

## نقش کمرنگ تفکر خلاق در آموزش مهندسی ایران

دکتر حسین معماریان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده مهندسی معدن، 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.

### کلمات کلیدی

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 محصولاتی است که از صنایع ساخت و تولید سالم حمایت می‌کنند.

امروزه پژوهش‌های مربوط به خلاقیت<sup>۱</sup> و نقش آن در پیشبرد جوامع ابعادی وسیع و جهانی یافته است. به‌عنوان مثال "خلاقیت در آموزش عالی"<sup>۲</sup> 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، رایحه پیشنهادات اجرایی به‌مراکز آموزش عالی، سازمان‌های ارزشیابی، دولت‌ها و دیگر طرف‌های ذینفع، در زمینه ارتقاء سطح خلاقیت در آموزش عالی اروپا بوده است [21].

در یافته‌های این پروژه به‌ضرورت توجه بیشتر به‌خلاقیت، به‌عنوان پیش‌نیازی برای رسیدن به جامعه دانش‌محور، اشاره شده است. به‌نظر تهیه‌کنندگان این گزارش، امروزه جوامع با تغییرات پیچیده و سریعی که تمام وجوه زندگی را تحت تأثیر 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 دانش‌محور است. با وجود توجه زیادی که در سال‌های اخیر به‌وجود مختلف خلاقیت صورت گرفته، توجه نسبتاً کمتری به‌روش‌های توسعه خلاقیت و نوآوری در محیط‌های دانشگاهی، صورت گرفته است. و این امری است که توجه به‌آن نقشی مهم در توسعه جامعه دانش‌محور دارد. برای حرکت به‌سوی جامعه و اقتصاد دانش‌محور، 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 دانش‌محور به زیر سوال خواهد رفت [21].

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 قرار گیرند. علاوه بر آن باید ابعاد زیر از خلاقیت را نیز از هم تفکیک کرد [21].

- **خلاقیت فردی:** به‌خلاقیت افراد، مثلاً دانشجویان یا اساتید، می‌پردازد



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 [12]. همه کسانی که در محدوده علوم و مهندسی خلاقیت را بررسی کرده اند 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 [4]. پس می‌توان گفت که خلاقیت به تولید چیزی اطلاق می‌شود که هم اصیل و هم ارزشمند باشد [13].

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، اولارد دو بونو مبدع مفهوم تفکر متفاوت یا تفکر جانبی<sup>۲</sup> بر این باور است که خلاقیت مستلزم برهم زدن طرح‌های تثبیت شده برای نگاه کردن به چیزها از زاویه‌ای دیگر است. به‌منظر 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 ندادند 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، بیندیشیم 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 اولارد 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 شافلین آن مسایل را به‌طور فردی یا گروهی شناسایی، ارزیابی و حل نمایند. مهندسان باید بتوانند تفکر خلاقانه را در

- **خلاقیت گروهی:** که مربوط به خلاقیت 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 به سؤالاتی 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 مناسبی برای فرایندهای خلاقانه ایجاد می‌کند؟ فرضیاتی که در مورد خلاقیت رایج شده، به ویژه بررسی این مسئله که چرا برخی از افراد خلاق‌تر از دیگران هستند، بر وجه مختلفی تاکید دارد که از این میان چهار عامل اصلیت شناخته شده است.
- **فرایند خلاق:** سعی بر توصیف سازوکارها و روشهای تفکر خلاق دارد. تئوریهای اصلی فرایند خلاق بر تفکر واگر تاکید دارند یا مراحل خلاقیت را توصیف می‌کنند.
- **محصول خلاقیت:** بیشتر بر روشهای اندازه‌گیری خلاقیت متمرکز است.
- **فره 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 ارائه شده است، که در آن خلاقیت خرد دارای کمترین و خلاقیت بزرگ یا کلان دارای بیشترین ارزش یا اهمیت است [11]. در این مقاله به دنبال معرفی انواع تفکر و ارائه تعریفی برای خلاقیت و ویژگی‌های افراد خلاق، موثر 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 ویستر 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؛ یا بهره جستن از قدرت تخیل، تعریف کرده است [23].



