فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و یکم، شماره ۸۲، تابستان ۱۳۹۸، صص. ۲۹-۱۵

# آموزش برخط مهندسی

**حسین معماریان**[۱]

(دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۸/۲۷)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۳/۱۱)

DOI: 10.22047/ijee.2019.157742.1594

**چکیده:** در سال‌های اخیر نامتمرکز کردن آموزش عالی روند رو به‌رشدی در جهان داشته است و به این ایده که هرکس، هرکجا و هر زمان باید امکان فراگیری داشته باشد، بیشتر توجه شده است. ظهور شبکه‌های جهانی ارتباطات و فناوری‌های قدرتمند کامپیوتری، مفهوم آموزش مهندسی از راه دور را نیز بازتعریف کرده است. در سال‌های اخیر شرایط برای آموزش مهندسی، در هر جا و هر زمان، آماده شده، ولی این امر در خصوص همه زمینه‌های آموزش مهندسی گسترش نیافته است. در کشورهای پیشرفته تعداد مراکزی که دوره کارشناسی مهندسی را با آموزش برخط (الکترونیکی) ارائه می‌دهند، محدود است. یکی از مهم‌ترین دلایل این امر ناتوانی آموزش برخط در اقناع برخی از ملاک‌های ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی است. در یک دهه اخیر آموزش برخط مهندسی در کشور ما، در همه مقاطع، گسترش زیادی یافته و این در حالی است که هنوز گزارش‌های مستندی درباره کیفیت و بازده این آموزش‌ها منتشر نشده است. در این مقاله وضعیت آموزش برخط مهندسی در کشورهای پیشرفته و کشور ایران بررسی و پیشنهادهایی برای بالا بردن کارایی آموزش برخط مهندسی در سطح ملی ارائه شده است.

**واژگان کلیدی:** مهندسی، آموزش الکترونیکی، آموزش برخط، آموزش از راه دور، فناوری، ایران

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران. memarian@ut.ac.ir

**۱. مقدمه**

بررسی‌های مربوط به استفاده از فناوری در آموزش و یادگیری تاریخچه طولانی دارد. در گذشته نه چندان دور آموزش از راه دور به‌طور عمده به درس‌های مکاتبه‌ای و سخنرانی‌های رادیویی و تلویزیونی منحصر بود. بعدها کوشش‌هایی برای به‌کارگیری کامپیوتر صورت گرفت، ولی تا قبل از پیدایش و گسترش اینترنت امکان ارائه آموزش به هرکس، در هرکجا و در هر زمان وجود نداشت. اینترنت طی دهه گذشته دریچه تازه‌ای را به روی آموزش و یادگیری گشوده است. ظهور شبکه‌های جهانی ارتباطات و فناوری‌های قدرتمند رایانه‌ای مفهوم آموزش مهندسی از راه دور را بازتعریف کرده است. در سال‌های اخیر آموزش مهندسی در هر جا و هر زمان امکان‌پذیر شده، ولی این امر در خصوص همه زمینه‌های آموزش مهندسی یکسان گسترش نیافته است (Bourne, 2005). برای اینکه آموزش برخط[1] یا آموزش الکترونیکی مهندسی به‌طور گسترده پذیرفته و به‌کار گرفته شود، باید سه شرط زیر محقق شود:

- **کیفیت**: درس‌های برخط باید کیفیت قابل مقایسه یا حتی بهتر از درس‌های سنتی عرضه شده در کلاس را داشته باشد؛
- **مقیاس**: درس‌ها در هر زمان و در هر نقطه در دسترس هر تعداد از متقاضیان باشد؛
- **تنوع**: دامنه گسترده‌ای از موضوعات مهندسی عرضه شود.

سه ویژگی یادشده؛ یعنی کیفیت، مقیاس و تنوع شعار مؤسسه‌ای است که بدین منظور از سال ۱۹۹۳ در کشور آمریکا تأسیس شده است. این مرکز، که کنسرسیوم اسلوان[2] نام دارد، متشکل از بیش از ۹۰۰ مرکز آموزش عالی به‌طور عمده آمریکایی است که در نظر دارند آموزش برخط را به‌صورت بخشی از زندگی روزمره درآورند. هدف اعلام شده این کنسرسیوم امکان‌پذیر کردن یادگیری برای هرکس، هرکجا و در هر زمان است. اعضای این کنسرسیوم علاوه بر دانشگاه‌ها، دیگر مراکز آموزش عالی، شرکت‌ها، سازمان‌ها و افراد حقیقی‌اند. این برنامه ابتدا با عنوان برنامه «یادگیری خارج از کلاس درس» آغاز به‌کار کرد و امروزه، به نام «برنامه اسلوان برای یادگیری در هر زمان، هرجا و برخط» نامیده می‌شود. در سال‌های آغازین قرن حاضر بیش از ۲ میلیون نفر در آمریکا به یادگیری با روش برخط مشغول بوده‌اند (SLOAN-C, 2015)؛ این رقم در سال‌های اخیر به مقدار زیادی افزایش یافته است.

با وجود گسترش بی‌سابقه آموزش الکترونیکی در جهان، آموزش برخط مهندسی چنین نبوده است. آموزش مهندسی به‌طور سنتی به برنامه‌ای با جهت‌گیری طراحی و همچنین یادگیری مبتنی بر مشکل‌گشایی متکی و به‌تازگی کارگروهی نیز به موارد مذکور افزوده شده است. گرچه امروزه، آموزش برخط به‌عنوان مؤلفه‌ای مهم در آموزش عالی به رسمیت شناخته شده، ولی این امر موجب افزایش چشمگیر ارائه مدارک مهندسی با این روش نشده است (Allen & Seaman, 2003). یکی از علل عقب‌تر

1- Online
2- Sloan Consortium (Sloan-C) is an Organization Supported by the Alfred P. Sloan Foundation

بودن آموزش برخط مهندسی، در مقایسه با بسیاری از دیگر رشته‌های علمی، این است که برخی از نیازهای آموزش کارشناسی مهندسی با آموزش برخط تأمین نمی‌شود، از جمله کارهای عملی و آزمایشگاهی و همچنین مبانی ریاضیات و ابزارهای طراحی. کارهای آزمایشگاهی را نیز، به‌دلیل نیاز کار عملی با وسایل و ابزارها، به‌سختی می‌توان با آموزش برخط انجام داد (Grose, 2003). به‌همین ترتیب، درس‌هایی را که نیاز به کاربرد زیاد ریاضیات دارند، به‌سادگی نمی‌توان فقط با کتاب درسی آموزش داد. ابزارهای طراحی نیز اغلب به توانایی‌های محاسباتی و طراحی نیاز دارد که معمولاً در محیط‌های برخط و شبکه‌ای یافت نمی‌شود.

