانزیستورها)
۵. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های معماری، نرم افزاری، و سیستمی: فضای مصالحه معماری و سیستمی، هم زمان سازی کارایی انرژی را بهبود می بخشد، به کارگیری همبندی های متفاوت، حذف ناکارایی، هزینه قابلیت انعطاف
۶. بهینه سازی توان/انرژی مصرفی اتصالات و کلاک در مرحله طراحی: روند و مرزها، استفاده از روش OSI برای بهینه سازی اتصالات (لا به فیزیکی، ارتباط داده ای و MAC، شبکه، کاربرد)، شبکه توزیع کلاک
۷. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی: چرا مدیریت حالت آماده به کار؛ توان پویا در حالت دروازه گذاری کلاک؛ توان ایستا در حالت های اندازه گذاری ترانزیستورها، دروازه گذاری تغذیه، بایاس کردن بدنه، و تغییر تدریجی منبع تغذیه



بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی: انگیزه بهینه‌سازی در حالت کارکرد مدار، تغییر مقادیر ولتاژ و فرکانس مدار به صورت پویا، بایاس کردن بدنه به صورت تطبیقی، خود تطبیقی عمومی، استفاده تهاجمی (بهتر از بدترین حالت)، محدوده های تغذیه و مدیریت توان

### ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

۱. در قسمت اول هر مبحث ارائه شده در کلاس، مفاهیم مورد نیاز برای فهم روش های اساسی طراحی کم توان پائین آموزش داده می شود.
۲. در ادامه هر مبحث ارائه شده در کلاس، روش های مختلف در این مبحث جهت کاهش توان مصرفی آموزش داده می شود.
۳. با انتخاب موضوع پروژه بر اساس روش های توان پائین، دانشجویان به مطالعه موردی آخرین روش های طرح های کم پائین که در مجلات معتبر علمی ارائه شده است و برخی از آنها در دنیای واقعی مورد استفاده قرار می گیرند می پردازند تا علاوه بر مطالب پایه ای، با روش های روز دنیا نیز آشنا شوند.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۷۰ درصد

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

دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. A. Sarkar, S. De, M. Chanda, C. K. Sarkar, Low Power VLSI Design Fundamentals, De Gruyter Oldenbourg, 2016.
2. J. Rabaey, Low-Power Design Essentials, Springer, 2009.
3. Piguert, Low-Power CMOS Circuits, Taylor & Francis, 2006.
4. Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic, Digital Integrated Circuits, Pearson Education Inc., 2003.
5. S. Jain, L. Lin, and M.B. Alioto, Adaptive Digital Circuits for Power-Performance Range beyond Wide Voltage Scaling. Springer, 2020.

### ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

### خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: محاسبات کامپیوتری		Computer Arithmetic	
عنوان درس به انگلیسی:		Computer Arithmetic	
نوع درس و واحد		پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	
دروس پیش نیاز:		تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
دروس هم نیاز:		تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> نیست <input type="checkbox"/>	
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>		مرتبط با مأموریت موسسه نیست <input type="checkbox"/>	

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

### هدف کلی:

۱. آشنایی با سیستم های نمایش مختلف اعداد
۲. آشنایی با انواع مدارهای محاسباتی (جمع کننده/تفریق کننده/ضرب کننده/تقسیم کننده)

### اهداف ویژه:

- دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر خواهند بود که
۱. روش های سنتی و غیر سنتی نمایش اعداد را بشناسند و به کار بگیرند،
  ۲. انواع مدارهای محاسباتی شامل جمع کننده، تفریق کننده، ضرب کننده و تقسیم کننده را تحلیل و طراحی کنند،
  ۳. با روش های تسریع مدارهای محاسباتی آشنا شوند،
  ۴. با استاندارد IEEE برای سیستم نمایش اعداد ممیز شناور آشنا شده و آن را به کار ببرند،

### پ) سرفصل ها:

۱. سیستم نمایش اعداد
۲. مدارهای جمع کننده ی دو ابرندی
۳. مدارهای جمع کننده ی چند ابرندی
۴. مدارهای ضرب کننده
۵. مدارهای تقسیم کننده
۶. سیستم نمایش اعداد ممیز شناور

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می گیرد.
- هم چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (پیاده سازی مدارهای محاسباتی در سطوح مختلف) برای دانشجویان مشخص می شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از محاسبات کامپیوتری در شاخه های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد



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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Milos D. Ercegovac , Tomas Lang, Digital Arithmetic, Morgan Kaufmann Publishers, 2004.
2. I. Koren, Computer Arithmetic Algorithms, A.K. Peters, 2002.
3. B. Parhami, Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Design, Oxford University Press, 2000.
4. Mi Lu, Arithmetic and Logic in Computer Systems, John Wiley & Sons, 2004.
5. Kai Hwang, Computer Arithmetic, John Wiley & Sons, 1979.
6. Slawomir Grys, "Computer Arithmetic in Practice", CRC Press, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: درستی سنجی صوری و عیب یابی در سیستم های دیجیتال		عنوان درس به انگلیسی: Formal Verification and Debugging of Digital Systems	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>			
مرتبط با مأموریت / آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
موسسه است <input type="checkbox"/>	نیست <input type="checkbox"/>		

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

### هدف کلی:

- ۱- آشنایی با روش های درستی سنجی صوری (Formal Verification) مدارهای دیجیتال
- ۲- آشنایی با روش های عیب یابی (Debugging) و تصحیح (Correction) اتوماتیک مدارهای دیجیتال

### اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرم های کانونیکال جهت نمایش مدارهای دیجیتال بطور خاص دیاگرام های تصمیم گیری (Decision Diagrams) در سطوح مختلف
۲. آشنایی با مسایل مختلف SAT و نحوه کارکرد SAT Solverها
۳. آشنایی با زبان های توصیف ویژگی ها مانند CTL و همچنین آشنایی با روش های چک کردن ویژگی ها (Property Checking) و برابری (Equivalence Checking)
۴. آشنایی با روش های عیب یابی و تصحیح اتوماتیک مدارهای دیجیتال قبل و بعد از ساخت (Pre- and Post-silicon Debug)

### پ) سرفصل ها:

۱. دیاگرام های تصمیم گیری دودویی (Binary Decision Diagrams)
۲. دیاگرام های تصمیم گیری سطح کلمه (Word Level Decision Diagrams)
۳. تبیین مساله صدق پذیری (Satisfiability) و نحوه کارکرد SAT Solverها
۴. چک کردن برابری (Equivalence Checking) مدارهای ترکیبی و ترتیبی با استفاده از دیاگرام های تصمیم گیری و SAT Solverها
۵. زبان های توصیف ویژگی ها در سطوح مختلف
۶. چک کردن ویژگی ها (Property Checking) با تعریف Transition System در مدارهای دیجیتال
۷. روش های عیب یابی و تصحیح اتوماتیک در سطوح مختلف تجرید (Abstraction Level) با استفاده از دیاگرام های تصمیم گیری و SAT Solverها
۸. عیب یابی پس از ساخت (Post-silicon Debug)

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ گویی به سوالات
- مطرح کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سر کلاس
- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

۱۵ درصد	تکالیف دستی (Homeworks)
۲۰ درصد	تکالیف کامپیوتری (Projects)
۳۰ درصد	آزمون میان ترم
۳۵ درصد	آزمون پایان نیم سال

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. A. Biere, M. Heule, H. Maaren and T. Walsh, Handbook of Satisfiability, 2021.
2. B. Murphy, M. Pandey and S. Safarpour, Finding Your Way Through Formal Verification, 2018.
3. S. Ray, Scalable Techniques for Formal Verification, 2010.
4. K. Chang, I. L. Markov and V. Bertacco, Functional Design Errors in Digital Circuits: Diagnosis, Correction and Repair, 2009.
5. C. Baier and J.P. Katoen, Principles of Model Checking, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: طراحی سیستمهای تحمل پذیر خرابی		Fault Tolerant Systems		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد				دروس پیش نیاز:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>				دروس هم نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>				تعداد واحد:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳		تعداد ساعت:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>				
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>		۴۸		
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
موسسه است <input type="checkbox"/>	نیست <input type="checkbox"/>			

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

.....

