



کد ۲۰۴

## گسترش مدل تلفیقی مهندسی همزمان و مهندسی ارزش در توسعه محصول

(مطالعه موردی قطعات خودرو تندر ۹۰)

فرشاد ولی نژاد<sup>۱</sup>، سیدبابک ابراهیمی<sup>۲</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی دانشگاه علم و صنعت

farshad.valinezhad@renault.com

۲. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران

Babak.ebrahimi@gmail.com

### چکیده

شرکتهای امروزی توسط سه نیروی مشتریان، رقبا و دگرگونی‌ها به مسیری غیرقابل پیش‌بینی هدایت می‌شوند. به نظر می‌رسد تنها راه برای بقا، رشد و دستیابی به سود بیشتر سرعت عمل در پاسخ به نیاز مشتری، حفظ مشتری و توجه جدی به مقوله کاهش هزینه است. در این بین طراحی یک مسیر صحیح چرخه عمر محصول به گونه‌ای که بتوان با بهره‌برداری از سینرژی تیمهای کاری طراحی با کمترین تغییرات را در مدت زمان کوتاهی روانه بازار کرد به گونه‌ای که خواستههای مشتری از ابتدا در طراحی دیده شود مقوله‌ای غیر قابل اجتناب است. هدف از ارائه مقاله فوق ارائه راهکارهایی به طراحان مهندسان و تولیدکنندگان محصول می‌باشد تا با مجتمع کردن تکنیکهای همزمانی و مهندسی ارزش در تدوین پروژه توسعه و نیز بهره‌جستن از بسیاری از ابزارهای مهندسی در قالب فرایند توسعه همزمان محصول بتوانند محصولی با کمترین هزینه را در چرخه عمر محصول تولید و به بازار عرضه کنند. از این رو استفاده توأم این دو ابزار که خود برخی موارد از سایر ابزارهای متداول مهندسی بهره‌می‌جویند به عنوان هدف اصلی طرح می‌گردد. این مدل در غالب یک مدل سیال با همپوشانی فازهای مختلف یک فرایند توسعه طراحی شد که مهندسی ارزش در دو غالب افزودن اصول ارزش‌افزینی به محصول به صورت جداگانه و نیز به صورت ساختار یافته به عنوان یک فاز مجزا در بهترین نقطه اثر بخش به این مدل وارد شد. هدف دیگر انجام پژوهش بررسی میزان اجرایی بودن و صحت سنجی مدل ارائه شده در غالب یک مثال صنعتی می‌باشد تا تاثیر اجرای مدل بر روی بهبود وضعیت، افزایش سرعت کاهش و هزینه به صورت عملی با توجه به داده‌های حاصل بررسی می‌گردد.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش، مهندسی همزمان، توسعه محصول جدید، مدل VE-CE، چرخه عمر محصول





## ۱- مقدمه

امروزه با توجه به رقابت بسیار فزاینده کاستن از هزینه های تولید و طراحی برای عرضه قیمت مناسب به عنوان یک اصل اجتناب ناپذیر در باقی ماندن در صحنه مورد نیاز است. هدف انجام این پژوهش تلفیق VE و CE در غالب یک متد در بردارنده مزایای هر دو متد به گونه ای که باعث کاهش هزینه تمام شده و کاهش زمان فرایند توسعه محصول در چرخه عمر آن گردد می باشد، و می توان از آن در بستر توسعه محصول در صنعت خودرو استفاده کرد. بررسی میزان اجرایی بودن و صحت سنجی مدل ارائه شده در غالب یک مثال صنعتی می باشد تاثیر اجرای مدل بروری بهبود وضعیت، افزایش سرعت کاهش و هزینه به صورت عملی با توجه به داده های حاصل بررسی می گردد.

روش انجام تحقیق در این مقاله تلفیق روش کتابخانه ای در استفاده از منابع تئوریک یافت شده و نیز تجربیات موجود در صنعت خودرو در کنار بررسی Case اجرایی در شرکت مهرکام پارس می باشد. با توجه به نتایج برگرفته شده از مرور منابع مدلهایی در خصوص تلفیق دو روش طرح می گردد که در نهایت با توجه به تعریف دقیق و نیاز به استفاده از مدل در توسعه یک محصول جدید (عمدتاً صنعت خودرو) یکی از مدلها انتخاب و بسط داده می شود از این روش تحقیق در این مقاله به صورت مدل سازی خواهد بود.

## ۲- مروری بر مهندسی ارزش و همزمان

**مهندسی ارزش<sup>۱</sup>:** تاریخچه مهندسی ارزش به سالهای پس از جنگ جهانی دوم در شرکت جنرال الکتریک، به خاطر کمبود مواد اصلی (مواد نسوز) و مصالح خاص در تولیدات صنعتی برمی گردد. علم مهندسی ارزش توسط "لارنس مایلز" در سال ۱۹۴۷ بنیان گذاری شد. او و گروه همکاری یک سیستم قدم به قدم به نام "تجزیه و تحلیل ارزش" ایجاد کردند [۳]. در دهه ۷۰ این روش به ژاپن راه یافت و در آنجا به واسطه تاثیر پذیری از روشهای کار گروهی این کشور تغییرات مختصری در نحوه پیاده سازی پیدا کرد و اکنون این روش (و نه علم) تقریباً در سراسر جهان شناخته شده است. انجمن مهندسی ارزش آمریکا جهت استاندارد سازی متدولوژی ارزش الگوی شش مرحله ای را جهت مطالعات ارزش ایجاد کرده است [۳]. مهندسی ارزش پیش از آنکه به صورت یک تکنیک مطرح شود مبتنی بر یک فرهنگ حرفه ای است و می توان با تکنیک مهندسی ارزش خلاقیت را نهادینه کرد.

مهندسی ارزش، یکی از موفق ترین متدولوژی های حل مساله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد همراه با حفظ یا ارتقای کیفیت است. رویکرد کارکردگرایی مهندسی ارزش، سرعت بالای به نتیجه رسیدن آن و راه حل های اجرایی که ارائه می کند، از وجوه تمایز آن در مقایسه با دیگر تکنیک ها و روش های مهندسی است. یکی دیگر از رمزهای موفقیت مهندسی ارزش، انجام کار تیمی است. تیمی که با هدف مشترک و با تخصص های مختلف، کارکردهای یک پروژه را بررسی میکنند و با بهبودی خلاقانه، جایگزینی کم هزینه تر برای آن پیشنهاد می دهند. "هدف اصلی در مهندسی ارزش توجه به کار کرد است، نه ارتقای کیفیت و نه هزینه چرا که تامین کارکرد، کاهش هزینه و حفظ یا ارتقای کیفیت را خود به خود به دنبال دارد" [۵].

مهندسی ارزش در چارچوب مدیریت پروژه، ضمن توجه به تمام اجزای طرح، هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره برداری بدون افزودن بر هزینه ها یا کاستن از کیفیت کار است. انجمن آمریکایی مهندسان ارزش<sup>۲</sup>، مهندسی ارزش را کاربرد نظام یافته روشهای فنی شناخته شده برای شناسایی کارکردها در قبال کمترین هزینه کلی هزینه با حفظ قابلیت اطمینان و کیفیت مورد نظر تعریف می کند [۳].

مفهوم ارزش بسیار ساده و در عین حال بسیار پیچیده است. زیرا چیزی است که مشتری طلب می کند. به عبارت دیگر مردم به صدای با کیفیت اهمیت می دهند [۱]. در بررسی مفاهیم مهندسی ارزش ۴ مفهوم کلیدی نقش آفرینی میکنند که عبارتند از ارزش، هزینه، کارکرد، تحلیل کارکرد و عملکرد به به تفصیل در مراجع مختلف راجع به آنها سخن گفته شده است..





زمان به کارگیری مهندسی ارزش: محدوده کار مهندسی ارزش بستگی به اندازه و پیچیدگی پروژه دارد [۱۱]. بالاترین میزان برگشت می تواند زمانی انجام گیرد که در اولین مرحله از عمر پروژه قرار داریم. می توان گفت در فاز اولیه طراحی، اجرای مهندسی ارزش بسیار موثرتر است، چرا که نظریه ها هنوز به صورت مفاهیم وجود دارند. کارفرما و طراح در این مرحله در تصمیمات خود انعطاف پذیری بیشتری دارند و تغییرات آثار کمتری بر برنامه زمانبندی پروژه دارد. به عبارت دیگر، طراحی نیمه تمام را باید مهندسی ارزش کرد. به طور کلی می توان گفت، قبل از اینکه تصمیمات مهم در طراحی اتخاذ شود مهندسی ارزش توصیه می شود و در آن زمان بیشترین اثر را روی هزینه ها دارد. هر پروژه به طور معمول ۵ مرحله توسعه دارد [۲]: فرموله کردن مفاهیم مشخص کردن عملکرد، مرحله طراحی اولیه، مرحله طراحی نهائی، مرحله ساخت، مرحله عملیات. هر مرحله می تواند فرصتهای متفاوتی برای پیاده سازی کارگاه مهندسی ارزش در اختیار ما بگذارد ولی هرچه این کار در مراحل اولیه صورت پذیرد شانس بزرگتری برای تاثیرگذاری بر پروژه و کنترل اهداف پروژه از طریق بیشینه سازی ارزش پول سرمایه شده و از طریق کنترل بموقع دخیل در پروژه وجود دارد [۲]. با این وصف، بدیهی است که هرچه مهندسی ارزش زود تر و در اولین فازهای طراحی یک پروژه صورت پذیرد دستاوردهای بهتر و ثمره ای مفید تری در پی خواهد داشت.

**روش شناسی ارزش:** روش شناسی ارزش شامل کلیه فعالیت های تیم می شود که در خلال برنامه ریزی های اولیه انجام گرفته تا کنترل مدیریت پروژه را با گسترش روش های عملیاتی همراه با هزینه و پارامترهای اجرایی دربرگیرد [۴]. استانداردسازی روش شناسی ارزش ارائه دهنده یک تعریف عمومی است که می تواند به عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد. طرح کاری روش شناسی ارزش شامل سه مرحله فعالیت، مطالعات مقدماتی (یا پیش مطالعه)، مطالعات ارزش و مطالعات بعدی را دربر می گیرد. باید دقت شود تا تمام فازها و گام ها بترتیب انجام گیرند. مطالعات ارزش دستیابی به اطلاعات جدید را دنبال دارد و بر مطالعه گروه اثر گذاشته و آنها را به مطالعات و گام های بعدی راهنمایی می نماید. به هر حال فازها و گام ها باید با هم هماهنگ باشند.

