

مباحث اساسی در قابلیت اطمینان

قابل استفاده برای دانشجویان رشته‌های

مهندسی صنایع، مهندسی برق و آمار

تالیف : کیوان زمانی

www.ketab.ir

سرشناسه	: زمانی، کیوان، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: مباحث اساسی در قابلیت اطمینان: قابل استفاده برای دانشجویان رشته‌های مهندسی صنایع، مهندسی برق و آمار/تالیف کیوان زمانی.
مشخصات نشر	: تهران: آرنا، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۵ ص.: جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۳۶۷-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۵۹.
موضوع	: اطمینان‌پذیری (مهندسی)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴۱۶۹TA ۱۳م۲/ز
رده بندی دیوب	: ۰۰۴۵۲/۶۲۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۹۶۵۷۰۴



عنوان	: مباحث اساسی در قابلیت اطمینان: قابل استفاده برای دانشجویان رشته‌های مهندسی صنایع، مهندسی برق و آمار
مؤلف	: کیوان زمانی
ناشر	: آرنا
چاپ	: اول ۱۳۹۴
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۳۶۷-۴

پیش گفتار مولف:

در دنیای امروزی، مفاهیم مهندسی و صنعتی نقش بسیار مهمی در رشد و توسعه ی کشورها ایفا می کنند. به عبارت بهتر، ادامه حیات اقتصادی کشورها تابعی از این مفاهیم و گسترش هرچه بیشتر آن هاست. یکی از موضوعات بسیار مهم در این زمینه ها، قابلیت اطمینان است. در واقع مفهوم قابلیت اطمینان، همان طور که از عنوانش پیداست، کمک برای بهبود عملکرد هر سیستم می باشد. این مفهوم در بسیاری جاهای دیگر، از جمله مدیریت، نیز کاربرد دارد.

آنچه که بند بر طی مدت تحصیل و نیز به تجربه، هرچند اندک، خود دریافته ام این است که اکثر رشته های مهندسی در خدمت مهندسی صنایع هستند و مهندسی صنایع نیز در خدمت مدیریت می باشد. بنابراین تمام مفاهیمی که در رشته های مهندسی در دانشگاهها تدریس می شوند به نوعی کمک در جهت بهبود مدیریت سیستم ها است. در اندازه این مفاهیم گسترش یابند، در واقع ابزار مدیریت توسعه می یابد و این در جهت بهبود برنامه ریزی، سازماندهی و کنترل سیستم می باشد که همه آن ها از وظایف یک مدیر کارآمد می باشند.

مفهوم قابلیت اطمینان علاوه بر اینکه به ابزار مستقیم در محیط های مدیریت مطرح است، به طور غیر مستقیم نیز در آن نقش دارد. تعریف های متفاوتی از قابلیت اطمینان ارائه می شود، اما شاید تعریف زیر که در اکثر کتاب های قابلیت اطمینان نیز موجود است، بهترین آن ها باشد:

قابلیت اطمینان عبارت است از احتمال عملکرد صحیح یک سیستم، در مدت زمان مشخص و تحت شرایط کارکردی خاص. بنابراین تعریف، قابلیت اطمینان یک مفهوم کمی است. قابلیت بهبود نیز دارد. در واقع هدف اصلی از مطالعه ی قابلیت اطمینان، علاوه بر کاربردهای دیگر آن، بهبود آن است. همواره مباحث جدیدی در مورد قابلیت اطمینان توسعه می یابد و هدف آن ها یافتن روش هایی برای بالا بردن کیفیت محصولات و قابلیت اطمینان آن هاست. در این کتاب نیز یکی از این روش ها مورد بررسی قرار گرفته است. سؤالی که ممکن است مطرح باشد این است که چه نیازی به نگارش این کتاب وجود داشته است؟

در پاسخ باید بگویم که با توجه به اهمیت بالای مفهوم قابلیت اطمینان، به خصوص در کشور ایران، و نقش بسیار مهم آن در بهبود سیستم‌ها و اوضاع اقتصادی، هر چقدر در مورد این موضوع صحبت شود باز هم کم است. از طرفی کتاب‌هایی که در مورد قابلیت اطمینان در کشور وجود دارند تمام مباحث مربوط به آن را بررسی نکرده‌اند و هر کتاب علاوه بر مباحث مشترک، موضوعات دیگری متفاوت با کتاب‌های دیگر را توضیح می‌دهد. ضمن اینکه بسیاری از این کتاب‌ها از طبیعت دشوار مربوط به مسائل قابلیت اطمینان غافل شده‌اند و بر مباحث قدیمی‌تر از قابلیت اطمینان بسنده کرده‌اند. در حالی که دنیای امروزی نیاز به تجزیه و تحلیل پیچیده مسائل نوین از هر بحث دارد.

