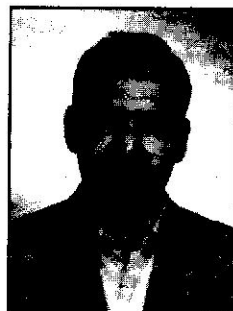


## معماری تحقیقات و توسعه فناوری



■ مهندس سید محمود شریفی  
مدیر مطالعات فناوری سازمان هوافضا

### چکیده

برنامه‌ریزی توسعه فناوری یکی از مؤلفه‌های اصلی برنامه‌ریزی استراتژیک هر سازمان است. مسلماً فناوری، مهم‌ترین دارایی یک سازمان بوده و توسعه آن موجب ارزش و ثروت برای آن سازمان می‌باشد. تحقیقات باعث رشد فناوری‌ها، بهبود محصولات و ایجاد نوآوری در سازمان می‌گردد. به منظور سازماندهی تحقیقات، بازشناسی و دسته‌بندی حوزه‌ها و زمینه‌های مختلف فعالیت‌های تحقیقاتی ضروری است. در جهت سازماندهی واحدهای تحقیقاتی، الگوهای مختلفی در دنیا تجربه و گزارش شده است که به طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌گیرند. معماری دانش و فناوری می‌تواند الگویی برای معماری تحقیقات در سازمان باشد. بر این مبنا سطوح مختلف دانش و فناوری بررسی شده و با نگرش جامع به زمینه‌ها و تنوع‌های موضوع، نقش‌ها و مأموریت‌ها، تعریف و واحدها سازماندهی می‌شوند.

در این نوشتار، الگوی تجربه‌شده‌ای برای طبقه‌بندی اطلاعات و دانش سازمان معرفی شده و از طریق آن، معماری واحدهای تحقیقاتی نیز مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. طرح‌ریزی، سازماندهی، تعریف نقش و هماهنگی واحدهای تحقیقاتی در گستره کشور می‌تواند بزرگ‌ترین قدم در راه توسعه دانش و فناوری کشور محسوب شده و زمینه لازم را برای رشد و شکوفایی اقتصاد دانش‌محور، فراهم سازد. امید است مقاله ارائه‌شده، راهکاری واضح و مطمئن جهت حصول به این مقصود را نشان دهد.

### کلید واژه:

فناوری، نوآوری، تحقیقات، توسعه، معماری، سیستم

ظرافت، دقت و دانش موجود در فناوری هر عصر به دست می‌آید.

## مقدمه

«وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُدَ مِمَّا فُضِّلَ بِهِ جِبَالَ أُورُشِيمَ وَ قَدَّرَ الطَّيْرَ وَالنَّالَةَ الْحَدِيدَةَ أَنْ أَعْمَلَ سَابِغَاتٍ وَ قَدَّرَ فِي السُّرِّدِ وَ أَعْمَلُوا صَالِحاً أَنِّي بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ»  
 «به تحقیق ما به داود از فضل خود عطا کردیم، ای کوه‌ها و پرندگان! به همراه او تسبیح گویند، برای او فولاد را نرم کردیم، ای داوود! زره بساز و در حلقه‌های زره اندازه‌گیری کن و عمل نیک انجام بده. همانا که ما به هر چه انجام می‌دهی بینا هستیم.»

در این آیه شریفه به فناوری ساخت زره در زمان حضرت داود اشاره شده است. فناوری ذوب فولاد و مفتول ساختن آن و سپس به صورت حلقه در آوردن و بافتن و جوش دادن حلقه‌ها، کار پیچیده و دشواری بوده که با عنایت الهی برای انسان امکان‌پذیر شده است. نکته مهمی که در این آیه به چشم می‌خورد، نقش دقت و اندازه‌گیری در ساخت حلقه‌های زره است.

در جنگ‌های پیشرفته امروز، هنوز هم نقش لباس سربازان بسیار مهم است. فناوری‌های پیشرفته، از جمله نانو تکنولوژی برای ساخت جلیقه‌های ضد گلوله به کار گرفته می‌شود. این جلیقه‌ها باید سبک باشند و بتوانند نقش حفاظتی را برای سربازان ایفا کنند. بنابراین هر چه فناوری مواد پیشرفته‌تر شود، امکان تهیه مواد مناسب‌تر نیز فراهم‌تر خواهد شد.

