

روشهای نوین دانشجو محور در آموزش مهندسی

حسین معاریان^۱

چکیده: دانشجویان به شیوه‌های مختلفی مطالب درسی را یاد می‌گیرند. روشهای آموزش و تدریس نیز متنوع است. یادگیری دانشجویان در کلاس، در کنار عوامل دیگر، به تطابق بین سبک یادگیری ترجیحی دانشجویان و سبک آموزش استاد بستگی دارد. در روش سنتی آموزش دانشگاهی بیشتر وقت کلاس به سخنرانی استاد و نگاه کردن و گوش دادن دانشجویان می‌گذرد. دانشجویان به تنهایی تکالیف را انجام می‌دهند و کارگروهی تشویق نمی‌شود. در مقابل، در روشهای دانشجو محور تمرکز فعالیتهای از آموزشگر به فراگیر منتقل می‌شود؛ به بیان دیگر، در این روشها مسئولیت ساماندهی آنچه باید فراگرفته شود به خود دانشجو واگذار می‌شود. مهم ترین این روشها عبارتاند از: یادگیری فعال، که در آن دانشجویان به طور مؤثر درگیر آنچه می‌آموزند می‌شوند، به سؤالات پاسخ می‌دهند، خود سؤالاتی را طرح می‌کنند، وارد بحث می‌شوند و مطالب را توضیح می‌دهند. در یادگیری مشارکتی دانشجویان به صورت گروهی، تحت شرایطی که هم کار گروهی مؤثر و هم مسئولیت فردی ایشان اقماع شود، تکالیف یا پروژه‌ها را انجام می‌دهند. در یادگیری مسئله محور ابتدا مسئله‌ای طرح می‌شود و سپس، دانش و مهارتهای لازم برای حل آن مسئله به تدریج در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد. روشهای دانشجو محور نسبت به روش سنتی استاد محور برتری بارزی دارند که در مواردی چون یادگیری سریع تر و با ماندگاری بیشتر، درک عمیق تر مواد درسی، به‌کارگیری تفکر نقادانه یا مهارتهای مشکل‌گشایی خلاقانه و ایجاد نگرش مثبت به آنچه تدریس می‌شود، قابل مشاهده است.

واژه‌های کلیدی: سبکهای یادگیری، سبکهای تدریس، آموزش دانشجو محور، یادگیری فعال، یادگیری مشارکتی، یادگیری سؤال محور.

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

(دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۱۱)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۱۵)

۱. مقدمه

معدودی از استادان، که در رشته‌های مهندسی تدریس می‌کنند، در خصوص نحوه تدریس و انتقال مفاهیم آموزش دیده‌اند و بیشتر آنان هرچه در این زمینه می‌دانند، غریزی است یا از نحوه تدریس استادان سابق خود کسب کرده‌اند، که آنان نیز به‌طور معمول در خصوص نحوه صحیح انتقال مفاهیم هیچ‌گونه آموزشی ندیده بودند. آن دسته از استادان نیز که در این زمینه موفق‌تر بوده‌اند، تجربه‌های خود را با آزمون و خطا به‌دست آورده‌اند. بدیهی است کسانی که هزینه فرایند آزمون و خطا در آموزش را می‌پردازند، اغلب آنهایی نیستند که این فرایند را به کار برده‌اند. خلاصه آنکه حرفه معلمی و تدریس پیچیده‌تر و مهم‌تر از آن است که بدون هیچ‌گونه آموزشی به آن مشغول شویم. در چند دهه اخیر، پیشرفتهای چشمگیری در روشهای آموزش به طور عام و به ویژه آموزش مهندسی حاصل شده است. به‌گفته دکتر ریچارد فلدر، یکی از پیشروان آموزش مهندسی، بسیاری از همکاران ما متعجب خواهند شد اگر بدانند که [۱ و ۲]:

- امروزه، روشهای کاملاً جا افتاده آموزشی وجود دارد که تدریس را مؤثرتر می‌کند؛
- این روشها را می‌توان به سهولت و بدون از دست دادن زمان برای ارائه همه سرفصلهای درس به کار گرفت؛
- به‌کارگیری این روشها به هزینه، زمان و کوشش زیادی نیاز ندارد؛
- این روشها از طریق تحقیقات گسترده‌ای تأیید شده است و مؤثر بودن آنها یک بحث نظری نیست.

دانشجویان به شیوه‌های مختلفی اطلاعات را کسب و پردازش می‌کنند. از سویی، استادان نیز روشهای متنوعی را برای آموزش و انتقال مفاهیم به کار می‌گیرند. هرچا که بین روش یادگیری دانشجویان و روش تدریس آموزشگر تطابق و هماهنگی وجود داشته باشد، بهترین نتیجه حاصل می‌شود. در سالهای اخیر، با به‌کارگیری روشهای نوین آموزش، به ویژه آنهایی که با نام کلی روشهای یادگیری دانشجومحور^۱ شناخته می‌شوند، هماهنگی بهتری بین فرایندهای یاددهی و یادگیری در آموزش مهندسی ایجاد شده است.

این مقاله با بحث در باره سبکهای مختلف یادگیری آغاز و سپس، روشهای مختلف تدریس بررسی می‌شود. سه روش یا رویه موفق‌تر آموزش که در این نوشته به آنها پرداخته شده است، عبارت‌اند از: یادگیری فعال که در آن دانشجو به‌طور فعال درگیر آنچه می‌آموزد می‌شود، یادگیری مشارکتی که

حاصل کارگروهی دانشجویان است و یادگیری مسئله‌محور، که در آن دانشجویان یک مطلب را زمانی می‌آموزند که نیاز به آن در اثر طرح یک مسئله یا سؤال احساس شده باشد.

۲. سبکهای یادگیری

تواناییها، نگرشها، علاقه‌مندیها، جاه‌طلبیها و میزان انگیزه دانشجویان یک کلاس بسیار متفاوت است و در نتیجه، روش تدریسی که ممکن است برای برخی از دانشجویان مؤثر باشد، برای برخی دیگر تأثیر چندانی نخواهد داشت. برای مثال، یک دانشجوی مهندسی ممکن است به نظریه‌های محض و مدل‌های ریاضی علاقه‌مند باشد، در صورتی‌که دانشجوی دیگر دریافت بهتری از مسائل دنیای واقعی، مثل فعالیتهای آزمایشگاهی، داشته باشد. در چنین شرایطی یک درس نظری و متکی به ریاضیات مورد علاقه گروه اول است و درسی با محتوای بیشتر عملی تجربه‌ای مناسب برای گروه دوم به حساب خواهد آمد [۲].

سبک یادگیری^۱ روشی است که بر طبق آن دانشجویان داده‌ها را کسب و پردازش می‌کنند. آگاهی از سبکهای یادگیری اطلاعات خوبی از روشهای تدریسی که دانشجویان بیشترین و کمترین علاقه را به آنها دارند، به دست می‌دهد. اگر سبکهای غالب مورد علاقه دانشجویان خود را بدانیم، خواهیم توانست یک آموزش متعادل را طراحی کنیم، به نحوی که همه دانشجویان مطالب را به روشی که بیشتر ترجیح می‌دهند، فرا بگیرند. بدین ترتیب، می‌توان از دل‌سردی آنها در خصوص آموزش جلوگیری کرد و در مواردی آنها را به سبکی که دوست ندارند نیز به تدریج علاقه‌مند ساخت. تاکنون چندین تقسیم‌بندی برای سبکهای یادگیری در آموزش مهندسی ارائه شده است که یکی از آنها که فلدر و سیلورمن (۱۹۸۸) [۱] آن را عرضه کرده‌اند، دارای چهار بعد است که هر یک از آنها از دو بخش تشکیل یافته است (جدول ۱) [۱، ۳، ۴].