مطالعات مقدماتی یا پیش مطالعه: این مرحله از مطالعات شامل فعالیت های ذیل را در بر میگیرد: شناسایی وضعیت اولیه، جمع آوری کامل اطلاعات، -تعیین عوامل ارزیابی، محدوده و روش مطالعه، تعیین ترکیب گروه.

مطالعات ارزش: مطالعه ارزش در جایی است که روش شناسی اولیه ارزش انجام شده باشد. مطالعات در این مرحله در شش فاز اطلاعات، تجزیه و تحلیل، خلاقیت، ارزیابی، بهبود و ارائه صورت می گیرد.

- فاز اطلاعات: هدف این فاز تکمیل اطلاعات و داده های مرحله مقدماتی در شروع مطالعه ارزش می باشد.

- فاز تجزیه و تحلیل عملکرد: فاز تجزیه و تحلیل عملکردها قلب روش شناسی ارزش بشمار می رود. هدف عمده آن

شناسایی و تعریف عملکردهای محصول، پروژه و یا و دسته بندی عملکردها بصورت اولیه یا ثانویه اصلی یا فرعی می باشد.

- فاز خلاقیت: هدف از فاز خلاقیت (که در برخی از موارد به نام فاز تفکر و اندیشه و یا فاز هم اندیشی یاد گردیده) طرح و بیان ایده ها و راه حل های گوناگون برای انجام هر عملکردی است که جهت بررسی انتخاب گردیده است.

- فاز ارزیابی: هدف از فاز ارزیابی ترکیب عقاید، مفاهیم و راه حل هاست که در فاز خلاقیت بوجود آمده اند تا راه حلی شایسته را برای بهبود گسترش ارزش انتخاب و پیشنهاد نماید.

- فاز گسترش (بهبود): راهکارها و گزینه هایی که در مرحله ارزیابی به عنوان راه حلهای عملی برای مسئله مورد توجه قرار گرفته اند در این مرحله مورد بررسی قرار می گیرند و قابل ارائه به کارفرما می گردند.

- فاز ارائه: هدف از فاز ارائه تعیین همزمانی و تعهد از طرف طراح، مدیر پروژه و بقیه مدیران برای ارزیابی پیشنهادات است.





**مطالعه تکمیلی ارزش (مطالعات بعدی):** هدف از مطالعات فهای اطمینان از اجرای پیشنهادی است که در مرحله مطالعات ارزش مورد تایید قرار گرفته است. وظایف جداگانه ای بوسیله مدیر به افراد تیم مطالعه VE ابلاغ می شود تا کارهای باقیمانده مربوط به طرح تایید شده کامل گردد.

**مهندسی همزمان<sup>۳</sup>:** شاید بتوان گفت مهندسی همزمان به عنوان راهکاری شناخته شده از ژاپن وارد عرصه صنعت شده است و به گونه ای ظهور خود را مدیون تکنیک QFD می باشد. تکنیک QFD اولین بار در ژاپن در شرکت صنایع سنگین میتسوبیشی در اوایل دهه ۷۰ بوجود آمد و سپس بدنه سازی تویوتا در سال ۱۹۷۷ آنرا اختیارکرد و در پی آن سایر شرکتها برای اطلاع از نقطه نظرات مشتریان از آن استفاده کردند. در این روش در گیر شدن مهندسين ساخت در ابتدای پروژه طراحی در ژاپن به آسانی مورد قبول قرار گرفت زیرا هر محصول تجهیزات و ماشین آلات ساخت خاص خود را نیاز دارد و شرکتها در این خصوص کار را به پیمانکاران (آن گونه که در امریکا مرسوم است) نمی سپارند. به این ترتیب در درون این شرکتها کار مشاوره و همفکری در قالب مهندسی همزمان به راحتی شکل گرفت [6]. موفقیت هایی که ژاپنی ها در تولید محصولات بدست آوردند صنعت اتوموبیل امریکا را بر آن داشت که تغییرات بنیادی در نحوه کار خود اعمال کند تا به این وسیله در صحنه رقابت باقی بماند. با بهبود فرهنگ و دیدگاه نسبت به این روش به تدریج بهبود یافت تا جایی که اکنون در صنایع این کشور این روش به طور گسترده به کار میرود و از آن به عنوان مطمئن ترین روش برای ارتقا کیفیت و کاهش زمان طراحی تا تولید یاد میگردد. این روش به تدریج در اروپا نیز مورد اقبال قرار گرفت به گونه ای که در سال ۱۹۸۷ مدیران فولکس واگن تصمیم گرفتند از این روش استفاده کنند. در سال ۱۹۹۰ این روش به صورت فراگیر مطرح گردید. این فرآیند در سازمان ها به عناوین دیگری چون مهندسی توأم، مهندسی چرخه عمر، مهندسی موازی، رویکرد تیمی میان رشته ای و توسعه یکپارچه فرآیند و محصول نیز شناخته می شود.

مهندسی همزمان نوعی روش طراحی برای توسعه محصولات و ساخت آنهاست که فرایندها را نیز به طور همزمان در نظر می گیرد. این روش بر شالوده کار تیمی و استفاده از برخی تکنیک های کاری بنا شده و کارایی سازمان را افزایش می دهد. در این روش، با استفاده از تیم های چند تخصصی می توان تفکر مفهومی، طراحی محصول و برنامه ریزی تولید را همزمان انجام داد. هدف این روش، ملزم کردن افراد به در نظر گرفتن تمام عوامل چرخه عمر محصول شامل نیازها مشتری و تأمین کنندگان نظیر؛ عملکرد، کیفیت، هزینه، برنامه اجرایی، تعمیر و نگهداری، از همان ابتدای کار است.

در میان تعاریف مختلف ارائه شده تعریف Winner و از محبوبیت و شهرت بیشتری برخوردار است که مهندسی ارزش را بین صورت تعریف می نماید: مهندسی همزمان یک روش سیستماتیک در یک پارچه سازی فرایند طراحی و سایر فرایندهای وابسته آن نظیر ساخت و پشتیبانی تولید و محصول می باشد. این دید باعث می شود تا طراحان از آغاز تمام اجزاء طراحی مفهومی تا بازیافت پارامترهایی نظیر کیفیت، هزینه، برنامه ریزی و نیازمندیهای را مد نظر قرار دهد [7].

$$\{ \text{فرایندهای CL} \} \longleftrightarrow \text{CE}$$

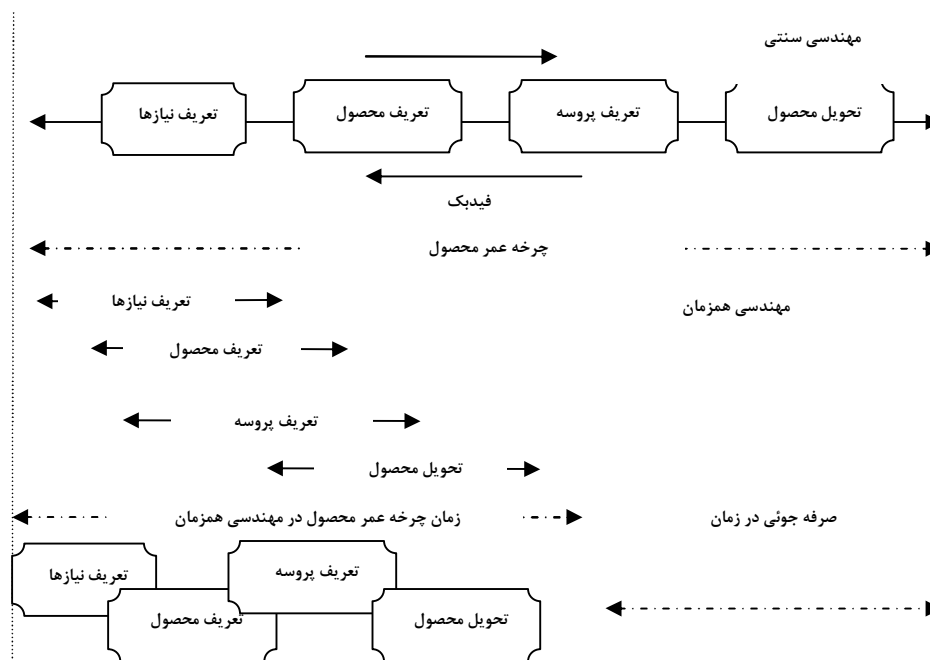
**شروع مهندسی همزمان:** در آغاز به نظر می رسد که CE مورد توجه شرکت های بزرگ بوده و می تواند تغییرات مورد نیاز آنها را ایجاد کند. بعدها مشخص شد که این روش بتدریج مورد توجه پروژه های کوچک نیز قرار گرفته و شرکت های کوچک نیز نیازهای خود را از طریق اجرای آن برطرف کرده اند. شاید علت اصلی این بود که اغلب کارکنان این نوع شرکت ها، مسئولیت های مختلفی دارند و این یعنی همان تیم های چند تخصصی برخی نیازهای اولیه برای اجرای CE عبارتند از [10]:

۱. ایجاد حرکت های بزرگ با تغییر در نگرش تمامی کارکنان به کیفیت و تغییر در فرهنگ کاری
۲. اخذ نقطه نظرات مشتری و برنامه ریزی برای ایجاد تغییر
۳. تشکیل تیم های کاری (تیم پیش طراح ۴ و تیم اصلی پروژه) و تفویض قدرت به تیم های کاری
۴. ارائه آموزش های لازم و مشخص کردن دقیق اهداف





زمان بندی فعالیتها در مهندسی همزمان در مقایسه با مهندسی سنتی: همانطور که در شکل ۳-۲ مشخص است با ایجاد همزمانی در گامهای عمده پروژه توسعه محصول زمان کلی رسیدن یک محصول را از ایده تا بازار بسیار کوتاه تر میکند. در این شکل گامهای اصلی یک پروژه عمومی نشان داده شده است. نمیتوان گفت که همه این فعالیت ها برای همه محصولات صادق است و همپوشانی آنها نیز ثابت است بلکه بنا بر نوع محصول هر فعالیت تعریف میگردد.