بیان قرآن در مورد تأکید خداوند به حضرت داوود در مورد اندازه‌گیری و دقت در حلقه‌های زره، اهمیت یکنواختی و تناسب حلقه‌های زره در کارایی آن را نشان می‌دهد. مصنوعات بشری محصول فناوری هستند و کیفیت این مصنوعات به میزان دقت و ظرافتی مربوط می‌شود که در آن فناوری مد نظر قرار گرفته است. ویژگی‌های مهم یک زره یا لباس ضد گلوله، سبکی، قابلیت تحرک، انعطاف، مقاومت و استحکام آن است که با

۱. سوره سبأ آیات ۱ و ۱۱.

## فناوری چیست؟

«فناوری» را می‌توان با روش‌های مختلفی شناخت. بهترین روش این است که در ابتدا توجه خود را به حاصل و نتیجه فناوری معطوف سازیم. حاصل فناوری می‌تواند محصول و یا ارائه خدمات باشد.

«فناوری» پدیده‌ای وابسته به زمان است و با گذشت زمان تغییر (پیشرفت) می‌کند. پیشرفت فناوری معادل ظرفیت آن در تولید محصول کیفی‌تر، مناسب‌تر و ارزان‌تر است.

**رابطه علم و فناوری:** علم تجربی در واقع میزان شناخت و تفسیری است که ما از طبیعت داریم. این شناخت با گذشت زمان عمیق می‌شود، ولی ماهیت آن دستخوش تغییر و تحول نمی‌گردد. بنابراین علم تابع زمان نیست و مانند فناوری منسوخ نمی‌گردد. فناوری زمانی واجد ارزش (مادی) است که دارای ظرفیت مناسب برای تولید محصول مناسب‌تر و با کیفیت بهتر و ارزان‌تر باشد. در گذشته فناوری با کار، عمل و تجربه به دست می‌آمد و کمتر به علوم زمان خود که عمدتاً به وسیله تفکر و بحث حاصل می‌شد وابسته بود، اما امروزه علم تجربی زیربنای توسعه فناوری است و متعاقباً پیشرفت فناوری نیز ابزارهای جدیدی برای تحقیقات پایه‌ای و توسعه علم فراهم می‌نماید.

ظرفیت ارزش‌زایی یک فناوری محدود است؛ چرا که با ابداع فناوری جدیدتر که در مجموع ظرفیت ارزش‌زایی بیشتری دارد فناوری قدیمی‌تر منسوخ شده و جای خود را به فناوری جدید واگذار می‌کند.

فناوری پیشرفته را می‌توان به این مفهوم دانست که اولاً بر دانش تجربی پیشرفته‌تر و کامل‌تری مبتنی است و ثانیاً ظرفیت ارزش‌زایی مادی بالاتری را دارد. اصولاً شرط دوم برای به کارگیری فناوری جدید به صورت انتخاب طبیعی اعمال می‌شود. در

دنیا وجود نداشته و تهیه آن نیاز به کار و تجربه خود ما دارد.

**فناوری و نیاز اجتماعی:** رابطه توسعه فناوری و نیاز اجتماعی را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. در صورتی که نیاز نباشد و یا به نحو دیگری تأمین شود، برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری جهت توسعه فناوری انجام نشده و افکار خلاق به کار نمی‌افتند. مدیریت اجتماع وظیفه دارد رابطه معقولی را بین نیاز (بازار) مصنوعات و محصولات فناوری با سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه جهت کسب فناوری برقرار نماید. در غیر این صورت همواره بازار داخلی تابع بازار کشورهای پیشرفته بوده و نیازمندی‌های ما باعث تولید بیشتر این کشورها شده و آنها نیز سرمایه‌های ما را مصرف می‌نمایند.

**انتقال فناوری:** یکی از روش‌های کسب فناوری، انتقال آن است. این روش در کوتاه‌مدت می‌تواند نیازهای ما را برطرف ساخته و زیرساختی را جهت توسعه اقتصادی فراهم سازد. اشکال عمده و مهم انتقال فناوری این است که نمی‌تواند ما را در شرایطی قرار دهد که بتوانیم ابتکار عمل و حرکت مداوم داشته باشیم. بنابراین رشد و توسعه فناوری، مستلزم وجود زیربنای دانش است. برای احیای این هدف، راهکاری جز تحقیقات وجود ندارد. تحقیقات می‌تواند پتانسیل لازم برای رشد درون‌زای فناوری را فراهم سازد.

