

بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و استرالیا و مقایسه آن با برنامه آموزش مهندسی نفت در ایران

محمد آزادی تبار^۱ و عباس هاشمی زاده^۲

چکیده: در این مقاله آموزش رشته مهندسی نفت در دوره کارشناسی و زمینه‌های پژوهشی فعال مهندسی نفت در دانشکده‌های مختلف مهندسی نفت آسیا و استرالیا بررسی و ضمن مقایسه با وضعیت آموزشی این رشته در ایران، راهکارهایی به منظور تقویت آموزش این رشته مهم و حیاتی در کشور ارائه شده است. دو دانشگاه از آسیا و دو دانشگاه از استرالیا که دارای برنامه آموزشی مهندسی نفت هستند، انتخاب شده‌اند. در هر مورد سعی شده است اطلاعاتی در باره دانشکده، اهداف دانشکده و برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی نفت در اختیار قرار گیرد. در این مقاله تعریف دقیقی از وظایف اخلاقی و حرفه‌ای مهندس نفت و نیز تواناییهایی که باید در یک دانشجوی دوره کارشناسی ایجاد شود، ارائه شده است. جمع‌بندی برنامه آموزشی مهندسی نفت در این دانشگاهها نشان می‌دهد که تقسیم بندی کارها و تخصصی کردن گروهها یکی از راهکارهای اساسی در پایه‌ریزی ساختار تحقیقات است. از طرفی، تنگاتنگ شدن پیوندهای میان علم، فناوری، اقتصاد، جامعه و همچنین، خلاقیت و پویایی علوم و فناوری، اتخاذ رویکردهای نوین مدیریتی را ضروری ساخته است. با توجه به اینکه در کشور ایران دانشجویان مهندسی نفت در طول دوران تحصیل، دانش مدیریت و اقتصاد را نمی‌آموزند، اضافه کردن این دروس به سرفصل درسی رشته مهندسی نفت ضروری به نظر می‌رسد. ضعیف و محدود بودن ارتباط بین دانشگاه و صنعت در آموزش رشته مهندسی نفت و نیز فاصله داشتن سرفصل و محتوی برخی دروس با نیازهای صنعتی، موارد دیگری از نقاط ضعف دانشگاههای کشور در مقایسه با موارد مشابه در دانشگاههای خارجی است که توجه بیشتر متولیان برنامه‌ریزی درسی در دانشگاه را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: آموزش مهندسی، مهندسی نفت، برنامه آموزشی، زمینه‌های تحقیقاتی مهندسی نفت، دانشگاههای آسیا و استرالیا.

۱. دانشجوی کارشناسی مهندسی نفت، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. m_azaditabar@yahoo.com
۲. عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی نفت و پتروشیمی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. a.hashemizadeh@hsu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۵/۲۹)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۹/۳۰)

۱. مقدمه

در قرن حاضر، مهندسی یک پدیده جهانی است و آموزش مهندسی نیز ماهیتی جهانی دارد. در چنین شرایطی علاقه‌مندان به مهندسی، به شرط آنکه زبان کم و بیش جهانی حرفه‌ای مهندسی را بیاموزند، می‌توانند در کشورهای مختلف تحصیل کنند یا به‌کار حرفه‌ای مشغول شوند. دستیابی به این توانایی مستلزم کسب آموزش مناسب است. به‌طور کلی، در برنامه آموزش تمام رشته‌های مهندسی در ایران توجه اصلی بر دانش افزایی است و به مسائلی چون توسعه مهارت‌ها و نگرش‌های مورد نیاز برای کار حرفه‌ای توجه کمتری شده است [۱] که رشته مهندسی نفت نیز از آن مستثنا نیست.

مطالعه تفاوتها در آموزش مهندسی در میان جوامع گوناگون [همانند آنچه این مقاله به آن می‌پردازد]، می‌تواند با ترکیب جنبه‌های مثبت و مختلف از هر سامانه مورد مطالعه، افزون بر کمک به ایجاد یک سامانه آموزشی کارآمد، به پیشبرد فهم عمیق‌تر در میان جوامع نیز کمک کند [۲].

برای دستیابی به صنعتی پایدار، انطباق نظام آموزشی با نیازهای صنعت ضروری است. انتخاب روشهای آموزشی مناسب در چند دهه اخیر باعث شده است که بسیاری از کشورهای جهان بازنگری عمیقی در آموزش مهندسی داشته باشند. در این خصوص یونسکو نیز در زمینه بازنگری وضعیت آموزش عالی اقداماتی انجام داده است [۳]. امروزه، بازار کار صنعتی به مهندسانی نیاز دارد که توانایی حل مسائل پیچیده مدیریتی را که مشتمل بر فعالیتهای تیمی و مهارتهای ارتباطی است، داشته باشند [۴]. بنابراین، بازنگری وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت که حیاتی‌ترین و پردرآمدترین صنعت کشور به دانش‌آموختگان آن وابسته است، ضروری به نظر می‌رسد.

۲. دانشگاه آدلاید^۱

دانشکده مهندسی نفت دانشگاه آدلاید در سال ۲۰۰۳ با ادغام مرکز ملی مهندسی زمین‌شناسی و ژئوفیزیک با دانشکده مهندسی و مدیریت تأسیس شد [۵]. در جدول دروس رشته مهندسی نفت دانشگاههای معتبر، دروس مهمی نظیر مدیریت و اقتصاد نفت، مهارتهای کامپیوتری، مبانی پایه‌ای آماری و زمین آماری، گردشهای علمی^۲، آنالیز ریسک و ... از دروس اجباری یا اختیاری است که در برنامه مهندسی نفت در ایران قرار نگرفته است [۶]. تعریف این دانشگاه از مهندس نفت فردی است که قوانین مهندسی، زمین شناسی، پیش‌بینی بیشترین ازدیاد برداشت، تولید نهایی و نرخ تولید را مطالعه و بر حفاری و بهره‌برداری منابع نفت نظارت می‌کند. این مهندسان در شغل‌های مختلفی از

1. The University of Adelaide

2. Field Trip

جمله مفسر نمودارگیری از چاه^۱، مهندس حفاری، مهندس تولید یا مهندس مخزن استخدام می‌شوند.