### هدف کلی:

- ۱- آشنایی با انواع افزونگی ها برای افزایش تحمل پذیری اشکال
- ۲- آشنایی با روش های تحلیل و ارزیابی تحمل پذیری اشکال

### اهداف ویژه:

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

۱. از افزونگی های سخت افزاری، اطلاعاتی، زمانی و نرم افزاری برای افزایش تحمل پذیری اشکال استفاده کنند،
۲. با استفاده از زنجیر مارکوف سیستم های تحمل پذیر اشکال را تحلیل و ارزیابی کنند،
۳. اثر تغییرات فرآیند ساخت و کهن سالی را بر روی مشخصه های زمانی ترانزیستورها ارزیابی کنند،
۴. تاثیر خطای نرم بر روی عملکرد مدارهای دیجیتال ارزیابی کنند،

### پ) سرفصل ها:

۱. تاریخچه سیستم های تحمل پذیر اشکال
۲. انواع افزونگی ها در سیستم های تحمل پذیر اشکال
  - افزونگی سخت افزاری
  - افزونگی داده ای
  - افزونگی نرم افزاری
  - افزونگی زمانی
۳. روش های تحلیل کمی تحمل پذیری اشکال
  - مدارهای سری/موازی و غیر سری-موازی
  - زنجیر مارکوف
۴. شبکه های ارتباطی تحمل پذیر اشکال
۵. خطای نرم
۶. تغییرات فرآیند ساخت
۷. کهن سالی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می گیرد.





- هم چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (مانند تزریق اشکال در مدل وریلاگ یک پردازنده، به دست آوردن شارژ بحرانی گره های یک مدار برای بررسی تاثیر خطای نرم با شبیه سازی PSpice) برای دانشجویان مشخص می شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از روش های تحمل پذیری اشکال در شاخه های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Israel Koren, C. Mani Krishna, Fault Tolerant Systems, Elsevier Inc., 2022.
2. B. W. Johnson, Design and analysis of Fault-Tolerant Digital Systems, Addison-Wesley, 1989.
3. M. L. Shooman, Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis and Design, John-Wiely, 2002.
4. Shubu Mukherjee, Architecture Design for Soft Errors, Elsevier Inc., 2008.
5. Amir Zjajo, Stochastic Process Variation in Deep-Submicron CMOS: Circuits and Algorithms, Springer, 2014.

### ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

### خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Very Large Scale Integration (Advanced VLSI)	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

- دانشجویان با روش های طراحی و پیاده سازی مدارهای خیلی فشرده دیجیتال مبتنی بر تکنولوژی CMOS در مقیاس زیر میکرون و نانو و نیز چالش های طراحی آشنا شده و آنها را در مثال های مختلف بکار خواهند بست. با معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (پیچیدگی یا سطح تراشه)، تأخیر (سرعت)، و توان مصرفی (انرژی) به عنوان پارامترهای مهم طراحی مدارهای مجتمع و روش محاسبه آنها آشنا شده و آنها را در طراحی بهینه انواع مدارهای ترکیبی و ترتیبی در سطوح مختلف مداری، سیستمی، واحد پردازشگر، مسیریابی سیگنال کلاک و خطوط توان بکار خواهند گرفت. آموزش و بکارگیری نرم افزارها و ابزار Verilog، VHDL، Hspice، و Cadence از اهداف این درس است.
- در این درس، اهمیت اینترکانکت های درون تراشه و تاثیر آن در پارامترهای طراحی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کلیه روش های طراحی سفارشی و روش های مبتنی بر ابزارها و نرم افزارهای اتوماتیک بحث خواهند شد. طراحی انواع سلول های حافظه فرار و غیر فرار، پایا (استاتیک) و پویا (داینامیک) تا ساختارهای بسیار حجیم و بزرگ حافظه ها است. دانشجویان با طراحی لی اوت آشنا شده و در مدارهای ساده و پیچیده، مهارت آن را بدست خواهند آورد.

### اهداف ویژه:

- در پایان این درس، دانشجویان تحلیل، طراحی، بهینه سازی، پیاده سازی و تکنیک های طراحی لی اوت مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال استاتیک و داینامیک را با تسلط بر معیارهای طراحی در موارد زیر خواهند آموخت:
- تنوع جامع از خانواده های مدارهای منطقی ترکیبی و مدارهای منطقی ترتیبی، بر اساس معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (سطح تراشه، پیچیدگی، کارایی (تأخیر یا سرعت)، و انرژی
  - انواع بلوک های سازنده واحدهای محاسباتی شامل جمع کننده ها، ضرب کننده ها، انتقال دهنده ها تا مدارهای جانبی، انواع متدولوژی های طراحی و پیاده سازی سفارشی و اتوماتیک،
  - انواع حافظه های بر تراشه، حافظه های تراشه تنها، زمان بندی ها، محاسبات سرعت و انرژی مصرفی،
  - تأثیر اینترکانکت ها، یک پارچگی سیگنال، مسیریابی کلاک و توان، و بسته بندی packaging در ملاحظات طراحی،

### پ) سرفصل ها:

- مقدمه ای بر مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال VLSI: تاریخچه تحول و توسعه مدارهای مجتمع از معرفی اولین ترانزیستور تا مدارهای مجتمع سطح ویفر، موضوعات و مسائل طراحی مدارهای مجتمع، معیارهای طراحی (قابلیت اطمینان، هزینه و پیچیدگی، تأخیر یا سرعت، انرژی مصرفی)، چشم انداز آتی برای مدارهای مجتمع فشرده شامل فناوری های نوظهور، نانو الکترونیک، تکنولوژی 3D-VLSI، و مقیاس دهی تکنولوژی ساخت.
- فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS مقیاس نانو، بسته بندی packaging، و طراحی لی اوت: فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS در مقیاس نانو، قواعد طراحی لی اوت، چشم انداز و روندهای نوظهور در فرآیند تکنولوژی