**مدیریت تحقیقات:** تحقیقات باید در سطوح مختلف و در رشته‌های متفاوت انجام شود و نهایتاً حاصل کار، جمع‌آوری و جمع‌بندی شده و در یک پروژه خاص به کار رفته و نهایتاً فاز توسعه آن پروژه به ثمر رسیده و منجر به تولید و رفع نیاز شود. در ادامه کار نیز باید به طور مداوم بهینه‌سازی محصول به همراه توسعه نیاز و بازار صورت گرفته و منابع مالی، جهت ادامه تحقیقات فراهم آید.

ما در چرخه تحقیقات تا محصول، دچار مشکل هستیم، چرا که تحقیقات در کشور ما به صورت گسسته و پراکنده صورت می‌گیرد. چرخه تحقیقات فاقد مدیریت و بهره‌بردار است. تحقیقات در یک

مسیر توسعه علم، با گسترش علم بشر چیزی کنار گذاشته نمی‌شود، اما در توسعه فناوری، معمولاً فناوری گذشته توسط فناوری جدید حذف می‌شود. این فناوری جدید از یک فرایند انتخاب طبیعی که بین تعداد زیادی از راه‌حل‌های هم‌ارز صورت می‌گیرد؛ برگزیده می‌شود.

**فناوری و اقتصاد:** رابطه فناوری با اقتصاد شایسته تأمل است. رشد فناوری باعث افزایش ظرفیت ارزش‌زایی فناوری می‌شود و به کارگیری فناوری جدیدتر ارزش‌های بیشتری تولید می‌کند. در پهنه جامعه، ارزش‌های مادی تبدیل به ارزش پولی یا ثروت شده و نهایتاً موجب تکاثر ثروت و توسعه اقتصادی می‌شود و توسعه اقتصادی نیز به نوبه خود سرمایه لازم جهت تحقیقات و توسعه دانش و فناوری را فراهم می‌سازد.

مشکل اساسی در توسعه جوامع عقب‌مانده نیز چرخه رشد و به کارگیری فناوری است. در صورتی که جهان سوم بتواند فناوری مناسب را در اختیار گرفته و با آن به کار و تولید پردازد، چرخه اقتصادی با رشد مثبت را به جریان انداخته و می‌تواند فاصله خود را از جهان پیشرفته کمتر نماید. بنابراین عامل اصلی در توسعه کشور، توسعه فناوری و به خدمت گرفتن فناوری پیشرفته در کشور است. هیچ عامل دیگری در جهان امروز به اندازه فناوری در تغییر وضعیت زندگی و توسعه اجتماعی و اقتصادی جوامع مؤثر نبوده است.

برای توسعه فناوری و به خدمت گرفتن آن بدون مقهور شدن، مدیریت و بومی‌سازی فناوری مورد نظر ضروری است. زیربنای فناوری، دانش است و برای توسعه فناوری باید در درجه اول زیرساخت‌های دانش توسعه یابند، چرا که تحقیقات پایه‌ای و کاربردی، توسعه دانش و فناوری را به ارمغان می‌آورند. البته در دنیای امروز دانش را می‌توان بسیار ارزان‌تر از فناوری تهیه کرد و از فاصله خود با جهان پیشرفته در جهت استفاده از تجربیات و دانش موجود استفاده نمود. البته مؤلفه‌هایی از دانش مانند دانش کاربردی و تکنیک، به فناوری نزدیک بوده و معمولاً در ادبیات علمی

صنعتی کشور نیست. بازار داخلی ما در اختیار محصولات صنعتی کمپانی‌های خارجی است و شرکت‌های داخلی در مواردی که تولید می‌کنند، مزیت رقابتی ندارند و نمی‌توانند خود را رشد دهند تا از گردونه رقابت جهانی عقب نیفتند. بنابراین ساختار تحقیقات و فناوری کشور نیازمند معماری و ساختاری جدید است.