مسئله به‌طور شفاف، روشن و ملموس، آغاز می‌گردد؛ و با پیدا کردن راه حل‌هایی برای حل مسئله ادامه می‌یابد و یا به‌کارگیری عملی بهترین راه حل و یافتن جواب نهایی به‌پایان می‌رسد.

انواع مهارت‌های فکری بشر به صورت‌های مختلف تعریف شده است. از این میان دو نوع تفکر نقاد و تفکر خلاق امروزه بیش از همه مورد بحث قرار گرفته‌اند. به اعتقاد گیلفورد روانشناس معروف آمریکایی، افراد به دو شیوه همگرا و واگرا تفکر می‌کنند. 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 به‌جای آن تعداد زیادی پاسخ وجود دارد که هر کدام از آنها از نظر منطقی ممکن است به‌گونه‌ای درست باشند [24].

### ۱-۳- خلاقیت و تفکر واگرا

یکی از مولفه‌های مهم خلاقیت **تفکر واگرا** است. تفکر واگرا در واقع روش تولید ایده‌های بیشتر و باز هم بیشتر از یک مسئله یا ایده اولیه است. تفکر واگرا منجر به تولید راه حل‌ها یا پاسخ‌های محتمل یا عرضه ایده‌ها متعدد برای یک مسئله یا سوال، با توجه به اطلاعات موجود می‌شود. تفکر واگرا با چهار ویژگی شناخته می‌شود [15]:

- **روان بودن**، یا توانایی تولید پاسخ‌ها و ایده‌های متعدد. موفقیت در این قسمت مستلزم کسب مهارت در تکنیک توفان ذهن و تاکید بر افزایش تعداد پاسخ‌هاست
  - **انعطاف پذیری**، یا توانایی تغییر در دیدگاه. فرد منعطف قادر است ایده‌های متفاوتی را از دیدگاهی تازه تولید نماید.
  - **اصالت**، یا توانایی تولید پاسخ‌های غیر معمول یا بدیع. برای موفقیت در این قسمت فرد باید تخیل جسورانه داشته و ریسک شناسایی و توجیه نوآوری را بپذیرد.
  - **پهچیدگی**، 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 می‌شود. چون به‌این ترتیب تجربیات متنوع گرد هم می‌آیند. تفکر واگرا به یک فرد یا گروه اجازه می‌دهد که در زمانی اندک بیشترین ایده‌های تازه و جدید را تولید نمایند. در طی این فرایند، تمامی قضاوت‌ها معلق می‌شود و فرد تشویق می‌شود تا هر چه بیشتر ایده تولید کند. در این روش تفکر، کیفیت ایده‌ها مهم نیست و حتی می‌توان براساس ایده‌هایی که دیگران تولید کرده‌اند، ایده‌های دیگری ایجاد کرد. تفکر واگرا به‌دنبال آن است که مرزهای تصور را بشکند. همچنین از ایده‌های نامتعارف، عجیب و متهورانه استقبال می‌کند. در فرایند تفکر واگرا، تمام ایده‌ها ثبت می‌شود و هیچ ایده‌ای به‌عنوان ایده نامناسب حذف نمی‌شود.

روش‌های حل مسئله خود نشان دهند. خلاصه اینکه مهندسان، امروزه بیش از هر زمان دیگری، نیاز به تفکر [5].

### ۱-۲- ویژگی‌های افراد خلاق

هر کسی به‌طور ذاتی دارای درجه‌ای از خلاقیت است، گرچه این توانایی در برخی افراد بیشتر است [۶]. 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 در حالی است که بسیاری از افراد خلاق، دارای سواد کم و بی‌بهره از دانش کافی بوده‌اند. پس داشتن اطلاعات نیز خصوصیت کلیدی نیست. تجربه و سن هم می‌تواند مهم باشد، چون افراد با تجربه و مسن تر با مشکلات بیشتری مواجه شده و آنها را حل کرده‌اند. ولی همه ما با افراد با تجربه و مسنی روبه‌رو شده‌ایم که بسیار ساکن بوده و از خلاقیت و نوآوری بی‌بهره بوده‌اند. همین بحث در مورد خصوصیات فردی نیز صادق است. افرادی که ذهن خود را به درستی ساماندهی کرده‌اند، بازدهی بیشتری دارند، ولی به‌طورحتم خلاق نیستند. بسیاری از دوستان بسیار خلاق ما زندگی نامرتبی دارند ولی این نابسامانی بی‌شک خصوصیت کلیدی خلاقیت محسوب نمی‌شود [۶]. 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 [6,14,23].