طی سال‌های به‌نسبت محدودی که آموزش برخط به‌کار گرفته شده، آگاهی‌های زیادی درباره آن به‌دست آمده است (Peterson et al., 2002). پنج مؤلفه اصلی تعیین کننده کیفیت آموزش برخط، که تحقیقات زیادی درباره آن در حال اجراست، عبارت‌اند از:

- مؤثر بودن یادگیری
- مناسب بودن هزینه
- رضایت دانشجویان
- رضایت آموزشگران
- سهولت دسترسی

با ارزیابی پنج محور یادشده، کیفیت برنامه برخط ارائه شده تعیین می‌شود. خوشبختانه، امروزه اطلاعات به‌نسبت زیادی از نحوه یادگیری مؤثر دانشجویان در این روش، چگونگی دستیابی به رضایت بیشتر یادگیران و آموزشگران و بهبود روش‌های برقراری ارتباط و ارزیابی هزینه آن به‌دست آمده است. مشکل دسترسی و اتصال به شبکه نیز در بسیاری از نقاط دنیا به‌سرعت در حال بهبود است. در این مطالعه ضمن بررسی آموزش برخط و کارایی آن در آموزش مهندسی، وضعیت این نوع آموزش در کشور ایران و برخی از دیگر کشورها بررسی و در انتها پیشنهادهایی برای بالا بردن کارایی آموزش برخط مهندسی در سطح ملی ارائه شده است.

## ۲. آموزش برخط

پژوهش‌های گسترده‌ای که، در یکی دو دهه اخیر در زمینه آموزش برخط صورت گرفته، نکات با ارزشی را به‌دست داده و برخی از ابهامات درباره آموزش برخط را زدوده است (Richardson & Swan 2003). تصور رایج، ولی نادرست آن است که آموزش برخط منحصراً درباره کاربرد فناوری در آموزش و یادگیری است. گرچه این امر تا حدی صحیح است و این نوع آموزش توان خود را از فناوری می‌گیرد، ولی درباره فناوری نیست. توصیف دقیق‌تر شاید این باشد که آموزش برخط درباره کیفیت، مقیاس و تنوع آموزش است. برداشت نادرست رایج دیگر آن است که آموزش برخط فعالیتی بدون راهنما و کاملاً فردی است.

برای زدودن این شبهه باید دانست که آموزش باکیفیت و مدرن برخط بیش از روش سنتی به‌راهنمایی متکی است. به‌نظر می‌رسد که در این زمینه آموزش برخط می‌تواند به اهدافی برسد که در آموزش رودررو امکان‌پذیر نیست. پژوهش‌های سال‌های اخیر همچنین نشان داده‌اند که:

- با توجه به گسترش اینترنت و سازوکارهای فنی ارائه مطالب، این امکان برای هرکس که بخواهد به‌طور برخط آموزش ببیند، وجود دارد.
- نگرش سازنده؛ یعنی روشی که در آن یادگیرنده شخصاً دانش را بنا می‌کند، در روش برخط به‌خوبی جواب داده است.
- بررسی نمرات کسب شده دانشجویان نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در دستاوردهای یادگیری به‌وسیله روش برخط با حضور در کلاس درس وجود ندارد.
- ارتباط گروهی یادگیران با مربی عاملی کلیدی برای تعیین موفقیت یادگیری با روش برخط است.
- هزینه ارائه درس‌های برخط با آموزش حضوری قابل مقایسه است و نیز حجم درس‌های برخط به‌نحو بهتری تعیین می‌شود.
- آموزشگران رضایت خود را از آموزش برخط نشان داده‌اند.
- دانشجویان در یادگیری برخط موفقیت داشته‌اند و معمولاً از این تجربه راضی هستند.
- دانشجویان می‌توانند دروس برخط دیگر مؤسسات آموزشی را اخذ کنند.
- امکان تشکیل گروه‌های همکاری بین مراکز ارائه کننده آموزش برخط وجود دارد (گروهی از دانشجویان مراکز مختلف، به‌طور مشترک پروژه‌ای را از طریق اینترنت به انجام می‌رسانند و یک تجربه آموزشی حقیقی را به‌دست می‌آورند).
- امکان عرضه کارآموزی مجازی وجود دارد.
- امکان شرکت کارشناسان صنعت و جاهای دیگر در کلاس‌های برخط وجود دارد.

این پژوهش‌ها همچنین نشان داده است که آموزش برخط در برخی زمینه‌ها بهتر از روش سنتی عمل کرده و در برخی زمینه‌های دیگر کاستی‌هایی وجود داشته است.

### ۳. آموزش برخط مهندسی

آموزش برخط در طلیعه قرن حاضر شکوفا شد و آموزش برخط مهندسی نیز، با کمی تأخیر، به این قافله پیوست (Gold, 2001). امروزه، مراکز مختلفی در دنیا، به‌ویژه در آمریکای شمالی، گونه‌ای از آموزش برخط را ارائه می‌دهند. گروهی از این مراکز تک‌درس‌هایی را ارائه می‌دهند، برخی دیگر دوره‌های منتهی به گواهینامه و تعدادی نیز دوره‌های منتهی به مدرک کارشناسی ارشد را عرضه می‌کنند. فعالیت اندکی نیز در مقطع دکتری صورت گرفته است. تا این تاریخ، در موارد معدودی دوره کارشناسی مهندسی

به‌صورت برخط عرضه شده است. علت نبود فعالیت برخط چشمگیر در مقطع کارشناسی، نیاز دوره کارشناسی به فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی و نیز تأثیر فرهنگ غالب آموزش مستقیم در ارائه دوره کارشناسی مهندسی است. سمتگیری دو سال ابتدایی دوره کارشناسی مهندسی بیش از همه در جهت آموزش مبانی ریاضی و علوم است و چون عرضه درس‌های ریاضی و علوم در سیستم برخط عقب‌تر از دروس دیگر بوده است، این مسئله خود را به‌صورت مانعی در عرضه دوره‌های کارشناسی مهندسی نشان داده است. یکی دیگر از نشانه‌های بارز آموزش کارشناسی مهندسی وجود آزمایشگاه‌هاست که در آموزش برخط هنوز جایگزین شایسته‌ای برای آن پیدا نشده است.

