

بررسی تحلیلی مدل‌های شاخص روند طراحی مهندسی و طراحی صنعتی

جواد یزدی پور*

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۵

تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۳۰

چکیده

آیا نظریه‌ای برای نظام‌مند کردن مراحل طراحی وجود دارد؟ و آیا طراحان تاکنون در این مورد الگوهایی را ارائه نموده‌اند. اصولاً این بررسی‌ها چه نتایجی به همراه داشته است؟ نظریات در حوزه فرآیند^۲ حل مسئله و مشکل، اغلب در حیطه علم متدولوژی^۳ مورد بحث قرار می‌گیرد، و در علوم انسانی و اجتماعی اهمیت ویژه‌ای دارد. طراحان صنعتی، که ارتباطات فرم، کارکرد عملی، تولید، اقتصاد و سایر ویژگی‌های محصول مورد بررسی قرار می‌دهند، بنا بر وظیفه، با موضوعات متنوعی روبرو هستند که الزاماً به اینگونه مباحث وارد می‌شوند. در این بررسی به مدل‌هایی که توسط مشاهیر طراحی و صاحب‌نظران در دوره‌های متفاوتی ارائه شده اشاره گردیده است و به لحاظ قرابتی که این مباحث با فرآیند طراحی در مهندسی دارد، ویژگی‌های تطبیقی و اصولی آنها مورد تحلیل و نتیجه‌گیری قرار گرفته‌اند. ضمناً با توجه به استفاده کمتر از روش‌های مبتنی بر مدل‌های فرآیند طراحی، هنوز این روش‌ها کاربردی و عام شناخته نشده‌اند، ولی اغلب بطور محدود مورد استفاده قرار می‌گیرند و از سویی دیگر طراحان کماکان به توانایی‌های فردی‌شان تکیه می‌کنند، و یا با مهارت‌های کسب شده از تجاربشان به حل مشکل می‌پردازند، بدون آنکه این تجربیات در مجامع آموزشی اصولی را از خود بر جای بگذارند. آشنایی با فرآیند کار طراحی عامل مهمی در موفقیت طراحان می‌باشد، و فرآیند محوری نیز دیدگاه جدیدی است که امروزه در طراحی‌ها و حل مسائل خرد و کلان مطرح شده و به عنوان الزامات در استانداردهای کیفیت بکار گرفته می‌شود. طراحی که بتواند مسائل را پیش‌بینی کند آمادگی بیشتری برای مقابله با مسائل را دارد. و بررسی تحلیلی - تطبیقی شیوه‌های مزبور فرصتی را برای آشنایی، تفکر، انتخاب و بکارگیری آنها ایجاد می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: روند (فرآیند)، فرآیند طراحی صنعتی^۴، طراحی مهندسی^۵، نقشه طراحی^۶، طراحی محصول^۷

* عضو هیئت علمی دانشکده هنر، دانشگاه الزهرا (س)؛ j_yazdipoor@yahoo.com

2. Process (Procedure)
3. Methodology
4. Industrial Design Process
5. Engineering Design
6. Design Map
7. Production Design

۱. مقدمه

طراحان در همان حال که تلاش می کنند از روش های موفق موجود برای بنا نهادن شیوه های مبتنی بر واقعیت بهره گیرند، همواره به شیوه هایی جدید برای اندیشیدن نیاز دارند. در این مقاله هدف ما این است که به شیوه هایی دست یابیم که در کنار امکانات و منابع موجود، بتواند طراحان امروز را نسبت به گذشته موفق تر سازد. از سویی دیگر، خلاقیت همواره مرزها و محدودیت ها را درمی نوردد و نقش یک راه حل اساسی برای مسائل و مشکلات را ایفا می نماید؛ چنان که با توانایی روزافزون انسان امروز، می توان به حل مسائل و مصائب آینده نیز تا حد زیاد امیدوار بود. این امر، الزام می نماید دانش طراحی نیز همگام با سایر زمینه ها در همه ابعاد توسعه پیدا کند.

چنان که لاوسون تصریح می نماید، «واژه طراحی^۱ هم اسم و هم فعل است. این واژه را هم می توان در اشاره به محصول نهایی به کار گرفت و هم در اشاره به فرایند عمل طراحی محصول.» (لاوسون، ۱۳۸۴: ص ۳). طراحی در امور فنی تابع روش ها و محاسبات دقیقی است که کارشناسان از آن ها در تجزیه و تحلیل خلاقانه بهره می گیرند و نتیجه کار را به استناد فرمول ها و شاخص های کمی، قابل دفاع و اثبات می سازند. با وجود این، این ویژگیها صرفاً بخشی از کارهایی است که باید صورت گیرد؛ زیرا در طرح مصنوعات که علاوه بر جنبه های کارکردی و عملی، ارزش هنری آن ها جزء اهداف طراحی قرار می گیرد، شیوه های حل مسئله باید روند ارتباط با این وجوه را نیز نمایان کند.

طراحی را نمی توان فعالیتی تجویزی تلقی نمود و تصور کرد که طراحان به صرف آشنایی با اصول اولیه طراحی، بتوانند به هرگونه طراحی به طور کامل توانمند شوند. اما به هر حال تردید نیست که این آشنایی می تواند توانایی های درونی و استعداد های آنان را بهبود بخشد و آنان را به ایجاد طرح های نو و بدیع رهنمون سازد (همان، ص ۴-۶). از این رو، شایسته است طراحی به مثابه

مسئله ای مهم مورد توجه قرار گیرد تا جایی که پاسخگوی مسائل فزاینده و پیچیده برنامه ریزی، ساخت و اجرا باشد. علاوه بر این، اصول طراح باید نیازهای زیربنایی تکنولوژی مدرن را در نظر گیرد و نیازهای روحی افرادی را که با طرح ارتباط پیدا می کنند، به گونه ای ارزشمند تامین کند. یک طرح باید بتواند عقایدی را که نقش محرک مثبت را برای جامعه ایفا می کنند تقویت کند؛ همچنین، لازم است تمام اجزا و مشخصات طرح در راستای هدف و در یک کالبد منسجم عینیت یابند و به صورت ترکیبی منظم از عملکردها و اجزای فیزیکی تحقق پیدا کنند. در این راستا، طراحان صنعتی در جایگاه افراد اصلی دست اندر کار طراحی محصولات در بخش خصوصی یا عمومی انجام وظیفه می کنند. «آنان در محدوده «طرح های کلی^۲» شان با برنامه ریزان، قوانین و ضوابط صنایع، تصمیم گیرندگان و صاحبان سرمایه، همکاران و دستیاران طراحی و اجرا و متخصصان مربوط ارتباط دارند و همه را با یکدیگر مرتبط می سازند. نوع ارتباطی که میان عوامل فوق ایجاد می گردد، نتایج تفکرات بر مبنای اطلاعات طراح و به شکل قالب در ذهن او جای گرفته است. الگوها، مدل های روند طراحی، در یک «سیستم خود سازمان دهنده ذهنی» به صورت قالب شکل می گیرند و به محض روبرو شدن فرد با موضوعات مشابه، به شکل قالب های از پیش ساخته شده، به کار گرفته می شود» (دوبونو، ۱۳۶۴: ص ۱۵ - ۱۹).

