

جناب آقای دکتر معماریان، استاد برجسته دانشکده معدن دانشگاه تهران است که مسئولیت اجتماعی خود را در قالب بهبود کیفیت آموزش مهندسی ایران دنبال می کند و ارزیابی برنامه های آموزشی را راهکار افزایش کیفیت می داند. وی با توجه به تجربه های بین المللی، دستورالعملهای لازم برای انجام این کار را تهیه کرده است و تجربه ارزشیابی چندین برنامه آموزشی مهندسی ایران را در کارنامه دارد. وی با توجه به کاستی های موجود در برنامه های آموزشی مهندسی ارزیابی شده، ارائه درس "درآمدی بر مهندسی" در سال اول و ارائه درس "طراحی مهندسی" را در سال چهارم لازم میدانند. وی کتاب درسی مناسب برای هر یک از این دو درس تدوین کرده است و تجربه گرانقدری در ارائه این دروس دارد. همچنین جهت افزایش کیفیت تدریس، توسعه مهارت اعضای هیات علمی در تعیین درست اهداف یادگیری، آموزش فعال دانشجوی محور جهت تحقق اهداف، و ارزشیابی صحیح و مکرر میزان یادگیری را لازم می داند. وی محتوای آموزشی لازم برای آشنایی اعضای هیات علمی با این موضوعات را تهیه کرده و تجربه برگزاری ده ها دوره برای اعضای هیات علمی دارد.

در ادامه لب لباب دوره چهار روزه توسعه مهارت های یاددهی-یادگیری که از ۲۳ الی ۲۶ شهریور ۹۸ به همت انجمن آموزش مهندسی ایران توسط جناب آقای دکتر معماریان ارائه شد، تقدیم می شود. در این دوره حدود ۲۰ عضو هیات علمی از دانشگاه های تهران، شریف و علم و صنعت ایران شرکت نمودند. دانشکده مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران با ۵ شرکت کننده، بالاترین استقبال را از این برنامه داشت. مطالب تلخیص شده از این کارگاه ۴ روزه، به شرح ذیل است:

الف-ارزیابی درونی برنامه های آموزش مهندسی

ب-مدل آموزش درس مهندسی

ب-۱-اهداف یادگیری

ب-۲-یاددهی-یادگیری فعال

ب-۳-ارزیابی

ج-اصول تدریس خوب

د-درس درآمدی بر مهندسی

ه-درس طراحی مهندسی

الف-ارزیابی درونی برنامه های آموزش مهندسی

ارزیابی برنامه آموزشی مهندسی با ۸ ملاک دانشجویان، هدفهای برنامه آموزشی، دستاوردهای برنامه، ارتقاء مداوم کیفیت، برنامه درسی، آموزشگران، امکانات و پشتیبانی انجام می شود.

ملاک (۱) دانشجویان: برنامه آموزشی باید بتواند عملکرد دانشجویان را بسنجد؛ ب ه دانشجوین در مورد برنامه درسی و آینده حرفه ای راهنمایی ارایه دهد؛ پیشرفت دانشجویان را، در رابطه با دستاوردهای برنامه، دنبال کند؛ و دانشجویان را قادر سازد که در زمان فارغ التحصیلی به تمام الزامات برنامه، دست یابند.

ملاک (۲) هدف های برنامه آموزشی: هدف ها در واقع توصیف مکتوب توانایی های کاری و حرفه ای است که مایلیم دانش آموختگان برنامه آموزشی به آن دست یابند.

ملاک (۳) دستاوردهای برنامه: برنامه ی آموزشی استاندارد باید ۱۱ دستاورد ذیل را که در دانش آموختگان متجلی شده، داشته باشد. این ۱۱ دستاورد را می توان در دوطبقه، مهارتهای تحصیلی و حرفه ای مقوله بندی نمود.

- **مهارتهای تحصیلی** شامل پنج دستاورد دانش مهندسی، بررسیهای مهندسی، طراحی مهندسی، تحلیل مهندسی و کار با ابزارهای مدرن است.
- **مهارتهای حرفه ای** شامل شش دستاورد کارگروهی، مسئولیتهای حرفه ای، ارتباطات مهندسی، مهندسی و جامعه، یادگیری مداوم و آگاهی از مسائل معاصر است..

