فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال پانزدهم، شماره ۶۰،زمستان ۱۳۹۲، صص. ۱۷۳-۱۳۵

بررسی زمینه‌های پژوهشی اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک در دانشگاههای برتر ایران و جهان

سید رضا طباطبایی[۱] و امیرحسین سرداری زاده [۲]

چکیده: این مقاله گزارشی در باره زمینه‌های پژوهشی استادان دانشکده مهندسی مکانیک در دانشگاههای برتر ایران و جهان است. به نظر می‌رسد که پژوهشگران با اطلاع از این زمینه‌ها می‌توانند موضوعات پژوهشی خود را با آگاهی بیشتری انتخاب کنند و همچنین، از نتایج پژوهش و عملکرد گروههای پژوهشی موجود در این دانشگاهها نیز استفاده کنند. برای دستیابی به این هدف، بر اساس رده بندی ارائه شده در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) در سال ۱۳۹۰ شمسی، هشت دانشگاه برتر ایران تعیین شده‌اند و بر اساس رده بندی QS هشت دانشگاه برتر جهان در رشته مهندسی مکانیک در سال ۲۰۱۲ میلادی انتخاب شده‌اند. در نهایت، پس از جست‌وجو در سامانه هر دانشگاه و بررسی اطلاعات ۷۵۸ استاد، موضوعات پژوهشی مطرح شده ۵۹۵ عضو هیئت علمی دانشکده‌های مکانیک استخراج، دسته‌بندی و مقایسه شده‌اند. همچنین، گروه مکانیک و زمینه‌های پژوهشی آن به همراه برخی از پژوهشها در چهار دانشگاه برتر ام.آی.تی، استنفورد، کمبریج و برکلی با جزئیات بیشتر بررسی شده است. در نهایت، تحلیل وضعیت پژوهشی دانشگاههای برتر ایران و جهان از نظر نویسندگان مقاله و خط مشی آینده ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: موضوعات پژوهشی مهندسی مکانیک، استادان مهندسی مکانیک، دانشگاههای برتر ایران و جهان.

---

۱. دانشجوی کارشناسی مکانیک، دانشگاه علمی کاربردی مرکز تربیت مربی کرج، ایران. reza_3ir@Yahoo.com

۲. کارشناس ارشد مکانیک، مربی دانشگاه فنی و حرفه‌ای شهید بهشتی کرج، ایران. sardaryzadeh@Yahoo.com

(دریافت مقاله:۱۳۹۲/۲/۲۹)

(پذیرش مقاله: ۳۰/ ۱۳۹۲/۹)

۱. مقدمه

فناوری چهارچوب اجتماعی را تغییر داده و موجب رشد سلامت و رشد اقتصادی شده است. فناوری نتیجه مهندسی است و برای آنکه طرحی را که یک مهندس ارائه می‌کند طرح موفقی باشد؛ یعنی مستقیم یا غیرمستقیم در کیفیت زندگی افراد جامعه بهبود ایجاد کند، باید با توجه به محدودیتهای فنی، اقتصادی، تجاری، سیاسی، اجتماعی و موضوعات اخلاقی عرضه شده باشد[۱].

مدیر گروه مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه ام.آی.تی، اندرو ویتل[1] ، می‌گوید: "مهندسان مستقیماً با مشکلات جامعه رو به رو هستند. به‌عنوان یک مهندس همواره باید در پی شناسایی مشکلاتی باشیم که حل کردن آنها ارزش داشته باشد". مدیر گروه دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه استنفورد، فریدریچ پرینز[2] ، نیز مطلب مشابهی را بیان می‌کند. او می‌گوید: "دانشمندان تلاش می‌کنند که طبیعت را درک کنند، اما ما به‌عنوان مهندس تلاش می‌کنیم که به جامعه خدمت کنیم".

اگر چه همبستگی نزدیکی میان پیشرفت علمی و پیشرفت در زمینه کاربرد علم وجود دارد، اما کم پیش می‌آید که علم مستقیماً به فناوری تبدیل شود. از نظر تاریخی پیشرفتهای فنی در صنعت هواپیما، موتور بخار و موتور احتراق داخلی زمانی پیش از آنکه علم مربوط به آنها برای توضیح عملکردشان توسعه یابد، صورت گرفته‌اند. حقیقت این است که علم پایه به علم کاربردی می‌انجامد و برعکس؛ اما نمی‌توان پیش بینی کرد که کدام یک از مسیرهای پژوهشی به پیشرفت در کاربردهای عملی خواهند انجامید. با این حال، موجه دانستن هر برنامه پژوهشی نیز درست نیست[۲].

از آنجا که در دانشگاههای با رتبه‌های برتر استادان و دانشجویان برجسته‌ای به امر پژوهش اشتغال دارند، با بررسی موضوعات پژوهشی در این دانشگاهها می‌توان جهتگیری علمی نخبگان یک رشته دانشگاهی را مشخص کرد. ارزیابی و سنجش این جهتگیری و مقایسه آن با نیازها علاوه بر اینکه می‌تواند وضعیت فعلی پژوهش را مشخص کند، مسیر آینده را نیز تبیین خواهد کرد و بر این اساس، پژوهشگران با آگاهی بیشتری موضوعات پژوهشی را انتخاب می‌کنند. می‌توان گفت که این مقاله گزارشی از وضعیت و رویکرد پژوهشی استادان دانشکده مهندسی مکانیک در دانشگاه‌های برتر ایران و جهان است.

شایان ذکر است که در سالهای اخیر رتبه‌بندی دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی کشورها در رأس برنامه‌های نظام رتبه‌بندی ملی و بین‌المللی قرار گرفته است. بسیاری از کشورهای جهان نظام ملی رتبه‌بندی خود را تدوین کرده‌اند و هر سال دانشگاهها و مؤسسات تحقیقاتی خود را ارزیابی و

---

1. Andrew Whittle
2. Friedrich Prinz

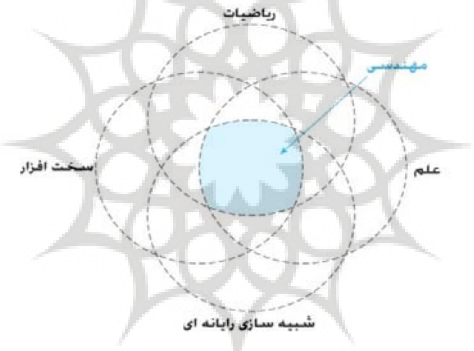
رتبه‌بندی می‌کنند. در برابر نظامهای ملی رتبه‌بندی، نظامهای بین‌المللی رتبه‌بندی قرار دارند که سه نوع از آنها تایمز، شانگهای و QS هستند. نظام رتبه‌بندی دانشگاههای جهان اسلام نیز ایجاد شده است و بر اساس آن که دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی به‌صورت منطقه‌ای رتبه‌بندی می‌شوند[۳].

۲. تعاریف[٤]

۲. ۱. مهندسی

مهندسی یک فعالیت کاربردی است که طی آن با استفاده از ابزارهای ریاضی و علم، اقتصادی‌ترین راه حل برای مشکلات تکنولوژیکی، که جامعه با آن رو به روست، ارائه می‌شود.

همچنین، مهندسی را می‌توان وجه اشتراک فعالیتهای مرتبط با ریاضی، علم، شبیه سازی رایانه‌ای و سخت‌افزار در نظر گرفت(شکل ۱).



شکل ۱: مهندسان مهارتهای خود در ریاضی، علم، رایانه و سخت افزار را ترکیب می‌کنند

۲. ۲. مهندسی مکانیک

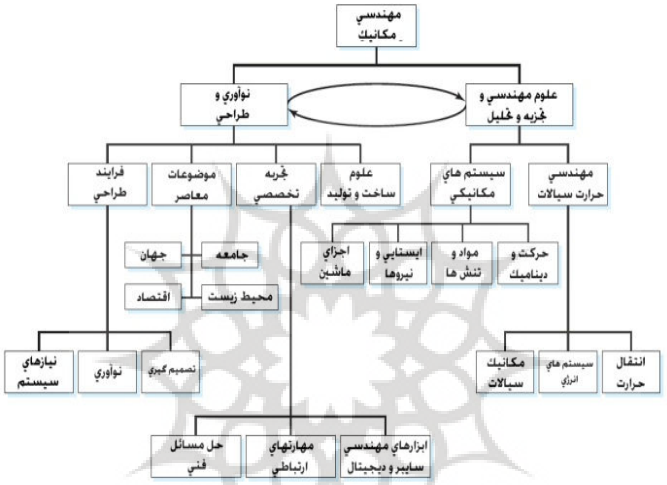
مهندسی مکانیک حرفه‌ای است که در آن با بهره‌برداری از عناصر گوناگون مانند طراحی، مواد، انرژی و ... برای دستیابی به یک هدف معین و حل یک مشکل، ماشین‌آلات و سازه‌هایی ابداع می‌شود.

مهندسی مکانیک همچنین، به‌عنوان حرفه‌ای تعریف شده است که در درباره ماشینهای مولد قدرت و مصرف کننده توان(از میلی وات تا گیگا وات) تحقیق صورت می‌گیرد و سپس، این ماشینها طراحی و ساخته می شوند.

۲. ۲. ۱. موضوعات مهندسی مکانیک

مهندسی مکانیک شامل موضوعات مختلفی است که عموماً در برنامه درسی دانشگاهها گنجانده و به دانشجویان ارائه می‌شوند.

در شکل ۲ نمونه‌ای از موضوعات یک برنامه درسی امروزی در رشته مهندسی مکانیک نشان داده شده است.



شکل۲: سلسله مراتب موضوعات ارائه شده در یک برنامه درسی نمونه برای رشته مهندسی مکانیک

۳. پژوهشهای مکانیک در دانشگاههای برتر ایران

هشت دانشگاه برتر تابع وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در رتبه‌بندی ISC در سال ۱۳۹۰ در جدول ۱ فهرست شده‌اند[۵].

جدول۱: هشت دانشگاه برتر ایران در سال ۱۳۹۰ شمسی

رتبه	امتیاز	دانشگاه	کشور	رتبه کلی در جهان(QS)
۱	۱۰۰	تهران	ایران	بین ۵۵۰ تا ۶۰۰
۲	۷۱/۱۹	صنعتی شریف	ایران	بالای ۶۰۰
۳	۶۱/۹۴	صنعتی امیرکبیر	ایران	-
۴	۵۲/۴۳	تربیت	ایران	-

		مدرس		
۵	۵۱/۳۶	علم و صنعت ایران	ایران	-
۶	۳۸/۲۳	شیراز	ایران	-
۷	۳۵/۱۳	صنعتی اصفهان	ایران	-
۸	۳۰/۹۹	فردوسی مشهد	ایران	-

برای بررسی موضوعات پژوهشی با مراجعه به سامانه هر دانشگاه موضوعاتی که اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک مشخص کرده بودند، استخراج شدند. در طول مدت تحقیق (از ابتدای مهر ماه تا ابتدای بهمن ماه ۱۳۹۱) از بین دانشگاههای مذکور، دسترسی به مشخصات اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تهران و دانشگاه فردوسی مشهد امکان پذیر نشد. همچنین، از بین ۲۷۹ عضو هیئت علمی فعال دانشکده مهندسی مکانیک[مشخص شده در سامانه این ۸ دانشگاه] صرفاً ۱۷۶ نفر موضوعات پژوهشی خود را ذکر کرده بودند. در نهایت، از بین این موضوعات کلید واژه‌هایی که فراوانی بیشتری داشتند، تعیین و در جدول ۲ جمع‌آوری شدند.

جدول۲: دسته بندی موضوعات پژوهشی اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک در هشت دانشگاه برتر ایران

ردیف	دانشگاه	کلید واژه با بیشترین تکرار (مانند ...)	تعداد استادانی که این کلید واژه را ذکر کرده‌اند.
۱	تهران[۶]	-	-
۲	صنعتی شریف [۷]	دینامیک(دینامیک گاز، هیدرودینامیک، دینامیک مولکولی، دینامیک آشوب و...)	۱۸ نفر از ۴۳ نفر
		آنالیز و تجزیه و تحلیل (تحلیل ارتعاش، تجزیه و تحلیل حرکت، آنالیز مودال تجربی، آنالیز نقص و ...)	۱۷ نفر از ۴۳ نفر
		مدلسازی (مدلسازی فازی، مدلسازی دینامیک، مدلسازی انرژی، مدلسازی بیو مکانیک و ...)	۱۵ نفر از ۴۳ نفر
		موارد دیگر: حرارت، مکانیک، طراحی، نانو،	کمتر از ۱۰ نفر(به ترتیب)