نحوه تفکر نیز می تواند در نسبت با اهداف و ارتباطات بین آن ها متفاوت و خلاقانه باشد؛ چنان که بوندو (۱۹۶۷) می گوید:

«تفکر جانبی^۳، توصیه ای است بر اتکا نداشتن کامل بر آنچه تفکر عمودی^۴ خوانده شده و چون ابزاری توصیف می شود برای حفر سوراخی عمیق تر و بزرگ تر، درحالی که تفکر جانبی ما را به حفر سوراخی در جای دیگر هدایت می کند. در واقع، هر دو نوع اندیشه در طراحی ضرورت

2. Planning Schemes
3. Lateral Thinking
4. Vertical Thinking

1. Design

دارد و باید هنگام اندیشیدن طبیعی، به چگونگی اندیشیدن نیز توجه نمود.» (de Bono, 1967). در هر حال، طراح باید به تمام نیازها و خواسته‌ها به مثابه الزامات طراحی توجه نماید و همزمان توجه داشته باشد که امکان دارد طراحی او به آسیب‌های فضای بسته عملگرایی یا تجربی^۱ دچار شود و نتیجه کار به استحکام شیوه‌های تصویب شده و استاندارد، قانونمند، خسته کننده و تکراری بینجامد که در نهایت برای خلاقیت‌های هنری و به ویژه هنرهای کاربردی محدودیت ایجاد می‌نماید. از این‌رو، ضروری است ضمن بهره‌گیری از نوآوری‌ها، برای رهایی هنر و نیل به خلاقیت، اصولی را پایه‌ریزی کنیم که خلاقیت را بارور سازند.

۲. اهداف در طراحی

طراحی بر تفکر استوار است؛ تفکری که قابل کنترل باشد و نیل به اهداف مختلف طراحی را امکان‌پذیر سازد. هدف اصلی از ترسیم فرایند طراحی، کمک به حل مسئله و یافتن راه‌حل است و برون‌داد کار یک طراح ممکن است حل کامل یک مسئله یا بخشی از آن به صورت ارایه طرح یک ماشین، محصول یا قطعه، و سیستم صنعتی باشد. طراحی ممکن است علاوه بر عملکرد اصلی سیستم، دستیابی به ارزش‌ها را به مثابه هدف در نظر گیرد و این اهداف می‌توانند آرمانی (نظیر: استقلال صنعتی و تکنولوژیک در ابعاد کلان منتهی به برتری‌ها یا افول جوامع) و یا در ابعاد خرد (نظیر: اقتصادی بودن، قابلیت ساخت، رعایت امکانات موجود، ایمنی و حفاظت و محیط زیست و امثال آن) باشند.

به لحاظ روشی، اهداف طراحی را با توجه به هدف و خواسته‌های مورد نظر، می‌توان یک روند بهینه‌سازی نیز به شمار آورد؛ به این معنی که، طراح سعی می‌نماید خواسته‌های معینی را در ارتباط با یک سیستم صنعتی، از طریق ایجاد ارتباط فکری میان عملکردها تحقق بخشد. طراح در این راستا، از طریق ایجاد پیوند میان اجزای

ماشین و اجزای طراحی (این پیوند به واسطه اجزای طراحی قسمت بافت‌ها محقق می‌شود) عملکرد مؤثر بافت سیستم را تحقق می‌بخشد. برای رسیدن به این هدف، لازم است طراح مسئله‌ها را در جهت دستیابی به راه‌حل‌های معقول و منطقی و در راستای امکانات تیم طراحی و محدودیت‌ها را برطرف کند. مهم‌ترین نکته در این میان، شناخت، انتخاب و به‌کارگیری برترین ثابت‌ها و متغیرهای طراحی است (زرکوب، ۱۳۶۷: ص ۱۰-۱۴).

برخی مفاهیم جدید از جمله مفاهیمی که معمولاً بر اساس عوامل کیفی و کمی متعدد برآورد می‌شوند و همگی در حوزه بررسی و توجه طراح و اهداف او قرار دارند؛ برای مثال: میزان آشنایی کارخانه با هدف فروش و طرح، میزان جدید بودن مفهوم و هدف برای کارخانه، میزان توانایی سازمان در نزدیکی و ارتباط با مشتری، میزان رضایت مشتری از محصولات جایگزین، میزان تاثیرات محصول جایگزین بر محصول جاری، عکس‌العمل رقبا، میزان وسعت بازار هدف، و عمر مورد انتظار محصول نیز می‌توانند جزء اهداف طراحی قرار گیرند (نوری، ۱۳۸۱: ص ۲۶۸).

۳. از پیدایش نیاز تا شروع فرایند طراحی

هر طرحی همچون هر فعالیت دیگر، آغازی دارد و نقطه آغاز طراحی، انگیزه‌ای است که برای برآوردن یک نیاز مد نظر قرار می‌گیرد؛ بنابراین، باید گفت: نیازها هستند که انگیزه‌ها را ایجاد می‌کنند و به صورت یک مسئله یا پروژه طراحی مطرح شوند (امیرفضلی، ۱۳۸۹: ص ۲۴). نیازی که منشاء انگیزه می‌گردد، از جنبه‌های مختلف می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. آگاهی به نیاز، به منزله تحقق مرحله‌ای از کار طراحی به حساب می‌آید. در فرایند طراحی، شناخت نیازها خود موضوعی مستقل محسوب می‌شود که به علت تاثیرگذاری بر برنامه‌ریزی طراحی‌ها، از وجوه مختلف قابل بررسی است؛ از این‌رو، نمی‌توان اهمیت و ارزش تمامی نیازها را مساوی و یکسان در نظر گرفت. یکی از نظریات شناخته شده در

این زمینه، نظریه هرم نیازهای آبراهام مازلو^۱ است که آگاهی و به‌کارگیری آن در موفقیت طراحان بی‌تاثیر نیست. این نظریه به طراح کمک می‌کند تا بتواند هنگام طراحی جایگاه طرح را در پاسخگویی به نیاز استفاده‌کنندگان تا اندازه‌ای مشخص سازد. مازلو برای نیازها مراتب زیر را بر می‌شمارد:

الف. نیازهای فیزیولوژیک: که اساس زنده ماندن فرد هستند. هوا، خوراک، پوشاک از نیازهای پایه و اولیه هستند و در فرایند طراحی مصنوعات مرتبط، مورد توجه قرار می‌گیرند. گفتنی است که تعادل حیاتی به تلاش‌های خودکار بدن در برقراری حالتی ثابت و طبیعی در جریان خون مربوط می‌شود که مقادیر عناصر، کانی‌ها، ویتامین‌ها و هورمون‌ها را کنترل می‌نماید؛

ب. نیازهای ایمنی: شامل حفاظت و امنیت در برابر خطرات و مقابله با تهدیدات مطرح هستند؛

ج. نیازهای اجتماعی: تعلقات به گروه و جامعه، احراز هویت، مقبولیت نزد جمع یا اجتماع، ارتباطات و دوستی از خصوصیات این نیاز هستند؛

د. نیازهای روانی: تمایلات به قدرت، احترام، موفقیت و در نهایت رضایت روانی افراد را مهیا می‌کند؛

ه. نیاز ارضای شخصی و خودشکوفایی: گرایش بالقوه افراد به شکوفایی و رسیدن به آرمان و اهداف در بالاترین جایگاه نیازها قرار دارد (مازلو، ۱۳۷۶: ۷۰-۸۳).

در فرایند طراحی، آشکار شدن نیازهای سطح نهایی، معمولاً به ارضای نیازهای فیزیولوژیک، ایمنی اجتماعی و روانی بستگی دارد (همان، ص ۸۴).

پس از آن‌که نیازها شناخته شدند و مسئله تشخیص تشخیص داده شد، تلاش برای حل نظری و عملی مسئله شروع می‌شود (مدارائی، ۱۳۶۳) و فرایند حل مسئله، پس از جهت‌یابی و یافته‌اندوزی به نتیجه‌گیری منتهی می‌شود (آریان‌پور، ۱۳۶۲: ص ۹). فیلسوفان و دانشمندان منابع مختلفی چون عقل، تجربه، قلب (دل) و وحی را برای آگاهی از حقایق و واقعیت‌های جهان هستی و کشف حقیقت

پدیده‌ها برشمرده‌اند (حافظ‌نیا، ۱۳۸۵: ص ۵). عقل به کمک استدلال و برهان، و تجربه به کمک حواس و آزمون و سایر روش‌های علمی، مراحل شناخت را طی می‌کند و نتایج کار نخبگان و دانشمندان در افزایش آگاهی و شناخت جامعه، نقش اصلی را ایفا می‌کند (همان، ص ۶).