برنامه آموزشی دوره کارشناسی دانشکده مهندسی نفت، در دانشجویان یک اساس قوی از ریاضی، فیزیک، زمین شناسی، ژئو فیزیک، کاربردهای کامپیوتر و قوانین مهندسی ایجاد می‌کند. در طول دوره تحصیلی، کلاسها از موضوعات عمومی مهندسی به موضوعات اختصاصی مهندسی نفت تغییر می‌کند. تمرکز این برنامه بر مدیریت و جنبه‌های مربوط به تجارت در مهندسی نفت است. دانشجویان سال اول دروس مربوط به رشته‌های فیزیک، ریاضی و مهندسی را مطالعه می‌کنند و نیز با صنعت نفت و قوانین شیمیایی، فیزیکی و زمین‌شناسی برای کنترل ازدیاد برداشت از مخازن آشنا می‌شوند. سال دوم و سوم شامل مطالعات وسیع‌تری از موضوعات زمین‌شناسی و مهندسی نفت است. در سال چهارم، دانش دانشجویان در موضوعات تخصصی و مهارت‌های تجارتي از قبیل ارزیابی اقتصادی و مدیریت پروژه توسعه داده می‌شود.

کلید موفقیت دانشگاه آدلاید در آینده، همراه کردن زمین‌شناسی و مدیریت در برنامه آموزشی دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی نفت است [۵].

روشهای آموزشی برای مدیریت مخازن نفتی [۷]:

- استفاده از مثالهای متعدد و متنوع در حین تدریس؛
- برگزاری جلسات سخنرانی متخصصان با تجربه در صنعت و استادان مطرح سایر دانشگاهها؛
- برگزاری کارگاههای عملی آموزشی؛
- کار گروهی بر روی پروژه‌های مطالعه موردی فرضی و واقعی؛
- تمرینهای فردی برای ارزیابی و بهبود عملکرد دانشجویان؛
- برنامه بازدید از مراکز صنعتی مرتبط.

۵۰ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

نمودار درسی [۵]:

سال اول:

نیمسال تحصیلی بهار		نیمسال تحصیلی پاییز	
واحد	درس	واحد	درس
۳	معرفی مهندسی نفت	۳	مکانیک مهندسی-استاتیک
۳	معرفی برنامه ریزی برای مهندسی	۳	معرفی زمین شناسی نفت و صنعت نفت
۳	ریاضی ۲	۳	ریاضی ۱
۳	ریاضیات مهندسی - دینامیک	۳	فیزیک ۱

سال دوم:

نیمسال تحصیلی بهار		نیمسال تحصیلی پاییز	
واحد	درس	واحد	درس
۳	روشهای عددی ۲	۳	معرفی مهندسی فرایند
۳	خواص سیال و ترمودینامیک مخزن	۳	ریاضیات مهندسی ۲
۳	چینه شناسی و رسوب شناسی	۳	ترمودینامیک - سیالات ۱
۳	ارزیابی سازند، پتروفیزیک و خواص سنگ	۳	مهندسی حفاری

سال سوم:

نیمسال تحصیلی بهار		نیمسال تحصیلی پاییز	
واحد	درس	واحد	درس
۳	شبیه سازی مخزن	۳	مدلسازی و توصیف خواص مخزن
۳	زمین شناسی ساختمانی و روشهای لرزه نگاری	۳	تحلیل چاه آزمایشی
۳	شبیه سازی و تکمیل	۳	مهندسی مخزن
۳	مهندسی تولید	۳	آسیب سازند و افزایش تولید

سال چهارم:

نیمسال تحصیلی بهار		نیمسال تحصیلی پاییز	
واحد	درس	واحد	درس
۳	منابع غیر عادی و برداشت	۳	تصمیم‌گیری و تحلیل ریسک
۳	پروژه‌های اقتصادی با برنامه‌ریزی توسعه میدان	۳	منابع، مخازن و ذخایر
۳	پروژه اقتصادی و تجارت نفت	۳	یکپارچه‌سازی مخازن و مدیریت پروژه
۳	پروژه مهندسی نفت ۲ یا پروژه طراحی مهندسی نفت ۲ (اختیاری)	۳	پروژه مهندسی نفت ۱ یا پروژه طراحی مهندسی نفت ۱ (اختیاری)

در جلو دروسی که واژه «اختیاری» نوشته شده است، دانشجو می‌تواند یکی از گروه دروس پروژه مهندسی نفت ۱ و ۲ یا پروژه طراحی مهندسی ۱ و ۲ را انتخاب کند. هر دانشجو باید علاوه بر این دروس، به مدت ۱۲ هفته واحد عملی را نیز بگذراند [۵].

مدارک ترکیبی^۱

برنامه مدارک ترکیبی دانشجویان را به گرفتن دو مدرک تحصیلی قادر می‌سازد. برای دانشجویان مهندسی نفت این دانشگاه این توانایی در رشته‌های زیر وجود دارد [۵]:

- مهندسی نفت و مهندسی راه و ساختمان
- مهندسی نفت و مهندسی شیمی
- مهندسی نفت و مهندسی زمین‌شناسی و ژئوفیزیک
- مهندسی نفت و مهندسی مکانیک
- مهندسی نفت و مهندسی معدن

۳. دانشگاه پتروناس^۱

دانشگاه پتروناس در کشور مالزی قرار دارد و دانشجویان را در محیط یادگیری مساعد با داشتن شایستگی تخصصی و کیفیت مرغوب در آموزش از قبیل تفکر انتقادی^۲، قدرت ابداع، ظرفیت یادگیری در طول عمر و مهارت‌های تخصصی و ارتباطی آموزش می‌دهد[۸]. تمام دپارتمان‌های مهندسی نفت باید یک کمیته راهنمایی صنعت داشته باشند که حداقل دو بار در سال جلسه و همچنین، به پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی دسترسی داشته باشد[۹]. در برنامه آموزشی مهندسی نفت این دانشگاه هدف آن بوده است که ارتباطی بین دانشجویان با صنعت به‌ویژه در بخش‌های مهندسی حفاری، تولید، مخزن و حمل و نقل نفت، گاز و دیگر منابع زیر زمینی برقرار شود. دانشگاه برای حمایت از دانشجویان در برنامه‌های آکادمیک در کاربردهای صنعتی و تحقیقاتی، آزمایشگاه تحقیقاتی در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد[۸].