آموزش تحصیلات تکمیلی مهندسی معمولاً با موانع کمتری روبه‌روست. این برنامه‌ها معمولاً به فعالیت‌های آزمایشگاهی نیاز ندارد و فقط با گذراندن چند درس می‌توان این مدارک را اخذ کرد. در آموزش برخط برنامه‌های منتهی به اخذ گواهینامه از گستردگی بیشتری برخوردارند. علت دیگر برای اینکه بیشتر برنامه‌های برخط آموزش مهندسی در مقطع کارشناسی ارشد عرضه می‌شود، نیاز روزافزون افراد شاغل در حرفه مهندسی به کسب مدارک بالاتر است. در حالی که ترک محل کار، رفتن به دانشگاه و حضور در کلاس درس برای مهندسان شاغل مشکل است، آموزش برخط گزینه مناسبی است که هیچ‌یک از محدودیت‌های یادشده را ندارد.

همچنان‌که پیش‌تر گفته شد، آموزش مهندسی مبتنی بر ریاضیات و علوم است. این دروس به‌دلیل نیاز به اثبات روابط یا کار در آزمایشگاه، مشکل‌ترین زمینه‌ها برای ارائه به‌صورت برخط هستند. امروزه، بسط روابط ریاضی با فناوری‌های جدید تا حد زیادی امکان‌پذیر شده است. با این حال، به نظر می‌رسد که نیاز فیزیکی به روش سنتی استفاده از گچ و تخته به‌زودی از رشته‌های مهندسی محو نخواهد شد. در خصوص نیاز به آزمایشگاه نیز کوشش‌هایی برای کار با وسایل آزمایشگاهی از راه دور صورت گرفته است. برخی از مؤسسات آموزشی نیز انجام دادن فعالیت‌های عملی آزمایشگاهی را در طول تابستان در برنامه خود گنجانده‌اند.

### ۴. کارایی آموزش برخط مهندسی

در طول چند دهه گذشته، که به‌تدریج آموزش مهندسی نیز به‌صورت برخط ارائه شده، پرسش‌های زیادی درباره کارایی آن مطرح شده است. مطمئن‌ترین روش برای تعیین کارایی یک برنامه آموزش مهندسی، ارزشیابی آن با ملاک‌های پذیرفته شده در جهان است. ارزشیابی برنامه‌های آموزش سنتی مهندسی با توجه به یازده دستاورد پایه صورت می‌گیرد (ABET, 2016 Memarian, 2012;). عنوان‌های این یازده دستاورد در جدول ۱ آمده است. گرچه دستیابی به برخی از این دستاوردها به‌وسیله روش برخط بهتر از روش‌های سنتی حاصل می‌شود، دستیابی به برخی دیگر به‌سادگی امکان‌پذیر نیست.

جدول ۱. میزان دستیابی به دستاوردهای یک برنامه آموزش مهندسی در آموزش برخط (Bourne et al., 2005)

| توانایی | امکان حصول |
|---|---|
| الف) توانایی به‌کارگیری دانش‌های ریاضی، علوم و مهندسی | مشکل |
| ب) توانایی طراحی و اجرای آزمایش‌ها و تحلیل و تفسیر داده‌ها | مشکل |
| پ) توانایی طراحی یک وسیله، سیستم یا فرایند برای رفع یک نیاز | مشکل |
| ت) توانایی کار در گروه‌های با عملکردهای متفاوت | کمتر |
| ث) توانایی شناسایی، فرموله کردن و حل مشکلات مهندسی | .... |
| ج) توانایی درک مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی | کمتر |
| چ) توانایی ایجاد ارتباط مؤثر (شفاهی، نوشتاری و تصویری) | خیلی بیشتر |
| ح) کسب آموزش‌های لازم برای درک تأثیر راه حل‌های مهندسی بر جامعه محلی و جهانی | بیشتر |
| خ) درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای | خیلی بیشتر |
| د) آگاهی از مسائل معاصر | بیشتر |
| ذ) توانایی استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها و ابزارهای مدرن در فعالیت‌های مهندسی | مشکل |

بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است که همه دستاوردهای مندرج در جدول ۱ به یک میزان با آموزش برخط دست‌یافتنی نیست. در آموزش برخط برخی از دستاوردها بیشتر (و حتی خیلی بیشتر) و برخی دیگر کمتر می‌توانند حاصل شوند. دستیابی به تعدادی از این دستاوردها نیز در آموزش برخط مشکل است که برای مثال، به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

- آموزش برخط مهارت‌های ارتباطی نگارشی، گرافیکی و الکترونیکی دانشجویان را تقویت می‌کند و این در حالی است که به‌دلیل مجازی بودن سیستم، در ارتقای توانایی ارتباطات شفاهی یادگیران نقش زیادی ندارد.
- یادگیری نحوه یادگیری، که در آموزش برخط حاصل می‌شود، به‌تداوم آموزش در طول عمر منجر می‌شود.
- در آموزش سنتی مهندسی اغلب از سخنرانی برای انتقال اطلاعات به دانشجویان استفاده می‌شود. در یک محیط برخط، سخنرانی‌ها را می‌توان هر زمان و در هر کجا به دفعات بازبینی کرد و بدین ترتیب، انعطاف بیشتری را در یادگیری فراهم ساخت. به همین ترتیب، شبیه‌سازی‌ها را می‌توان به دفعات تکرار کرد.
- در کلاس‌های برخط به‌سادگی می‌توان با افراد با تجربه‌تر ارتباط برقرار کرد و تجربه‌های یادگیری را، که به‌سادگی در کلاس‌های سنتی دانشگاه قابل حصول نیست، به‌دست آورد.
- همکاری میان مؤسسات آموزشی مختلف که در یک کشور، و حتی فراتر از آن، آموزش برخط

مهندسی را ارائه می‌دهند و نیز به اشتراک گذاشتن درس‌های تهیه شده میان این مؤسسات، موفقیت این روش آموزشی را بیشتر خواهد کرد. این امری است که در آموزش سنتی کمتر امکان‌پذیر است.