برای شناسایی نیازهای استفاده‌کننده از محصول طراحی، هریک از سازمان‌های موفق دنیا از روشی متناسب با توانایی‌های خود استفاده می‌کنند:

«شرکت Sony توانسته با انتخاب استراتژی چندمقامی (MNS)^۲ و با طراحان محصولی که در تمام دنیا دارد، با مشتریان خود بسیار نزدیک باشد. خانواده محصولات سونی غالباً برای استفاده‌کنندگان از پیشرفت‌های تکنولوژیک با تازه‌نگهداشتن خطوط تولیدی و از همه مهم‌تر همپایی با تغییر نیازها و انتظارات مشتری همواره به‌روز می‌شود. چنانچه هر تغییر اساسی در طراحی محصول ساخته‌شده روی دهد، تجهیزات تولیدی خاصی در جایی که امکان‌پذیر باشد، قرار می‌گیرد، شایان ذکر است که هر چه هزینه طراحی مجدد بالاتر رود، احتمال انجام آن کمتر می‌گردد.» (نوری، ۱۳۸۱: ص ۲۶۷).

بنابراین نتیجه می‌گیریم که شناخت نیازها باید بر مبنای نظریه‌های روانشناختی و به شکلی کاربردی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری گردد و از این روی است که، طراحان در موسسات تولیدی بر اساس شیوه‌های خاصی گام بر می‌دارند که مبتنی بر استراتژی آن سازمان تعیین شده‌اند.

۴. تفسیر نیاز، روند ایده‌یابی و طرح مسئله

یک طراحی نهایی موفق و دارای قابلیت‌های ساخت و فروش، از پاره‌ای ضوابط بهره می‌گیرد تا خطر شکست در رقابت و فروش را به کمترین حد ممکن برساند. در راستای دستیابی به این ضوابط، آگاهی از مفاهیم نیازها و تفسیر و درجه اهمیت آن‌ها بسیار مهم است.

«باید تولیدکنندگان و در دل آنها طراحان، دائماً به دنبال مفاهیم جدید، برای محصول جدید باشند؛ به نحوی که همواره به نیازهای بازار توجه کنند و از تمامی توان بالقوه منابع بهره‌برداری نمایند. ایده‌های بهبود محصول یا تولید محصول جدید از منابع گوناگون به دست می‌آیند. واحد تحقیق و توسعه کارخانه ممکن است ایده‌های زیادی داشته باشد؛ اما بازخوردهای اطلاعاتی از مشتریان و کارگران کارخانه باعث خلق ایده‌های جدید دیگر می‌شود. رقبای، موسسات تحقیقاتی، مراجع تکنیکی و پیمانکاران نیز ممکن است باعث الهام ایده محصولات جدید شوند.» (همان، ص ۲۶۷).

طراحی محصول بر اساس نیازهای شناخته شده، پس از طی مراحل، فرآوری و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، «تبدیل ایده به محصول با خدمات واقعی، معمولاً زمانبر و گران می‌باشد. هنگامی که فرایند بهبود محصول در کارخانه انجام می‌گیرد، هزینه‌های مرتبط با انجام تغییرات در کارخانه انجام می‌گیرد، هزینه‌های مرتبط با انجام تغییرات مربوطه به مقدار خیلی زیاد افزایش می‌یابد. بنابراین ضروری است که از مفاهیم جدید محصول به سرعت و بطور موثر اطمینان حاصل شود» (همان، ص ۲۶۸). در تفسیر نیاز، هر قدر واقعیات و حقایق بیشتر و مناسب باشد و در راستای اهداف سازمان باشد، نتیجه کار طراح از دوام و عمر بیشتری برخوردار خواهد بود.

تعریف مشخصات طرح یا مسئله می‌طلبد که طراح با مشخصات ثابت یا محدودیت‌ها آشنا باشد. «محدودیت‌ها عبارت از یک خاصیت اجتناب‌ناپذیر یک مسئله است؛ یعنی بایدی که برای به دست آوردن یک طرح موفق لازم و واجب است. هر محدودیتی، انتخاب مهندس طراح را محدود می‌کند. این «محدودیت‌ها» یا «بایدها» عبارت از محدودیت‌های مشخصه‌های ورودی، خروجی، و طرح (جواب) هستند که با توجه به ملاحظات تعیین می‌شوند، از جمله:

- محدودیت‌های بُعدی یا اندازه‌ای که با محدوده مقادیر سر و کار دارند (مانند ولتاژ برق)؛
- محدودیت‌های مقرراتی و استانداردی؛

- محدودیت‌های قانونی؛
- محدودیت‌های طبیعی (نیاز بذریه نور و آب جهت رشد)؛
- محدودیت‌های تکنولوژی (چیزهایی که اختراع نشده‌اند و خود مسئله هستند).» (امیرفضلی، ص ۴۵).

محدودیت‌ها در واقع عواملی ثابت هستند که اغلب تا پایان طراحی به همان شکل باقی می‌مانند؛ اما بسیاری از طرح‌ها با توجیهاتی که پیدا می‌کنند، از مرزهای این محدودیت‌ها فراتر می‌روند و نیازهای جدیدی را که قبلاً شناخته نشده بودند یا فرصت مطرح شدن نداشتند، توجیه می‌شوند و گاه، فرصت‌های اقتصادی جدیدی را برای طراحان و صاحبان آن صنعت به وجود می‌آورند.

متغیرها مشخصات پویایی هستند که در تعریف و مشخصات طرح باید مورد توجه خاص قرار گیرند. «تنها شمار کمی از مشخصات ورودی و خروجی در فرایند طراحی ثابت هستند و بقیه حالت متغیر دارند. این متغیرها را مشخصه‌های پویایی (دینامیک) طرح می‌نامند که باید به طور کمی و کیفی مطالعه و معین گردند» (همان، ص ۴۴). تغییر و تبدیل‌های مواد به اشکال و خواص جدید در گذر تغییرات زمان، متغیرهای طرح محسوب می‌شوند. خصوصیات مسئله باید قبل از ورود به فرایند طراحی شناسایی شوند.

۵. تعامل حوزه فرهنگ و فن در فرایند طراحی

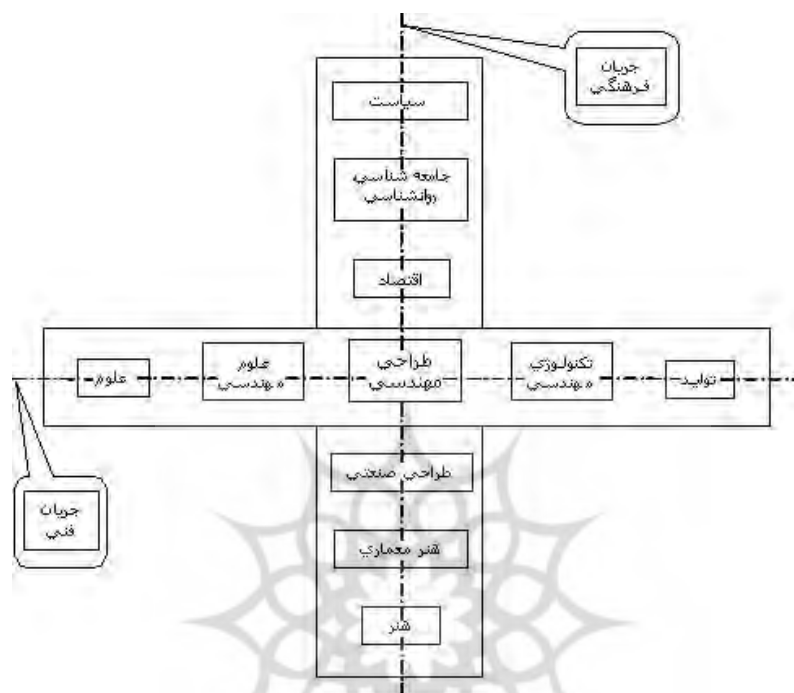
در دنیای طراحی نگرش محوری و حضور تخصص‌های مختلف در کنار هم ضرورتی شناخته شده است؛ اما این بدان معنا نیست که تیم طراحی باید ترکیبی از همه تخصص‌ها باشد؛ بلکه همکاری تخصص‌های مرتبط با موضوع طراحی به غنای طرح می‌انجامد.

