

نقش کمرنگ تفکر خلاق در آموزش مهندسی ایران

دکتر حسین معاریان

استاد مهندسی زمین دانشکده فنی دانشگاه تهران

memarian@ut.ac.ir

چکیده

تعاریف مختلفی برای خلاقیت ارائه شده است ولی نظر غالب خلاقیت را تولید چیزی می‌داند که هم بدیع و هم با ارزش باشد و این در واقع همان هدف اصلی مهندسان در طراحی یا همان اوج فعالیت‌های مهندسی است. پژوهش‌ها نشان داده است که خلاقیت به‌مواردی چون سن، معلومات و هوش فرد بستگی زیادی نداشته و همه می‌توانند خلاق باشند به شرط آنکه شرایط موجود بوده و به این امر باور داشته باشند. بدیهی است که در مسیر یک فرایند خلاق موانعی نیز ممکن است وجود داشته باشد. بررسیها نشان می‌دهد که در آموزش مهندسی ایران تاکید بیشتر بر تفکر نقاد بوده و توسعه تفکر خلاق در دانشجویان از اهمیت کمتری برخوردار است. در این مقاله ضمن مرور برداشت‌های مختلفی که از خلاقیت فردی و گروهی وجود دارد، پیشنهاداتی برای توجه بیشتر به تفکر خلاق در آموزش مهندسی ایران، ارائه شده است.

کلید واژه ها: خلاقیت، آموزش مهندسی، طراحی مهندسی، تفکر خلاق، تفکر نقاد.

۱. مقدمه

طراحی اوج فعالیت‌های مهندسی و خلاقیت رکن اصلی طراحی است. طراحی مهندسی، کاربرد خلاقانه دانش فنی، برای دستیابی به اهداف ارزشمند، است. طراحی مهندسی نیز به‌اندازه طراحی هنری خلاقانه است، با این تفاوت که طراحی مهندسی نیاز به آگاهی از علوم، ریاضیات، و فناوری داشته و علاوه بر آن در راستای تامین رفاه بیشتر برای نوع بشر است. طراحی مهندسی، منبع ایده‌ها، طرح‌ها، و محصولات است که از صنایع ساخت و تولید سالم حمایت می‌کنند.

امروزه پژوهش‌های مربوط به **خلاقیت**^۱ و نقش آن در پیشبرد جوامع ابعادی وسیع و جهانی یافته است. به‌عنوان مثال "خلاقیت در آموزش عالی" پروژه‌ای است که طی سالهای ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ میلادی، توسط انجمن دانشگاه‌های اروپا، انجام شده است. به‌این منظور ۳۲ مرکز آموزش عالی اروپایی، از ۲۱ کشور این قاره، گرد هم آمدند و دیدگاه‌ها، یافته‌ها و پیشنهادات حاصل از بررسی‌های خود را به‌جامعه اروپا عرضه کردند حاصل بررسی‌های این پروژه، ارائه پیشنهادات اجرایی به‌مراکز آموزش عالی، سازمان‌های ارزشیابی، دولت‌ها و دیگر طرف‌های ذینفع، در زمینه ارتقاء سطح خلاقیت در آموزش عالی اروپا بوده است [۱].

در یافته‌های این پروژه به‌ضرورت توجه بیشتر به‌خلاقیت، به‌عنوان پیش‌نیازی برای رسیدن به **جامعه دانش محور**، اشاره شده است. به‌نظر تهیه‌کنندگان این گزارش، امروزه جوامع با تغییرات پیچیده و سریعی که تمام وجوه زندگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد روبرو هستند. در این شرایط، خلاقیت از یک سو عاملی کلیدی برای توجه مناسب به‌چالش‌هایی است که توسط این تغییرات ایجاد می‌شود و سویی نیروی محرکی برای خلق دانش و پیشرفت اقتصادی-اجتماعی، از طریق توسعه یک جامعه دانش محور است. با وجود توجه زیادی که در سال‌های اخیر به‌وجوه مختلف خلاقیت صورت گرفته، توجه نسبتاً کمتری به‌روش‌های توسعه خلاقیت و نوآوری در محیط‌های دانشگاهی، صورت‌گرفته است. و این امری است که توجه به‌آن نقشی مهم در توسعه جامعه دانش محور دارد. برای حرکت به‌سوی جامعه و اقتصاد دانش محور، دانشگاه‌ها، به‌عنوان مراکز خلق دانش، به‌همراه دولت و دیگر مراکز ذیربط باید توجه بیشتر به خلاقیت بنمایند. این پروژه در پایان به این نتیجه رسیده است که اگر اروپا نتواند خلاقیت را در آموزش عالی خود تقویت بنماید دستیابی این قاره به جامعه دانش محور به زیر سوال خواهد رفت [۱].

خلاقیت ابعاد متفاوتی داشته و تعریف آن با توجه به‌چارچوب و قالب بررسی متفاوت است. به‌عنوان مثال باید بین خلاقیت به‌عنوان یک فرایند ذهنی و خلاقیت به‌معنی دستاورد آن فرایند، تفاوت قائل شد. این دو وجه خلاقیت از این نظر با هم تفاوت دارند که ایده‌ها یا اعمال خلاقانه همواره به نتایج خلاقانه منجر نمی‌شوند. از سوی دیگر، دستاوردهای خلاقانه نیز الزاماً متکی بر فرایندی خلاقانه نیستند. با این وجود این دو بعد از خلاقیت باید به‌صورت همراه با هم مورد توجه قرارگیرند. علاوه بر آن باید ابعاد زیر از خلاقیت را نیز از هم تفکیک کرد [۱].

- **خلاقیت فردی:** به‌خلاقیت افراد، مثلاً دانشجویان یا اساتید، می‌پردازد
- **خلاقیت گروهی:** که مربوط به‌خلاقیت یک جمع بوده و به‌برقراری ارتباط موفق، درک متقابل و همکاری پرثمر توجه دارد
- **خلاقیت سازمانی:** شرایطی را که منجر به ارتقاء سازمانهای خلاق می‌شود توجه دارد.

برای تعیین علایم بروز خلاقیت در یک فرد، گروه و یا یک سازمان باید به‌سوالاتی چند پاسخ داده شود: چه زمانی متوجه می‌شویم که یک فرایند خلاق صورت گرفته است؟ چگونه یک دستاورد خلاق را شناسایی می‌کنیم؟ چه فعالیت‌هایی در یک موسسه، محیط

¹ creativity

پس می‌توان گفت که خلاقیت به تولید چیزی اطلاق می‌شود که هم اصیل و هم ارزشمند باشد [۶].

برای خلاق بودن فرد نیاز دارد که به مسایل به‌گونه‌ای تازه و یا با زاویه‌ای متفاوت بنگرد. علاوه بر آن لازم است تا توانایی تولید امکانات و گزینه‌های تازه را داشته باشد. در همین رابطه، *ادوارد دو بونو* مبدع مفهوم تفکر متفاوت یا تفکر جانبی^۲ بر این باور است که خلاقیت مستلزم برهم زدن طرح‌های تثبیت شده برای نگاه کردن به چیزها از زاویه‌ای دیگر است. به‌نظر وی تفکر خلاق زمانی تولید می‌شود که شخص پیش‌فرض‌ها را کنار گذاشته و دیدگاهی جدیدی را جستجو کند که دیگران به آن نپرداخته‌اند.