یازده دستاورد برنامه آموزشی به شرح ذیل است:

۱. دانش مهندسی: توانایی به کارگیری دانشهای ریاضی، علوم و مهندسی
۲. بررسیهای مهندسی: توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و همچنین، تحلیل و تفسیر داده ها
۳. طراحی مهندسی: توانایی طراحی یک سیستم، وسیله یا فرایند برای رفع نیازها با در نظر گرفتن واقع بینانه محدودیتهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی و ایمنی
۴. کارگروهی: توانایی کار در گروههای دارای عملکردهای چندگانه
۵. تحلیل مهندسی: توانایی شناسایی، ساماندهی و حل مسائل مهندسی
۶. مسئولیتهای حرفه ای: توانایی درک مسئولیتهای حرفه ای و اخلاقی
۷. ارتباطات مهندسی: توانایی ایجاد ارتباط مؤثر
۸. مهندسی و جامعه: کسب آموزشهای لازم برای درک تأثیر راه حل های مهندسی در قالب جهانی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی
۹. یادگیری مداوم: درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه ای
۱۰. آگاهی از مسائل معاصر
۱۱. کار با ابزارهای مدرن: توانایی استفاده از فناوریها، مهارتها و ابزارهای مدرن و ضروری برای فعالیتهای مهندسی

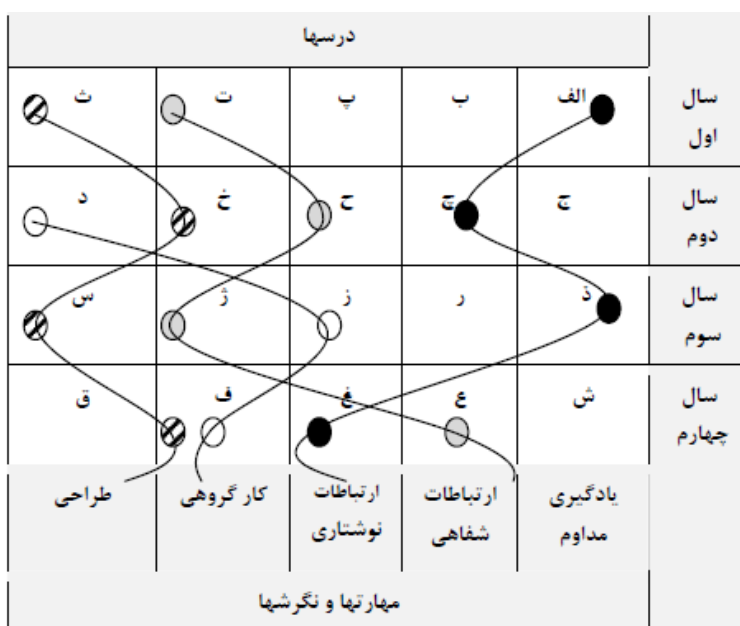
رابطه دستاورد برنامه آموزشی با هدفهای یادگیری هر درس باید بررسی شود. هر یک از درسهای اصلی مهندسی باید به گونه ای طراحی و اجرا شوند که بتوانند به تنهایی حداقل یک و به طور مجموع همه ۱۱ دستاورد برنامه آموزشی را پوشش دهند.

جدول ۱- رابطه دستاورد برنامه آموزشی با هدفهای یادگیری هر درس

دستاوردها	درسها					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دانش مهندسی	ز	ز	م	ک		ز
بررسیهای مهندسی	ک		ی		م	ز
طراحی مهندسی					ک	
کارگروهی		ک				
تحلیل مهندسی	م	ز			م	
مسئولیتهای حرفه ای						
ارتباطات مهندسی				ک		
مهندسی و جامعه				م		ز
یادگیری مداوم						
آگاهی از مسایل معاصر	ک	ز		م		م
کار با ابزارهای مدرن	ز		ز		م	ک

ک=کم، م=متوسط، ز=زیاد

جدول ۲-تحقق دستاوردهای یادگیری مهارتی و نگرشی در برنامه ریزی درسی می تواند از مجموع چند درس برنامه آموزشی تحقق یابد



ملاک (۴) ارتقاء مداوم کیفیت

ملاک (۵) برنامه درسی

ملاک (۶) آموزشگران: اساتید قلب هر برنامه آموزشی هستند. از این رو، تعداد آموزشگران باید کافی بوده و از توانایی بهایی برخوردار باشند، که تمام زمینه های برنامه آموزشی را پوشش دهد