به عقیدهٔ دیکسن^۱ و پنی^۲ طراحی بر مبنای دو جریان علمی انسان‌محور و فن‌محور شکل می‌گیرد (شکل ۱) و آنچه در پایان به دست می‌آید، نتیجهٔ

1. Dixon
2. Penny

زحمت و کوشش جمعی دانشمندان مختلف در تمامی اعصار است. (Pahl & others, 1996: p. 2). واقعیت فوق قابل انکار نیست؛ اما به نظر نمی‌رسد که بتوان با اطمینان از وجود ارتباطی نزدیک و فعال بین متخصصان مزبور خبر داد. بی‌تردید،

دانش امروزی در کلیت خود، بر پایه علوم بر جای مانده از گذشتگان پایه‌ریزی شده و این بر کسی پوشیده نیست؛ اما امروزه طرح‌های موفق در عرصه تولید یا خدمات، نتیجه حضور فیزیکی و دانش کلیه تخصص‌ها به شمار می‌آید.



شکل ۱: مرکزیت طراحی مهندسی در گذرگاه دو جریان اصلی و متقاطع فرهنگی و فنی - مهندسی از دیدگاه دیکسن و پنی (Pahl & others, 1996: p. 2)

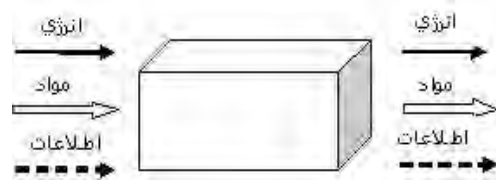
این‌رو، می‌توان نمودار مزبور را به صورت نمودار شکل ۲ نیز ترسیم کرد.

۶. فرایند و زنجیره فرایند

منظور از فرایند یا روند، تغییراتی^۱ است که در ویژگی‌های خروجی یک سیستم رخ می‌دهد و امکان دارد محصول نامیده شود. تغییرات ممکن است طبیعی رخ دهند یا نتیجه کار طراح یا عوامل او بوده و یا خارج از محدوده اختیارات انسانی و از حوزه طبیعت یا ماورای آن نشئت گرفته باشد. به طور خلاصه، فرایند اصطلاحی است که به هرگونه تغییر مرحله به مرحله به سمت یک هدف گفته می‌شود (رحمان‌زاده هروی، ۱۳۸۰: ص ۱۴).

بدیهی است در جریان متقاطع و تاثیرگذار بر طراحی‌ای که دیکسن و پنی اعلام نموده‌اند، تخصص‌های دیگری وجود دارند که نام برده نشده‌اند؛ برای مثال: علوم پزشکی و علوم انسانی؛ اما مطمئناً کلیه علوم مد نظر بوده است. نکته دیگری که باید به آن اشاره نمود، مرکزیت دادن به تخصص‌هایی است که در محل تلاقی جریان‌ها مزبور قرار گرفته‌اند و محدود به یک تخصص نیز نیستند. در تمامی طراحی‌ها ارتباطات بین‌رشته‌ای و محوریت یافتن جریان‌های مشابه وجود دارد و چنانچه هدف، انجام طراحی‌هایی باشد که باید به محصول نهایی منتهی شوند، حضور همکاران پروژه طراحی یا تسلط بر تجارب و اطلاعات محوری فوق برای طراح ضروری خواهد بود؛ از

1. Transformation



شکل ۲: فرایند تبدیل حالت و تغییر شکل (ibid, p. 30)

مردم را تأمین کنند (امیرفضلی، ۱۳۸۹: ص ۳۵). همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، در فرایند حل مسئله یا پروژه طراحی، ورودی‌ها در آغاز فرایند تبدیل حالت یا تغییر شکل قرار می‌گیرند و حاصل سعی و کوشش طراح به عنوان خروجی فرایند به دست می‌آید.

ورودی‌ها در انتزاعی‌ترین شکل خود همیشه به یکی از حالت‌های انرژی، مواد^۳ یا اطلاعات^۴ و یا ترکیبی از آن‌ها ظاهر می‌شوند و در طرف خروجی این ورودی‌ها بر اثر فرایندهایی که روی آن‌ها اعمال شده، به یک یا ترکیبی از حالت‌های کلی مذکور تبدیل یا تغییر می‌یابند (ibid, p. 31)؛ چنان‌که وقتی طراح به ثبت مشخصات طرح در یک سیستم یا رایانه اقدام می‌نماید و نتیجه کار او به صورت تصویر یا نقشه روی صفحه آماده یا چاپ می‌شود، ورودی اطلاعات طی فرایندی که در یک سیستم اتفاق افتاده، از حالت اطلاعات به شکل دیگری از آن، یعنی به نقشه کاغذی یا تصویر دیجیتال تبدیل می‌شود. همچنین ممکن است در مرحله‌ای از کار، بخشی از طرح یا کل آن به عنوان یک محصول ساخته شود و نتیجه کار طراح به شکل مصنوع یا هیئت‌مادی عینیت یابد. در این مورد، ما با تبدیل یا تغییر از اطلاعات به مواد (محصولی از جنس مواد اولیه پیش‌بینی شده) مواجه هستیم؛ البته، ورودی ماده به فرایند امری بدیهی است. طی این فرایند، فعل و انفعالاتی صورت می‌گیرد که اطلاعات در راستای نیاز یا اهداف، از خصوصیات ذاتی مواد و کنترل نسبی آن به طرح منتهی می‌شود.

«دیدگاه فرایندمحور، وظیفه را به صورت مستقل مورد توجه قرار نداده، بلکه مجموعه آنها را که به خواسته‌های مشتری جامه عمل می‌پوشاند در نظر دارد. در مفهوم فرایند محوری، کوتاه‌بینی فرد جایی ندارد، و نمی‌توان تنها به انجام درست وظیفه فردی دل خوش بود، همه دست‌اندرکاران باید کوشش خود را در جهت هدف همگانی و اصلی بسیج کنند، وگرنه فعالیت‌هایی که با هم

فرایند را جعبه تبدیل یا جعبه سیاه^۱ می‌نامند؛ زیرا در این مرحله یا در داخل این قسمت، عملیاتی انجام می‌شود که ممکن است قسمتی یا حتی همه آن برای انسان یا بیننده، ناشناخته باشد (Pahl & others, 1996: p. 31). برای پاسخگویی به نیازها و خواسته‌های مشتری، فرایندهای موجود باید کارایی و اثربخشی لازم را داشته باشند. یک فرایند، زمانی کارایی لازم را خواهد داشت که صحیح انجام گیرد و زمانی از اثربخشی برخوردار خواهد بود که درست انتخاب و طراحی شده باشد؛ پس، کارایی هر فرایند، انجام درست کار، و اثربخشی آن، انتخاب درست کار را نشان می‌دهد.