شکل ۱ نمودار همپوشانی فعالیت های عمده در CE

میزان همپوشانی فعالیت ها بستگی به وابستگی دو فعالیت نسبت به هم دارد. چنانچه فعالیت ها کاملاً از هم مستقل باشند در آن صورت هر دو فعالیت از سمت چپ با هم شروع میشوند و در آن صورت زمان عرضه به بازار محصول بستگی به طولانی ترین فعالیت دارد ولی چنانچه فعالیت ها با نسبتی به هم وابسته باشند در آن صورت انتقال آنها به سمت چپ تا جایی که ممکن است بستگی به سه عامل زیر دارد:

الف- حفظ ترتیب فعالیت ها، ب- حد اکثر کردن همپوشانی بین فعالیت های متوالی، ج- حل اکثر کردن استقلال فعالیت ها به طور کلی بین دو فعالیت مجاور هم بیشترین وابستگی و رابطه وجود دارد و هر چه فعالیت ها از هم دور تر باشند در آن صورت میزان وابستگی و رابطه آنها نیز با هم کمتر است. در این صورت نیاز کمتری به تبادل اطلاعات بین آنها وجود خواهد داشت. در شکل ۲-۷ مشاهده میکنیم که در کنار فعالیت بهبود مستمر فلش افقی مسیر بلوغ تدریجی محصول را نشان میدهد و فلش عمودی بازخورد هایی را که این فعالیت ها میدهند. موازی کردن فعالیت ها ی چرخه عمر نیازی است که بازار رقابتی کنونی به شرکت ها تحمیل میکند تا به این وسیله در زمان و هزینه صرفه جویی گردد.

### ۳- اصول بنیادین و اجزاء تشکیل دهنده CE

در CE بحث زمان یکی از مهمترین مباحث در تصمیم گیری و تشخیص مساله می باشد، به طوری که می توان گفت تقریباً ۸۰٪ از هزینه توسعه محصول در چرخه عمر محصول مربوط به تصمیماتی است که در ۲۰٪ اولیه برنامه گرفته می شوند [۱۰]. با توجه به این اصل و برای دست یابی به آن مهندسی همزمان بر ۸ اصل اساسی پایه گذاری شده است: تشخیص زود هنگام مشکل، تصمیم گیری زود هنگام، ایجاد ساختار برای انجام کار، هم‌ریشگی و قرابت در کار تیمی، شیوه بکار بردن اهرم دانش در ارتباطات، درک مشترک، احساس مالکیت، ثبات هدف [۱۰]. این اصول به عنوان اصول بنیادین مهندسی ارزش شناخته می شوند. موفقیت در یک





است. از این رو می توان با ذکر اجزاء تشکیل دهنده CE به بررسی این اجزاء پرداخت. این اجزا در قالب دو گروه شامل گامهای اولیه و ثانویه تشکیل دهنده محیط حاکم بر سازمانی می باشد که قصد پیاده سازی CE در سازمان خود را دارند.

| هدف ها                                                                                                                      | عنوان فعالیت                                | اجزاء اصلی همزمان                            | دهنده |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| ارتقای روحیه نوآوری و خلاقیت                                                                                                | تشکیل تیمی متشکل از افراد با تخصصهای مختلف  | تشکیل اصلی همزمان مهندسی                     | ۱     |
| سرعت درگیری تأمین کنندگان و پیمانکاران در پروژه                                                                             | ارتقاء کار تیمی و بهره جستن از توانمند سازی |                                              | ۲     |
| توانمندسازی، سازماندهی، رهبری، اندازه گیری، استقلال، حافظه فنی یا دانش know how، کارمندیابی (چه کسی برای چه شغلی مناسب است) | جهانی شدن                                   |                                              | ۳     |
| ایجاد شرکای خارجی                                                                                                           | هماهنگی با پیمانکاران و تأمین کنندگان       | اجزاء اصلی تسهیل کننده همزمانی و موزاری کاری | ۴     |
| فعالیت تیمها در فعالیتهای مختلف تعریف شده برای پروژه به صورت موازی.                                                         | کار تیمی موازی                              |                                              | ۵     |
| تفکیک محصول به عنوان راهکار اصلی مواجهه با پیچیدگی در طراحی مهندسی                                                          | تجزیه و تفکیک محصول یا خدمت                 |                                              | ۶     |
| مهندسی مجدد محصول و پروسه برای دستیابی به هم زمانی در فعالیتهاست                                                            | برنامه ریزی همزمان منابع                    |                                              | ۷     |
| استفاده از مدلهای تکرار پذیر فرایند و محصول به اشتراک گذاری اطلاعات بین تیمها                                               | پردازش همزمان                               |                                              | ۸     |
| تقسیم فعالیتهای با استفاده از مدل درختی PtBS با به ساختارهای کوچکتر                                                         | حداقل کردن تداخل                            |                                              | ۹     |
| تعریف مسیر درست و نیز نوع اطلاعات بین اعضا گروه                                                                             | ارتباطات شفاف                               |                                              |       |
| استفاده از تکنولوژیهای جدید، قابلیتهای کامپیوتری، استفاده از بانکهای اطلاعاتی، استفاده از حافظه تکنیکال، محاسبات موازی      | پردازش و عملکرد سریع                        |                                              |       |

جدول ۱: محدوده و مقایسه کامل به کارگیری مهندسی همزمان [10],[6],[12]

### ۳-۱- ابزارها و تکنیکهای خاص مورد استفاده در CE

تمامی مزایای رویکرد مهندسی همزمان از طریق بکارگیری ابزارهای تحلیلی و طراحی (مبتنی بر رایانه و فناوری اطلاعات) محقق می شود که برخی از این ابزارها عبارتند از:

ابزارهای ارتباطاتی و مخابراتی، اینترنت، ابزارهای جدید طراحی CAD/CAM/CAD؛ طراحی به کمک رایانه های دوبعدی و سه بعدی؛ ابزارهای بهینه سازی؛ مدلسازی فیزیکی؛ مدلسازی پارامتریک؛ مدلسازی شفاف و ساده؛ مدلسازی پارامتریک؛ طراحی ویژگی گرا؛ تجزیه و تحلیل اثرات شکست FMEA؛ شبیه سازی فرآیند؛ تکنیک دلفی؛ طوفان مغزی

از طرفی CE با توجه به روال تکوین و فلسفه خود با ایجاد برخی تغییر ها در برخی تکنیکها به استفاده از آنها می پردازد:





| نام تکنیک                                                      | شرح                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱ DFMA طراحی برای ساخت و مونتاژ                                | با استفاده از این ابزار می توانیم به تولید آسانتر و میزان خرابی کمتر دست یافت. با استفاده از این ابزار می توان تعداد قطعات را از ۲۰ تا ۶۰ درصد کاهش داد و هزینه قطعات را بین ۳۰ تا ۶۰ درصد کاهش داد. DFMA به تنهایی راه حل نمی باشد بلکه برای تأثیر؛ نیاز به ایجاد یک محیط توسط CE دارد. اجزاء کمتر باعث می شود که کار حین فرایند کمتر شود. بکارگیری DFMA هزینه های مونتاژ به شدت کاهش می دهد.                                                                                                                                                                  |
| ۲ طراحی برای X-Ability                                         | مفهومی است که به اعضا تیم طراحی کمک می کند که روی نیازهای مشترکشان تأکید کنند مانند: طراحی برای قابلیت اطمینان؛ طراحی برای خدمات پس از فروشی محصول؛ طراحی برای رقابت پذیری؛ طراحی برای قابلیت تست؛ طراحی برای ساخت؛ طراحی برای کیفیت؛ طراحی برای مونتاژ                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ۳ فرایند Pugh                                                  | یک روش تحلیل جهت مقایسه کردن متغیرهای گوناگون می باشد. این روش برای مشخص کردن متغیرهای بهینه کاربرد دارد. این روش به تیم طراح کمک می کند که دید بازتری نسبت به نقاط قوت و ضعف و راه حلهای بالقوه داشته باشند                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ۴ دیدگاه طراحی تا گوچی:                                        | در این دیدگاه هدف مینیمم کردن انحراف از وضع مطلوب می باشد بطوریکه هزینه های ساخت مینیمم شود (مانند ولتار خروجی از یک منبع تغذیه). هدف در این روش مینیمم کردن تأثیر انحرافات در توابع طراحی می باشد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ۶ عملکرد همزمان CFD بجای QFD                                   | توسعه تعاریف اصلی QFD باعث می شود به روشهایی دست یابیم که بتوانیم به توسعه همزمان ارزشهای رقابتی بر سیم. هدف از CFD مشارکت صدای مشتری با همه فازهای سیکل توسعه محصول می باشد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ۷ استفاده از مهندسی جامع ارزش TVM به جای مهندسی جامع کیفیت TQM | ایجاد ارزش کلی برای رسیدن به کمترین هزینه ها در کمترین زمان ممکن، که باعث حداکثر رضایت مشتری شود و سودآوری برای شرکت ایجاد کند. TVM پارادایم جدیدی برای CE می باشد که معادل TQM در سال ۱۹۹۰ می باشد. در TQM هدف رساندن یک محصول با کیفیت به بازار با قیمت مناسب بود. اما در CE فقط منظور از ارزش محدود به کیفیت نمی شود بلکه باید شرکتها یک ارزش افزوده به مدت طولانی ایجاد کنند و فرهنگ مشتری را در جهت چیزهایی نظیر توانایی هایشان Xability قابلیت ساخت، قابلیت نگهداری، قابلیت مونتاژ و قابلیت ارائه خدمات، نقش پذیری، ابزار، تکنولوژی، هزینه ها تغییر دهند. |

جدول ۲ تکنیکهای عمده مورد استفاده در پیاده سازی مهندسی همزمان [۶]