تحقیقی که در یک شرکت نفتی و توسط روانشناسان خبره انجام شده است، این نتیجه ساده را در برداشته که "افراد خلاق باور داشته‌اند که خلاق هستند!" و برعکس، افرادی که از خلاقیت کمتری بهره‌مند هستند، به‌هیچ وجه باور ندارند که خلاق هستند [7]. به عبارت دیگر افرادی که باور دارند خلاق هستند، به‌طور ناخودآگاه ایده‌های خلاقانه خود را ترغیب می‌کنند و در مقابل، افرادی که خلاقیت خود را باور ندارند، ایده‌های خلاقانه خود را سرکوب می‌نمایند. کلید خلاقیت در واقع علاقه‌مندی به آن است. از اینروست که یک دانشجو یا دانش‌آموخته مهندسی دانش و توانایی لازم را برای اینکه خلاق باشد، در اختیار دارد. عامل مهم دیگر، که تجربه است را نیز می‌تواند در طول زمان به‌خود آورد. مهم‌ترین مسئله این است که بخواهیم خلاق باشیم. و اگر می‌خواهیم که خلاق باشیم و فکر می‌کنیم که هستیم، پس بی‌شک فرد خلاق هستیم.

### ۳- خلاقیت و تفکر

تفکر، عملی ذهنی است و زمانی مطرح می‌گردد که انسان با مسئله‌ای مواجه است و خواستار حل آن است. در این هنگام در ذهن، تلاشی برای حل مسئله آغاز می‌گردد که این تلاش ذهنی را **تفکر** می‌نامند. فعالیت برای حل مسئله، از مراحل تشکیل شده‌است که از تعریف



نتیجه‌ای نداد، آنگاه فهرستی از بهترین راه حل‌های تقریبی فراهم می‌شود. این مرحله، که گاه به‌نام عمومی توفان ذهن نیز شناخته می‌شود، به زایه همه مفاهیم یا ایده‌های مربوط به مسئله منجر می‌شود.

**مرحله نهفتگی:** عبارت از یک مرحله آرامش کامل دادن به ذهن است. اگر با وجود کوششی که به خرج داده شد، کماکان راه حلی پیدا نشد مسئله را کنار گذاشته و برای مدتی به ذهن خود استراحت می‌دهیم. این عمل می‌تواند با فعالیت‌هایی چون خوابیدن، دوش گرفتن یا پیاده روی حاصل شود. در این فاصله ضمیر ناخودآگاه ما کار به‌رومی مسئله را ادامه می‌دهد، این در حالی است که شاید 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 راه حل‌های 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 بوده است حتی به‌مدت 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، هیچ‌گاه به‌سال‌های درازی که صرف تمرکز و آمادگی‌های ذهنی برای حل مسئله شده، اشاره نمی‌شود. مرحله آشکار سازی شامل تحلیل، دسته‌بندی، و ارزیابی تمام ایده‌ها و راه‌حل‌های طرح شده و برنامه‌ریزی برای اقدام موثر است [16]. 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، دسته‌بندی و ارزیابی می‌نماید. در مرحله بعد تعدادی از راه‌حل‌های محتمل‌تر انتخاب شده و در نهایت به‌برنامه‌ریزی اقداماتی چون انجام آزمایش‌های لازم می‌پردازد [15]. 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 حالتی بهتر است مسئله بازبینی شده و مشخص شود که آیا به‌خوبی توضیح داده شده است یا نه. اگر مسئله به‌نظر سالمندگی صحیحی داشت، دوباره می‌توان فرایند را، با گردآوری اطلاعات بیشتر، از گام اول آغاز کرد. خلاصه اینکه، خلاقیت

هدف تفکر واگرا، به‌دست آوردن حداکثر ایده‌ها و درهم شکستن چارچوب‌های ذهنی است.