- برنامه‌های آموزش مهندسی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که آنچه را دانشجویان مهندسی بدان نیاز دارند، به‌آنها بیاموزد. در برنامه‌های سنتی آموزش مهندسی به مسئله «آموزش نحوه یادگیری» کمتر توجه می‌شود. این در حالی است که این مهارت بخشی از ملاک‌های مؤسسات ارزشیابی، از جمله ابت، برای ارزشیابی آموزش مهندسی است (ABET, 2016). در آموزش برخط نحوه یادگیری نیز آموزش داده می‌شود و این از جمله توانایی‌هایی است که دانشجویان در طول زندگی حرفه‌ای خود به آن نیاز دارند.
- آموزش مداوم به آموزش رسمی بعد از دوره کارشناسی، بجز برنامه‌های سنتی کارشناسی ارشد و دکتری، اطلاق می‌شود. برخی از مؤلفان بین آموزش و کارآموزی تفاوت قائل می‌شوند. بر طبق نظر این گروه آموزش نوعی تجربه یادگیری گسترده‌تر است که یک رشته را شامل می‌شود، در حالی که هدف کارآموزی آموزش یک مهارت یا فعالیت شغلی در مهندسی است. در روش سنتی شاغلان حرفه‌های مختلف با انجام دادن همزمان کار و یادگیری از یکدیگر و از مربی، فرایند یادگیری را به انجام می‌رسانند. این در حالی است که در سیستم برخط امکان یادگیری در هر جا و هر زمان، آموزش را به کلاس درس محدود نمی‌کند.

### ۵. فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در آموزش برخط

یکی از وجوه غالب آموزش‌های متکی به کار عملی، همچون مهندسی، کار آزمایشگاهی و تجربه عملی طراحی است. با گسترش آموزش برخط و آغاز ارائه دوره‌های آموزش الکترونیکی کارشناسی مهندسی، مسئله آزمایشگاه‌ها و نقش آنها در آموزش مهندسی بیش از پیش مورد بحث قرار گرفته و در خصوص کارایی آزمایشگاه‌های مجازی شبهه‌های زیادی مطرح شده است (Feisel & Peterson , 2002). در سال ۲۰۰۲ مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی آمریکا (ابت) با همکاری مؤسسه اسلوان این مسئله را بررسی کردند. برخی از پرسش‌هایی که در این بررسی به آنها توجه شد، عبارت بودند از:

- اهداف فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در آموزش سنتی کدام است؟
- آیا می‌توان با آموزش از راه دور و برخط و بدون کار عملی به این اهداف دست یافت؟

حاصل این بررسی‌ها تهیه پیش‌نویس هدف‌های فعالیت‌های آزمایشگاهی مهندسی بود. سیزده هدفی که به این منظور پیشنهاد شده، در خصوص تمام فعالیت‌های آزمایشگاهی دوره کارشناسی صادق است (جدول ۲). هر یک از این هدف‌ها تکمیل کننده جمله زیر است: «با تکمیل فعالیت‌های آزمایشگاهی برنامه کارشناسی مهندسی، شما قادر خواهید بود که ...».

جدول ۲. هدف‌های فعالیت‌های آزمایشگاهی مهندسی (Feisel & Peterson, 2002)

۱. **تجهیزات**: حسگرها، تجهیزات یا نرم‌افزارهای مناسب را برای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی به‌کار ببرید.
۲. **مدل‌ها**: اهمیت و محدودیت‌های مدل‌های تئوریک را به‌عنوان پیش‌بینی کننده‌های رفتار در دنیای واقعی شناسایی کنید. از جمله اینکه آیا تئوری به‌نحو مناسبی رخداد فیزیکی مد نظر را توصیف می‌کند و رابطه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و اصول فیزیکی اساسی را برقرار یا ارزیابی می‌کند؟
۳. **آزمایش**: یک آزمایش را تعریف و وسایل مورد نیاز و روش کار را تعیین کنید و آزمایش را انجام دهید و داده‌های به‌دست آمده را به‌منظور شناسایی یک ماده، وسیله یا سیستم مهندسی تفسیر کنید.
۴. **تحلیل داده‌ها**: توانایی گردآوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها و تدوین و تأیید نتایج را نشان دهید.
۵. **طراحی**: یک قطعه، محصول یا سیستم را طراحی کنید، بسازید یا سوار کنید (از جمله استفاده از یک روش، ابزار یا موادی خاص، تأمین نیازهای خواسته شده، توسعه ویژگی‌های سیستم از روی نیازهای طرح شده، آزمودن و اشکال‌زدایی از نمونه اولیه، سیستم یا فرایند با استفاده از ابزار مناسب برای تأمین نیازها).
۶. **آموختن از ناکامی‌ها**: دستاوردهای ناموفق ناشی از ابزارها، قطعات، کدها، فرایند ساخت یا طراحی معیوب را تشخیص دهید و راه‌حل‌های مناسب را به‌کار ببرید.
۷. **خلاقیت**: سطح مناسبی از تفکر مستقل، خلاقیت و توانایی مشکل‌گشایی را در دنیای واقعی نشان دهید.
۸. **دست‌ورزی**: شایستگی انتخاب، اصلاح و کار با ابزارها و منابع مناسب مهندسی را نشان دهید.
۹. **ایمنی**: مسائل سلامت، ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط با فرایندها و فعالیت‌های فناوری را تشخیص دهید و با آنها برخوردی مسئولانه داشته باشید.
۱۰. **ارتباطات**: در خصوص کار آزمایشگاهی به‌صورت‌های شفاهی و کتبی، در سطوح مختلفی چون تهیه یک خلاصه اجرایی تا گزارش فنی جامع، به‌طور مؤثر ارتباط برقرار کنید.
۱۱. **کارگروهی**: فعالیت‌های گروهی شامل ساماندهی، مسئولیت‌پذیری فردی و گروهی، تخصیص مسئولیت‌ها و کارها و رصد کردن پیشرفت اجرای کار را در محدوده‌های زمانی تعیین شده و تلفیق کارهای افراد گروه را برای دستیابی به نتیجه‌ای قابل عرضه به‌طور مؤثر انجام دهید.
۱۲. **اخلاق در آزمایشگاه**: بالاترین رفتار اخلاقی شامل گزارش بی‌طرفانه اطلاعات و تعامل درست را از خود نشان دهید.
۱۳. **هشیاری حواس**: از حواس پنج‌گانه برای گردآوری اطلاعات و قضاوت عمیق مهندسی در ساماندهی نتایج، درباره مشکلات دنیای واقعی، استفاده کنید.

برخی از ۱۳ ملاکی که در جدول ۲ آمده است، همانند آزمایشگاه‌های حضوری، با آموزش برخط نیز حاصل می‌شود. این ملاک‌ها عبارت‌اند از: مهارت‌های ارتباطی، کارگروهی و مسائل اخلاقی. برای ملاک‌های دیگر این امر شاید به‌سادگی محقق نشود. این مسئله نیز مشخص شده است که آزمایشگاه‌های برخط کارآمد برای برخی از رشته‌ها، مثل مهندسی نرم‌افزار، در مقایسه با رشته‌هایی مثل مهندسی شیمی با سهولت بیشتری دست‌یافتنی است.