استیو جابز، مدیر موفق و درگذشته شرکت اپل خلاقیت را به‌طور ساده توانایی ارتباط دادن بین چیزهای مختلف می‌داند. وی معتقد است که وقتی از افراد خلاق پرسیده می‌شود که چگونه کاری را انجام داده‌اند تا حدی احساس شرمساری می‌کنند؛ چون واقعا آنرا انجام نداده‌اند بلکه تنها چیزی را مشاهده کرده‌اند. تعریف استیو جابز چنین پیشنهاد می‌کند که باید با دقت بیشتری به اطرافمان نگاه کنیم و در مورد تکمیل و بهتر شدن وسایل و سازوکارهایی که در اینجا و آنجا می‌بینیم، بیاندیشیم و ایده‌های جدیدی ارائه دهیم. باید توجه داشت که اولین ایده‌ای که فردی طرح می‌کند همواره راهگشا نیست. *توماس ادیسون* در جایی گفته است که برای رسیدن به یک ایده بزرگ باید تعداد زیادی ایده را تولید کرد. در همین راستا ادوارد دو بونو هم بر این باور است که بهتر آنست که تعداد زیادی ایده داشته باشیم که برخی از آنها نادرست باشد تا آنکه بدون داشتن هیچ ایده‌ای مصون از شماتت احتمالی اطرافیان باشیم.

امروزه خلاقیت هسته فعالیت‌های یک بخش رو به رشد از اقتصاد جهانی را که صنعت خلاق نام گرفته، تشکیل می‌دهد. اعضای صنعت خلاق، یعنی مهندسان خلاق، باید بتوانند داده‌ها و اطلاعات موجود را مورد بررسی موشکافانه قرار داده و راه‌حل‌های بدیعی را برای مسایل پیش‌رو، یا تولید محصولات جدید، پیشنهاد کنند. حرفه مهندسی نیاز به این دارد که شاغلین آن مسایل را به‌طور فردی یا گروهی شناسایی، ارزیابی و حل نمایند. مهندسان باید بتوانند تفکر خلاقانه را در روش‌های حل مسئله خود نشان دهند. خلاصه اینکه مهندسان، امروزه بیش از هر زمان دیگری، نیاز به تفکر [۷].

ویژگی‌های افراد خلاق

هر کسی به‌طور ذاتی دارای درجه‌ای از خلاقیت است، گرچه این توانایی در برخی افراد بیشتر است [۸]. چه خصوصیت کلیدی موجب می‌شود که فردی خلاق باشد؟ رابطه خلاقیت با معلومات، سن، تجربه و هوش چیست؟ واضح است که یک فرد خلاق به دانش کافی برای درک ایده‌ها و مرتبط کردن آنها با یکدیگر، احتیاج دارد. این درحالی است که بسیاری از افراد خلاق، دارای سواد کم و بی‌بهره از دانش کافی بوده‌اند. پس داشتن اطلاعات نیز خصوصیت کلیدی نیست.

مناسبی برای فرایندهای خلاقانه ایجاد می‌کند؟ فرضیاتی که در مورد خلاقیت ارایه شده، به ویژه بررسی این مسئله که چرا برخی از افراد خلاق‌تر از دیگران هستند، بر وجوه مختلفی تاکید دارد که از این میان چهار عامل اصلی‌تر شناخته شده است.

- **فرایند خلاق:** سعی بر توصیف سازوکارها و روش‌های تفکر خلاق دارد. تئوریهای اصلی فرایند خلاق بر تفکر و اگر تاکید دارند یا مراحل خلاقیت را توصیف می‌کنند.
- **محصول خلاقیت:** بیشتر بر روش‌های اندازه‌گیری خلاقیت متمرکز است.
- **فرد خلاق:** طبیعت فرد خلاق، عاداتهای فکری مثل باز بودن، سطح افکار، تجربه، رفتار کاشگرانه و مانند آن را در نظر می‌گیرد.
- **موقعیت خلاق:** بر شرایطی که خلاقیت در آن شکوفا می‌شود، مثل میزان دسترسی به منابع، شیوه زندگی و انعطاف‌پذیری تمرکز دارد.

فعالیت‌های خلاقانه بشر همه در یک سطح نبوده و از ارزش مساوی برخوردار نیستند. کوشش‌های چندی برای طبقه‌بندی اهمیت خلاقیت‌ها صورت گرفته است. در یک بررسی، مدلی چهار سطحی (خرد، کوچک، متوسط و بزرگ) برای خلاقیت ارایه شده است، که در آن خلاقیت خرد دارای کمترین و خلاقیت بزرگ یا کلان دارای بیشترین ارزش یا اهمیت است [۲]. در این مقاله به دنبال معرفی انواع تفکر و ارایه تعریفی برای خلاقیت و ویژگی‌های افراد خلاق، موانع بروز خلاقیت و روش‌هایی برای توسعه تفکر خلاق در دانشجویان مهندسی عرضه شده است.

۲. خلاقیت چیست؟

همانند دیگر پدیده‌ها در علم یک دیدگاه یا تعریف یگانه از خلاقیت وجود ندارد گروهی خلاقیت را به‌کارگیری توانایی‌های ذهنی برای ایجاد یا تبلور یک فکر یا مفهوم جدید می‌دانند. گروهی دیگر خلاقیت را ترکیب ایده‌ها یا ایجاد پیوستگی بین ایده‌ها می‌دانند. فرهنگ لغات وبستر خلاقیت را توانایی تولید چیزی نو؛ مثل یک راه حل تازه برای یک مسئله، یک روش یا وسیله تازه یا یک شکل یا ساختار هنرمندانه؛ با بهره جستن از قدرت تخیل، تعریف کرده است [۳].

بیشتر مردم خلاقیت را به‌رشته‌های مختلف هنر و ادبیات مربوط می‌دانند. در این رشته‌ها اصالت و بدیع بودن شرط کافی برای خلاقیت در نظر گرفته می‌شود و این برخلاف رشته‌هایی مثل مهندسی است که علاوه بر اصالت، مناسب بودن نیز به عنوان شرط لازم خلاقیت در نظر گرفته می‌شود [۴]. همه کسانی که در محدوده علوم و مهندسی خلاقیت را بررسی کرده‌اند بر این باورند که برای اینکه چیزی خلاقانه باشد تنها کافی نیست که بدیع باشد؛ بلکه باید ارزش هم داشته باشد یا اینکه متناسب با نیازها و شرایط باشد [۵].

² Edward de Bono, lateral thinking

خلاقیت و تفکر واگرا

یکی از مولفه های مهم خلاقیت **تفکر واگرا**^۳ است. تفکر واگرا واقع رویش تولید ایده های بیشتر و باز هم بیشتر از یک مسئله یا ایده اولیه است. تفکر واگرا منجر به تولید راه حل ها یا پاسخ های محتمل یا عرضه ایده ها متعدد برای یک مسئله یا سوال، با توجه به اطلاعات موجود می شود. تفکر واگرا با چهار ویژگی شناخته می شود [۱۳]:

- **روان بودن**، یا توانایی تولید پاسخ ها و ایده های متعدد. موفقیت در این قسمت مستلزم کسب مهارت در تکنیک توفان ذهن و تاکید بر افزایش تعداد پاسخ هاست
- **انعطاف پذیری**، یا توانایی تغییر در دیدگاه. فرد منعطف قادر است ایده های متفاوتی را از دیدگاهی تازه تولید نماید.
- **اصالت**، یا توانایی تولید پاسخ های غیر معمول یا بدیع. برای موفقیت در این قسمت فرد باید تخیل جسورانه داشته و ریسک شناسایی و توجیه نوآوری را بپذیرد.
- **پیچیدگی**، یا توانایی تدوین جزئیات یک ایده. مشخص کردن اجزاء یک ایده بدیع و در نهایت تبدیل آن به یک محصول خلاقانه، نیاز به دانش کافی در زمینه علوم و مهندسی دارد.