۳. مقیاس دهی تکنولوژی: روند مقیاس دهی تا کوچکترین مشخصه ابعاد، تاثیر مقیاس دهی تکنولوژی در معیارهای طراحی، تاثیر مقیاس دهی تکنولوژی در روندهای جدید طراحی VLSI تا نانو CMOS و نانوالکترونیک، تاثیر مقیاس دهی در انواع پراسورها، حافظه ها، پردازنده های بسیار سریع،
۴. افزاره (بررسی مختصر): مروری بر فیزیک عملکرد و روابط ترانزیستور MOSFET با تأکید بر ترانزیستورهای کانال کوتاه در ابعاد نانو، اثرات ثانویه در مشخصات ترانزیستور با ابعاد نانو، ترانزیستور در زیر آستانه.
۵. اتصالات میانی: معرفی جایگاه اینترکانکتها در روند تحول و توسعه مدارهای مجتمع VLSI، تاثیر مقیاس دهی در اینترکانکتها، پارامترها و پارازیتیکی های اتصالات میانی، مقاومت خازن و اندوکتانس، مدل های الکتریکی، مدل تأخیر و پاسخ خروجی، یک پارچگی سیگنال، نگاهی به تکنولوژی های آینده اتصالات میانی.
۶. معکوس کننده CMOS: معکوس کننده پایای CMOS در ابعاد نانو، چشم انداز شهودی، بررسی ستبر بودن اینورتر CMOS و رفتار پایای آن. کارایی اینورتر شامل: رفتار پویا، توان و انرژی مصرفی، بررسی تاثیر مقیاس دهی در معیارهای ارزیابی و عملکردی معکوس کننده.
۷. طراحی گیتها با منطق ترکیبی (Combinational) در CMOS: مقدمه ای بر مدارهای منطقی ترکیبی، طراحی مدارهای ساده و پیچیده CMOS و انواع خانواهای مختلف مبتنی بر طراحی پایا Static و پویا Dynamic.
۸. طراحی گیتها با منطق ترتیبی (Sequential): مبانی و تعاریف مدارهای ترتیبی و عنصر عنصر پایه حافظه، طراحی انواع مدارهای لچ و رجیسترها مبتنی بر مبانی پایا و پویا، سبک های نوآورانه در طراحی رجیسترها، مسائل و چالش های مرتبط با رجیسترها. رویکرد پایلین کردن، استفاده از روش پایلین کردن برای بهینه سازی، طراحی مدارهای ترتیبی پیچیده و ساینز بزرگ، مسیریابی کلاک و خطوط توان.
۹. متدولوژی طراحی و پیاده سازی مدارهای دیجیتال بسیار فشرده: روش های طراحی سفارشی Custom Design، روش های طراحی مبتنی بر استفاده از نرم افزارها و ابزار طراحی اتوماتیک (نیمه سفارشی، طراحی مبتنی بر FPGA، ساختارهای مختلف طراحی مبتنی بر FPGA).
۱۰. طراحی بلوک های سازنده واحدهای محاسباتی: مقدمه ای بر ساختار و واحدهای سازنده پراسورها، مسیرداده در معماری پردازنده های دیجیتال، روش های طراحی جمع کننده ها با رویکرد مداری و سیستمی، روش های طراحی ضرب کننده ها، روش های طراحی انتقال دهنده ها و سایر عملگرهای محاسباتی. روش های طراحی توان کم: معرفی انواع روش ها در سطوح طراحی و عملکردی، مصالحه توان و سرعت در ساختارهای مسیرداده.
۱۱. طراحی حافظه و ساختارهای آرایه ای: مقدمه ای بر حافظه های سطح تراشه و حافظه های تنها، ساختار حافظه و مدارهای جانبی، ساختار و روش های طراحی انواع حافظه های ROM, EPROM, EEPROM و محاسبه تأخیر (سرعت) در آنها. معرفی انواع حافظه های Static و حافظه های Dynamic، قابلیت اعتماد حافظه ها، محاسبات، طراحی مدارهای حسگر برای حافظه ها، مطالعه موردی در طراحی حافظه، روندها و تحولات جدید در حافظه نیمه هادی.

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان،
- به روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت بورد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستندات که از قبل در اختیار دانشجویان قرار می گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجویان،
- دادن تکالیف درسی، تمرین های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت های تخصصی.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۶۵ درصد  
آزمون پایان ترم: ۳۵ درصد

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

- امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم افزارهای Verilog, VHDL, Cadence, Hspice برای انجام تکالیف کامپیوتری



چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R. Jacob Baker , CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation (IEEE Press Series), Wiley-IEEE Press on Microelectronic Systems, 2019,
2. Neil H.E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 2011.
3. J.M. Rabaey , Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Prentice Hall, 2003.
4. Shojiro Asai , VLSI Design and Test for Systems Dependability, Springer, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		ابزار دقیق پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:	Biomedical Instrumentation	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

۱. مطالعه سیستم ها و تکنولوژی های به کار رفته در ابزارهای دقیق پزشکی با رویکرد طراحی و ساخت ابزارهای دقیق پزشکی
۲. معرفی سیستم های حسگری، ارزیابی و ثبت اطلاعات بیولوژیکی از بدن انسان

### اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:
۱. قادر خواهند بود نحوه اندازه گیری های پزشکی را توضیح دهند.
  ۲. قادر خواهند بود مدارهای الکترونیکی پزشکی را طراحی و تست کنند.
  ۳. منشأ پتانسیل های زیستی را می دانند.
  ۴. حسگرها، مبدل ها و الکترودهای زیستی مورد استفاده برای استخراج سیگنال های بیولوژیکی را می شناسند.

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه و مبانی ابزار دقیق
۲. منشأ پتانسیل های حیاتی
۳. معرفی پتانسیل های حیاتی کلینیکی EEG، ECG، EMG، EOG، ERG، ENG و کاربردهای مختلف آنها
۴. حسگرها و مبدل های پارامترهای حیاتی مختلف
۵. اندازه گیری نوری
۶. انواع الکترودهای ثبت پتانسیل های حیاتی
۷. تقویت کننده های عملیاتی و مدارهای معمول در ابزارهای دقیق پزشکی
۸. مثال های کاربردی مختلف از سیستم های ابزار دقیق پزشکی
۹. معرفی برخی ابزارهای دقیق در تصویربرداری پزشکی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تکلیف از مباحث درس
- دانشجویان باید یک پروژه سخت افزاری انجام دهند و در آن سیستمی مربوط به ثبت و پردازش سیگنال های بیولوژیکی و یا تشخیص پزشکی را طراحی و پیاده سازی کنند.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):



۶۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. J. G. Webster, Medical Instrumentation: Application and Design, Wiley, 2009.
2. J. D Enderle and J. D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Academic Press, 2012.
3. R. Aston, Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Merrill Pub. Co, 2002.
4. Sudip Paul, Angana Saikia, Vinayak Majhi, Vinay Kumar Pandey, Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications, Elsevier, 2022

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: اینترکانکت ها و یک پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستم ها			
عنوان درس به انگلیسی:	Interconnects and Nano Wires in VLSI Circuits and Nano Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

از بهترین اهداف درس موارد زیر را می توان نام برد:

۱. ایجاد شناخت جامعی از جایگاه، اهمیت، و کارایی اینترکانکت ها (اتصالات میانی) در مدارهای مجتمع، سیستم های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی با روند کوچک شدن تکنولوژی تا مقیاس نانو. بررسی آثار اتصالات میانی/سیم ها در عملکرد، کارایی، توان مصرفی و قابلیت اطمینان مدارهای مجتمع، و سیستم های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی، بررسی اثرات پارازیتیکی اتصالات میانی و روشهای مدلسازی آنها، بررسی و تحلیل یکپارچگی سیگنال و توان و خطاهای ناشی از اتصالات میانی و سیم ها، تحلیل تاخیر انتشار و روش های مدل سازی و کاهش آن، بررسی نویز هم شنوایی و روشهای مدلسازی و کاهش آن،

۲. بررسی رفتار و مدلسازی سیمها در سطح سیستم و بوردهای مدارچاپی PCB، کمی سازی خطا و آسیب پذیری الکترومغناطیسی سیستمهای الکترونیکی ناشی از اثر امواج و مسیریابی روی برد، سازگاری و تداخل الکترومغناطیسی EMC/EMI در PCB ها، معرفی تکنولوژیهای جایگزین برای ساختار مدارات مجتمع و سیم بندی در آنها نظیر ساختار 3D، بررسی نانو سیمها و نانولوله های کربنی به عنوان جایگزین برای اتصالات میانی، بررسی تاخیر انتشار و نویز هم شنوایی در نانو لوله های کربنی، نانو نوارهای گرافینی، و مدل سازی مداری آنها.