۲.۱. یادگیران حسی و درکی

یادگیری حسی از طریق مشاهده و گردآوری اطلاعات از راه حواس صورت می‌گیرد، در صورتی‌که یادگیری درکی مستلزم دریافت غیر مستقیم و ناخودآگاه است (تصور و تفکر). همه ما هر دو این روشها را به کار می‌گیریم، ولی هرکدام یکی را بر دیگری ترجیح می‌دهیم. افرادی که بیشتر به حسهای پنج‌گانه خود وابسته‌اند، به واقعیات، داده‌ها و تجربه کردن علاقه‌مندند، ولی یادگیران درکی اصول و نظریه‌ها را ترجیح می‌دهند. حسی‌ها مایل به حل مسائل با روشهای استاندارد هستند و غافلگیر شدن را

دوست ندارند و در مقابل، یادگیران درکی ابتکار را دوست دارند و از تکرار بیزارند. حسی‌ها در برابر جزئیات صبورند، ولی پیچیدگیها را دوست ندارند و درکی‌ها از جزئیات خسته شده و از پیچیدگیها استقبال می‌کنند. حسی‌ها در به خاطر سپردن حقایق تبحر دارند و درکی‌ها به دنبال کسب یک ایده جدید خوب هستند. حسی‌ها دقیق‌اند، ولی ممکن است کند باشند و در مقابل، درکی‌ها سریع هستند و ممکن است بی‌توجه باشند.

یادگیران درکی بیش از یادگیران حسی با نشانه‌ها و نمادها راحت‌اند و چون کلمات هم نماد است، کار با آنها برای درکی‌ها راحت‌تر و برای حسی‌ها مشکل‌تر است. کند بودن حسی‌ها در برگردان لغات نقطه ضعف آنها در آزمونهای زمان‌دار است، چون ممکن است یک سؤال را چند بار بخوانند تا به آن پاسخ بدهند و اغلب هم وقت کم می‌آورند. درکی‌ها هم ممکن است به دلیلی دیگر در آزمونهای زمان‌دار بد عمل بکنند. بی‌صبری و عجله این گروه در برابر جزئیات باعث می‌شود که پاسخ به سؤال را قبل از آنکه به دقت بخوانند آغاز کنند که اغلب باعث بروز اشتباه می‌شود.

در بیشتر دروس مهندسی، بجز آزمایشگاهها، به جای واقعیات بر مفاهیم تأکید می‌شود و عمدتاً از سخنرانی و خواندن متن (کلمات و نمادها) برای انتقال اطلاعات استفاده می‌شود و در نتیجه این نوع تدریس دلخواه یادگیران درکی است. در جایی که اغلب استادان درکی هستند، بیشتر دانشجویان مهندسی حسی هستند و در نتیجه، یک عدم تطابق جدی بین سبکهای تدریس و یادگیری در بسیاری از دروس مهندسی ایجاد می‌شود. گرچه در دانشگاه عملکرد حسی‌ها به خوبی درکی‌ها نیست، هر دو این گروه‌ها می‌توانند در آینده مهندسان خوبی بشوند. برای اینکه آموزشگر موفق‌تر باشیم، باید به هر دو گروه توجه داشته باشیم و مطالبی را که ارائه می‌دهیم ترکیبی از دل‌بستگیهای این دو گروه؛ یعنی اطلاعات مشخص (حقایق، داده‌ها، پدیده‌های قابل مشاهده) و مفاهیم محض (اصول، نظریه‌ها و مدل‌های ریاضی) باشد.

۲.۲. یادگیران دیداری و شفاهی

بشر اطلاعات را با دیدن [تصاویر، نمودارها و نمادها]، شنیدن [صداها و صحبتها] یا با حسهای دیگر [چشیدن، لمس کردن و بو کردن] کسب می‌کند. پژوهشهای متعدد نشان داده است که اغلب مردم به‌طور مؤثرتری با یکی از این سه روش یاد می‌گیرند و ظاهراً اطلاعاتی را که از طریق دو روش دیگر کسب می‌شود از دست می‌دهند یا از آنها چشمپوشی می‌کنند.

یادگیران دیداری آنچه را می‌بینند (تصاویر، نمودارها، فیلمها و نمایشها) به خوبی به خاطر می‌آورند و اگر چیزی به آنها گفته شود، ممکن است فراموش کنند. در مقابل، گروه شنیداری اغلب آنچه را می‌شنوند به خاطر می‌آورند و بیش از آن چیزهایی را به یاد می‌آورند که هم می‌شنوند و هم

می‌گویند. این گروه مطالب زیادی از بحثها دریافت می‌کنند، توضیحات کلامی را بر ارائه نمایشی ترجیح می‌دهند و با توضیح دادن مطالب برای دیگران به طور مؤثرتری یاد می‌گیرند [۱].

بیشتر دانشجویان دیداری هستند، در حالی که بیشترین تدریس در دانشگاه به صورت شفاهی^۱ صورت می‌گیرد. اطلاعات عرضه شده بیشتر به صورت سخنرانی یا نمایش بصری اطلاعات دیداری (کلمات و نمادهای ریاضی نوشته شده در متن درسی، در اسلایدها و تخته سیاه) است. در نتیجه، عدم تطابقی هم بین ورودی ترجیهی بیشتر دانشجویان (دیداری) و روش تدریس ترجیحی بیشتر استادان (شفاهی) وجود دارد. بدون توجه به میزان این عدم تطابق، تدریس و ارائه‌ای که هر دو روش دیداری و شفاهی را به کار می‌گیرد، امکان یادگیری همه دانشجویان را بیشتر می‌کند. چون اغلب آموزشگران اطلاعات خود را به صورت شفاهی (سخنرانی و متن) عرضه می‌کنند، آنچه به طور معمول باید اضافه شود تا همه دانشجویان را در بر بگیرد، ارائه مطالب تصویری (شکل، نمودار، طرح، فیلم و نمایش) بیشتر است.

۳.۲. یادگیران کنشی و فکری

فرایندهای پیچیده مغزی را که اطلاعات توسط آنها دریافت و به آگاهی و دانش تبدیل می‌شود، می‌توان به دو گروه تجربه‌های کنشی و مشاهدات فکری تقسیم کرد. تجربه‌های کنشی مستلزم انجام دادن کاری با توجه به اطلاعات در دنیای خارج است [دانشجو آن را توضیح دهد یا به‌گونه‌ای بیازماید] و مشاهده فکری مستلزم آزمون و کارکردن درونگرایانه با توجه به اطلاعات است. یک یادگیرکنشی در تجربه‌های عملی قوی‌تر است تا مشاهدات. این رفتار در یادگیر فکری بر عکس است. نشانه‌هایی در دست است که بیشتر مهندسان یادگیران کنشی هستند تا فکری [۱].

یادگیران کنشی در شرایطی که به غیرفعال بودن آنها نیاز است [مثل اغلب سخنرانیها]، یادگیری زیادی ندارند؛ یادگیران فکری نیز در شرایطی که فرصت فکرکردن در باره اطلاعات ارائه شده به آنها داده نمی‌شود [باز هم مثل اغلب سخنرانیها]، شرایط مشابهی دارند. یادگیران کنشی به‌خوبی به‌صورت

۱. یک محیط انتقال اطلاعات که کمتر واضح است مطالب نوشتاری است. مطالب مکتوب به‌صورت دیداری ارائه می‌شود و واضح است که نمی‌توان آن را زیر عنوان شنیداری طبقه بندی کرد. از طرفی، اشتباه خواهد بود اگر آن را جزو مقوله دیداری به‌حساب آوریم، چون در آن صورت مشابه یک تصویر منتقل شده از اطلاعات خواهد بود. پژوهشگران روشهای شناختی کشف کرده‌اند که مغز ما به‌طور معمول کلمات نوشته شده را به معادل کلامی آنها تبدیل و سپس، آنها را به‌همان صورت مطالب کلامی پردازش می‌کند. در نتیجه، مطالب مکتوب معادل اطلاعات دیداری نیستند. برای یک یادگیری دیداری، یک شکل در واقع ارزش هزار کلمه را دارد [فرق نمی‌کند به صورت کلامی باشد یا مکتوب]. با استفاده از واژه شفاهی به‌جای شنیداری، آن گونه که ما در اینجا عمل کرده‌ایم، می‌توان صحبتها و نوشته‌ها را در یک گروه قرار داد.

گروهی کار می‌کنند، ولی یادگیران فکری به‌تنهایی یا حداکثر با یک نفر دیگر بهتر کار می‌کنند. یادگیران کنشی نخبه‌گرا و یادگیران فکری نظریه پرداز هستند.