زمینه‌های تحقیقاتی فعال در دانشگاه [۸]:

- فیزیک سنگ
- ژئومکانیک
- تکنولوژی لرزه‌نگاری پیشرفته
- آنالیز یکپارچه مخزن
- روش‌های غیر لرزه‌نگاری
- توصیف خواص، مدل‌سازی و شبیه‌سازی مخزن
- مخازن عمیق در دما و فشار بالا
- توصیف خواص مخازن کربناته
- رسوبات سنگین کربناته، تشخیص و ترتیب چینه‌شناسی
- ازدیاد برداشت نفت
- شیمی میدان نفتی
- تضمین جریان^۳
- بهینه‌سازی حفاری
- تکنولوژی سیمان کاری

1. University Technology PETRONAS

2. Critical Thinking

3. Flow Assurance

آزمایشگاهها [۸]:

- آزمایشگاه تحقیقات کربناته جنوب شرقی آسیا
- آزمایشگاه شبیه‌سازی
- آزمایشگاه ارزیابی مغزه
- آزمایشگاه سیالات حفاری
- آزمایشگاه حفاری
- آزمایشگاه زمین‌شناسی
- آزمایشگاه شبیه‌سازی حفاری

در برنامه آموزشی این دانشگاه یک برنامه ۸ ماهه برای ایجاد ارتباط دانشجو با صنعت وجود دارد که در پایان این برنامه دانشجویان تواناییهای زیر را کسب می‌کنند [۸]:

- استفاده از دانش نظری در کاربردهای صنعتی
 - کسب مهارت کار تیمی، برقراری ارتباط و مدیریت
 - آشنایی با فرهنگ کار حرفه‌ای و اخلاقی
 - توجه به بهداشت، ایمنی و محیط زیست^۱ در محل کار
- این ارتباط شامل فعالیتهای زیر است [۸]:
- آموزش نامه‌نگاری اداری
 - وظایف اساسی یک پروژه واقعی
 - فعالیتهای تیمی
 - مهارتهای مدیریت و رهبری
 - آگاهیهای ایمنی

بی شک، کار با داده‌ها و مشکلات یک میدان واقعی برای پیشرفت آموزشهای داده شده به دانشجویان بسیار ارزشمند است. موضوعات پروژه گروههای بین‌رشته‌ای باید با کنار هم آوردن دانشگاه و صنعت در راهی باشد که به فهم پیشرفت عقلانی پروژه‌های چند رشته‌ای کمک کند [۱۰].

کلید موفقیت دانشکده در بخشهای تحقیقاتی شامل موارد زیر است [۸]:

- استخدام بهترین محققان ملی و بین‌المللی؛

۵۴ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

- ترویج و تسهیل همکاریها در تحقیقات چند رشته‌ای؛
- توسعه راههای خلاقانه در برخورد با مسائل؛
- توسعه مشارکتهای تحقیقاتی با رهبری و اداره شرکتها، دولت و گروههای تحقیقاتی جهانی؛
- ورود افراد شاخص به بخشهای تحقیقاتی از حوزه‌های علوم مهندسی پایه برای رفع مشکلات کاربردی.

نمودار درسی [۸]:

سال اول:

ترم دوم				نیمسال تحصیلی اول			
نوع	واحد	کلاس	کد	نوع	واحد	کلاس	کد
N	3	مطالعات اسلامی / مطالعات اخلاقی	MPW2143/ MPW2153	N	۳	زبان ملی ^۱	MPW2113/ MPW2123
U	1	شرکت در برنامه درسی ^۲	Kxxxxx1	U	۲	نویسندگی آکادمیک	LCB1042
CE	3	محاسبات برداری	FCM1033	U	۲	معرفی صنعت نفت و گاز و توسعه پایدار	PCB1012
M	3	معرفی زمین شناسی نفت	PCB1023	CE	۲	طراحی مهندسی	CCB1052
M	3	خواص سنگ و سیال مخزن	PCB1033	CE	۳	معادلات دیفرانسیل عادی	FCM1023
M	3	ترمودینامیک مهندسی نفت	PCB1043	CE	۲	معرفی علم مواد	MCB1012
مجموع واحد: ۱۶				M	۳	استاتیک و دینامیک	PCB1013
				مجموع واحد: ۱۷			

1. BahasaKebangsaan: National Language

2. Co-Curriculum

سال دوم:

نیمسال تحصیلی چهارم				نیمسال تحصیلی سوم			
نوع	واحد	کلاس	کد	نوع	واحد	کلاس	کد
U	۱	شرکت در برنامه درسی ۳	Kxxxxx1	U	۱	شرکت در برنامه درسی ۲	Kxxxxx1
CE	۲	سلامت، ایمنی و محیط	CCB2032	U	۳	مهارتهای ارتباطی و حرفه‌ای	HCB2033
CE	۳	استاتیک و احتمال	FCM2063	CE	۳	مکانیک سیالات ۱	MCB2013
M	۳	مهندسی حفاری	PCB2033	CE	۳	سیستم‌های پایه و برنامه ریزی ساختاری	TCB2073
M	۴	ارزیابی سازند و نمودارگیری از چاه	PCB2044	M	۳	زمین‌شناسی مخزن	PCB2013
M	۳	مهندسی مخزن ۲	PCB2053	M	۳	مهندسی مخزن ۱	PCB2023
مجموع واحد: ۱۶				مجموع واحد: ۱۶			

سال سوم:

نیمسال تحصیلی ششم				نیمسال تحصیلی پنجم			
نوع	واحد	کلاس	کد	نوع	واحد	کلاس	کد
CE	۳	اقتصاد و کارآموزی مهندسی	GCB3173	U	۱	شرکت در برنامه درسی ۴	Kxxxxx1
CE	۳	پروژه تیم مهندسی	MCB3053	CE	۳	روشهای محاسباتی	FAM2043
M	۳	اقتصاد مهندسی	PCB3023	CE	۳	معرفی مدیریت	GCB3033

۵۶ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

M	۳	مدلسازی و شبیه‌سازی مخزن	PCB3053	M	۳	آنالیز چاه آزمایشی	PCB3013
M	۳	مهندسی تولید ۲	PCB3073	M	۳	تکمیل و طراحی چاه	PCB3043
مجموع واحد: ۱۵				M	۳	مهندسی تولید ۱	PCB3063
				مجموع واحد: ۱۶			