زنجیره فرایند نیز اجزایی دارد که همانند یک واحد سیستم در حوزه آن، عناصر مهمی ایفای نقش می‌کنند. طراح، به عنوان مسئول و کارگردان اصلی در برنامه‌ریزی‌ها و عملیات اجرایی در محدوده‌ای از منابع و امکانات شناخته می‌شود. مشتری، شخص یا واحدی است که نتیجه کار طراح یا مجموعه تحت مسئولیت او را دریافت می‌کند (رحمان‌زاده هروی، ۱۳۸۲: ص ۲۶۴). در فرایند طراحی، مجموعه‌ای از فعالیت‌های متوالی و مرتبط با یکدیگر، محصول خاصی را به وجود می‌آورند و ورودی‌ها یا درونداهای^۲ خاصی لازم است تا این مجموعه فعالیت‌ها به نحو درست کار کند و به محصول نهایی ختم شود. در صنعت، سهم یکایک افراد مرتبط با محصول در هر مرحله از فرایند، مورد توجه قرار می‌گیرد. این فرایندها در واقع برای دستیابی به مأموریت طراحان در نظر گرفته شده تا با عملکرد بهتر، نیازهای اساسی

۷. فرایند طراحی مهندسی

طراحی مهندسی به طراحی یک قطعه، ماشین، منظومه یا فرایندی گفته می‌شود که با توجه به محدودیت‌ها کار خاصی را به طور بهینه انجام دهد و برای این مهم، باید مراحل طی شود که در طراحی مهندسی، به فرایند طراحی یا روش طراحی در مهندسی شناخته می‌شوند (شکل ۳):

الف. مرحله شناخت نیاز و تعریف صورت مسئله: تشخیص و درک هدف، نیاز و شناسایی مشخصات اصلی و فرعی کار مورد نظر و صورت مسئله؛

ب. مرحله طراحی ابتکاری یا آفرینشی: تدوین روش‌ها، راه‌حل‌ها، طرح‌ها به صورت ایده‌های خلاقانه و ابتکاری؛

ج. پالایش طرح‌های خلاقه: غربال ایده‌های مرحله قبل و انتخاب ایده‌های مناسب؛

د. تحلیل طرح‌های پالایش شده: قرار گرفتن طرح‌ها و ایده‌هایی کاهش یافته از مراحل قبل، در مدل‌های فیزیکی و ریاضی و تکامل اجزاء؛

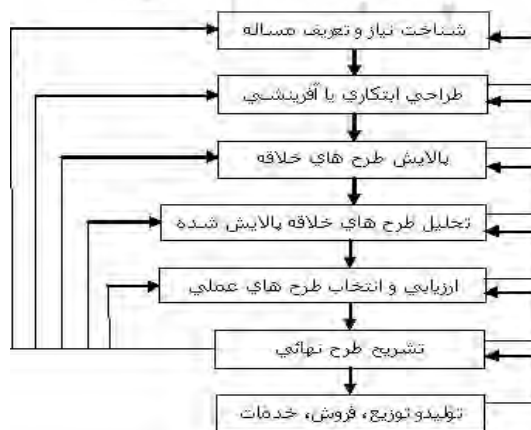
ه. ارزیابی و انتخاب طرح‌های عملی: ارزیابی، کنترل، تعمیم و بهینه‌یابی نتایج، مقایسه معیارها و تصمیم‌گیری؛

ی. تشریح طرح نهایی: تهیه مدل فیزیکی یا واقعی، نقشه‌ها و گزارش‌ها که در پی اصلاحات نهایی و بازگشت احتمالی به مراحل قبلی انجام می‌گیرد (همان، ص ۱۵-۱۴).

تعارض دارند، به نتیجه نهایی صدمه می‌زنند. در فرایندمحوری نتیجه کار با اهمیت است نه اجزای تشکیل دهنده آن. بنابراین توجه عمده به برونداد (خروجی) و درونداد (ورودی) بوده و آنچه در میانه رخ می‌دهد، تنها شرح جریان کار است» (همر، ۱۳۷۸: ص ۲۶-۸).

نگرشی که در تحلیل فرایند فوق معطوف به هدف (محصول) ذکر شده، به این صورت است که فرایند را به نام محصول پایه‌گذاری می‌کند و سایر حوادث تغییر و تبدیل فرایند را فرعی تلقی می‌نماید؛ اما سهم هر یک، کمتر از سایر عوامل نیست و نباید باشد. دیدگاه فرایندی به ما کمک می‌کند تا عوامل موثر در فرایند به خوبی دیده شوند؛ زیرا تمرکز بر برنامه‌ریزی زمانبندی شده در تمامی مراحل آغاز، میانه و انتهای کار طراحی، یکی از ویژگی‌های نگرش فرایندی است.

در مرحله شناخت فرایندنگر، «پس از مطالعه و بررسی صورت‌های مختلف برای مسئله مورد نظر و مشخص کردن حالت‌های ورودی و خروجی جعبه سیاه با توجه به محدودیت اقتصادی و زمان و غیره، فرایند طراحی (یعنی نیاز واقعی شناخته شده) را با عبارتی خلاصه متشکل از یک اسم و یک اسم مصدر تنظیم می‌کنیم و این عبارت را در داخل جعبه سیاه می‌نویسیم تا معلوم شود که اهداف طراح و طراحی چیست» (امیرفضلی، ۱۳۸۹: ص ۴۳). با روش فوق عملکرد اصلی طرح به شکلی کاملاً تجریدی تهیه و تدوین می‌گردد.



شکل ۳: فرایند طراحی در مهندسی به همراه حلقه‌های اصلاح و تکمیل (امیرفضلی، ۱۳۸۹، ص ۱۵)

۸. تعریف مسئله تحت تاثیر تخصص و مهارت‌ها

در تعریف مسئله، تخصص افراد نقش دارد و عمق توجه فرد که از دانسته‌های او ناشی می‌شود، می‌تواند نوع نگاه به موضوع را تحت تاثیر قرار دهد. این نظر وجود دارد که تعریف مسئله با حل آن فاصله کمی دارد و جهت حرکت به سوی جواب را نشان می‌دهد. در تعریف مسئله چنانچه محقق از اطلاعات لازم برخوردار نباشد - که دلایل آن ممکن است نداشتن آشنایی کافی با برخی موضوعات باشد که در حیطه تخصص او نیستند و یا تجربه‌ای از آن‌ها ندارد و آموزشی که مرتبط باشد در آن زمینه‌ها ندیده - دامنه تعاریف به زاویه دید و نگاه فرد محدود خواهد گردید.

تعریف مسئله مشخصه‌ها و ویژگی‌هایی دارد که می‌توان چنین برشمرد: باید‌ها و نبایدهای اصلی که باید برآورده شوند؛ نبایدها و محدودیت‌هایی که مشخص می‌کنند چه نباید کرد و یا چه نباید باشد؛ آرزوها، امیال یا نیازهای فرعی که برآوردن آنها خوب است اما الزامی نیست و چنانچه در نظر گرفته شوند، معمولاً هزینه و وقت اضافی تحمیل خواهند کرد (همان، ص ۴۲).

طراح باید درباره خصوصیات رفتاری افرادی که ممکن است مشتریان آینده طرح وی باشند، آگاهی داشته باشد؛ زیرا از این راه خواهد توانست از برخی «آرزوها» و «امیال» مشتریان باخبر شود و این اطلاعات به او کمک خواهد کرد تا ویژگی‌های مورد هدف را برای شروع طراحی انتخاب کند. افراد با تخصص‌های متفاوت این واژه‌ها را با مفاهیم و تعاریف مختلف می‌آموزند؛ اما در هر حال، دستیابی به این توانایی به آگاهی، تجربیات حرفه‌ای، مطالعات تخصصی و یا غیرحرفه‌ای بستگی دارد و حتی ممکن است طراح بر اساس نیاز و یا علاقه شخصی به این اطلاعات دست یافته باشد. طراح هر قدر بیشتر بتواند یک فرایند را موفقیت‌آمیز تکرار کند، تجربه بیشتری از آن به دست خواهد آورد و این امر، بر موفقیت او در کنترل و ارایه طرح تاثیرگذار خواهد بود؛ گذشته از اینکه، نوع تخصص طراحان به علت

آشنایی آنان با فرایندهای مختلف، بر طراحی آنان تاثیر می‌گذارد و این امر، اهمیت آشنایی با فرایند را بیش از پیش خاطر نشان می‌سازد.

