

## توسعه فناوری، چرخه فناوری و ایجاد ارزش اقتصادی پایدار

■ مهندس غلامرضا ملک‌زاده  
پژوهشکده تحقیقات توسعه فناوری  
پارک علم و فناوری خراسان  
rezamalakzadeh@kstp.ir

ویژگی‌های انتقال دانش و فناوری، اهمیتی فوق‌العاده خواهد داشت و لازم است در فرایندی که منجر به انتقال فناوری می‌شود، عمیق‌تر بررسی شود.

پیش از ورود به بحث، لازم است تعریفی از فناوری ارائه شود که به واسطه آن درک مشترکی از برخی مفاهیم کلیدی ایجاد گردد. در این نوشته، فناوری به عنوان دانسته‌ها و یا ابزارهای انجام یک کار مانند طراحی یا ساخت یک محصول اطلاق می‌گردد. در عین حال چگونگی انجام یک کار به صورت کلی و عمومی نیز فناوری محسوب می‌شود. به عنوان نمونه "فناوری مدیریت" که انتقال دهنده دانش چگونگی ایجاد انگیزه در کارکنان است و یا "فناوری اجتماعی" که چگونگی تأمین کمک‌های اجتماعی با هدف رفاه اجتماعی را مورد بحث قرار می‌دهد. این دیدگاه شامل فناوری تولید، فناوری سخت‌افزاری و فناوری‌های

فناوری در تمام زندگی مانقشی اساسی پیدا کرده و به عنوان کسب و کاری بزرگ و گسترده برای دستیابی به ثروت و رفاه اجتماعی مطرح است. پیشرفت و افزایش بهره‌وری، از یک سو نیازمند توسعه منابع انسانی منطبق با نیازها و سطح فناوری موجود و از سوی دیگر توسعه پایدار فناوری همگام با راهبردها و سیاست‌های کلان کشور به خصوص در عرصه انتقال فناوری است. انتقال درست و صحیح فناوری چه از نوع انتقال داخلی و چه از نوع انتقال خارجی، عامل اصلی خروج صنایع کشورها از حالت ایستا به پویا است و در این راستا، پرداختن به مباحث مرتبط با توسعه فناوری با مفهوم بررسی فرایندهایی که منجر به توسعه فناوری می‌شوند، ضرورتی انکارناپذیر است. اگر این طرز تفکر و نگرش جدی تلقی گردد، هماهنگی و همگامی تجربیات عملی در قلمرو علوم نظری، به خصوص با توجه به

### مکیده

توسعه فناوری به عنوان یکی از راهبردهای اصلی و حیاتی برای دستیابی به اقتصاد دانش‌محور و سالم در کشور، واقعیتی انکارناپذیر است که باید از تمامی جوانب مورد بررسی قرار گیرد و مزایا و منافع راهکارهای مختلف آن بررسی شوند. در این نوشته تلاش می‌شود مفاهیم توسعه فناوری، انتقال فناوری، چرخه فناوری و اکوسیستم صنعتی مورد نیاز برای به کارگیری این مفاهیم تشریح گردد. توجه و به کارگیری مفهوم چرخه فناوری در فرایندهای توسعه فناوری در یک محیط مناسب می‌تواند ارزش اقتصادی پایدار ایجاد کند و در عین حال فعالیت شرکت‌های نوپای فناور (TBF) و شرکت‌هایی که بر پایه فناوری‌های نو ایجاد شده‌اند (TNBF) را تسهیل کند. دلایلی که چرخه فناوری می‌تواند در محیط مناسب، ارزش اقتصادی ایجاد کند نیز در قالب الگویی پویا شامل: افزایش نوآوری و خلاقیت، افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیقات، افزایش ظرفیت آموزش‌های فناورانه، افزایش مؤسسات و مراکز تحقیقاتی، بررسی می‌شود.

### واژه‌های کلیدی

توسعه فناوری، چرخه فناوری، ارزش اقتصادی پایدار

### مقدمه

توسعه فناوری همواره برای بشر امری مهم بوده است. ولی در شرایط امروز تحولات جهانی، دغدغه‌ای انکارناپذیر برای همه ملت‌هاست.