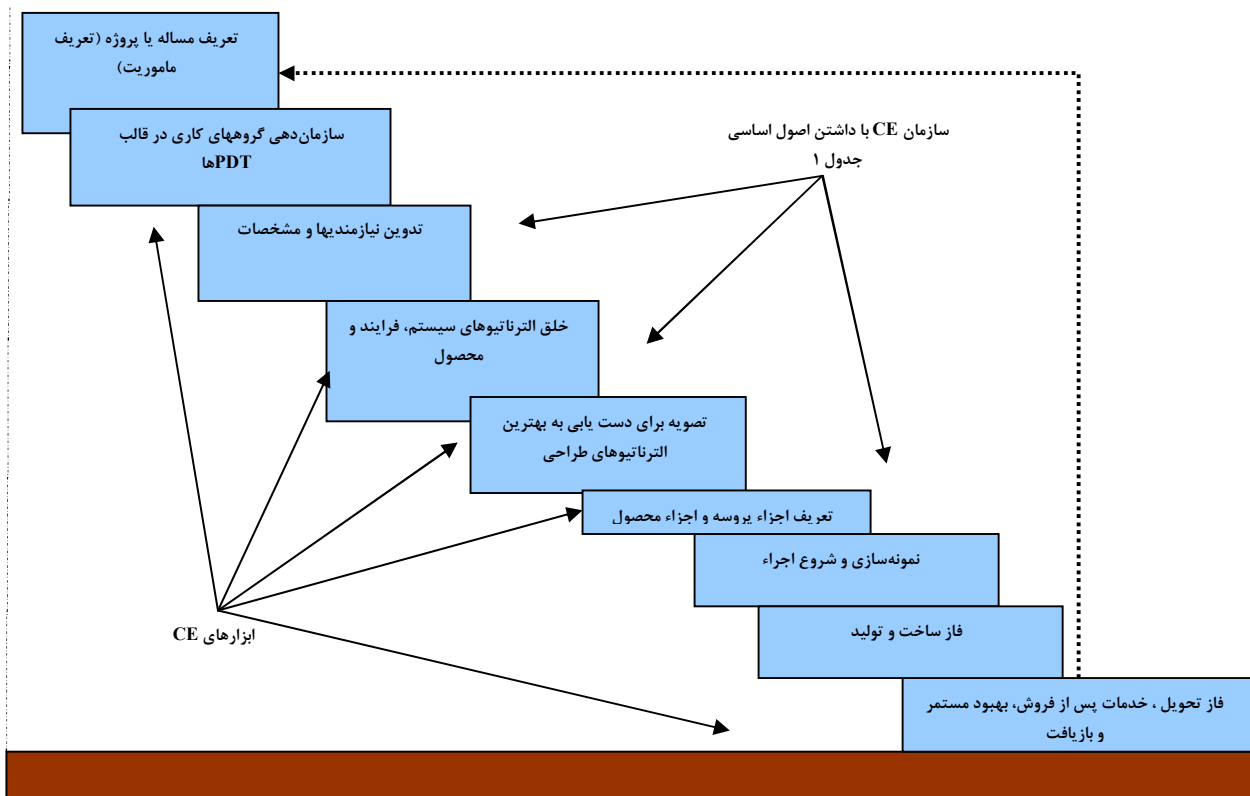






### ۲-۳- فرایند عمومی توسعه محصول در مهندسی همزمان و ساخت مدل:

در خصوص فرایند عمومی توسعه محصول از دیدگاه مهندسی همزمان مدلهائی پیشنهاد شده است که با بررسی و ادغام برخی از آنها به ساخت مدل مهندسی همزمان به عنوان بستر اصلی مدل خود می پردازیم.



شکل ۲ مدل گانت چارت گامهای مورد نیاز توسعه محصول در مهندسی همزمان







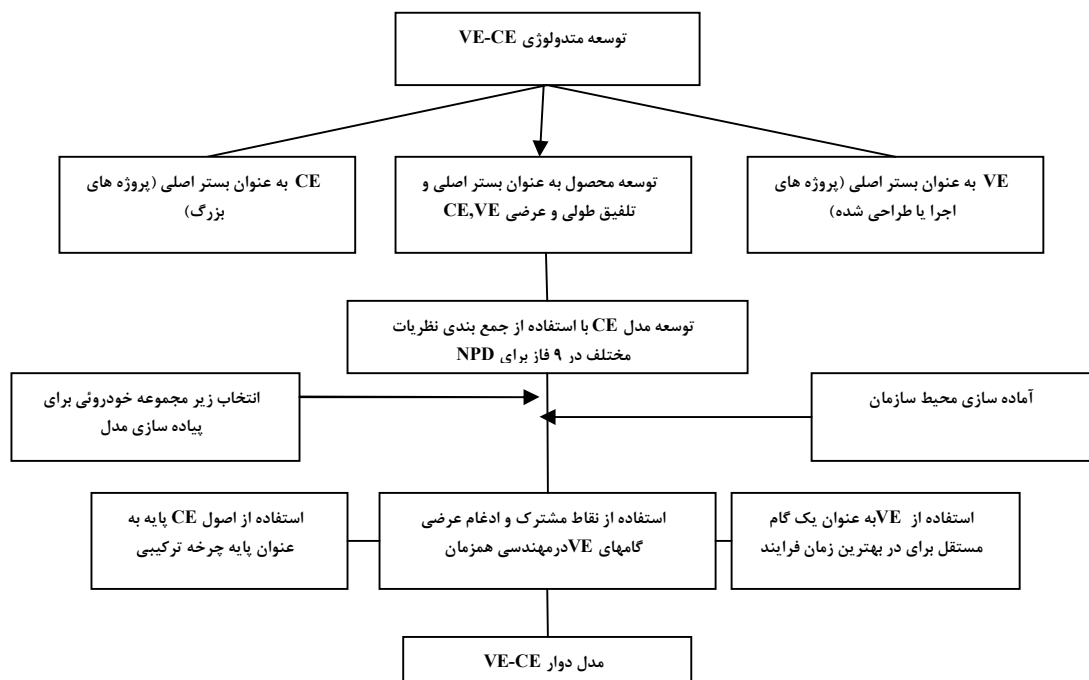
با بررسی دقیقتر برخی از مدل‌های پیشنهاد شده مشاهده می شود اصول کلی و قدم‌های فرایند توسعه در خلال چرخه عمر محصول از نقاط مشترک بسیار زیادی برخوردار می باشد. نقاط اختلاف بیشتر در ادغام و نامگذاری مراحل مختلف و نیز میزان همپوشانی فازهای مختلف را در بر میگیرد. برخی از معروفترین مدل‌های موجود در این ارتباط عبارتند از "مدل جک ریبنز [۱۱]، مدل اول پاسارد، مدل مرکب توام با حلقه های فعالیت موازی، با مطرح شده و الهام گرفتن از آنها نهایتاً مدلی به عنوان مدل مهندسی همزمان به صورت چرخه دوار با همپوشانی اجزا پیشنهاد میگردد که در ادامه فعالیت ادغام آن را با مهندسی ارزش پیگیری خواهیم کرد. با توجه به مرور فازهای مختلف ارائه شده در متدولوژیهای توسعه محصول در فصل قبل با در نظر گرفتن تمام نقاط اشتراک و ویژه گیهای منحصر به فرد هر مدل مدلی با ۹ فاز توسعه ای که در بر دارنده کل چرخه عمر یک محصول می باشد ایجاد می کنیم.

در شکل ۳-۷-۱ نمودار گانت چارت انجام فعالیتهای توسعه محصول در خلال چرخه عمر محصول آورده شده است از آنجا که در دنیای کسب و کار رقابتی امروز همواره با اتمام طراحی و ورود محصول به بازار، بهبود محصول و طراحی محصول جدید در دستور کار قرار میگیرد (خصوصاً در صنعت خودرو) نیاز است تا با یک فیدبک به فاز اول طرح باز گردیم. با در نظر گرفتن ایده فوق مدل جدیدی شکل ۳-۷ را به صورت چرخه ای که فازهای مختلف آن دارای همپوشانی زمانی و کار تیمی می باشد تعریف می گردد (**خط چین ها نشان دهنده تداخل فازها در یکدیگر می باشند**). که هسته اصلی این چرخه در بر دارنده اصول اساسی و تکنیکهای CE می باشد.

#### توسعه مدل تلفیقی VE-CE

با مطالعه در خصوص کارکرد ها و اصول حاکم بر مهندسی ارزش به این نتیجه می رسیم که CE نوعی روش طراحی برای توسعه محصولات و ساخت آنهاست که فرایندها را به طور همزمان در نظر می گیرد. این روش بر شالوده کار تیمی و استفاده از برخی تکنیک‌های کاری بنا شده و کارایی سازمان را افزایش می دهد. هدف این روش، ملزم کردن افراد به در نظر گرفتن تمام عوامل چرخه عمر محصول شامل نیازها مشتری و تأمین کنندگان نظیر؛ عملکرد، کیفیت، هزینه، برنامه اجرایی، تعمیر و نگهداری، از همان ابتدای کار است. این روش در مقابل روش سنتی توسعه محصول قرار می گیرد و در مجموع به کاهش زمان و هزینه پروژه و سایر عواملی که در بخش قبل به آنها اشاره شد می پردازد. مهندسی همزمان سعی در موازی سازی عملیات در جهت جلوگیری از دوباره کاری ها و کم کردن کل زمان فرآیند دارد و با آینده نگری هوشمندانه بهره وری را افزایش می دهد. ولی از خلاقیت و قدرت تحول بنیادی بی بهره است.





شکل ۳ فلوجارت نحوه تدوین مدل دوار VE-CE

از طرفی مشاهده کردیم مهندسی ارزش تلاشی برای بهبود و بالا بردن بهره وری بود. مهندسی ارزش مانند یک ناظر قدرتمند که قابلیت تغییر در جهت مثبت را دارد همواره در جهت اصلاحات در مجموعه بصورت یک فرآیند تکرار پذیر قابل پیاده سازی است. ولی این در شرایطی آرمانی امکان پذیر است و در شرایط عملی با مشکلات و محدودیتها و موانع بسیاری روبرو ست .

پیاده سازی مهندسی همزمان در تولید جهت کوتاه شدن زمان تولید و هزینه ها به عنوان بستر اصلی و استفاده از تکنیکهای مهندسی ارزش در بهینه کردن فرایند و محصول به عنوان ابزاری از گامهای مهندسی همزمان ، یا تشکیل تیم مهندسی ارزش جهت تجزیه و تحلیل فرایند و محصول و یافتن روشهای بهینه و استفاده از مهندسی همزمان به عنوان ابزاری در جهت پیاده سازی هر چه بهتر مهندسی ارزش (افزایش خلاقیت و تجزیه و تحلیل بهتر) در راستای افزایش بهره وری و یا تلفیقی تو در تو از هر دو روش.

VE به عنوان بستر اصلی (به کار گیری تکنیکهای مهندسی همزمان در مهندسی ارزش)

فرض میکنیم یک بنگاه تولیدی، اقتصادی که به روش سنتی اداره می شود تصمیم میگیرد جهت ایجاد تحول در ساختار بنگاه و بالا بردن بهره وری و بهبود اوضاع ، مبلغ مشخصی را هزینه کند و پیشنهاد زیر را دنبال میکند.