۹. فرایند طراحی

مفاهیم هنر و طراحی را نمی‌توان به سادگی و به صورت مستقیم آموزش داد؛ بگذریم از این که، برای هر آموزشی، ابزار و روش‌های مختلف و خاصی لازم است که باید به آنها دسترسی مستقیم داشت. این، در شرایطی است که دانش تجربی کمی وجود دارد که بتواند به ارتباطات بصری یک رویکرد مفهومی کلی بدهد و از این رو، خلق شرایط سازگار با تجربیات شخصی و کشفیات فردی برای این دانش، ضروری است (داندیس، ۱۳۶۸: ص ۱۱-۱۹)؛ از این رو، این‌گونه مفاهیم در آموزش‌ها، به انگیزه و استعداد‌های ویژه‌ای نیاز دارد. هر چند در آموزش‌های فنی و مهندسی نیز شاید شرایط سخت‌تری در مراحل آموزشی اعمال شود و در شاخه‌های صنعتی، حوادث و بیماری‌های شغلی نیز به وفور وجود دارد. از سویی دیگر، مفاهیم هنری معمولاً در فضاهایی موفق‌ترند که مربی مربوط، خود در نتایج کارهای عملی که آموزش می‌دهد، عملاً شاخص‌هایی را داشته باشد و فرایند کاری را که آموزش می‌دهد، هرچه عملی‌تر به اجرا درآورده باشد.

۱۰. تفاوت طراحی مهندسی با طراحی هنری

طراحی برخی مصنوعات، ظرفیت بسیار پایینی برای پذیرش وجوه هنری و زیبایی‌شناختی دارد و طراح با عوامل شناخته شده و کمی روبه‌رو نیست تا بتواند با استفاده از فرمولی خاص آن را تحت کنترل در آورد. در این موارد، طراحی و نهادن ارزش‌های زیبایی‌شناختی در آن‌ها، کار آسانی نیست و چه بسا موفقیت در طراحی این قبیل از اشیاء، به نسبت برخی مصنوعات دیگر بسیار کم و ناچیز باشد؛ برای مثال، یک فرغون را به لحاظ کارکرد عملی که از آن انتظار می‌رود، می‌توان بدون آنکه کمتر تنوعی در فرم و زیبایی

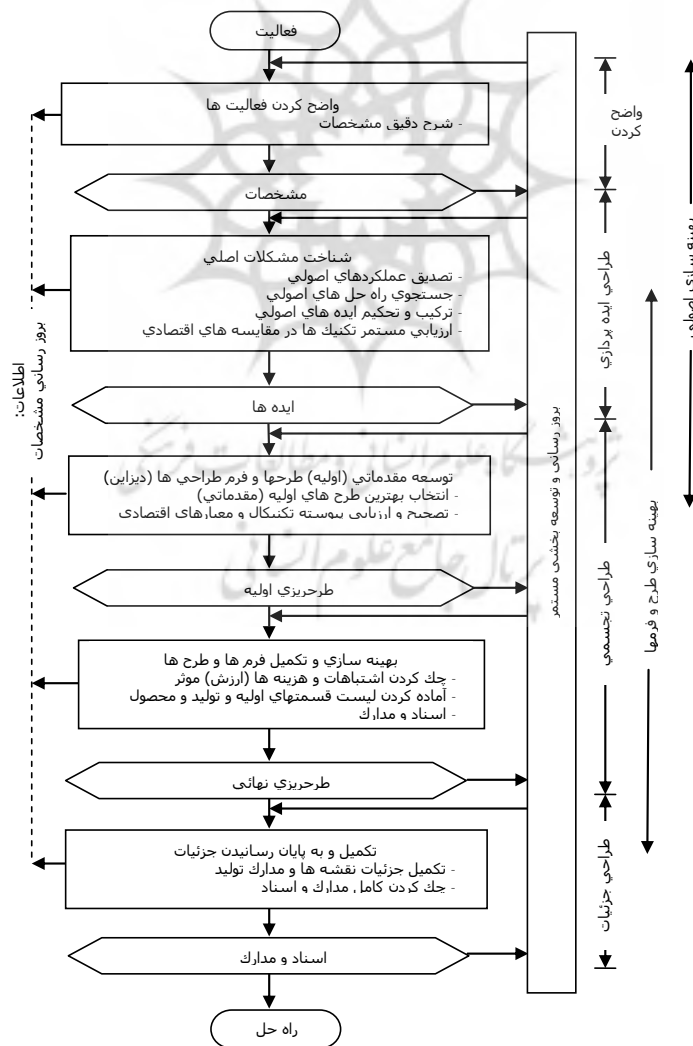
آن داده شود، به کمک روش‌های محاسباتی و به منظور تضمین استحکام و مکانیزم‌های مورد نیاز به راحتی طراحی کرد.

یک مهندس سازه ممکن است فرایند محاسبه ابعاد یک تیر در مجموعه ساختمان را طراحی بنامد؛ در حقیقت، نزدیک به تمام این فرایند، مکانیکی است و با استفاده از یک یا چند فرمول و قراردادن اعداد مربوط به بارهای فعال تیر در آن فرمول‌ها می‌توان ابعاد مورد نیاز را به دست آورد؛ البته، استفاده مهندس سازه از واژه طراحی در اینجا قابل درک است؛ زیرا فرایند با «تجزیه و تحلیل» که از طریق آن بارهای موجود دقیقاً مشخص می‌شود، کاملاً متفاوت است. از سویی دیگر، یک طراح «مُد» کاملاً درگیر خلق مجموعه‌ای جدید است. استفاده مهندس سازه،

از واژه طراحی ممکن است او را سردرگم سازد. فرایند کار مهندس به نظر می‌رسد کاملاً دقیق، نظام‌دار و حتی مکانیکی باشد؛ در حالی که، مد بیشتر تخیلی، پیش‌بینی‌ناپذیر، و خودجوش به نظر می‌رسد (لاوسون، ۱۳۸۴: ص ۴).

۱۱. نمودار مدل فرایند طراحی مهندسی

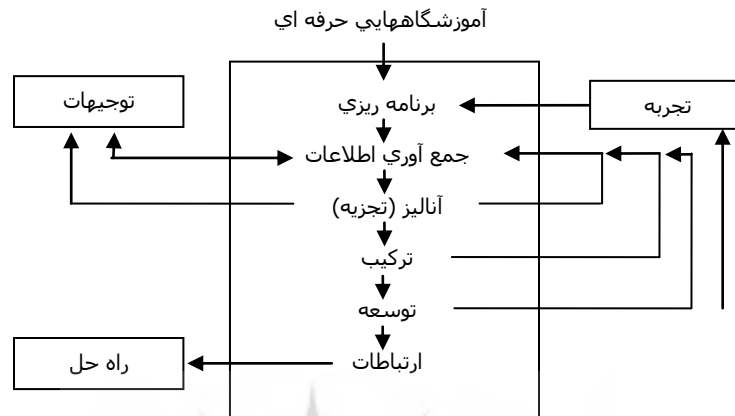
نمودارهای فرایند طراحی، حاصل تحقیقات صاحب‌نظرانی است که در این حوزه سعی دارند چارچوبی ایجاد نمایند که فعالیت‌های مورد نیاز در طراحی، به وضوح و پیوسته در اختیار طراحان باشد. در این راستا، نظریه‌های مختلفی ارائه شده که تعدادی از آن‌ها در اینجا مورد استفاده و بررسی قرار می‌گیرد.