در این کتاب از اکثر کتاب‌های قابلیت اطمینان استفاده شده است و همچنین سعی بر آن بوده است که مطالب به صورت متمرکز و طبقه‌بندی شده در چند فصل متوالی و وابسته به هم عنوان شود. ضمن اینکه در هر فصل مثال‌های زیادی فراهم شده است که دانشجویان را با مسائل موجود در کتاب بیشتر آشنا می‌کند. سعی شده است مباحث به جای پایان هر فصل، در درون متن کتاب و مبحث مرتبط آورده شود تا علاوه بر یادگیری مباحث، در پایان جا دانشجویان خود را مورد آزمون قرار دهند و مباحث بهتر در ذهن آنها تثبیت شود. علاوه بر این موضوعات، به مثالی در قابلیت اطمینان وجود دارند که با روش‌های دقیق مانند برنامه ریزی پویا قابل حل نیستند. به همین دلیل است که تأکید این کتاب بر مباحث نوین قابلیت اطمینان است، روش‌های فرایندکاری را که بنده در نتیجه کارم از کتاب‌های قابلیت اطمینان ندیده‌ام، در این کتاب بررسی کرده و یکی از مسائل دنیای واقعی را نیز با آن حل کرده‌ام.

با توجه به اینکه جداول آماری مربوط به توزیع‌های Z ، t ، χ^2 در اکثر کتاب‌های آماری وجود دارند، در این کتاب آن‌ها را ارائه نکرده‌ام.

کتاب در ۷ فصل نوشته شده است که فصل هفتم آن به صورت پیوسته می‌باشد:

در فصل ۱، مفاهیم اساسی در قابلیت اطمینان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در فصل ۲، همه توزیع‌های آماری که در قابلیت اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرند به همراه کاربردهای آن بررسی شده‌اند. در فصل ۳، به کاربردهای قابلیت اطمینان در سیستم‌های ساده و پیچیده و نحوه‌ی ساده‌سازی و حل مسائل مربوط به این سیستم‌ها پرداخته شده است. فصل ۴، به کاربرد برنامه ریزی پویا در حل مسائل قابلیت اطمینان اختصاص یافته است. در فصل ۵، بعد از توضیحاتی در مورد مارکوف، کاربرد آن در حل مسائل

قابلیت اطمینان بررسی شده است. در فصل ۶، به بررسی الگوریتمهای فراابتکاری و به خصوص الگوریتم ژنتیک در حل مسائل دشوار قابلیت اطمینان پرداخته شده است و در نهایت در پیوست کتاب یا فصل ۷، یکی از مسائل اساسی قابلیت اطمینان با عنوان مسأله RAP را توضیح داده و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک آن را حل کرده ایم.

با توجه به این که این اولین چاپ این کتاب است، قطعاً اشکالاتی در کتاب وجود خواهد داشت که امیدوارم عزیزانی که این کتاب را مطالعه می نمایند، بنده را از این اشکالات آگاه سازند تا در آینده با برطرف ساختن آن ها کتاب کامل تری در اختیار عزیزان ارائه گردد. در پایان با توجه به اهمیتی که قابلیت اطمینان دارد و آن را در پیشرفت اصلی کتاب بیان نموده ام، امیدوارم کمک هرچند اندکی در یادگیری مباحث مربوط به آن را داشته و هر خواننده این کتاب بتواند با بهره گیری از آن، به سیستم صنعتی کشور خدمتی ارائه نماید. باشد که شاهد شکوفایی صنعت و اقتصاد کشور باشیم.

کیوان زمانی

تابستان ۱۳۹۴

پیش گفتار:

در بسیاری از کسب و کارها برنامه ریزی تولید و ارائه محصول و یا خدمات به مشتری به دلیل پایین بودن قابلیت اطمینان در تجهیزات و دارایی های فیزیکی، ریسک آفرین و بحران زا تلقی میشود. علاوه بر برنامه ریزی تولید و سیستم های پیشرفته ی زیرمجموعه آن، مانند JIT (تولید بهنگام)، مباحثی مانند رضایت مشتری، ایمنی، زنجیره تأمین و انبار نیز تحت تأثیر وضعیت قابلیت اطمینان در سازمان قرار دارند. فرآیند بهبود قابلیت اطمینان، ابزاری را برای بهبود سیستماتیک قابلیت اطمینان در سراسر چرخه عمر تجهیزات فراهم می سازد. این فرآیند، چرخه ای تکرارشونده شامل تنظیم اهداف، ارزیابی، مقایسه و بهبود است که بسوی بهبود مستمر قابلیت اطمینان هدایت می شود.

دستیابی به علل ریشه ای یک مشکل و جلوگیری از تکرار مجدد آن یا سایر مسایل مشابه، تنها در قالب یک فرایند سیستماتیک میسر است که قابل آموزش و کنترل نیز باشد. پیشرفت دانش و تکنولوژی، اکثر فرایندها و تجهیزات صنعتی را نسبت به گذشته پیچیده تر کرده است که این مسئله شناخت پارامترها و دلایل واقعی موثر را محو نمیکرد، عوامل خرابی و یا عوامل وقوع حوادث ناگوار و نامطلوب در صنایع را تبدیل به امری دشوار می نماید. وقوع حوادث غیر مترقبه ای مانند آن چه ناشی از خرابی های تصادفی و غیر تصادفی و یا اشتباهات فاعل است، پیامدهای ایمنی و عملیاتی جدی ای را برای مجموعه های صنعتی به همراه دارد. جلوگیری از تکرار چنین حوادثی و افزایش قابلیت اطمینان از چالش های مهم پیش روی صنایع امروزی است. با توجه به عوامل متعدد و گوناگون، ماهیت پیچیده و ظرافت های خاص موجود در فرآیندکاری صنایع، چاره جویی برای جلوگیری از تکرار بسیاری از حوادث ناخوشایند، نیازمند انجام بررسی ای دقیق، فنی و کارشناسی، با بهره گیری از روشی استاندارد و تکرار و تخصصی در این خصوص است. یکی از روش های استاندارد و معتبر در این زمینه، بهره گیری از آنالیز علل ریشه ای است.