تجربه‌های عملی در آموزش مهندسی به‌طور معمول با فعالیت‌های آزمایشگاهی و عملیات صحرایی به‌دست می‌آید. تأسیس آزمایشگاه‌ها به سرمایه‌گذاری زیاد برای تأمین وسایل و آموزشگر مناسب نیاز دارد و فعالیت‌های میدانی نیز اغلب محدود و پر هزینه هستند. دسترسی برخط به امکانات آزمایشگاهی می‌تواند هزینه تأمین تجهیزات در دانشگاه را کاهش دهد و همچنین امکان به اشتراک گذاشتن تجهیزات تخصصی میان مؤسسات آموزشی مختلف را میسر سازد. میزان موفقیت این آزمایشگاه‌های مجازی در برآوردن شرایط تجویز شده در مؤسسات ارزشیابی هنوز مشخص نشده است.

### ۶. آموزش از راه دور و برخط مهندسی در کشور ایران

سابقه آموزش از راه دور در کشور ایران به سال‌های آغازین دهه پنجاه شمسی برمی‌گردد. یکی از اولین اقدام‌ها در این زمینه نوعی آموزش از راه دور بود که در دانشکده مکاتبه‌ای دانشگاه سپاهیان انقلاب (سابق)، که بعدها به دانشگاه ابوریحان بیرونی تغییر نام داد، شکل گرفت. آموزش از راه دور در این دانشگاه در اصل ترکیبی از ابزارهای آموزشی حضوری و آموزش از راه دور بود و کتاب و مواد چاپی محور این ابزارها به‌شمار می‌آمد و اساس آموزش مکاتبه‌ای را شکل می‌داد. بعد از انقلاب و در سال ۱۳۵۸ دانشگاه ابوریحان بیرونی در مجتمع دانشگاهی ادبیات و علوم انسانی ادغام شد (Mizani, 1976; Allameh Tabatabaei University, 2011).

اقدام مهم دیگری که به‌طور همزمان در زمینه آموزش از راه دور در کشور صورت گرفت، تأسیس دانشگاه آزاد ایران (سابق) در سال ۱۳۵۲ بود. در ابتدای دهه پنجاه شمسی جمعیت ایران حدود ۳۵ میلیون، جمعیت زیر ۱۵ سال ۹ میلیون و رشد سالیانه جمعیت حدود ۳٪ بود. نظر به اینکه دانشگاه‌های سنتی موجود و در دست احداث تعداد زیاد دانش آموختگان دبیرستانی مشتاق به ورود به آموزش عالی را جوابگو نبودند، تأسیس مراکز آموزشی مناسب دیگری بررسی شدند. گزینه انتخابی تأسیس مرکزی برای آموزش از راه دور با استفاده از منابع آموزشی متنوع و برنامه‌های آموزشی مبتنی بر کاربرد بود که به تأسیس «دانشگاه آزاد ایران» منجر شد. این دانشگاه در آغاز فعالیت خود برنامه‌های تربیت معلم و علوم تندرستی و به‌دنبال آن عمران روستایی و تربیت تکنیسین و آموزش عمومی را در دستور کار قرار داد. این دانشگاه، با الگوبرداری از دانشگاه گشوده[1] انگلستان، نگرشی نو را در آموزش عالی ایران عرضه داشت. دانشگاه آزاد ایران در سال ۱۳۵۶ پذیرش دانشجو را به‌طور محدود آغاز کرد و پس از چندی با رخداد انقلاب و به‌دنبال آن وقوع انقلاب فرهنگی، از فعالیت باز ایستاد. این دانشگاه ۷ سال بعد از تأسیس؛ یعنی حدود دو سال بعد از انقلاب منحل شد. چند سال بعد از آن، با گردهم آوردن تعدادی از اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد ایران قدم‌های اولیه برای راه‌اندازه نسل دوم آموزش از راه دور در ایران، که بعدها «دانشگاه پیام نور» نام گرفت، برداشته شد.

دانشگاه پیام نور در سال ۱۳۶۵ تأسیس شد و از مهرماه ۱۳۶۷ فعالیت آموزشی خود را با پذیرش اولین گروه دانشجویان در ۵ رشته تحصیلی و در ۲۸ مرکز باقیمانده از دانشگاه آزاد (سابق) و دانشگاه ابوریحان بیرونی آغاز کرد. در حال حاضر دانشگاه پیام نور بزرگ‌ترین شبکه آموزش عالی دولتی در کشور است که در میان دانشگاه‌های باز دنیا رتبه ششم و در آسیا رتبه دوم را دارد (Payame Noor University, 2016). دانشگاه پیام نور ۱۶ سال بعد از تأسیس؛ یعنی از سال ۱۳۸۴ به بعد گسترش کمّی بی‌سابقه‌ای را تجربه کرد، به‌نحوی که فقط در فاصله تابستان ۱۳۸۴ تا پاییز ۱۳۸۶ تعداد دانشجویان آن از ۳۶۰۰۰۰ به ۱۰۶۵۰۰۰ نفر، تعداد دانشکده‌های آن از ۲ به ۶، تعداد مراکز داخل کشور آن از ۲۵۲ به ۴۵۸ و مراکز خارج از کشور

1- Open Universit (OU)

از ۱ به ۶ رسید (Payame Noor University, 2007). رشد کمّی دانشگاه پیام نور در سال‌های بعد نیز ادامه یافت.

دانشگاه پیام نور از اولین مراکزی بود که آموزش از راه دور مهندسی را در ایران آغاز کرد. دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه پیام نور در سال ۱۳۸۶ تشکیل شد و به‌سرعت گسترش یافت. تعداد رشته‌ها و گرایش‌های ارائه شده در بخش فنی و مهندسی دانشگاه پیام نور در سال ۱۳۹۲ برابر ۴۹ بوده است (۳۰ برنامه کارشناسی، ۱۷ برنامه کارشناسی ارشد و ۲ برنامه دکتری) (جدول ۳). این دانشگاه در سال تحصیلی ۹۵-۱۳۹۴ دارای بیش از ۷۲ هزار دانشجوی مهندسی (۶۹۶۳۲ دانشجوی کارشناسی، ۲۵۷۸ دانشجوی کارشناسی ارشد و ۴۸ دانشجوی دکتری مهندسی) بوده است (Institute for Research and Planning in Higher Education, 2016).