### اهداف ویژه:

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

۱. بینش علمی و دقیق از جایگاه و اهمیت اینترکانکت ها (اتصالات میانی) و یکپارچگی سیگنال در دو سطح مدار مجتمع و سیستم های همگن و غیرهمگن، و توانایی بکارگیری نرم افزارهای ADS، HSPICE برای شبیه سازی و تحلیل اتصالات میانی بدست می آورند.
۲. درک مفاهیم و نحوه محاسبه پارامترها (پارازیتیکی) اینترکانکت ها، یادگیری روش های مدل سازی اتصالات میانی و نحوه بکارگیری آنها، مفهوم تأخیر و ناپیچینی تأخیر و مدل سازی آن، مفاهیم هم شنوایی و توان مصرفی و مدل سازی آنها، روشهای کارآمد برای کاهش هم شنوایی و توان مصرفی،
۳. آشنایی به بسته بندی انواع مدارهای مجتمع و اثر آنها در یکپارچگی سیگنال نظیر تأخیر، توان مصرفی و قابلیت اعتماد، و ایجاد توانایی تحلیل سازگاری/تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدارچاپی، طراحی برد مقاوم و چالشهای آن، آسیب پذیری سیستم های الکترونیکی،
۴. آشنایی با فناوری نانو الکترونیک، رژیم انتقال الکترون و هدایت، نانو سیمها و انواع نانولوله های کربنی به عنوان تکنولوژی های جدید اتصالات میانی مدارات مجتمع و روش های مدل سازی آنها و مدل سازی نویز هم شنوایی.

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر فناوری های ساخت سیستم های مدار مجتمع VLSI زیر میکرون تا نانو سیستم ها، انواع اینترکانکت ها در مدارهای مجتمع، بسته بندی مدارهای مجتمع، نگاه کلی بر جایگاه اتصالات میانی/سیم ها در مدارات مجتمع، سیستم های الکترونیکی و بوردهای مدار چاپی و نقش آنها در عملکرد یک سیستم



۲. اینترکانکت ها و مساله ی مقیاس شدن Scaling و آثار ناشی از آن از IC تا مجتمع سازی همگن و ناهمگن، یک پارچگی سیگنال Signal Integrity، پدیده کوچ الکتريکی Electromigration
۳. انواع پارازیتیکی های اتصالات میانی و محاسبه آنها، پدیده های مرتبط با اینترکانکت ها و مدل سازی آنها شامل: تاخیر، نایقینی در تاخیر، روش های کاهش تأخیر، تلف توان، نویز هم شنوایی و روش های کاهش آن، یکپارچگی سیگنال و توان Power/Signal Integrity
۴. تکنیک های مدل سازی اینترکانکت ها، مدل های مداری فشرده و گسترده RC، RLC، مدل خط انتقال،
۵. انواع اینترکانکت ها و مدل های آنها در FPGA ها، ساختار و مدل سازی اینترکانکت ها و تأخیر در مدارات مجتمع سه بعدی 3D-VLSI، توابع توزیع اتصالات میانی در مدارات مجتمع دو بعدی و سه بعدی
۶. انواع بسته بندی مدارهای مجتمع، مدل های IBIS، تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدارچاپی EMC/EMI، تحلیل آسیب پذیری سیستم های الکترونیکی در سطح سیستم و PCB و کمی سازی خطا
۷. اینترکانکت های نوری Optical Interconnects، اینترکانکت ها با ساختارهای بیولوژیکی، معرفی تکنولوژی Low-k و نقش آن در تاخیر و نویز هم شنوایی اتصالات میانی.
۸. انواع نانوسیم ها Nano Wires، مکانیزهای پراکندگی الکترون در نانو سیم ها، مقایسه عملکرد اتصالات میانی متداول مسی با نانوسیم ها
۹. معرفی نانو لوله های کربنی CNT (Carbon Nano Tubes) و انواع آنها، اشاره ای بر روش های ساخت و کاربردهای نانو لوله های کربنی، انتقال الکتريکی و هدایت کوانتمی در نانو لوله های کربنی
۱۰. مدل های مداری فرکانس بالا برای نانو لوله های کربنی تک دیواره و چند دیواره،
۱۱. مدل سازی دسته نانولوله های تک دیواره و چند دیواره،

### ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و لزوم استفاده بهینه از زمان،
- به روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت بورد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستندات که از قبل در اختیار دانشجو قرار می گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،
- دادن تکالیف درسی، تمرین های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت های تخصصی.
- تعداد ۷ تکلیف کامپیوتری به صورت شبیه سازیهای کامپیوتری و تحلیل نتایج، پروژه درسی

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۷۰ درصد
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد

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

- امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم افزارهای ADS، Hspice برای انجام تکالیف کامپیوتری.

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Samuel H. Russ, Signal Integrity: Applied Electromagnetics and Professional Practice, Springer Nature, 2022.
2. Abhishek Kumar, Suman Lata Tripathi, K. and Srinivasa Rao, Machine Learning Techniques for VLSI Chip Design, Wiley-Scrivener, 2023.
3. Eric Bogatin, Signal and Power Integrity, Pearson, 2018.
4. Hanqiao Zhang, Steven Krooswyk, Jeffrey Ou, High Speed Digital Design: Design of High-Speed Interconnects and Signaling, Morgan Kaufmann, 2015.





ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: معماری کامپیوتر پیشرفته		Advanced Computer Architecture	
عنوان درس به انگلیسی:		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	
دروس پیش نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	
دروس هم نیاز:		تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input checked="" type="checkbox"/>	
		نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>	

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

### هدف کلی:

۱. آشنایی با معماری پردازنده های تک هسته ای پیشرفته (اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری و ...)
۲. آشنایی با معماری پردازنده های چند هسته ای و سازگاری/یک پارچگی حافظه

### اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:
۱. انواع پردازنده های تک هسته ای (با قابلیت اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری) را پیاده سازی کنند.
  ۲. انواع پردازنده های چند هسته ای را پیاده سازی کنند.
  ۳. سیستم حافظه ی سازگار و یک پارچه را در پردازنده های چند هسته ای پیاده سازی کنند.