در تفکر واگرا کارگروهی تشویق می شود. چون به این ترتیب تجربیات متنوع گرد هم می آیند. تفکر واگرا به یک فرد یا گروه اجازه می دهد که در زمانی اندک بیشترین ایده های تازه و جدید را تولید نماید. در طی این فرایند، تمامی قضاوت ها معلق می شود و فرد تشویق می شود تا هر چه بیشتر ایده تولید کند. در این روش تفکر، کیفیت ایده ها مهم نیست و حتی می توان بر اساس ایده هایی که دیگران تولید کرده اند، ایده های دیگری ایجاد کرد. تفکر واگرا به دنبال آن است که مرزهای تصور را بشکند. همچنین از ایده های نامتعارف، عجیب و متهورانه استقبال می کند. در فرایند تفکر واگرا، تمام ایده ها ثبت می شود و هیچ ایده ای به عنوان ایده نامناسب، حذف نمی شود. هدف تفکر واگرا، به دست آوردن حداکثر ایده ها و درهم شکستن چارچوب های ذهنی است.

حاصل تفکر واگرا تنوع و کثرت ایده ها و اطلاعات تولید شده و حاصل تفکر همگرا یکتایی ایده و اطلاعات تولید شده می باشد. به زبانی، تفکر واگرا تمام احتمالات گوناگون را متصور می شود، در صورتی که تفکر همگرا، نتایج تفکر واگرا را ارزیابی و انتخاب می کند. هیچکدام از این دو نوع تفکر بر دیگری برتری ندارد و هر دو آنها برای رسیدن به موفقیت نهایی، ضروری هستند. و هر دو شکل تفکر نقش مهم و حیاتی در حل خلاقانه مسایل ایفا می کنند. از سویی، اگر این دو شکل در یک زمان اتفاق افتد و یا اینکه در زمان

تجربه و سن هم می تواند مهم باشد، چون افراد با تجربه و مسن تر با مشکلات بیشتری مواجه شده و آنها را حل کرده اند. ولی همه ما با افراد با تجربه و مسنی روبه رو شده ایم که بسیار ساکن بوده و از خلاقیت و نوآوری بی بهره بوده اند. همین بحث در مورد خصوصیات فردی نیز صادق است. افرادی که ذهن خود را به درستی ساماندهی کرده اند، بازدهی بیشتری دارند، ولی به طور حتم خلاق نیستند. بسیاری از دوستان بسیار خلاق ما زندگی نامرتبی دارند ولی این نابسامانی بی شک خصوصیت کلیدی خلاقیت محسوب نمی شود [۸]. مطالعات نشان داده است که هوش نیز همبستگی کمی با خلاقیت دارد، از اینرو یک فرد به شدت با هوش ممکن است خیلی خلاق نباشد [۳، ۹، ۱۰].

تحقیقی که در یک شرکت نفتی و توسط روانشناسان خبره انجام شده است، این نتیجه ساده را در برداشته که "افراد خلاق باور داشته اند که خلاق هستند!" و برعکس، افرادی که از خلاقیت کمتری بهره مند هستند، به هیچ وجه باور ندارند که خلاق هستند [۱۱]. به عبارت دیگر افرادی که باور دارند خلاق هستند، به طور ناخودآگاه ایده های خلاقانه خود را ترغیب می کنند و در مقابل، افرادی که خلاقیت خود را باور ندارند، ایده های خلاقانه خود را سرکوب می نمایند. کلید خلاقیت در واقع علاقه مندی به آن است. از اینروست که یک دانشجو یا دانش آموخته مهندسی دانش و توانایی لازم را برای اینکه خلاق باشد، در اختیار دارد. عامل مهم دیگر، که تجربه است را نیز می تواند در طول زمان به خواهد آورد. مهم ترین مسئله این است که بخواهیم خلاق باشیم. و اگر می خواهیم که خلاق باشیم و فکر می کنیم که هستیم، پس بی شک فرد خلاق هستیم.

۳. خلاقیت و تفکر

تفکر، عملی ذهنی است و زمانی مطرح می گردد که انسان با مسئله ای مواجه است و خواستار حل آن است. در این هنگام در ذهن، تلاشی برای حل مسئله آغاز می گردد که این تلاش ذهنی را **تفکر** می نامند. فعالیت برای حل مسئله، از مراحل تشکیل شده است که از تعریف مسئله به طور شفاف، روشن و ملموس، آغاز می گردد؛ و با پیدا کردن راه حل هایی برای حل مسئله ادامه می یابد و با به کارگیری عملی بهترین راه حل و یافتن جواب نهایی به پایان می رسد.

انواع مهارت های فکری بشر به صورت های مختلف تعریف شده است. از این میان دو نوع تفکر نقاد و تفکر خلاق امروزه بیش از همه مورد بحث قرار گرفته اند. به اعتقاد گیلفورد روانشناس معروف آمریکایی، افراد به دو شیوه همگرا و واگرا تفکر می کنند. تفکر نقاد نوعی تفکر همگرا و تفکر خلاق نیز نوعی تفکر واگراست. در تفکر همگرا نتیجه تفکر از قبل معلوم است، یعنی همیشه یک جواب (درست یا غلط) وجود دارد. ولی در تفکر واگرا جواب قطعی وجود نداشته و به جای آن تعداد زیادی پاسخ وجود دارد که هر کدام از آنها از نظر منطقی ممکن است به گونه ای درست باشند [۱۲].

³ divergent thinking

خودمان از این فعالیت ذهنی بی‌اطلاع باشیم. به‌دفعات دیده شده که فرد یک ایده خلاقانه را بعد از یک دوره کوتاه نهفتگی بروز داده است. **آشکارسازی:** تجربه نشان داده است که بسیاری از راه‌حل‌های چالش‌های مشکل، اغلب بعد از یک توقف و فترت در پردازش فعال توسط مغز، بروز کرده است. در بسیاری موارد، وقتی فرد دوباره به مسئله بازمی‌گردد، راه حل بسیار ساده و واضحی به‌نظرش خواهد رسید. علت این است که در مدتی که در حال استراحت بوده‌است، حتی به مدت یک ساعت یک روز یا یک هفته، ضمیر ناخودآگاه وی تکه‌های مسئله را کنار هم قرار داده و راه حل مسئله روشن شده است. بسیاری از مخترعان بزرگ گفته‌اند که راه حل مسائل به‌طور اتفاقی و هنگامی که به‌طور کامل از آن فارغ بوده‌اند، به فکر آنان رسیده است. برای مثال، گفته می‌شود که نیوتن قانون جاذبه را هنگامی که زیر درختی نشسته بود، بر اثر اصابت سیبی به سرش، کشف کرد. البته در نقل چنین داستان‌هایی، هیچ گاه به‌سال‌های درازی که صرف تمرکز و آمادگی‌های ذهنی برای حل مسئله شده، اشاره نمی‌شود. مرحله آشکار سازی شامل تحلیل، دسته بندی، و ارزیابی تمام ایده‌ها و راه‌حل‌های طرح شده و برنامه‌ریزی برای اقدام موثر است [۱۴]. به‌عنوان مثال، یک دانشجوی مهندسی پس از طرح مسئله، تمام راه‌حل‌های محتمل را با روش‌های برانگیختن تفکر واگرا، گردآوری می‌کند و سپس این راه‌حل‌ها را بر مبنای تجربه و دانشی که دارد تحلیل، دسته بندی و ارزیابی می‌نماید. در مرحله بعد تعدادی از راه‌حل‌های محتمل‌تر انتخاب شده و در نهایت به‌برنامه‌ریزی اقداماتی چون انجام آزمایش‌های لازم می‌پردازد [۱۳]. در اینجاست که فرد می‌تواند برای حل نهایی مسئله، به آزمودن محتمل‌ترین راه حل ممکن بپردازد.

در مواردی ممکن است فرد یا گروه هرگز به مرحله آشکارسازی نرسند. در اینجاست که باید تصمیم گرفته شود که دوباره سعی شود و یا تلاش‌ها متوقف گردد. در چنین حالاتی بهتر است مسئله بازبینی شده و مشخص شود که آیا به‌خوبی توضیح داده شده است یا نه. اگر مسئله به‌نظر ساماندهی صحیحی داشت، دوباره می‌توان فرایند را، با گردآوری اطلاعات بیشتر، از گام اول آغاز کرد. خلاصه اینکه، خلاقیت منحصر به یک الهام ناگهانی نیست، بلکه حاصل فرایندی است که اگر آن را بدانیم و به‌کار بندیم، به نتیجه خواهد رسید.

