

بسمه تعالی

## متریکهای ارزیابی فناوری: ابزار سنجش دستاوردهای تحقیقات فنی - مهندسی

دکتر سیدسپهر قاضی نوری

استادیار مهندسی صنایع دانشگاه بوعلی سینا و مشاور دفتر همکاریهای فن آوری ریاست جمهوری

[Ghazinoory@yahoo.com](mailto:Ghazinoory@yahoo.com)

### چکیده

پژوهش و تحقیق در هر زمینه‌ای دو هدف را دنبال می‌کند: پیشرفت علوم و توسعه فناوری.

در مورد پژوهشهای مهندسی، تمرکز هدف بیشتر مبتنی بر فناوری است و لذا سنجش دستاوردهای تحقیقات مهندسی به نوعی همان ارزیابی تکنولوژی را در ذهن تداعی می‌کند، با این تفاوت که علاوه بر جنبه‌های کاربردی روشهای مرسوم ارزیابی تکنولوژی، بایستی دستاوردهای علمی تحقیقات را نیز در نظر گرفت. مقاله حاضر مروری دارد بر روشهای ارزیابی دستاوردهای تحقیقات مهندسی که به عبارتی همان ارزیابی فناوری با دیدگاهی جدید محسوب می‌شود. برای این منظور از واژه متریک استفاده کرده‌ایم که گویای یک سیستم اندازه‌گیری است و نه یک شاخص و مقیاس ساده. نمونه‌هایی از این متریکها، انواع اقتصادی، فرآیندی و کتابشناسی هستند. پیرامون نحوه تعریف، انتخاب و مقایسه متریکها، مقاله توضیحات مشروحی ارائه می‌دهد.

**کلید واژه ها:** ارزیابی تکنولوژی، متریک، سنجش دستاوردهای تحقیقات

### ۱. مقدمه

ضرورت سنجش دستاوردهای هر فعالیت و میزان تطابق آنها با اهداف از پیش تعیین شده آن فعالیت بر کسی پوشیده نیست. این ضرورت در مورد فعالیتهای پژوهشی بیشتر است زیرا نتایج آنها ملموس نیست و به راحتی نمی‌توان قضاوتی در این زمینه داشت. در مورد نحوه سنجش دستاوردهای فعالیتهای تحقیقاتی، یک نکته اساسی وجود دارد و آن در نظر گرفتن چرخه نوآوری است. بدین معنا که

فعالیت‌های صورت گرفته در فرآیند نوآوری نظیر ایده‌سازی، تحقیق و توسعه، طراحی، نمونه‌سازی، پیاده‌سازی و تجاری‌سازی بایستی علاوه بر ارزیابی جداگانه، مورد ارزیابی کلی نیز قرار گیرند، به عبارت دیگر هر یک از این فعالیت‌ها می‌توانند کارایی مشخصی داشته باشند اما نمردهی آنها زمانی خواهد بود که چرخه مزبور کاملاً تکمیل گردد و به همین دلیل است که در مورد سنجش نتایج این نوع فعالیت‌ها پیچیدگی خاصی وجود دارد و ارزیابی منفرد و تفکیک‌شده آنها تصویری واقعی از وضع آنها ارائه نمی‌دهد. [۱]

زمانی که صحبت از ارزیابی فناوری می‌کنیم این مشکل به صورت دیگری نمایان می‌شود: تفاوت میان قابلیت‌های ذاتی فناوری با استقبال و نظر استفاده‌کنندگان از آن. یعنی ممکن است یک فناوری ذاتاً بسیار مهم و پیچیده باشد لیکن مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار نگیرد. توجه داریم که این استقبال تا حد زیادی بستگی به ویژگی‌ها و قابلیت‌های آنان دارد و تنها به خود فناوری مربوط نمی‌شود. حاصل این وضعیت آن است که ارزیابی فناوری بیشتر متکی به ویژگی‌های استفاده‌کنندگان یعنی توانایی آنها در ارزیابی و استفاده بهینه از آن و کاهش گرایشها و نظرات و ذهنیتهای قبلی است. یعنی فناوری احتمالاً توسط مصرف‌کنندگان ارزیابی می‌شود که خودشان توان لازم را برای هماهنگ کردن و استفاده بهینه از آن ندارند و یا به دلیل فرهنگ و نیازهای خاص خود قادر به آن نیستند.