ترم تابستان:

نوع	واحد	کلاس	کد
M	۱۴	دوره کارآموزی صنعتی	ICB3017/ ICB3027
مجموع واحد: ۱۴			

سال چهارم:

نیمسال تحصیلی هشتم				نیمسال تحصیلی هفتم			
نوع	واحد	کلاس	کد	نوع	واحد	کلاس	کد
CE	۳	مهندسی در اجتماع	VCB4053	N	۳	مطالعات مالزی	MPW2133
M	۳	پروژه توسعه میدان ۲	PCB4033	U	۳	علوم اجتماعی / انسانیت (اختیاری)	LCBxxx3/ HCB2xx3
M	۴	پروژه سال آخری ۲	PCB4044	M	۳	مهندسی میدانهای گازی	PCB4013
ME	۳	دروس انتخابی ۲	PCB4xx3	M	۲	پروژه سال آخری ۱	PCB4022
ME	۳	دروس انتخابی ۳	PCB4xx3	M	۲	پروژه توسعه میدان ۱	PCB4032
مجموع واحد: ۱۶				ME	۳	دروس انتخابی ۱	PCB4xx3
				مجموع واحد: ۱۶			

کلاس نوع N: این کلاس جزو گروه کلاسهای ملی قرار می‌گیرد و هر دانش‌آموخته ۹ واحد از این کلاسها را می‌گذرانند.

کلاس نوع U: این کلاس جزو گروه کلاسهای دانشگاه قرار می‌گیرد و هر دانش‌آموخته ۱۴ واحد از این کلاسها را می‌گذرانند.

کلاس نوع CE: این کلاس جزو گروه کلاسهای معمول مهندسی قرار می‌گیرد و هر دانش‌آموخته ۳۶ واحد از این کلاسها را می‌گذراند.

کلاس نوع M: این کلاس جزو گروه کلاسهای تخصصی قرار می‌گیرد و هر دانش‌آموخته ۷۴ واحد از این کلاسها را می‌گذراند.

کلاس نوع ME: این کلاس جزو گروه کلاسهای تخصصی انتخابی قرار می‌گیرد و هر دانش‌آموخته ۹ واحد از این کلاسها را می‌گذراند [۸].

کلاسهای تخصصی انتخابی:

این کلاسها به گروههای زیر تقسیم می‌شوند که هر دانشجو باید یکی از این گروهها را انتخاب کند [۸]:

- گروه مهندسی مخزن: ازدیاد برداشت، ژئواستاتیک و توصیف خواص مخزن و جداسازی کربن دی اکسید؛
- گروه مهندسی حفاری: مهندسی حفاری پیشرفته، هیدرولیک حفاری و مهندسی خوردگی
- گروه فناوری تولید: بهینه سازی تولید نفت، روشهای تحریک چاه و آشنایی با تأسیسات دریایی؛
- گروه مواد: نانو مواد، مهندسی خوردگی، تجزیه و تحلیل شکست^۱ و ارزیابی غیرمخرب^۲؛
- گروه مهندسی تأسیسات و کارخانه: مهندسی تأسیسات، حمل و نقل و نگهداری، طراحی تجهیزات کارخانه و نگهداری و قابلیت اطمینان تجهیزات کارخانه؛
- گروه مهندسی محیط صنعتی: مهندسی آلودگی هوا، مدیریت پسماندهای جامد و سمی و مهندسی فاضلابهای صنعتی؛
- گروه پردازش برنامه‌های ایمنی: عوامل انسانی برای پردازش ایمنی، طراحی ایمن تر و روشهای مدیریت برای پردازش ایمنی؛

هر کدام از این دروس که در گروههای یادشده آمده است، ۳ واحدی هستند و در مجموع هر گروه ۹ واحد است [۸].

1. NDE: Non-Destructive Evaluation

2. Failure Analysis

۴. دانشگاه کرتین^۱

دانشکده مهندسی نفت دانشگاه کرتین استرالیا در سال ۱۹۹۹ تأسیس شده است و اعضای آن دارای تجربه‌های صنعتی هستند که این تجربه‌ها را در کلاسها به کار می‌برند. آنها آموزش چند رشته‌ای را با آموزش نامه‌نگاری اداری همراه کرده‌اند. این ویژگیها یک زمینه قوی نظری را با توانایی کاربردی همراه می‌کند که موجب حل مسائل روزمره صنعت می‌شود. در برنامه آموزشی این دانشکده بر آن دسته از مهارت‌های تخصصی تأکید شده است که صنعت به آنها نیاز دارد و بیشترین زمان آموزش به دروس کاربردی با داده‌های واقعی از میدانهای نفتی و گازی اختصاص دارد. بودجه دانشکده از طریق صنعت، شهریه دانشجویان، درآمدهای دانشگاه و تحقیقات صنعتی دانشکده به دست می‌آید. اعضای دانشکده در بستن قراردادهای با مراکز اقتصادی بزرگ و کوچک و شرکت‌های بزرگ بسیار فعال هستند. آنها با برگزاری کنفرانسهای منظم در دانشگاه و دعوت از مهندسان شاغل در بخش صنعت، دانشجویان را با آخرین پیشرفتهای صنعت آشنا می‌کنند و در کنار این کنفرانسها سخنرانیهایی در باره بهداشت و ایمنی در محیط کار برای دانشجویان برگزار می‌شود. برقراری ارتباط با صنعت برای آشنایی دانشجویان با صنعت مفید است. دیگر امور انجام شده در دانشکده که ارتباط دانشجو با صنعت را برقرار می‌کنند، شامل پروژه‌های تحقیقاتی دانشجویان در ارگانهای تحقیقاتی صنعت است که به‌طور خاص در بخش جریان سیال مرکب و مسائل مربوط به خروج دی اکسید کربن فوق بحرانی است [۱۱]. پروژه‌های گروهی در برنامه آموزشی دانشجویان ظرفیت بهبود مهارت‌های دانشجویان در حل مسائل، برقراری ارتباطات از طریق ارائه‌های شفاهی و گزارش کار، مدیریت پروژه و زمان و دانش تخصصی را دارد [۱۲].