**گام اول:** تشکیل تیم مهندسی ارزش جهت تجزیه و تحلیل فرایند و محصول و یافتن روشهای بهینه جهت افزایش بهره وری. **گام**

**دوم:** پیاده سازی مهندسی همزمان در تولید جهت کوتاه شدن زمان تولید و پائین آوردن هزینه ها .استفاده از مهندسی همزمان خود میتواند حاصل بکار گیری تیم مهندسی ارزش باشد! بدین معنی که در تجزیه و تحلیل فرآیند ممکن است روش مهندسی همزمان برای تولید پیشنهاد گردد. لذا می توان به مهندسی همزمان به عنوان یکی از نتایج اجرای مهندسی ارزش نگریست. از این رو با فرض پایه بودن مهندسی ارزش به بررسی مدل حاصل میپردازیم. در این راهکار دو مشکل اساسی به چشم می خورد :

**نخست:** در مهندسی ارزش چون با تجزیه و تحلیل یک وضعیت موجود و سعی در ارائه یک راه حل جایگزین بهتر سروکار داریم ، همیشه یک نگاه به گذشته و کارهای انجام شده و محصولات ساخته شده و فرآیندهای موجود داریم و به دنبال ارائه راه حل بهتر می باشیم. این رویکرد ما را وادار به یافتن راه حل های خلاقانه و نوآوری می کند. ولی همیشه باید کاری انجام شده باشد یا





چند گام عقب تر از گامهای اولیه شروع پروژه خواهد شد. همیشه مهندسی ارزش در برابر عمل انجام شده قرار میگیرد و آنگاه باید در صورت داشتن راه حل بهتر به مبارزه علیه جایگزینی آن بپردازد لذا اگر این روش دیر پیاده شود باید هزینه های ناخواسته ای در بر داشته باشد. **دوم:** مهندسی ارزش آینده نگر نیست، یعنی گذشته را می بیند و سعی در بهبود آن در حال دارد و هیچ گاه مکانیزمی جهت پیش بینی و اعمال مسائل آینده ندارد. برای غلبه بر دو مشکل ذکر شده دو راه حل قابل طرح میباشد:

**نخست:** مهندسی ارزش از همان ابتدا درگیر تولد پروژه و طراحی باشد. ولی این امر برخلاف اصول اولیه مهندسی ارزش می باشد، چون در صورت دخیل بودن مهندسی ارزش در طراحی کارایی مهندسی ارزش کاسته شده و عملکرد محافظه کارا نه پیدا می کند. لذا سعی میکنیم از روش های مهندسی همزمان کمک بگیریم.

**دوم:** هنگام ارائه راه حل های خلاقانه و جایگزین، محدودیت ها و قوانین آینده نگر در مهندسی همزمان را در نظر می گیریم. در این تلفیق تیم مهندسی ارزش در زمان تحلیل و ارزیابی از تکنیک های مهندسی همزمان جهت رعایت اصول مهندسی همزمان بهره می گیرد و در نتیجه حاصل کار ارائه راه حل بهتر و بهره وری بیشتر است.

**CE به عنوان بستر اصلی (به کار گیری تکنیکهای مهندسی ارزش در مهندسی همزمان):** بنگاه تولیدی، اقتصادی ذکر شده در بخش اول این بار از روش دیگری برای تحول در ساختار بنگاه و بالا بردن بهره وری و بهبود اوضاع کمک میگیرد در این روش هزینه تخصیص یافته به این طریق هزینه میشود.

**گام اول:** مهندسی همزمان در تولید جهت کوتاه شدن زمان تولید و پائین آوردن هزینه ها به عنوان بستر توسعه انتخاب می شود و فرایند طراحی و ساخت طبق آن به جلو میرود و در گام دوم تشکیل تیم مهندسی ارزش جهت تجزیه و تحلیل فرایند و محصول یافتن روشهای بهینه جهت افزایش بهره وری مورد استفاده قرار میگیرد. در این راهکار نیز دو مشکل اساسی به چشم می خورد:

**نخست:** در مهندسی همزمان حداکثر سعی در کوتاه کردن پروسه طراحی و تولید با موازی کردن مراحل و آینده نگری برای جلوگیری از دوباره کاری ها می باشد، ولی نگرش از بالا به فرایند جهت در نظر گرفتن یک تحول کلی و جایگزینی اساسی در طرح ابراز خلاقیت ها و فناوری ها به عنوان یک اصل وجود ندارد.





**دوم:** مهندسی همزمان هرگز به مخالفت با خود نمی پردازد. پس نیاز به یک ناظر بیطرف احساس میشود. جهت حل هر دو اشکال فوق از وجود یک تیم مهندسی ارزشی می توان سود جست. چون تیم مهندسی ارزش از نفوذ و قدرت لازم برخوردار است، امکان تغییرات بنیادی را فراهم می کند و چون در طراحی و ایجاد شرایط موجود دخیل نبوده، برا حتی قادر به مخالفت می باشد. بدین صورت که در سیستمی که مهندسی همزمان در حال اجراست، کجا میتوان از تیم مهندسی ارزش کمک خواست؟ با توجه به مدل متصور برای پیاده سازی مهندسی همزمان مطابق شکل ۳-۵ مدل تلفیقی این روش در شکل ۳-۶ قابل مشاهده است.

#### ۴- انتخاب روش مناسب تلفیق در توسعه محصول در صنعت خودرو

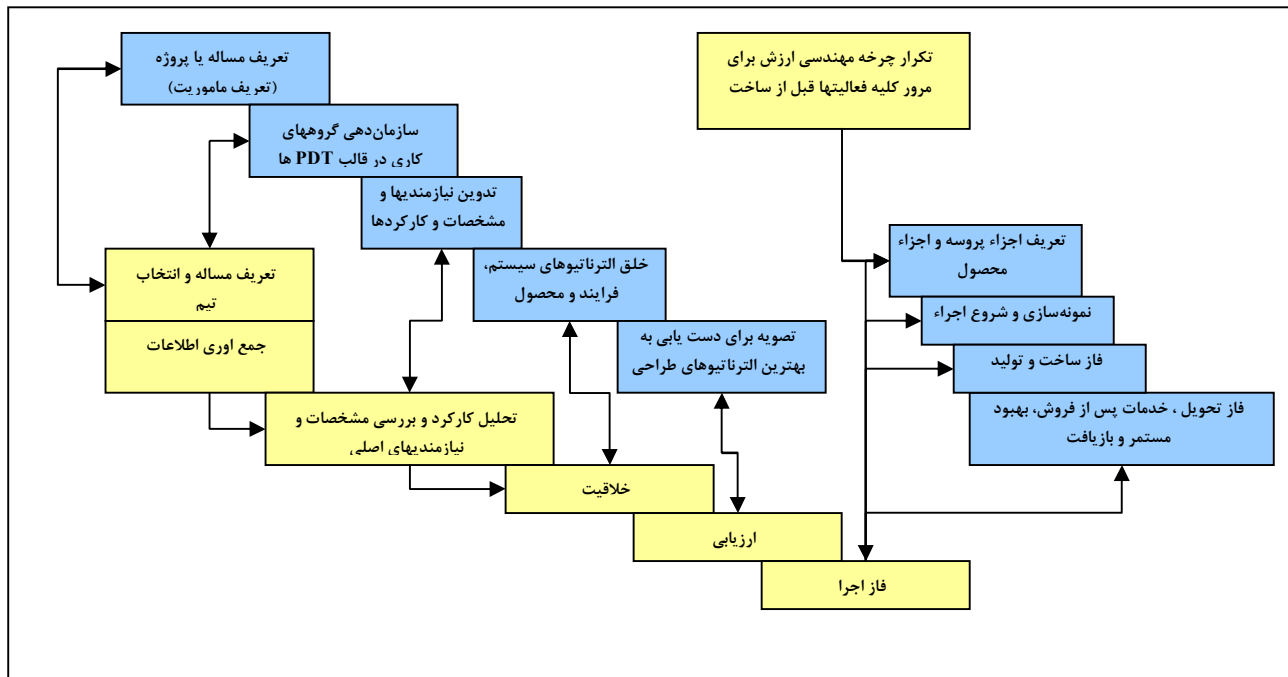
هر دو حالت تلفیق میتوانند ما را در رسیدن به بهره وری بیشتر کمک کند. روش اول برای پروژه ای پیشنهاد می شود که به صورت سنتی اداره می شود و با این رویکرد به مزایای تحلیل سنجش مهندسی ارزش و تکنیک های سرعت بخشی مهندسی همزمان دست پیدا می کنیم. روش دوم برای پروژه ای پیشنهاد می گردد که قبلا از مهندسی همزمان استفاده می شده و اکنون مهندسی ارزش می خواهد آن را تحلیل کند و بهبود ببخشد. در هر صورت با این تلفیق میتوان از مجموع مزایای اشاره شده در مورد هر یک از مهندسی های همزمان و ارزش سود جست. در روشی که ما در ادامه انتخاب می کنیم بستر فعالیت را فرایند همزمان توسعه محصول در نظر میگیریم و مهندسی ارزش را به صورت طولی (اشتراک فازهای VE و CE)، عرضی و نیز به عنوان یک گام کلی ساختار یافته وارد مدل خود میکنیم.

#### ۵-۱- بسط مدل تلفیقی مهندسی همزمان در فرایند توسعه محصولات

از آنجا که در تعریف پروژه جاری تلفیق دو کارکرد مهندسی ارزش و مهندسی همزمان می باید در بستر فرایند توسعه محصول در صنعت خودرو صورت پذیرد پس در ابتدا به ایجاد این بستر برای اعمال مدل تلفیقی در این صنعت ضروری میباشد. در گام اول با توجه به بحثهای مطرح شده و اصول اولیه مدل توسعه محصول با دیدگاه همزمانی فعالیتها را به صورت ذیل طرح می کنیم و در ادامه به بسط آن می پردازیم و ابزارهای مهندسی ارزش را به آن تزریق می نمائیم.

همانطور که در فصل دو ذکر گردید مهندسی ارزش از یک سری اصول پیروی میکند که مجموع آنها در یک روش ساختار یافته همانگونه که در شکل ۵ مشخص شده است، نقاط اتصال و اشتراک زیادی در جزئیات دو مدل مطرح شده وجود دارد به گونه ای که می توان به راحتی بساری از اصول مهندسی ارزش را چرخه توسعه همزمان محصول را به عنوان گام مشترک به کار بست، ولی از آنجا که دیدگاه عمومی به مهندسی ارزش به عنوان یک روش ساختار یافته ان می باشد ان را به عنوان گامی مستقل در بهترین زمان اجرای ان در چرخه CE وارد می کنیم.