		انرژی، جریان، کنترل، ربات، ارتعاش، بیو، سیال، شبیه سازی، میکرو و ..	
۳	صنعتی امیرکبیر [۸]	طراحی(ماشین، سازه، موتور، قالب و ...)، دینامیک(دینامیک آشفته، آرامش دینامیکی و ...)	۱۱ نفر از ۳۵ نفر
		تجزیه و تحلیل و آنالیز(آنالیز نظری و تجربی مودال، تجزیه و تحلیل دینامیکی مواد کامپوزیت و ...)، مواد (مواد کامپوزیت، مواد آکوستیک، مواد هوشمند و...)	۹ نفر از ۳۵ نفر
		مکانیک(مکانیک محاسباتی، مکانیک شکست، مکانیک تجربی، مکانیک مداری، میکرو و ماکرو مکانیک و...)	۸ نفر از ۳۵ نفر
		موارد دیگر: مدلسازی، کنترل، حرارت، ربات، فلز، شکست، میکرو، صفحات و پوسته، المان محدود و ...	کمتر از ۸ نفر(به ترتیب)
۴	تربیت مدرس [۹]	جریان(جریانهای دو فازی، متلاطم و ...)، عددی (روشهای عددی، مدلسازی عددی و ...)	۶ نفر از ۱۶ نفر
		شبیه سازی(شبیه سازی عددی، شبیه سازی فرایندها و...)، طراحی(طراحی ربات، طراحی فرایند، طراحی قالب و ...)	۴ نفر از ۱۶ نفر
		موارد دیگر: انرژی، حرارت، دینامیک، مدلسازی، احتراق، سیالات، سرمایش، مکانیک، ربات، مواد، ارتعاش، کنترل و ...	کمتر از ۴ نفر (به ترتیب)
۵	علم و صنعت ایران [۱۰]	دینامیک(دینامیک ماشین آلات، دینامیک اجسام انعطاف پذیر، دینامیک سازه‌ای، آیرودینامیک و ...)	۱۰ نفر از ۳۶ نفر
		مکانیک(مکانیک شکست، مکانیک محیط پیوسته، بیومکانیک، مکانیک جامدات تجربی و...)	۹ نفر از ۳۶ نفر
		ماشین(توربو ماشین، ارتعاشات ماشین ابزار، طراحی ماشین، عیب یابی ماشینهای دوار و ...)	۸ نفر از ۳۶ نفر
		موارد دیگر: سیال، طراحی، بیو و زیستی، ارتعاش، تحلیل، المان محدود، حرارت،	کمتر از ۸ نفر(به ترتیب)

		انرژی، مواد، توربین، جریان،توربو ماشین و...	
۶	شیراز [۱۱]	دینامیک(دینامیک سیالات محاسباتی، دینامیک و ارتعاشات، آیرودینامیک، دینامیک غیر خطی و آشوب و...)	۴ نفر از ۹ نفر
		سیال(مکانیک سیالات ذرات معلق و...)، پزشکی(تصویربرداری پزشکی و دزی متری پزشکی و بیو پزشکی)	۳ نفر از ۹ نفر
		موارد دیگر: مدل، مکانیک، حرارت، سازه، المان محدود، مواد، دزی متری، نانو، تلاطم و ...	کمتر از ۳ نفر(به ترتیب)
۷	صنعتی اصفهان [۱۲]	دینامیک(دینامیک سیالات محاسباتی، هیدرو آیرودینامیک محاسباتی و تجربی، دینامیک سازه و...)	۱۲ نفر از ۳۷ نفر
		مکانیک(مکانیک سیالات و...)، محاسبه(محاسبه مکانیکی، پلاستیسیته محاسباتی، محاسبات مهندسی و...)	۱۰ نفر از ۳۷ نفر
		ارتعاش(ارتعاشات سازه‌های صفحه‌ای و پوسته‌ای کامپوزیتی، ارتعاشات ماشین آلات دوار و...)	۹ نفر از ۳۷ نفر
		موارد دیگر: طراحی، شکل دهی ورق و فلز، المان محدود، سازه و مواد هوشمند، جریان، حرارت، سیال، سیستم، نانو و ...	کمتر از ۹ نفر(به ترتیب)
۸	فردوسی مشهد[۱۳]	-	-

۴. پژوهشهای مکانیک در دانشگاههای برتر جهان

هشت دانشگاه برتر جهان در رشته مهندسی مکانیک بر حسب رتبه‌بندی QS در سال ۲۰۱۲ در جدول ۳ فهرست شده‌اند[۱۴].

جدول۳: هشت دانشگاه برتر رشته مهندسی مکانیک در سال ۲۰۱۲

رتبه در رشته مهندسی مکانیک(QS)	امتیاز در رشته مهندسی مکانیک(QS)	دانشگاه	کشور	رتبه کلی در جهان(QS)
۱	۹۴	ام.آی.تی	امریکا	۱
۲	۹۱/۸	استنفورد	امریکا	۱۵
۳	۹۱/۷	کمبریج	انگلستان	۲
۴	۸۹	هاروارد	امریکا	۳
۵	۸۸/۸	ملی سنگاپور	سنگاپور	۲۵
۶	۸۷	کالیفرنیا برکلی	امریکا	۲۲
۷	۸۵/۹	امپریال کالج	انگلستان	۶
۸	۸۵/۵	توکیو	ژاپن	۳۰

در این بخش نیز برای بررسی موضوعات پژوهشی با مراجعه به سایت هر دانشگاه موضوعاتی که اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک مشخص کرده بودند، استخراج شدند. در طول مدت تحقیق(از ابتدای مهر ماه تا ابتدای بهمن ماه ۱۳۹۱) از بین دانشگاههای مذکور، دسترسی به مشخصات اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه توکیو امکان پذیر نشد. همچنین، از بین ۴۷۹ عضو هیئت علمی فعال دانشکده مهندسی مکانیک [مشخص شده در سایت این ۸ دانشگاه] صرفاً ۴۱۹ نفر موضوعات پژوهشی خود را ذکر کرده بودند. در نهایت، از بین این موضوعات کلید واژه‌هایی که فراوانی بیشتری داشتند، تعیین و در جدول ۴ جمع‌آوری شدند.

۵. جمع‌بندی

بر مبنای اطلاعات موجود در سایت این دانشگاهها [در طول مدت تحقیق]، جمع‌بندی زیر ارائه می‌شود:

الف. از میان ۱۷۶ عضو هیئت علمی دانشگاههای برتر ایران که موضوعات پژوهشی خود را ذکر کرده‌اند، مشخص شد که کلید واژه‌های دینامیک(۵۸ نفر)، آنالیز و تجزیه و تحلیل(۴۴ نفر)، مکانیک و طراحی(هر کدام۴۰ نفر)، مدل و مدلسازی(۳۴ نفر) و حرارت(۳۲ نفر) فراوانی بیشتری دارند.

واژه‌های سیال، جریان، ارتعاش، المان [و المان محدود]، ماشین، انرژی، کنترل، ربات، نانو و... به ترتیب، واژه‌های بعدی هستند که کمتر از ۳۰ نفر به آنها اشاره کرده‌اند.

جدول۴: دسته بندی موضوعات پژوهشی اعضای هیئت علمی دانشکده مکانیک در هشت دانشگاه برتر مهندسی مکانیک جهان

ردیف	دانشگاه	کلید واژه با بیشترین تکرار (مانند ...)	تعداد استادانی که این کلید واژه را ذکر کرده‌اند.
۱	ام.آی.تی [۱۵]	سیستم(طراحی سیستم‌های اقیانوس، سیستم‌های دینامیک و کنترل، سیستم‌های انرژی، سیستم‌های سلولی و ...)	۴۰ نفر از ۱۰۳ نفر
		طراحی(طراحی ماشین، طراحی بیولوژیکال، طراحی محصول، طراحی کشتی، طراحی سیستم مهندسی و ...)	۳۳ نفر از ۱۰۳ نفر
		بیو و زیست(بیوتکنولوژی، بیو مکانیک، رباتیک بیو تقلیدی، بیو فتونیک، بیو پزشکی، زیست توده و ...)	۲۹ نفر از ۱۰۳ نفر
		موارد دیگر: دینامیک، مهندسی، میکرو، مدل، مکانیک، توسعه، ساخت، نانو، مواد و ...	کمتر از ۲۷ نفر(به ترتیب)
۲	استنفورد [۱۶]	مکانیک (بیو مکانیک، مکانیک مواد، مکانیک جامدات، مکانیک سیالات، مکانیک محاسباتی، مکانیک بافت نرم و...)	۲۶ نفر از ۵۰ نفر
		مهندسی(بیو مهندسی، آموزش مهندسی و...)، روش (روش شناسی و پژوهش طراحی، روشهای عددی و..)	۱۹ نفر از ۵۰ نفر
		طراحی (طراحی وسایل ورزشی، طراحی مکانیکی و...)، توسعه (توسعه ابزار مهندسی، توسعه مدل ریاضی و...)	۱۸ نفر از ۵۰ نفر
		موارد دیگر: بیو، دینامیک، محاسبات، سیال، سیستم، مقیاس، مدل، جریان، کنترل، احتراق، نانو، مواد، ساخت، ربات و...	کمتر از ۱۵ نفر (به ترتیب)
۳	کمبریج [۱۷]	دینامیک (دینامیک سیالات، دینامیک راننده و خودرو، هیدرودینامیک، آیرودینامیک، دینامیک ماشین و ...)	۲۴ نفر از ۷۸ نفر

		طراحی(طراحی سبز، طراحی توربین، طراحی موتور هوایی، طراحی به کمک رایانه، مدیریت طراحی و ...)	۱۹ نفر از ۷۸ نفر
		مواد (مواد سلولی، بیو مواد، مواد کامپوزیت، مواد مشبک و...)، مکانیک (مکانیک سازهای موسیقی، مکانیک مواد، مکانیک سیالات و...)، مدل (مدلسازی جریان دو فاز، مدل سازی راننده، توسعه مدلهای کسب و کار و...)	۱۷ نفر از ۷۸ نفر
		موارد دیگر: ساخت، تولید، توسعه، مهندسی، تکنولوژی و فناوری، هوا و هوایی و هواپیما، صدا و صوت، جریان، مدیریت و...	کمتر از ۱۵ نفر(به ترتیب)
۴	هاروارد [۱۸]	بیو(بیو اپتیک، بیو فیزیک، بیو مکانیک و...)، مکانیک(بیومکانیک، مکانیک جامدات، میکرو مکانیک، مکانیک سیالات و...)	۹ نفر از ۱۳ نفر
		مواد (بیو مواد، علم مواد، مواد نوین، مواد آمورف، مواد برای الکترونیک و دستگاههای MEMS و ...)	۸ نفر از ۱۳ نفر
		موارد دیگر: نانو، جامدات، خواص، ساختار، سیستم، سطح، فیزیک، توسعه، میکرو، مقیاس، مدل، موتور، کنترل، تکنولوژی و ...	کمتر از ۶ نفر (به ترتیب)
۵	ملی سنگاپور [۱۹]	مواد (مدلسازی مواد، نانو مواد، توسعه مواد سبک وزن، مواد ترمو الکتریک، نانو بیو مواد، مواد زیست تقلید و ...)	۱۸ نفر از ۷۶ نفر
		بیو و زیست (سیستم‌های بیو حرارتی، بیو سوخت، بیو ممز، بیو مهندسی، زیست توده، فرایندهای زیستی حرارتی و...)	۱۷ نفر از ۷۶ نفر
		نانو (نانو مواد، نانو کامپوزیتها، میکرو و نانو سیالات، نانو ساختار، نانو ماشین کاری، مواد نانو بیو پزشکی و ...)	۱۶ نفر از ۷۶ نفر
		موارد دیگر: ساخت، سیستم، مدل (مدل سازی)، دینامیک، طراحی، تولید، میکرو، محاسباتی، مهندسی، مکانیک، حرارت، MEMS و ...	کمتر از ۱۴ نفر(به ترتیب)

۶	کالیفرنیا برکلی [۲۰]	سیستم (سیستم‌های هوشمند یادگیری، سیستم‌های دینامیکی غیر خطی، سیستم‌های کنترل خودرو، بیو سیستم‌ها و ...)	۲۳ نفر از ۵۱ نفر
		دینامیک (دینامیک سیالات نظری، دینامیک احتمالاتی سازه‌های دریایی، سینماتیک و دینامیک ماشینها و ...)	۲۱ نفر از ۵۱ نفر
		بیو و زیست (سوخت زیستی، بیو ممز و...)، مکانیک (مکانیک محیطهای پیوسته، بیو مکانیک، هیدرو مکانیک و ...)	۲۰ نفر از ۵۱ نفر
		موارد دیگر: کنترل، میکرو، طراحی، مدل، مواد، ساخت، انرژی، حرارت و گرما، تولید، MEMS، نانو، ساخت و تولید و...	کمتر از ۱۸ نفر(به ترتیب)
۷	امپریال کالج لندن [۲۱]	مدل (مدلهای میکرومکانیک کامپوزیتهای پلیمری، مدلسازی چند مقیاس، مدلسازی مواد کریستالی و ...)	۲۴ نفر از ۴۸ نفر
		روش (روش شناسی پژوهش در طراحی، روشهای المان محدود، روشهای غیر خطی Petrov-Galerkin و ...)	۱۹ نفر از ۴۸ نفر
		دینامیک (دینامیک سیالات محاسباتی، دینامیک و کنترل موتورسیکلت، دینامیک جریان چند مقیاس، آیرودینامیک و...)	۱۸ نفر از ۴۸ نفر
		موارد دیگر: مکانیک، جریان، مواد، توسعه و ...	کمتر از ۱۳ نفر(به ترتیب)
۸	توکیو[۲۲]	-	-

شایان ذکر است که در نقشه جامع علمی کشور الویتهای الف در فناوری، فناوریهای هوا فضا، اطلاعات و ارتباطات، هسته‌ای، نانو و میکرو، نفت و گاز، زیستی، زیست محیطی، فناوریهای نرم و فرهنگی قید شده‌اند. اولویتهای ب در فناوری، فناوریهای لیزر، فتونیک، مکاترونیک، زیست حسگرها، حسگرهای شیمیایی، خودکارسازی و رباتیک، نیم رساناها، کشتی سازی، مواد نوترکیب، پلیمرها، حفظ و احیای ذخایر ژنی، اکتشاف و استخراج مواد معدنی، پیش‌بینی زلزله و سیل و مقابله با آنها پدافند غیرعامل ذکر شده است. الویتهای ج در فناوری نیز اپتوالکترونیک، کاتالیست‌ها، مهندسی پزشکی، آلیاژهای فلزی، مواد مغناطیسی، سازه‌های دریایی، حمل و نقل ریلی، ایمنی حمل و نقل،

ترافیک و شهرسازی، مصالح ساختمانی سبک و مقاوم، احیای مراتع و جنگلها و بهره‌برداری از آنها و فناوریهای بومی است[۲۳].