تحقیقات نشان داده که بیش از نیمی از رشد اقتصادی غرب استرالیا به دلیل پیشرفت در منابع انرژی بوده است که ۲۵ درصد این پیشرفت را به منابع هیدروکربنی نسبت داده‌اند [۱۳]. بخشهای تحقیقاتی دانشکده به قرار زیر است [۱۱]:

- گاز شیل^۲
- گاز نامتعارف^۳
- ژئومکانیک
- تحریک مخزن
- حفاری

1. Curtin University
2. Shale gas
3. Unconventional gas

• مهندسی مخزن

هدف از آموزش مهندسی تربیت مهندسانی است که بتوانند بر اساس آموخته‌هایشان در محیط خود تغییراتی ایجاد کنند که زندگی را برای دیگران آسوده‌تر سازد و از این راه زندگی خود را بگذرانند [۱۳].

توانمندیهای یک مهندس نفت به قرار زیر است [۱۱]:

- دارا بودن تخصص در فعالیتهای مهندسی؛
 - برآورده ساختن با نیازمندی‌های ایمنی؛
 - توانایی تشخیص، ارزیابی و حل مسائل؛
 - مهارت برقراری ارتباط کتبی و شفاهی با دیگران؛
 - توانایی انجام دادن محاسبه و طراحی؛
 - عملگرا و خلاق بودن؛
 - توانایی انجام دادن کار بدون نیاز به سرپرست؛
 - توانایی پذیرفتن مسئولیتها.
- با داشتن توانمندیهای یادشده، مهندس نفت توانایی انجام دادن کارهای زیر را دارد [۱۱]:
- مطالعه درباره زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی و کسب اطلاعات برای تعیین نوع بهترین و ارزان ترین تجهیزات حفاری، روشهای حفاری و بهترین مکان حفاری؛
 - همکاری در خصوص تخمین ظرفیت اقتصادی نفت و گاز مخزن با آزمایش مستقیم چاه؛
 - مشخص کردن نوع مخزن (گازی یا نفتی) و نرخ تولید و دما و فشار مخزن؛
 - تعیین بهترین راه برای توسعه مخازن گازی و نفتی و نرخ تولید مناسب برای کسب بیشترین سود؛
 - تعیین روشهای کنترل جریان نفت و گاز از چاه و نگهداشتن حد نصاب تولید؛
 - به کارگیری روشهای انتقال نفت و گاز مخازن به سطح شامل استفاده از پمپهای ته چاهی و سیستم فراآوری مصنوعی با گاز؛
 - مطالعه درباره عملکرد تجهیزات، مشکلات محیطی و طرز عمل نفت هنگام تولید رسوبات و آب؛
 - اداره عملیاتها و فعالیتهای در هماهنگی با قوانین زیست محیطی؛

۶۰ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

- انجام دادن کار ایمن و استفاده از تمام تجهیزات لازم برای دستیابی به اهداف سلامت و ایمنی؛
- نظارت بر فرایندها و تأسیسات ایمن لازم برای کارکنان.

نمودار درسی [۱۱]:

سال اول: در سال اول دانشجویان دروس اولیه مهندسی را می‌گذرانند.

سال دوم:

نیمسال تحصیلی بهار			نیمسال تحصیلی پاییز		
واحد	کلاس	کد	واحد	کلاس	کد
۵	ترمودینامیک مهندسی شیمی	۳۰۲۲۴۹	۵	زمین شناسی	۱۱۳۱۰
۴	پتروفیزیک	۳۱۲۱۵۰	۳	توسعه پایدار مهندسی	۳۰۷۶۶۰
۵	فرایندهای مهندسی و آنالیز	۳۱۳۷۵۶	۴	مکانیک سیالات	۳۰۸۸۰۷
۶	واکنشها و عملکردها در شیمی	۳۱۴۴۵۰	۱,۵	معرفی مهندسی نفت	۳۱۰۲۹۹
			۶/۵	قوانین و فرایند در مهندسی شیمی یا قوانین فرایند(اختیاری)	۳۱۴۴۴۸/ ۳۰۲۲۴۰

سال سوم:

نیمسال تحصیلی بهار			نیمسال تحصیلی پاییز		
واحد	کلاس	کد	واحد	کلاس	کد
۵/۵	ابزار و کنترل فرایند	۳۰۷۶۶۸	۴	ارزیابی سازند	۳۰۷۶۶۶
۵	مهندسی حفاری	۳۰۷۶۷۰	۵	استحکام مواد	۳۰۸۸۰۲
۲	آزمایشگاه مهندسی نفت	۳۰۷۶۷۴	۴	رفتار فازی هیدروکربن	۳۱۲۱۴۸
۴	پردازش نفت خام	۳۱۰۲۳۱	۳	ژئوفیزیک و زمین شناسی نفت	۳۱۲۱۴۹

سال چهارم:

نیمسال تحصیلی بهار			نیمسال تحصیلی پاییز		
واحد	کلاس	کد	واحد	کلاس	کد
۳	تکنولوژی تولید نفت	۳۰۷۶۷۷	۴	اصول مهندسی مخزن	۳۰۷۶۷۶
۳۰۷۶۸۰/ ۳۱۴۰۳۹	شبیه سازی عددی مخزن یا فعالیتهای پیشرفته حفاری (اختیاری)	۴/ ۵	۳۱۲۱۵۵	پروژه طراحی توسعه میدان	۴
۳۱۲۱۵۲	ژئو مکانیک نفت	۳	۳۱۲۱۵۶	مهندسی مخزن پیشرفته	۵
۳۱۲۱۵۳	آزمایشگاه سیمان کاری و سیالات حفاری	۴	۳۱۲۱۵۷	تحریک و مداخله در عملکردها	۵
۳۱۲۱۵۴	مدیریت پروژه، عدم قطعیت و اقتصاد مهندسی	۴			

۵. دانشگاه نفت و معدن ملک فهد^۱

دانشکده مهندسی نفت و معدن در سال ۱۹۶۳ در کشور عربستان تأسیس شده و بعدها نام آن به دانشگاه ملک فهد تغییر یافته است. اولین دانشجویان مهندسی نفت که به دانشکده وارد شدند، ۶۷ نفر بودند که تعداد آنها در سال ۲۰۰۹ به بیش از ۸۰۰۰ نفر رسیده است. رشد سریع این دانشکده به رشد سریع اقتصاد و فناوری در کشور عربستان مربوط می شود. بودجه دانشگاه دولتی است و مقدار کمی نیز از طریق کمکهای شرکتهای نفتی و شهریه دانشجویان تأمین می شود. تمرکز این دانشگاه بر پیشرفت تحقیق و فناوری انرژی و میدانهای مربوط به آن است. هدف این تمرکز رهبری بر نواحی رقابتی منابع انرژی است [۱۴].