در همین زمان که مشکل ما رقابت در سطح دانش و فناوری روز نیست، بسیاری از شرکت‌های پیشرو و بسیار توانمند فنی، امروزه به دلیل واماندن از گردونه رقابت فناوری و بهینه‌سازی محصول ورشکست می‌شوند.

به دلیل فاصله‌ای که از دانش و فناوری دنیای پیشرفته داریم، باید گام‌های دقیق، همراه با شناخت درست و در مسیر مناسب برداریم. برای این کار نه تنها ترسیم اهداف، وجود ساختار و معماری در بخش‌های تحقیقاتی ضروری است، بلکه باید ساختار تحقیقات، دارای معماری کاملاً درستی باشد.

با استفاده از تجربیات مدیریت فناوری و بررسی پیشرفت‌های علمی و فنی، می‌توان الگویی مناسب جهت توسعه همه‌جانبه تحقیقات، فناوری و اقتصاد با حفظ گرایشات فرهنگی ارائه داد.

### معماری چیست؟

«معماری» یک طرح منظم و ساختارمند است که مؤلفه‌های مختلفی مانند مؤلفه فنی، هنری و حتی سلیقه‌ای (شخصی) در آن مؤثرند. رویکرد معماری از رویکرد سیستمی کلان‌تر است و در آن فرایستمد مدنظر قرار می‌گیرد. در نظریه سیستمی، یک محدوده که تعامل زیادی با هم دارند و معمولاً دارای یک ورودی و یک خروجی هستند، یک سیستم را تشکیل می‌دهند. فرایستمد متشکل از تعدادی سیستم است که در تعامل با هم هستند.

### ابعاد و سطوح مختلف معماری

به طور کلی معماری در ابعاد و سطوح مختلف صورت می‌گیرد. در «معماری اطلاعات» الگویی

نقشه گسترده و مناسب صورت نمی‌گیرد و برنامه‌ریزی استراتژیک تحقیقات و توسعه فناوری نیز انجام نشده است.

**نقش ساختار در توسعه فناوری:** توسعه دانش و فناوری نیازمند یک ساختار یا معماری کلان است. چنانچه فاقد یک ساختار و برنامه‌ریزی کلان و یک معماری درست، منطقی و مناسب در تحقیقات و توسعه فناوری باشیم، نمی‌توانیم روند توسعه خود را به طور متعادل مدیریت نموده و ظرفیت دانش و فناوری جامعه را گسترش دهیم.

تحقیقات آکادمیک در دانشگاه‌های کشور در سطح خوبی انجام می‌شود و مقالات خوبی در سطح ژورنال‌های علمی کشور و دنیا منتشر می‌شود، اما این دانش ایجاد شده نمی‌تواند به هم متصل شده و به طور کامل مورد بهره‌گیری قرار گیرد. حفظ، بهره‌برداری و توسعه این دانش، مستلزم برنامه‌ریزی منظم و وجود چارچوب‌های کلان توسعه است تا هر دانش و فناوری پس از کسب، جای مشخصی داشته و بتواند بیشترین بهره‌دهی را داشته باشد.

### رابطه تحقیقات و نوآوری: نتایج تحقیقات

باعث توسعه دانش پایه و کاربردی شده و این دانش در صورتی که به طور خلاقانه در رابطه با نیاز و یا فرصتی در بازار به کار گرفته شود به اختراع منتهی می‌گردد. اختراع در صورتی می‌تواند نوآوری محسوب شود که به بازار راه یابد. نوآوری‌ها عمدتاً در دو گرایش محصول و فرایند مطرح شده و می‌توانند در کنار توسعه فناوری، محصولات جدیدی را خلق کنند.

### تحلیل وضعیت فعلی فناوری در ایران

به نظر می‌رسد کم و بیش در عرصه تحقیقات در حال توسعه هستیم، اما نتوانسته‌ایم رابطه مستقیم و دقیقی بین تحقیقات و توسعه فناوری در کشور فراهم سازیم. تحقیقات ما که عمدتاً در مراکز دانشگاهی صورت می‌گیرد به صورت نوآوری و فناوری جدید در جامعه مطرح نمی‌شود. به عبارت دیگر دانش ما زیربنای فناوری و توسعه