Technology development, Technology cycle and Sustainable economic value

فرایندی نیز می‌شود.

### فرایند توسعه فناوری

در بسیاری از موارد، توسعه فناوری در واقع چیزی جز انتقال فناوری از یک مبدأ به یک مقصد و یا از تولید کننده فناوری به استفاده کننده فناوری از طریق روشی نظام‌مند و علمی در یک محیط مناسب و پویا نیست. مبدأ فناوری ممکن است یک شرکت، یک مرکز پژوهشی، دانشگاه یا یک واحد تحقیق و توسعه باشد که دست‌اندرکار تولید علم و فناوری هستند. فقدان یا کمبود مبدأ فناوری، نخستین عامل بازدارنده در نظام توسعه فناوری است.

فرایند رشد و توسعه فناوری، حاصل تعامل بین محرک‌ها (انگیزش‌ها)، توانمندی‌ها و نهادهاست. در برنامه‌ریزی‌ها نباید تنها به یک دسته از عوامل توجه کرد، بلکه باید تعامل بین متغیرهای مختلف را نیز مد نظر قرار داد. [۵]

از سوی دیگر، می‌توان توسعه فناوری را شامل ۵ فرایند اصلی دانست که عبارتند از:

الف. فرایند ایجاد فناوری؛  
ب. فرایند انتقال فناوری از مبدأ به مقصد؛  
پ. فرایند بومی‌سازی فناوری در مقصد؛  
ت. اشاعه و گسترش فناوری و ارائه کاربردهای جدید؛  
ث. مستندسازی فناوری در تمامی مراحل و فرایندهای قبلی.

این فرایندها در محیطی می‌توانند عملیاتی شوند که ویژگی‌ها و مشخصات ضروری را دارا باشد. از این محیط به عنوان اکوسیستم یاد می‌شود. اکوسیستم مناسب محیطی است که در آن تولیدکنندگان در سطح شرکت‌ها به وسیله محرک‌های صنعتی، قدرتمند و هم‌سو شده باشند.

در عین حال خوشه‌های این شرکت‌ها به مؤسسات حامی آنها نظیر بانک‌ها، دانشگاه‌ها، زیرساخت‌ها، صنایع مرتبط، سیاست‌های دولت و برنامه‌های اجتماعی، پیوند خورده و ارتباط برقرار کرده باشند. بدیهی است این شرکت‌ها بدون ایجاد شاخص‌های رقابتی اقتصاد کلان، نمی‌توانند به برگشت سرمایه افزایشی و پایدار دست یابند.

در یک اکوسیستم صنعتی مؤلفه‌ها و فعالیت‌های زیر وجود دارند: [۲]

■ فعالیت‌های داخلی شامل: تولید، زنجیره ایجاد ارزش افزوده و فرایندهای محوری؛

■ فعالیت شرکای بیرونی شامل: فعالیت‌های حمایتی مختلف؛

■ محرک‌های بیرونی، شامل:

- مؤسسات علمی، دانشگاهی و تحقیقاتی؛

- مؤسسات مالی و اعتباری؛

- زیرساخت‌ها؛

- صنایع مرتبط؛

- سیاست‌های دولت؛

- سرمایه‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی.

عوامل و مؤلفه‌های یاد شده باید با یکدیگر

تعامل داشته باشند تا محیطی مناسب برای

حذف موانع، ایجاد اثرات شبکه‌ای، محیط رقابتی

کامل بازار و برگشت سرمایه افزایشی، خلق و

فعال گردد. با ایجاد چنین اکوسیستمی،

■ اثرات شبکه‌ای با ارزش بیشتر ایجاد می‌شود؛

■ موانع ورود به بازار حذف شده و یا کاهش

می‌یابد؛

■ محیط رقابتی تکامل یافته‌ای به وجود

می‌آید؛

■ الگوها و سیستم‌های ارزش‌افزایی گسترش

می‌یابند؛

■ برگشت سرمایه بالاتر و مشارکت اقتصادی

بیشتر به وجود می‌آید.