بنابراین، به نظر می‌رسد که اولویتهای نقشه جامع علمی کشور [به‌خصوص اولویتهای الف در فناوری] در بین موضوعات پژوهشی که ۱۷۶ عضو هیئت علمی ذکر کرده‌اند، تعدد و نمود کمتری دارند.

ب. از میان ۴۱۹ عضو هیئت علمی دانشگاههای برتر جهان که موضوعات پژوهشی خود را ذکر کرده‌اند، مشخص شد که کلید واژه‌های دینامیک و مکانیک (هرکدام ۱۱۶ نفر)، طراحی و مدل (هر کدام ۱۰۸ نفر)، سیستم (۱۰۷ نفر)، بیو و زیست(۱۰۰ نفر) و مواد(۹۷ نفر) فراوانی بیشتری دارند. واژه‌های مهندس (و مهندسی)، میکرو، توسعه، ساخت، نانو، کنترل، سیال و... به‌ترتیب، واژه‌های بعدی هستند که کمتر از ۹۰ نفر به آنها اشاره کرده‌اند. این کلید واژه‌ها با کلید واژه‌های مورد استفاده استادان ایرانی مقایسه و در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول۵: مقایسه کلید واژه‌های مورد استفاده استادان ایرانی و خارجی

رتبه از نظر فراوانی	کلید واژه مورد استفاده استادان ایرانی	کلید واژه استفاده استادان خارجی
۱	دینامیک	دینامیک، مکانیک
۲	آنالیز و تجزیه و تحلیل	طراحی، مدل(مدل سازی)
۳	مکانیک، طراحی	سیستم
۴	مدل(مدلسازی)	بیو و زیست
۵	حرارت	مواد
باقی موارد (به ترتیب)	سیال، جریان، ارتعاش، المان (و المان محدود)، ماشین، انرژی، کنترل، ربات، نانو و...	مهندس (مهندسی)، میکرو، توسعه، ساخت، نانو، کنترل، سیال و...

گفتنی است که فرهنگستان ملی مهندسی امریکا در سال ۲۰۰۴ گزارشی با عنوان "مهندس ۲۰۲۰ (تصویری از مهندسی در قرن جدید" ارائه کرد که در آن وضعیت آینده مهندسی تا سال ۲۰۲۰ بررسی شده بود. در صفحه دوم از پیشگفتار این گزارش گفته شده است: "پیش‌بینی کامل آینده امکان‌پذیر نیست و بنابراین، برای این کار از روش برنامه‌ریزی استراتژیک بر مبنای یک سناریو استفاده می‌شود. چهار سناریو انتخاب شد که تصور می‌شد مسیر آینده را به‌طور چشمگیری روشن می‌سازد. تمام این سناریوها تصدیق می‌کنند که پیشرفت در فناوریهایی چون نانوتکنولوژی،

بیوتکنولوژی، مواد، محاسبات و لجستیک [بدون توجه به شرایط دیگر] عوامل ایجاد تغییر در آینده هستند".

پ. از میان ۲۷۹ عضو هیئت علمی، بررسی شده در دانشگاههای برتر ایران، ۱۷۳ نفر نام دانشگاه اخذ آخرین مدرک تحصیلی خود را ذکر کرده‌اند که به‌طورکلی، ۱۲۶ نفر (۷۱/۵ درصد) مدرک تحصیلی خود را از دانشگاههای قاره امریکا و اروپا دریافت کرده‌اند. از میان حدود ۸۰ دانشگاهی که به‌عنوان محل اخذ آخرین مدرک تحصیلی نام برده شده‌اند، دانشگاههای صنعتی شریف ایران، منچستر انگلستان، مک گیل کانادا، بیرمنگام و انگلستان صنعتی اصفهان ایران بیش از باقی دانشگاهها ذکر شده‌اند (صنعتی شریف ۱۹ بار، منچستر ۸ بار، مک گیل ۷ بار و بیرمنگام و اصفهان هر کدام ۶ بار). بنابراین، ۲۶/۶ درصد از این اعضای هیئت علمی در یکی از پنج دانشگاه مذکور تحصیل کرده‌اند.

ت. از میان ۴۷۹ عضو هیئت علمی، بررسی شده دانشگاههای برتر دانشکده مهندسی مکانیک جهان، ۳۲۶ نفر نام دانشگاه اخذ آخرین مدرک تحصیلی خود را ذکر کرده‌اند که به‌طورکلی، ۳۰۶ نفر (۹۳/۸ درصد) مدرک تحصیلی خود را از دانشگاههای قاره امریکا و اروپا دریافت کرده‌اند. از میان حدود ۷۰ دانشگاهی که به‌عنوان محل اخذ آخرین مدرک تحصیلی نام برده شده‌اند، دانشگاههای ام.آی.تی، استنفورد، کمبریج و برکلی بیش از باقی دانشگاهها ذکر شده‌اند (ام.آی.تی ۶۳ بار، استنفورد ۳۴ بار، کمبریج ۳۳ بار و برکلی ۲۸ بار). در حقیقت، ۴۸/۵ درصد از این ۳۲۶ نفر استاد دانشکده مهندسی مکانیک دکتری خود را از یکی از چهار دانشگاه مذکور اخذ کرده‌اند. به نظر می‌رسد که این دانشگاهها در تربیت استادان مهندسی مکانیک دانشگاههای دیگر جهان بیشتر نقش دارند و بنابراین، می‌توان گفت که پژوهشهای انجام شده در آنها نیز احتمالاً بیشتر اهمیت دارد. به همین دلیل، در ادامه گروه مکانیک این چهار دانشگاه و پژوهشهای انجام شده در آنها با جزئیات بیشتر بررسی شده است.

۶. بررسی گروه مکانیک در چهار دانشگاه مهم جهان

در این بخش برای آشنایی بیشتر با گروه مکانیک چهار دانشگاه ام.آی.تی، استنفورد، کمبریج و برکلی ابتدا اطلاعاتی در باره گروه‌بندی علمی استادان، مقاطع و رشته‌های تحصیلی، آزمایشگاهها و کارگاهها و مراکز پژوهشی و دسته‌بندی کلی پژوهشهای گروه مکانیک ارائه و سپس، تعدادی از موضوعات پژوهشی جالب توجه در گروه مکانیک هر یک از این دانشگاهها مطرح شده است. در جدول ۶ پس از ارائه اطلاعاتی در باره قدمت و تعداد اعضای هیئت علمی این چهار دانشگاه، آنها با هم مقایسه شده‌اند.

جدول۶: مقایسه اطلاعاتی از چهار دانشگاه برتر جهان

دانشگاه	سن دانشگاه تا سال ۲۰۱۲ (سال تأسیس)	سن دپارتمان مهندسی تا سال ۲۰۱۲ (سال تأسیس)	تعداد اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک
ام.آی.تی	۱۵۱ سال(۱۸۶۱)	۱۵۱ سال(۱۸۶۱)	۱۰۵
استنفورد	۱۲۱ سال(۱۸۹۱)	۸۷ سال(۱۹۲۵)	۵۰
کمبریج	۸۰۳ سال(۱۲۰۹)	۱۳۷ سال(۱۸۷۵)	۸۵
برکلی	۱۴۴ سال(۱۸۶۸)	-	۵۲

۶. ۱. دانشگاه ام.آی.تی

گروه مکانیک در دانشگاه ام.آی.تی ۱۰۵ استاد اصلی و فعال دارد که از نظر حوزه تدریس و تحقیق به هفت شاخه انرژی، بیو، نانو، مکانیک، کنترل، طراحی و اقیانوس تقسیم شده‌اند. مدرک دکتری این استادان، که از ملیتهای مختلف هستند، به مهندسی مکانیک محدود نمی‌شود و استادانی با مدرک دکتری ریاضیات کاربردی، مهندسی برق، مهندسی دقیق، مهندسی عمران، فیزیک کاربردی، هوافضا، مهندسی شیمی، اقیانوس شناسی، مهندسی هسته‌ای، مدیریت بازرگانی و... نیز در جمع اعضای هیئت علمی گروه مکانیک این دانشگاه وجود دارند.

مقاطع و رشته‌های تحصیلی در گروه مکانیک عبارت‌اند از: کارشناسی(مکانیک، مکانیک و اقیانوس)، کارشناسی ارشد (مهندسی مکانیک، مهندسی در اقیانوس، مهندسی دریا و آرشیتکت دریایی، مهندسی اقیانوس شناسی، مهندسی ساخت و تولید و یک مدرک دو سویه مهندسی و MBA) و دکترای مکانیک.

برخی از دوره‌های فرعی و دوره‌های حرفه‌ای آزمایشگاهها و کارگاههای گروه مکانیک عبارت‌اند از:

سیستم‌های سنجش دریایی مستقل، آزمایشگاه بیو تجهیزات، آزمایشگاه CAD، مرکز انرژی قرن ۲۱، مرکز بیت‌ها و اتمها، مرکز فناوری نانو سیالات، مرکز حمل و نقل و تدارکات، شیمی، آزمایشگاه سیستم‌های اطلاعات و فناوری، مرکز اطلاعات، آزمایشگاه Draper، علم مهندسی و مهندسی، آزمایشگاه Fab، آزمایشگاه مغناطیس، آزمایشگاه سلول سوختی، آزمایشگاه مکانیک سیالات، آزمایشگاه ضربه و تصادف پذیری، آزمایشگاه حس لامسه ماشین و انسان، آزمایشگاه ساخت و تولید و بهره‌وری، آزمایشگاه سنجش زیر دریا از راه دور، مهندسی مکانیک، آزمایشگاه تحقیقاتی مکاترونیک، مرکز MEMS، گروه تحقیقاتی میکرو قدرت و نانو مهندسی، گروه مهندسی نانو، آزمایشگاه فناوری نانو مکانیک، آزمایشگاه بیو مکانیک و توانبخشی انسان، آزمایشگاه سیستم‌های غیر خطی، مرکز سیستم‌های پیچیده، مرکز علم پلاسما و فیوژن، گروه تحقیقاتی مهندسی دقیق، علم و فناوری پلیمر،

آزمایشگاه دینامیک گاز واکنشی، آزمایشگاه انتقال حرارت، آزمایشگاه خودرو، آزمایشگاه مواد و مکانیک جامدات، آزمایشگاه نانو فناوری فضایی و مرکز تحقیق در پیشرفت مهندسی سیستم‌ها. پژوهشهای گروه مکانیک در این دانشگاه به هفت گروه زیر تقسیم شده‌اند:

- مکانیک(مدلسازی و آزمایش و محاسبه)
- طراحی و ساخت و تولید و توسعه محصول
- کنترل و ابزار دقیق و رباتیک
- مهندسی و علم انرژی
- مهندسی و علم اقیانوس
- بیو مهندسی
- مهندسی میکرو و نانو

از جمله تحقیقات جالب توجه اعضای هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه ام.آی.تی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف. کنترل آداپته یا تطبیقی فعال[۲۴]

هدف از این تحقیقات، آموزش و کنترل سیستم‌های پیچیده هوشمند است. این نوع کنترل در سیستم‌های پروازی، کنترل خودرو و سیستم‌های پیشرانش قابل استفاده است. برای مثال، یکی از نتایج این پژوهش دستیابی به سیستم‌های پروازی خودمختار است. در طراحی هر سیستم پیچیده عملکرد خودمختار از طریق نظارت و مدیریت همزمان اطلاعات موضوع جالبی است. در سیستم‌های خودمختار به دلیل وجود اجتناب ناپذیر انواع عدم قطعیت [ناشی از نقص، تغییرات محیطی، بالا رفتن عمر سیستم و خطاهای مدلسازی]، مدیریت اطلاعات باید به‌صورت تطبیقی انجام شود. پروژه‌های متعددی در زمینه پلتفورم‌ها و تحلیلهای پروازی خودمختار در جریان است که وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین(مانند کنترل پهباد در پرواز آزاد)، ایجاد ایمنی در وسایل نقلیه هوایی، کنترل وسایل نقلیه فراصوتی (هایپرسونیک) و... از آن جمله هستند. در این پژوهشها که با مدیریت انورا اناسامی[1] ، دارای دکتری مهندسی برق، در آزمایشگاه کنترل تطبیقی فعال(ACC) صورت می‌گیرد، دانشجویان ایرانی نیز حضور دارند و سازمانها و شرکتهایی چون بنیاد ملی علوم، شرکت بوئینگ، شرکت فورد، نیروی هوایی و شرکت زیمنس از آن حمایت می‌کنند. پروژه‌های فعلی در دست اجرای آزمایشگاه ACC عبارت‌اند از:

---

1. Anuradha Annaswamy

توزیع انرژی در شبکه هوشمند، طراحی و اجرای معماریهایی برای ساختمانهای هوشمند، سیستم‌های کنترل پروازی تطبیقی و کاربرد فناوری تطبیقی برای برقراری ایمنی در سیستم‌های هواپیمایی در گروه مکانیک دانشگاه ام.آی.تی.

علاوه بر موضوع سیستم‌های کنترل تطبیقی، زمینه‌های پژوهشی دیگری نیز در ارتباط با کلید واژه سیستم مد نظر استادان گروه مکانیک دانشگاه ام.آی.تی. قرار دارند که تعدادی از آنها عبارت‌اند از: سیستم‌های اپتیکی، سیستم‌های بیولوژیک، سیستم‌های میکرو الکترو مکانیکی، سیستم‌های مکانیکی نانو، سیستم‌های انرژی، سیستم‌های ساخت و تولید، سیستم‌های دریایی پیشرفته، سیستم‌های دینامیک و کنترل، سیستم‌های ارتباط لمسی، سیستم‌های میکرو و نانو سیال، سیستم‌های حمل و نقل دریایی، سیستم‌های پیشگویی دینامیکی، سیستم‌های خنک کاری قطعات الکترونیک و... .