امروزه روش های آنالیز علل ریشه ای تبدیل به جزئی جدانشدنی از مدیریت در صنایع گوناگونی چون صنایع هوا و فضا، هسته ای، نفت و گاز، تاسیسات، برق و مخابرات، صنایع معدنی و غیره شده و تصور کارکرد صنایع پیشرو بدون بهره گیری از تکنیک های قابلیت اطمینان ممکن نیست. سیستم های مبتنی بر قابلیت اطمینان در کشورهای صنعتی به طور گسترده در صنایع گوناگون، بهره مندی از صنایع حساس و مهم نظیر صنایع نظامی، انرژی، خودروسازی، حمل و نقل و... استقرار یافته است. علت این امر می توان ملموس بودن نتایج استفاده از این مبحث برای مدیران و کارشناسان و همچنین افزایش بهره وری دانست.

مدیران ارشد شرکت های تولیدی پیشرو و برتر جهان، بر این نکته تاکید دارند که برای رقیب بودن، باید بتوان محصولات با کیفیت برتر را به قیمت ارزانتر عرضه کرد و لازمه ی این کار استقرار سیستم های کیفیت و نیز بهره برداری بهینه از فناوری، تجهیزات و ماشین آلات است.

تغییر محوریت تولید از انسان به ماشین، پیشرفت روزافزون اتوماسیون، وابستگی به تجهیزات برای تحقق اهدافی نظیر کیفیت، هزینه، ایمنی، و روحیه و انگیزه ی کارکنان، و نیز ثبات در سهم بازار رقابتی، همه این عوامل شدیداً تحت تاثیر تحولات در ماشین آلات و تجهیزات هستند. قابلیت اطمینان، توانمندی تجهیز یا محصول برای کارایی و تامین انتظاراتی است که برای آن شناسایی شده است. یکی از ابعاد مهم کیفیت، قابلیت اطمینان بوده و از موضوعات کلیدی ویژگی محصول و فرآیند طراحی تجهیزات و مدیریت نگهداری و تعمیرات آنها، در مرحله ی تولید می باشد. تولیدکنندگان خودروهای ژاپنی، در دهه های ۱۹۷۰ به بعد، سهم عمده ای از بازار خودرو را به دلیل قابلیت اطمینان بالا، نصیب خود کرده اند.

تجهیزات پیچیده ای امروز در تولید انرژی هسته ای، سیستم های حمل و نقل ریلی، هوایی، و دریایی، هوا و فضا، ارتباطات و نیز در پزشکی مورد نیاز است که به قابلیت اطمینان در حد بسیار بالایی هم نیاز دارند. در ژاپن حتی یک بار هم قطعی برق رخ نداده و یا سبب اختلال در انجام امور نشده است. چون وضعیت در ژاپن با ایران متفاوت است. ایران با رشد ۱۰ درصدی مصرف برق مواجه است، ولی ژاپن دوره ی صنعتی را پشت سر گذاشته و درصد مصرف برق اگر منفی نباشد در حد دهم درصد است و در نتیجه الگوی مدیریتی ژاپنی برای نگهداری و تعمیرات بهره ور، نمی تواند مناسب ایران باشد.

الگوی چرخه ی عمر محصور نشدن می دهی که در کشورهای در حال توسعه، عمر مفید تجهیزات و ماشین آلات در مقایسه با کشورهای توسعه یافته به مراتب کمتر است و در کشورهای در حال توسعه، تجهیزات در حد ۷۰ درصد اثربخشی دارند که این عدد در کشورهای توسعه یافته ۹۶ درصد است.

اگر ارقام عدم قابلیت اطمینان و کاهش ماندگاری به علت عدم تحقق اثربخشی ۹۶ درصدی ماشین آلات و تجهیزات را برای صنعت برق در کشور ایران محاسبه کنند، چه عددی حاصل می شود؟ با استدلال فوق راهبرد قابلیت اطمینان، مستقل از دوره های صنعتی شدن است و بالاخص در کشورهای در حال توسعه برای بهره وری خوب است که اجباری باشد.

در دهه اخیر، موضوع قابلیت اطمینان در مراکز صنعتی و دانشگاهی کشور به صورت کاربردی مطرح شده است. آنچه در این مدت مشخص شده، لزوم فرهنگ سازی و آشنایی نمودن کارشناسان با مبحث قابلیت اطمینان به عنوان کاربران اصلی آن است.

پژوهشگاه هوافضا یکی از پیشگامان حوزه مهندسی قابلیت اطمینان در کشور است که از سال ۱۳۸۷ در این حوزه به صورت فعال حضور داشته و ضمن برگزاری مستقل دو کنفرانس مهندسی قابلیت اطمینان در کشور، در برگزاری سومین کنفرانس مهندسی قابلیت اطمینان با دانشگاه صنعتی امیرکبیر مشارکت داشته است. با توجه به نیاز روز افزون و لزوم ایجاد مرکزی برای جذب نخبگان و ارائه خدمات فنی و مهندسی به مراکز علمی و صنعتی کشور، این پژوهشگاه اقدام به تاسیس مرکز تحقیقات قابلیت اطمینان نموده است تا محلی برای مشارکت در راستای تولید علم و دانش قابلیت اطمینان و کاربرد آن در صنایع مختلف باشد.