در نگاه اول همپوشانی زیادی بین یادگیران کنشی و حسی مشاهده می‌شود، زیرا هر دو آنها درگیر دنیای خارجی پدیده‌ها هستند؛ به همین ترتیب، همپوشانی بین یادگیران فکری و درکی، که هر دو آنها متمایل به دنیای مجرد درونی هستند، دیده می‌شود. با این حال، اینها گروههای مستقلی را تشکیل می‌دهند. گروه حسی به‌طور ترجیحی اطلاعات موجود در دنیای خارج را انتخاب می‌کند و ممکن است آنها را به صورت کنشی یا فکری پردازش کند. در صورتی که درکی‌ها اطلاعاتی را دریافت می‌کنند که به صورت درونی تولید شده، ولی ممکن است آنها را به صورت کنشی یا فکری پردازش کنند.

در اینجا نیز، همانند دیگر سبکهای یادگیری، به هر دو گروه مهندسان حسی و فکری نیازمندیم. فکریها نظریه پردازان و سازندگان مدل‌های ریاضی را تشکیل می‌دهند و قادرند مسائل را بررسی کنند و برای آنها راه‌های احتمالی بیابند. در مقابل، کنشی‌ها ایده‌ها را ارزیابی و طراحی می‌کنند و آزمایشها را انجام می‌دهند و پاسخهایی اجرایی به دست می‌آورند.

استادان در کلاس درس برای پوشش دادن هر دو گروه کنشی و فکری می‌توانند گاه به گاه صحبت خود را برای یک بحث کوتاه، فرصت برای تفکر یا فعالیتهای مشکل‌گشایی (کنشی) قطع کنند و همچنین، مطالبی را عرضه کنند که در آنها هم بر درک پایه (فکری) و هم مشکل‌گشایی عملی (کنشی) تأکید شده باشد. یک روش رسیدن به یادگیری کنشی این است که از دانشجویان بخواهیم در گروههای سه یا چهار نفره پاسخی برای سؤال طرح شده توسط آموزشگر بیابند. سپس، پاسخ در کلاس مورد بحث قرار گیرد. این بارش مغزی و تضارب آرا علاوه بر ترغیب دانشجویان به فکر کردن در باره مطالب درس، بخشهایی از آنها را که فهمیده نشده است نیز مشخص می‌کند. علاوه بر این، محیط کلاس همگون‌تری نسبت به یک جلسه سخنرانی رسمی ایجاد می‌کند و درونگراترین دانشجویان را نیز که هرگز وارد بحث نمی‌شوند، به نحوی درگیر می‌کند.

۴.۲. یادگیران ترتیبی و یکپارچه

بیشتر آموزشهای رسمی مستلزم ارائه مطالب به ترتیبی منطقی است. برخی از دانشجویان با این روش راحت هستند و مطالب را با ترتیبی که ارائه می‌شود یاد می‌گیرند و دسته دیگر نمی‌توانند با این روش به خوبی یاد بگیرند. گروه اخیر ممکن است برای روزها یا هفته‌ها نتوانند به اصطلاح خودی نشان بدهند و در این مدت، آنها قادر به حل کردن ساده‌ترین مسائل هم نیستند و نمی‌توانند ابتدایی‌ترین نکات را هم درک کنند تا اینکه به طور ناگهانی به خود می‌آیند. در این حالت ممکن است مطالب را

به خوبی بفهمند و با موفقیت آنها را در خصوص بسیاری از مسائلی که دیگر دانشجویان به کناری گذارده بودند، اعمال کنند.

یادگیران ترتیبی برای حل مسائل فرایند استدلال خطی گام به گام را دنبال می کنند؛ در مقابل، یادگیران یکپارچه خیزهای بلندی در درک مطالب بر می دارند تا حدی که ممکن است حتی نتوانند بگویند که چگونه به راه حل رسیده اند. یادگیران ترتیبی می توانند با مطلبی که به طور بخشی یا سطحی آموختند نیز کار کنند، در حالی که یادگیران یکپارچه در این کار ممکن است با مشکل رو به رو شوند. یادگیران ترتیبی ممکن است در تفکر همگرا و تجزیه (آنالیز) قوی باشند و یادگیران یکپارچه ممکن است در تفکر واگرا و ترکیب (سنتز) بهتر باشند. یادگیران ترتیبی بهترین یادگیری را زمانی دارند که مطالب به تدریج پیچیده شوند و یادگیران یکپارچه گاهی در پرش ناگهانی به مطالب پیچیده و مشکل بهتر عمل می کنند [۱].

دانشگاه معمولاً تجربه ای مشکل برای یادگیران یکپارچه است، زیرا آنها به ترتیبی یکنواخت و قابل پیش بینی یاد نمی گیرند و گاه از مسیری که دیگر همکلاسیهای ترتیبی آنها می روند، خارج می شوند و قادر به برآوردن انتظارات استاد هم نیستند. برخی از این دانشجویان در نهایت از آموزش زده می شوند و ترک تحصیل می کنند. با این حال، یادگیران یکپارچه آخرین دانشجویانی هستند که باید دانشگاه را ترک کنند. این گروه ترکیب و تلفیق کننده های خوب، پژوهشگران چند وجهی و متفکران سیستمی هستند و ارتباطهایی را که دیگران نمی توانند ببینند، درک می کنند. این دانشجویان اگر بتوانند از فرایند آموزش سرفراز خارج شوند، می توانند در آینده به مهندسان برجسته ای تبدیل شوند. در آموزش سنتی مهندسی دانشگاهی مطالب به گونه ای که مورد نیاز یادگیران ترتیبی است عرضه می شود. برنامه درسی ترتیبی است، سر فصل هر یک از دروس ترتیبی است، کتابهای درسی به صورت ترتیبی تدوین شده اند و اغلب استادان نیز به صورت ترتیبی تدریس می کنند. برای کمک به یادگیران یکپارچه آموزشگر باید تصویر کلی یا هدف درس را قبل از آغاز فرایند تدریس آن عرضه کند و تا آنجا که امکان دارد محتوا و ارتباط مطالب با هم و ارتباط آن با تجربه های دانشجویان را تشریح کند. کاربردها و اما و اگرهای مطالب باید طرح شوند. به دانشجویان باید آزادی داده شود تا روش حل مسائل را خود ارائه کنند، به جای اینکه مجبور شوند استراتژی مورد نظر استاد را به کار گیرند. به این گروه باید گاه به گاه مفاهیم پیشرفته تری عرضه شود، قبل از اینکه در جای خود تدریس شوند. روشی ویژه برای آموزشگران به منظور کمک به یادگیران یکپارچه، طرح تمرینات خلاقانه است که مستلزم تولید راه حل های متفاوت و آوردن مطالب از دیگر درسها یا دیگر رشته ها و تشویق دانشجویان به حل آنهاست. راه دیگر کمک به یادگیران یکپارچه تشریح فرایند یادگیریشان به آنهاست.

خلاصه اینکه بیشتر آموزشهای مهندسی در چند دهه گذشته بر یادگیری درکی، شفاهی، فکری و ترتیبی متمرکز بوده است. این درحالی است که تعداد کمی از دانشجویان مهندسی در همه این چهار گروه قرار می گیرند. نتیجه اینکه بیشتر دانشجویان مهندسی به گونه ای آموزش می بینند که حداقل تا حدی با سبک یادگیری آنها همخوانی ندارد. این امر می تواند به عملکرد و نگرش آنها به مهندسی به- عنوان برنامه درسی یا کار حرفه ای در آینده صدمه بزند [۲].