در پایان مرحله آشکارسازی، یعنی وقتی که نشانه‌ها را دریافتیم، باید کنترل کنیم که آیا واقعی هستند یا خیر و سپس از آنها استفاده کنیم. در چهار مرحله‌ای که برای فرایند خلاق در نظر گرفته شده، روشی برای ارزیابی موثر بودن و کارایی راه‌حل در نظر گرفته شده، منظور نشده است. پیشنهاد می‌شود که به‌عنوان یک مرحله تکمیلی فرایند خلاق، دانشجویان مهندسی، یعنی مهندسان آینده، مسئله موثر بودن نگرش خلاقانه خود برای حل مسئله را نیز مورد توجه قرار دهند [۱۳].

مناسب از هر کدم آنها استفاده نشود، تبدیل به مانعی در اندیشه می‌شوند.

افرادی که به تفکر همگرا عادت کرده‌اند، به سختی می‌توانند به طور واگرا اندیشه کنند. به‌طور کلی افرادی با ویژگی‌هایی چون دید باز و انعطاف پذیر، شجاع در ابراز عقیده و مخالفت با شرایط موجود، و تمایل به قبول ریسک، برای ترغیب تفکر واگرا لازم اند. تجربه نشان داده است که مهندسان خلاق دارای مهارت‌ها لازم در هر دو زمینه تفکر واگرا و تفکر همگرا هستند.

۴. فرایند خلاق

خلاقیت مستلزم فعالیت‌های خلاقانه است. فرایند خلاق، که معمولاً از طرح یک سوال یا مسئله آغاز می‌شود، به صورت‌های مختلفی توصیف شده است. برای این فرایند چهار مرحله را در نظر گرفته اند [۱۳، ۱۴].

مرحله آماده سازی: این مرحله شامل تعریف، تدوین مجدد و باز تعریف مسئله یا سوال است. مشکل واقعی چیست؟ آیا آن را تعریف کرده‌ایم؟ تاریخچه مسئله چیست؟ مسائل مشابه آن چگونه حل شده‌اند؟ آیا به تمامی دانش و مهارت لازم برای حل این مسئله دسترسی داریم؟ حاصل این مرحله فراهم آوردن اطلاعات کاملی در مورد مسئله است. ساماندهی درست یک مسئله اغلب مهم تر از حل آن است، که منحصر می‌تواند یک مهارت ریاضی یا تجربی باشد. طرح سوالات جدید و بازبینی مسایل قدیمی با نگاهی تازه، نیاز به تخیل خلاقانه دارد. نحوه مناسب شکل گیری سوال یا مسئله می‌تواند مغز را به سمت پایانی خلاقانه هدایت کند.

مرحله تولید ایده: دانشجویان مهندسی پس از آنکه مسئله یا سوال را تعریف یا باز تعریف کردند به سمت تولید تعداد هر چه بیشتری راه حل محتمل می‌روند. در این مرحله، با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و آگاهی‌های موجود در مورد مسائل مشابه، سعی می‌شود که راه‌حل‌های مناسبی برای مسئله پیدا شود. اگر نتیجه نداد اطلاعات بیشتری جمع‌آوری شده، به راه‌حل‌های پیشنهادی دیگران توجه گردیده و دوباره امتحان می‌شود خلاصه اینکه سعی در درگیر شدن با مسئله می‌شود، تا راه‌حلی پیدا شود. اگر این کوشش‌ها نتیجه‌ای نداد، آنگاه فهرستی از بهترین راه‌حل‌های تقریبی فراهم می‌شود. این مرحله، که گاه به‌نام عمومی توفان ذهن نیز شناخته می‌شود، به ارایه همه مفاهیم یا ایده‌های مربوط به مسئله منجر می‌شود.

مرحله نهفتگی: عبارت از یک مرحله آرامش کامل دادن به‌ذهن است. اگر با وجود کوششی که به خرج داده شد، کماکان راه حلی پیدا نشد مسئله را کنار گذارده و برای مدتی به‌ذهن خود استراحت می‌دهیم. این عمل می‌تواند با فعالیت‌هایی چون خوابیدن، دوش گرفتن یا پیاده روی حاصل شود. در این فاصله ضمیر ناخودآگاه ما کار به‌روی مسئله را ادامه می‌دهد، این در حالی است که شاید

عوامل موثر در خلاقیت

عوامل چندی را در خلاقیت موثر دانسته اند. سه عاملی که بیشتر بر آنها تاکید می‌شود عبارتند از: مهارت‌های تفکر خلاق یا توانایی تفکر در خارج از الگوهای رایج؛ انگیزه درونی یا نیاز و شور درونی برای خلاق بودن؛ و منابع که شامل دانش، تجربه و دسترسی به اطلاعات مناسب است.

بررسی‌ها نشان داده است که گروه‌ها، بیش از جمع توانایی‌های تک تک اعضای خود، کار انجام می‌دهند. علاوه بر آن، گروه‌ها می‌توانند با به‌کارگیری روش‌های تحریک کننده خلاقیت، چون طوفان ذهن، خلاقیت‌های موثرتری را بروز دهند. در یک گروه یا سازمان نیز انگیزه‌های افراد به دو دسته درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند. انگیزه‌های بیرونی طیفی از تهدید به اخراج تا پاداش دارند. از انگیزه‌های درونی نیز می‌توان احساس رضایت و لذت بردن از کار را نام برد.

۵. موانع خلاقیت

مقاومت‌هایی که در برابر تغییر در یک فرد، گروه، سازمان و یا در جامعه وجود دارد می‌توانند به صورت موانعی در برابر رشد و توسعه خلاقیت، عمل نمایند. در حاشیه ۲ برخی نظرات و پیش بینی‌های سرکوب کننده خلاقیت، که گاه توسط افراد معروف عرضه شده و گذشت زمان ابطال آنها را نشان داده، آمده است. بی‌شک تمامی این موارد تصویری اشتباه هستند. روش‌های بسیار متفاوتی برای حل مسائل وجود دارد و فرآیند خلاق مستلزم وجود ابهام، خیال پردازی و لذت بردن از نتایج به‌دست آمده است. تنها لازم است که نگاه مثبتی به آن داشته باشیم، نباید بترسیم که احمق انگاشته خواهیم شد. هم چنین نباید اسیر قانون‌های نانوشته و دست و پاگیری شویم که مانع از خلاقیت ما می‌شوند.

توسعه خلاقیت توسط دو دسته عوامل درونی یا فردی و شرایط بیرونی یا محیطی تاثیر می‌پذیرد. به‌نظر می‌رسد که عوامل درونی، مثل دانش، مهارت و نگرش فرد؛ تاثیر بیشتری در مقایسه با شرایط بیرونی، مثل پاداش و انگیزه، داشته باشد. دانشجویان مهندسی باید راهنمایی شوند که چگونه موانع توسعه خلاقیت را، که برخی از آنها در ادامه آمده، شناسایی و برطرف نمایند [۱۳، ۱۵].

- **ترس از ناشناخته‌ها:** اجتناب از شرایط نامشخص، دادن وزن بیشتری به ناشناخته‌ها در مقایسه با دانسته‌ها، نیاز به آگاهی از آینده هر کار قبل از اقدام به آن، وجوه مختلف این مانع را تشکیل می‌دهند. برای رفع این مانع دانشجویان باید با روش‌های کارآمد گردآوری اطلاعات برای روشن شدن هر چه بیشتر شرایط، آشنا شوند.