اصطلاح Reliability در فرهنگ های علمی آمار در ایران، "قابلیت اطمینان" یا قابلیت اعتماد معرفی شده است، ولی در رشته های مهندسی و مدیریت و نیز در علوم انسانی، اصطلاح "پایایی" بیشتر رایج است.

دوره دانشگاهی قابلیت اطمینان در ایران:

۱. تعریف رشته:

دوره کارشناسی ارشد « مهندسی قابلیت اطمینان سامانه های مکانیکی » به عنوان دوره ای تخصصی از دوره های دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر، بر اساس مطالعه برنامه دانشگاه های طراز اول جهان و نیازهای تخصصی صنایع میهن عزیز تدوین یافته و مجموعه ای است از دروس نظری پیشرفته که به منظور تربیت نیروهای متخصص برای مراکز صنعتی، تحقیقاتی و آموزشی برنامه ریزی شده است. در این دوره؛ تحلیل ها، محاسبات و مدلسازی ها به منظور واقع نگری پارامترها و متغیر های مهندسی در انطباق با ماهیت و واقعیات اجرایی و قابل حصول، بر اساس تغییرات اتفاقی آنها در بازه های تلرانسی قابل کنترل صورت می گیرد.

۲. هدف رشته:

از کار افتادن محصول ها و سامانه ها، موجب وقوع اختلال در سطوح مختلفی می شود و به سبب آن حتی ممکن است موجبات تهدیدی خطرناک برای جامعه و محیط زیست شکل گیرد. بررسی ایمنی سیستم های مهندسی پیچیده، ارزیابی احتمال عملکرد موفق و پیش بینی دوام آن ها امری ضروری و حیاتی و مستلزم استفاده از روش های علمی است.

هدف اساسی دوره مهندسی قابلیت اطمینان سامانه های مکانیکی، تربیت نیروهای متخصصی است که با تواناییهای علمی و فنی بسیار و کاست استانداردهای بین المللی قادر به انجام هر چه مطلوب تر وظایف حرفه ای مهندسی خود بوده و بتوانند پاسخگوی نیاز مراکز تحقیقاتی و صنعتی کشور در حوزه قابلیت اطمینان و موضوعات مربوط به آن باشند. بدین دلیل، کارشناسی ارشد معطوف به تأمین نیروی انسانی متخصص فنی کشور در این زمینه است. سایر متخصصین خارجی که امروزه بنام های مختلف بطور مستقیم و غیر مستقیم بعنوان ناظر و مشاور از جانب شرک های متعدد در صنایع کشور مشغول به کارند، را کاسته تا از منظر راهبردی در ابعاد کلان بتوان به جایگاه بهتری دست یافت.

۳. ضرورت و اهمیت رشته:

قابلیت اطمینان یک مشخصه ی ذاتی هر محصول یا سامانه است. در جهان امروز به عنوان یکی از کمیت های سنجش پذیر طراحی، ساخت و بهره برداری می باشد که در طراحی و تولید های مربوطه همواره باید به عنوان یک معیار مهم مورد توجه و کنترل قرار گیرد. مهندسی قابلیت اطمینان در دو دهه اخیر در کشورهای متمدنی، توسعه قابل توجهی یافته است، به نحوی که صنایع حساس مانند هوافضا، تولید انرژی، نفت و پتروشیمی با استفاده از این معیار است که قادر به طراحی سامانه ها و ارزیابی اجراپذیری و موفقیت عملکردهای انتظاری و تحلیل حالت های شکست و اثرات آنها می باشند و البته این امر، به سرعت در حال گسترش به صنایع خودرو سازی و صنایع دیگر نیز می باشد. اگرچه در ایران تا به حال به اندازه لازم به این موضوع پرداخته نشده است، ولی حسب ضرورت های تخصصی در انجام پروژه های بزرگ ملی در زمینه های

دفاعی، فضائی و انرژی هسته ای، نیاز به تربیت نیروهای متخصص و کارآمد در زمینه مهندسی قابلیت اطمینان اجتناب ناپذیر است. لذا اهمیت بحث از نظر ایمنی، اقتصادی و کیفیت زندگی جامعه، کاملاً روشن می باشد و بدیهی است که فراگیری و بکار گرفتن صحیح علوم و فنون و تخصصهای فنی که بتوانند به نحو کامل و شایسته ای هر یک از این مجموعه ها را تکمیل و به لحاظ بهره وری کارا نماید حائز اهمیت است. با توجه به دستاوردها و پیشرفتهای میهن عزیز در زمینه های مختلف طراحی، ساخت و کنترل کیفیت، در مراکز صنعتی چون صنایع نفت و گاز، صنایع شیمیایی، پتروشیمی، نیروگاههای آبی و حرارتی، اسکلهای فلزی، خودرو سازی، کشتی سازی، هواپیماسازی، تجهیزات صنعتی و ماشین سازی و صنایع دفاعی و ... در سالهای اخیر، اهمیت توجه به مسائل، به لحاظ اطمینان پذیری، ایمنی و به ویژه از نظر اقتصادی شفاف تر شده است. در این زمینه ها، فراگیری و بکار گرفتن صحیح علوم، فنون و تخصصهای مکمل، که بتوانند به نحو شایسته ای هر کدام از این مجموعه ها را تکمیل نمایند، حائز اهمیت می باشد. از این رو توانایی تخصصی ارزیابی قابلیت اطمینان به عنوان معیار کلیدی توسعه مهندسی جایگاهی ویژه یافته است.