جدول ۱: سبکهای یادگیری [۱]

سبک یادگیری	شرح
یادگیران حسی ^۱	یادگیری از طریق مشاهده و گردآوری اطلاعات توسط حواس. علاقه مند به یادگیری حقایق، داده ها و تجربه کردن، تمایل به حل مسائل به روشهای استاندارد و عدم تمایل به پیچیدگیها.
یادگیران درکی ^۲	دریافت غیرمستقیم توسط ناخودآگاه با تفکر و تصور. علاقه مند به اصول و نظریه ها و کشف روابط، تمایل به نوآوری و بی علاقه به تکرار.
یادگیران دیداری ^۳	آنچه را ببینند بهتر به یاد می آورند؛ ارائه بصری مطالب به صورت شکل، نمودار، فلوجارت، فیلم، نمایش و مانند آن را ترجیح می دهند.
یادگیران شفاهی ^۴	اطلاعات را بیشتر از کلمات کسب می کنند؛ مطالب نوشته شده یا توضیحات شفاهی را ترجیح می دهند.
یادگیران کنشی ^۵	درک اطلاعات بیشتر با انجام دادن کاری در باره آن است؛ علاقه مند به انجام دادن کارگروهی.
یادگیران فکری ^۶	درک اطلاعات بیشتر با تفکر در باره آن است؛ علاقه مند به کار فردی.
یادگیران ترتیبی ^۷	فهمیدن به صورت گامهای منظم و طی مسیر منطقی؛ تمایل به یادگیری در مراحل و قدمهای کوتاه و طی مراحل برای رسیدن به جواب.
یادگیران یکپارچه ^۸	تمایل به یادگیری با گامهای بلند و جهشهای بزرگ؛ وقتی که تصویر کلی را به دست آورند، مسائل مهم را به سرعت حل می کنند. کل نگر و دارای تفکر سیستمی.

1. Sensing Learner
2. Intuitive Learner
3. Visual Learner
4. Verbal Learner
5. Active Learner
6. Reflective Learner
7. Sequential Learner
8. Global Learner

۳. سبکهای تدریس

در یک سخنرانی سنتی تنها کسی که فعال است استاد است که صحبت می‌کند یا روی تخته می‌نویسد یا اسلاید نشان می‌دهد یا سؤال می‌کند و اغلب وقتی پاسخی از دانشجویان نمی‌شنود، خود پاسخ سؤال را می‌دهد. در این شرایط دانشجویان غیرفعال و فقط نظاره‌گر هستند و گوش می‌کنند، برخی نیز یادداشت برمی‌دارند، ولی آنها به‌ندرت در باره مطالبی که ارائه می‌شود، فکر می‌کنند. بررسیها نشان می‌دهد که این روش طبیعی یادگیری نیست، زیرا اطلاعاتی که به صورت غیر فعال و بدون همراهی و بازخورد فراگیر کسب می‌شود، در حافظه دراز مدت باقی نمی‌ماند [۲]. مثل معروف از یک گوش گرفتن و از گوش دیگر خارج کردن، تمثیل خوبی برای آن بلایی است که بر سر مطالب ما در یک کلاس درس سنتی می‌آید. آنچه مسئله را پیچیده‌تر می‌کند این است که برای دانشجویانی که به صورت غیر فعال به سخنرانی ما گوش می‌دهند، به‌طور مرتب توقفهای ذهنی ایجاد می‌شود که فکرشان را به‌جاهای دیگر می‌برد. هر چه از سخنرانی می‌گذرد، تعداد این توقفها بیشتر و مدت آنها نیز افزون‌تر می‌شود. مدت زمانی که دانشجو به تکالیف درس دیگرش یا به ایمیل‌های جواب نداده یا مدتی که به وقت خوردن غذا مانده است فکر می‌کند، به درس گوش نمی‌دهد و وقتی به سخنرانی باز می‌گردد، آنچه را از دست داده است باعث می‌شود تا مطالبی را که می‌شنود، برایش قابل درک نباشد و بدین ترتیب، بعد از مدتی سخنرانی به یک سرو صدا و پارازیت فرعی، در پس زمینه ذهن او، تنزل می‌یابد [۲].

در چند دهه اخیر مدل‌هایی برای طبقه‌بندی سبکهای یادگیری و همچنین، سبکهای تدریس عرضه شده است. یکی از معروف‌ترین این مدلها راه، که به‌ویژه برای آموزش مهندسی سامان یافته است، در سال ۱۹۸۸ ریچارد فلدن عرضه کرد [۱] و در سال ۲۰۰۴ نیز مورد بازنگری قرار گرفت [۲]. بر طبق این مدل در یک ساختار سامان یافته آموزشی یادگیری را می‌توان یک فرایند دو مرحله‌ای شامل دریافت اطلاعات و پردازش آن در نظر گرفت. در مرحله دریافت، اطلاعات بیرونی (قابل کسب توسط حسها) و اطلاعات درونی (حاصل کنش درونی) در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد و او مطالبی را که پردازش خواهد کرد، انتخاب و از بقیه صرف نظر می‌کند. مرحله پردازش می‌تواند شامل به‌خاطر سپردن محض، فکری یا کنشی و درونگرایانه یا با ارتباط با دیگران باشد. دستاورد به دست آمده نیز فرا گرفتن مطالب توسط یکی از حسهاست. سبک یادگیری دانشجویان را می‌توان برحسب نحوه دریافت و پردازش داده‌ها توسط آنها طبقه‌بندی کرد. به همین ترتیب، می‌توان مدلی برای نحوه آموزش و تدریس آموزشگران نیز عرضه کرد که روشهای تدریس را بر مبنای همخوانی با روشهای یادگیری دسته‌بندی کند. با پاسخ به چند سؤالی که در جدول ۲ آمده است، می‌توان سبک یادگیری

هر دانشجو را تا حدی مشخص کرد. به همین ترتیب، سبک تدریس هر آموزشگر نیز کم و بیش قابل شناسایی است.

جدول ۲: تعیین سبکهای یادگیری و تدریس [۱]

تعیین سبک یادگیری			
<input type="checkbox"/>	شنیدن و دیدن	حسی (بیرونی)،	۱. دانشجو چه نوعی از دریافت اطلاعات را ترجیح می‌دهد؟
<input type="checkbox"/>	بینش، فراست و کنجکاوی	فکری (درونی)،	
<input type="checkbox"/>	اشکال، نمودارها و تصاویر	دیداری	۲. اطلاعات بیرونی توسط کدام کانال حسی به نحو مؤثرتری کسب می‌شوند؟
<input type="checkbox"/>	کلمات و صداها	شفاهی	
<input type="checkbox"/>	درگیر شدن در فعالیتهای فیزیکی یا بحث	کنشی	۳. دانشجو چه نوع اطلاعاتی را ترجیح می‌دهد؟
<input type="checkbox"/>	تفکر و درونگرایی	فکری	
<input type="checkbox"/>	دریافت به صورت مرحله به مرحله	ترتیبی	۴. دانشجو چگونه به سمت فهم مطالب می‌رود؟
<input type="checkbox"/>	دریافت کلی مطلب	یکپارچه	
تعیین سبک تدریس			
<input type="checkbox"/>	واقعی	مشخص	۱. چه نوع اطلاعاتی توسط آموزشگر مورد تأکید قرار می‌گیرد؟
<input type="checkbox"/>	ادراکی و نظری	مجرد و انتزاعی	
<input type="checkbox"/>	عکسها، تصاویر، نمودارها، فیلم و نمایش	دیداری	۲. چه حالتی از ارائه تأکید می‌شود؟
<input type="checkbox"/>	سخنرانی، خواندن و بحث کردن	شفاهی	
<input type="checkbox"/>	دانشجویان صحبت می‌کنند، حرکت می‌کنند و عکس العمل نشان می‌دهند	فعال	۳. چه حالتی از مشارکت دانشجویان ترغیب می‌شود؟
<input type="checkbox"/>	دانشجویان فقط نگاه می‌کنند و گوش فرا می‌دهند	غیر فعال	
<input type="checkbox"/>	پیشرفت مرحله به مرحله	ترتیبی	۴. چه نوع چشم اندازی برای اطلاعات ارائه شده ایجاد می‌شود؟
<input type="checkbox"/>	ارائه مفهوم کلی و ارتباطات آن	یکپارچه	

در مدل ارائه شده فلدر و سیلورمن (۱۹۸۸) [۱] سبک یادگیری با توجه به نوع اطلاعات دریافتی، نحوه دریافت اطلاعات، روش پردازش اطلاعات و شیوه درک مطالب توسط فراگیر تعیین می‌شود. سبک تدریس نیز با توجه به محتوای مطالب ارائه شده، روش ارائه مطالب، نحوه مشارکت دانشجویان و چشم انداز ارائه مطالب تعیین می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳: ابعاد سبکهای یادگیری و تدریس [۱]