ب. تعیین اولویتها در طراحی محصولات فنی

ماریا سی یانگ[1] ، دارای مدرک دکتری مهندسی مکانیک، موضوعات پژوهشی چون فرایند طراحی تعاملی، طراحی در مرحله اولیه، روشهای طراحی، نمایش طرح، رفتار طراح، طراحی کاربر محور، فرایند طراحی، طراحی محصول، بازیابی و کسب اطلاعات را به عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. این استاد در یکی از مقالات اخیر خود با عنوان "شیوه‌هایی برای شناخت اولویتهای مشتری به منظور طراحی محصولات فنی"[۲۵] روشهایی را برای به‌دست آوردن اولویتهای مشتری در محصولات فنی ارائه کرده است تا از این طریق به طراحان کمک شود تا ویژگیهای کلیدی را، که در موفقیت بازار یک محصول سهیم هستند، شناسایی کنند. در این تحقیق و در محدوده سالهای ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ بازار پنلهای خورشیدی برای واحدهای مسکونی در کالیفرنیا به‌صورت موردی مطالعه شده است. برای درک بهتر صنعت خورشیدی ابتدا با نصب کننده‌های این پنلها مصاحبه و سپس، با استفاده از داده‌های واقعی بازار و مشخصات فنی روشی آشکار کننده برای استخراج اولویتهای مشتری به‌کار برده شده است. این روش به وسیله سه روش یادگیری ماشین؛ یعنی شبکه‌های عصبی مصنوعی، روش RFDT [2] و روش GBR [3] شناسایی شده است. این اولویتها همچنین، با جمع‌آوری اطلاعات از طریق خود اظهاری به‌دست آمده و در نهایت، نتایج به‌دست آمده با نتایج روش اول مقایسه شده‌اند. از میان ۳۴ ویژگی فنی، سه ویژگی مهم و متعارف؛ یعنی تضمین توان برقی، بازده پنل و زمان بازار(Time on Market) شناسایی شدند. البته، در روش جمع‌آوری اطلاعات از طریق خوداظهاری، ویژگیهای غیر فنی دیگری چون شهرت سازنده پنل و زیبایی نیز شناسایی

---

1. Maria C. Yang
2. Random Forest Decision Trees
3. Gradient Boosted Regression

شدند. این تحقیق نشان داد که ترکیب دو روش آشکار کننده و خود اظهاری می‌تواند برای شناسایی ویژگیهای فنی و غیر فنی به‌کار رود تا از این طریق اولویتهای طراحی تعیین شوند.

طراحی وسایل نقلیه زیر آب، طراحی مدارهای بیو مولکولی مصنوعی، طراحی سیستم‌های مهندسی، طراحی و برنامه‌ریزی سیستم‌های ساخت و تولید و زنجیره تأمین، طراحی مولکولی بیو مواد، طراحی الهام گرفته از طبیعت، طراحی و خلق محصولات جدید در مقیاس میکرو و نانو، طراحی محاسباتی مواد در مقیاس اتمی، طراحی سیستم‌های پیشرفته دریایی، طراحی و ساخت به کمک رایانه، طراحی ماشین ابزار، طراحی ماشین دقیق، طراحی محصول، طراحی و کنترل تجهیزات، طراحی و ساخت کشتی روی سطح آب، طراحی سیستم‌های الکترومکانیکی دقیق، طراحی و محیط زیست، طراحی به کمک رسانه‌های جدید، طراحی سیستم‌های دینامیک، طراحی سیستم‌های اقیانوس، طراحی برای بازارهای نوظهور و کشورهای در حال توسعه، طراحی وسایل پزشکی، طراحی تعاملی، طراحی کاربر محور، طراحی ماشین با بدنه‌های مطیع برای حرکت بیو تقلیدی در محیطهای مایع و... از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه طراحی هستند که مورد توجه استادان گروه مکانیک دانشگاه ام.آی.تی قرار گرفته است.

پ. تکامل زیست تقلیدی در رباتیک

سنگبی گیم[1] ، دارای مدرک دکتری مهندسی مکانیک، موضوعات پژوهشی چون طراحی ربات زیستی، ربات چهارپای بسیار سریع الهام گرفته شده از یوزپلنگ، چسبندگی جهت دار الهام گرفته شده از مارمولک و عملگر[2] بهینه با مقاومت انتقال جهت دار را به‌عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. وی در یکی از مقالات اخیر خود با عنوان "رباتیک نرم: تکامل زیست تقلیدی در رباتیک" [۲۶] چنین ذکر می‌کند: در محیطهای طبیعی پیچیده، حیوانات برای داشتن حرکتی کارآمد از ساختارهای نرمی بهره می‌برند. این قابلیتها مهندسان رباتیک را بر آن داشته است تا در طرحهای خود از چنین فناوریهایی استفاده کنند. هدف آن است که به رباتها قابلیتهای زیست تقلیدی جدیدی اعطا شود تا بتوانند با محیطهای غیر قابل پیش‌بینی تعاملی تطبیقی و انعطاف‌پذیر داشته باشند. در این مقاله ظهور سیستم‌های رباتیک با بدن نرم و به‌طور خاص پیشرفتهای اخیر الهام گرفته شده از حیوانات نرم‌تن بررسی شده‌اند. استفاده از فناوری نرم به‌طور بالقوه می‌تواند پیچیدگی مکانیکی و الگوریتمی طراحی ربات را کاهش دهد. استفاده از فناوریهای نرم همچنین، تکامل رباتهایی را که بتوانند به‌نحوی ایمن با انسانها و محیطهای طبیعی تعامل داشته باشند، سرعت می‌بخشد. در

---

1. Sangbae Kim
2. Actuator

نهایت، فناوری رباتیک نرم را می‌توان با مهندسی بافت ترکیب کرد تا برای کاربردهای پزشکی بتوان سیستم‌های ترکیبی خلق کرد.

مهندسی بیو پزشکی، بیو فیزیک محاسباتی، بیو مکانیک مولکولی، سوختهای زیستی، مکانیک سیالات بیو پزشکی، بیو مکانیک، طراحی مولکولی بیو مواد، بیو مکانیک سلول و بافت نرم، زیست‌شناسی مکانیکی، مواد زیست تقلید، بیو مم‌ها، الکترونیک و وجه مشترک بیو و نانو، وجه مشترک بیو تکنولوژی و علم مواد، بیو مهندسی، بیولوژی سیستم‌ها، بیو فتونیک، بیو میکرو مکانیک، بیو پیشرانش، زیست توده‌ها و... از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه‌های بیو و زیست هستند که استادان گروه مکانیک دانشگاه ام.آی.تی. به آنها توجه کرده‌اند.

۶. ۲. دانشگاه استنفورد

گروه مکانیک در دانشگاه استنفورد ۵۰ استاد اصلی و فعال دارد که از نظر حوزه تدریس و تحقیق به شش شاخه مهندسی بیو مکانیک، علوم حرارتی، طراحی، مکانیک و محاسبه، مهندسی محاسباتی و فیزیک جریان، مهندسی و علم مواد تقسیم شده‌اند. همچنین، سه استاد ایرانی در جمع اعضای هیئت علمی این گروه حضور دارند. در این دانشگاه علاوه بر استادان دارای مدرک مهندسی مکانیک، استادانی با مدرک دکتری در رشته‌های دیگر از قبیل مهندسی هسته‌ای، هوافضا، ریاضیات کاربردی، مهندسی عمران، فیزیک، مهندسی برق و... در جمع اعضای هیئت علمی گروه مکانیک این دانشگاه پذیرفته شده‌اند.

مقاطع و رشته‌های تحصیلی در گروه مکانیک عبارت‌اند از: کارشناسی(مهندسی مکانیک، طراحی محصول و مهندسی بیو مکانیک)، کارشناسی ارشد(مهندسی مکانیک، طراحی محصول و مهندسی بیو مکانیک) و دکتری مهندسی مکانیک.

آزمایشگاهها و کارگاههای گروه مکانیک عبارت‌اند از: آزمایشگاه دست رباتی چالاک و علم تقلید زیستی، آزمایشگاه تحقیقاتی بیو حرکت، آزمایشگاه رباتیک و حس لامسه در پزشکی، رصدخانه طراحی[1]، آزمایشگاه طراحی دینامیک، آزمایشگاه تحقیقاتی طراحی، آزمایشگاه تحقیقاتی موتور، آزمایشگاه مکانیک توربولانس و انتقال حرارت، آزمایشگاه دینامیک گاز با دمای بالا، آزمایشگاه موتور احتراق داخلی، آزمایشگاه تجزیه مکانیکی، آزمایشگاه تست مکانیکی، آزمایشگاههای مهندسی مکانیک میکرو مقیاس، آزمایشگاه بررسی خصوصیات مکانیکی و حرارتی میکرو مقیاس، آزمایشگاه نمونه‌سازی نانو مقیاس برای انرژی و زیست‌شناسی، آزمایشگاه بیومکانیک عصبی عضلانی، آزمایشگاه تحقق محصول، آزمایشگاه حرکت رباتیک آزمایشگاه لوله شوک، آزمایشگاه بیومکانیک بافت نرم،

---

1. Design Observatory

آزمایشگاه احتراق افشانشی، آزمایشگاه میکرو سیستم‌ها، آزمایشگاه فیزیک پلاسما، آزمایشگاه تله رباتیک، آزمایشگاه تعیین مقدار عدم قطعیت در مهندسی محاسباتی.

مراکز پژوهشی گروه مکانیک دانشگاه استنفورد عبارت‌اند از: مرکز محاسبات با کارایی بالای ارتش، مرکز پژوهش در طراحی، مرکز شبیه سازی تلاطم یکپارچه و مرکز تحقیقات تلاطم.

تحقیقات گروه مکانیک در این دانشگاه به ۲۶ گروه زیر تقسیم شده‌اند:

- آکوستیک
- طراحی مکانیکی
- مهندسی زیستی
- مکانیک مواد
- احتراق و آلودگی
- سیستم‌های میکرو الکترو مکانیکی(MEMS)
- سیالات کُمپلکس
- جریانهای چند فاز
- مکانیک محاسباتی
- مهندسی نانو و میکرو مقیاس
- روش شناسی و پژوهش در طراحی
- عیب یابی نوری
- سنسورها و عملگرها
- دینامیک و کنترل
- علوم پلاسما
- آموزش مهندسی
- طراحی محصول
- مکانیک سیالات
- پیشرانش و سیستم‌های انرژی
- سلولهای سوختی
- رباتیک
- انتقال جرم و حرارت
- مکانیک جامدات

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- ساخت و تولید
- فناوری و جامعه
- سنتز و پردازش مواد

البته، در سامانه گروه مکانیک دانشگاه استنفورد موضوعات بیوپزشکی، مهندسی محاسباتی، طراحی، انرژی و مهندسی چندمقیاس از جمله موضوعات مهمی معرفی شده‌اند که گروه مکانیک حول آنها تعریف می‌شود.

تعدادی از پژوهشهای جالب توجه استادان گروه مکانیک دانشگاه استنفورد به قرار زیر هستند:

- پژوهشهای میان رشته‌ای بین گروه مهندسی مکانیک و گروه مهندسی برق با همکاری چند شریک صنعتی(شرکت اینتل، Ovonyx، NXP و غیره) در باره پی سی رَم‌ها یا همانPhase Change Random Access Memory؛
- درک بیماریهای اسکلتی و درمان آنها؛
- بررسی تسلیم، تراکم عیب و رفتار ایجاد نقص در مواد جدید؛
- ابزارهای طراحی برای نمونه سازی سریع؛
- ارائه روشهای عددی ابتکاری برای کاهش هزینه‌های محاسباتی [در محاسبات علمی با مقیاس بزرگ مثلاً برای شبیه سازی بیومولکولی، آکوستیک، الکترو مغناطیس و سیلان شناسی میکرونی] و شبیه سازی سیستم‌های پیچیده در زمانهای واقع بینانه؛ [کاربرد این روشها از شبیه سازی ذرات تا دینامیک سیالات و حل معادلات دیفرانسیل جزئی است].
- درمان زخم از طریق ایجاد یک چهارچوب بیو مکانیکی برای تعیین مقدار تنشهای مکانیکی و پاسخهای بیولوژیکی و بررسی این موضوع که چگونه محیط مکانیکی بر شکل‌گیری زخم تأثیر می‌گذارد؛
- موتورهای پیشرفته حمل و نقل پیستونی و توربینی و تولید برق با کاهش تولید کربن؛
- مطالعه پدیده حرارتی در نانو ساختارهای الکترونیکی و وسایل تبدیل انرژی و مبدلهای حرارتی میکرو سیالی؛
- کاربرد الگوریتم‌های زمان ادغام[1] و روشهای ناپیوسته Galerkin در جامدات و سازه‌ها برای حل مشکلات مربوط به انتشار سریع ترکهای پر از سیال و نفوذ گلوله‌ها در مواد شبیه بافت؛
- استفاده از شبیه سازی گردابی[1] در شکلهای هندسی پیچیده و در رایانه‌های موازی بزرگ برای انجام دادن پژوهشهای اساسی در زمینه پدیده تلاطم مولتی فیزیکی و چندمقیاسی

---

1. time-integration

از جمله برهم‌کنشهای شوک و تلاطم، نویز آیرو دینامیکی، هیدرو آکوستیک، آیرو اپتیک، احتراق متلاطم، جریانهای چند فاز و کنترل بهینه؛

- مطالعه تئوری ریاضیاتی حرکات سفت و سخت بدن و کاربرد آن در طراحی ماشین آلات؛
- سیستم‌های بیو تحلیلی ساخته شده در مقیاس میکرونی برای تحلیل ژنتیکی، کشف دارو، آشکارسازی بیو جنگ افزارها، حمل دارو[۲] و تولید برق؛
- ارائه راه حلهایی برای چالشهای حال حاضر انرژی و محیط زیست به کمک ایجاد ارتباط بین فناوری نانو و علم احتراق که زیانگ ژنگ[۳] آن را انجام می‌دهد. این استاد موضوعات پژوهشی چون سنتز احتراق نانو سیمها، احتراق نانو بهبود یافته، تبدیل انرژی خورشیدی و الکترونیک انعطاف پذیر را به‌عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. وی در یکی از مقاله‌های اخیر خود با عنوان "کاهش حداقل انرژی اشتعال فلَش میکرو ذرات آلومینیم از طریق اضافه کردن نانو ذرات WO3" [۲۷] چنین ذکر می‌کند: آلومینیم به دلیل چگالی انرژی حجمی بالا، فراوانی در زمین و هزینه کم، سوخت جامد خوبی برای موشک و سیستم‌های تبدیل انرژی محسوب می‌شود. از آنجا که اشتعال فلَش نوری غیر نفوذی[۴] اشتعال ساده‌ای است و کنترل منطقه در معرض فلَش در آن امری انعطاف‌پذیر است، این نوع از اشتعال در کاربردهای بسیاری مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، اشتعال فلَش میکرو ذرات آلومینیم به دلیل حداقل انرژی اشتعال بالایی که دارند موضوع چالش برانگیزی است. این ویژگی به دلیل جذب ضعیف‌تر نور و دمای اشتعال بالاتر میکرو ذرات آلومینیم نسبت به نانو ذرات آلومینیم است. در این پژوهش با افزودن نانو ذرات WO3 حداقل انرژی اشتعال فلَش میکرو ذرات آلومینیم کاهش داده شده است.