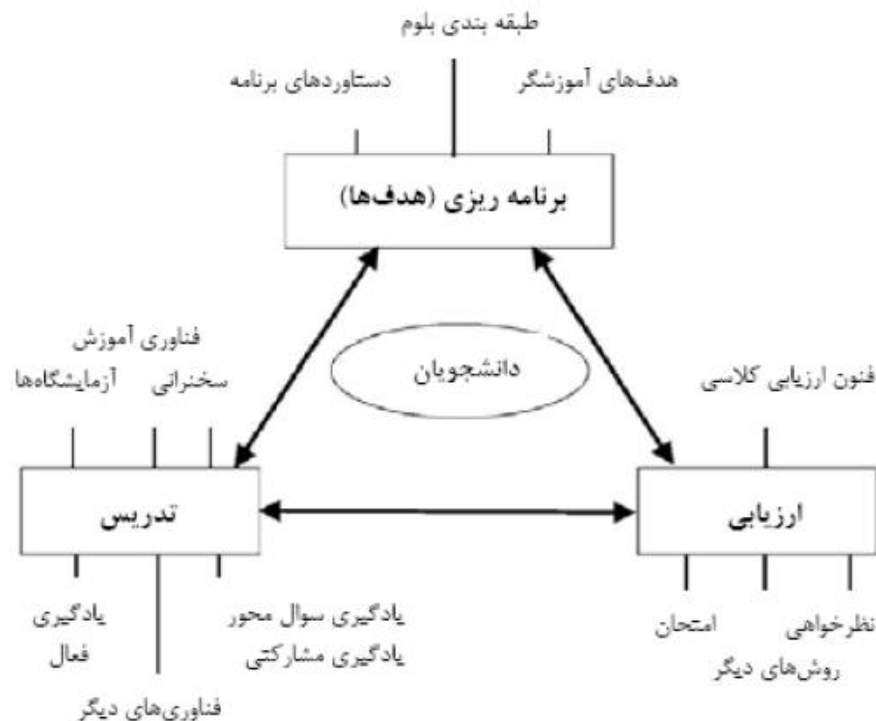
ملاک (۷) امکانات: کلاس های درس، آزمایشگاه ها و تجهیزات مرتبط با آنها باید متناسب با اهداف برنامه آموزشی بوده و محیطی مناسب برای آموزش و فراگیری فراهم کند.

ملاک (۸) پشتیبانی: برای تضمین کیفیت و کمیت برنامه؛ حمایت دانشگاه، منابع مالی لازم و مدیریت سازنده، باید به نحو مناسبی وجود داشته باشد.

در آموزش مهندسی، هدف فقط انتقال دانش نیست بلکه تغییر نگرش و افزایش مهارت هم اهمیت بسزایی دارد. انتقال دانش ممکن است با یک مرتبه آموزش محقق شود ولی برای ارتقای مهارت، باید در طول دوره آموزشی مهندسی به طور مداوم در همه دروس، فعالیت هایی تدوین شود که منجر به کسب و افزایش مهارت گردد. از بین یازده دسناورد ذکر شده در یک دوره آموزش مهندسی هم عمده موارد، در حیطه مهارت های علمی و تخصصی قرار می گیرند.

ب-مدل آموزش درس مهندسی

جهت تدریس در کلاس، باید اهداف یادگیری بصورت مشخص و با افعال کنشی تعیین شود. نحوه آموزش و تدریس جهت تحقق اهداف باید دانشجو محور باشد و یادگیری فعال را محقق کند. با مکت در خلال تدریس و طرح سوال فرصت یادگیری فعال و تمرین جهت دستیابی به اهداف آموزشی داده می شود. با ارزیابی، میزان تحقق اهداف یادگیری سنجش می شود.



شکل ۱- مدل آموزش درس مهندسی

ب-۱-اهداف یادگیری

جهت تعیین اهداف یادگیری با عبارت مشخص، در دسترس و با فعل قابل اندازه گیری، باید طبقه هدف بر اساس طبقه بندی بلوم-اندرسون، مشخص شده باشد. بر اساس این طبقه بندی، یادگیری به ترتیب در شش طبقه به یادآوردن، درک کردن، بکاربردن، تجزیه و تحلیل کردن، ارزیابی و نقد کردن، و خلق کردن قرار می گیرند. سه مورد اول در سطوح پایین یادگیری و سه مورد آخر در سطوح بالای یادگیری هستند. باید تلاش شود تا اهداف سطوح بالای طبقه بندی محقق شود.