**جدول ۳. برنامه‌های آموزش مهندسی فعال دانشگاه پیام نور در سال ۱۳۹۲**
*** (Payame Noor University, 2016)**

| | |
|---|---|
| • کارشناسی | مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار و سخت‌افزار)، مهندسی فناوری اطلاعات، مهندسی رباتیک، مهندسی صنایع، مهندسی مدیریت پروژه، مهندسی عمران، مهندسی نقشه‌برداری، مهندسی بهره‌برداری راه‌آهن، مهندسی خط و سازه‌های ریلی، مهندسی جریه راه‌آهن، مهندسی مکانیک، مهندسی خودرو، مهندسی هوا فضا، مهندسی متالورژی (متالورژی صنعتی)، مهندسی مدیریت اجرایی، مهندسی برق (قدرت، کنترل، مهندسی پزشکی «بیوالکتریک»، مخابرات و الکترونیک)، مهندسی شیمی، مهندسی نفت (صنایع نفت و طراحی فرایندهای صنایع نفت)، مهندسی پلیمر (صنایع پلیمر، تکنولوژی و علوم رنگ)، مهندسی پزشکی (بیومتریال، بالینی و بیو مکانیک). |
| • کارشناسی ارشد | مهندسی فناوری اطلاعات (چندرسانه‌ای)، مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار)، مهندسی صنایع (مدیریت سیستم و بهره‌وری، مهندسی صنایع و مهندسی سیستم‌های اقتصادی .اجتماعی)، مهندسی عمران (سازه‌های هیدرولیکی، راه و ترابری، مهندسی و مدیریت ساخت، سازه و مکانیک خاک و پی)، مهندسی محیط‌زیست، ساخت و تولید، طراحی کاربردی، تبدیل انرژی، مهندسی الکترونیک و مهندسی شیمی (بیوتکنولوژی). |
| • دکتری | مهندسی صنایع و مهندسی راه و ترابری |
| * در همین دوره در بخش هنر و معماری این دانشگاه نیز مهندسی معماری و در بخش کشاورزی برنامه‌های مهندسی مرتبط با کشاورزی ارائه می‌شده است. | |

در سال ۱۳۹۵ تعداد اعضای هیئت علمی گروه‌های مهندسی دانشگاه پیام نور در مراکز مختلف سراسر کشور حدود ۳ دانشیار، ۶۸ استادیار، ۱۱۰ مربی و بیش از ۵۰ دستیار آموزشی بوده است. در این سال عضویت هیچ استادی در گروه‌های مهندسی این دانشگاه گزارش نشده است (جدول ۴). این تعداد عضو هیئت علمی آموزش چند ده هزار دانشجویان برنامه‌های مختلف مهندسی این دانشگاه را به‌عهده داشته‌اند.

جدول ۴. ترکیب اعضای هیئت علمی گروه‌های مهندسی دانشگاه پیام نور در سال ۱۳۹۴
(Institute for Research and Planning in Higher Education, 2016)

| گروه | استاد | دانشیار | استادیار | مربی | دستیار | غیره | جمع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مهندسی برق | ۰ | ۰ | ۵ | ۷ | | | ۱۲ |
| مهندسی شیمی | ۰ | ۰ | ۳ | | | | ۳ |
| مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات | ۰ | ۰ | ۶ | ۶۶ | ۲۸ | | ۱۰۰ |
| مهندسی صنایع | ۰ | ۰ | ۹ | ۴ | ۱۴ | | ۲۷ |
| مهندسی عمران | ۰ | ۳ | ۲۱ | ۲۷ | - | | ۵۱ |
| مهندسی مکانیک | ۰ | ۰ | ۲۴ | ۶ | ۱۰ | ۲ | ۴۲ |
| مهندسی پزشکی * | | | | | | | |
| **جمع** | **۰** | **۳** | **۶۸** | **۱۱۰** | **۵۲** | **۲** | **۲۳۵** |

*اطلاعات موجود نیست.

در دهه گذشته دانشگاه‌های متعدد دیگری نیز آموزش از راه دور و برخط مهندسی را آغاز کرده‌اند. این موج جدید را، که شاید بتوان نسل سوم آموزش از راه دور ایران نام نهاد، بیش از هر چیز متکی به آموزش از طریق اینترنت است. در حال حاضر، هزاران دانشجو در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی در مراکز آموزشی مختلف دولتی و خصوصی کشور تحصیل می‌کنند که نمونه‌هایی از آنها به قرار زیر است:

۱. مرکز آموزش الکترونیکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۸۳ با چهار رشته کارشناسی ارشد آغاز به‌کار کرد. این دانشگاه هم اکنون رشته‌های کارشناسی ارشد متعددی را در واحد تهران (۲۹ رشته)، واحد گرمسار (۱۰ رشته)، واحد ماهشهر (۴ رشته) و واحد بندر عباس (۸ رشته) برگزار می‌کند (Amirkabir University of Technology, 2016).

۲. مرکز آموزش‌های الکترونیک دانشگاه شیراز رشته‌های کارشناسی مهندسی سخت‌افزار، مهندسی نرم‌افزار، مهندسی فناوری اطلاعات، مهندسی ناپیوسته سخت‌افزار، مهندسی ناپیوسته نرم‌افزار و مهندسی برق (مخابرات، الکترونیک، تکنولوژی برق ـ قدرت، کنترل و ابزار دقیق) و همچنین دوره‌های کارشناسی ارشد مهندسی ابزار دقیق و اتوماسیون صنایع نفت و کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات (مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، تجارت الکترونیک و طراحی و تولید نرم‌افزار) را ارائه می‌کند (Shiraz University, 2016).

۳. مرکز آموزش‌های الکترونیکی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی سه دوره کارشناسی مهندسی صنایع، مهندسی کامپیوتر و مهندسی فناوری اطلاعات و ۱۳ دوره کارشناسی ارشد را ارائه می‌دهد (K. N. Toosi University of Technology, 2016).

۴. مرکز آموزش‌های الکترونیکی دانشگاه صنعتی اصفهان رشته کارشناسی مهندسی نرم‌افزار و کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر (هوش مصنوعی) و مهندسی کامپیوتر (مدیریت سیستم و بهره

برداری) را ارائه می‌دهد (Isfahan University of Technology, 2016).

۵. مرکز آموزش‌های الکترونیکی دانشگاه تهران در زمینه آموزش مهندسی فعالیت چندانی ندارد و برنامه کارشناسی مهندسی صنایع را در پردیس‌های فومن و کاسپین و فارابی در دست بررسی دارد (University of Tehran e-Learning Centre, 2016).

۶. مرکز آموزش از راه دور دانشگاه شریف، که به آموزش الکترونیکی اختصاص دارد، در سال ۱۳۸۱ آغاز به‌کار کرد. از برنامه‌های در دست اقدام این مرکز راه‌اندازی دوره‌های مجازی منتهی به مدرک مهندسی است (Sharif University of Technology, 2016).