اعضای هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه استنفورد در موضوعات پژوهشی خود از کلید واژه مکانیک بیش از کلید واژه‌های دیگر استفاده کرده‌اند. تعدادی از زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه مکانیک که استادان گروه مکانیک دانشگاه استنفورد به آنها توجه کرده‌اند عبارت‌اند از: بیو مکانیک حرکت انسان و کاربردهای آن در بیو پزشکی برای مفاصل مصنوعی، مکانیک مواد پیزو الکتریک و پیزو مغناطیس، مکانیک مواد، مکانیک جامدات، مکانیک محاسباتی پیش بینی استحکام مکانیکی مواد از طریق تئوری و شبیه‌سازی میکروساختارهای معیوب در مقیاسهای اتمی و مزوسکوپی،

1. Eddy Simulation
2. Drug delivery
3. Xiaolin Zheng
4. Nonintrusive Optical Flash Ignition

پیش‌رانش و مکانیک سیالات، سیستم‌های میکرو الکترو مکانیکی، توسعه مدلهای بیو مکانیکی گرافیکی از تصاویر پزشکی که به‌عنوان راهنمای عمل جراحی و مطالعه اختلالات حرکتی و طراحی محصولات جدید پزشکی به‌کار می‌روند، مکانیک و مهندسی نیروی دریایی، مکانیک بافت‌نرم، مکانیک سیالات نظری و محاسباتی، بررسی رویکردهای جدید در زمینه مکانیک تجربی مانند سنجش کرنش فیبرنوری و تعیین تنشهای باقی‌مانده با استفاده از فناوری نوری، بیومکانیک چشمی، پیش بینی پاسخ بیومکانیکی به روشهای جراحی، نقش مکانیک در زیست‌شناسی، بیومکانیک گوش میانی و داخلی، توسعه فرایندها و دستگاههای جدید برای اندازه‌گیری رفتار مکانیک در مقیاس نانو، مکانیک شکست و... .

کلید واژه مهندسی نیز در میان موضوعات اعضای هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه استنفورد زیاد به چشم می‌خورد. تعدادی از زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه مهندسی که استادان گروه مکانیک دانشگاه استنفورد به آنها توجه کرده‌اند، عبارت‌اند از: بیو مهندسی، آموزش مهندسی، مهندسی نانو مقیاس و میکرو مقیاس، مهندسی محاسباتی، مهندسی و علم مواد، مهندسی بافت، قابلیت اطمینان ابزارهای مهندسی محاسباتی در مکانیک جامدات، مهندسی میکرو و نانو مقیاس، توسعه روشهای بهبود یافته برای پیش بینی عمر خستگی قطعات مهندسی، توسعه ابزارهای مهندسی کارآمد برای کمک به طراح در تصمیم‌گیری آگاهانه، مهندسی زیستی و... .

کلید واژه طراحی نیز از جمله کلید واژه‌های تکراری در موضوعات پژوهشی استادان گروه مکانیک دانشگاه استنفورد است. لری لیفر[1] از جمله افرادی است که در زمینه طراحی تحقیق می‌کند. این استاد موضوعات پژوهشی چون بیو مهندسی، آموزش مهندسی، MEMS، رباتیک، ایجاد ابزار، درک و پشتیبانی و بهبود طراحی از طریق توسعه تئوری‌طراحی، روش پژوهش طراحی، تیم جهانی دینامیک، رهبری نوآوری، فضاهای تعاملی، طراحی برای تندرستی و سیستم‌های مکاترونیک تطبیقی را به‌عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. وی در یکی از مقاله‌های اخیر خود با عنوان "مربیگری تیمهای توسعه محصول: مبنایی مفهومی برای مطالعات تجربی" [۲۸] چنین می‌گوید: تیمهای توسعه محصول جهانی در شبکه‌های دینامیک و پیچیده و مبهمی کار می‌کنند. این تیمها در موقعیتهای جغرافیایی مختلفی قرار دارند و دارای فرهنگها، چهارچوبهای حرفه‌ای و حتی مناطق زمانی و زبانهای متفاوتی هستند؛ با این حال، آنها باید بتوانند محصولات با کیفیتی تولید و به سرعت به بازار عرضه کنند. از طرفی، طی دهه گذشته، چرخه طراحی تا بازار در بسیاری از صنایع کاهش یافته است. حال پرسش این است که با وجود این موانع، تیمهای توسعه محصول جهانی چگونه باید کارآمدی خود را حفظ کنند؟ مربیگری تیمها به‌عنوان یک نیروی راهنما اکنون موضوعی

---

1. Larry Leifer

است که در محیطهای بسیاری راه یافته است. در این مقاله برای تحقیق بیشتر در خصوص موضوع نوظهور مربیگری مهندسی طراحی، چهارچوب مفهومی ارائه شده که شامل پنج وظیفه اصلی برای مربی تیم طراحی است.

تعداد دیگری از زمینه‌های پژوهشی مرتبط با کلید واژه طراحی عبارت‌اند از: روش‌شناسی و پژوهش طراحی، طراحی و توسعه محصول، طراحی در مهندسی مکانیک، الگوریتم‌های پیشرفته محاسباتی و نرم افزار با کارایی بالا برای طراحی و تحلیل سیستم‌های پیچیده در هوافضا، طراحی محصول با تأکید بر ترکیب نوآوری مهندسی و ارزشهای انسانی و مشکلات ساخت و تولید در کنار هم، پشتیبانی و بهبود طراحی از طریق توسعه تئوری طراحی، طراحی بنیادی و تحلیل ریاضی مدلهای مواد و الگوریتم‌های عددی با هدف کاهش عدم قطعیت و افزایش بازده، طراحی پلتفرم حمل دارو، طراحی و ساخت و تولید، طراحی و کنترل سیستم‌های الکترو مکانیکی یکپارچه، طراحی رایانه‌ای دستگاههای کنترل مکانیکی در سینماتیک، طراحی وسایل ورزشی مانند اسکی و اسنوبرد کامپوزیتی و وسائل گلف، طراحی وسائل بیو پزشکی مانند دریچه مصنوعی قلب، طراحی و ساخت قطعات و سازه‌های کامپوزیتی تقویت شده با فیبر و کاربرد این مواد در سازه‌های هوا فضا و دستگاههای بیوپزشکی و تجهیزات ورزشی و زیرسازه‌ها، طراحی و تست ماشینهای سریع دارای چهارپا، روش شناسی طراحی برای تولید و... .

۶. ۳. دانشگاه کمبریج

گروه مکانیک در دانشگاه کمبریج ۸۵ استاد اصلی و فعال دارد که از نظر حوزه تدریس و تحقیق به شاخه توربو ماشین آلات و انرژی و مکانیک سیالات، مکانیک و مواد و طراحی، ساخت و تولید و مدیریت تقسیم شده‌اند. یک استاد ایرانی نیز در جمع اعضای هیئت علمی این گروه حضور دارد.

مقاطع و رشته‌های تحصیلی در گروه مکانیک عبارت‌اند از: کارشناسی مکانیک، کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی.

در دانشگاه کمبریج دپارتمان مهندسی شامل شش بخش توربو ماشین آلات و انرژی و مکانیک سیالات، مهندسی برق، مکانیک و مواد و طراحی، مهندسی عمران و سازه و محیط زیست، ساخت و تولید و مدیریت و در نهایت، مهندسی اطلاعات است. به‌طورکلی، چهار موضوع اصلی تحقیقاتی این دپارتمان انرژی و حمل و نقل و زیرساختهای شهری، عدم قطعیت و ریسک و انعطاف‌پذیری، بیو مهندسی و در نهایت، تحقیقات ناشی از همکاری با صنعت است. تحقیقات گروه مکانیک در این دانشگاه به دسته‌های زیر تقسیم شده‌اند:

- تحقیقات بخش توربو ماشین‌آلات و انرژی و مکانیک سیالات مواردی چون آکوستیک، آیرودینامیک، احتراق، کاربرد و تولید انرژی، مکانیک سیالات و توربو ماشین‌آلات است. بیشتر تحقیقات در این بخش با هدف کاهش آلاینده‌ها و سر و صدا و از طریق ارتباط تنگاتنگ بین روشهای تجربی و مدلسازی است.
- بخش مکانیک و مواد و طراحی تمام جنبه‌های مکانیک، مواد و طراحی مهندسی را پوشش می‌دهد. مشکلات دینامیکی و ارتعاشی ساختارهای مهندسی مدرن و سیستم‌های حمل و نقل، دینامیک وسایل نقلیه سنگین، تریبولوژی، مواد کامپوزیت، ابر هادیها، فومهای فلزی، تراکم پودر، اتصالات چسبی، آنالیز شکست و روشهای طراحی پیشرفته برای سیستم‌های فنی به خصوص سیستم‌های مکانیکی از جمله تحقیقات این بخش هستند.
- در بخش ساخت و تولید و مدیریت، مؤسسه ساخت و تولید(IFM) تأسیس شده است و تحقیقات آن در خصوص موضوعات رایجی که صنعت ساخت و تولید با آنها رو به روست، متمرکز است. توسعه فناوریRFID، اثرهای فناوری، مهارتهای انسانی و فرهنگ سازمانی در تصمیم‌گیری، تغییر ماهیت ساخت و تولید و نقش استراتژیک شرکتها و اقتصاد و بالاخره، ساخت و تولید بین‌المللی از علایق پژوهشی اعضای هیئت علمی این بخش هستند.

از جمله تحقیقات جالب توجه اعضای هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه کمبریج انجام داده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف.دینامیک خودرو

دیوید کول[1] از جمله افرادی است که در باره موضوعات دینامیکی تحقیق می‌کند. این استاد موضوعات پژوهشی چون دینامیک راننده و خودرو، مدلسازی راننده، دینامیک عصبی عضلانی، یکپارچگی حسی حرکتی، به حداقل رساندن زمان مانور و برق خودرو را به‌عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. وی در یکی از مقاله‌های اخیر خود با عنوان "محاسبه حداقل زمان مانور با استفاده از بهینه سازی محدب" [۲۹] چنین می‌گوید: مسئله محاسبه زمان مانور یک وسیله نقلیه غیر خطی است [که در هر گام زمانی مورد نظر به فرم خطی تبدیل می‌شود] و به شکل یک مسئله بهینه سازی محدب[2] فرمول بندی می‌شود. این فرمول بندی جایگزینی برای بهینه سازی شبه پایدار یا بهینه سازی غیر خطی محسوب می‌شود که در گذشته به کار می‌رفته است. کاربرد مدل کنترل پیش‌گویانه، بیان مسئله حداقل زمان به صورت مسئله حداکثر سازی مسافت طی شده در حد وسط مسیر و خطی

---

1. David Cole
2. Convex Optimization Problem

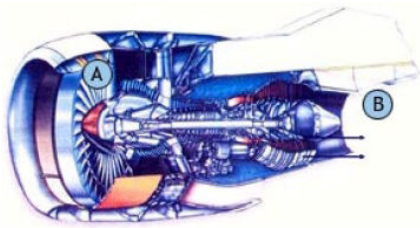
سازی مسیرهای طی شده وسیله نقلیه از طریق بیان آنها به‌صورت جابه‌جاییهای کوچک نسبت به یک مرجع ثابت از مراحل کلیدی این روش هستند. البته، یک نتیجه خطی سازی دینامیک وسیله نقلیه می‌تواند تولید حرکت کنترلی غیر بهینه سیستم فرمان باشد، اما توجه به قیدها و تابع هزینه این اثر را به حداقل می‌رساند. در این مقاله حرکتهای کنترلی بهینه و پاسخهای وسیله نقلیه در یک انحنای ۹۰ درجه ارائه و سپس، با نتایج راه حل غیر خطی غیر محدب مقایسه شده‌اند.