در عین حال برای بهره‌مندی از مزایا و منافع اقتصاد کلان و رشد اقتصادی مناسب، باید چرخه رشد هم‌افزایی مناسبی نیز ایجاد شود. در واقع، زمانی که اکوسیستم اقتصادی مناسب ایجاد شد، چرخه‌های پویا نیز باید به وجود آید که در آن هم‌افزایی میان تمام مؤلفه‌ها و محرک‌های گفته شده بتواند ارزش اقتصادی پایدار مورد نظر را ایجاد کند.

توسعه فناوری علاوه بر موارد ذکر شده، نیازمند پویایی و ساز و کارهای خاص برای پویایی نیز هست که باید مورد توجه قرار گیرد. چرخه فناوری که در ادامه به آن اشاره خواهد شد یکی از مفاهیم مهم است که می‌تواند پویایی سیستمی لازم را ایجاد و حفظ کند.

### چرخه فناوری

چرخه فناوری به واسطه پویایی ذاتی خود می‌تواند تحرک و پویایی لازم برای توسعه فناوری را ایجاد کند و اهداف خاص حمایتی مورد نیاز محیط برای همکاری و همیاری میان مؤلفه‌های مختلف را به وجود آورد. اجزای این چرخه به صورت خلاصه عبارتند از: [۳]

#### ۱. مرحله آگاهی از فناوری

شامل ساز و کار رسمی سازمان‌ها برای آگاهی از فناوری‌هایی که می‌تواند نیازهای سازمان را برطرف کند. یکی از این مکانیزم‌ها استفاده از "Think Tank" است که بین مهندسين و دانشمندان برقرار می‌شود. کسب اطلاعات از طریق نشریه‌های علمی، مجلات، روزنامه‌ها، کتاب‌ها، کنفرانس‌ها، نمایشگاه‌های جهانی و بین‌المللی و نظایر آن صورت می‌گیرد. این

اطلاعات و داده‌ها جمع‌آوری شده و به صورت گزارش‌های خلاصه داخلی که نشان‌دهنده منافع فناوری است برای طراحان برنامه‌های راهبردی و سیاست‌گذاری فناوری ارسال می‌شود.

### ۲. مرحله کسب فناوری

این مرحله شامل کسب و دریافت واقعی فناوری است. برای گذر از مرحله آگاهی به مرحله کسب فناوری، یک گروه فناور در سازمان باید در همیاری و همکاری با گروه مهندسی صنعتی، پیش از خرید و کسب فناوری جدید، مطالعات امکان‌پذیری اقتصادی و فنی را انجام دهد. متأسفانه اغلب شرکت‌ها و سازمان‌ها وقت کافی در این رابطه صرف نمی‌کنند و نتیجه آن کسب و خرید فناوری نامناسب است. گاهی تصمیمات دیگری اتخاذ می‌شود و به توصیه‌های امکان‌پذیری

فنی و اقتصادی نیز توجه نمی‌شود. در این حالت به جای آنکه تصمیم‌گیری بر اساس عوامل علمی و فنی باشد، بر اساس برداشت‌های شخصی شکل می‌گیرد و متکی به تصمیمات و سیاست‌های اتخاذ شده اصولی نیست.