- **ترس از شکست:** پا پس کشیدن در کارها، نپذیرفتن ریسک، و به کمتر قناعت کردن برای اجتناب از شرمسای ناشی از شکست محتمل، مثال‌هایی در این مورد است. با مرور نمونه‌هایی از فعالیت‌ها که به شکست منجر شده و تحلیل اینکه

چه شده که کارها بر وفق مراد پیش نرفته، این مانع تا حد زیادی رنگ خواهد باخت.

- **اکراه در استفاده از توانایی‌ها:** ترس از به‌کاربردن رفتار تهاجمی، که ممکن است دیگران را متاثر نماید. تردید در ثابت قدمی در اعتقادات خود، ترس از درک نشدن توسط دیگران نیز موجب اکراه در به‌کارگیری موثر توانایی‌ها می‌شود. عرضه مثال‌هایی از مخترعانی که با وجود مخالفت‌های اطرافیان بر نظراتشان ایستادند و در نهایت به نتایج خلاقانه با ارزشی رسیدند می‌تواند فرد را تشویق به استفاده از توانایی‌هایش بنماید.

- **ترس از ناامیدی:** در مواجهه با موانع، برای اجتناب از ناراحتی‌های احتمالی، به سرعت میدان را خالی کردن مثالی در این مورد است. آشنایی با زندگی افرادی مثل ادیسون که بعد از هزاران آزمایش ناموفق از پای نمی‌نشستند، می‌تواند اعتماد به نفس را به فرد بازگرداند.

- **کم توجهی به منابع:** توانایی‌های خود را نشناختن و کم دانستن اهمیت منابع و توانایی‌های در دسترس.

- **سنتی بودن:** تاکید بیش از حد به روش‌ها و نگرش‌های مرسوم، اهمیت دادن بیش از حد به گذشته، تمایل به هم‌نوایی با عقاید رایج، تفکر غیر منعطف و عدم توانایی در نگاه به مسئله از دیدگاه‌های مختلف، از دیگر موانع بروز خلاقیت است.

- **ترس از بازیگوشی:** ترس از اینکه آزمودن یک چیز غیرعادی به‌نظر دیگران احمقانه برسد.

- **سرکوب احساسات:** جلوگیری از بروز ناگهانی احساسات و در نظر نگرفتن اهمیت احساس در دستیابی به اهداف.

- **بیش اطمینانی:** پافشاری در رفتارهای غیرعملی و شکست در کنترل فرضیات.

- **لجاجت:** پافشاری بیش از حد برای رسیدن به پاسخ، به‌جای اجازه دادن به کارها که به‌طور طبیعی به پیش بروند.

- **شرایط محیطی:** شرایط محیطی نامناسب، قوانین صلب، رئیس مستبد، فقدان حمایت برای به‌فعل در آوردن ایده‌ها، فقدان همکاری و اعتماد بین اعضای گروه از دیگر موانع در رشد و توسعه خلاقیت اند.

بسیاری از دانشجویان مهندسی، که معمولاً از آموزش سنتی بهره برده‌اند، مایل به تفکر همگرا، یعنی تفکر در قالب و ساختار مشخص بوده و به‌ندرت تغییری در نحو تفکر خود می‌دهند. گرچه این احتمال وجود دارد که این دانشجویان فعالیت‌های کوتاه مدتی مثل تکالیف یک درس را به‌نحو موثری به‌انجام برسانند؛ با این حال ممکن است به‌خوبی نتوانند با مسایل دنیای واقعی، که به‌طور دایم در حال تغییر و تحول اند، برخورد نمایند. یک راه حل متصور برای این دسته از دانشجویان فعالیت در گروه یعنی جایی است که دیگر اعضای گروه انعطاف‌پذیری فکری خود را برای حل مسایل به نمایش می‌گذارند [۱۳].

ذهن سیال تر است. برای اندازه‌گیری اصالت فکر نیز ابتدا داستانی کوتاه عرضه می‌شود و سپس خواسته می‌شود که تمام عنوان‌هایی که برای آن داستان مناسب است فهرست شوند.

تورنس، با تکیه بر کارهای گیلفورد آزمون‌های تفکر خلاق را، که به نام خود او معروف شد، عرضه کرد [۱۷]. این آزمون‌ها شامل آزمون‌های ساده تفکر واگرا و دیگر مهارت‌های حل مسئله است، که با توجه به ویژگی‌هایی چون روانی یا تعداد ایده‌های قابل تفسیر معنی‌دار و مرتبط؛ اصالت یا نادر بودن پاسخ‌های داده شده؛ پیچیدگی یا میزان جزئیات در پاسخ‌ها و انعطاف پذیری یا تنوع و گوناگونی پاسخ‌ها؛ ارزش‌گذاری می‌شوند.

گروهی از محققان نگرش و شخصیت اجتماعی فرد را برای اندازه‌گیری خلاقیت برگزیده‌اند در این اندازه‌گیری‌ها ویژگی‌های شخصیتی مثل استقلال رای، اعتماد به نفس، تمایل به پیچیدگی، سمت‌گیری زیبایی شناختی و ریسک‌پذیری برای اندازه‌گیری خلاقیت در افراد به کار گرفته می‌شود [۱۸]. و بالاخره باید از پرسشنامه کسب خلاقیت نام برد که آزمون‌هایی است که توسط خود فرد صورت گرفته و دستاوردهای خلاقانه را در ۱۰ زمینه مختلف می‌سنجد [۱۹]. آزمون‌های خلاقیت، که به نام عمومی آزمون‌های تفکر واگرا نیز خوانده شده‌اند، در کنار تایید گسترده‌ای که داشته‌اند، با انتقاداتی نیز مواجه بوده‌اند.

۷. برانگیختن خلاقیت مهندسی

انگیزش خلاقیت عبارت از روش‌هایی است که عمل خلاقانه را ترغیب می‌کنند. این روش‌ها بروی تنوعی از وجوه خلاقیت، چون روش‌های تولید ایده و روش‌های تفکر واگرا تمرکز دارند. برخی از این روش‌ها به گروه‌های دو یا چند نفره احتیاج دارند در صورتی که برخی دیگر را به طور فردی می‌توان انجام داد.

چون خلاقیت معمولاً در مواجهه با مسایل سرچشمه می‌گیرد، به نظر می‌رسد که طبیعی‌تر این باشد که دانشجویان مهندسی خلاقیت را به‌توسط تمرین در حل مسایل در خود تقویت نمایند. این انتظاری است که پس از آغاز کار حرفه‌ای، صنعت از آنها خواهد داشت. آموزش روش نظام‌مند حل مسئله به دانشجویان بسیار مهم است، چون آگاهی از ریشه حل مسئله می‌تواند به نحوه فعال سازی خلاقیت در دانشجویان کمک کند. از میان روش‌های مختلفی که به این منظور پیشنهاد شده، مدل یادگیری خلاقانه ابزاری قدرتمند برای شبیه سازی و توسعه خلاقیت را عرضه می‌کند [۱۳].

فرآیند خلاق، که پیشتر توضیح داده شد، اغلب به راه‌حل‌های موفقیت‌آمیزی منتهی می‌شود، ولی وقتی که بی‌نتیجه می‌ماند، می‌توان از روش‌هایی برای برانگیختن خلاقیت و غلبه بر موانع ذهنی، استفاده کرد. اولین روش برای تحریک خلاقیت، بحث و گفت‌وگو در مورد مسئله با همکلاسی‌ها یا سایر مهندسان است. اگر همکاران مناسبی نداریم می‌توانیم مسئله را برای غیر مهندسان توضیح دهیم. برای توضیح دقیق مسئله، لازم است که آن را به‌خوبی درک کرده

۵. اندازه‌گیری خلاقیت

تفکر واگرا، به‌سادگی هوش که با IQ اندازه‌گیری می‌شود، آزمون پذیر نیست. به‌بیان روشن‌تر، نمی‌توان با استفاده از روش‌های مرسوم، آزمون‌هایی برای سنجش تفکر واگرا طراحی کرد. این نوع تفکر را نمی‌توان به‌سادگی در چارچوب یا ساختار مشخصی قرار داد، چرا که تفکر واگرا مبتنی بر رسیدن به ایده‌های تازه از مسیر افکار بی‌نظم و تصادفی و به شیوه‌ای آزادانه است. بنابراین افراد ماهر در تفکر واگرا، لزومی ندارد که نتایج خیلی خوبی در آزمون‌های هوش متداول کسب کنند؛ این در حالی است که در واقع افراد کم‌هوشی نیستند.