از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه دینامیک که استادان گروه مکانیک دانشگاه کمبریج به آن توجه کرده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

دینامیک سیالات محاسباتی، آیرو دینامیک تجربی و آیرو دینامیک کاربردی، کاربرد قوانین اول و دوم ترمو دینامیک برای بهینه سازی تولید سوخت، دینامیک و کنترل مته‌های چاه نفت، دینامیک خودرو و طراحی سیستم‌های تعلیق خودرو با استفاده از اجزای فعال و غیر فعال، دینامیک عصبی عضلانی، دینامیک راننده و خودرو، دینامیک مولکولی، کاربرد هیدرودینامیک مغناطیسی برای حل مشکلات متالورژیکی در ریخته‌گری پیوسته، دینامیک شعله، آیرو دینامیک موتورهای جت، دینامیک انژکتور، هیدرو دینامیک و محیط زیست آبی، دینامیک سازه‌های دریایی و هوایی و سیستم‌های خودرو، کمپرسورها و آیرو دینامیک توربین، رفتار دینامیکی مواد(سازه‌های مقاوم در برابر انفجار و ضربه)، دینامیک خرد و کلان برش با لیزر، پایداری جریانهای آیرو دینامیک، محاسبه جریانهای آیرو دینامیک ناپایدار و متلاطم با هندسه پیچیده، ترمو دینامیک تولید برق، دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) چند فاز برای کاربردهای خاص و... .

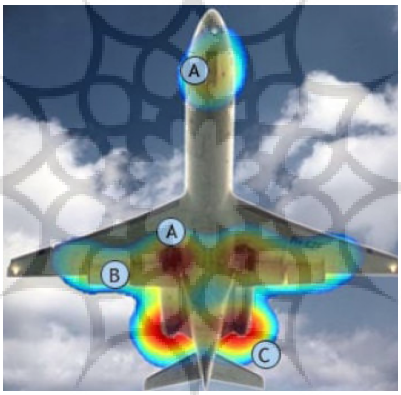
ب. طراحی هواپیمای بی صدا[۳۰]

هدف از این تحقیقات، که با همکاری دانشگاه ام.آی.تی. صورت می‌گیرد، ارائه طراحی مفهومی برای هواپیمایی است که سر و صدای آن در محیط پیرامونی یک فرودگاه شهری نامحسوس باشد. تحقق چنین هدفی به طراحی متفاوتی برای موتور و هواپیما نیاز دارد. در حال حاضر، چالشهای فراوانی پیش روی این تحقیقات قرار دارد و طبق زمان‌بندی موجود فایق آمدن بر این مشکلات و ساخت چنین هواپیمایی تا سال ۲۰۳۰ به طول خواهد انجامید. تیم عملیاتی این تحقیقات با یک فرودگاه، کنترل ترافیک هوایی و خطوط هوایی محلی همکاری می‌کند تا آزمایشهای لازم را با هواپیمای موجود فعلی انجام دهند. در موتور هواپیماها فن، که با حرف A در شکل ۳ مشخص شده است، و جت پیشران فوق سریع، که با حرف B در شکل ۳ نشان داده شده است، از عوامل اصلی تولید صدا هستند.



شکل ۳: عوامل اصلی مولد صدا در موتور هواپیما

با این حال، موتور هواپیما سرو صدای بیشتری ایجاد می‌کند. در حقیقت، جریان عبوری از قسمتهای مختلف بدنه هواپیما موجب تولید صدا می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴: نمایش میزان قدرت منابع صوتی در بدنه هواپیما

گروه تحقیقاتی تلاش می‌کند تا با اتخاذ رویکردهای مختلف مانند حذف برخی مقاطع، ادغام بیشتر موتورها با بدنه هواپیما، به‌کارگیری بدنه‌ای که سر و صدای موتور را پوشش دهد، کاربرد تجهیزات آکوستیک در موتور برای جذب سر و صدا، کاهش سرعت فن موتور و سرعت جت و... به هدف مورد نظر؛ یعنی هواپیمای بی صدا دست یابند.

از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه طراحی که استادان گروه مکانیک دانشگاه کمبریج به آن توجه کرده‌اند، می‌توان موارد زیر را فهرست کرد:

طراحی پیش‌گویانه رایانه‌ها در طراحی و آموزش مهندسی، توسعه روشهای طراحی برای طراحیهای خاص (برای مثال: مدیریت فرایند، مدیریت تغییر و طراحی فراگیر)، طراحی صنعتی، طراحی توربین، طراحی سبز، طراحی موتور هوایی با انتشار گازهای گلخانه‌ای اندک، طراحی حرارتی هواپیما، طراحی

به کمک رایانه، مدیریت دانش طراحی، طراحی سیستم‌های صنعتی قابل پیکربندی مجدد، یکپارچه سازی طراحی و فناوری، رتبه‌بندی طراحی، مطالعه طراحی سیستم‌های مهندسی بسیار پیچیده، طراحی و تجزیه و تحلیل سیستم‌های رآکتور هسته‌ای، توسعه مهارت و شایستگی در طراحی و ساخت و تولید، طراحی و ساخت و تولید، طراحی میکرو سیستم، کاربرد علم مهندسی در طراحی محصولات، طراحی وسایل پزشکی، طراحی سیستم ساخت و تولید کارآمد و... .

پ. مواد بیولوژیک

میشل اوین[1] ، دارای مدرک دکتری علوم بیو فیزیک و فیزیک پزشکی، از جمله افرادی است که در خصوص موضوع مواد بیولوژیک تحقیق می‌کند. این استاد موضوعات پژوهشی چون بیو مهندسی، رفتار مکانیکی مواد بیولوژیک، بررسی عوامل مکانیکی در دوران بارداری و تولد، روشهای بررسی رفتار مکانیکی مواد وابسته به زمان به وسیله آزمایشهای نانویی و بررسی ویژگیهای ساختاری بافتهای معدنی مانند استخوان را به عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. وی در یکی از مقاله‌های اخیر خود با عنوان "داربستهای کامپوزیتی الیاف الکتروریسی شده ژلاتین ـ ژل آلژینات به‌عنوان بافت مهندسی مکانیکی قدرتمند برای قرنیه"[۳۱] چنین می‌گوید: در حال حاضر، کمبود شدید اهدا کننده قرنیه با کیفیت خوب از جمله مشکلات بین‌المللی محسوب می‌شود. بنابراین، به جایگزینهایی برای بافت اهدایی برای پیوند قرنیه نیاز است. هیدروژل‌ها به دلیل گنجایش آب زیادی که دارند، مشابه بافت طبیعی هستند و به‌طور گسترده به‌عنوان داربستهایی برای بازسازی بافت قرنیه به‌کار می‌روند. با اینهمه، داربستهای هیدروژل ساختار فیبری ندارند و به همین دلیل نمی‌توانند در بافت طبیعی به‌عنوان اجزای تحمل کننده بار باشند و در نتیجه، عملکرد مکانیکی ضعیفی دارند. در این مقاله نشان داده شده است که خواص مکانیکی هیدروژل‌های مناسب به کمک تقویت کننده‌های نانو فیبر الکتروریسی شده[2] افزایش می‌یابد. هیدروژل‌های آلوژینات[3] به نانو فیبرهای ژلاتین الکتروریسی شده نفوذ داده می‌شوند و در نهایت، هیدروژل‌های شفافی که با فیبر تقویت شده‌اند، حاصل می‌شود. نانو فیبرهای الکتروریسی شده، مدول الاستیک کششی هیدروژل‌ها را از ۱۹±۷۸ کیلو پاسکال به ۱۰۰±۴۵۰ کیلو پاسکال بهبود می‌دهند. هیدروژل‌های سفت‌تری با مدول الاستیک ۲۱۰±۸۲۰ کیلو پاسکال نیز فراهم شده‌اند، اما شفافیت کمتری دارند. هیدروژل‌های تقویت

---

1. Michelle Oyen
2. Electrospun Nanofiber Reinforcement
3. Alginate Hydrogels

شده با فیبر به‌عنوان داربستهای قوی مکانیکی، برآورده شدن انتظار بزرگی را برای کاربردهای مهندسی بافت قرنیه نوید می‌دهند.

از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه مواد که استادان گروه مکانیک دانشگاه کمبریج به آن توجه کرده‌اند، می‌توان موارد زیر را فهرست کرد:

تحلیل نقص در مواد مهندسی، مواد مورد استفاده برای پشتیبانی از اسکلت انسان علیل، نرم‌افزار مدیریت اطلاعات مواد، انتخاب مواد و قطعات استاندارد در طراحی، شبیه سازی اتمی مواد، رفتار مکانیکی مواد، فوم‌های فلزی و مواد سلولی، مواد نامنظم[1]، بیو مواد، مواد سبک (سازه‌های ساندویچی، مواد مشبک، کامپوزیت‌ها، جوشکاری اصطکاکی آلیاژهای سبک)، خصوصیات مواد در مقیاس MEMS، مطالعه مواد خاص مرتبط با انرژی از جمله پلوتونیوم، مکانیک مواد میکرو ساختار، مواد کامپوزیت، مواد مشبک و... .

۶. ۴. دانشگاه برکلی

گروه مکانیک در دانشگاه برکلی ۵۲ استاد اصلی و فعال دارد که از نظر حوزه تدریس و تحقیق تقسیم‌بندی خاصی برای آنها ذکر نشده است. سه استاد ایرانی نیز در جمع اعضای هیئت علمی این گروه حضور دارند.

مقاطع و رشته‌های تحصیلی در گروه مکانیک عبارت‌اند از: کارشناسی مهندسی مکانیک، کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک و کارشناسی ارشد علوم، دوره پنج ساله مهندسی مکانیک و کارشناسی ارشد مهندسی و دکتری مهندسی.

آزمایشگاهها و کارگاههای گروه مکانیک عبارت‌اند از: ساخت و تولید و توسعه پایدار، طراحی و تجزیه و تحلیل میکرو مکانیکی، مکاترونیک، بالستیک، کنترل سیستم‌های مکانیکی، ساخت و تولید یکپارچه، کامپوزیت‌ها، طراحی و ساخت به کمک رایانه، گروه پلیمر پزشکی، دینامیک وسایل نقلیه، بیومکانیک ارتوپدی،کنترل سیستم‌های مکانیکی، مهندسی انسان و رباتیک، کنترل پیش‌گویانه مدل، انرژی نانو، انتقال حرارت نانو و میکرو مقیاس، کنترل و شناسایی، نانو بیو، لیزر گرمایی، انرژی و فناوری اطلاعات، مهندسی و علوم سطح، CML Servo، مکانیک رایانه، پژوهه‌های محاسباتی مواد، دینامیک سیالات محاسباتی، مکانیک جامدات محاسباتی، بیوترمال، مکانیک محاسباتی سطح، فناوریهای سیستم خبره یا انرژی و فناوریهای سازگار با محیط زیست، تجزیه و تحلیل احتراق، الکترو دینامیک احتراق، فرایندهای احتراق و آتش، سیالات نظری و کاربردی، دینامیک تنیس، مکانیک سیالات و مدلسازی احتراق.

---

1. Disordered Materials

مراکز پژوهشی گروه مکانیک در این دانشگاه عبارت‌اند از: مرکز پژوهش بی سیم، BSAC (آزمایشگاه توسعه سنسورها و MEMS)، مؤسسه علوم و مهندسی نانو(BNNI)، کارآفرینی و فناوری، مرکز تحقیقات فناوری اطلاعات در جهت منافع جامعه، مرکز نانو ساخت و تولید مقیاس پذیر و یکپارچه (SINAM)، کنسرسیوم طراحی و ساخت و تولید سبز (CGDM)، سازمان پشتیبانی از پژوهش در مهندسی (ERSO)، موسسه مطالعات حمل و نقل(ITS)، آزمایشگاه تحقیقاتی اینتل و برکلی، شرکای حمل و نقل و بزرگراههای پیشرفته(PATH) و آزمایشگاه نسل جدید مواد یا Xlab.

تحقیقات گروه مکانیک در این دانشگاه به ۱۵ گروه زیر تقسیم شده‌اند:

- مهندسی زیستی
- کنترل
- طراحی
- دینامیک
- فناوری و علم انرژی
- سیالات
- ساخت و تولید
- مواد
- مکانیک
- MEMS و نانو
- مهندسی اقیانوس
- مهندسی بیو مکانیک و بهداشت
- کنترل و دینامیک سیستم‌های پیچیده
- فناوریهای سبز و پایدار
- مهندسی میکرو و نانو

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از جمله تحقیقات جالب توجه اعضای هیئت علمی گروه مکانیک دانشگاه برکلی در مبحث سیستم می‌توان به سیستم لمسی برکلی ـ ناسا اشاره کرد. سیستم لمسی برکلی ـ ناسا از جمله موضوعات پژوهشی است که همایون کازرونی در باره آن تحقیق می‌کند. این استاد موضوعات پژوهشی چون مهندسی زیستی، رباتیک، سیستم‌های کنترل، مکاترونیک، طراحی، سیستم‌های ساخت و تولید خودکار و سیستم‌های انسان ـ ماشین را به‌عنوان موضوعات و زمینه‌های پژوهشی خود ذکر کرده است. در سایت مربوط به گروه تحقیقاتی این استاد[۳۲] در باره سیستم لمسی چنین

نوشته شده است: تجهیزات یا وسایل دارای واسط لمسی[1] ماشینهایی هستند که با نیروهای تماسی دست انسان کنترل می‌شوند(شکل ۵). این وسایل از اجزای ضروری ماشینهای واقعیت مجازی محسوب می‌شوند. این وسایل را می‌توان به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که احساس نیروهای مرتبط با تمرینات و مانورهای دلخواه گوناگون را به بازوی انسان منتقل کنند(برای مثال، انتقال حس حرکت دادن یک جرم یا فشار دادن یک فنر). این وسایل به‌طورکلی، برای هر نیروی وابسته به یک مسیر قابل برنامه‌ریزی هستند. کنترل کننده‌های دستی متعددی برای سیستم‌های تله رباتیک طراحی و ساخته شده‌اند که نیرو را انعکاس می‌دهند. در این سامانه همچنین، پروژه‌ای با عنوان پروژه آستین[2] معرفی شده است که شامل مجموعه‌ای از فناوریها به منظور تولید سیستم‌های اسکلتی ارزان قیمت و در دسترس برای افراد مبتلا به اختلالات حرکتی است(شکل ۶). سربازان، کارگران امداد رسانی، آتش‌نشانها و کارکنان اورژانس نیز می‌توانند انواعی از این سیستم‌های اسکلتی را برای حمل بارهای بزرگ به‌کار ببرند (شکل ۷).