شکل ۵ نحوه ادغام طولی و عرضی دو روش

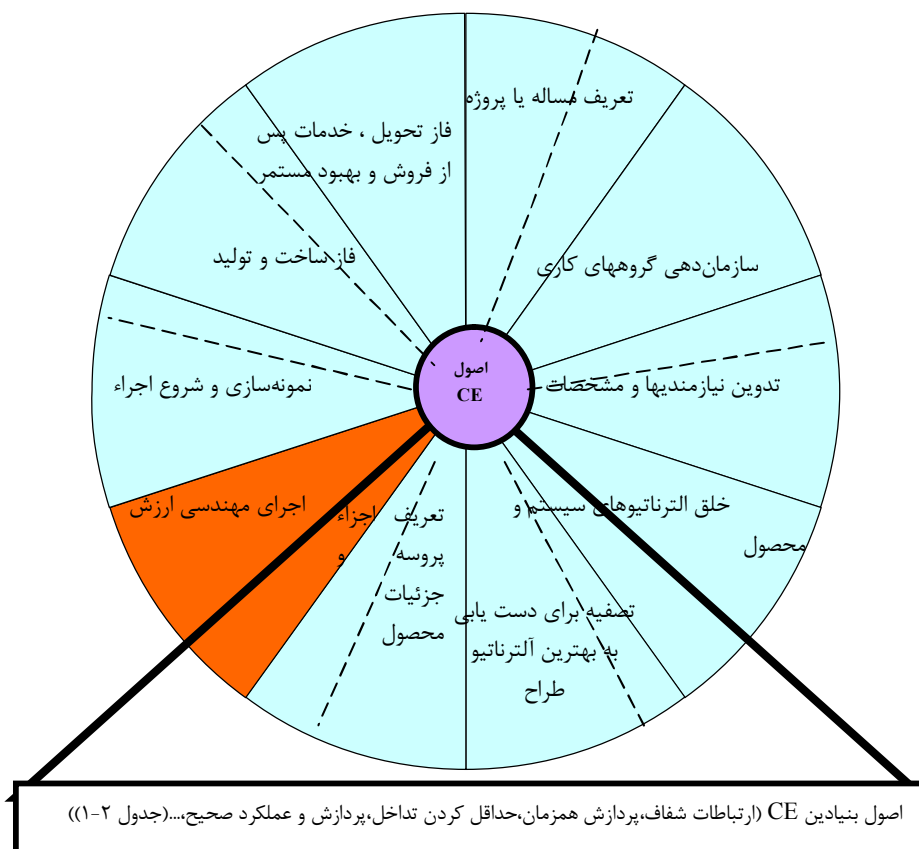




از طرفی محدوده کار مهندسی ارزش بستگی به اندازه و پیچیدگی پروژه دارد. بالاترین میزان برگشت می تواند زمانی انجام گیرد که در اولین مرحله از عمر پروژه قرار داریم. می توان گفت، در فاز اولیه طراحی، اجرای مهندسی ارزش بسیار موثر است، چرا که نظریه ها هنوز به صورت مفاهیم وجود دارند. کارفرما و طراح در این مرحله در تصمیمات خود انعطاف پذیری بیشتری دارند و تغییرات آثار کمتری بر برنامه زمانبندی پروژه دارد. در این مرحله طرح هنوز به صورت فیزیکی متولد نشده است و امکان بازنگری برای جلوگیری از اتلاف بسیار بیشتر از فاز شروع ساخت می باشد.

## ۵-۲- ارائه مدل تلفیقی تحقیق و اجرای آن

هدف از این بخش ارائه یک سری خط مشی برای توسعه محصول در چرخه عمر آن (طراحی، طراحی مجدد، ساخت، فرایند تولید، عرضه و خدمات پس از فروش) با در نظر گرفتن مفهوم و تکنیک مهندسی ارزش می باشد. مدل ارائه شده یک مدل چند برنامه ای و همزمان است و شامل ۱۰ مرحله کلی می باشد که به واسطه مبحث همزمانی با یکدیگر همپوشانی دارند. مدل فوق یک جریان ساخت یافته جهت دار ولی توأم با همپوشانی فعالیتها را نشان می دهد با توجه به دو تئوری مطرح شده در قسمت اول در این مدل سعی شده است که مهندسی ارزش و فرایند ارزش آفرینی به عنوان ابزار یا به طور جزئی تر مرحله ای از چرخه توسعه محصول تبدیل گردد. در این تعریف از تمامی ابزارهای اصلی CE و نیز مفاهیم مهندسی ارزش استفاده شده است از این رو در مرکز این چرخ به عنوان محرک اصلی این فرایند می توان اصول زیر را جای داد. 3P, 4M, 7T، اصول اساسی CE، تشکیل تیمهای CE، مباحث فرهنگی که از آن به عنوان گام اول ذکر شده است. در شرح فعالیتهای مختلف ذکر شده در مدل در ستون دوم جدول ۳ ذکر گردیده شده است. در تدوین فازهای مختلف سعی می گردد از ابزارهای مختلفی که در فصول قبلی به آنها اشاره شد بهره گیری شود.



شکل ۶-۱. پیشنهاد شده CE-VE





## ۵- بررسی پروژه رنگ سپردر قالب مدل طرح شده برای صحت سنجی مدل.

با توجه به وجود مشکلات زیاد در خصوص انجام فرایند رنگ آمیزی سپر و با توجه به نوع خاص سپر تندر از لحاظ سطح خارجی سطح متخلخل Grain این محصول به عنوان یک محصول استراتژیک برای صنعت خودرو کشور و تبدیل شدن این فرایند به یکی از گلوگاه های تولید سعی شد. با توجه به اینکه موضوع مذکور به عنوان یک فرایند ساخت و تولید که دارای مشکلات و هزینه بسیار زیادی برای مجموعه سازنده و مشتری مطرح بوجود آورده بود، موضوع به عنوان یک Case در جهت راست آزمایی مدل پیشنهاد شده تعریف شد.

همانطور که مطرح شد یکی از مهمترین اهداف پروژه تندر ۹۰ در ایران ارائه محصولات با کیفیت و قیمت مناسب به مشتری می باشد. از آنجا که مجموعه سپری دارای ارزش بالایی در بین قطعات تزئینی خودرو دارا بود و نیز با توجه به در معرض دید بودن این قطعه کیفیت ظاهری این قطعه بسیار مورد تاکید قرار می گرفت از این رو با توجه به مشکلات عدیده ای که تامین و تولید آن برای پروژه به وجود آورده بود این مجموعه به عنوان مورد کاوی صحت مدل ارائه شده در فصل قبل انتخاب گردید که در ادامه سعی خواهد شد با تعریف مساله به حل آن پردازیم.

همانگونه که اشاره شد فرایند رنگ مجموعه سپر ها در شرکت مهر کام پارس در ابتدای فاز Rampup بامشکلات زیر مواجه شد. این فرایند با توجه به امکان سنجی اولیه و در نظر گرفتن تمام ملاحظات بدست آوردن یک پروژه بزرگ توسط مهر کام پارس در خط رنگ رباتیک این شرکت تعریف و شروع به کار کرده بود. در ابتدای پروژه تمامی فرایند کسب مجوزهای کیفی و فنی سپر با دشواری فراوان در طول مدت زمان زیادی به اجرا درآمد ولی مشکلات اصلی به دلیل تیراژ کم تولید در فاز Launch به طور بارز مشخص نبود. پس از شروع فاز Ramp up و افزایش تیراژ تولید مشکلات به صورت بسیار جدی تری نمایان شد به گونه ای کل پروژه را زیر سوال برد. مشکلات عمده ای با وارد شدن به این فاز ایجاد گردید عبارت بودند از:

- ۱ - مشکلات زیاد در تعمیر و نگهداری خط پاشش رنگ رباتیک، به دلیل عدم سرویس دهی مناسب سازنده خط
- ۲ - مشکلات کیفی سطح سپر اعم از ذرات خارجی موجود در رنگ و عدم براقیت رنگ.
- ۳ - توقفات خط تولید ناشی از ظرفیت کم خط رباتیک و عدم دریافت به موقع مواد اولیه مناسب.
- ۴ - وجود ضایعات بسیار بالا در خط تولید (تحویل هزینه به خریدار سپر)
- ۵ - قیمت بالای سپر ناشی از گران شدن مواد اولیه، پروسه پر هزینه و ضایعات بسیار زیاد.

برای غلبه بر مشکل اصلی یاد شده در بالا در کوتاهترین زمان ممکن و با بالا ترین کارایی سیستم نیاز به بهره گیری توام از مهندسی ارزش و نیز مهندسی همزمان برای کاهش زمان غلبه بر مشکلات وجود داشت زیرا که بار مالی و فشار تولیدانبوه در فاز Rampup نیازمند تدبیر هر چه سریعتر راهکاری برای پروژه بود. از این رو مدل ارائه شده در قسمت قبل CE-VE را به عنوان راهکاری جهت برطرف کردن مشکل زیر انتخاب شد تا میزان صحت آن مورد بررسی قرار گیرد. خلاصه گامهای صورت گرفته در این پروژه در جدول ۳ در مقابل راهکارهای عمومی تعریف شده ذکر گردیده است. پس از اتمام پروژه مذکور نتایج ذیل از اجرای آن حاصل گردید که صحت کارایی مدل ارائه شده را در این مورد اثبات مینماید.

در یک جمع بندی کلی به این نتیجه می رسیم مدل تلفیقی ارائه شده در خصوص پروژه پیشنهاد شده به طور عمده ای باعث کاهش هزینه و کاهش زمان اجرای طرح گردید به طوری که با مقایسه زمان اجرای فعالیت فوق که عملاً شباهت زیادی با اجرای پروژه در فاز ۱ داشت زمان بسیار کمتری را به خود اختصاص داد. از لحاظ کاهش هزینه ها نیز مدل مذکور در پیشنهاد خود به







میزان ۳۵٪ صرفه جوئی را در بر داشت. خلاصه نتایج حاصله پس از پیاده سازی مدل به روی Case مطرح شده به شرح زیر قابل بیان است.

۱ - رفع مشکلات خط رنگ رباتیک در زمان نسبتاً کوتاه و استفاده از تجربیات آن در تعمیرات خط جدید در خصوص خرید ربات جدید و تعریف راهکارهایی برای اجتناب از مشکلات مشابه خط ۱۵ (کاهش زمان و هزینه تعمیرات به دلیل استفاده از تجربیات مشترک تیم PDT)

۲ - کم کردن مشکلات کیفی سطح سپر اعم از ذرات خارجی موجود در رنگ و عدم براقیت رنگ با توجه به اشتراک گذاری تجربیات قبل و نیز بازنگری ریسکهای فرایند و استفاده از VOC برای تعریف معیارهای درست مورد قبول مشتری.