هرچه محققان بیشتر تلاش کنند که نحوه تفکرشان را تابع تفکر تجاری مصرف‌کننده نهایی فن آوری قرار دهند، فن آوری حاصل از نوآوری کمتری برخوردار خواهد بود، چراکه معیارهای ارزیابی را مصرف‌کننده تعیین می‌کند و تولیدکنندگان تکنولوژی خود را در جایگاهی می‌یابند که باید برای بقاء، مطابق با این معیارها عمل کنند هرچند با انجام چنین کاری، ممکن است قدرت نوآوری و خلاقیت را از دست بدهند. پس برای موافق بودن با معیارهای مصرف‌کننده، تولیدکننده فن آوری باید با سلیقه او کنار بیاید. اما این کنار آمدن با خلاقیت، اکتشاف و ریسک کردن (یعنی شروط لازم برای نوآوری انسان)، در تضاد است. با این ترتیب ملاحظه می‌شود که ارزیابی فناوری پیچیدگی زیادی دارد و با یک شاخص ساده قابل انجام نیست.

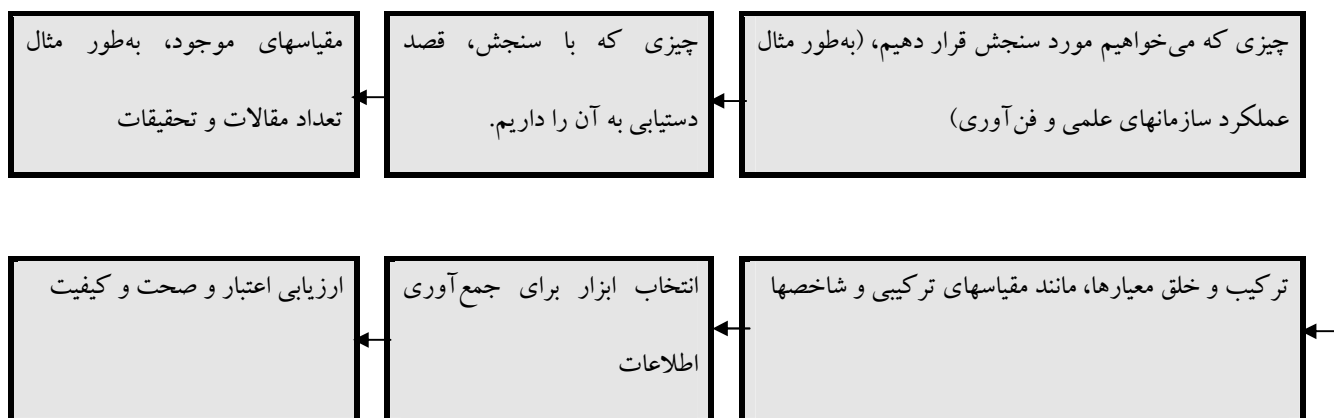
## ۲. متریک‌ها چیستند و چگونه طراحی می‌شوند؟

ورنر و سودر [۲] تحقیقی جامع روی اطلاعات موجود در سالهای ۱۹۹۸-۱۹۵۶ انجام داده و نتیجه گرفتند که انتخاب مناسب متریک سنجش تحقیق و توسعه (R&D) به نیازهای مصرف‌کننده برای جامع بودن مقیاس، نوع تحقیق و توسعه‌ای که مورد سنجش قرار می‌گیرد، اطلاعات موجود و مقدار وقتی که ارزیابی‌کننده می‌تواند به آن اختصاص دهد، بستگی دارد.