اندازه‌گیری رسمی روان‌سنجی خلاقیت به‌سخنرانی سال‌های دهه ۵۰ میلادی گیلفورد برای انجمن روانشناسی آمریکا بازمی‌گردد [۱۲]. کارهای این پژوهشگر کمک زیادی به شناخت عموم از این مفهوم نمود. تحلیل‌های آماری منجر به در نظر گرفتن خلاقیت به‌عنوان وجه متفاوتی از شناخت بشر و چیزی جدا از هوش یا میزان IQ گردید. این در حالی است پیشتر از آن خلاقیت به‌صورت زیرمجموعه هوش محسوب می‌شد. پژوهش‌های گیلفورد نشان داد که در بالاتر از یک حد آستانه از IQ، رابطه بین خلاقیت و هوش از بین می‌رود [۹]. شواهدی که در مورد ارتباط هوش و خلاقیت در چند دهه گذشته گردآوری شده نشان داده است که ارتباط این دو مفهوم آن اندازه کم است که می‌توان آنها را به صورت دو مفهوم مستقل مورد بررسی قرار داد [۱۰].

کوشش‌های متعددی جهت توسعه روش‌هایی برای اندازه‌گیری خلاقیت، به‌گونه‌ای که برای اندازه‌گیری هوش (IQ) مرسوم است، صورت گرفته است [۱۶]. بیشتر این روش‌ها متکی به آزمون‌های واگرا هستند، که برعکس آزمون‌های همگراست. در آزمون‌های همگرا به‌طور معمول از فرد خواسته می‌شود که با بررسی فهرستی از گزینه‌ها پاسخ یا حالت مطلوب را انتخاب کند. این در حالی است که در آزمون واگرا یک پاسخ صحیح منحصر به فرد وجود ندارد. در اینجا، آموزشگر به‌دنبال پاسخ‌های متعدد و بدیع سوال شونده است. آن چه این‌گونه آزمون‌ها می‌سنجند هوش تحلیلی نبوده بلکه چیز متفاوتی را اندازه می‌گیرند که بسیار نزدیک به خلاقیت است.

گروه گیلفورد، که پیشرو مطالعات مدن روان‌سنجی خلاقیت است، آزمون‌های چندی را برای سنجش خلاقیت پیشنهاد کرده است [۱۲]. در این آزمون‌ها به‌طور معمول ارزش‌گذاری با توجه به میزان نادر و تازه بودن پاسخ‌ها صورت می‌گیرد. در تفکر واگرا سه عنصر انعطاف‌پذیری، اصالت و سیالی اندیشه بیشترین تاثیر را دارند. برای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری تفکر کاربردهای مختلف یک ابزار و یا یک وسیله خاص سوال می‌شود. هر چقدر پاسخ‌ها مناسب‌تر و خلاق‌تر و مبتنی بر تخیل قوی‌تر باشد، نشان دهنده انعطاف‌پذیری بیشتر ذهن است. علاوه بر آن، هر چه تعداد این کاربردها بیشتر باشد

ادامه یابد. به منظور دستیابی به نتایج با کیفیت بالاتر در این روش، چند نکته زیر باید مورد توجه قرار بگیرد.

- تعداد ایده‌ها اهمیت دارد و نه کیفیت آنها
- تعداد ایده‌های تولید شده باید زیاد باشد
- افراد گروه باید به‌طور فردی ایده‌ها را تولید کنند
- از کارگروهی تنها برای ترکیب و تصفیه ایده‌ها استفاده می‌شود
- هر یک از اعضا به‌طور فردی ارزشگذاری نهایی برای انتخاب بهترین ایده را انجام می‌دهد.
- زمان نسبتاً کوتاهی برای توفان ذهن در نظر گرفته می‌شود

نگارش ذهن: فرآیند نگارش ذهن^۵ نیز شبیه طوفان ذهن است، با این تفاوت که، به جای ارتباط کلامی، از فرایندی نوشتاری استفاده می‌شود. تجربه نشان داده است که این روش، تفکر فرد را بهتر از توفان ذهن بیان می‌کند چون در آن از کلمات و تصاویر هم استفاده می‌شود. در اینجا سرگروه وظیفه دارد که راه‌حل‌ها یا پیشنهادهای تقریبی را قبل از جلسه در برگه‌های جداگانه تنظیم کند. این برگه‌ها در وسط میز قرار می‌گیرند. پس از آنکه حقایق مربوط به مسئله توسط سرگروه تشریح شد، هر نفر یک برگه را از روی میز برمی‌دارد، آن را می‌خواند و سعی می‌کند که مطالب آن را بهینه کند و یا پیشنهاد جایگزینی ارائه دهد. وقتی که ایده‌های یک نفر تمام شد، برگه خود را با دیگری عوض کرده و دوباره سعی می‌کند پیشنهادهای موجود در آن را بهینه کند. با این روش تمام شرکت‌کنندگان نظرات خود را با هم مبادله می‌کنند [۸].

در این روش نظرات مستدل و قوی‌تر تقویت شده و پیشنهادهای منفی به‌طور موثری سرکوب می‌شوند. این یادداشت‌ها گزارش‌های دائمی جلسه تلقی می‌شوند. تحلیل و یا قضاوت در مورد راه حل آرمانی، در مرحله بعد، و هنگامی که همانند روش طوفان ذهن، نظرات طبقه‌بندی و با جزئیات تشریح شدند، صورت می‌گیرد. روش نگارش ذهن را به‌خوبی می‌توان از راه دور و توسط ایمیل نیز اجرا کرد. در واقع آنچه که در اطاق‌های گفت‌وگویی اینترنتی می‌گذرد، نوعی نگارش ذهن است.

فهرست ویژگی‌ها: در جایی که توفان ذهن یا نگارش ذهن روش‌هایی عمومی‌اند، روش فهرست کردن ویژگی‌ها به‌طور خاص به دنبال پیدا کردن ایده است. به‌توسط این روش دانشجویان آغاز به شناسایی تمام ویژگی‌ها و صفتهای موضوع مورد بررسی نموده و سپس در مورد راه‌های تغییر، اصلاح یا بهبود هر یک از آن ویژگی‌ها فکر می‌کنند. در یک روش تکمیلی، پس از آنکه فهرست ویژگی‌ها تهیه شد، از دانشجویان خواسته می‌شود تا زیر گروه‌هایی را تشکیل داده و همه گزینه‌های ممکن را در هر یک از زیر گروه‌ها سامان

باشیم. این روش، که منجر به سامان دادن بهتر مسئله، برای توضیح واضح تر آن می‌شود، ممکن است موجب شود که راه حل مناسبی به‌ذهن ما خطور کند [۸].

چنانچه هیچ کس برای گفت‌وگو در مورد مسئله در دسترس نبود، می‌توان مسئله را، به همراه فهرستی از بهترین راه حل‌های "تقریبی"، که تاکنون فراهم آمده، به‌روی کاغذ بیاوریم. این کار شاید موجب شود که راه حل اصلی به‌ذهن خطور کند. ولی اگر موفق نشدیم، دست کم مسئله را به‌طور واضح تعریف کرده‌ایم. پس شاید وقت آن رسیده که برای مدتی استراحت کنیم و اجازه بدهیم که ایده مورد نظر در ذهن ما رشد کند.