در مدل منطقی آموزش، هدف های یادگیری (آنچه دانشجویان در پایان آموزش قادر به انجام آن هستند)، راهبرد تدریس، فعالیت های یادگیری (مانند فرصت تمرین و تفکر به دانشجویان) و سنجش یادگیری، باید همگی همتراز باشند تا بهترین نتایج در یادگیری حاصل شود.



شکل ۲- مقایسه سطوح پایین و بالای یادگیری با توجه به طبقه بندی بلوم-اندرسون

جدول ۳- طبقه بندی هدفهای آموزشی (بلوم-اندرسون ۱۹۹۰)

تعریف کردن، فهرست کردن، به خاطر سپردن، به یاد آوردن، تکرار کردن.	آیا دانشجو می تواند اطلاعات را به خاطر آورد؟	به یاد آوردن
طبقه بندی کردن، توصیف کردن، بحث کردن، توضیح دادن، شناختن، تعیین محل کردن، باز شناختن، گزارش کردن، انتخاب کردن، ترجمه کردن.	آیا دانشجو می تواند ایده ها یا مفاهیم را توضیح دهد؟	درک کردن
انتخاب کردن، نشان دادن، به کار گرفتن، مصور کردن، تفسیر کردن، اداره کردن (به کار انداختن)، برنامه ریزی کردن، حل کردن، استفاده کردن، نوشتن.	آیا دانشجو می تواند اطلاعات را به روشی تازه به کار گیرد؟	به کاربردن
تخمین زدن، مقایسه کردن، نقد کردن، تفکیک کردن، تفاوت قایل شدن، تشخیص دادن، امتحان کردن، تجربه کردن، پرسیدن، آزمایش کردن.	آیا دانشجو می تواند بخشهای مختلف را از هم تشخیص دهد؟	تجزیه کردن
ارزیابی کردن، استدلال کردن، دفاع کردن، قضاوت کردن، انتخاب کردن، پشتیبانی کردن.	آیا دانشجو می تواند یک وضعیت یا تصمیم را توجیه کند؟	ارزیابی کردن
سوار کردن، ساختن، خلق کردن، طراحی کردن، توسعه دادن، فرمول بندی کردن، تالیف کردن.	آیا دانشجو می تواند یک محصول یا ایده جدید را بیافریند؟	خلق کردن

ب-۲- یاددهی-یادگیری فعال

فرآیند تدریس می‌تواند استاد محور (سخنرانی) و یا دانشجو محور (فعال و مشارکتی) باشد. توصیه می‌شود نحوه تدریس گام به گام (با گام‌های کوتاه) به سمت آموزش فعال سوق پیدا کند. با یادگیری فعال، سطوح بالای یادگیری بلوم، محقق می‌شود. البته تکنیک‌های یادگیری فعال نباید بصورت ناگهانی و یا یکنواخت بکار رود و موثر بودن آن با بازخورد گرفتن از دانشجویان کنترل شود.

جدول ۴-فعالیت‌های پیشنهادی جهت تحقق یادگیری فعال

• سوالات مفهومی	• مناظره	• مدل سازی مهارت های	• مطالعه موردی
• ازمون بدون نمره	• سوال-بحث	• مشکل گشایی	• واکنش به نمایش ویدیویی
• خلاصه تک جمله‌ای	• تحلیل هدایت شده	• بازدید	• ایمیل و ویس میل
• مقاله یک دقیقه‌ای	• طوفان ذهن	• صندوق پیشنهادات	• اینترنت
• کارت کستی	• اشتراک اندیشه	• کمیته ارتباط	• پاسخگوی الکترونیکی
• جدول موافق و مخالف	• چوب خط	• جورچین	• ...



شکل ۳-مخروط یادگیری (انواع روش های یادگیری فعال و غیرفعال)

ب-۳- ارزیابی

ارزیابی بصورت تکوینی در طول نیمسال جهت تحقق یادگیری و در پایان نیمسال جهت اندازه گیری یادگیری انجام می شود. استفاده از آزمون تشریحی و آزمون چندجوابی جهت ارزیابی قابل انجام است. باید سعی شود در صورت امکان از پرسشهای با انتهای باز هم استفاده شود. مناسب است نمونه سوال امتحان به دانشجو داده شود تا انتظار استاد از دانشجو مشخص شود. ترتیب سوالها بهتر است از آسان (۹۰٪ جواب درست می دهند) به سخت (۳۰٪ جواب درست میدهند) باشد و همچنین یک سوال چالشی با نمره اضافی در انتها وجود داشته باشد. زمان امتحان حدود ۳ الی ۴ برابر زمانی است که استاد خودش صرف امتحان می کند.