اما یک متریک واقعا چیست؟ متریک، سیستمی از اندازه‌گیری است، که موضوع مورد سنجش، واحد سنجش و ارزش واحد را شامل می‌شود. اگر این تعریف را با نظر سودر و ورنر ترکیب کنیم، می‌توان متریک را به شکل یک مقیاس نسبت و شاخص مستقل و یا مقیاس ترکیبی دانست

که چندین متریک (حتی با ویژگیهای متفاوت) از نوع عینی و ذهنی را با هم ترکیب می‌کند. با چنین دامنه گسترده‌ای از حالات ممکن، آیا متریکی وجود دارد که امکان ترکیب و گردآوری متریک‌های پیچیده را فراهم کند؟ این چنین متریکی بوسیله معیارهای گوناگونی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و طراحی آن پیچیدگی زیادی دارد.

۶ مرحله نمودار ذیل، تصویری کلی از چگونگی طراحی و ساخت متریک‌ها را ارائه می‌کند.



شکل ۱) مراحل طراحی متریک علمی و تکنولوژیکی [۳]

آیا مقیاسهای علمی و تکنولوژیکی ساده‌ای وجود دارند که بتوان از آنها بعنوان پایه‌های متریک علمی و فن‌آوری استفاده کرد؟ ظاهراً پاسخ منفی است، چرا که تعداد مقاله‌های علمی یا اختراعات به تنهایی، به خوبی بیانگر ایده‌هایی نیست که متریک‌های علمی و تکنولوژیکی فراهم می‌کنند. در غیاب چندین عنصر اصلی که ممکن است از آنها متریک‌های پیچیده‌تری حاصل شوند، تنها راه چاره انتخاب به موقع متریک‌های موجود است.

در مجموع باید گفت که یک متریک علمی و تکنولوژیکی چیزی بیشتر از مقیاسهای عادی، کمیت و یا نشانه‌ای از چند ارزش است.

اصلاح تعریف متریک به این حد می‌رسد که :

الف- موضوع مورد سنجش (چه چیزی را مورد سنجش قرار می‌دهیم؟)

ب- واحدهای اندازه‌گیری (چطور اندازه‌گیری می‌کنیم؟)

ج- ارزش درونی همراه با متریک (چرا می‌سنجیم و یا از سنجش قصد دستیابی به چه چیزی را داریم؟)

### ۳. لیستی از متریکهای شناخته شده

بر اساس بررسی اطلاعات و آثار مربوطه، مجموعه‌ای جامع و یا گروهی از متریک‌های مخصوص علم و تکنولوژی بوجود آمده‌اند که

در ۸ گروه اصلی طبقه‌بندی و در ذیل نشان داده شده‌اند: [۴]

## الف- سرمایه‌گذاری در علم و تکنولوژی :

- هزینه در مرحله تحقیق و توسعه.
- هزینه در یک دوره زمانی.
- مقایسه هزینه‌ها با رقبا، میانگین‌های صنعت و میانگین‌های هر بخش.
- هزینه‌های اصلاح سیستم و تکنولوژیهای تحقیق

## ب- متریک‌های اقتصادی و مالی :

- صرفه‌جویی در هزینه‌ها: شامل نسبت صرفه‌جویی در هزینه کالاهای فروخته‌شده.
- بازگشت سرمایه‌گذاری.
- بازگشت داراییها.
- معیارهای اقتصادی: مانند تفاوت‌های قیمتی در هر واحد، ویژگیهای کیفیتی که می‌توان آنها را به علم و تکنولوژی نسبت داد.

## ج- متریک‌های تجاری و بازرگانی :

- نسبت فروشهای جدید: درآمد فروش محصولات یا ارتقاء فرآیند که می‌توان آن را به تجاری کردن نتایج علم و فن‌آوری در یک سال معین نسبت داد.
- درآمدها و فروشهای پروژه‌ای: حاصل از پروژه‌های علمی و تکنولوژیکی در دست انجام یا در مرحله اختراع، ناشی از پروژه یا گروه‌های محصولات و فرآیندها.
- نسبت سود: سود بعنوان درصدی از فروش که می‌توان آن را به نتایج علمی و تکنولوژیکی تجاری شده نسبت داد که در محصولات موجود و جدید و فرآیندهایی که سودآور بوده‌اند، ادغام شده‌اند.
- نسبت سهم بازار: سهم نسبی بازار برای هر گروه محصول یا واحدی که بتوان آن را به نتایج علم و فن‌آوری در فروش محصول نسبت داد.
- رضایت مشتری: درجه‌بندی کلی شرکت و محصولاتش که مربوط به ویژگیهای رقابتی محصولات و خدمات ناشی از نتایج علم و تکنولوژی باشد.
- تعامل با مشتریان: تماسهای داخلی مهندسان و دانشمندان با مشتریان خود، مانند بازاریابی و تولید و یا تماسهای خارجی با مشتریان فنی