### پ) سرفصل ها:

۱. مروری بر معماری مجموعه ی دستورات
۲. مروری بر مفاهیم پایه ی پایپ لاین (موازی سازی در سطح دستورات)
۳. مروری بر مفاهیم پایه ی سلسله مراتب حافظه
۴. پردازنده های سوپر اسکالر
۵. مدیریت اینتراپت و Exception در پردازنده های سوپر اسکالر
۶. پردازنده های VLIW
۷. مفاهیم پیشرفته در سلسله مراتب حافظه (مفاهیم پیشرفته در حافظه ی نهان، سازگاری و یک پارچگی در سیستم حافظه)
۸. پردازنده های برداری (موازی سازی در سطح داده)
۹. معماری پردازنده های چند هسته ای و چند نخ (موازی سازی در سطح نخ)
۱۰. شبکه های ارتباطی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در این درس علاوه بر آشنایی با معماری پردازنده های پیشرفته، مثال های متعددی از پردازنده های تجاری نیز بررسی خواهد شد.
- در این درس تمرین های طراحی با زبان توصیف سخت افزاری و برنامه نویسی مختلفی به دانشجویان داده می شود.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی

۴۰ درصد



۲۰ درصد

• آزمون میان ترم

۴۰ درصد

• آزمون پایان ترم

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. John L. Hennessy , David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, , 2019.
2. William Stallings, Computer Organization and Architecture: Designing for Performance, Pearson Pub., 2015.
3. Jurij Silc, Borut Robic, Theo Ungerer, Processor Architecture from Dataflow to Superscalar and Beyond, Springer, 1999.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		شبکه عصبی و یادگیری عمیق	
عنوان درس به انگلیسی:	Neural Networks and Deep Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

- آشنایی با مبانی شبکه های عصبی مصنوعی و مباحث یادگیری عمیق و کاربردهای آنها در مسایل طبقه بندی، رگرسیون، شبکه های حافظه، و شبکه های مبتنی بر طراحی مکانیزم

### اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. با مفاهیم و تعاریف شبکه های عصبی آشنا خواهند شد
۲. با طراحی و بکارگیری شبکه های عصبی کلاسیک متنوعی با هدف بکارگیری در مسایل طبقه بندی و رگرسیون، شبکه های حافظه محور و یادگیریهای مبتنی بر طراحی مکانیزم، آشنا خواهند شد
۳. جهت استخراج ویژگیهای موثر با خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود آشنا خواهند شد
۴. با مفاهیم و تعاریف مربوط به یادگیری عمیق در کاربردهای طبقه بندی، شبکه های حافظه و شبکه های مولد و انواع آنها آشنا خواهند شد. بخصوص معماری، نحوه عملکرد و روشهای یادگیری شبکه های کانولوشنال، شبکه ای بازگشتی و شبکه ای مولد تنازعی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر شبکه های عصبی
۲. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل طبقه بندی و رگرسیون
۳. آشنایی با شبکه ای چند لایه پرسپترون، خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود
۴. آشنایی با شبکه های باور عمیق و کانولوشنال و تکنیک های یادگیری و معماریهای مطرح آنها
۵. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل یادگیری الگو
۶. آشنایی با شبکه های بازگشتی و توسعه های مختلف آنها
۷. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل رقابتی
۸. آشنایی با شبکه ای مولد تنازعی و نوع یادگیری و خانواده بزرگ آنها

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- متناظر با هر بخش درس یک سری داده خواهد شد. حل تمرینات در یادگیری مباحث درس و کسب توانایی در بکارگیری شبکه های عصبی در مباحث کاربردی موثر است. تمرینها شامل برخی سوالاتی تحلیلی و مفهومی و برخی سوالات شبیه سازی می باشند.



## دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش سیستم های الکترونیک دیجیتال / ۴۵

- علاوه بر تمرین ها ، برای ارزیابی توانایی دانشجویان در اعمال آموخته های این درس در کاربردهای مختلف، چهار مینی پروژه مختلف که با شبکه های یادگیری عمیق انجام می گیرند، در نظر گرفته شده است.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۵ درصد

آزمون پایان نیم سال ۳۵ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

### چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks, Pearson, 1993.
2. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville , Deep Learning, An MIT Press book, 2016.
3. Convolutional Neural Network(UFLDL Tutorial)/available online at July 2016:  
<http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/ConvolutionalNeuralNetwork/>
4. Convolutional Neural Networks (LeNet)/ available online at July 2016: <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>
5. L. Alzubaidi,, J. Zhang, A. J. Humaidi, A. Al-Dujaili, Y. Duan, O. Al-Shamma, J. Santamaría, M.A. Fadhel, M. Al-Amidie, L. Farhan, Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future direction, Journal of Big Data, 2021.

### ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

### خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		یادگیری عمیق با کاربردها	
عنوان درس به انگلیسی:	Deep Learning with Applications	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با ساختارهای نوین در یادگیری عمیق با نگاه به کاربردهایشان در بینایی ماشین و پردازش صوت

### اهداف ویژه:

دانشجویان در پایان درس قابلیت های زیر را دارا خواهند بود:

۱. با انواع مدل های عمیق مثل شبکه های کانولوشنی، شبکه های بازگشتی و شبکه های ترانسفورمر آشنا میشوند
۲. با دید شبکه های عمیق بعنوان یک گراف محاسباتی پارامتری و بهینه کردن پارامترهای گراف با تعریف تابع هزینه مناسب آشنا میشوند
۳. با مدل اینکدر-دیکدر و همچنین تابع هزینه سی-تی-سی برای مدلسازی دنباله آشنا میشوند.
۴. با کاربردهای مختلفی مثل مکان یابی اشیاء، ترجمه ماشینی و تبدیل گفتار به متن آشنا میشوند.

### پ) سرفصل ها:

۱. شبکه های عصبی
  - ساختارهای ابتدایی برای طبقه بندی
  - آموزش شبکه های عصبی
۲. شبکه های عصبی کانولوشنی و ساختارهای نوین آن
۳. مدل های مکان یابی اشیاء
۴. شبکه های عصبی به عنوان تخمین زننده توزیع چگالی شرطی
۵. شبکه های چگالی مخلوط
۶. شبکه های عصبی بازگشتی و مکانیزم توجه
۷. مدل های اینکدر-دیکدر در ترجمه ماشینی
۸. مدل های ترانسفورمری
۹. مدل های زبانی و کاربردهای پردازش زبان طبیعی
۱۰. تبدیل گفتار به متن بوسیله لاس سی-تی-سی
۱۱. مدل های مولد برای سنتز تصویر و صوت

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تا ۵ تمرین
- یک پروژه امتیازی



ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۷۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۲۵ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Christopher M. Bishop, Hugh Bishop, Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2023.
2. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning. The MIT Press, 2016.
3. Alex Graves, Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks. Springer, 2012.
4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Springer-Verlag, 2006.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		چند پردازنده های روی تراشه	
عنوان درس به انگلیسی:	Chip Multiprocessors	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

این درس به بررسی متدهای نوین در معماری کامپیوتر برای طراحی پردازنده‌ها و حافظه‌ها در سیستم‌های کامپیوتری امروزی می‌پردازد. سیلابس این درس، که هدف آن شناساندن آخرین اطلاعات و پیشرفت‌های معماری کامپیوتر به دانشجویان است، بر اساس جهت گیری‌های (trend) جدید در بخش‌های پژوهشی و صنعتی مرتبط با معماری کامپیوتر تنظیم شده است. مهم ترین این مبحث‌ها در حال حاضر، شتابدهی سخت افزاری کاربردهای هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین حافظه است. منبع بسیاری از مباحث درس، چهار کنفرانس اصلی رشته معماری کامپیوتر (ISCA)، ASPLOS، MICRO، و HPCA، ژورنال اصلی معماری کامپیوتر (IEEE Micro)، و کنفرانس اصلی ساخت و تولید سیستم‌های دیجیتال (ISSCC) می‌باشد. به علاوه، برای بسیاری از مباحث درس مثال‌هایی از پردازنده‌های مدرن از شرکت‌هایی مانند Intel، AMD، nVidia، ARM، IBM، و SUN ارائه می‌شود.

### اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود -1در جریان آخرین پیشرفت‌ها و نیز موضوعات پژوهش جدید در زمینه معماری کامپیوتر و پردازش موازی قرار گیرند -2دانش خوبی درباره معماری پردازنده‌های مدرن، حافظه، و مدارات و سیستم‌های جانبی متداول داشته باشند -3چالش‌ها و آخرین پیشرفت‌ها در زمینه طراحی و ساخت پردازنده‌های چند هسته‌ای و بسیار هسته‌ای را بشناسند.

### ب) سرفصل‌ها:

- ۱- معرفی روند تکنولوژی ساخت پردازنده‌ها
- ۲- بررسی چالش‌های معماری کامپیوتر در تکنولوژی‌های جدید و دلایل ظهور پردازنده‌های چند هسته‌ای
- ۳- مشکلات توان و دما و حافظه در پردازنده‌های چند هسته‌ای و مشکل سیلیکون تاریک
- ۴- شتابدهنده‌های سخت افزاری و پردازنده‌های با معماری ناهمگن
- ۵- نمونه‌های صنعتی پردازنده‌های ناهمگن
- ۶- یادگیری عمیق و شتابدهی سخت افزاری شبکه‌های عصبی
- ۷- روش‌های نوین و شتابدهی سخت افزاری یادگیری عمیق و پردازنده‌های تحاری شتابدهنده شبکه‌های عصبی
- ۸- حافظه‌های مدرن و پردازش در حافظه
- ۹- حافظه نهان و مدیریت آن در پردازنده‌های چند هسته‌ای
- ۱۰- همسان سازی حافظه نهان و نمونه‌های صنعتی حافظه نهان و همسان سازی
- ۱۱- مباحث پیشرفته در چند نخه و نمونه‌های صنعتی چند نخه پردازنده‌های مدرن

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تمرینات پژوهش محور (خواندن مقاله و ارائه گزارش، بررسی برخی ویژگی‌های پردازنده‌های مدرن و ارائه گزارش)





- انجام شبیه سازی برای بررسی ویژگی های پردازنده های چند هسته ای
- یک پروژه نهایی. در این پروژه باید یک پیاده سازی یک شتابدهنده برای شبکه های عصبی ساخته و ارزیابی شود

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

۱. مجموعه ای از مقالات اخیر در زمینه های مرتبط به عنوان یکی از مراجع اصلی درس استفاده می شود

2. M. Daneshtalab, Modarressi, Hardware Architectures for Dep Learning, IET Publishers, 2020.
3. Daichi Fujiki, Xiaowei Wang, Arun Subramanian, Reetuparna Das, Synthesis Lectures on Computer Architecture: In-/Near-Memory Computing, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
4. D. J. Sorin, M. D. Hill, D. Wood, Synthesis Lectures on Computer Architecture: A Primer on Memory Consistency and Cache Coherency, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
5. Ali R. Hurson, Hamid Sarbazi-Azad, Dark Silicon and Future On-chip Systems, Elsevier Publishers, 2018.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		محاسبات کوانتومی	
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Computing	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

کامپیوترهای کوانتومی می توانند مسائلی مثل شکستن سیستم های رمز را سریع تر از کامپیوترهای سنتی حل کنند. در این درس، مدل محاسبات کوانتومی و روش های حل مسئله با این مدل بررسی می شوند.

### اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با مبانی فیزیک مدرن و خصوصاً مکانیک کوانتومی؛ آشنایی با مبانی جبر خطی
- ۲- مهارت یافتن در استفاده از نرم افزار QISKIT که از پکیج های Python میباشد
- ۳- آشنایی با پروتکل های ارتباطات کوانتومی
- ۴- شناخت الگوریتم های مهم در محاسبات کوانتومی

### پ) سرفصل ها:

۱. مقدمات: آشنایی با مفاهیم پایه در محاسبات کوانتومی، کاربردهای محاسبات کوانتومی، آینده ی سامانه های کوانتومی و محدودیت فعلی سامانه های کوانتومی
۲. محاسبات برگشت پذیر: گیت های برگشت پذیر، گیت های CNOT ، TOFOLI ، FREDKIN ، MKG و HNG
۳. ریاضیات مکانیک کوانتومی: تعریف ریاضی- کوانتومی اطلاعات، اعداد مرکب، اعداد اول، تبدیل فوریه کوانتومی، ماتریس های پاولی، ضرب تنسورها، نماد دیراک، کت و براکت
۴. محاسبات کوانتومی: مبانی محاسبات کوانتومی، فضای هیلبرت، ادوات کوانتومی، کیوبیت، رجیسترهای کوانتومی، مدارهای کوانتومی، روش های طراحی مدارهای کوانتومی، طراحی خود کار مدارهای کوانتومی، مسأله داچ-جوزا، الگوریتم شور، سنتز مدارهای کوانتومی، طراحی فیزیکی مدارهای کوانتومی
۵. رمزنگاری کوانتومی: رمزنگاری RSA ، الگوریتم های رمزنگاری کوانتومی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۴ تکلیف دستی
- ۴ پروژه کامپیوتری در طول ترم در زمینه های طراحی مدارها و الگوریتم های کوانتومی

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد



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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Michael Nielsen, Isaac Chuang, Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2011.
2. David McMahon, Quantum Computing Explained. John Willy, 2008.
3. Jack Hidary, Quantum Computing: An Applied Approach, Springer, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		اولتراسوند پزشکی	
عنوان درس به انگلیسی:	Medical Ultrasound	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	
		نظری-عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
		مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

هدف از این درس:

۱. مطالعه و یادگیری فیزیک اولتراسوند (فراصوت) است
۲. یادگیری نحوه استفاده از فراصوت در کاربردهای کلینیکی بعنوان یک ابزار دقیق پزشکی است.

### اهداف ویژه:

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

۱. مبانی فیزیک امواج فراصوت را توضیح دهند و نحوه انتشار موج فراصوت در بافت و انواع آن را بیان کنند.
۲. اجزای مختلف مبدل های فراصوتی و انواع الگوهای اشعه را شرح دهند.
۳. پیکربندی انواع تصویربرداری فراصوت را توضیح دهند و تفاوت آن ها را بیان کنند.
۴. مبانی فیزیکی تصویربرداری داپلر و سخت افزار آن را توضیح دهند.

### پ) سر فصل ها:

۱. مقدمه ای بر فراصوت
۲. مبانی امواج و معادلات مرتبط با آن
۳. امپدانس، توان و شدت روشنایی فراصوت
۴. مبدل ها، الگوی پرتو و رزولوشن
۵. تحریک پالسی و رزولوشن محوری
۶. ویژگی های اکوستیکی بافت بیولوژیکی
۷. پیکربندی تصویربرداری تشخیصی
۸. داپلر و دیگر جریان سنج های فراصوتی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ یا ۵ تکلیف از مباحث درس
- یک پروژه کوچک که با عنوان تمرین عملی تعریف شده است و در آن دانشجویان تصاویر اولتراسوند حاصل از فانتوم و داده واقعی را مورد پردازش و تحلیل قرار می دهند.