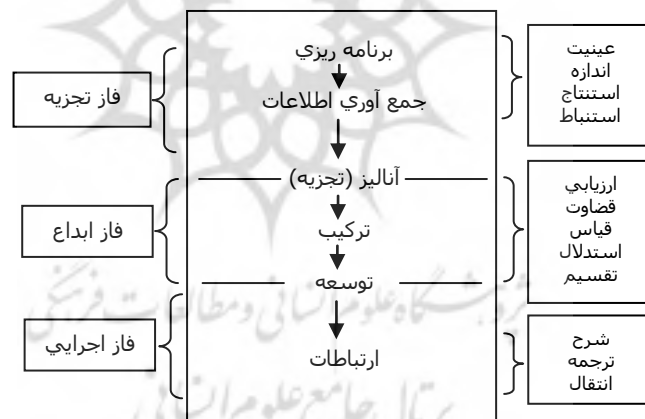
شکل ۴: مدل فرایند طراحی پال و بیتز (Pahl & others, ibid: p.130)

مراحل شناخته شده طراحی، گام‌ها را تعیین نموده و در مقایسه با نمودارهای طراحی صنعتی، به برخی مراحل فرعی (ارگونومی، عوامل اجتماعی و محیطی و غیره) اشاره نکرده است.

در مدل نموداری فرایند طراحی پال و بیتز (شکل ۴) که برای طراحی در مهندسی ارابه شده، مراحل فعالیت‌های اصلی به پنج گروه تقسیم شده و فرایندها نیز به اختصار شرح داده شده‌اند. یکی از ویژگی‌های این نمودار این است که به تفکیک



شکل ۵: فرایند طراحی عمومی، کاربری آموزشی کروس (Cross, 1984: p.64)



شکل ۶: فرایند طراحی عمومی کروس (ibid, p. 64)

آن درجه از کمال نرسیده است که اجازه استفاده از قواعد مورد قبولی را بدهد و پژوهش‌های پراکنده‌ای در این مورد انجام گرفته است که در این زمینه هر کدام از آن‌ها مدل‌ها و تکنیکی را قبول دارند. درباره تفاوت‌ها می‌توان گفت که آن‌ها مراحل طراحی را سه، چهار و یا شش مرحله‌ای قبول دارند» (Cross, 1984: p. 63).

در مدل فرایند طراحی کروس (شکل‌های ۵ و ۶) که برای طراحی عمومی در نظر گرفته شده، به جزئیات اشاره نشده است. فرایندها در شکل ۵ که کاربرد آموزشی دارد، محدود هستند و در مواردی که به لحاظ زمان یا امکانات محدودیت وجود داشته باشد، مناسب‌تر است. این نمودار برای کاربردهای مهندسی و هنری نیز قابل استفاده است. بر اساس نظریه کروس، «علم طراحی متد، هنوز به

۱۲. فرایند و نمودار طراحی صنعتی

فرایند طراحی صنعتی یکی از موضوعات اصلی بررسی ما را شکل می‌دهد. در این خصوص نظریاتی توسط محققان، طراحان

صنعتی، مهندسان، معماران و دانشمندان حوزه روش‌شناسی آرایه گردیده که هر کدام از ویژگی‌های خاصی برخوردارند.



شکل ۷: مدل فرایند طراحی صنعتی بر مبنای تئوری‌های دروس مربوط (حاجتی مدارائی، ۱۳۷۵: ص ۹-۴۳)
(تنظیم نمودار: نگارنده)

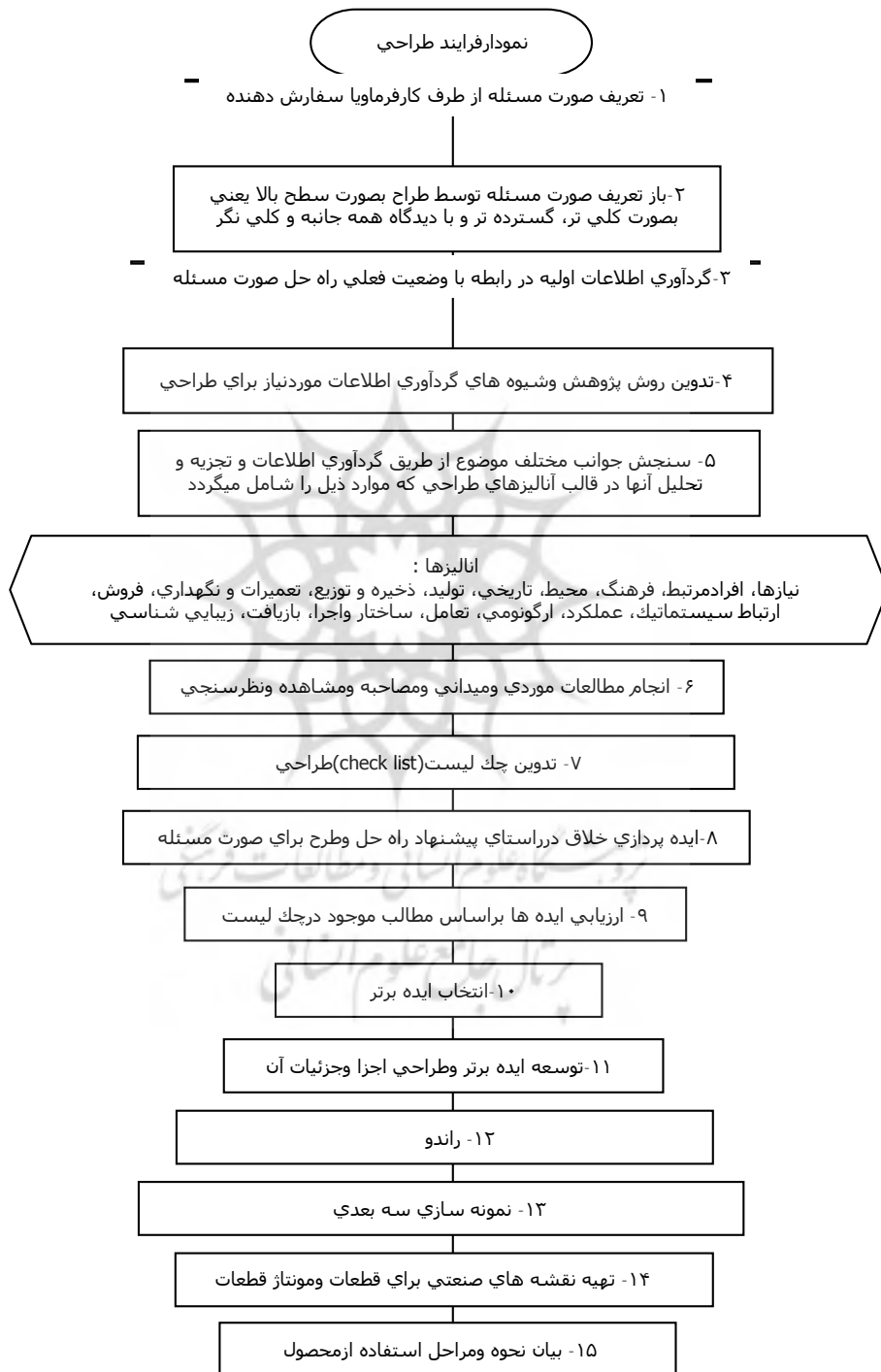
پروسه طراحی در ظاهر می‌تواند به صورت یک جریان پیچیده و سیستماتیک^۱ گسترش یابد؛

در پی کشف یا شناسایی مشکل، نیاز به راه‌حل در قالب ایده یا طرح ایجاد می‌شود (شکل ۷). «این، خود، زمینه‌ساز و نقطه شروعی است برای یک فرایند طراحی. با توجه به نوع مشکل، انجام

1. Systematic

ابتدا تا انتها و طی برنامه‌ای معین و زمان‌بندی شده، به ترتیب تقدم و تاخر انجام می‌گردند.» (حکیمی طهرانی، ۱۳۸۹: ص ۳۴-۱۲۴). در این روند، مراحل طراحی صنعتی به پانزده قسمت اصلی تقسیم شده است (شکل ۸).