## و تجاری بیرونی

- تطابق قانونی: تطابق محصولات و خدمات با مقررات که بتوان آن را به نتایج علم و فن آوری نسبت داد که با خدمات و محصولات در ارتباط است (شامل مسائل مربوط به ایمنی بهداشت و اخلاقیات).
- کیفیت و قابلیت اعتماد: کمک نتایج علم و فن آوری به ارتقای کیفی و قابلیت اعتماد محصولات و خدماتی که به فروش می‌رسد.
- زمان بازار: (زمان پاسخگویی) تفاوتها در برابری یا غلبه بر محصولات و پروژه‌های جدید رقبا. این بخش به سنجش ارتقاء کیفی در زمان موردنیاز سازمانها برای ارائه محصولات و یا خدمات جدید، مانند سلاحهای رقابتی که می‌توان آن را به نتایج علم و فن آوری نسبت داد، می‌پردازد.
- فروشهای تجاری و نسبت درآمدها: نسبت فروش محصولات و خدمات، علاوه بر درآمدهای حاصل از گواهینامه‌ها و گروههای درآمدی مشابه که بوسیله اختراعاتها و دیگر ابزارهای تجاری حمایت می‌شوند و می‌توان آنها را به دسته‌ای از اختراعات نسبت داد که حمایت ویژه از محصولاتی می‌کنند که ویژگیهای آن امکانات منحصر به فردی برای سازمان در برابر رقبایش را دارد.

## د- متریک کتاب‌شناسی :

- نشریات: شامل مقالات علمی، گزارشات فنی و مقالات ویژه ژورنالهای علمی، بخش کتب، شرح گزارشات و جلسات.
- تحلیل ارجاعات: شامل تعداد ارجاعات مقالات علمی و فنی است که بعنوان مقیاسی برای تأثیرات بر جامعه علمی و کیفیت حرکت علمی که نشریات ذکر شده را چاپ کرده‌است، می‌باشد. این افزایش ممکن است به شکل نسبت‌ها در سرمایه‌گذاری در علم و فن آوری، یا رشته دانشگاهی و نوع بخش صنعتی‌ای باشد که در آن حرکت علمی صورت گرفته‌است.
- آنالیز co.word و توموگرافی پایگاه داده‌ها (DT): اینها دو مقیاس تحلیلی هستند که بر روی پایگاه داده‌های کتاب‌شناسی علم و فن آوری انجام می‌گیرد و جهت شناخت آنها می‌توان به مراجع مربوطه رجوع نمود.
- جلسات ویژه ارائه مطلب و تحقیقات: شامل ارائه یادداشتهای کنفرانسها و جلسات و دیگر همکاریهای مربوط به این مجموعه آثار

## ه- حق اختراع :

- تعداد اختراعات: حاصل از فعالیتهای فنی و علمی واحدها و سازمانها. این مقیاس ممکن است به شکل نسبت تعداد اختراعات در زمان معین به هزینه‌های علمی و فنی باشد.
- اختراعات جدید: درصد اختراعاتی که جدید هستند و مزایای تجاری و رقابتی را برای سازمان فراهم می‌کنند و همچنین به شکل

نسبت اختراعات جدید به کل اختراعات تولید شده در دوره زمانی که بوسیله صنعت گروه بندی شده تا اعمال مربوط به نوآوری مختلف را شامل شود.

- هزینه های اختراع: در نظر گرفتن طول زمانی کاربرد سرمایه در علم و فن آوری تا مرحله ثبت اختراع.

#### **و- متریک های بررسی مستقیم :**

- ارزیابی داخلی: سطح بندی محتوای واحدهای علم و فن آوری، فعالیتها و نتایج حاصل از آن توسط دیگر افراد و واحدهای سازمان مانند بازاریابی و تولید. این نوع مقیاس ممکن است به شکل ارزیابی کتبی و تعدادی مقیاس درجه بندی بر روی ابزاری باشد که نظر پاسخ دهندگان را می سنجد.