این دانشگاه با دیگر دانشگاههای دنیا در زمینه های زیر همکاری نزدیک دارد [۱۴]:

- استانفورد^۲: تحقیقات نفت و گاز.
- مؤسسه فناوری کالیفرنیا^۳: تحقیقات پالایش و پتروشیمی؛
- کمبریج^۱: تحقیقات نفت و گاز؛

1. King Fahd University of Petroleum & Minerals
 2. Stanford
 3. California Institute of Technology

۶۲ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

هدف از تأسیس دانشکده مهندسی نفت در کشور عربستان، طراحی برنامه‌ای مناسب در رشته مهندسی نفت و ظرفیت توسعه تحقیقات پیشرفته برای تأمین نیروی انسانی متخصص مورد نیاز در این کشور است. تأکید دانشکده بر توسعه تحقیقات اصلی و مهارت‌های تحقیقاتی دانشجویان است. کتابخانه دانشکده علاوه بر داشتن منابع اصلی در خصوص رشته مهندسی نفت، دارای مقالات SPE و مقالات دکترای مهندسی نفت است.

آزمایشگاهها

دانشکده مهندسی نفت در کشور عربستان چندین آزمایشگاه مجهز به آخرین تجهیزات تحقیق و تدریس دارد. در این آزمایشگاهها دانشجویان جنبه‌های کاربردی مطالعات نظری خود را با کار آزمایشگاهی تقویت می‌کنند. این آزمایشگاهها همچنین، برای تحقیقات پیشرفته در دانشکده و دانش‌آموختگان مناسب است که عبارت‌اند از [۱۴]:

- خواص سیال
- آماده سازی مغزه
- خواص سنگ
- سیالات حفاری
- سیمان کاری چاه نفت
- شبیه‌سازی حفاری
- گردش جریان سیال حفاری
- ارزیابی کمی
- تحقیقات
- ازدیاد برداشت
- تولید
- مکانیک سنگ
- رایانه

نمودار درسی [۱۴]:

سال اول:

نیمسال تحصیلی اول			نیمسال تحصیلی دوم		
کد	کلاس	واحد	کد	کلاس	واحد
CHEM 101	شیمی عمومی ۱	۴	ICS 103	رایانه (انتخابی)	۳
ENGL 101	انشای انگلیسی ۱	۳	ENGL 102	انشای انگلیسی ۲	۳
MATH 101	محاسبات ۱	۴	MATH 102	محاسبات ۲	۴
PE 101	آموزش فیزیک ۱	۱	IAS 101	دستور زبان کاربردی	۲
PHYS 101	فیزیک عمومی ۱	۴	PE 102	آموزش فیزیک ۲	۱
PETE 201	معرفی مهندسی نفت	۱	PHYS 101	فیزیک عمومی ۲	۴
مجموع واحد: ۱۷			مجموع واحد: ۱۷		

سال دوم:

نیمسال تحصیلی سوم			نیمسال تحصیلی چهارم		
کد	کلاس	واحد	کد	کلاس	واحد
EE 204	مدارهای الکتریکی مقدماتی	۳	CE 202	استاتیک و مقاومت مصالح	۳
GEOL 201	زمین‌شناسی فیزیکی	۳	CHE 204	پدیده حمل و نقل ۱	۳
IAS 111	اعتقادات و دستاوردهای آن	۲	ENGL 214	ارتباط حرفه‌ای و دانشگاهی	۳
MATH201	محاسبات ۳	۳	MATH202	معادلات دیفرانسیل معمولی	۳
ME 203	ترمودینامیک ۳	۳	PETE 204	خواص سنگ مخزن	۳
PETE 203	مهندسی حفاری ۱	۳	PETE 205	خواص سیال مخزن	۳
مجموع واحد: ۱۷			مجموع واحد: ۱۸		

۶۴ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

سال سوم:

نیمسال تحصیلی پنجم			نیمسال تحصیلی ششم		
کد	کلاس	واحد	کد	کلاس	واحد
GS xxx	مطالعات عمومی (اختیاری) ۱	۳	GEOL 318	زمین‌شناسی منطقه‌ای	۳
IAS 201	قوانین نوشتاری برای نیازهای حرفه‌ای	۲	GS xxx	مطالعات عمومی انتخابی ۲	۳
PETE 301	مهندسی مخزن	۳	IAS 212	اخلاق حرفه‌ای	۲
PETE 302	تکمیل چاه	۳	PETE 304	مهندسی حفاری ۲	۳
PETE 303	نمودارگیری از چاه ۱	۴	PETE 305	توصیف مخزن	۳
STAT319	حالت و احتمال در مهندسی	۳	PETE 306	چاه آزمایشی ۲	۳
مجموع واحد: ۱۸			مجموع واحد: ۱۷		

ترم تابستانی:

کد	کلاس	واحد
PETE 399	تمرین تابستانی ۳	۰

سال چهارم:

نیمسال تحصیلی هفتم			نیمسال تحصیلی هشتم		
کد	کلاس	واحد	کد	کلاس	واحد
IAS 301	مهارت‌های ارتباطی زبانی	۲	IAS 322	حقوق بشر در اسلام	۲
PETE 402	شبیه‌سازی مخزن	۳	PETE 407	اقتصاد نفت	۳
PETE 403	مهندسی تولید نفت	۳	PETE 410	مهندسی گاز طبیعی	۳
PETE 408	سمینار	۱	PETE 411	پروژه طراحی ارشد	۳
PETE 4xx	دروس انتخابی ۱	۳	PETE 4xx	دروس انتخابی ۲	۳
XE xxx	تخصصی (اختیاری)	۳	مجموع واحد: ۱۴		
مجموع واحد: ۱۵					

1. Well Logging
2. Well Testing
3. Summer Training

دروس انتخاب رشته مهندسی نفت عبارت‌اند از [۱۴]:

- ازدیاد برداشت (PETE406)
- فرازآوری مصنوعی^۱ (PETE409)
- آسیب سازند (PETE412)
- تسهیلات سطحی (PETE417)
- تولید نفت نوین (PETE418)
- حفاری مستقیم (PETE421)
- کنترل چاه (PETE422)
- مکانیک سنگ (PETE424)
- مدیریت مخزن (PETE431)
- شناوری آب (PETE432)
- مخازن شکافدار طبیعی (PETE452)
- نمودارگیری تولید (PETE453)
- موضوع خاص در مهندسی نفت (PETE490)
- موضوع خاص در مهندسی نفت (PETE491)

تمام دروس ۳ واحدی هستند.