حاصل تفکر واگرا تنوع و کثرت ایده‌ها و اطلاعات تولید شده و حاصل تفکر همگرا یکتایی ایده و اطلاعات تولید شده می‌باشد. به زبانی، تفکر واگرا تمام احتمالات گوناگون را متصور می‌شود، در صورتیکه تفکر همگرا، نتایج تفکر واگرا را ارزیابی و انتخاب می‌کند. 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 مسائل ایفا می‌کنند. از سویی، اگر این دو شکل در یک زمان اتفاق افتد و یا اینکه در زمان مناسب از هر کدام 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 لطف پذیر، شجاع در ابراز عقیده و مخالفت با شرایط موجود، تمایل به قبول ریسک، برای ترغیب تفکر واگرا لازم‌اند. 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 گرفته‌اند [15,16].

**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 مهم‌تر از حل آن است، که منحصر می‌تواند یک مهارت ریاضی یا تجربی باشد. طرح سوالات جدید و بازیابی مسایل قدیمی با نگاهی تازه، نیاز به تخیل خلاقانه دارد. نحوه مناسب شکل‌گیری سوال یا مسئله می‌تواند مغز را به سمت پایدانی 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



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 [15,17].

- **ترس از ناشناخته‌ها:** اجتناب از شرایط نامشخص، دادن وزن بیشتری به ناشناخته‌ها در مقایسه با دسته‌ها، 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:** با 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 به کار بردن 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 به کارگیری 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 نااحتی‌های 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 نمی‌نشتند، 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.
- **سستی بودن:** تأکید 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 به نظر دیگران احمقانه برسد.
- **سرکوب احساسات:** جلوگیری از بروز ناگهانی احساسات و در نظر نگرفتن اهمیت احساس در دستیابی به اهداف.

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 [15].

#### ۴-۱- عوامل موثر در خلاقیت

عوامل چندی را در خلاقیت موثر دانسته‌اند. سه عاملی که بیشتر بر آنها تأکید 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 تحریک‌کننده 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 می‌تواند به صورت موانعی در برابر رشد و توسعه خلاقیت، عمل نمایند. در حاشیه ۲ برخی نظرات و پیش‌بینی‌های سرکوب‌کننده 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 فرایند خلاق مستلزم وجود ابهام، خیال‌پردازی و لذت بردن از نتایج به‌دست آمده است. تنها لازم است که نگاه مثبتی به‌آن داشته باشیم، نباید بترسیم که احمق انگاشته خواهیم شد. همچنین نباید اسیر قانون‌های ناتواسته 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 تأثیر می‌پذیرد. به‌نظر میرسد که عوامل درونی، مثل دانش، مهارت و نگرش فرد؛ تأثیر بیشتری در مقایسه با شرایط بیرونی،



کوشش‌های متعددی جهت توسعه روش‌هایی برای اندازه‌گیری خلاقیت، به‌گونه‌ای که برای اندازه‌گیری هوش (IQ) مرسوم است، صورت گرفته است [18]. 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 به‌فرد 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 [24]. در این آزمون‌ها به‌طور معمول ارزش‌گذاری با توجه به میزان نادر و تازه بودن پاسخ‌ها صورت می‌گیرد. در تفکر واگرا سه عنصر انعطاف پذیری، اصالت و سیالی اندیشه بیشترین تأثیر را دارند. برای اندازه‌گیری انعطاف پذیری تفکر کاربردهای مختلف یک ابزار یا یک وسیله خاص سوال می‌شود. هر چقدر پاسخ‌ها مناسب‌تر و خلاق‌تر و مبتنی بر تخیل قوی‌تر باشد، نشان دهنده انعطاف پذیری بیشتر ذهن است. علاوه بر آن، هر چه تعداد این کاربردها بیشتر باشد ذهن سیال‌تر 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 [25]. 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 به‌نفس، تمایل به پیچیدگی، سمت‌گیری زیبایی‌شناختی و ریسک‌پذیری برای اندازه‌گیری خلاقیت در افراد به کلر گرفته می‌شود [8]. و بالاخره باید از پرسشنامه کسب خلاقیت نام برد که آزمون‌ها است که توسط خود فرد صورت گرفته و دستاوردهای خلاقانه را در ۱۰ زمینه مختلف می‌سنجد [19]. آزمونهای خلاقیت، که به‌نام عمومی آزمون‌های تفکر واگرا نیز خوانده شده‌اند، در کنار نباید گسترده‌ای که داشته‌اند، با انتقاداتی نیز مواجه بوده‌اند.