شکل ۵: واسط لمسی

موارد زیر از دیگر زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه سیستم هستند که استادان گروه مکانیک دانشگاه برکلی به آن توجه کرده‌اند:

سیستم‌های هوشمند یادگیری، هوش مصنوعی و سیستم‌های تصمیم‌گیری و خبره، سیستم‌های دینامیکی غیرخطی، سیستم‌های کنترل خودرو، سیستم‌های کنترل بهره‌وری انرژی ساختمان، طراحی به کمک رایانه سیستم‌های انرژی، مدیریت حرارتی و بهره‌وری انرژی سیستم‌های اطلاعاتی الکترونیکی، مدلسازی محاسباتی سیستم‌های واکنشی، سیستم‌های ساخت و تولید انعطاف‌پذیر، سیستم‌های میکرو الکترو مکانیکی، سیستم‌های هوشمند خودرو و بزرگراهها، سیستم‌های مکاترونیک رایانه‌ای، طراحی سیستم‌های ایمپلنت استخوان، قابلیت اطمینان سیستم‌های نانو و میکرو الکترو مکانیکی، سیستم‌های یکپارچه[3]، سیستم‌های دینامیکی با عدم قطعیتهای ذاتی، تجزیه سیستم‌های

---

1. Haptic Interface Devices
2. Austin
3. Integrated Systems

دینامیکی خطی، کاربرد تئوری سیستم‌ها در حل مشکلات هوافضا، ابزارهای تجزیه و تحلیل برای سیستم‌های پایدار موضعی، سیستم‌های میکرو سیالاتی برای نانو ساخت و تولید، مدلسازی و شناسایی سیستم، کنترل و سیستم‌های هوشمند و رباتیک، کنترل سیستم‌های هیبریدی، سیستم‌های جاسازی شده[1]، تئوری و سیستم‌های کنترل و کاربردهای آن در سیستم‌های مکانیکی گوناگون، سیستم‌های دینامیکی، طراحی سیستم‌های حسگر بی سیم، طراحی سیستم کنترل اتوماتیک، سیستم‌های اندازه‌گیری لیزری و... .

شکل۶: سیستم اسکلتی پروژه آستین

شکل۷: نوعی سیستم اسکلتی برای حمل بار

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Embedded Systems

از زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه دینامیک که استادان گروه مکانیک دانشگاه برکلی به آن توجه کرده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
دینامیک سیالات نظری، ترمو دینامیک آماری، دینامیک بدنه‌های تقریباً صلب، رفتار دینامیکی استخوان کورتیکال، دینامیک بیو سیال، دینامیک احتمالاتی سازه‌های دریایی، دینامیک غیر خطی، دینامیک جسم صلب، دینامیک ستون فقرات انسان، مدیریت عدم قطعیت در مدلهای پیچیده دینامیکی، دینامیک اجسام شبه صلب، سینماتیک و دینامیک ماشینها، آیرو دینامیک ناپایدار، پایداری و دینامیک گرداب، دینامیک و کنترل میکرو حبابها، هیدرو دینامیک کشتی، دینامیک سیالات بدنه باله دار و ... .
از زمینه‌های پژوهشی در خصوص کلید واژه‌های بیو و زیست که استادان گروه مکانیک دانشگاه برکلی به آن توجه کرده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
علم تقلید زیستی، نسل سوختهای سبز حاصل از زیست توده، احتراق سوختهای زیستی، برهم‌کنشهای لیزر و مواد بیولوژیک، مهندسی زیستی، بیو مکانیک، بیو ممز، بیو مکانیک ورزش و آسیب(طراحی و آزمایش کلاه و محافظ قفسه سینه برای کاربردهای ورزشی)، بیو مکانیک چند مقیاسی بیماریهای قلبی عروقی و صدمه به مغز، بیو مواد و پلیمرهای پزشکی، پیش بینی تحمل آسیب و عمر در ایمپلنتهای بیو پزشکی، بیو سیستم‌ها و زیست شناسی محاسباتی، مکانیک و دینامیک بیو سیالات، غشاهای سلولی بیولوژیکی، فتونیک و بیو فناوری، انتقال حرارت زیستی، بیو فناوری و برودت شناسی و... .

۷. تحلیل نتایج

با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود که کاربرد چهار کلید واژه دینامیک، مکانیک، طراحی و مدل(مدلسازی) بین استادان ایرانی و خارجی مشترک است. البته، این کلید واژه‌ها از جمله اولویتهای اول و دوم استادان خارجی هستند، در حالی که از نظر استادان ایرانی آنها در اولویتهای سوم و چهارم جای گرفته‌اند. شاید با توجه به اینکه کلید واژه‌های مطرح شده از جمله کلید واژه‌های اساسی رشته مهندسی مکانیک هستند و از طرفی، ۷۱/۵ درصد از استادان ایرانی بررسی شده در دانشگاههای اروپا و امریکا درس خوانده‌اند، شباهت در کلید واژه‌ها قابل توجیه باشد. اما اولویتهای سوم، چهارم و پنجم استادان خارجی(سیستم، بیو و مواد) حتی تا اولویت پانزدهم استادان ایرانی نیز دیده نمی‌شوند. از سوی دیگر، کلید واژه آنالیز(تجزیه و تحلیل) که اولویت دوم استادان ایرانی است و کلید واژه حرارت که اولویت پنجم است، تا اولویت دوازدهم استادان خارجی مشاهده نمی‌شود. همچنین، کلید واژه‌های

به کاربرده شده دیگر استادان ایرانی مانند جریان و ارتعاش نیز در اولویتهای پایین‌تر استادان خارجی قرار دارند. شاید بتوان این‌گونه ذکر کرد که برای استادان خارجی پرداختن به مباحث جامع‌تری چون سیستم‌های مهندسی اهمیت بیشتری دارد و مثلاً تجزیه و تحلیل به‌عنوان موضوعی زیر گروه و به عنوان یک ابزار مد نظر است. در این صورت می‌توان این پرسش را مطرح کرد که آیا هزینه و مشکلات کمتر تحقیقات از نوع تجزیه و تحلیل باعث شده است که این ابزار مهندسی به اولویت دوم استادان ایرانی تبدیل شود؟ البته، توجه به پژوهشهایی با موضوعات حرارت، سیالات و جریان در کشوری که صنعت نفت و گاز آن صنعت مهمی محسوب می‌شود امری طبیعی است، اما بی توجهی به موضوع بیوتکنولوژی نیز قابل توجیه نیست. این در حالی است که بعضی از مراکز تحقیقاتی موضوع بیوتکنولوژی را دارای این قابلیت می‌دانند که به انقلاب بعدی علمی در آینده نزدیک تبدیل شود.

شاید ذکر کلید واژه مواد به‌عنوان اولویت پنجم استادان خارجی نامتعارف به نظر برسد، زیرا این موضوع باید با عنوان مهندسی مواد مطرح شود. اما با توجه به این مطلب می‌توان دو موضوع را مطرح کرد: اول اینکه در حال حاضر موضوع مواد آن قدر اهمیت دارد که به‌عنوان یک موضوع مستقل در میان استادان مکانیک نیز رایج شده است. دوم آنکه پرداختن به موضوعات بین رشته‌ای باعث شده است که نتوان تفکیک دقیقی برای موضوعات پژوهشی قایل شد. برای مثال، گروه مکانیک دانشگاه هاروارد تحقیقات خود را اساساً بر مبنای موضوعات میان رشته‌ای بنا کرده است و بر این نوع از تحقیقات تأکید دارد. در سایت این دانشگاه چنین می‌خوانیم:

"در دپارتمان علم مواد و مهندسی مکانیک تحقیقات در محدوده پژوهشهای بنیادی در خصوص مکانیک جامدات و سیالات تا مطالعات گوناگون در مواد، سیستم‌های مکانیکی و بیومکانیک قرار دارد. حوزه‌های کلیدی تحقیقات عبارت از مکانیک ساختار مواد، کاوش در باره سیستم‌های ژئوفیزیکی و بیولوژیکی پدیده‌هایی چون الاستیسیته، پلاستیسیته، کمانش، شکستگی و حرکت موج، درک کنترل بیولوژیکی [به خصوص در مغز] برای توسعه استراتژیهای کنترل جدید و ماشینهای الهام گرفته شده از طبیعت، توسعه ابزار دقیق بیوپزشکی و رباتهای راه اندازی شونده از راه دور و سنسورهای هوشمند، دینامیک، سیالات، مواد، جامدات و ترمودینامیک هستند. این پژوهشها به شدت بین رشته‌ای هستند و با ریاضیات کاربردی، فیزیک کاربردی، علوم زمین و سیاره‌ای و شیمی و بیولوژی شیمیایی ارتباط دارند".

مدیر گروه علوم و مهندسی هسته‌ای دانشگاه ام.آی.تی نیز چنین اظهار می‌کند که دانشجویان ما نمی‌توانند در یک دامنه منفرد و محدود از دانش عمل کنند.

در حقیقت، هر دو نکته ذکر شده می‌تواند دلیل قرار گرفتن کلید واژه مواد در اولویت پنجم استادان خارجی به‌حساب آید. اگر چه در میان استادان خارجی منظور از مبحث مواد بیشتر مواد نوین

و جدید است، اما به نظر می‌رسد که در ایران هر دو زمینه مواد سنتی و مواد نوین برای حل نیازهای داخلی کشور اهمیت تحقیقاتی فراوان داشته باشند.

اکنون می‌توان این پرسش را مطرح کرد که آیا کم توجهی استادان مکانیک در دانشگاههای بررسی شده ایران به موضوعاتی چون بیوتکنولوژی، مواد، نانوتکنولوژی و... به دلیل میان رشته‌ای بودن آنهاست و بنابراین، نیاز است که استادانی از رشته‌های دیگر به گروههای تحقیقاتی استادان مکانیک وارد شوند؟

چنانچه به مدرک دکتری اعضای هیئت علمی دانشگاههای خارجی بررسی شده توجه شود، مشاهده می‌شود که همه آنها الزاماً مدرک دکتری مکانیک ندارند و در رشته‌های علمی متنوعی تحصیل کرده‌اند. شاید همین موضوع باعث می‌شود که تمایل به تحقیقات بین رشته‌ای بیشتر و تشکیل گروههای تحقیقاتی از این نوع ساده‌تر شود. این موضوع را نیز باید در نظر داشت که تعداد اعضای هیئت علمی موجود در دانشکده مهندسی مکانیک هشت دانشگاه خارجی بررسی شده ۱/۷ برابر تعداد اعضای هیئت علمی موجود در دانشکده مهندسی مکانیک هشت دانشگاه برتر ایرانی است. شاید به همین دلیل است که موضوعات تحقیقاتی ذکر شده در دانشگاههای خارجی تنوع بسیار زیادی دارند.

در میان تحقیقات استادان خارجی گاهی موضوعاتی دیده می‌شود (مانند بررسی عوامل مکانیکی در دوران بارداری و تولد، مکانیک سازهای موسیقی، بیو جَنگ افزارها و ...) که به نظر عجیب می‌رسند. شاید از نظر این دانشگاهها هیچ موضوعی حتی موضوعات نامتعارف را نباید از نگاه تحقیقاتی و پژوهشی دور داشت.

انجمن مهندسان مکانیک امریکا(ASME) در سال ۲۰۱۱ بررسی‌ای در باره حرفه مهندسی انجام داد تا وضعیت حال حاضر این حرفه و تغییراتی را که پیش بینی می‌شود تا در ۱۰ تا ۲۰ سال آینده در این حرفه ایجاد شود، مشخص کند. طبق این بررسی موضوعات مهم آینده، انرژی جایگزین و به‌طورکلی، انرژی، بیومهندسی و بیوپزشکی، کامپیوتر، الکترونیک، نانوتکنولوژی و آب خواهند بود. همچنین، زمینه‌های مهمی که باید دانش مهندسان در آنها افزایش یابد، نانوتکنولوژی، انرژی تجدید پذیر و خورشیدی/بادی است. مهم‌ترین ابزارها و روشهای آینده، شبیه‌سازی حرکت، نمونه‌سازی انیمیشن/مجازی خواهد بود. آشنایی با چند زبان و توانایی مدیریت گروههای جهانی نیز از مهارتهای مهندسی در آینده هستند که باید افزایش داده شوند[۳۳].

مواردی شبیه موضوعات پژوهشی ذکر شده در نتایج تحقیق ASME را می‌توان در منابع دیگر تحقیقاتی مانند تحقیقات فرهنگستان علوم امریکا مشاهده کرد؛ به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که نوعی توافق در باره موضوعات پژوهشی اصلی در آینده نزدیک وجود دارد. البته، این نکته نیز باید

مد نظر باشد که تمام موضوعات تحقیقاتی کشورهای پیشرفته الزاماً همین موضوعاتی که در سامانه دانشگاهها یا منابع علمی ذکر می‌شود، نیست. تحقیقات مخفی و استادان توانمندی نیز وجود دارند که در جایی از آنها نام برده نمی‌شود. همین مسئله این نگاه بدبینانه را تقویت می‌کند که شاید قدرت پشت پرده جهانی خط دهنده تحقیقات و پژوهشهای بین‌المللی است و از این طریق با مشغول کردن دنیا به موضوعات با اهمیت کمتر، موضوعات مهم‌تر و اساسی‌تر را در انحصار تعدادی خاص از کشورها یا سازمانها و افراد باقی نگاه می‌دارد.