تمرین تابستانه: دوره هشت هفته‌ای کار تابستانه در بخشهای مختلف صنعت برگزار می‌شود. اهداف این برنامه به قرار است [۱۴]:

۶۶ بررسی وضعیت آموزش رشته مهندسی نفت و زمینه‌های پژوهشی آن در برخی از دانشگاه‌های آسیا و...

- آشنا شدن با روشهای تخصصی و عملکردها در محیط کار عمومی صنعت نفت؛
 - درک نقش و مسئولیتهای فعالیتهای مهندسی؛
 - یادگیری برای کار در تیمهای حرفه‌ای؛
 - بهبود مهارتهای ارتباط کتبی و شفاهی؛
 - یادگیری خود آموزی از طریق مطالعه در باره مقررات شرکتها و روشهای اصلی؛
- موضوعات خاص در رشته مهندسی نفت: کلاس به یک موضوع خاص در مهندسی نفت اختصاص دارد که با توجه به نیازهای دانشگاه و علاقه‌های دانشجو تعیین می‌شود. موضوعات کلاس شامل موارد زیر است [۱۴]:

- ایجاد مهارتهای حل و تحلیل مشکلات عملکرد چاه با استفاده از روشهای نمودار تولید در دانشجویان؛
- تمرین دانشجویان در استفاده از روشهای راندن ابزار نمودارگیری در چاه با لوله جداری^۱ برای تشخیص مشکلات عملکرد مخزن و ارائه راه حلها؛
- تمرین دانشجویان در استفاده از روشهای نمودار تولید و نمودارگیری در چاه با لوله جداری برای تشخیص مشکلات هیدرولیکی چاه و مسائل مربوط به آن برای بهینه کردن عملکرد مخزن.

۶. مقایسه برنامه آموزشی چهار دانشگاه خارجی با برنامه آموزشی دانشگاههای

ایران

در برنامه آموزشی دانشگاه آدلاید تأکید بیشتر بر مهندسی مخزن و مدیریت مخزن است که نمودار درسی این دانشگاه نیز بر طبق همین هدف ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین ویژگیهای آموزش در این دانشگاه، برنامه مدارک ترکیبی و آموزش روشهایی برای مدیریت مخازن نفت است که از مهم‌ترین این روشها می‌توان به کارهای گروهی بر روی پروژه‌های واقعی اشاره کرد. خلاصه دروسی با موضوع کار گروهی در آموزش مهندسی نفت کشور به چشم می‌خورد که دروس ارائه شده گروهی این دانشگاه و سرفصل مطالب آن می‌تواند مرجع مفیدی برای تعریف دروس مشابه باشد.

برنامه آموزشی دانشگاه پتروناس به‌طور کاملاً انعطاف پذیر طراحی شده است، به‌گونه‌ای که در سال آخر دانشجو می‌تواند بعد از آشنایی با رشته مهندسی نفت و آگاهی از آن، گرایش خود را انتخاب کند. نقطه قوت این برنامه را می‌توان دوره هشت ماهه ارتباط دانشجو با صنعت دانست که آمادگی

لازم برای ورود به بخش صنعت را در دانشجو ایجاد می‌کند. نکته جالب توجه این است که بسیاری از دانشجویان مهندسی نفت در آزمون دوره کارشناسی ارشد نفت به تغییر گرایش روی می‌آورند. این اقدام ممکن است دلایل متعددی داشته باشد، از جمله اینکه فرد هنگام انتخاب رشته با زمینه‌های کاری گرایشهای مختلف مهندسی نفت (شامل اکتشاف، حفاری، مخزن و بهره‌برداری) آشنایی کامل نداشته است. در حالی که اگر دانشجو در سالهای بالاتر گرایش مورد نظر خود را انتخاب کند، این انتخاب بسیار آگاهانه‌تر خواهد بود. بنابراین، الگویی از این برنامه آموزشی می‌تواند بسیار مفید باشد و از هدر دهی زمان و انرژی دانشجویان بکاهد.

مهم‌ترین ویژگی برنامه آموزشی دانشگاه کر تین قرار گرفتن دروس مهندسی حفاری در کنار مهندسی مخزن و نیز بخش مهندسی مخزن و حفاری به‌عنوان بخشی از فعالیتهای تحقیقاتی دانشگاه است. به نظر می‌رسد از نقاط ضعف این برنامه توجه کم به دروس مدیریت، اقتصاد و اخلاق مهندسی باشد که البته، برنامه‌ریزان این دانشگاه سعی کرده‌اند که با ارائه درس چهار واحدی مدیریت پروژه در سال آخر و نیز برگزاری کنفرانسهایی در خصوص بهداشت و ایمنی این مشکل را برطرف کنند.

در دانشگاه ملک فهد با ۸۰۰۰ نفر ورودی در سال ۲۰۱۲، نشان‌دهنده پیشرفت و اهمیت مهندسی نفت در کشور عربستان است. بخش قابل توجه برنامه آموزشی دانشگاه ملک فهد ارائه دروس اخلاق حرفه‌ای، مهارتهای زبانی و اقتصاد نفت است که نشان دهنده برنامه آموزشی هماهنگ با دنیای امروز است. نقطه قوت این دانشگاه تعداد دانشجویان ورودی و نیز ارتباط مؤثر آن با دانشگاههای معتبر دنیاست.