روش دیگر برای به‌دست آوردن راه‌حل‌های بیشتر برای یک مسئله این است که افراد زیادی بر روی آن کارکنند. البته به‌غیر از حالتی که مدیریتی قوی وجود داشته باشد، کارگروهی اغلب بازده و سرعت کار را بالا نمی‌برد. دلیل این امر رقابت‌ها و تضادهای فردی است که اغلب مانع جریان یافتن و مبادله ایده‌های جدید می‌شود. برای اینکه کارگروهی مفید باشد باید اقداماتی برای تقویت روحیه کارگروهی و کاستن از انتقادهای منفی، صورت گیرد. دو روش گروهی طوفان ذهن و نگارش ذهن، بیش از همه در منابع توصیه شده‌اند [۸].

توفان ذهن: طوفان ذهن^۴ پرکاربردترین روش تولید ایده‌های جدید بوده و امروزه به‌طور وسیعی در فعالیتهای مهندسی، به‌کارگرفته می‌شود. به‌این منظور، گروهی از افراد انتخاب و ابتدا با ارائه توضیحاتی توسط سرگروه در مورد مسئله مورد نظر توجه می‌شوند و از آنها خواسته می‌شود که به‌حقایق مطرح شده توجه کنند. در این روش، فرآیند حل مسئله دارای دو مرحله متفاوت تولید و تحلیل است.

• **تولید:** در مرحله اول از گروه خواسته می‌شود که راه‌حل‌های محتمل را به‌روی کاغذ بیاورند. در این مرحله هیچ انتقاد، مخالفت یا قضاوتی جایز نیست و سرگروه باید بر اجرای کامل این قاعده نظارت داشته باشد. تمام پیشنهادهای بدون توجه به اینکه چه میزان واقعی یا غیرواقعی هستند، نوشته می‌شوند، وقتی که زمان تعیین شده، که حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه است، تمام شد این مرحله به‌پایان رسیده و مرحله بعدی آغاز می‌شود.

• **تحلیل:** این مرحله شامل انتقاد و ارزیابی فهرست ایده‌های ارائه شده و طبقه‌بندی آنها، به‌ترتیب میزان کارایی آنها است. وقتی طبقه‌بندی به‌پایان رسید، گروه به بررسی جزئیات بهترین راه‌حل می‌پردازد.

روش توفان ذهن چندین شکل مختلف دارد. به‌طورمثال، برای مسائل پیچیده پیشنهاد شده است که از هر یک از اعضای گروه خواسته شود که به مدت یک ساعت، یک روز و یا یک هفته به‌طورعمیق به‌مسئله فکر کند و آنگاه گروه گردهم آمده و فرایند

⁵ brain writing

⁴ brain storming

کار می‌کند و از سویی به علت تعاملات و ارتباطات گسترده‌تر و دسترسی به شبکه دانش و اطلاعات پیشرفته‌تر است [۲۲].

در دنیای مدرن فناوری جزء جدایی ناپذیر پیشرفت جوامع بوده و به تبع آن نقشی حیاتی در توسعه خلاقیت در زمینه‌های مختلف فعالیت‌های بشری دارد [۲۰]. در چنین شرایطی جوامع خلاق به دنبال استفاده از آخرین فناوری‌ها برای توسعه ایده‌ها و ابداعات خلاقانه جدید هستند. فناوری‌های جدید همچون اینترنت دسترسی ما به دنیای وسیع دانش روز را امکان‌پذیر ساخته است. چیزی که در کلاس‌های درس گذشته قابل حصول نبود. این فناوری‌ها روش‌های جدید دسترسی به اطلاعات و دانش و همچنین روش‌های تازه‌ای را برای ارتباط بین آموزشگران و فراگیران، فراهم آورده است. فناوری‌های جدید هم چنین روش‌های انعطاف پذیرتری را برای همکاری‌های گروهی و تعامل‌های خلاقانه ایجاد کرده است [۲۳].

منابع متعددی ضرورت توجه بیشتر به خلاقیت در فرایند آموزش را مورد تاکید قرار داده‌اند. همانگونه که پیشتر اشاره شد محیط مناسب یکی از شرایط رشد خلاقیت است. کودک و نوجوانی که در منزل فقط باید فرمانبردار باشد و اجازه هیچ گونه خودنمایی و اظهار نظری به‌وی داده نمی‌شود، نخواهد توانست تفکر خلاق را در خود توسعه دهد. چنین است آموزش‌های دانشگاهی استاد محور که در آن جریان یکطرفه انتقال دانش از استاد به دانشجویان صورت می‌گیرد. فرایندی که طی آن دانشجویان فقط گوش می‌کنند، مطالب روی تخته را دنبال می‌نمایند، و اجازه هیچ سطحی از مشارکت به آنها داده نمی‌شود. در چنین شرایطی دانشجویان هیچ فرصتی برای بروز و رشد خلاقیت‌های خود نمی‌یابند. امروزه آموزش دانشجوی محور، با استفاده از روش‌های مختلف یادگیری فعال، و مشارکت گروهی فراگیران در فرایند یادگیری، آنها را درگیر آنچه در کلاس اتفاق می‌افتد می‌نمایند [۲۴، ۲۵]. در چنین شرایطی است که دانشجویان میدانی برای بروز و گسترش خلاقیت‌های خود می‌یابند. در درس‌های مهندسی، که اغلب نیاز به حل مسئله دارد به‌طور معمول مسایلی طرح می‌شوند که تنها یک پاسخ دارند و حل آنها نیاز به تفکر همگرا دارد. به‌زبانی، دانشجویان برای رسیدن به پاسخ به این گونه مسایل کمتر نیازی به تفکر واگرا و خلاقیت داشته و تنها باید از دانش مرتبط با سوال و مهارت‌هایی که در حل مسایل پیدا کرده‌اند، استفاده نمایند. نوعی سوال که حل آن نیاز به تفکر واگرا و خلاقانه دارد پرسشهایی است که بیش از یک پاسخ دارند. دانشجویان برای حل چنین مسایلی مجبورند گزینه‌های جدید و ناشناخته‌ای را طرح و به‌زبانی خلق نمایند. این‌ها سوالاتی است که دانش‌آموختگان مهندسی بعد از شروع به کار حرفه‌ای بیشتر با آنها مواجه می‌شوند. **طراحی مهندسی**، که اوج فعالیت‌های مهندسی است، معمولاً با سوال‌هایی روبروست که یک پاسخ منحصر به‌فرد ندارد. عرضه مسایلی که پاسخ‌های کاملاً تعریف شده‌ای ندارند به دانشجویان، روش

دهند. سپس از هر قسمت یک نمونه انتخاب کرده و با ترکیب آنها اشکال و گزینه‌های جدیدی را ایجاد نمایند.

۸. بحث و نتیجه‌گیری

حاصل تفکر خلاق تولید چیزی بدیع و با ارزش است. خلاق بودن به سن و سال ربطی ندارد. همه، در هر سنی که هستند، از این توانایی و قابلیت برخوردارند. خلاقیت به‌میزان سواد و معلومات فرد نیز ارتباط محکمی ندارد. همبستگی محکمی بین هوش و خلاقیت نیز شناسایی نشده است. خلاصه اینکه همه می‌توانند با توجه به نیروهای درونی خود؛ یعنی مجموعه باورها، احساس‌ها، تربیت‌ها و پرورش آنها؛ خلاقیت را در خود تقویت کنند.