۷. در کنار دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مراکز آموزشی متعدد غیردولتی نیز آموزش‌های الکترونیکی منتهی به مدرک مهندسی را عرضه می‌کنند که در رأس این مراکز می‌توان از دانشگاه آزاد اسلامی نام برد که دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی متعددی را در مرکز آموزش‌های الکترونیک خود در سطح کشور عرضه می‌کند (Islamic Azad University, 2016).

### ۷. چه باید کرد؟

مرور برنامه‌های آموزش از راه دور و برخط مهندسی، که در حال حاضر در کشور ارائه می‌شود، نکات قابل توجهی را به‌دست می‌دهد، از جمله اینکه به‌دنبال تجربه موفق، ولی کوتاه دانشگاه آزاد ایران که در سال ۱۳۵۸ متوقف شد، ظاهراً اقدام سازمان‌یافته و مستمری برای برنامه‌ریزی، تهیه و ارائه منابع آموزشی مناسب برای آموزش از راه دور و برخط انجام نشده است و اگر چنین پژوهش‌هایی صورت گرفته باشد، پیشنهادهای آن کمتر به‌کار گرفته شده است. تجربه نشان داده است که با قرار دادن نسخه اسکن شده کتاب‌های درسی، که برای آموزش سنتی نگاشته شده‌اند، در وب یا استفاده از پاورپوینت‌هایی که در کلاس‌های درسی سنتی به‌کار گرفته می‌شوند، آموزش برخط کارآمدی ندارد. برنامه‌های دیداری یا شنیداری نیز، که حاصل ضبط یک سخنرانی سنتی است، کارایی مورد انتظار را در روش برخط به‌دنبال نخواهند داشت. منابع آموزشی برخط باید به‌طور ویژه و زیر نظر متخصصان امر تهیه شوند و خودآموز، هدف‌دار و برنامه‌ریزی شده باشند.

- **خودآموز:** به‌نحوی که فراگیران قادر باشند با کمترین نیاز به معلم آن را بفهمند و دنبال کنند.
- **هدفدار:** یعنی دستاوردهای مورد انتظار از هر جز آن مشخص و آزمون‌های آن در خدمت اندازه‌گیری میزان دستیابی به دستاوردها باشد.
- **برنامه‌ریزی شده:** به‌گونه‌ای که ساختار و نحوه اجرای آن بخشی از ملاک‌های در نظر گرفته شده برای تربیت یک دانش‌آموخته مهندسی را داشته باشد.

برای اینکه روش برخط به‌صورت گسترده به‌عنوان روشی استاندارد در فرایند عرضه آموزش مهندسی

شناخته، ترویج و پذیرفته شود، باید استادان، مدیران و دانشجویان مهندسی به نکات مختلفی توجه کنند.

- **استادان**: مواردی که استادان باید به آنها توجه کنند، عبارت است از: چگونه می‌توانیم مطمئن شویم که یادگیری دانشجویان در محیط برخط بهتر است؟ چه روش تدریسی را متفاوت با روش سنتی کلاس درس باید اتخاذ کنیم؟ چرا باید به ارائه آموزش برخط تمایل داشته باشیم؟ چگونه می‌توانیم فناوری‌های نوین را در آموزش برخط به‌کار بگیریم؟ چگونه می‌توانیم در خصوص مناسب بودن یک منبع برای آموزش برخط تصمیم بگیریم؟ آیا منابع اضافی هم مورد نیاز است؟
- **مدیران**: پرسش‌های مربوط به مدیران به‌طور عمده درباره منابع است. چه منابعی برای برآوردن نیازهای آموزش برخط ضروری است؟ هزینه نگهداری و مدیریت مناسب یک درس در این سیستم چقدر است؟ بهترین روش برای حمایت از اعضای هیئت علمی کدام است؟ هم‌ارزی مدت زمانی که استادان برای تدریس در کلاس یا روش برخط اختصاص می‌دهند، چگونه حاصل می‌شود؟ آیا آموزشگران تدریس برخط را خواهند پسندید؟ آیا رضایت دانشجویان بیشتر خواهد شد، بدون تغییر خواهد ماند یا کاهش خواهد یافت؟ نظر والدین درخصوص آموزش برخط فرزندانشان چه خواهد بود؟ وضعیت دانشجویان آموزش برخط از نظر سربازی، استفاده از خدمات خوابگاهی و مانند آن چگونه خواهد بود؟
- **دانشجویان**: دانشجویان نیز بیشتر درباره این تجربه تحصیلی خاص پرسش خواهند داشت. آیا یک درس برخط همان ارزش آموزش سنتی در کلاس را خواهد داشت؟ آیا نیاز به نرم‌افزار خاصی برای استفاده از این سیستم دارم؟ آیا می‌توانم در منزل کار کنم؟ چه مدت زمانی باید در فعالیت‌های درسی شرکت کنم؟ آیا به همان اندازه کلاس‌های سنتی در روش برخط هم خواهم آموخت؟

یکی از اقداماتی که در شرایط فعلی می‌تواند تا حدی کاستی‌های روش برخط برای آموزش مهندسی را برطرف سازد، تلفیق آموزش برخط با آموزش سنتی است.

### ۸. آموزش ترکیبی برخط ـ سنتی

در حال حاضر، در هم آمیختن دو روش آموزش رودررو و برخط مورد توجه مراکز آموزشی قرار گرفته است. به‌نظر می‌رسد که یادگیری به‌صورت ترکیبی از آموزش رودررو و برخط می‌تواند ضمن بهبود یادگیری، رضایت آموزشگران و یادگیران را با هزینه‌ای قابل قبول به همراه داشته باشد (Söderlund, 2002). بررسی‌ها نشان می‌دهد که آموزش ترکیبی می‌تواند دستاوردهای متعددی داشته باشد، از جمله صرفه‌جویی در استفاده از کلاس، زمان آزمایشگاه و کار انجام شده و بهبود یادگیری با استفاده مجازی از متخصصان ساکن در نقاطی دور از کلاس درس و ایجاد گروه‌هایی از یادگیران که در نقاط مختلفی ساکن هستند. پرسش‌هایی که در این خصوص مطرح است عبارت‌اند از: چه مقدار زمان برای آموزش رودررو لازم است تا یادگیری،

هزینه‌ها و رضایت گروه‌های درگیر فراهم شود؟ آیا این مقدار زمان بسته به رشته و موضوع درسی فرق می‌کند؟ بهینه‌سازی زمان آموزش رودررو و برخط چگونه حاصل می‌شود؟ چگونه می‌توان از بخش آموزش حضوری به‌نحو مؤثرتری استفاده کرد؟ با صرفه‌ترین ترکیب روش‌ها و زمان در هم آمیختن کدام است؟ خلاصه اینکه با ترکیب روش برخط و رودررو رضایت یادگیران بیشتر تأمین می‌شود (Fruchter, 2002).