سبک یادگیری ترجیحی		سبک تدریس مرتبط با آن	
دریافت	حسی	محتوای مطالب	مشخص
درکی	درکی	محفص	محفص
ورود اطلاعات	دیداری	نحوه ارائه	دیداری
شفاهی	شفاهی		شفاهی
پردازش اطلاعات	کنشی	مشارکت دانشجویان	فعال
	فکری		غیر فعال
فهمیدن مطالب	ترتیبی	چشم انداز ارائه	ترتیبی
	یکپارچه		یکپارچه

همچنان‌که در جدول ۳ دیده می‌شود، اغلب مؤلفه‌های سبک یادگیری و سبک آموزش در مدل‌هایی که در اینجا ارائه شده است، برابر هستند. برای مثال، دانشجویی که دریافت درکی را به حسی ترجیح می‌دهد، به آموزشگری که بر مفاهیم و محتوای مجرد و محض تأکید بیشتری دارد تا حقایق و محتوای مشخص، پاسخ بهتری می‌دهد. یا دانشجویی که دریافت دیداری دارد، بیش از همه به تدریسی علاقه‌مند است که در آن از عکس، نمودار و فیلم استفاده شود. در نتیجه، آموزشگرانی که سبک تدریس خود را به گونه‌ای سامان می‌دهند که هر دو وجه هر یک از ابعاد مدل را اکتان کند، شرایط یادگیری بهینه‌ای را برای اغلب دانشجویان خود فراهم می‌آورند.

تعداد زیادی (۳۲=۲۵) ترکیب از سبک یادگیری وجود دارد [برای مثال حسی، شفاهی، کنشی و ترتیبی]. البته، در نظر گرفتن همه این ۳۲ سبک یادگیری ضروری نیست. روشهای رایج آموزش مهندسی معمولاً چهار سبک درکی، شفاهی، غیر فعال و ترتیبی را به نحو مناسبی پوشش می‌دهند. با افزودن تعداد به نسبت کمی از روشهای نوین تدریس، به‌آنچه در حال حاضر انجام می‌دهیم، خواهیم توانست سبک یادگیری بیشتر دانشجویان را پوشش دهیم.

۴. تدریس دانشجو محور

در چند دههٔ اخیر روشهای جدیدی در آموزش و تدریس دانشگاهی عرضه شده است. آموزش و تدریس دانشجو محور^۱، به جای روشهای رایج استاد محور، مبنای بیشتر این نوآوریها را تشکیل می‌دهد. سه روش یا رویه موفق‌تر در این زمینه عبارت‌اند از: یادگیری فعال که در آن دانشجو به‌طور فعال درگیر آنچه می‌آموزد می‌شود، یادگیری مشارکتی که حاصل کارگروهی دانشجویان است و یادگیری سؤال محور که در آن دانشجویان یک مطلب را زمانی می‌آموزند که در اثر طرح یک مسئله یا سؤال نیاز به آن را احساس کرده باشند.

۱.۴. یادگیری فعال

یادگیری کنشی یا یادگیری فعال^۲ هر آن چیزی است که در کلاس اتفاق می‌افتد تا دانشجویان را با مطالبی که عرضه می‌شود، درگیر کند. برای مثال، از دانشجویان خواسته می‌شود تا برای یک مدت کوتاه به‌طور فردی یا گروهی در باره پاسخ یک سؤال، حل یک مسئله، گزینه‌های محتمل یک مطلب یا فرایند رفع اشکال یک چیز فکر کنند. در پایان مدت تعیین شده آموزشگر از برخی از دانشجویان یا

1. Student Based Instruction

2. Active Learning

گروههای دانشجویان می‌خواهد که پاسخ خود را ارائه دهند و سپس، از داوطلبان دیگر پاسخهای بیشتری را کسب می‌کند و آن اندازه به پیش می‌رود تا به پاسخ مطلوب برسد و معلوم شود که دانشجو به طور واضح مطلب را درک کرده‌اند [۵].

کلاسی که در آن یادگیری فعال در جریان است، از نقاط قوت زیادی برخوردار است. این‌گونه فعالیتها باعث می‌شود که دانشجویانی که در اثر توقفهای ذهنی از مطلب دور شده‌اند، مجدداً به‌مطلب بازگردند و علاوه بر آن، کلاس نیز از یکنواختی در می‌آید و به اصطلاح انرژی می‌گیرد. اگر فعالیت درسی محتاج انجام دادن کاری است که دانشجویان بعدها در تکالیف منزل یا امتحان انجام خواهند داد [مثل رسم یک نمودار مفهومی، ارائه خلاصه راه حل یک مسئله، برآورد ارزش متغیر یک فرایند، انجام دادن برخی محاسبات و استنتاجها یا ارائه تفسیر نظری یک مشاهده تجربی یا مجموعه‌ای از داده‌ها]، وقتی که خودشان به تنهایی آن را انجام دهند، شانس بیشتری برای انجام دادن موفقیت آمیز آن خواهند داشت.

وقتی که آموزشگری برای اولین بار چیزی در باره یادگیری فعال می‌شنود، ممکن است آن را مسئله‌ساز بداند و با خود بگوید که با این روش هرگز نخواهم توانست کل برنامه در نظر گرفته شده را به اتمام برسانم، کلاس شلوغ خواهد شد و نخواهم توانست بار دیگر کنترل آن را به دست‌گیرم، برخی از دانشجویان ممکن است از مشارکت امتناع کنند، برخی دیگر ممکن است از اینکه مورد سؤال واقع شوند برنجند و غیره. البته، در عمل هم وقتی این روش برای اولین بار ارائه می‌شود، ممکن است برخی از دانشجویان مقاومت کنند و مشارکت فعال نداشته باشند. با این‌حال، اگر احتیاطهای لازم در نظر گرفته شود و برای چند هفته حتی اگر مقاومتی مشاهده شد ثابت قدم باقی بمانیم، آن مشکلات برطرف یا کم اثر خواهند شد [۵، ۶، ۷].

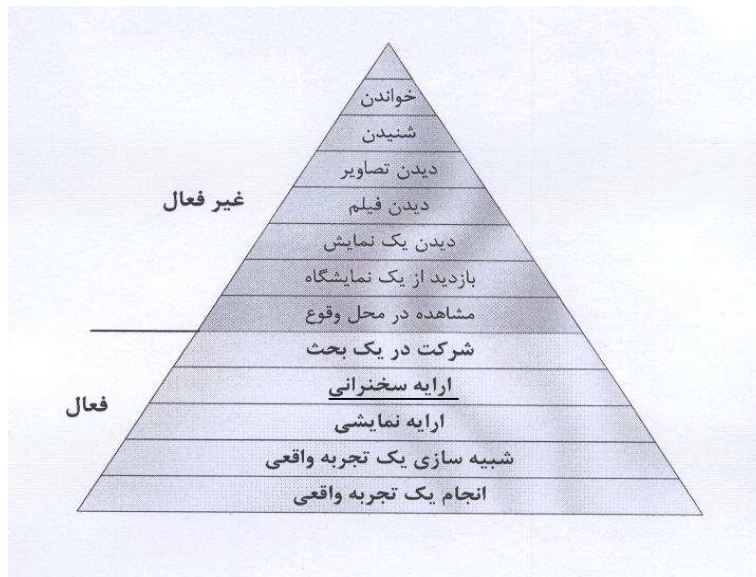
یادگیریهای فعال و غیرفعال به صورتهای متفاوتی صورت می‌گیرد. یکی از روشهایی که در آن انواع یادگیریها طبقه بندی شده است، مخروط یادگیری است.

مخروط یادگیری: ادگار دیل^۱ در مقاله‌ای که در سال ۱۹۵۴ منتشر کرد [۸]، از طریق روش تصویری جالبی که به مخروط یادگیری^۲ معروف شده است، نشان داد که مشارکت غیر فعال دانشجویان در کلاس درس یادگیری کمی را به دنبال دارد. در شکل ۱ نمونه ساده شده مخروط یادگیری نشان داده شده است. در این مخروط فضای اختصاص داده شده به هر یک از انواع کسب اطلاعات بازتاب میزان یادگیری توسط آن است. در نتیجه، خواندن یک متن کمترین و یک تجربه

1. Edgar Dale (1900-1985)

2. Learning Cone

واقعی در خصوص یک مطلب بیشترین ماندگاری را در حافظه دارند. در این شکل همچنین، انواع یادگیریهای فعال و غیر فعال از یکدیگر تفکیک شده‌اند.