- **بیش اطمینانی:** 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 به فعل در آوردن ایده‌ها، فقدان همکاری و اعتماد بین اعضای گروه از دیگر موانع در رشد و توسعه خلاقیت‌اند.
- 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 دائم در حال تغییر و تحول‌اند، 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 [15].

## ۶- اندازه‌گیری خلاقیت

تفکر واگرا، به‌سادگی هوش که با IQ اندازه‌گیری می‌شود، آزمون‌پذیر نیست. به‌بیان روشن‌تر، نمی‌توان با استفاده از روش‌های مرسوم، آزمونی 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 به‌سختی‌های سال‌های دهه ۵۰ میلادی گیلفورد برای انجمن روان‌شناسی آمریکا بازمی‌گردد [24]. 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 [6]. 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 به‌صورت دو مفهوم مستقل مورد بررسی قرار داد [14].

## ۷- برانگیختن خلاقیت مهندسی

**توفان ذهن:** طوفان ذهن<sup>۴</sup> پرکاربردترین روش تولید ایده های جدید بوده و امروزه به طور وسیعی در فعالیت های مهندسی، به کار گرفته می شود. به این منظور، گروهی از افراد انتخاب و ابتدا با ارائه توضیحاتی توسط سر گروه در مورد مسئله مورد نظر توجه می شوند و از آنها خواسته می شود که به حقایق 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 می شود که راه حل های محتمل را به روی کاغذ بیاورند. در این مرحله هیچ انتقاد، مخالفت یا قضاوتی جایز نیست و سرگروه باید بر اجرای کامل این قاعده نظارت داشته باشد. تمام پیشنهادها بدون توجه به اینکه چه میزان واقعی یا غیرواقعی هستند، نوشته می شوند، وقتی که زمان تعیین شده، که حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه است، تمام شد این مرحله به پایان رسیده و مرحله بعدی آغاز می شود.

- **تحلیل:** این مرحله شامل انتقاد و ارزیابی فهرست ایده های ارائه شده و طبقه بندی آنها، به ترتیب میزان کارایی آنها است. وقتی طبقه بندی به پایان رسید، گروه به بررسی جزئیات بهترین راه حل می پردازد.

روش توفان ذهن چندین شکل مختلف دارد. به طور مثال، 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 به طور عمیق به مسئله فکر کند و آنگاه گروه گرد هم آمده و فرایند ادامه یابد. به منظور دستیابی به نتایج با کیفیت بالاتر در این روش، چند نکته زیر باید مورد توجه قرار بگیرد.

- تعداد ایده ها اهمیت دارد و نه کیفیت آنها
- تعداد ایده های تولید شده باید زیاد باشد
- افراد گروه باید به طور فردی ایده ها را تولید کنند
- از کارگروهی تنها برای ترکیب و تصفیه ایده ها استفاده می شود
- هر یک از اعضا به طور فردی ارزشگذاری نهایی برای انتخاب بهترین ایده را انجام می دهد.
- زمان نسبتاً کوتاهی برای توفان ذهن در نظر گرفته می شود

**نگارش ذهن:** فرآیند **نگارش ذهن**<sup>۵</sup> نیز شبیه طوفان ذهن است، با این تفاوت که، به جای ارتباط کلامی، از فرایندی نوشتاری استفاده می شود. تجربه نشان داده است که این روش، تفکر فرد را بهتر از توفان ذهن بیان می کند چون در آن از کلمات و تصاویر هم استفاده می شود. در اینجا سرگروه وظیفه دارد که راه حل ها یا پیشنهاد های تقریبی را قبل از جلسه در برگه های جداگانه تنظیم کند. این برگه ها در وسط میزی قرار می گیرند. پس از آنکه حقایق مربوط به مسئله توسط

انگیزش خلاقیت عبارت از روش هایی است که عمل خلاقانه را ترغیب می کند. این روش ها بروی تنوعی از وجوه خلاقیت، چون روش های تولید ایده و روش های تفکر واگرا تمرکز دارند. برخی از این روش ها به گروه های دو یا چند نفره احتیاج دارند در صورتی که برخی دیگر را به طور فردی می توان انجام داد.