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد



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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Douglas A. Christensen, Ultrasonic bioinstrumentation, John Wiley & Sons, 1998
2. Peter Fish, Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound, , John Wiley & Sons, 1990
3. W.R. Hedrick, D.L. Hykes, D.E. Starchman, Ultrasound Physics and Instrumentation, Mosby, 1995
4. F.A.Duck, A.C. Baker, H.C. Starritt, Ultrasound in Medicine, IOP Publishing, 1998
5. Susannah J. Patey, James P. Corcoran, Physics of ultrasound, Elsevier, 2023

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		یادگیری ماشین	
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

هدف این درس بررسی قضایا، اصول و الگوریتم های یادگیری ماشین جهت ساختن سیستم طبقه بندی است که از تجارب و داده های گذشته یادگیری داشته باشد. در این درس، مفاهیم مدل های آماری تابع توزیع به صورت پارامتری و ناپارامتری، تصمیم گیری و یادگیری آماری مورد بحث قرار می گیرد. به صورت ویژه تمرکز این درس روی طبقه بندی، انتخاب ویژگی، طبقه بندی های شبکه عصبی و تخمین آماری تابع توزیع می باشد.

### اهداف ویژه:

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

۱. یادگیری مفاهیم اصلی باز شناخت الگو و یادگیری ماشین
۲. طراحی و پیاده سازی روش های طبقه بندی مهم
۳. پیاده سازی الگوریتم ها و قضایای باز شناخت الگو در حوزه های کاری دانشجویان

### پ) سرفصل ها:

۱. معرفی و آشنایی با مفاهیم باز شناخت الگو
۲. باز شناخت آماری الگو
۳. استخراج و ترکیب ویژگی ها
۴. طبقه بندی های خطی
۵. ماشین بردار پشتیبان
۶. شبکه عصبی مصنوعی جهت طبقه بندی
۷. خوشه بندی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا ۷ تکلیف
- ۱ پروژه

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۵۵ درصد



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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. Wiley-Interscience , 2000.
2. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press , 2009.
3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
4. Christopher M. Bishop, Deep Learning: Foundations and Concepts, Springer, 2024
5. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Spronger, 2009

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		پردازش سیگنال های بیولوژیکی	
عنوان درس به انگلیسی:	Biological Signal Processing	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

هدف از این درس:

۱. معرفی مبانی تکنیک های پردازش سیگنال برای آنالیز سیگنال های بیولوژیکی
۲. ارتقای مهارت های ریاضی، علمی و محاسباتی دانشجویان در پردازش سیگنال های بیولوژیکی

### اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. تکنیک های پایه پردازش سیگنال دیجیتال برای استفاده در پردازش سیگنال های بیولوژیکی را می شناسند.
۲. نحوه ثبت و دیجیتالیزه کردن سیگنال های بیولوژیکی با هدف استفاده از آن ها در سیستم های دیجیتال را می دانند.
۳. قادر خواهند بود فیلترهای دیجیتال را طراحی و اعمال نمایند.
۴. مبانی فرآیندهای تصادفی و نحوه اعمال روش های تخمینی برای بهبود سیگنال های بیولوژیکی را می دانند.

### پ) سرفصل ها:

۱. منشأ و مشخصات سیگنال های حیاتی مهم
۲. ثبت و دیجیتالیزه کردن سیگنال
۳. مبانی پردازش سیگنال دیجیتال
۴. مبانی فرآیندهای تصادفی
۵. آنالیز حوزه فرکانس
۶. آنالیز حوزه زمان
۷. آنالیز Cepstral و کاربرد آن
۸. آنالیز سری زمانی-پیش بینی خطی
۹. تخمین طیف
۱۰. فیلترهای تطبیقی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۳ یا ۴ تکلیف از مباحث درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):





۶۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. Arnon Cohen, Biomedical Signal Processing. 1, Time and frequency domains analysis, Boca Raton, Fla: CRC Press, 1994.
2. Metin Akay, Biomedical Signal Processing, Academic Press, 1994.
3. Metin Akay, Nonlinear Biomedical Signal Processing, Wiley-IEEE Press, 2000
4. Charles Lessard, Signal Processing of Random Physiological Signals, Morgan & Claypool Publishers, 2006.
5. Intention-prioritized fuzzy fusion control for BCI-based autonomous vehicles. / Dong, Na; Wu, Zhiqiang; Zhang, Wenqi et al. In: Biomedical Signal Processing and Control, 2024.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		پردازشگرهای سیستمهای نهفته	
عنوان درس به انگلیسی:	Embedded System Processing Elements	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

- ۱- آشنایی با معماری های پردازنده های نهفته
- ۲- آشنایی با روشها و الگوریتمهای اختصاصی سازی پردازنده های نهفته

### اهداف ویژه:

- ۱- درک نیازمندی های نرم افزاری و سخت افزاری پردازنده های نهفته
- ۲- اختصاصی سازی معماری پردازنده با طراحی دستورات و شنابنده های خاص منظوره
- ۳- هم طراحی نرم افزار و سخت افزار در معماری پردازنده های نهفته
- ۴- تکنیکهای کامپایلری برای بهبود برنامه های نهفته

### پ) سرفصل ها:

- ۱- آشنایی با برنامه ها و پردازنده های نهفته
- ۲- آشنایی با معماری پردازنده های نهفته همه منظوره صنعتی
- ۳- آشنایی با تکنیکهای معماری برای بهبود کارایی و مصرف توان پردازنده نهفته
- ۴- آشنایی با روشهای موازی سازی در معماری پردازنده نهفته
- ۵- آشنایی با دستورات اختصاصی و الگوریتمهای طراحی آنها
- ۶- تکنیکهای هم طراحی سخت افزار و نرم افزار در اختصاصی سازی پردازنده
- ۷- آشنایی با ابزارهای طراحی پردازنده های خاص منظوره
- ۸- آشنایی با نقش کامپایلر در بهبود برنامه های نهفته

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه مراجع درس، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه
- ۵ سری تکلیف دستی از مباحث روش طراحی، پایپ لاین، طراحی دستورات اختصاصی، بهبود کد با تکنیکهای کامپایلری
- ۲ تمرین کامپیوتری بر روی برد FPGA
- مطالعه و ارائه بک یا دو مقاله به روز در قالب سمینار درس

### ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):



فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
سمینار	۱۵ درصد
آزمون میان ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

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

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. K. Karuri, R. Leupers, Application Analysis Tools for ASIP Design: Application Profiling and Instruction-set Customization, Springer, 2011.
2. P. Mishra, N. Dutt, Processor Description Languages, Morgan Kauffman Publishers, 2008.
3. J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann Publishers, 2019.
4. Paolo lenne , Rainer Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann Publishers, 2007.
5. J. A. Fisher, P. Faraboschi, C. Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی: پردازش با کارایی بالا		High Performance Computing	
عنوان درس به انگلیسی:			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مربط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/> نیست	مربط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	

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

### هدف کلی:

۱. آشنایی با معماری های موازی نوظهور
۲. آشنایی با بسترهای برنامه نویسی موازی و چالش های برنامه نویسی موازی

### اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:
۱. با معماری های همگن و ناهمگن آشنا شوند،
  ۲. پیچیدگی زمانی الگوریتم های موازی را تحلیل کنند،
  ۳. الگوریتم های موازی را طراحی کنند،
  ۴. با کتابخانه های موازی سازی مختلف آشنا شوند و آن ها را به کار بگیرند.