**سطح مفهومی:** توسط ذینفعان (Stakeholders) مشخص می‌شود و مدلی برای ارتباط و سودمندی موجودیتهاست.

**سطح منطقی:** توسط تحلیل گران و طراحان مشخص می‌شود و مدلی برای عملکرد دقیق و ارتباطات اجزاء است.

**سطح اجرائی:** توسط سازندگان و پیاده‌کنندگان مشخص می‌شود و مدل سخت‌افزاری و اجرایی است.

**سطح عملی:** توسط مجریان و پیمانکاران اجرا شده و بیانگر تحقق و عینیت یافتن سطح قبلی است.

بחי که در اینجا راجع به تحقیقات و توسعه فناوری ارائه می‌شود، صرفاً در دو سطح معنایی و مفهومی است. هدف از این معماری، بازشناسی اجزاء، مؤلفه‌ها و درک ارتباط و عملکرد و سودمندی آنهاست. سطوح بعد در هر سازمان با توجه به ویژگی‌های آن بررسی و نهایتاً طراحی می‌گردد.

به طور کلی معماری تحقیقاتی یک سازمان «محصول محور»، اساساً باید با مدل دانش‌های پایه‌ای و اساسی آن سازمان، سنخیت و تناسب داشته باشد. به عبارت دیگر مدل تحقیقات به نوعی از مدل دانش کاربردی الهام گرفته است.

### رابطه دانش، فناوری و سیستم

دانش، زیربنای فناوری و فناوری زیربنای سیستم (محصول نهائی) است. در این تعریف از یک تجرید استفاده شده که در قسمت بعد به طور کامل توضیح داده می‌شود.

فرض کنید یک صنعت خودروسازی را مد نظر قرار می‌دهیم. صنعت خودروسازی انواع خودرو از قبیل سواری، کامیون، مینی‌بوس و ... را تولید می‌کند. کاربرد خاص هر کدام از این محصولات، ویژه‌گی‌های خاصی را برای آنها تعیین می‌نماید. برای مثال در خودرو سواری، ویژگی‌های زیبایی، سهولت استفاده، راحتی، کم‌مصرف بودن، داشتن حداقل آلودگی و غیره در طراحی محصول مد نظر

به نام الگوی «زکمن» مطرح شده که برای معماری شش بعد و پنج سطح را در نظر می‌گیرد. ابعاد و سطوح معماری زکمن در ماتریس زیر خلاصه شده است.

What	چیستی
Why	چرایی
Who	چه کسی
When	چه وقت
Where	کجا
How	چگونه

در مستندسازی فرآیندهای تضمین کیفیت، یکی از محورهای اصلی کار، رویه‌های اجرائی (Procedure) هستند. در هر رویه اجرائی، لازم است به شش پرسش پاسخ داده شود. از میان این شش سؤال، پنج سؤال با W و یکی با H شروع می‌شود. اصطلاحاً به این پرسش‌ها 5W+1H می‌گویند.

- پاسخ به پرسش «چیستی» ابعاد موجودیت‌ها را مشخص می‌سازد.

- پاسخ به پرسش «چرایی»، انگیزه‌ها و دلایل را بیان می‌کند.

- پاسخ به پرسش «چه کسی»، افراد یا انجام‌دهندگان را معرفی می‌کند.

- پاسخ به پرسش «چه وقتی»، معرف چارچوب زمانبندی‌هاست.

- پاسخ به پرسش «چه جایی»، توزیع محل‌ها و چگونگی چارچوب فرآیندها را مشخص می‌سازد.

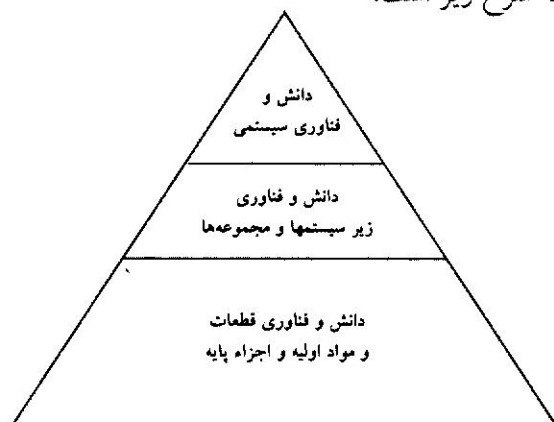
برای هر اقدام اجرایی، پاسخ‌گویی به شش سؤال مذکور ضروری است. انجام اقدامات مورد نظر و معماری آنها در چارچوبی کلان‌تر، مستلزم بازشناسی آنها در سطوح مختلف است.