۳ - حذف ضایعات بسار زیاد به واسطه بهبود کیفیت و کاهش هزینه بسیار زیاد به واسطه پیاده سازی مدل کاهش از ۵۰٪ به ۱۵٪ در زمان کوتاه و اصلاح برخی از رویه های داخلی برای دریافت مواد اولیه CKD در زمان مناسب

۴ - تعریف محصول با توجه به مرور کارکردهای اصلی آن و (حذف ماسکیکنگ و جایگزینی مواد اولیه داخلی) دست یابی به کاهش هزینه .

| عنوان                                   | گامهای اصلی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | فعالیت های صورت گرفته در پروژه                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تعریف مساله یا پروژه                    | درک نیازها و فرصتهای بازار، تعریف اهداف، معیارهای اندازه گیری، معیارهای موفقیت، دریافت نیازها و توقعات مشتری، درک برنامه تکنولوژی و بازاریابی، توسعه برنامه زمان بندی پروژه، جمع آوری اطلاعات اولیه طرح و تعیین حیطه اجرا. برخی از فعالیت های مهم در این فاز عبارتند از:<br>- درک نیازها و فرصتهای بازار و تعریف اهداف، معیارهای اندازه گیری، معیارهای موفقیت<br>- دریافت نیازها و توقعات مشتری و درک برنامه تکنولوژی و بازاریابی<br>- توسعه برنامه زمان بندی پروژه<br>- بررسی ایده موجود و تعیین قیمت هدف و تعیین قیمت فروش و حاشیه سود<br>- جمع آوری اطلاعات اولیه طرح و تعیین حیطه اجرا                                                             | تعریف مساله اصلی: تولید سپر مطابق با درخواست مشتری به صورت همزمان با کیفیت بالاتر و قیمت کمتر در این راستا پنج زیر پروژه برای دست یابی به هدف اصلی تعریف شد:<br>تدوین راهکاری برای جلوگیری از توقفات تولید ناشی از خرابی رباتهای خط و رساندن توقفات به کمتر از ۳۰ دقیقه در روز، کم کردن مشکلات کیفی خطوط رساندن ضایعات به حد قابل قبول (طبق استاندارد AVE)، افزایش ظرفیت خط به ۶۰۰ دستگاه در روز و تامین مواد اولیه و قطعات منفصله، کاهش ضایعات بالای خط و رساندن آن به مرز ۱۵٪ مطابق سایر محصولات (مشکلات عدم چسبندگی در برخی بازه ها به ۸۰ درصد میرسد که با تست کاراوش مشخص میگردد)، کاهش قیمت محصول نهایی و تطابق آن با قیمت سایر تولیدات هم کلاس به واسطه تغییر فرایند تولید یا تعریف ظاهری سپر. |
| سازمان دهی گروه های کاری در قالب PDT ها | - تعیین نقاط شروع چرخه های یک بعدی، دوبعدی و سه بعدی، تعیین تخصیص های مورد نیاز در هر گروه PDT مشخص کردن مدیر پروژه و سرپرست هر تیم. فعالیت در این فاز منجر به نتایج ذیل خواهد شد.<br>- تدوین برنامه زمان بندی پروژه، تدوین درگاه های نهایی سازی طرح، تعریف زیر پروژه های کلیدی برای اجرای سریعتر پروژه اصلی، بدست آوردن و تخصیص منابع، مشخص کردن گروه های پشتیبان در صورت نیاز، مشخص کردن مدیر سیستم و هسته مرکزی CE، درگیر کردن سازندگان به عنوان کمک طراح و تولید کننده اصلی در آینده OFM ها، تایید مجدد و بازبینی برنامه استراتژیک سازمان، محاسبه بازگشت سرمایه (Return of Investment)<br>ROI CE)، استفاده از VOC و به نوعی اجرای CFD در پروژه VE- | تشکیل تیم های ۳ گانه، انتخاب مدیر پروژه و برقراری ارتباط دائم با مشتری، تخمین نیازهای اولیه طرح، تیم تعمیرات و ظرفیت، تیم کیفیت و تولید، تیم مهندسی محصول و بازرگانی<br>- انتخاب یک مدیر پروژه از واحد فروش انتخاب می شود که موظف به کنترل فعالیت هر یک از تیم ها پروژه می باشد<br>- استفاده از VOC و به نوعی اجرای CFD در پروژه VE-CE می باشد از طرفی با برقراری ارتباط دائم با تامین کنندگان مواد و تجهیزات از نظرات آنها از ابتدای پروژه بهره جسته شد که این امر در ابتدا توسط مدیر پروژه و در ادامه توسط هر یک از تیم های درگیر صورت پذیرفت.                                                                                                                                                     |
| تدوین نیازمندی ها و مشخصات              | بازنگری اطلاعات، شناسایی بهترین راهکارهای ممکن تکنولوژیک، تدوین مشخصات فنی عملکرد، تدوین شاخص های رضایتمندی مشتری، تدوین مشخصات نهایی، تدوین برنامه بازبینی محصول، تعیین نقاط ضعف عملکرد، تدوین شاخص های ارزش محصول، کسب تایید مدیریت درخصوص شاخص های عملکردی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | اطلاعات مرجع جهت تدوین مشخصات: بازنگری اطلاعات خرابی ها و بازگشت از مشتری برای رنگ سپر ها، بررسی محدودیتهای و امکانات موجود در مهرکام پارس جهت اجرای پروژه، تدوین شاخص های ارزش محصول و فرایند تولید بر اساس طراحی سپر، تدوین مشخصات فنی و شاخص های رضایت مندی مشتری براساس استاندارد های رنو نقشه های عملیاتی و AVE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| خلق الگوریتم های سیستم                  | گروه PDT شروع به خلق ایده برای ساخت آلترناتیوهای مختلف برای محصول می کنند و از تکنیک هایی نظیر طوفان مغزی استفاده می کنند. گروه برای دست یابی به هدف فوق معمولاً دو فعالیت زیر را انجام می دهند:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | راهکارهای ارائه شده جهت کاهش توقفات و ضریب ضایعات در کوتاه مدت:<br>۱ - انجام تغییرات در پروسه تمیز کاری خط تدوین پروید نظافت هنگرهای خط.<br>۳ - استفاده از یک نوع دستمال چسب دار برای پاک کردن نهایی سپر قبل از                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>۴ - فعال سازی مجدد اتاقک الکترو استاتیک برای جذب بیشتر ذرات خارجی</p> <p>۵ - آموزش اپراتورها برای حمل و نقل مناسب و انجام فرایند Masking</p> <p>۶ - نظارت بیشتر در برنامه بازرسی روزانه کنترل برای چک کردن فام رنگ توسط کیفیت و انجام کنترل کیفیت ورودی مواد اولیه به منظور اطمینان از کیفیت مواد اولیه</p> <p>۸ - بهبود روش سفارش گذاری برای کم کردن زمان و تامین سریع مواد اولیه</p> <p><b>راهکارهای بلند مدت برای رفع تمام مشکلات:</b></p> <p>۹ - انتقال قسمتی از تولید به سازندگان دیگر (Teir 2 supplires) .</p> <p>۱۰ - انتقال تولید به خط دستی و اصلاح خط با توجه به نیازمندیهای محصول و تغییرات در محصول در صورت نیاز .</p> <p>۱۱ - داخلی کردن مواد اولیه مصرفی ( رنگ و پلی مر های پلاستیک ) به منظور کاهش هزینه و جلوگیری از توقفات ناشی از نرسیدن مواد اولیه.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>ب: پیدا کردن طرحی جدید که به صورت ذاتی نسبت به تمام طرحهای جدید برتر باشد. در خلال این فعالیت یک رشته زیرفعالیت برای تکمیل آن به شرح ذیل تعریف می شود : مشخص کردن منابع لازم برای توسعه قطعات و سیستمها ، مشخص کردن زیرسیستمهای جایگزین ، مشخص کردن مشخصه های اولیه زیرسیستمها ، مهندس مجدد ، طراحی مدل مفهومی سیستم ، آنالیز کل سیستم</p>                                                                                                                                                                                                              |
| <p>- انتقال تولید به خط دستی و اصلاح خط با توجه به نیازمندیهای محصول</p> <p>- تغییرات در محصول در صورت نیاز در خصوص حل مشکلات قیمت تمام شده محصول راهکار زیر پیشنهاد گردید .</p> <p>- داخل کردن مواد اولیه مصرفی (رنگ و پلی مرهای پلاستیک ) به منظور کاهش هزینه و جلوگیری از توقفات ناشی از نرسیدن مواد اولیه</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>ترسیم نمودار فرایند جریان FPC ، نهایی کردن مشخصات زیرسیستمها</p> <p>اجرای FMEA برای زیرسیستمها ، اجرای FMEA برای زیرسیستمها و کل سیستم ، اجرای فرایند طراحی و آنالیز CFD برای دستیابی به قابلیت های X ability ، شبه سازی کامپیوتری فرایندها و کل طرح ، تشکیل تیمهای CE بازنگری طرح ، استفاده از فیلترهای CFD در مراحل مختلف طراحی و انتخاب آلترناتیو نهایی طرح مفهومی</p>                                                                                                                                                                               |
| <p>در این قسمت اطلاعات فنی مربوط به اجراء آماده می شود به عنوان اولین گام نقشه های فنی مربوط به ساخت استند های حمل سپر نقشه های اجرایی نصب رباط و سیستم کنترل آن تعیین سرعت مناسب خط برای دست یابی به ظرفیت و کیفیت مطلوب رنگ و پخت تعیین لیست ملزومات کمک تولید (کاغذ و چسب جدید ماسکینگ ) ، اصلاح سیستم پرده آب با تغییر موتورهای میز آب و افزایش ظرفیت سیر کولاسیون آب تعیین میزان تقریبی و سیکوزیته و زمانهای Flash up ما بین فازهای مختلف (آستر ، رنگ و ریه ، کلیر ) تدوین برنامه کنترلی، تعریف نحوه حمل و نقل و جریان مواد از سالن تزریق به محل ماسکینگ انتقال ، به خط رنگ نحوه demasking و دوباره کاری و انتقال به سالن مونتاژ آخرین گام نهایی سازی برنامه ، تست محصول با توجه به تغییرات صورت گرفته</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>نهایی کردن اطلاعات فنی سیستم ، اجرای FMEA برای کل سیستم ، انتخاب معیارها و طرح اولیه تولید و مونتاژ ، نهایی کردن پروسه ساخت شامل تدوین برنامه کنترلی ، تدوین برنامه لجستیک و حمل و نقل ، تدوین برنامه ساخت قالب، ابزار و تجهیزات ، نهایی کردن قابلیت فرایند با توجه به انتخاب ابزار و تجهیزات ، تدوین آزمون برای فرایند</p>                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>- تعریف مساله مهندسی ارزش: رنگ کردن مجموعه سپر با هزینه کمتر و کیفیت بهتر</p> <p>- فاز اطلاعات: تشکیل تیمی مجتمه از سه تیم مهندسی همزمان و استفاده از اطلاعات جمع اوری شده در ۳ فاز قبل مهندسی همزمان و اطلاعات دریافتی از مشتری شوند ( عدم پاشش مناسب رنگ ، وجود ذرات خارجی در رنگ ، عدم چسبندگی مناسب رنگ در برخی لبه ها ... )</p> <p>- آنالیز کارکرد: یافتن کارکردهای اصلی و فرعی. در نمودار FAST از فعل واسم رنگ کردن و مشاهده زیبایی استفاده می کنیم کارکرد های فرعی: مقاومت رنگ در برابر نور خورشید و مایعات خارجی و نیز عدم از بین رفتن در اثر شستشو و... می باشد.</p> <p>- خلاقیت: پس از ارائه روشهای مختلف چهار پیشنهاد زیر باقی ماندند.</p> <p>۱- استفاده از Masterbatch در تزریق سپر و عدم نیاز به فرایند رنگ</p> <p>۲- بازنگری فرایند به منظور حذف اتلاف و نهایتا کم شدن قیمت</p> <p>۳- تغییر برخی مواد اولیه CKD و استفاده از مواد اولیه جایگزین ارزان تر</p> <p>۴- تغییر نحوه ماسکینگ (بسیار ساده تر کردن آن) و تغییر تعریف محصول</p> <p>- ارزیابی و یافتن ایده های منجر به کاهش هزینه منجر به انتخاب دو راهکار اصلی شد:</p> <p>الف: تغییر مواد اولیه رنگ با کاهش هزینه ای معادل ۳۵٪</p> <p>ب: راهکار تغییر Masking و وضعیت ظاهری سپر (ارائه و تأیید اولیه مدل E3)</p> <p>- ارائه گزارش و اجرا: دریافت تأیید مدیریت ارشد مشتری و سازنده و پیگیری اجرا در غالب ادامه فازهای مدل</p> | <p>تعریف و انتخاب فرایندها، برای پیاده سازی فرایند مهندسی ارزش، جمع آوری اطلاعات بیشتر درخصوص فرایندهای دارای ارزش افزوده ، تحلیل کارکردهای انتخاب شده با تعیین عملکردهای اصلی و فرعی ، جستجوی راه حلهای خلاق ، آنالیز فرایندها راهکارهای خلاقانه جهت جایگزینی فرایندهای موجود ، در فاز ارزیابی به میزان صرفه جوییها پرداخته می شود اطلاعات فاز خلاقیت طبقه بندی شده و راه حلهای بهتر با توجه به چک لیست موجود بازنگری می شود بازنگری و اجرا: در این فاز تغییرات در نقشه های محصول و فرایند تولید دیده شده و طرح برای اجراء به گام بعدی فرایند می رود.</p> |
| <p>در ان فاز این فعالیتها صورت پذیرفتند: انتخاب نهایی پیمانکاران و عقد قرارداد با توجه به قیمت و نتایج ارائه شده توسط قابلیت فرایند رنگ آمیزی و هنگامی که</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>انتخاب پیمانکاران ساخت نمونه های اولیه و تست نمونه ها و سیستم توسط پیمانکاران و طراحان ، اتمام قسمت های طراحی اولیه ، تأیید نماژ فرایند تولید و</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ربات شعله گیری ، Teach ربات شعله گیری ،مرور فرایند ماسکینگ و جریان مواد در خط تولید ،آموزش اپراتورهای خط و ماسکینگ، پارامتر های پاشش و پخت رنگ نهائی Freez گردیده ،ارائه نتایج نهائی به مشتری</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>تجهیزات و ابزارها ،نهایی شدن طرح و ساخت نمونه‌ها</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>- تعریف یک برنامه Ramp up انتقال بین خطوط و شروع به ساخت طبق برنامه<br/>- به روزآوری مدارک تولید با توجه به نتایج نهائی تستها و تولید<br/>- پیگیری تستهای با درجه دوم اهمیت</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>انتخاب پیمانکاران ساخت ،ساخت نمونه‌های اولیه و تست نمونه‌ها و سیستم توسط پیمانکاران و طراحان ،تست قابلیت فرایند طراحی شده و اصلاح آن با توجه به تجربیات برای سیستمهای مهم ،اتمام قسمتهای طراحی اولیه ،آزمون و تست فرایند تولید و تجهیزات و ابزارها ،نهایی شدن طرح Design Freez و ساخت نمونه‌ها</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>- تحویل: انتقال طبق برنامه نیمه سنکرون سایت خودرو سازان<br/>- انتقال: تعریف راهکار جهت بهبود فرایند حمل و نقل و اصلاح پالتهای حمل صورت<br/>- اجرای کایزن (بهبود مستمر) برای کاهش درصد ضایعات خط در حد سایر تولیدات شرکت MCP ،<br/>- باز یافت سپرهای ضایعاتی طی یک فرایند تعریف شده ،طراحی فرایند تولید سپرهای خدمات پس از فروش با استفاده از پالتهای مخصوص ،<br/>- انتخاب نوع رنگ آستر به دلیل دو جزئی بودن و متفاوت بودن کارکرد آن با آستر تولید انبوه نیازمند طراحی و انتخاب یک فرایند کاملاً جدید داشت که این فرایند نیز تعریف و به اجرا رسید.</p> | <p>فعالیت های عمده در این فاز عبارتند از:<br/>تحویل محصول به مشتری ،کمک به مشتری در رفع مشکلات محصول، ارائه خدمات پس از فروش و سرویسهای دوره ای، استفاده از تجربیات و ثبت آنها برای دستیابی و تعریف اهداف بلند پروازانه‌تر در دور بعدی حرکت چرخه توسعه محصولات مشابه یا بهسازی محصول فعلی ،ایجاد یک سیستم برای تحقیق و توسعه در سازمان ،بهره جستن از تجربیات و ثبت مشکلات کیفی برای محصول و مشکلات حین تولید برای اصلاح فرایند، لحاظ کردن قوانین زیست محیطی در طراحی و ساخت محصول ،کمک به بازیافت و از رده خارج کردن محصول و اجرای مهندسی ارزش به عنوان یک راهکار بهبود مستمر</p> |