- ارزیابی خارجی: ارزیابی عینی از واحدهای علمی-فنی، فعالیتها، نتایج و کیفیت کلی توسط گروهی از کارشناسان. این مقیاس ممکن است به شکل حرکتی باشد که از سوی واحد علمی-فنی، یا کارشناسان خارجی، یا سازمان، یا مشاوران و یا دیگر افراد مطلع در جامعه، درخواست شده باشد و یا به شکل ارزیابی عادی بعنوان بخشی از ارزیابی جاری علم و فن آوری.

- بررسیهای هدفمند: شامل ارزیابی هیئت ویژه در مورد هرگونه نتیجه حاصل از علم و فن آوری مانند مقاله یا پروژه های علمی خاص که دربرگیرنده ارزیابی انتقادی از یک محصول باشند. ممکن است این مقیاس به صورت مقیاسی کیفی باشد.

#### **ز- متریک های سازمانی، استراتژیک و مدیریتی :**

- چرخه تجاری داخلی: این متریک دوره شروع یک پروژه علمی فنی تا نقطه انتقال نتیجه به واحد پایینی در درون سازمان رانشان می دهد و می تواند بعنوان مقیاس کارآیی داخلی شرکت عمل کند.

- چرخه تجاری و خارجی: شامل دوره زمانی از شروع پروژه تا فروش نهایی محصول و یا خدمات به مشتری خارجی می باشد.

- وجود قهرمان پروژه ای: شامل تعداد یا نسبت پروژه های فعلی علمی فنی است و جهت ترغیب، ویژگی قهرمانی را به یک مدیر نسبت می دهد.

- پروژه هایی که فعالیت های بین گروهی را دربرمی گیرند: شامل تعداد پروژه هایی است که تیمهایی را متشکل از افراد خارج از سازمان و واحد تحقیقی توسعه و علمی-فنی بکار می گیرند. مقیاس دیگر می تواند مرحله ای از عمر پروژه باشد که تیمها در آن شکل می گیرند. عمدتاً عقیده بر این است که هرچه زودتر چنین تیمی تشکیل شود، احتمال موفقیت تجاری پروژه بیشتر است.

- ارزیابی تواناییهای علمی فنی واحدها: (بوسیله توسعه کل سازمان) این مقیاس مربوط به ارزیابی خارجی است که ابتدائاً توسط مشتریان گوناگون در مورد این امر انجام می گیرد که شرکت و واحدهای علمی و تحقیقی آن چگونه قادر خواهند بود با رقابتهای

علمی فنی در بازار متغیر روبرو شوند؟

- پیشرفت و موفقیت پروژه: شامل مقیاسهای پیشرفت در پروژههای علمی فنی از لحاظ اهداف و نقاط عطفی است که در طی دورههای زمانی خاص وجود آمده‌اند. همچنین مقیاس تعداد یا درصد پروژه‌هایی را دربرمی‌گیرد که بر اساس زمان و بودجه از موفقیت فنی برخوردار بوده‌اند.
- ارزشیابی پروژه‌ها و برنامه‌ها: این مقیاس، شاخصی مالی است از درجه‌ای که پروژه‌های علمی فنی و مجموعه‌های برنامه‌های پروژه‌ای داشته‌اند، شامل هزینه در هر پروژه فنی موفق و پروژه‌های تجاری موفق. تفاوت‌های بین این مقیاسها معمولاً مشکلاتی را در جریان نتایج علم و فن‌آوری آشکار می‌سازد. گونه دیگری از مقیاس، میانگین هزینه هر پروژه و نوع آن را دربرمی‌گیرد.
- مالکیت، حمایت و سرمایه‌گذاری برنامه‌ها و پروژه‌ها: این مقیاسها درصد پروژه‌های حمایت و سرمایه‌گذاری شده توسط واحدهای دیگر در سازمان و یا واحدهایی که مستقیماً به خط محصول و یا محصولات تجاری مشابه در سازمانها مربوط است را شامل می‌شود. این مقیاسها همچنین انتشار پروژه‌ها و برنامه‌ها را بوسیله منبع سازمان فراهم می‌کنند و ممکن است به واحد و بخشهایی که علم و تکنولوژی را حمایت می‌کنند، مربوط باشند و یا در گروه آنها قرار بگیرند.
- مقیاسهای روابط انسانی پرسنل علمی فنی: شامل مقیاسهایی مانند روحیه پرسنل و رضایت آنها می‌باشد.
- رابطه علم و فن‌آوری با اهداف استراتژیک: این مقیاسها بیانگر درجه‌ای هستند که اهداف علم و فن‌آوری با اهداف مهم سازمان مرتبط و با هرگونه تغییری در استراتژی آن، همراه می‌باشند. تفاوتها و اختلافات بین دو مجموعه از اهداف ممکن است به مشکلاتی در عملکرد علم و فن‌آوری و ارتباط آن با اهداف سازمان، منجر شود.
- پروژه‌های مربوط به معیاربندی و برنامه عملکرد: این مقیاسها متریک‌های مالی، اقتصادی و مدیریت پروژه را به معیارهایی که استاندارد هستند و یا میانگین صنعت محسوب می‌شوند و همچنین آن دسته معیارهایی که به‌خاطر اجرای بهترین روشها در بخش صنعت وجود آمده‌اند، مرتبط می‌سازند.