میانگین نمره هر درس یک استاد باید با میانگین نمرات دروس گروه آموزشی، دانشکده و دانشگاه هماهنگ باشد. برای عدم هماهنگی باید توجیه منطقی وجود داشته باشد.

برای ارزیابی عملکردهای مهارتی مانند پروژه باید روبریک مناسب (روش امتیازدهی ملاکهای ارزیابی) تهیه شود و به اطلاع دانشجویان رسانده شود.

ج- اصول تدریس خوب

هفت اصل جهت تدریس خوب و با کیفیت آموزشی توصیه شده است (چیکرینگ و گامسون).

۱- ارتباط استاد و دانشجو (توجه به دانشجو در کلاس و خارج کلاس جهت ایجاد انگیزه و جلب مشارکت)

۲- همکاری دانشجویان با هم (ترغیب دانشجویان به یادگیری مشارکتی و کار گروهی)

۳- یادگیری فعال

۴- بازخورد سریع

۵- زمان انجام کار (مدیریت موثر زمان کلاس)

۶- انتظارات بالا (بیشتر بخواه، به آن خواهی رسید)

۷- منظور کردن تنوع استعدادها و سبک های یادگیری

د-درس درآمدی بر مهندسی

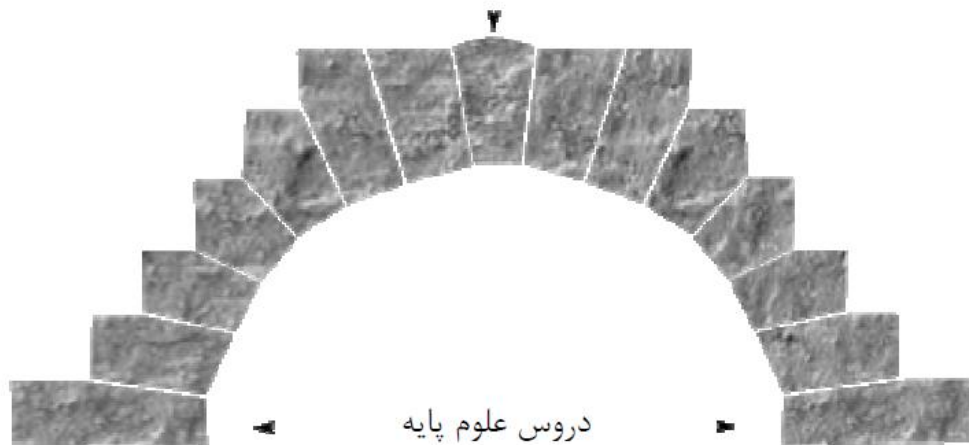
جهت کمک به تحقق ۱۱ دستاورد برنامه آموزش مهندسی، مناسب است برای دانشجویان جدیدالورود، درس درآمدی بر مهندسی با سیلابس ذیل ارائه شود.

- آگاهی از محتوی آموزش مهندسی و شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود بین شاخه های مختلف آن؛
- به دست آوردن مهارت لازم برای انجام کارگروهی موفقیت آمیز؛
- کسب مهارت عملی در ارتباطات مهندسی (شفاهی، کتبی، تصویری و الکترونیکی)؛
- فراگیری روش‌های گردآوری و ساماندهی داده ها، تهیه مقالات پژوهشی و حراست از دستاوردهای علمی؛
- آشنایی با ویژگی‌های یک مهندس حرفه‌ای و ضرورت رعایت اخلاق در مهندسی؛
- شناخت اهمیت و به کارگیری خلاقیت در فعالیت‌های مهندسی؛
- فراگیری مبانی فرایند طراحی و برنامه ریزی در مهندسی؛
- درک مفاهیم ریسک و خطر به منظور رعایت ایمنی در طول تحصیل و در فعالیت‌های مهندسی.

ه-درس طراحی مهندسی

مهارت طراحی، جوهر مهندسی می باشد. در سال آخر برنامه آموزش مهندسی، معمولا درس پروژه کارشناسی وجود دارد که باید یک طراحی در آن انجام پذیرد. لکن غالبا آموزش مستقیم برای انجام آن داده نمی شود.