جدول ۳ گامهای تعریف شده مدل VE-CE به همراه فرایند اجرای آن خصوص پروژه رنگ سپر





### جمع بندی و نتیجه گیری

در جنگل نظریه های مدیریت و روشهای گوناگون مهندسی شاید بتوان عنوان کرد متدهای مختلف مهندسی عنوان شده دارای نقاط اشتراک بسیاری می باشند که در بسیاری موارد می توان با ترکیب آنها مدلهای جامعتری را ابداع نمود که به طور همزمان تعداد زیادی از این نظریه ها را در بر گیرد، و در زمان کوتاهتری نتایج بهتری را برای استفاده کنندگان به ارمغان آورد. امروزه در دنیای رقابتی و مشتری گرایی که در جستجوی خلق ارزش و حذف اتلاف است، مدیریت پروژه به صورت موازی، تلاشی برای جلوگیری از دوباره کاری و صرف زمان کمتر برای رسیدن یک محصول کم ایراد به بازار را به وجود آورده است از طرفی مسلح کردن آن به سایر تکنیکها نظیر مهندسی ارزش، قدرتی فراتر از حد انتظار می دهد.

توجه به نقاط مشترک بسیاری که بین دو روش مهندسی ارزش و مهندسی همزمان وجود دارد، تلفیق آنها باعث کامل شدن هر دو روش می گردد. از طرف دیگر، مهمترین سوالی که در زمان طراحی یک محصول مناسب مطرح می شود اینست که بهترین راه برای تخصیص منابع جهت حداکثر کردن رضایت مشتریان چیست؟ پاسخ به این سوال دارای جنبه های مختلفی بوده که روش تلفیقی VE-CE پاسخ مناسبی برای این سوال بدست می دهد.

### فهرست منابع و مآخذ

- [۱]- توکلی مقدم رضا، شکاری امیر، "مهندسی ارزش ابزار قدرتمند بهره وری"، مهندسی ارزش ابزار قدرتمند بهره وری، ماهنامه تدبیر ۱۳۲، اردیبهشت ۸۵
- [۲]- شریفی میلانی هامون، "موفقیت در اجرای مهندسی ارزش"، ماهنامه تدبیر ۱۸۴، شهریور ۸۶.
- [۳]- جبل عاملی محمد سعید. میرمحمد صادقی علیرضا؛ "مهندسی ارزش معرفی، سوء تعبیرها و روابط متقابل" تهران نشر فرات ۱۳۸۰
- [۴]- سید حسینی سید محمد، میر محمد صادقی علیرضا، امام سید محمد رضا، "چگونگی استانداردسازی روش شناسی ارزش" مقالات نخستین سمینار ملی مهندسی ارزش، دی ماه سال ۱۳۸۰
- [۵]- سلیمی محمد حسین، کریمی محمود، "بهبود بی تردید: آموزش کاربردی مهندسی ارزش-چاپ اول، انتشارات رسا، تابستان ۱۳۸۴

- [6]-Biren Prasad, Consurent Engineering, Printece hall PTR, Volume 1, 1995 ,
- [8]-Winner R., J.P.Pennel, H.E.Bertrend and M.M.G.Slusarczuk .1988, The role of concurrent engineering in weapons systemacqisition IDA report R338.Alexanria VA; Institute for defence analyses.
- [9]-Hartly J.R, Concurrent engineering: Shortening lead times, raising qaulity and lowering costs, 1992 ,Cambridge MA, productivity press.
- [10]- C. J. Anumba, 1 A. N. Baldwin and D. Bouchlaghem, B. Prasad, A. F. Cutting-Decelle, J. Dufau and M. Mommessin, Integrating Concurrent Engineering Concepts Steelwork Construction Project, Journal of concurrent engineering reasearch and application, 1999.
- [11]- Jack ribens, Simultaneous Engineering For new product development; John wily and sons ,inc ,2000
- [11]- Dell'Isola, Alphons, Value engineering: practical approach, R. S. Means company, Inc. , 1997
- [12]- OWEN, J.V 1992 "Concurrent engineering", Manufacturing Engineering Vol 109 No 5(nov) PP 69 -73





---

2 -SOCIETY OF AMERICAN VALUE ENGINEERING: SAVE

3 -Concurrent Engineering =CE

4 - Pre concept