بنابراین، جهت حل مشکل، لازم است آن را از پنج مرحله مختلف عبور داد تا به نتیجه و حلی صحیح و منطقی رسید» (حاجتی مدارائی، ۱۳۷۵: ص ۹). «روند طراحی صنعتی عبارت است از فرایندی سیستماتیک که طی آن، مراحل مختلف طراحی از



شکل ۸. نمودار فرایند طراحی صنعتی (حکیمی طهرانی، ۱۳۸۹: ص ۱۲۳)
(تنظیم نمودار: نگارنده)

در فرایند طراحی که مدل آن در نمودار شکل ۸ قابل مشاهده است، مراحل اصلی و فرعی در یکدیگر ادغام شده‌اند و این روش در برنامه‌ریزی عملیاتی پروژه‌ها می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۱۳. نتیجه‌گیری

فرایند طراحی، یکی از مهارت‌ها و دانش مورد نیاز طراحان صنعت به شمار می‌رود. در فرایند طراحی‌هایی که وجود دارد، ردپایی از روش‌ها و متدلوژی روش تحقیق دیده می‌شود و از این رو، تمامی این روش‌ها همگی در جهت حل مشکل و یافتن راه‌حل‌های بدیع و خلاقانه تدوین شده‌اند. بنابراین تجارب هریک از آن‌ها می‌تواند برای دیگری ارزشمند و مفید واقع گردد. در فرایند طراحی صنعتی، قرابت بسیاری با روش‌های طراحی مهندسی وجود دارد و با بررسی‌هایی که صورت گرفته، عمدتاً در اصول اولیه تفاوت چشمگیری ندارند: اغلب آن‌ها از چهار الی پنج مرحله اصلی تشکیل شده‌اند و مراحل فرعی آن‌ها، بسته به موضوعات مورد طراحی تفاوت‌هایی با یکدیگر پیدا می‌کنند.

در فرایندهای خاص طراحی مهندسی، با توجه به توانایی بالقوه‌ای که متخصصان رشته‌های مربوط دارند، بر جنبه‌های عملکردی، خواص فیزیکی و دینامیک محصولات، بیشتر تاکید می‌گردد؛ که البته، کاملاً صحیح و منطقی است. به همان نسبت، در طراحی صنعتی به منظور شناخت هر چه بیشتر مسائل و مشکلات محصول، آنالیزها و تجزیه و تحلیل‌های مختلفی دیده می‌شود. ضمناً بررسی‌های طرح شده در نمودارهای فرایند طراحی صنعتی بعضاً به صورت بین‌رشته‌ای هستند و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات مربوط، لازم است به آموزش‌های تخصصی متکی باشد؛ البته، این مسئله بحث و بررسی جداگانه می‌طلبید. گاهی زمان و توان زیادی صرف آشنایی با تخصص‌ها و یادگیری اطلاعاتی می‌گردد که طراحان برای آن‌ها آموزش حرفه‌ای ندیده‌اند و این امر، حضور مشاوران، همکاران و متخصصان رشته‌های مرتبط با هر یک از موضوعات طرح شده را موجه و

ضروری می‌سازد؛ البته، در چنین مواقعی طراح به لحاظ جایگاه معمولاً در رأس تیم طراحی قرار می‌گیرد و این مسئله، مشکلات جدیدی از جمله هزینه، امکانات و منابع را به وجود می‌آورد.

بر اساس اطلاعات به دست آمده از مقایسه نمودارهای مورد بررسی، معلوم شد اغلب این انتظار وجود دارد که توانایی‌های طراحان صنعتی، طوری باشد که در تمام زمینه‌ها صاحب‌نظر باشند؛ اما به نظر می‌رسد با توجه به تنوع تخصص‌ها، این امر اگر محال نباشد، کاری مشکل خواهد بود؛ زیرا چنان‌که در نمودارها مشاهده می‌شود، در بیشتر مدل‌های نمودار فرایند طراحی مهندسی صرفاً موارد کلی عنوان شده و وظایف فرعی در حیطه تخصص‌ها در نظر گرفته شده‌اند و این امر باید یا در آموزش‌ها و یا در مدل‌های فرایند طراحی در نظر گرفته شود؛ هرچند، آن‌گونه که کروس (۱۹۸۴) متذکر شده، علم طراحی متد هنوز به آن درجه از کمال نرسیده است که قواعد کاملی را ارائه نماید و این موضوع جای خود را در مباحث مربوط حفظ کرده است (Cross, 1984: p. 63).

منابع تصویرها و شکل‌ها

- امیر فضلی، علی (۱۳۸۹)، روش‌های طراحی در مهندسی، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- حاجتی مدارائی، سردار (۱۳۷۵)، فرایند طراحی صنعتی، جزوه ارایه شده در اولین کنفرانس طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- حکیمی طهرانی، اردشیر (۱۳۸۹)، کلیات طراحی صنعتی، فرهنگسرای میردشتی، تهران.
- Cross, Nigel (1984), **Developments in Design Methodology**, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- Pahl, G. & W. Beitz & others (1996), **Engineering Design (A Systematic Approach)**, Springer, London.

منابع

- آریان‌پور، ا.ح. (۱۳۶۲)، پژوهش، مؤسسه انتشارات امیرکبیر، تهران.
- امیرفضلی، علی (۱۳۸۹)، روش‌های طراحی در مهندسی، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- اولمن، دیوید جی. (۱۳۸۴)، طراحی در مهندسی مکانیک، ترجمه علی امیر فضلی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- حافظ‌نیا، محمدرضا (۱۳۸۵)، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.
- حاجتی مدارائی، سردار (۱۳۶۳)، یادداشت و جزوات درس کارگاه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای زیبای دانشگاه تهران.
- حاجتی مدارائی، سردار (۱۳۷۵)، فرایند طراحی صنعتی، جزوه ارایه شده در اولین کنفرانس طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- حکیمی طهرانی، اردشیر (۱۳۸۹)، کلیات طراحی صنعتی، فرهنگسرای میردشتی، تهران.
- داندیس، دونیس ا. (۱۳۶۸)، مبادی سواد بصری، ترجمه مسعود سپهر، انتشارات صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران (سروش)، تهران.
- دویونو، ادوارد (۱۳۶۴)، تفکر جانبی، ترجمه عباس بشارت‌یان، چاپخانه فرهنگ تهران.
- رحمان‌زاده هروی، محمد (۱۳۸۰)، فرایندگرایی و استاندارد ISO 9000: 2000، نشر شرکت مهندسی سامانه ساز فردا، تهران.
- رحمان‌زاده هروی، محمد (۱۳۸۲)، سازمان فرایندگرا و پارادایم‌های سازمانی، دفتر مطالعاتی-انتشاراتی اجتماع، تهران.
- زرکوب، جواد (۱۳۶۷)، اصول روش‌های طراحی مهندسی، واحد انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان، تهران.
- لاوسون، برایان (۱۳۸۴)، طراحان چگونه می‌اندیشند؛ ابهام‌زدایی از فرایند طراحی، ترجمه حمید ندیمی، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ماتوسک، رابرت (۱۳۶۷)، طراحی مهندسی، ترجمه علی امیرفضلی و احمد متقی‌پور، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- مازلو، آبراهام (۱۳۶۷)، انگیزش و شخصیت؛ ترجمه احمد رضوانی، معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.

- هاوکس، باری و ری، ابینت (۱۳۷۹)، طراحی محصول؛ ویژه طراحان صنعتی و مهندسان طراح، ترجمه: سید رضا مرتضایی، انتشارات دانشگاه هنر تهران.
- هم، مایکل (۱۳۷۸)، فراسوی مهندسی دوباره، ترجمه عبدالرضا رضائی نژاد، موسسه خدمات فرهنگی رسا تهران.

- Cross, Nigel (1984). **Developments in Design Methodology**, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- De Bono, E. (1967), **The Use of Lateral Thinking**, Jonathan Cape, London.
- Pahl, G. & W. Beitz & others (1996). **Engineering Design (A Systematic Approach)**, Springer, London.