معماری در الگوی زکمن دارای سطوح زیر است [1].

**سطح معنایی:** توسط برنامه‌ریزان کلان مشخص می‌شود و مدلی برای تفکیک و بازشناسی موجودیت‌هاست.

به عنوان مثال، در ساخت قطعات فلزی به دانش مواد فلزی، روش‌های ساخت و تولید، روش‌های تست، کنترل و تضمین کیفیت و ... نیاز می‌باشد. بنابراین در این سطح، دانش‌ها و فناوری‌های زیربنایی ساخت و تولید قطعات و اجزاء مطرح می‌شوند.

به طور کلی هرم دانش‌ها و فناوری‌های مورد نیاز به شرح زیر است:



این تقسیم‌بندی را به نوع دیگر و همچنین از جهت دیگر نیز می‌توان انجام داد.

اگر وظایف تحقیق، تحلیل، طراحی، شبیه‌سازی و مدل‌سازی را مبنای فعالیت‌های تحقیقاتی و طراحی سیستمی بدانیم و این فعالیت‌ها را از جریان تولید جدا کنیم، می‌توانیم فناوری و دانش را در سطح سیستم تمیز دهیم.

تحقیقات در سطح سیستم، تحقیقاتی است که هدف آن طراحی سیستم‌های جدید با توجه به تغییر نیازها و الزامات محصول و علایق مشتری و تغییر شرایط بازار و محیط است. این طراحی‌ها عمدتاً چارچوب عملکرد سیستمی را مد نظر دارد و اجزاء و وظایف اجزاء را مد نظر قرار نمی‌دهد. در این سیستم، کار مهندس در سطح سیستم و اساساً در محلی به نام دفتر طراحی صورت می‌گیرد. این سطح از فناوری طراحی و ساخت محصول را «سطح سیستم» می‌نامیم.

در سطح دوم تحقیقات، طراحی، شبیه‌سازی و اساساً فعالیت‌های مهندسی در سطح زیرسیستم‌ها انجام می‌شود. بنابراین باید به تعداد زیرسیستم‌ها،

قرار می‌گیرد. در سطح محصول، این ویژگی‌ها در یک تعامل سیستمی که از عملکرد اجزاء حاصل می‌شود به دست می‌آید. عملکرد مطلوب خودرو در گرو بهینه بودن این تعاملات است. بنابراین در سطح سیستم خودرو، برای موفقیت در طراحی خودرو و برآوردن نیاز مشتریان، وجود دانش کافی و مناسب ضروری است. این سطح از دانش را «دانش سیستمی» می‌نامیم. البته در این سطح، نیازمند فناوری نیز هستیم. فناوری‌های زیادی جهت طراحی، مونتاژ و تست خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سطح را به اختصار «دانش و فناوری سیستمی خودرو» می‌نامیم.

در سطح پایین‌تر به اجزاء نیاز داریم. کارخانه خودروسازی معمولاً قطعات و مجموعه‌های کامل را خریداری و در خط تولید مونتاژ می‌نماید. فناوری‌هایی که در طراحی، ساخت، تولید و تست چراغ‌های خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاملاً متفاوت از فناوری‌هایی است که مثلاً در رادیاتور یا بدنه موتور هستند. البته در مجموع می‌توان در فناوری‌های اجزاء خودروهای مختلف، شباهت‌هایی را یافت. به عنوان مثال، ممکن است شرکتی که تولیدکننده چراغ خودرو سواری است، چراغ خودروهای دیگری را نیز تولید نماید. بنابراین در سطح اجزاء خودرو، ما دارای فناوری‌هایی هستیم که در هر کدام از اجزاء به کار می‌روند اما به یک خودرو اختصاص ندارند. به همین دلیل فناوری تولید میل‌لنگ، فناوری تولید ریخته‌گری بدنه موتور، فناوری ساخت اتاق و فناوری سیستم محرکه، از فناوری‌های پایه‌ای صنعت خودرو هستند و برای ایجاد یک صنعت خودرو کامل باید همه آنها ایجاد شده یا به صورت شرکت‌های تأمین‌کننده موجود باشند. این سطح از دانش و فناوری را که در طراحی و ساخت و تولید و تست اجزاء خودرو به کار می‌رود «سطح فناوری اجزاء» و به خاطر عمومیت آن در انواع خودرو، «سطح فناوری خودرو» می‌نامیم.