کاربردها و منافع مهندسی قابلیت اطمینان:

کاربردهای مهم مهندسی قابلیت اطمینان و منافع آن را به اختصار و به شرح زیر می توان برشمرد:

الف - نهادهای سازی مهندسی قابلیت اطمینان و برنامه های تضمین رضایتمندی از محصولات و خدمات در هر مکان و هر زمان در حوزه تحقیق، توسعه، تولید، ساخت، کنترل مرغوبیت، بازرسی، آزمایشهای استاندارد، بسته بندی، حمل و نقل، نصب، راه اندازی، بهره برداری، خدمات میدانی، پایش عملکرد و اقدامات اصلاحی و در پی آن سازماندهی اقدامات ضروری جهت صحیح کردن فراگیر فعالیتهای در ارتباط با محصول از مرحله شروع و پیدایش تا نقطه پایان.

ب - فراهم آوری داده های لازم در تهیه اطلاعات تغیر آهنگ شکست در طی زمان به منظور پیش بینی و کنترل مواردی مانند:

- طول عمر بهینه محصولات.
- مدت بهینه گارانتی و تحلیل هزینه ها.
- زمان بندی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و الزامات تامین بدکی
- انواع شکست اجزا، قطعات، محصولات و سامانه ها و ارائه برنامه تحقق توسعه و طراحی جهت کمینه سازی شکستها.
- زمان وقوع انواع شکستهای محتمل تجهیزات و آمادگی برای مقابله با آنها.
- تاثیر سن، مدت ماموریت و تنشهای ضمن کار بر قابلیت اطمینان.
- نواحی ضعیف هر طرح که بازنگری آنها از منظر قابلیت اطمینان موجب بیشترین نسبت منافع بر هزینه می شود.
- مبنای مقایسه و انتخاب بهترین طرح از میان طرحهای مختلف از منظر اطمینان پذیری.
- برآورد سطح الزامی مزاد بر نیاز در تحقق اطمینان پذیری هدفگذاری شده.
- تعیین ضعفهای بحران ساز

همچنین تحلیل وضعیتهای شکست اجزا و مطالعه عواقب شکستها از دیدگاه های مختلف مانند:

- از کار افتاد تجهیزات.
- تاثیر پذیری از شکست تجهیزات مجاور.
- توقف تولید و زیانهای ناشی از آن.
- مخاطرات جانی.
- آسیب های وارده به محیط زیست و اکولوژی.
- زیانهای ناشی از ناامیدی.
- از دست رفتن منابع مقید در بهبود کیفیت زندگی.
- از دست رفتن شهرت و خوش نامی در رقابتهای اقتصادی.
- تعیین جهت و درجه، اثر بخشی اصلاحات برای بهبود عمر و دوام تجهیزات.
- کشف و تمرکز بر تحقیقاتی که ثمرات بیشتری مترتب بر هزینه ها دارا می باشد.
- تامین راهکارهای بهبود فرایندها و روشهای ساخت و تولید.
- ارائه راه نمود در تامین راهکار برای بهبود فعالیتهای کنترل کیفیت.
- ارائه راه نمود در تحلیل های مهندسی ارزش.
- ارائه راه نمود در بهبود فعالیتهای مهندسی فاکتورهای انسانی.
- توسعه فرهنگ ایمنی.
- تخصیص علمی قابلیت اطمینان به اجزا در قابلیت های هدفگذاری شده سامانه ها.
- موازنه قابلیت اطمینان، قابل نگهداری، دسترسی پذیری، در برابر هزینه، وزن، حجم، کاربردپذیری، خدمت و ایمنی.
- فراهم سازی منحنیهای رشد قابلیت اطمینان رای برنامه های بهبود طرح در بخشهای تحقیق، توسعه، طراحی، ساخت و کنترل کیفیت.
- برنامه ریزی بهینه برای ارزیابی و صحت گذاری قابلیت اطمینان محصولات.
- تعیین بزرگی و یا حجم نمونه برداری یا روشهای علمی.
- تعیین معیارهای تاثیر و ترمبختی محصولات و سامانه ها.
- امکان پذیری ارزیابی معیارهای ایمنی محصولات و سامانه ها.
- تامین عملی قابلیت اطمینان از طریق تهیه دفترچه های راهنما جهت تسهیل بهره برداری و نگهداری و تعمیرات.
- کاهش هزینه های واراتی و یا افزایش پوشش زمانی آن بدون افزایش هزینه ها.
- کاهش هزینه های انبارداری از طریق پیش بینی صحیح سطح نیاز به قطعات یدکی.
- تامین راه نمود و راهنمایی برای ارزیابی قابلیت اطمینان محصولات تامین کنندگان (تولید کنندگان)
- ارتقای فروش براساس شاخصهای قابلیت اطمینان از منظر سازمان فروش و بازاریابی.
- افزایش سود و منافع در تعاملات متقابل.