### پ) سرفصل ها:

۱. آشنایی با بسترهای برنامه نویسی موازی
۲. تحلیل و طراحی الگوریتم های موازی
۳. معماری های موازی نوظهور
  - معماری CSX
  - معماری Tiler
  - معماری Cell Processor
  - معماری GPU
۴. چالش های برنامه نویسی موازی
  - برنامه نویسی SIMD
  - برنامه نویسی چندنخی
  - برنامه نویسی پردازنده های Many-Core
  - کاربردهای واقعی

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در این درس چند تمرین کامپیوتری برای پیاده سازی موازی کاربردهای عملی مختلف به دانشجویان داده می شود.



- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از پردازش با کارایی بالا در شاخه های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

**ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):**

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد  
آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی  
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. Robert Robey and Yuliana Zamora, "Parallel and High Performance Computing", Manning Publications, 2021.
2. Grama, A. Gupta, G.Karypis, and V. Kumar, Introduction to Parallel Computing, Addison Wesley, 2003.
3. Thomas Rauber, Gudula Runger, Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems, Springer, 2010.
4. Jason Sanders, Edward Kandrot, CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming, Addison Wesley, 2011.
5. Matthew Scarpino, Programming the Cell Processor: For Games, Graphics, and Computation, Prentice Hall, 2008.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		تئوری و فناوری ساخت افزاره های نیم رسانا	
عنوان درس به انگلیسی:	Theory and Technology of Device Fabrication	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

هدف این درس ارائه اطلاعات پایه ای از فیزیک افزاره های نیمه هادی و پروسه های ساخت انواع قطعات نیمه هادی مانند اکسیداسیون و یفرهای سیلیکونی و آلایش آنها، و ایجاد توانایی طراحی و ساخت پروسه های پیچیده برای ساخت مدارهای مجتمع الکترونیکی می باشد.

### اهداف ویژه:

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

۱. روشهای ساخت را برای ایجاد پروسه های پیچیده برای ساخت افزاره های کاربردی و مدارهای الکترونیک (برای مثال ساخت ترانزیستور، سلول خورشیدی و ...) با هم ادغام نمایند
۲. افزاره های خاص را در میان انتخاب های متفاوت در دسترس انتخاب نمایند
۳. روشهای ساخت مختلف را با هم مقایسه نمایند
۴. پروسه تکنولوژی ساخت قطعات و مدارهای نانو-میکرو الکترونیک را شرح دهند.

### پ) سرفصل ها:

۱. آشنایی با پروسه ساخت قطعات میکروالکترونیک
۲. تکنولوژی ساخت ترانزیستورهای اثر میدان در بک نگاه
۳. روشهای ساخت و یفرهای سیلیکونی و Epitaxy
۴. اتاق تمیز، تمیز کاری و یفر و پروسه Gettering
۵. لیتوگرافی نوری
۶. اکسیدهای حرارتی
۷. پروسه های گرمادهی
۸. نفوذ
۹. کاشت یونی
۱۰. لایه نشانی بخار شیمیایی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

۶ سری تمرین

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):



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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

**چ) منابع علمی پیشنهادی:**

1. J. Plummer, M. Deal, Griffin , P. Deal, Griffin, Silicon VLSI Technology. Fundamentals, Models and Computer Simulations, Prentice Hall, 2000.
2. Henry Radamson, Lars Thylen, Monolithic Nanoscale Photonics-Electronics Integration in Silicon and Other Group IV Elements, Elsevier, 2014.
3. Dieter. K. Schroder , Semiconductor Material and Device Characterization, John Wiley sons Inc, 1998.
4. A. Hallén, I. Sychugov, H. H. Radamson, A. Azarov, Analytical Methods and Instruments for Micro-andNanomaterials, Springer Nature, 2023.

**ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد

**خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:**

ملاحظه خاصی وجود ندارد



الف: عنوان درس به فارسی:		فناوری ها، مدارها و سیستم های حافظه	
عنوان درس به انگلیسی:	Memory Technologies , Circuits, and Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
		پروژه / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		مرتبط با مأموریت موسسه <input type="checkbox"/>	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

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

### هدف کلی:

در این درس مفاهیم پایه فیزیک حافظه ها، مدارات و سیستم های حافظه های امروزی و نوظهور و همچنین مجتمع سازی آن ها به دانشجویان معرفی می شود. همچنین این درس دانشجویان را با آخرین پیشرفت ها در حافظه ها آشنا خواهد کرد.

### اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند مطالب زیر خواهند آموخت.

۱. پارامترها و مشخصه های سلول های حافظه
۲. حافظه های SRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۳. حافظه های DRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۴. فناوریهای های حافظه های نوظهور

### پ) سر فصل ها:

۱. مفاهیم ابتدایی کارکرد ترانزیستورها
۲. حافظه های مبتنی بر ترانزیستور: مدار و نحوه کار حافظه های SRAM، پایداری در سلول های SRAM، مدار و نحوه کار حافظه های DRAM، ساختار سیستمی حافظه های DRAM، پروتکل های دسترسی به حافظه های DRAM و مفاهیم ابتدایی کنترلر حافظه DRAM
۳. حافظه های Flash: نحوه کارکرد حافظه های NAND Flash، نحوه کارکرد حافظه های NOR Flash، حافظه های چند سطحی
۴. مفاهیم پایه کارکرد مواد با قابلیت تغییر فاز: نحوه کارکرد حافظه های تغییر فاز
۵. نحوه کارکرد حافظه های مقاومتی
۶. خطاهای حافظه و تشخیص و تصحیح خطا

### ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

۱. در قسمت اول هر نوع حافظه ارائه شده در کلاس، مفاهیم مورد نیاز برای فهم کارکرد آن حافظه و مشخصات مربوطه آموزش داده می شود.
۲. در ادامه بحث هر نوع حافظه، روش های مختلف که برای بهبود کارایی این نوع حافظه مورد استفاده قرار می گیرد مورد آموزش و بررسی قرار می گیرد.
۳. با انتخاب موضوع پروژه در مورد یکی از این انواع حافظه، دانشجویان به مطالعه موردی آخرین روش های طراحی یا تجزیه و تحلیل که در مجلات معتبر علمی ارائه شده است و برخی از آنها در دنیای واقعی استفاده می شود قرار می گیرند تا علاوه بر مطالب پایه ای، با فناوری های روز دنیا نیز آشنا شوند.





ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
آزمون ها	۷۰ درصد

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

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. C. Shin, Variation-Aware Advanced CMOS Devices and SRAM, Springer, 2016
2. Jawar Singh, Saraju P. Mohanty, and Dhiraj K. Pradhan, Robust SRAM Designs and Analysis, Springer, 2013.
3. Pavlov, M. Sachdev, CMOS SRAM Circuit Design and Parametric Test in Nano-Scaled Technologies, Springer, 2008.
4. M. K. Qureshi, S. Gurumurthi, B. Rajendran, Phase Change Memory: From Devices to Systems, Morgan & Clypool, 2011.
5. C. Volos and V.-T. Pham, Mem-elements for Neuromorphic Circuits with Artificial Intelligence Applications – Elsevier, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