در سطح پائین‌تر، برای طراحی و ساخت هر قطعه نیاز به دانش‌ها و فناوری‌های زیادی داریم.

نیاز را به صورت نرم‌افزارهای آماده و یا ماجول‌های سخت‌افزاری قابل استفاده فراهم می‌سازد.

این سطح از تحقیقات، در مراکزی که با عناوین موضوعی از هم تفکیک شده‌اند؛ صورت می‌گیرد (مرکز تحقیقات ساخت تولید و مرکز تحقیقات ریاضیات مثال‌های خوبی از این سطح هستند). این سطح از فناوری را «سطح دانش» می‌نامیم.

همان‌طور که در شکل مشخص است سه سطح از فناوری محصولی (دارای پیچیدگی قابل توجهی است)، را به نام‌های «سطح سیستم، فناوری و دانش» شناسایی نموده و خاستگاه این سطوح را دفتر طراحی واحد تحقیق و توسعه و مرکز تحقیقات معرفی نمودیم. در صورتی که تحقیقات در سطح دانشی دارای ویژگی موضوعی، بیشتر تحقیقاتی بوده (R&d (research intensive) و به صورت مقاله ارائه می‌شود. در صورتی که تحقیقات در سطح فناوری و سیستم دارای ویژگی شیئی، بیشتر توسعه‌ای بوده و R&D (development intensive) به صورت پتنت ارائه می‌شود [۲].

### معماری ساختار تحقیقاتی

سازماندهی فعالیت‌های تحقیقاتی در توسعه سیستم‌های پیچیده را می‌توان در غالب سه بخش با سه نوع فعالیت و سه هدف مشخص و تفکیک‌شده، به شرح زیر تشخیص داد.

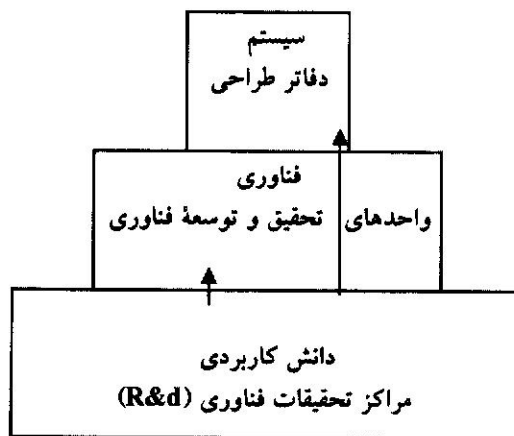
واحدهای مهندسی داشته باشیم که دانش و مهارت آنها، مهندسی قسمت‌های محصول نهایی است (به عنوان مثال می‌توان از واحد تحقیق و توسعه موتور و تحقیق و توسعه بدنه نام برد). بنابراین در این سطح، واحدهای تحقیق و توسعه قرار می‌گیرند که دارای تخصص در طراحی و مهندسی زیرسیستم‌ها هستند. در این سطح معمولاً شرکت‌ها یا واحدهای تحقیق و توسعه تأمین‌کننده خدمات طراحی مهندسی اجزاء محصول نهایی، قرار دارند.

برای طراحی یک محصول جدید در مرحله اول، طراحی اولیه سیستمی در دفتر طراحی تا سطح تعیین مشخصات اجزاء صورت گرفته، سپس طراحی اجزاء در این واحدها با عقد قرارداد با دفتر طراحی صورت می‌گیرد. معمولاً این واحدها توانمندی طراحی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی عملکرد، ساخت یا سفارش ساخت قطعات، مونتاژ و تست و کنترل کیفیت زیرسیستم‌ها را دارند.

این زیرسیستم‌ها در مرحله اول به صورت نمونه‌سازی و پس از نهایی شدن طراحی، به صورت انبوه، تولید شده و در اختیار خط تولید قرار می‌گیرند. این سطح از فناوری طراحی و ساخت اجزاء را «سطح فناوری» می‌نامیم.