### ۹. نتیجه‌گیری

عوامل متعدد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فناوری در ترسیم آینده آموزش برخط مهندسی تأثیر خواهند داشت. چه می‌توان کرد که در دهه‌های آینده دانشجویان بتوانند تمام مقاطع مهندسی را در هر جا و هر زمان به‌درستی فرا بگیرند؟ این شرایط هم اکنون برای مقطع کارشناسی ارشد تا حدی موجود است، ولی برای مقطع کارشناسی چنین نیست. مؤسسات آموزشی باید بدانند که گرچه موفقیت‌های امروزین آموزش مهندسی حاصل دهه‌ها آزمون و خطا و تجربه‌اندوزی بوده است، ولی آینده آموزش برخط را نمی‌توان بر آزمون و خطا بنا نهاد. استفاده از تجربه‌های موفق جهانی در این زمینه به‌همراه مدد گرفتن از خدمات متخصصان پداگوژی، فناوری اطلاعات، تهیه کننده‌ها و کارگردان‌های برنامه‌های دیداری و شنیداری، منابع آموزش برخط مناسبی را به‌دست خواهد داد. در صورتی که این تمهیدات به‌کار گرفته شوند، با اضافه شدن تدریجی یک مؤلفه برخط به آموزش سنتی مهندسی، روندهای زیر قابل پیش‌بینی است:

- روش‌های برخط آموزش مهندسی گستردگی و مقیاس آموزش مهندسی را افزایش خواهد داد و ارائه آموزش به طیف وسیع‌تری از مخاطبان را امکان‌پذیر خواهد ساخت؛
- با بهبود فناری‌های آموزش و یادگیری، کیفیت آموزش و یادگیری برخط مهندسی بهبود خواهد یافت؛
- با همکاری میان مؤسسات آموزشی، کیفیت محصولات آموزش مهندسی؛ یعنی دانش‌آموختگان آن افزایش خواهد یافت؛
- مواد آموزشی در مؤسسات مختلف تهیه خواهد شد و درنتیجه، کیفیت کار بالا خواهد رفت و هزینه‌ها تنزل خواهد یافت؛
- آموزش مهندسی ترکیبی، که در آن اصل درس در دانشگاه تدریس می‌شود و دارای یک مؤلفه برخط است، بیشتر گسترش خواهد یافت.

## References


- ABET, abet. Org (accesses Aug 2016).
- Allameh Tabatabaei University, history (accessed May 2011), http://www.atu.ac.ir/about/history.htm
- Allen, I. E., & Seaman, J. (2003). *Sizing the opportunity: The quality and extent of online education in the United States*. 2002 and 2003, Needham, MA: Sloan-C, 2003. Online:
- Amirkabir University of Technology, Electronic Education (accessed Aug 2016), www. Vu.aut.ac.ir

- Bourne, J.; Harris & Mayadas (2005). Online engineering education: Learning anywhere, anytime. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 131-146 (And also in JALN, 9(1), March 2005).
- Feisel, L. D., & Peterson, G.D. (2002). Acolloquy on learning objectives for engineering education laboratories. *Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exhibition*, 12 pages.
- Fruchter, R. (2002) Global teamwork: Cross-disciplinary, collaborative, geographically distributed e-learning environment. In Collaborative Design and Learning: Competence Building for Innovation,
- Gold, S. A. (2001). Constructivist approach to online training for online teachers. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5 (1), 35-57.
- Grose, T. K. (2003). Can distance education be Unlocked? *Prism*, 12 (8), 19-23, Available online: http://www.prismmagazine.org/april03/unlocked.cfm.
- Institute for Research and Planning in Higher Education (2016). Statistics of Higher Education in Iran, Academic Year 2015-2016, Department of Statistics & Information Technologies., Ministry of Science, Research and Technology [in Persian].
- Isfahan University of Technology, eLearning (accessed 2016),https://learn.iut.ac.ir/
- Islamic Azad University, e-learning (accessed Aug 2016), www.iauec.ac.ir
- K. N. Toosi University of Technology, e-learning (accessed Sept. 2016), www.elearning.kntu.ac.ir
- Memarian, H. (2012). *Innovation in engineering education*. University of Tehran Press, 436 [in Persian].
- Mizani, A. (1976). Preparation and implementation of educational program. Free University of Iran, 39.
- Payame Noor University (2007). The twentieth anniversary of Payam Noor University, Payam Noor University Publications [in Persian].
- Payame Noor University (accessed Aug 2016), http://www.pnu.ac.ir/Portal/Home
- Peterson, G. D., & Feisel, L. D. (2002). E-learning: The challenge for engineering education. *Proceedings, e-Technologies in Engineering Education, a United Engineering Foundation Conference*, 164–169. Davos, Switzerland, 11–16 August, 2002.
- Richardson, J. C., & Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7 (1), 68-88.
- Sharif University of Technology, e-Learning Centre (Access Aug 2016), www.el.sharif.edu
- Shiraz University, Electronic Education (accessed July 2016), http://vu.shirazu.ac.ir/
- SLOAN-C, http://www.sloan-c.org. (Accessed March 2015)
- Söderlund, A., Ingvarson, F., Lundgren, P., & Jeppson, K. (2002). The remote laboratory—a new complement in engineering education. *2002 International Conference on Engineering Education, Manchester*, U.K.
- University of Tehran e-Learning Centre (accessed Sept. 2016), www.utec.ut.ac.ir

**دکتر حسین معماریان:** استاد مهندسی زمین دانشکده فنی دانشگاه تهران، مؤسس و رئیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی؛ عضو وابسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران؛ انتشار بیش از ۲۵۰ مقاله پژوهشی در نشریات و همایش‌های ملی و بین المللی (بیش از ۴۰ مقاله در زمینه آموزش مهندسی)؛مؤلف ۲۵ کتاب (۴ کتاب در زمینه‌های مرتبط با آموزش مهندسی)؛ هشت کتاب اخیر ایشان برنده جایزه کتاب برگزیده و تقدیری از کتاب سال جمهوری اسلامی ایران و کتاب‌های برگزیده دانشگاهی بوده است.