چون خلاقیت معمولاً در مواجهه با مسایل سرچشمه می گیرد، به نظر می رسد که طبیعی تر این باشد که دانشجویان مهندسی خلاقیت را به توسط تمرین در حل مسایل در خود تقویت نمایند. این انتظاری است که پس از آغاز کار حرفه ای، صنعت از آنها خواهد داشت. آموزش روش نظاممند حل مسئله به دانشجویان بسیار مهم است، چون آگاهی از ریشه حل مسئله می تواند به نحوه فعال سازی خلاقیت در دانشجویان کمک کند. از میان روش های مختلفی که به این منظور پیشنهاد شده، مدل یادگیری خلاقانه ابزاری قدرتمند برای شبیه سازی و توسعه خلاقیت را عرضه می کند [15].

فرآیند خلاق، که پیشتر توضیح داده شد، اغلب به راه حل های موفقیت آمیزی منتهی می شود، ولی وقتی که بی نتیجه می ماند، می توان از روشهایی برای برانگیختن خلاقیت و غلبه بر موانع ذهنی، استفاده کرد. اولین روش برای تحریک خلاقیت، بحث و گفتگو در مورد مسئله با همکلاسی ها یا سایر مهندسان است. اگر همکاران مناسبی نداریم می توانیم مسئله را برای غیر مهندسان توضیح دهیم. برای توضیح دقیق مسئله، لازم است که آن را به خوبی درک کرده باشیم. این روش، که منجر به سامان دادن بهتر مسئله، برای توضیح واضح تر آن میشود، ممکن است موجب شود که راه حل مناسبی به ذهن ما خطور کند [۱].

چنانچه هیچ کس برای گفتگو در مورد مسئله در دسترس نبود، می توان مسئله را، به همراه فهرستی از بهترین راه حل های "تقریبی"، که تاکنون فراهم آمده، به روی کاغذ بیاوریم. این کار شاید موجب شود که راه حل اصلی به ذهن خطور کند. ولی اگر موفق نشدیم، دست کم مسئله را به طور واضح تعریف کرده ایم. 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 به دست آوردن راه حل های بیشتر برای یک مسئله این است که افراد زیادی بروی آن کار کنند. البته به غیر از حالتی که مدیریتی قوی وجود داشته باشد، کارگروهی اغلب بازده و سرعت کار را بالا نمی برد. دلیل این امر رقابتها و تضادهای فردی است که اغلب مانع جریان یافتن و مبادله ایده های جدید می شود. 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 شده اند [۱].



فعالیت خلاقانه در زندگی روزمره فراوان است. فعالیت خلاقانه هم می‌تواند به صورت فردی انجام شده و یا به صورت گروهی و یا در یک سازمان صورت گیرد.

تحقیقات صورت گرفته در مورد یادگیری نیز مسئله فوق را تأیید کرده است [9]. این تحقیقات نشان داده است که یادگیری فرایندی اجتماعی است و به تعامل بین افراد و ارتباطات بین آنها بستگی دارد. فرایندهایی نیز که به طور سنتی با خلاقیت مربوط می‌باشند نیز جزئی از این فرایندها هستند. به نظر این گروه تفکر بدیع و نوآورانه هیچ گاه 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، به دلیل 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 به مراتب بیشتری برای کسب جایزه نوبل دارد. این امر از طرفی به دلیل شرایط تحریک کننده و پیش برنده محیطی است که در آن کار می‌کند و از سویی به علت تعاملات و ارتباطات گسترده‌تر و دسترسی به شبکه دانش و اطلاعات پیشرفته‌تر است [10].

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 [26]. 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 [22].

منافع متعددی ضرورت توجه بیشتر به خلاقیت در فرایند آموزش را مورد تأکید 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

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 [۱].

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 به خوبی می‌توان از راه دور و توسط ایمیل نیز اجرا کرد. در واقع آنچه که در اصطلاحات گفت‌وگوی اینترنتی می‌گذرد، نوعی نگارش ذهن است.