### ح - متریکهای مربوط به نتایج :

- نتایج آنی: شامل معیارهای بازده مستقیم ناشی از فعالیت تحقیقی و توسعه‌ای، علمی و فن‌آوری می‌شود (مانند مقیاسهای کتاب‌شناسی).
- نتایج میانی: شامل بازده‌های سازمانی و شرکتهایی است که بازده آنی را دریافت و منتقل کرده‌اند و بازده‌های انتقالی را به سمت

شرکتها در جامعه و اقتصاد، سوق می‌دهند.

- نتایج تقریباً "نهایی": شامل معیارهای در مورد محصولات و خدماتی است که توسط شرکتهای اجتماعی و اقتصادی بوجود می‌آیند که بازده میانی و انتقالی را دریافت کرده‌اند.
- نتایج نهایی: معیارهای مربوط به امور ارزشمند برای اقتصاد و جامعه را در برمی‌گیرد که تحت تأثیر بازده اولیه هستند.

#### ۴. نحوه انتخاب و مقایسه متریکها

از آنجا که تا به حال تعداد زیادی متریک پراکنده و بی‌هدف را معرفی کرده‌ایم، الگوسازی در انتخاب متریک در درک ما از

چگونگی ارزیابی علمی تکنولوژیکی، حیاتی است.

فرآیند انتخاب متریک توسط سه مجموعه از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد:

الف- فرهنگ سازمان (شامل ارجحیت‌های مدیریتی و درک آنها)،

ب- مجموعه موجود متریکها و نوع فعالیتی که سنجیده می‌شود،

ج- تأثیرات بر روی دیگران، مانند مشتریان و دیگر سهامداران (جامعه علمی و تجاری دولتی).

نتیجه فرآیند انتخاب را می‌توان به چند گروه عمده تأثیرات دسته‌بندی کرد: قبل از هر چیز، تأثیرات بر روی شرکت یا نمایندگی دولتی

یا آزمایشگاهها در یک شرکت صنعتی، انتخاب متریک ممکن است نهایتاً "روش کار و فرهنگ سازمان را تحت تأثیر قرار دهد. در آغاز،

فرهنگ شرکت عاملی برای تعیین و انتخاب متریک می‌باشد، اما بعد از اینکه متریک بکاررفته و تجربه‌ای از آن بدست آید، ممکن است روش

کار و فرهنگ تغییر کند.

به هر حال در هر مقطعی سؤال مهم آن است که متریک مناسب چیست؟ و معیارهای مناسب برای راهنمایی ما در انتخاب متریک

صحیح یا مناسب برای ارزیابی علم و فن آوری کدامند؟

برای پاسخگویی به این سؤالات، معیارهای مقایسه متریکها به سه گروه تقسیم شده‌اند: متدولوژیکی (روش‌شناسی)، آنتولوژیکی (ماهیت‌شناسی)

و مدیریتی - سازمانی. این گروهها اهداف زیر را در انتخاب متریکهای علمی فنی شامل می‌شوند:

۱- با متریکهای انتخاب شده باید کار انجام گیرد.