شکل ۱: مخروط یادگیری [۸]

بررسیهای این محقق نشان داد که آنچه دو هفته بعد از یادگیری یک مطلب در حافظه ما باقی می‌ماند، عبارت است از:

- ۱۰٪ آنچه را که خوانده‌ایم
- ۲۰٪ آنچه را که شنیده‌ایم
- ۳۰٪ آنچه را که دیده‌ایم
- ۵۰٪ آنچه که همزمان دیده و شنیده‌ایم
- ۷۰٪ آنچه را که گفته‌ایم
- ۹۰٪ آنچه را که گفته و عملاً تجربه کرده‌ایم

از این رو، خواندن یک متن یا مشارکت غیرفعال در کلاس و فقط گوش دادن به سخنان استاد یادگیری به نسبت نازلی را به همراه خواهد داشت (جدول ۴). باید توجه داشت که ارقام ذکر شده در مخروط یادگیری تقریبی و بیشتر برای نشان دادن وزن قسمتهای مختلف مخروط نسبت به هم هستند [۹].

جدول ۴: مخروط یادگیری *

غیر فعال	خواندن متن	۱۰٪ آنچه می خوانیم
	شنیدن مطالب	۲۰٪ آنچه می شنویم
	دیدن تصاویر	۳۰٪ آنچه می بینیم
	دیدن فیلم	۵۰٪ آنچه می شنویم و می بینیم
	دیدن یک نمایش	
	بازدید از یک نمایشگاه	
دریافت دیداری	مشاهده در محل وقوع	۷۰٪ آنچه می گوئیم
مشارکت	شرکت در یک بحث	
	ارایه سخنرانی	
	ارایه به صورت نمایش	۹۰٪ آنچه می گوئیم و انجام می دهیم
انجام	شبه سازی یک تجربه واقعی	
	انجام یک تجربه واقعی	

* آنچه دو هفته بعد از یادگیری به یاد خواهد ماند [۸، ۹]

۲.۴ یادگیری مشارکتی

یادگیری مشارکتی^۱ به کار مشترک دو یا چند دانشجو به روی یک تکلیف یا پروژه اطلاق می شود. این روش به دروس آزمایشگاهی و طراحی مهندسی، که در آنها کارگروهی به طور سنتی پذیرفته شده است، منحصر نمی شود و دلایل متعددی برای تشویق دانشجویان به کارگروهی در کلاسهایی که منحصر به سخنرانی است، وجود دارد. دانشجویان مهندسی در طی دوران کار حرفه ای خود به صورت گروهی کار خواهند کرد و ارزیابی آنها نیز بیشتر بر مبنای توانایی کار کردن در گروه خواهد بود تا مهارتهای فردیشان. توانایی کار در گروههای چند منظوره یکی از ملاکهایی است که معمولاً برای ارزشیابی برنامه های آموزش مهندسی نیز به کار گرفته می شود. به نظر می رسد که با انجام دادن کار مشترک فقط در یک یا دو درس، دانشجویان مهارت لازم در کار گروهی را به دست نخواهند آورد. بررسیهای متعددی نشان داده است که دانشجویانی که به صورت گروهی کار می کنند، در مقایسه با

دانشجویانی که به‌طور فردی کار می‌کنند، بیشتر یاد می‌گیرند، عمیق‌تر یاد می‌گیرند، احتمال کمتری وجود دارد که درس را حذف کنند، نگرش مثبت‌تری به موضوع درس دارند و اطمینان بیشتری به خود پیدا می‌کنند [۲، ۱۰ و ۱۱].

باید توجه داشت که این مزایا به‌طور خودکار، هر جا که دانشجویان به صورت گروهی کار می‌کنند، حاصل نمی‌شود. بسیاری از دانش‌آموختگان مهندسی نمونه‌هایی از انجام دادن کار با گروه‌های غیر مؤثر و ناکارآمد را به یاد دارند و فراوان‌ترین مثالها را هم در باره همکلاسیه‌های زیرکار در رو و به اصطلاح مفت‌خور می‌زنند؛ دانشجویانی که کم کار می‌کنند یا اصلاً مشارکتی ندارند، ولی همان نمره اعضای مسئولیت‌پذیر و فعال گروه را می‌گیرند. مشکلات رایج دیگر در کار گروهی عبارت‌اند از: دانشجویانی که می‌خواهند همه کارها را خودشان به تنهایی انجام دهند؛ دانشجویانی که به دلایلی از گروه کنار گذارده می‌شوند؛ تضادهای ناشی از احساس مسئولیت متفاوت؛ هدفهای آموزشی گوناگون [یکی نمره بالا می‌خواهد و دیگری فقط می‌خواهد قبول شود] و بالاخره، شخصیت متفاوت افراد گروه. وقتی یک گروه به چنین مشکلاتی برخورد می‌کند و نمی‌تواند آنها را بر طرف سازد، شرایطی پیش می‌آید که گاه بهتر است اعضای گروه به‌صورت فردی کار کنند. متأسفانه، چنین شرایطی اغلب بروز می‌کند و اگر اقدامی برای برطرف کردن آن و کمک به دانشجویان برای کنار آمدن با آن انجام نشود، به سرعت از کنترل خارج می‌شوند.

روش پیشنهادی کردن مزایای کار گروهی استفاده از نوع خاصی از یادگیری مشارکتی؛ یعنی یادگیری تعاونی^۱ است که در آن آموزشگر تمهیداتی را در نظر می‌گیرد تا پنج شرط زیر برقرار شود [۲ و ۱۲].

- **وابستگی مثبت:** دانشجویان برای موفقیت‌آمیز بودن کوششهایشان باید به هم اعتماد کنند.
- **جوابگویی فردی:** هر عضو گروه جوابگوی همه مسائل پروژه یا تکلیف درسی است و نه فقط آن قسمتی که خودش آن را انجام داده یا در آن مشارکت داشته است. در چنین صورتی دانشجویانی که فعالیتی نداشته‌اند و نمی‌دانند گروه چه کاری کرده است، نمره کار را دریافت نخواهند کرد.
- **تماس رو در رو:** در یک پروژه مشارکتی بیشتر یادگیری زمانی به‌دست می‌آید که اعضای گروه با هم ملاقات می‌کنند، مسائل را به بحث می‌گذارند و در نهایت، به توافقی در باره

راه حل مسئله می‌رسند. در مواردی که کارها بین افراد تقسیم و حاصل کار هر نفر بدون بحث و هماهنگی در کنار هم قرار داده می‌شود، کار گروهی مؤثری صورت نگرفته است.

- **توسعه مهارت‌های گروهی:** دانشجویان با مهارت‌های لازم برای کار مؤثر در یک گروه [مثل مدیریت پروژه، مدیریت زمان، ارتباطات، رهبری و مدیریت بحران] به دانشگاه وارد نشده‌اند. از این رو، آموزشگر باید تمهیداتی را در نظر بگیرد تا دانشجویان این‌گونه مهارت‌ها را در طی انجام دادن کار در گروه در خود توسعه بدهند.
- **ارزیابی درونی عملکرد گروه:** در فواصل معینی گروه باید نشان بدهد که در چه مواردی خوب عمل کرده است و در چه مواردی نیاز به کار بیشتر برای بهبود عملکرد خود دارد.

به‌کارگیری مؤثر یادگیری مشارکتی کار ساده‌ای نیست و به این نیاز دارد که: الف) بدانیم چگونه گروه را تشکیل بدهیم و آن را برای مسائل ناخواسته‌ای که معمولاً در گروه‌ها پیش می‌آید، آماده بکنیم؛ ب) چه زمانی به‌گروه اجازه بدهیم از هم جدا شوند و گروه جدیدی را تشکیل بدهند؛ پ) تکالیف درسی را چگونه سامان بدهیم که از دستیابی به دو مقوله وابستگی مثبت و جوابگویی فردی (بندهای ۱ و ۲ شرایط یاد شده) اطمینان حاصل کنیم؛ ت) چگونه با مقاومتها و گاه خصومت‌های برخی از دانشجویان در باره آموزشی که آنها را مجبور به انجام دادن کار گروهی می‌کند، مقابله کنیم و آن را کاهش بدهیم.