**فهرست ویژگیها:** در جایی که طوفان ذهن یا نگارش ذهن روش‌هایی عمومی اند، روش فهرست کردن ویژگی‌ها به طور 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 شده، از دانشجویان خواسته می‌شود تا زیر گروه‌هایی را تشکیل داده و همه گزینه‌های ممکن را در هر یک از زیر گروه‌ها سامان دهند. سپس از هر قسمت یک نمونه انتخاب کرده و با ترکیب آنها اشکال و گزینه‌های جدیدی را ایجاد نمایند.

## ۸- بحث و نتیجه گیری

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 عقیده اند 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 [26]. به‌نظر این دانشمندان هر یک از ما قادریم در زمینه‌هایی فعالیت‌های خلاقانه داشته باشیم، به شرط آنکه شرایط مهیا بوده و از دانش و مهارت‌های لازم در آن زمینه برخوردار باشیم. امکان





- [۳] معماریان حسین. ۱۳۹۰. روشهای توبین دانشجو محور در آموزش مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۰، صفحات ۱-۲۱.
- [4] Weisberg R.W. 2008. Creativity: Beyond the Myth of Genius. Portfolio Hardcover, 224 pp.
- [5] Shaw M.C. 2001. Engineering problem solving: a classical perspective. Noyes Publications, Norwich, NY.
- [6] 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.
- [7] Folfer H. S. & LeBlanc A.E. 1995. Strategies for creative problems-solving. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [8] 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.
- [9] Lave J. 1988. Cognition in practice, Cambridge, CU Press.
- [10] Zukerman H. 1997. Scientific Elite: Nobel Laureates in the United States, New York, Free Press.
- [11] 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.
- [12] Amabile, T. M. 1998. How to kill creativity. Harvard Business Review 76 (5).
- [13] Mumford, M. D. 2003. Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. Creativity Research Journal, 15, 107-120.
- [14] 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.
- [15] Liu Z., Schonwetter D. J. 2004. Teaching creativity in engineering. International Journal of Engineering Education, Vol.2, No. 5, pp. 801-808.
- [16] Bailli, C. 2002. Enhancing creativity in engineering students. Journal of Engineering Science Education, 11, pp 185-192.
- [17] Christiano S.J.E. & Ramirez M.R. 1993. Creativity in the classroom: special concerns and insights, in Frontiers in Education Conference, IEEE, Washington DC.
- [18] Kraft, U. 2005. Unleashing Creativity. Scientific American Mind April: 16-23.
- [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] Robinson, K. & Azzam, A. M. 2009. Why creativity now?. Educational Leadership 67 (1): 22-26.
- [21] EUA 2007. Creativity in higher education; report on the EUA creativity project 2006-2007, European University Association, 48 pp.
- [22] Open University. 2011. Creativity, community and ICT, Open learn, Open University, UK. 19pp.
- [23] Merriam-webster.com (accesse Oct 2012).
- [24] Guilford, J. P. 1967. The Nature of Human Intelligence. McGraw Hill, 538 pp. <http://fa.wikipedia.org/> (accessed 2012/11/6).
- [25] Torrance, E. P. 1974. Torrance Tests of Creative Thinking. Personnel Press.

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 دانشجو محور، با استفاده از روش‌های مختلف یادگیری فعال، و مشارکت گروهی فراگیران در فرایند یادگیری، آنها را درگیر آنچه در کلاس اتفاق می‌افتد می‌نماید [۲،۳]. 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 به‌این 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 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 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 [20].

## مراجع

- [۱] معماریان حسین، ۱۳۸۸. حرفه مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۴ صفحه.
- [۲] معماریان حسین. ۱۹۹۱. نوآوری در آموزش مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۹ صفحه.



- <http://thinktunk.blogfa.com/post-18.aspx> (accesses  
2012/11/2).
- [26] Craft A, Jeffery B, Liebling M. (eds) 2001. A hundred  
possibilities: creativity, community and ICT,  
[www.teachandlearn.org](http://www.teachandlearn.org).

#### زیر نویس ها

- <sup>1</sup> Creativity
- <sup>2</sup> Edward de Bono, Lateral Thinking
- <sup>3</sup> Divergent Thinking
- <sup>4</sup> Brain Storming
- <sup>5</sup> Brain Writing