۲- باید در دسترس موجود و قابل تهیه باشند.

۳- باید امکان ترکیب، آنالیز، تفسیر و مقایسه با متریکهای دیگر را فراهم کنند.

مجموعه معیارهای موردنظر در جدول ذیل آمده‌اند:

گروه	معیار
متدولوژی (معیارهای مرتبط با سنجش و آنالیز متریک‌ها و کاری که باید انجام دهند)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- کیفیت اطلاعات طبقه‌بندی شده.</li> <li>- فراهم کردن اطلاعاتی که امکان تفسیر و تحلیل معنادار را فراهم کند.</li> <li>- امکان معیاربندی قابلیت کلی گرایبی و عادی سازی در رشته‌های علمی.</li> <li>- جامعیت مجموعه برای سنجش بخشی از پدیده.</li> <li>- سهولت نسبی در جمع آوری، ترکیب و تفسیر اطلاعات.</li> </ul>
آنتولوژی (معیارهای مرتبط با ساختار متریکها و آنچه باید منعکس کنند)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جامعیت و دربرداشتن تمام جنبه‌های مهم پدیده.</li> <li>- تلفیق و پوشش دیگر متریک‌های مرتبط.</li> <li>- اعتبار: چیزی را که باید بسنجد، می‌سنجد.</li> <li>- دارا بودن مقیاسهایی از جنبه‌های گوناگون پدیده</li> </ul>
سازمان و مدیریت (معیارهای مرتبط با استفاده از متریکها و آنچه باید نتیجه دهند)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ارتباط با اهداف سازمانی و مدیریتی.</li> <li>- ارتباط با عملکرد بالقوه تصمیم گیران و مدیران.</li> <li>- قابل قبول بودن متریک‌ها.</li> <li>- قابلیت ارزیابی از نظر جمع آوری و تحلیل متریک‌ها.</li> <li>- هزینه و کارآیی آن.</li> <li>- ارتباط با دیگر متریک‌هایی که در ارزیابی‌های دیگر، مورد استفاده قرار می‌گیرند.</li> </ul>

شکل ۲) معیارهای انتخاب متریک‌ها در علم و فن آوری [۳]

## ۵. جمع بندی

نکات اصلی در استفاده از متریک‌ها برای ارزیابی دستاوردهای تحقیق بدین شرح خلاصه می‌شود:

- الف- استفاده ترکیبی از متریک‌ها مانند کتاب‌شناسی، بررسی گروهی، نتایج و بازده توصیه می‌گردد.
- ب- نتایج و بازده برای کسب درک صحیح از چگونگی پیشرفت علم و فن آوری و اثرات آن بر سازمانها، جامعه و اقتصاد، ضروری هستند.
- ج- استفاده ترکیبی از متریک‌های کیفی و کمی ضروری است.
- د- نقاط ضعف متریک‌ها باید در نظر گرفته شوند، به این منظور که منافع مورد نظر از آنها، واقع‌گرایانه‌تر باشند.
- ه- باید توجه داشت که متریک‌ها و سنجش آنها، به تنهایی ارزش کمی دارند و باید با سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی تلفیق شوند.

## مراجع مورد استفاده:

[۱] قاضی نوری، سید سپهر، ( ۱۳۷۹ )، "طراحی الگوی کلان توسعه صنعتی کشور با تأکید بر نقش سیاستهای علوم و تکنولوژی"، پایان نامه

دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

[2] Werner, B. & Souder, W., (1997), "Measuring R&D performance: state of the Art", Research Technology management, Vol. 40(2), PP 34-42

[3] Geisler, E., (1995), "An Integrated cost performance model of R&D Evaluation", Omega, Vol. 23(3), PP281-294

[4] Kostoff, R. (1998), "Metrics for strategic planning and S&T evaluation", R&D Enterprise –Asia Pacific, Vol 1(2-3), PP30-33