۳.۴. یادگیری مسئله محور

نگرش سنتی به آموزش مهندسی از کل به جزء یا قیاسی^۱ و به طور معمول از کل (اصول و نظریه‌ها) به سمت جزء (کاربردها) است. در بیشتر درسها آموزشگر در باره نظریه‌ها، اصول، روشها و الگوریتم‌های ریاضی صحبت می‌کند و تکالیفی می‌دهد که در آنها دانشجویان الگوریتمها و روشها را تمرین می‌کنند و بعدها (گاه خیلی بعد) به کاربرد آنها می‌رسند. ساختار برنامه‌های آموزش کارشناسی مهندسی نیز کم و بیش بر همین منوال است و در آن دانشجویان در سال اول علوم پایه و ریاضی می‌آموزند و دو سال بعد به‌طور عمده به علوم مهندسی اختصاص یافته است. در سال چهارم نیز درس‌هایی آموزش داده می‌شود که در آن دانشجویان برخی از مبانی را که در سه سال گذشته فرا گرفته‌اند، برای طراحی یک فرایند یا محصول به‌کار می‌گیرند [۲، ۱۱ و ۱۲].

مهم‌ترین مشکل نگرش قیاسی این است که مشابه آن چیزی نیست که بشر معمولاً برای کسب دانش و مهارت به کار می‌بندد. در زندگی روزمره فرد ابتدا با مسئله‌ای که نیاز دارد یا مایل است آن را حل کند، رو به رو می‌شود. سپس، برای رسیدن به هدف با استفاده از آنچه اکنون می‌داند و می‌تواند، کوشش می‌کند. در صورت عدم موفقیت نوع و حجم دانش و مهارت اضافی مورد نیاز را تعیین می‌کند. بدین منظور، اطلاعات مورد نیاز را از کتابها، کلاس درس و مشاهده چگونگی روشی که دیگران مسائل مشابه را حل کرده‌اند، فرا می‌گیرد و آنها را به مجموعه دانسته‌های خود می‌افزاید و در پایان، با تمرین مکرر مهارت‌های مورد نیاز و مشاهده و تأمل در دستاوردهای هر کوشش به هدف خود می‌رسد. به زبان دیگر، بشر مطالب تازه را زمانی به نحو مؤثری فرا می‌گیرد که با نیاز مشخصی برای دانستن آن به منظور حل یک مسئله یا رفع یک مشکل رو به رو می‌شود. حال اگر مجموعه‌ای از مطالب جدید به دانشجویان عرضه و به آنها گفته شود که پس از یک ماه یا دو، سه یا چهار سال به آنها نشان داده خواهد شد که چرا نیاز به دانستن آنها دارند، این امکان وجود دارد که آن مطالب را در خوشبینانه‌ترین حالت به صورتی سطحی فرا بگیرند.

یک نگرش متفاوت و مؤثرتر آموزش، حرکت از جزء به کل یا استقرایی^۱ است. در این روش ابتدا سؤال یا مسئله‌ای برای دانشجویان طرح می‌شود، قبل از آنکه همه آن چیزی را که برای حل کردن آن لازم دارند، آموزش داده شده باشد. سپس، مطالب درسی مورد لزوم، پس از آنکه دانشجو فهمید چرا نیاز به دانستن آنها دارد، آموزش داده می‌شود. انواع مختلفی از این روش با نامهای گوناگون و تأکیدات متفاوت وجود دارد و از آن جمله است یادگیری سؤال‌محور یا مشکل‌گشایی، یادگیری پژوهش‌محور و مانند آن. استفاده از این روشها، در مقایسه با روش مستقیم ارائه قیاسی مطالب، به طور معمول برای آموزشگران سخت‌تر است و ممکن است در ابتدا باعث سردرگمی دانشجویانی بشود که با این روش آشنایی ندارند. با این حال، چون استقرا همان روشی است که ما به‌طور عملی مطالب را توسط آن فرا می‌گیریم، دانشجویانی که به این نحو آموزش داده شوند، به سطح بالاتری از آگاهی و مهارت خواهند رسید.

در یادگیری مسئله‌محور^۲ یا مشکل‌گشایی عادی تعدادی سؤال، که پاسخ دادن به آنها به دانش و مهارتی نیاز دارد که در درس آموزش داده خواهد شد، به دانشجویان داده می‌شود و سپس، از آنان خواسته می‌شود تا مراحل زیر را به صورت گروهی بپیمایند [۲ و ۱۲]:

-
1. Inductive
 2. Problem-Based Learning

- تعریف مسئله؛
- ساختن فرضیه برای آغاز فرایند حل مسئله؛
- تعیین آنچه می‌دانیم، آنچه باید تعیین شود و آنچه باید انجام شود؛
- تولید راه‌حلهای محتمل و انتخاب بهترین آنها؛
- تکمیل بهترین راه حل، آزمودن آن و قبول یا رد آن و بازگشت به مرحله قبل؛
- تأمل در مطالب آموخته شده.

در اینجا آموزشگر به صورت یک مشاور عمل می‌کند و فقط در زمانهایی که عرضه مطالب جدید در ارتباط با مسئله طرح شده ضروری می‌شود، به سخنرانی می‌پردازد.

۴.۴. یادگیری پروژه محور

یک نگرش آموزشی دیگر یادگیری پروژه محور^۱ است که در آن بیشتر یادگیری درس در متن یک پروژه صورت می‌گیرد. در این روش سخنرانی نقش فرعی دارد یا اصلاً صورت نمی‌گیرد. دروس طراحی به طور معمول در دروس پروژه محور تدریس می‌شوند. به همین ترتیب است فعالیتهای آزمایشگاهی مهندسی که در آن هر آزمایش را می‌توان یک پروژه در نظر گرفت. برخی از گروههای آموزش مهندسی دنیا تعدادی از دروس سنتی همراه با سخنرانی خود را نیز به دروس پروژه محور تبدیل کرده‌اند. در حالتی که یادگیری پروژه محور یا یکی دیگر از اشکال یادگیری مشکل‌گشایی به کار گرفته می‌شود، اگر به طور همزمان کارگروهی دانشجویان هم وجود دارد، باید تمام روشهای یادگیری مشارکتی را نیز به کار گرفت تا کارایی این روشها بیشینه شود [۱۲ و ۱۳].

۵. بحث و نتیجه گیری

سبک یادگیری اغلب دانشجویان و سبک تدریس اغلب استادان مهندسی از وجوه مختلفی با هم ناسازگارند. سبک یادگیری رایج در دانشجویان مهندسی حسی، دیداری، کنشی و در مورد برخی از دانشجویان خلاق یکپارچه است. این در حالی است که اغلب آموزشهای مهندسی به صورت درکی/شفاهی غیرفعال و ترتیبی ارائه می‌شوند. عدم تطابق سبک یادگیری و تدریس به عملکرد ضعیف دانشجویان و در نتیجه، کاهش علاقه آنها به حرفه مهندسی منجر می‌شود. برای کاهش این ناهمگونی در ادامه روشهایی برای پوشش انواع بیشتری از سبکهای یادگیری و اقلان نیازهای آموزشی گروه گسترده‌تری از دانشجویان ارائه شده است:

- **تحریک یادگیری:** تا آنجا که امکان دارد ارتباط مطالبی که ارائه می‌شود با آنچه پیشتر آمده است، آنچه در ادامه درس خواهد آمد، دروس آینده و به‌خصوص با تجربه‌های شخصی دانشجویان مشخص شود [یکپارچه].
- **حفظ تعادل:** توازن بین اطلاعات مشخص (حقایق، داده‌ها، آزمایش‌های حقیقی یا فرضی و نتایج آنها) [حسی] و مفاهیم مجرد (اصول، نظریه‌ها و مدل‌های ریاضی) [درکی] حفظ شود.
- **حفظ تعادل:** توازن بین مطالبی که بر روش‌های مسئله محور تأکید دارد [حسی و کنشی] با مطالبی که بر فهم بنیادی تأکید دارند [درکی و فکری] حفظ شود.
- **شفاف سازی:** تصویری واضح از الگوهای درکی (استنتاج منطقی، شناخت الگو، عمومیت دادن) و الگوهای حسی (مشاهده دنیای خارج، آزمایش‌های تجربی و توجه به جزئیات) و ترغیب دانشجویان به تجربه هر دو الگو [حسی و درکی] ارائه شود. انتظار نداشته باشید که هر یک از گروه‌ها فرایندهای گروه دیگر را به سرعت انجام دهند.
- **روش علمی:** برای ارائه مطالب نظری از روش علمی پیروی شود. مثال‌های مشخصی از پدیده‌هایی که نظریه توصیف یا پیش بینی می‌کند، ارائه [حسی و درکی] و سپس، نظریه بسط داده شود [درکی و ترتیبی] و نشان داده شود که چگونه نظریه ارزیابی شده و نتایج آن را استنباط [ترتیبی] و کاربردهای آن ارائه می‌شود [حسی و ترتیبی].
- **ارائه دیداری:** از تصاویر، اشکال، نمودارها، چارتهای و طرح‌های ساده در قبل، همزمان و بعد از ارائه شفاهی مطالب استفاده شود [درکی و دیداری]. فیلم نمایش داده [حسی و دیداری] و در صورت امکان کار عملی انجام شود [حسی / کنشی].
- **استفاد از کامپیوتر:** در آموزش از کامپیوتر استفاده شود. گروه حسی‌ها به آن پاسخ خوبی می‌دهند [حسی و کنشی].
- **فرصت تفکر:** تمام اوقات کلاس با سخنرانی و نوشتن روی تخته پر نشود. فواصل کوتاهی برای اینکه دانشجویان به آنچه به آنها گفته شده است فکر کنند، در نظر گرفته شود [فکری].
- **فرصت فعالیت:** فرصت فعالیتهای کنشی، علاوه بر یادداشت برداری، برای دانشجویان ایجاد شود [حسی، کنشی و ترتیبی]؛ فعالیتهای بارش ذهن گروه‌های کوچک، که بیش از ۵ دقیقه وقت نمی‌گیرد، در این زمینه مؤثرند [کنشی].

- **تکلیف و تمرین:** تکالیفی برای تمرین روشهای اساسی تدریس شده تعیین شود [حسی، کنشی و ترتیبی]، ولی در این امر زیاده روی صورت نگیرد. همچنین، مسائل و تمریناتی که نیاز به تحلیل و ترکیب (آنالیز و سنتز) دارند، ارائه شود [درکی، فکری و یکپارچه].
- **کارگروهی:** تا آنجا که ممکن است امکان همکاری در تکالیف منزل برای دانشجویان فراهم شود [کنشی]. یادگیران کنشی زمانی که با دیگران تعامل دارند، بهتر فرا می‌گیرند و اگر این امکان از آنها گرفته شود، از مهم‌ترین ابزار یادگیری خود محروم می‌شوند.
- **تشویق:** راه حل‌های خلاقانه، حتی آنها که صحیح نیستند، تشویق شوند [درکی و یکپارچه].
- **سبک یادگیری:** با دانشجویان در باره سبک‌های یادگیری صحبت و به آنها اطمینان داده شود که مشکلات درسی آنها الزاماً به کمبودهای شخصیتی آنها مربوط نمی‌شود. به یادگیران حسی، کنشی یا یکپارچه توضیح داد شود که چگونه با دانستن نحوه یادگیری مؤثر خود می‌توانند شانس موفقیت تحصیلی خود را بالا ببرند [همه انواع].

به کارگیری روشهای نوین دانشجو محور، همچون یادگیری فعال و مشارکتی، دانشجویان را به‌نحوی گسترده‌تر و عمیق‌تر درگیر مطالب درسی خواهد کرد و دستیابی به هدف عمده آموزش را که یادگیری بیشتر و ماندگار است، امکان‌پذیرتر خواهد کرد. روشهایی که در این مقاله ارائه شد، درآمدی بود کوتاه بر آنچه آموزشگران مهندسی باید بدانند و به‌کار بندند تا آموزش مؤثرتری داشته باشند. باید به خاطر داشت که یادگیری نحوه مناسب آموزش فرایندی است که دستیابی به آن به زمان نیاز دارد و چیزی نیست که در سال اول کار آموزشی خود به آن برسیم. برای مثال، اگر تصمیم بگیریم که برای نیمسال بعد برای درس خود هدفهای آموزشی در نظر بگیریم و آموزشهایی چون یادگیری فعال، مشارکتی و مسئله محور را در آن بگنجانیم، مطمئناً از نتایجی که به‌دست خواهیم آورد راضی نخواهیم بود، زیرا زمان زیادی را باید صرف آن بکنیم، تحت تنش زیادی خواهیم بود و دانشجویان نیز ممکن است به مقابله برخیزند.

شاید مناسب‌تر این باشد که کار را به‌طور محدود و ابتدا با یک یا دو روش آغاز کنیم [برای مثال گنجاندن کمی یادگیری فعال و کارگروهی در برنامه] و به‌کارگرفتن آنها تا جایی که به اصطلاح جا بیفتد. در مراحل بعد می‌توانیم کاربرد آنها را گام به گام افزایش بدهیم و در صورت موفقیت، روشهای دیگر را نیز در نیمسالهای بعد اضافه کنیم، البته، با این پیش‌شرط که هرگز از مرز توانایی خود و کلاس فراتر نرویم. اگر چنین کنیم، در آموزش ما بهبود سریع اولیه صورت می‌گیرد و بعد از آن نیز همواره رو به بهبود خواهد بود و این چیزی است که همه آموزشگران مهندسی همواره به دنبال آن هستند.

مراجع

1. Felder, R. M. and Silverman, L. K., Learning and Teaching Styles in Engineering Education, **Engineering Education**, Vol. 78, No.7, pp. 674-681, 1988.
2. Felder, R. M. and Brent, B., ABC's of Engineering Education: ABET, Bloom's Taxonomy, Cooperative Learning and so on. Proceedings of 2004 American Society of Engineering Education Annual Conference and Exhibition, Session 1375, 12pp., 2004.
3. Felder, R. M. and Spurlin J., E., "Applications, Reliability, and Validity of the Index of Learning Styles, Intl", **Journal of Engineering Education**, Vol. 21, No.1, pp. 103-112, 2005.
4. Felder, R. M. and Brent, R., "Understanding Student Differences", **Journal of Engineering Education**, Vol. 94, No.1, pp. 57-72, 2005.
5. Felder, R. M. and Brent, R., "Active Learning: An Introduction", **ASQ Higher Education Brief**, Vol. 2, No. 4, 2009.
6. Felder, R. M. and Brent, R., "Learning by Doing. Chem", **Journal of Engineering Education**, Vol. 37, No. 4, pp. 282-283, 2003.
7. Prince, M., "Does Active Learning Work? A Review of the Research", **Journal of Engineering Education**, Vol. 93, No. 3, pp. 223-231, 2004.
8. Dale, Edgar, **Audio-visual Methods in Teaching, Revised Edition**, New York: The Dryden Press, 534 p., 1954.
9. Molenda, M., Cone of Experience, Accessed in September 2010, Available at: http://www.indiana.edu/~molpage/Cone%20of%20Experience_text.pdf, 2010.
10. Felder, R. M. and Brent, R., **Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs**, **ERIC Document Reproduction Service**, ED 377038, 1994
11. Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R. and Elhadj, I., "Turning Student Groups into Effective Teams", **J. Student Centered Learning**, Vol. 2, No.1, pp. 9-34, 2004.
12. Felder, R. M. and Brent, R., "Effective Strategies for Cooperative Learning", **J. Cooperation & Collaboration in College Teaching**, Vol. 10, No. 2, pp. 69-75, 2001.
13. Prince, M. J. and Felder, R. M., "Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases". **Journal of Engineering Education**, Vol. 95, No. 2, pp.123-138, 2006