در سطح سوم تحقیقات، شبیه‌سازی و مدل‌سازی در سطح دانش‌های پایه و زیربنایی صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر با این روند، زیربنای فعالیت‌های مهندسی در سطح اول و دوم فراهم می‌شود. این بخش عمده‌تاً دانش‌های مورد نیاز بخش‌های دیگر و فناوری‌های کاربردی مورد





ساختار تحقیقات و توسعه فناوری بر اساس معماری در سطوح مختلف

### الف. دفتر طراحی با اهداف

#### جمع‌بندی

در این مقاله، مفاهیم توسعه و فناوری و رابطه آنها بررسی شده و الزامات یک ساختار مناسب برای توسعه دانش و فناوری به همراه توسعه محصول که بتواند توسعه‌ای درون‌زا و متکی به خود را ایجاد نماید، مورد بحث قرار گرفت. با توجه به سطوح مختلف فناوری و جنبه‌های اساسی فرآیند تحقیق و توسعه در زمینه‌های متفاوت توسعه دانش و فناوری و توسعه محصول، اهمیت معماری ساختارهای تحقیقاتی مورد بحث قرار گرفته، نوعی ساختار با سطوح مشخص و تعریف نقش‌ها و فرآیندهای لازم ارایه شد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که "یک معماری خوب در حوزه تحقیقات و فناوری باید الهام گرفته از ساختار دانش و فناوری آن حوزه باشد."

۱. انبازش دانش و تجارب سیستمی؛

۲. ایجاد و حفظ و توسعه تخصص و تجربه طراحی سیستم‌ها، جهت حصول به طراحی سیستم‌هایی که مجموعاً با توجه به نیازها و امکانات موجود بهینه باشند؛

۳. در حد امکان، طراحی ماجولار سیستم‌ها با زیرسیستم‌های ژنریک موجود جهت کاهش تنوع اجزا در مقابل تنوع محصولات سیستمی.

#### ب. واحدهای تحقیق و توسعه با اهداف

۱. تخصصی کردن کار در یک شاخه فناوری؛

۲. ایجاد امکان تنوع محصول با حداکثر استفاده از یک فناوری برای استفاده در انواع سیستم‌ها؛

۳. تنوع مشتری، افزایش بهره‌وری و ارزش افزوده؛

۴. بهبود کیفیت، کاهش قیمت و استاندارد شدن محصولات.

#### ج. مراکز تحقیقات فناوری با اهداف

۱. انبازش دانش؛

۲. نوآوری در دانش و فناوری؛

۳. رشد فناوری تا مرحله یافتن مشتری و اقتصادی شدن؛

۴. توسعه تکنیک‌های طراحی سیستمی؛

۵. آموزش تخصصی و ارتباط متوازن با دانشگاه.

#### فهرست منابع

1. [www.zifa.com](http://www.zifa.com), Zackman institute for framework advancement.
2. Handbook of Technology Management; by R.C. Dorf, section 2-4 Research and Development laboratories.



## Research and Technology Development Architecture

---

■ *Mr. Mahmoud Sharifi. (MSC)*

*MSC in Electrical engineering  
Manager of technology development  
studies*

*Aerospace industries organization (A I O)*

---

### **Abstract:**

Technology development planning is one of the basic components of strategic planning in any organization.

Undoubtedly technology is one of the main assets of any organization and its development make the organization's values and wealth. Research activities would cause technology growth, product improvement and innovation establishment in the organization. In order to organize the research units, it is necessary to recognize and classify the different fields and subjects of research activities. Different structures were experienced and reported for organizing research units which have been studied in brief. Architecture of applied science and technology can be a guideline for research unit arrangement in the organization. On this base, different aspects of applied science and technology must be identified and through a comprehensive view towards the varieties of the objects and subjects, the roles and missions should be defined and their units organized.

In this article, an experienced model has been introduced for classifying the information and knowledge of the organization, through which the architecture of research units will be discussed too.

Planning, organizing, role identifying and coordinating of research units all over the country may be counted as a great step in the country knowledge and technology development, and provide the necessary background for the growth and flourish of knowledge based economy. It is hoped the present article show a clear and secure way to achieve this goal.

### **Keyword:**

Technology, innovation, research, development, architecture, system