گروهی بر این عقیده‌اند که وجوه مختلفی چون علم، هنر، ادبیات، فناوری، صنعت و سیاست را باید نه به عنوان یک فعالیت فردی بلکه به عنوان یک فرایند اجتماعی مورد توجه قرار داد. فرایندی که حاصل فعالیت‌های مشترک بشری، و نه یک هدیه و الهام غیرعادی فردی است [۲۰]. به‌نظر این دانشمندان هر یک از ما قادریم در زمینه‌هایی فعالیت‌های خلاقانه داشته باشیم، به‌شرط آنکه شرایط مهیا بوده و از دانش و مهارت‌های لازم در آن زمینه برخوردار باشیم. امکان فعالیت خلاقانه در زندگی روزمره فراوان است. فعالیت خلاقانه هم می‌تواند به‌صورت فردی انجام شده و یا به‌صورت گروهی و یا در یک سازمان صورت گیرد.

تحقیقات صورت گرفته در مورد یادگیری نیز مسئله فوق را تایید کرده است [۲۱]. این تحقیقات نشان داده است که یادگیری فرایندی اجتماعی است و به‌تعامل بین افراد و ارتباطات بین آنها بستگی دارد. فرایندهایی نیز که به‌طور سنتی با خلاقیت مربوط می‌باشند نیز جزئی از این فراینداند. به‌نظر این گروه تفکر بدیع و نوآورانه هیچ‌گاه بدون تعامل با دیگران بروز نمی‌کند. از اینروست که شناخت و ارتباطات دو امر جدایی ناپذیرند. این گروه بر این باورند که مغز بشر یک پردازنده از پیش ساخته نبوده که دارای یک سری ویژگی‌های ذاتی، از جمله خلاقیت، باشد. روان ما نیاز به ارتباط داشته و با تعاملاتی که با دیگران دارد شکوفا می‌شود؛ و اجتماعی که فرد در آن زندگی می‌کند ابزارهای ارتباطی را برای ساماندهی و درک تجربیات و تولید دانش جدید، در اختیار وی قرار می‌دهد.

این اطرافیان و اجتماع است که خلاقیت را ارزشگذاری کرده و در عمل باعث شکوفایی بیشتر آن می‌شوند. فردی که در یک خانواده هنری دنیا آمده، به‌دلیل تعاملاتی که دارد، احتمال بیشتری دارد که فعالیت‌های خلاقانه هنری از خود نشان دهد. یک بررسی که در آمریکا صورت گرفته نشان داده است که دانشمندی که در آزمایشگاه فردی که پیشتر جایزه نوبل برده است کار می‌کند شانس به‌مراتب بیشتری برای کسب جایزه نوبل دارد. این امر از طرفی به‌دلیل شرایط تحریک‌کننده و پیش‌برنده محیطی است که در آن

ارزش می‌بینند، خلاقیت بیشتری را نشان می‌دهند. آموزشگران برای تقویت تفکر خلاق، باید مواردی را که به دانشجویان انگیزه می‌دهد را شناسایی کنند و آموزش خود را حول آنها سازمان دهند. به‌طور کلی اگر به دانشجویان فرصت انتخاب بدهیم، انگیزه درونی بیشتر پیدا کرده و در نتیجه خلاقیت بیشتری برای انجام کار از خود نشان خواهند داد [۲۶].

کارآمدی برای پرورش خلاقیت در آنهاست. این کار به دانشجویان اجازه می‌دهد که مسایل را بشکافند و آنها را بازتعریف نمایند ترغیب انگیزه درونی و حل مسایلی که نیاز به تفکر واگرا دارند، دو زمینه‌ای است که آموزشگران می‌توانند به‌توسط آنها خلاقیت را در دانشجویان خود پرورش دهند. تجربه نشان داده است که دانشجویان زمانی که یک کار را به‌طور ذاتی برانگیزاننده و با

منابع

- [01] EUA 2007. Creativity in higher education; report on the EUA creativity project 2006-2007, European University Association, 48 pp.
- [02] Kaufman, James C.; Beghetto, Ronald A. 2009. Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology* 13 (1): 1–12. doi:10.1037/a0013688
- [03] Merriam-webster.com (accessed Oct 2012)
- [04] Amabile, T. M. 1998. How to kill creativity. *Harvard Business Review* 76 (5).
- [05] Weisberg R.W. 2008. Creativity: Beyond the Myth of Genius, Portfolio Hardcover, 224 pp.
- [06] Mumford, M. D. 2003. Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity Research Journal*, 15, 107–120.
- [07] Shaw M.C. 2001. Engineering problem solving: a classical perspective. Noyes Publications, Norwich, NY.
- [08] معماریان حسین، ۱۳۸۸. حرفه مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۴ صفحه.
- [09] Kozbelt, Aaron; Beghetto, Ronald A. and Runco, Mark A. 2010. Theories of Creativity. In James C. Kaufman and Robert J. Sternberg. *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge University Press.
- [10] Batey, M. & Furnham, A. 2006. Creativity, intelligence and personality: A critical review of the scattered literature. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 132, p. 355-429.
- [11] Folfer H. S. & LeBlanc A.E. 1995. *Strategies for creative problems-solving*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [12] Guilford, J. P. 1967. *The Nature of Human Intelligence*. McGraw Hill, 538 pp. <http://fa.wikipedia.org/> (accessed 2012/11/6)
- [13] Liu Z., Schonwetter D. J. 2004. Teaching creativity in engineering. *International Journal of Engineering Education*, Vol.2, No. 5, pp. 801-808.
- [14] Bailli, C. 2002. Enhancing creativity in engineering students. *Journal of Engineering Science Education*, 11, pp 185-192.
- [15] Christiano S.J.E. & Ramires M.R. 1993. Creativity in the classroom: special concerns and insights, in *Frontiers in Education Conference*, IEEE, Washington DC.
- [16] Kraft, U. 2005. Unleashing Creativity. *Scientific American Mind* April: 16–23.
- [17] Torrance, E. P. 1974. *Torrance Tests of Creative Thinking*. Personnel Press. <http://thinktunk.blogfa.com/post-18.aspx> (accesses 2012/11/2)
- [18] Sternberg, R. J.; Lubart, T. I. 1999. The Concept of Creativity: Prospects and Paradigms. In ed. Sternberg, R. J.. *Handbook of Creativity*. Cambridge University Press. ISBN 0-521-57285-1.
- [19] Carson, S. H.; Peterson, J. B., Higgins, D. M. 2005. Reliability, Validity, and Factor Structure of the Creative Achievement Questionnaire. *Creativity Research Journal* 17 (1): 37–50.

- [20] Craft A, Jeffery B, Liebling M. (eds) 2001. A hundred possibilities: creativity, community and ICT, www.teachandlearn.org
- [21] Lave J. 1988. Cognition in practice, Cambridge, CU Press.
- [22] Zukerman H. 1997. Scientific Elite: Nobel Laureates in the United States, New York, Free Press.
- [23] Open University. 2011. Creativity, community and ICT, Open learn, Open University, UK. 19pp.
- [24] معماریان حسین. ۱۳۹۰. روش‌های نوین دانشجو محور در آموزش مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۲، پاییز ۱۳۹۰، صفحات ۱-۲۱.
- [25] معماریان حسین. ۱۹۹۱. نوآوری در آموزش مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۹ صفحه.
- [26] Robinson, K. & Azzam, A. M. 2009. Why creativity now?. Educational Leadership 67 (1): 22–26.

The minor role of creative thinking in engineering education of Iran

Hossein Memarian

Professor of Geological Engineering

University of Tehran

memarian@ut.ac.ir

Different definitions have been proposed for creativity, but most of them consider creativity as development of something new and valuable. This in fact is the main goal of engineering design, which is the fruit of engineering practice. Extensive researches show that creativity do have not strong ties with one's age, knowledge, and intelligence but on the proper environment and willingness of an individual to become creative. In Iran, engineering education emphasizes on critical thinking and pays less attention to creative thinking. In this paper, after reviewing different schools of thought on personal and group creativity, a couple of guidelines for development of creative thinking in engineering students are presented.

Keywords: Engineering education, creativity, engineering design, creative thinking, critical thinking,