پروژه کارشناسی یا
! درس طراحی پایانی

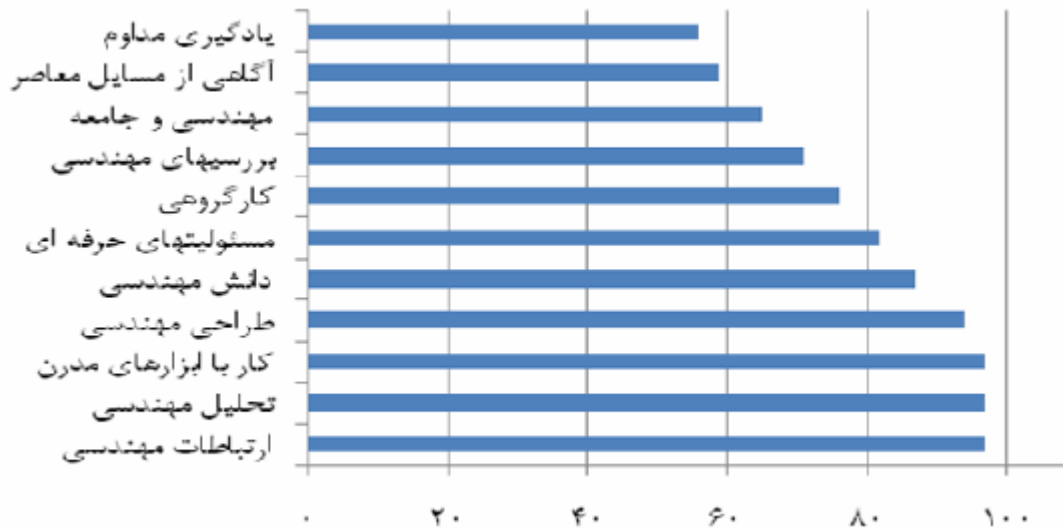


شکل ۴-درس پروژه کارشناسی یا طراحی مهندسی، اوج فعالیت دانشجویان کارشناسی است

تعریف طراحی مهندسی به شرح ذیل است

طراحی مهندسی فرایند به وجود آوردن یک جزء، فرایند یا سیستم برای برطرف کردن یک نیاز است. طراحی فرایندی اغلب تکراری و محتاج تصمیم‌گیری است که در آن علوم پایه، ریاضیات و علوم مهندسی برای تبدیل بهینه منابع برای رسیدن به هدف مشخص به کار گرفته می‌شوند. از عناصر اصلی طراحی می‌توان تهیه هدفها و ملاکها، تجزیه و تحلیل، ساخت، آزمودن و ارزیابی را نام برد. مؤلفه طراحی یک برنامه آموزشی باید حاوی بیشتر مواردی باشد که در ادامه آمده است: توسعه خلاقیت دانشجویان، استفاده از مسائل دارای پایان باز، توسعه و به کارگیری تئوری و روش مدرن طراحی، ساماندهی تعریف و مشخصات مسئله طراحی، در نظر گرفتن راه‌حلهای متعدد، ملاحظات امکان‌سنجی، فرایندهای تولید، طراحی همزمان و توصیف دقیق سیستم. علاوه بر این، ضروری است که تنوعی از محدودیتهای واقع بینانه در نظر گرفته شود، مانند تأثیر عوامل اقتصادی، ایمنی، قابلیت اطمینان، زیبایی‌شناسی، اخلاقی و اجتماعی. به تعریف مذکور می‌توان تأکید بر کارگروهی برای حل مسئله و اجرای طراحی را نیز اضافه کرد.

تمام یازده دستاورد برنامه آموزش مهندسی در درس پروژه پایانی می‌تواند محقق شود. بنابراین این درس از اهمیت بسزایی در برنامه آموزشی کارشناسی برخوردار است.



شکل ۵- میزان امکان دستیابی به دستاوردهای برنامه آموزش مهندسی در درس پروژه پایانی

و سخن آخر:

" در دنیای متحول کنونی، آماده شدن برای فردای آموزش مهندسی محتاج عزمی جدی برای تحول از آموزشگر سنتی به «دانشور یاددهی-یادگیر است». فردی که با برخورداری از یافته‌های نوین علم و هنر یاددهی-یادگیری، تجربیات آموزشی جدیدی را به‌انجام رسانده و نتایج آنرا با دیگر همکاران، به‌اشتراک بگذارد. فردی که با مشارکت در فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزشی، کاستی‌ها را شناسایی و با مرتفع کردن آنها، به ارتقای کیفیت آموزش مهندسی کمک نماید".