۴. نقش و توانایی دانش آموختگان:

فارغ التحصیلان این رشته قادر به پاسخگویی به نیاز صنایع عمومی و تخصصی کشور بویژه در شاخه‌های زیر می‌باشد:

۱. صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
۲. صنایع هوایی و فضایی
۳. صنایع خودروسازی و ریلی
۴. صنایع کشتی سازی
۵. صنایع دفاعی

۶. صنایع ساخت و بهره برداری از نیروگاههای آبی و حرارتی

توانمندی دانش آموختگان دوره کارشناسی ارشد مهندسی قابلیت اطمینان، سامانه های مکانیکی را با عطف نظر به مضامین آموزشی آن در گام نخست در حوزه طراحی جامدات و در موارد زیر می‌توان به اختصار نام برد:

۱. ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک شکست سامانه های مهندسی.
۲. تحلیل و صرفی اجزا و سامانه های مکانیکی
۳. طراحی آزمایشهای سنج دوام ALT و تحلیل پایداری بر مبنای استانداردهای بین المللی و تعیین کیفیت.
۴. تجسس و بررسی علل شکست اجزا و سامانه های مکانیکی و ارائه روشهای مناسب برای جلوگیری از آنها.
۵. تحلیل ضربه پذیری برای حفاظت و ایمنی.
۶. تحلیل ترانس های ابعادی و هندسی بر اساس استانداردهای جدید در طراحی و ساخت.
۷. آشنایی با آزمایش های غیر مخرب و طراحی سامانه های پایش وضعیت در تداوم بخشی سلامت فرایندهای صنعتی.
۸. بهینه سازی قابلیت اطمینان طرح های صنعتی در حوزه های مکانیک.
۹. فراهم سازی زمینه تحقیق و نوآوری در مواد مصرفی و آزمایشهای کیفیت.
۱۰. ارزیابی قابلیت اطمینان و دسترس پذیری در فرایندهای پیشرفته متکی بر اتوماسیون صنعتی

فهرست

۲۳	۱-۱- اهمیت قابلیت اطمینان:
۲۳	۲-۱- تقسیم‌بندی سیستم‌ها براساس هدف ساخت:
۲۴	۲-۲- تقسیم‌بندی سیستم‌های ویژه مأموریت:
۲۵	۳-۱- سیستم‌های با کار مداوم:
۲۵	۴-۱- علل استفاده از شاخص‌های قابلیت اطمینان:
۲۶	۵-۱- شاخص‌های قابلیت اطمینان:
۲۶	۶-۱- ارزیابی کمی و کیفی:
۲۷	۱-۶-۱- انتخاب روش‌های اصلی ارزیابی‌های کمی قابلیت اطمینان:
۲۷	۱-۶-۲- کاربردهای ارزیابی کمی:
۲۷	مزایای ارزیابی عملکرد گذشته:
۲۷	مزایای پیش‌بینی عملکرد:
۲۷	۷-۱- تعریف قابلیت اطمینان:
۲۹	۸-۱- فرمول‌های اساسی قابلیت اطمینان:
۳۶	۹-۱- نرخ خرابی:
۳۷	۱۱-۱- رابطه بین نرخ خرابی و قابلیت اطمینان:
۳۸	۱۲-۱- میانگین زمان خرابی:
۳۹	۱۳-۱- میانگین مدت زمان بین دو خرابی:
۳۹	۱۴-۱- واریانس:
۴۰	۱۵-۱- نرخ خرابی تجمعی:
۴۱	۱۶-۱- میانگین نرخ خرابی:
۴۲	۱۷-۱- قابلیت اطمینان شرطی:
۴۳	۱۸-۱- میانگین طول عمر باقیمانده:
۴۹	۱۹-۱- الگوی چرخه عمر و خرابی تجهیز:
۵۲	۲۰-۱- انواع توابع نرخ شکست:
۵۲	۲۱-۱- روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان:
۵۲	۱- روش‌های تحلیلی:
۵۲	۲- روش مبتنی بر شبیه‌سازی:
۵۳	۲۲-۱- روش‌های بهبود قابلیت اطمینان:
۵۳	۱. افزایش کیفیت اجزا و ساخت (Quality)
۵۳	۲. افزایش کاربرد مازاد (Redundancy)
۵۳	۱-۲۲-۱- انواع Redundancy:

- ۲۲-۱- بررسی اقتصادی قابلیت اطمینان: ۵۳
- ۲-۱- مقدمه: ۵۶
- ۲-۲- توزیع برنولی: ۵۶
- ۲-۳- توزیع دوجمله‌ای: ۵۸
- ۲-۳-۱- خواص مهم توزیع دوجمله‌ای: ۵۸
- ۲-۴- توزیع فوق هندسی: ۶۰
- ۲-۴-۱- تقریب توزیع فوق هندسی به وسیله توزیع دو جمله‌ای: ۶۱
- ۲-۵- توزیع پواسون: ۶۲
- ۲-۵-۱- تقریب توزیع دوجمله‌ای به وسیله توزیع پواسون: ۶۳
- ۲-۶- توزیع یکتخت پیوسته: ۶۴
- ۲-۷- توزیع نرمال: ۶۵
- ۲-۷-۱- ویژگی‌های هندسی توزیع چگالی نرمال: ۶۶
- ۲-۷-۲- توزیع نرمال استاندارد: ۶۶
- ۲-۷-۳- طرز محاسبه احتمال در توزیع نرمال: ۶۷
- ۲-۸- توزیع لگ (log) نرمال (نرمال لگاریتمی): ۶۸
- ۲-۹- توزیع نیم نرمال: ۷۱
- ۲-۹-۱- تقریب توزیع پواسون به وسیله توزیع نرمال: ۷۲
- ۲-۹-۲- تقریب توزیع دوجمله‌ای به وسیله توزیع نرمال: ۷۲
- ۲-۱۰- توزیع نمایی منفی (مدلی برای قانون خرابی)، دوجمله‌ای منفی و هندسی: ۷۳
- ۲-۱۰-۱- توزیع دوجمله‌ای منفی و هندسی: ۷۳
- ۲-۱۰-۲- توزیع نمایی: ۷۵
- ۲-۱۰-۳- خاصیت بی حافظگی: ۷۶
- ۲-۱۰-۴- رابطه بین توزیع نمایی و توزیع پواسون: ۷۶
- ۲-۱۱- توزیع لاپلاس (دو نمایی): ۷۹
- ۲-۱۲- توزیع گاما: ۸۰
- ۲-۱۲-۱- مطالب دیگری در مورد تابع گاما: ۸۳
- ۲-۱۲-۲- توزیع خی-دو: ۸۸
- ۲-۱۲-۳- رابطه ارلانگ-پواسون: ۹۰
- ۲-۱۳- توزیع استیودنت: ۹۳
- ۲-۱۴- توزیع کوشی: ۹۴
- ۲-۱۵- توزیع F (فیشر): ۹۴
- ۲-۱۶- توزیع بتا: ۹۵
- ۲-۱۷- توزیع وایبل: ۹۷

۱-۳- مقدمه	۱۰۴
۲-۳- تقسیم‌بندی سیستم‌های ساده	۱۰۴
۳-۳- سیستم سری:	۱۰۴
۴-۳- سیستم موازی:	۱۰۷
۵-۳- سیستم سری- موازی:	۱۱۱
۶-۳- سیستم‌های k از n :	۱۱۳
۷-۳- سیستم‌های با دو خرابی متوالی از n جزء:	۱۱۴
۸-۳- حالت خرابی مشترک:	۱۱۴
۹-۳- سیستم‌های دارای عضو مازاد	۱۱۵
۱-۹-۳- انواع سیستم‌های دارای عضو مازاد	۱۱۵
۲-۹-۳- سیستم‌های با عضو مازاد آماده به کار	۱۱۶
کلید زنی بدن نقص:	۱۱۶
احتمال نقص کلید در زمان برداری:	۱۱۸
۱۰-۳- سیستم‌های مختار	۱۱۹
۱-۱۰-۳- روش احتمال شش می (شطری کردن عنصر کلیدی سیستم یا روش تجزیه):	۱۲۰
۲-۱۰-۳- روش مجموعه قطعات کات:	۱۲۰
تعریف مجموعه قطع:	۱۲۱
۳-۱۰-۳- روش مجموعه اتصال:	۱۲۴
تعریف مسیر:	۱۲۵
تعریف مینیمم مسیر:	۱۲۶
۴-۱۰-۳- تابع ساختار (نشانگر):	۱۲۶
محاسبه قابلیت اطمینان مسیرها و قطع کننده‌های مینیمال:	۱۲۹
۵-۱۰-۳- قابلیت اطمینان سیستم با واحدهای وابسته:	۱۲۹
۶-۱۰-۳- روش درخت رویدادها یا نمودار درختی:	۱۳۱
دو روش برای رسم نمودار درختی:	۱۳۱
۱-۶-۱۰-۳- درخت رویدادها برای سیستم‌های دارای عضوهای آماده به کار یا دارای توالی منطقی:	۱۳۲
۷-۱۰-۳- درخت کاهش یافته:	۱۳۳
۸-۱۰-۳- روش شمارش:	۱۳۳
۱۱-۳- بهینه سازی در قابلیت اطمینان:	۱۳۳
۱-۱۱-۳- مدل پایه RAP :	۱۳۴
تعریف مسأله:	۱۳۴
پارامترها:	۱۳۴
مدلسازی مسأله:	۱۳۵

۱۳۶	الگوریتم حل:
۱۳۹	نکات تکمیلی:
۱۳۹	۳-۱۱-۲- مسأله ی DFR :
۱۳۹	تعریف مسأله:
۱۴۱	الگوریتم حل (λ oriented):
۱۴۴	۴-۱- مقدمه:
۱۴۴	اصل بهینگی:
۱۴۵	زیرسازه بهینه:
۱۴۶	۴-۲- مشخص های مسأله برنامه ریزی پویا:
۱۴۹	فرآیند حل مسائل برنامه ریزی پویا:
۱۵۳	مثال هایی از قابلیت اطمینان و حل آن با برنامه ریزی پویا:
۱۶۲	۵-۱- مقدمه:
۱۶۳	۵-۲- تعریف فرآیند زنجیره مارکوف:
۱۶۴	۵-۳- انواع فرآیندهای مارکوف:
۱۶۴	۵-۴- زنجیره های مارکوف همبسته یا یک واکت در زمان:
۱۶۴	ویژگی های ماتریس انتقال:
۱۶۵	۵-۵- زنجیره مارکوف مرتبه m :
۱۶۶	۵-۶- زنجیره مارکوف افزاینده:
۱۶۷	۵-۷- تقلیل پذیری:
۱۶۹	۵-۸- تناوب:
۱۶۹	۵-۹- بازگشت پذیری:
۱۷۱	۵-۱۰- متوسط زمان بازگشت:
۱۷۱	۵-۱۱- متوسط تعداد بازگشتها:
۱۷۲	۵-۱۲- توضیحاتی در مورد ماتریس انتقال m مرحله ای:
۱۷۲	۵-۱۳- محاسبه احتمال یک مسیر در مارکوف:
۱۷۳	۵-۱۴- محاسبه احتمالات حدی در زنجیره مارکوف:
۱۷۴	حالت های مانا:
۱۷۴	۵-۱۵- زنجیره ارگودیک و زنجیره باقاعده:
۱۷۵	۵-۱۶- متوسط زمان اصابت:
۱۷۵	۵-۱۷- تجزیه و تحلیل توزیع ثابت و محدود کردن توزیع ها:
۱۷۶	۵-۱۸- زنجیره وارون پذیر:
۱۷۷	۵-۱۹- کاربردهای مارکوف:
۱۷۷	۵-۱۹-۱- فیزیک:

۱۷۷	۵-۱۹-۲- علم اطلاعات
۱۷۷	۵-۱۹-۳- نظریه صف
۱۷۷	۵-۱۹-۴- قابلیت اطمینان
۱۸۱	سیستم‌های آماده به کار:
۱۸۲	حالت آماده به کار با در نظر گرفتن Switching
۱۸۵	۶-۱- مقدمه:
۱۸۶	۶-۲- الگوریتم‌های مکاشفه‌ای:
۱۸۷	۶-۳- فرم کلی یک مساله بهینه‌سازی:
۱۸۷	۶-۴- روش‌های حل مسایل بهینه‌سازی:
۱۸۸	۶-۵- مقایسه روش‌های عددی و مکاشفه‌ای:
۱۸۹	۶-۶- روش‌های مکاشفه‌ای:
۱۹۰	۶-۷-۱- مقایسه:
۱۹۱	پدیده‌های مربوط به تردد:
۱۹۳	ساختار DNA:
۱۹۳	ژن:
۱۹۴	ایده مهم:
۱۹۴	۶-۷-۲- طرح اولیه یک الگوریتم تکاملی:
۱۹۴	مراحل الگوریتم تکاملی:
۱۹۵	تکامل در یک الگوریتم تکاملی:
۱۹۵	۶-۷-۳- تاریخچه الگوریتم ژنتیک:
۱۹۵	۶-۷-۴- مراحل الگوریتم ژنتیک:
۱۹۷	۶-۷-۵- بهینه‌سازی:
۱۹۸	۶-۷-۶- انتخاب جمعیت اولیه:
۱۹۹	روش‌های ایجاد جمعیت نسل جدید:
۱۹۹	۱- روش ترکیب، دسته‌بندی و حذف
۱۹۹	تعداد جمعیت اولیه را چگونه تعیین کنیم؟
۲۰۰	نحوه تعیین nc و nm :
۲۰۱	۲- روش سهام از پیش تعیین شده
۲۰۲	۳- روش ترکیب و انتخاب تصادفی
۲۰۳	روش انتخاب تصادفی یکنواخت:
۲۰۴	انتخاب والدین:
۲۰۵	۱- روش‌های انتخاب افراد از جمعیت: (انتخاب والد)
۲۰۵	۲- انتخاب براساس برازندگی (شایستگی):

۲۰۶	تعریف P_i ها:
۲۰۶	روش اول:
۲۰۷	روش دوم:
۲۰۷	روش سوم- روش بولتزمان:
۲۰۹	روش نمونه‌برداری از توزیع احتمالی گسسته فوق:
۲۱۰	انتخاب با چرخ رولت:
۲۱۱	انتخاب رقابتی:
۲۱۱	ژن، کروموزوم، کدگذاری و کدگشایی کروموزومی:
۲۱۳	تعیین تابع برازندگی:
۲۱۴	رتبه‌بندی ساده برازندگی:
۲۱۴	تقاطع:
۲۱۴	تقاطع در مسائل باینری:
۲۱۴	تقاطع تک نقطه‌ای:
۲۱۴	تقاطع چند نقطه‌ای:
۲۱۵	تقاطع یکنواخت:
۲۱۶	جهش:
۲۱۷	(شدت تأثیر جهش) نرخ تأثیر جهش:
۲۱۷	جهش در مسائل باینری:
۲۱۸	جهش در مسائل عدد صحیح:
۲۱۸	جهش در مسائل حقیقی (پیوسته):
۲۱۹	جهش (پیوسته):
۲۲۲	۷-۱-مقدمه:
۲۲۶	۷-۲- تعریف مساله:
۲۲۶	۷-۳- مدل ریاضی:
۲۲۷	نمادگذاری:
۲۲۸	۷-۴- مدل نهایی:
۲۳۱	۷-۵- رویکرد حل مسأله:
۲۳۳	۷-۶- الگوریتم ژنتیک برای مساله:
۲۳۳	۱-کدگذاری جواب (کروموزوم)
۲۳۳	۲-تابع برازندگی
۲۳۳	۳-جمعیت اولیه
۲۳۴	۴-عملگر تقاطع (آمیزش):
۲۳۵	۵-عملگر جهش

- ۶- عملگر جهش $\max - \min$ ۲۳۵
- ۷- انتخاب ۲۳۶
- ۸- شرط توقف ۲۳۶
- ۷-۷- مثال عددی ۲۳۶
- ۷-۸- نتیجه گیری و پیشنهادات ۲۴۳