در برنامه آموزشی رشته مهندسی نفت در دانشگاههای ایران تمام دروس تخصصی مهندسی نفت، که در چهار دانشگاه نامبرده مشاهده شد، قرار دارد، اما دروسی که به‌صورت میان رشته‌ای (اخلاق مهندسی، مدیریت و اقتصاد)، در دانشگاههای یادشده ارائه شده است، در برنامه آموزشی دانشگاههای ایران قرار ندارند یا اینکه جزو دروس اختیاری هستند. از دیگر نقاط ضعف دانشکده‌های ایران علاوه بر نداشتن ارتباط قوی با صنعت، نبود ارتباط قوی با دیگر دانشگاههای دنیا و نداشتن بخشهای تحقیقاتی فعال است. در مقایسه با دانشگاه کینگ فهد، تعداد دانشجویان ورودی به رشته مهندسی نفت در ایران در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه سراسری در مجموع ۴۴۴ نفر، شبانه غیر انتفاعی و پیام نور ۶۶۵ نفر و دانشگاه آزاد اسلامی ۲۵۰ نفر بوده است که این اعداد و ارقام حتی از نظر کمیت قابل قیاس با دانشگاه ملک فهد نیست.

۷. نتیجه‌گیری

در دانشگاه‌های بررسی شده تقسیم‌بندی کارها و تخصصی کردن گروه‌ها از راهکارهای اساسی در پایه‌ریزی ساختار تحقیقات است. در این دانشگاه‌ها حاصل کار گروهی علاوه بر حل کردن مشکلات صنعت، شامل مقالات و انتشارات متعدد است که در مجامع بین‌المللی ارائه می‌شوند. در تمام این دانشگاه‌ها دانشجویان دروسی مرتبط با مدیریت در مهندسی، اقتصاد و اخلاق مهندسی را می‌آموزند. پیشنهاد می‌شود که دروسی مرتبط با مدیریت، اخلاق و اقتصاد مهندسی در برنامه آموزشی رشته مهندسی نفت قرار گیرد یا اینکه با برگزاری کنفرانسها و سخنرانیها در دانشگاهها برای دانشجویان این رشته، آنها را با پیشرفتهای صنعتی، اخلاق مهندسی و ایمنی در محیط کار آشنا کرد. خلاصه دروسی با موضوع کار گروهی در آموزش مهندسی نفت کشور به چشم می‌خورد که دروس ارائه شده گروهی این دانشگاه و سرفصل مطالب آن می‌تواند مرجع مفیدی برای تعریف دروس مشابه باشد. انعطاف پذیری در انتخاب گرایش و تعیین گرایش مورد علاقه دانشجو در سال آخر می‌تواند به انتخاب آگاهانه‌تر گرایش کمک شایانی بکند. استخدام استادان با تجربه‌های کار در بخش صنعت و افزایش تعداد دانشجویان در دوره کارشناسی در کنار تجهیز آزمایشگاهها و فعال شدن بخشهای تحقیقاتی، می‌تواند علاوه بر تأمین نیروی متخصص مورد نیاز، موجب پیشرفت علمی در زمینه‌های مورد نیاز در صنعت نفت بشود. برنامه مدارک ترکیبی به‌خصوص در زمینه مهندسی نفت و مکانیک در دانشگاه‌های دارای رتبه علمی مناسب نیز می‌تواند به برنامه آموزشی مهندسی نفت اضافه شود. ارائه مشکلات واقعی مانند مخازن، دکله‌ها و سایر بخشهای صنعت نفت به دانشجویان به‌عنوان پروژه دانش‌آموختگی، می‌تواند در آنها توانمندیهای لازم برای یک مهندس نفت را ایجاد کند.

مراجع

۱. معماریان، حسین (۱۳۹۰)، کاستیهای برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص. ۷۴-۵۳.
۲. غفاری، سعید و طالب بیدختی، ناصر (۱۳۹۱)، بررسی وضعیت آموزش مهندسی محیط زیست در کشورهای مختلف و مقایسه آن با وضعیت موجود در کشور ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال چهاردهم، شماره ۵۳، صص. ۶۴-۴۳.
۳. معماریان، حسین (۱۳۸۸)، ارزیابی داخلی برنامه های آموزش مهندسی ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال یازدهم، شماره ۴۲، صص. ۸-۱.
۴. ستوده قره باغ، رحمت (۱۳۸۲)، نقش آموزش مدیریت در رشته های مهندسی در دوره کارشناسی، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال پنجم، شماره ۱۸، صص. ۵۶-۴۵.

- ۶ کلانتری اصل، عظیم (۱۳۸۳)، بررسی و مطالعه تطبیقی روشها و ساختارهای تحقیقاتی در رشته مهندسی نفت در دانشگاههای معتبر و ارائه راهکار در راستای انتقال تکنولوژی، دومین همایش ملی توسعه فناوری در صنعت نفت، چالشها و راهکارها، ۷ و ۸ دی ماه، سالن همایش صدا و سیما.
۷. غلامی، امین (۱۳۸۸)، لزوم تأسیس رشته «مدیریت مهندسی نفت» جهت تأمین نیازهای صنعت در افق ۱۴۰۴، کنفرانس آموزش مهندسی در ۱۴۰۴، دانشگاه تهران: پردیس دانشکده های فنی، ۲۲ و ۲۳.
8. www.utp.edu.my
9. Smith, L. C. and Evans, B. J. (2009), Attracting top study petroleum engineering: Curtin university, SPE 119680.
10. Kurt, M. Reinicke, Ganzer, Leonhard and Teodoriu, Catalin (2011), New Ways in Research and Education: The Effect of Real Field Data on Multi-Disciplinary Student Projects in Petroleum Engineering, SPE 145421.
11. www.petroleum.curtin.edu.au
12. Yildiray, Cilnar and Ayse, A. Bilgin (2009), A study on peer assessment of teamwork projects in undergraduted petroleum engineering education, SPE 123166.
۱۳. پرویزیان، جمشید و تویسرکانی، فرشاد (۱۳۸۸)، آموزش مهندسی در ایران: محتوا و روش مقایسه‌ای با برخی کشورهای صنعتی، فصلنامه آموزش مهندسی/ایران، سال یازدهم، شماره ۴۴، صص. ۱۶-۱.
14. www.kfupm.edu.sa