در این میان به نظر می‌رسد آنچه به‌عنوان موضوع پژوهشی در مهندسی مکانیک برای ایران اولویت دارد، ابتدا حل مشکلات مختلف تکنولوژیکی موجود در داخل کشور است که البته، باید همراه با بررسی و رصد تحقیقات مشهود علمی در جهان باشد.

موضوع نهایی که در این بخش به آن اشاره می‌شود، مربوط به دانشگاه ملی سنگاپور است. این پرسش مطرح می‌شود که کشوری با حدود ۴/۳ میلیون نفر جمعیت چگونه دانشگاه ملی دارد و در زمینه مهندسی مکانیک رتبه پنجم جهان را داراست، در حالی که تا سال ۲۰۱۲ از زمان تأسیس دانشکده مهندسی آن فقط ۴۴ سال(۱۹۶۸) می‌گذرد؟ شاید آشنایی با این دانشگاه و گروه مکانیک آن به یافتن پاسخ این پرسش کمک کند.

دانشگاه ملی سنگاپور در سال ۱۹۰۵ میلادی تأسیس شده است و گروه مکانیک آن ۷۷ عضو هیئت علمی دارد. گروه مکانیک در سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مکانیک دانشجو تربیت می‌کند. آزمایشگاهها و کارگاههای گروه مکانیک به قرار زیر هستند:

آزمایشگاههای تحقیقاتی: کنترل و مکاترونیک، دینامیک، انرژی و سیستم‌های بیو حرارتی، مکانیک تجربی، مرکز پشتیبانی از ساخت[1]، مکانیک سیالات، مکانیک ضربه، ساخت و تولید، مواد، نانوماشین کاری، نانوسنسورها، آزمایشگاههای بهداشت و درمان و مواد انرژی، نانوبیومکانیک و ابتکار سیستم‌های میکرو و نانو.

مراکز تحقیقاتی: محاسبات پیشرفته در علوم مهندسی(ACES)، فناوری و کاربرد مواد بیوپزشکی و برنامه بسته بندی سطح نانو ویفر[2].

تحقیقات گروه مکانیک کاربردی: توسعه روشهای آزمایشگاهی جدید برای ارزیابی غیر مخرب قطعات و سیستم‌ها که محدوده کاربرد آنها از اندازه‌گیری سازه‌های هواپیما تا مشخصات دینامیکی قطعات در مقیاس میکرون قرار دارد. دیگر تحقیقات آزمایشگاهی شامل بررسی خصوصیات سیستم‌های بیومکانیکی مانند بافت نرم و استخوان، مکانوبیولوژی، نانوبیومکانیک، مهندسی ضربه و رفتار موادی چون

---

1. Fabrication
2. Nano-Wafer Level Packaging Program

آلیاژهایی که شکل خود را به خاطر می‌سپارند و شیشه‌های فلزی[1] است. پروژه‌هایی نیز در باره سیستم جنگ افزارها و آکوستیک و هواپیمای بدون سرنشین در حال اجراست. در خصوص وسایل و سیستم‌های نانو و میکرو مقیاس برای کاربرد در بیوپزشکی، اپتیک و تولید قدرت و جنبه‌هایی چون طراحی، توسعه فرایندهای ساخت و ارزیابی عملکرد و مشخصات نیز مطالعه می‌شود. شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل عددی بخش اصلی تحقیقات در این گروه است. در کنار توسعه روشهای جدید و بسیار قدرتمند مکانیک محاسباتی از روشهای محاسباتی پیشرفته و دیگر روشهای عددی برای کاربردهای مهمی چون شکست و لایه لایه شدن در کامپوزیتهای با فیبر تقویت شده، لایه‌های نازک و سیستم‌های آناتومیک انسان استفاده می‌شود.

در گروه کنترل و مکاترونیک دانشگاه ملی سنگاپور اعضای هیئت علمی در خصوص سه جنبه اصلی؛ یعنی کنترل، رباتیک و هوش محاسباتی تحقیق می‌کنند. رباتهای دوپا[2]، صندلی چرخدار کنترل شونده به وسیله مغز، کنترل سیستم‌های مکانیکی مانند وسایل نقلیه زیر آب، فرایندهای ماشین کاری، واقعیت مجازی، فیدبک لامسه‌ای[3]، شبکه‌های عصبی مصنوعی، ماشین بُردار پشتیبان[4] و کنترل سیستم‌های مقید شده[5] از جمله مثالهایی برای پروژه‌های تحقیقاتی این گروه هستند.

گروه انرژی و سیستم‌های بیو حرارتی این دانشگاه تحقیقاتی دارند که مواردی مانند فرایندهای حرارتی صنعتی، سیستم‌های بازیابی گرما، بازده انرژی ساختمانهای بزرگ و نیروگاهها، رفتار حرارتی پوششها و اجزای ساختمان، سیستم‌های خشک کن، کاربرد انرژی خورشیدی، تهویه، انتقال حرارت در ICها و پکیجها، کرایوسرجی[6] و حوزه‌های خاص در میکرو احتراق و انتقال حرارت را پوشش می‌دهد. این گروه به دنبال جایگزینهایی برای بهبود بازده انرژی و تنوع انرژی هستند. پروژه‌های دانشجویان تحصیلات تکمیلی در این گروه عبارت‌اند از: چیلرهای جذبی، خنک کاری میکرو کانال، تجزیه و تحلیل جذب کننده[7]، ذخیره انرژی، آب شیرین کن، خشک کردن با پمپ حرارتی[8]، سیستم‌های تولید مشترک[9] و ژنراتور برق ترمو فتو ولتاییک میکرونی، میکرو نیروی رانشی.

گروه مکانیک سیالات دانشگاه ملی سنگاپور تحقیقات محاسباتی یا آزمایشگاهی یا ترکیبی از هر دو روش را در این موضوعات انجام می‌دهد: انتقال و پایداری جریان، پایداری جریان روی سطوح انحنا

---

1. Metallic Glasses
2. Bipedal Robots
3. Haptics Feedback
4. Support Vector Machine
5. Control of Constrained System
6. Cryosurgery
7. Absorber Analysis
8. Heat-pump Dry
9. Co-generation Systems

دار، آیرودینامیک ناپایدار، آیرودینامیک بادی بلاف[۱]، دینامیک گرداب، توربولانس(تلاطم)، دینامیک حباب و قطره، حفره حفره شدن(کاویتاسیون)، شوک و انفجار، دینامیک بیوسیال، میکرو سیلان شناسی[۲]، سیالات گذرا در سیستم‌های پمپاژ[۳] و دینامیک سیالات محاسباتی.

در گروه ساخت و تولید این دانشگاه علایق پژوهشی اعضای هیئت علمی ساخت و تولید ارزش افزوده از طریق کاربرد فناوری اطلاعات(IT) و نوآوری در فرایندهاست. از جمله موضوعات پژوهشی در این گروه عبارت‌اند از: فرایندهای نوین بر مبنای نمونه سازی سریع و ماشین کاری میکرونی و فوق دقیق، بیوساخت و تولید، تحقیقات پیشرفته در طراحی به کمک کامپیوتر و سیستم‌های یکپارچه تسهیل شده به کمک فناوری اطلاعات و ارتباطات، مهندسی همزمان اینترنتی، واقعیت افزوده و مجازی[۴]، کاربردهای هوش مصنوعی پروژه‌های مهندسی خودرو(اتومبیلهای مسابقه، اتومبیلهای شهری و مسابقه و...).

گروه مواد در دانشگاه ملی سنگاپور به‌طور جدی در زمینه پردازش و شناسایی مواد سنتی، بیوپزشکی و مواد آینده پژوهش می‌کند. این گروه در حال حاضر در خصوص روشهای نوآورانه‌ای چون رسوب مذاب از هم پاشیده[۵]، پردازش ماکروویو، رشد کریستال. کشش دو محوری بیو غشاء با قابلیت جذب مجدد[۶]، داربستهای سه بعدی برای مهندسی بافت استخوان[۷] و رسوب لیزر پالسی[۸] بررسی می‌کند. این فرایندها به انواع موادی چون بیو مواد، مواد حامل انرژی[۹]، تک کریستالهای پیزو الکتریک، مواد فروالکتریک و مولتی فروییک[۱۰]، لایه‌های نازک و ساختارهای چند لایه[۱۱]، لایه‌های تریبولوژیک[۱۲]، لحیم بدون سرب[۱۳] و مواد سبک وزن بر پایه آلومینیم و منیزیم اعمال می‌شوند. تمرکز اصلی بر توسعه مواد جدید با خواص بهبود یافته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

1. Bluff Body
2. Microfluidics
3. Fluid transient in Pumping Systems
4. Augmented and Virtual Reality
5. Disintegrated Melt Deposition
6. Bi-axial Stretching of Resorbable Biomembrane
7. 3d Scaffolds for Bone Tissue Engineering
8. Pulsed Laser Deposition
9. Energy Storage Materials
10. Ferroelectric and Multiferroic Materials
11. Thin films and Multilayer Structures
12. Tribological Films
13. Lead free Solder

۸. خط مشی آینده و توصیه‌ها

در کتاب *مهندس ۲۰۲۰* چنین می‌خوانیم که مهندسان آینده با مجموعه مبهوت کننده‌ای از فناوریهای جدید رو به رو هستند که سرعت پیدایش آنها بسیار زیاد است. جامعه مهندسی با جهانی رو به رو خواهد شد که بیش از امروز به هم پیوسته و مرتبط است و نیازمند تیزهوشی اجتماعی و سیاسی است تا بتواند در شرایط متغیر جهان کار کند. مهندسان آینده که باید به‌طور وسیعی آموزش دیده باشند، می‌توانند در موضوعاتی چون تجارت، خدمات عمومی، تحقیق و توسعه و طراحی مدیریت کنند و افرادی اخلاق‌گرا و تأثیرگذار در تمام بخشهای جامعه باشند. مهارتهای قوی تحلیل، خلاقیت، قوه ابتکار، حرفه‌ای‌گری و قدرت مدیریت از توانمندیهای مهندسان آینده خواهد بود. امروزه، مهندسان با نبود توانمندیهای یاد شده رو به رو شده‌اند و نیاز به آنها را تصدیق می‌کنند. موضوع این است که چگونه می‌توان مطمئن شد حرفه مهندسی و آموزش مهندسی دیدگاه جامعی متشکل از این توانمندیها را می‌پذیرد و در آینده به ایجاد محیطی که این ویژگیها در آن توسعه یابند، کمک می‌کند.

برای رسیدن به چنین دیدگاه جامعی توصیه می‌شود که در حوزه آموزش ساختار آموزش مهندسی به ساختاری جمع‌گرایانه و پویا، کاربردی همراه با تحلیل و پژوهش، خلاقیت محور و ابتکار محور تغییر داده شود. این تغییر می‌تواند در ارائه هر درس نیز مد نظر استادان و دانشجویان قرار گیرد. همچنین، لازم است مهارتهای ارتباطی و مدیریتی تقویت شوند و مباحث معاصری در خصوص اقتصاد، جامعه و... مطرح شوند (شکل ۲). در حوزه پژوهش نیز در این مقاله تلاش شد تا با مقایسه موضوعات پژوهشی و ویژگیهای گروه مکانیک در دانشگاههای برتر ایران و جهان وضعیت موجود در این دانشگاهها تا حد ممکن آشکار شود. به نظر می‌رسد که پژوهش در دانشگاههای برتر جهان امری برنامه‌ریزی شده و نظام‌مند، گروهی، عمدتاً بین رشته‌ای، نیاز محور، با تنوع موضوعی و طولانی مدت است. همین ویژگیها نیز برای پژوهشهای داخلی توصیه می‌شود.

مراجع

1. National Academy of Engineering, The Engineer of 2020 (Visions of Engineering in The New Century), pp: xi-10, 2004 (www.nap.edu)
2. Ben-Ari, M., Just a Theory: Exploring the Nature of Science, p. 303.
3. www.mehrnews.com
4. Wickert, Jonathan and Lewis, Kemper (2013), An Introduction to Mechanical Engineering, Third Edition, pp.1-28.
5. www.isc.gov.ir
6. www.ut.ac.ir
7. www.sharif.ir
8. http://aut.ac.ir
9. www.modares.ac.ir

10. www.iust.ac.ir
11. www.shirazu.ac.ir
12. www.iut.ac.ir
13. www.um.ac.ir
14. www.topuniversities.com
15. http://web.mit.edu
16. www.stanford.edu
17. www.cam.ac.uk
18. www.harvard.edu
19. www.nus.edu.sg
20. www.berkeley.edu
21. www3.imperial.ac.uk
22. www.u-tokyo.ac.jp

۲۳. نقشه جامع علمی کشور، شورای عالی انقلاب فرهنگی، اسفندماه ۱۳۸۹.

24. http://aaclab.mit.edu
25. Maria, C. Yang, Tomonori, Honda and Heidi, Q. Chen (2013), Approaches for Identifying Consumer Preferences for the Design of Technology Products: A Case Study of Residential Solar Panels.
26. Sangbae, Kim, Cecilia, Laschi and Barry, Trimmer (2013), Soft robotics: A bioinspired evolution in robotics.
27. Ohkura, Yuma, Pratap M. Rao (2013), In Sun Cho, and Xiaolin Zheng; Reducing minimum flash ignition energy of Al microparticles by addition of WO3 nanoparticles.
28. Reich, Yoram, Ullmann, Georg, Van der Loos, Machiel, and Leifer, Larry (2012), Coaching product development teams: a conceptual foundation for empirical studies.
29. Julian, P. Timings and David, J. Cole (2013), Minimum Maneuver Time Calculation Using Convex Optimization.
30. http://silentaircraft.org
31. Tonsomboon, K. and Oyen, ML. (2013), Composite electrospun gelatin fiber-alginate gel scaffolds for mechanically robust tissue engineerd cornea.
32. http://bleex.me.berkeley.edu
33. The State of Mechanical Engineering: Today and Beyond; An ASME Research Study; (2011).