### ۳. مرحله تطابق و هماهنگی با فناوری

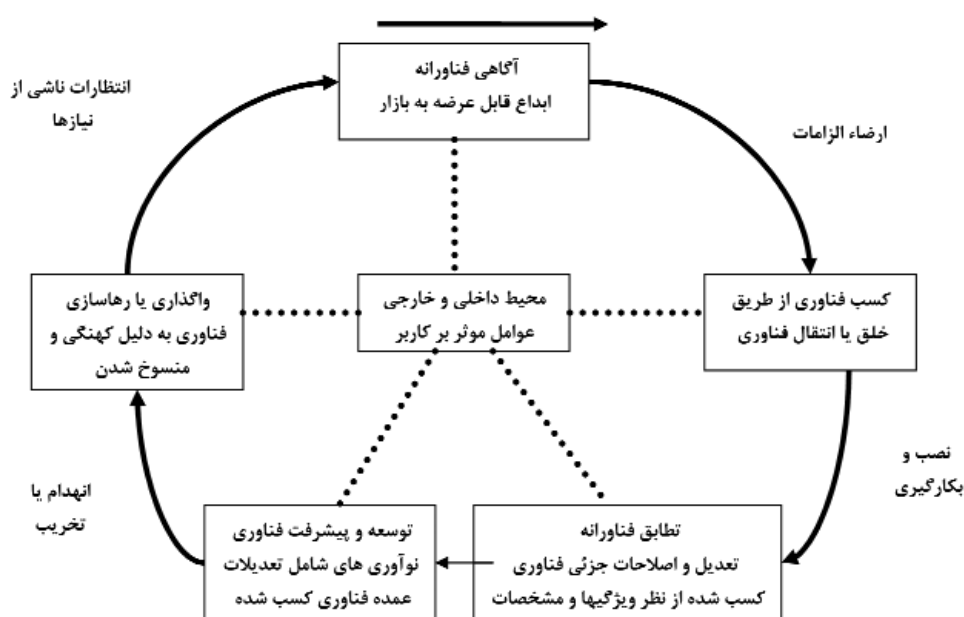
هر حرکت پیشنهادی با تطابق و هماهنگی با فناوری کسب شده برای یک نیاز خاص، پایان می‌یابد. اگر کارهای مرحله قبل به درستی انجام شده باشند، انتقال و گذر از کسب فناوری به تطابق نرم‌افزارها و سخت‌افزارها، آرام‌تر و با هزینه کمتر صورت می‌گیرد. بر عکس اگر زمان و سعی کافی در مطالعات و بررسی‌های فناوری‌های مختلف اعمال نشود، قطعاً برای تطابق و هماهنگی با فناوری تلاش بیشتری لازم خواهد

بود. در نتیجه بهره‌وری، کیفیت و اثربخشی آن کاهش می‌یابد. به عنوان مثال در نظر نگرفتن شرایط آب و هوایی و کارکرد در نظر گرفته شده برای یک فناوری در مراحل مطالعاتی می‌تواند منجر به عدم کارایی، عدم صرفه اقتصادی و نظایر آن در محل مورد نظر شود.

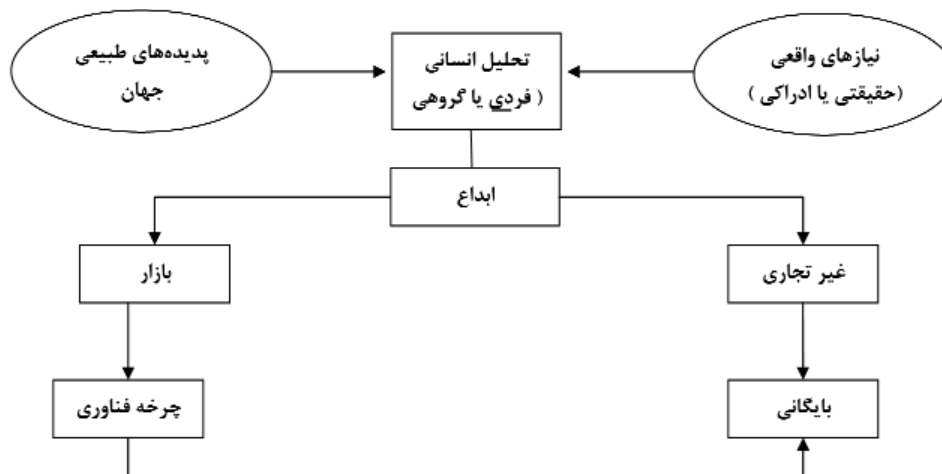
### ۴. مرحله پیشرفت فناوری

وقتی سرمایه محدود است، تلاش می‌شود فناوری موجود بهبود یابد. این عمل از طریق طراحی بهتر، برقراری سیستم تعمیر و نگهداری مناسب و نظایر آن صورت می‌گیرد. بخش عمده‌ای از تحقیقات توسعه فناوری در این مرحله انجام می‌شود.

### ۵. مرحله واگذاری یا رهاسازی فناوری



شکل ۱. چرخه فناوری



شکل ۲. فرایند جریان فناوری

این مرحله، احتمالاً بحرانی‌ترین مرحله است. زیرا تصمیم‌گیری راجع به اینکه یک فناوری خاص منسوخ شده است یا نه، در دستور کار قرار می‌گیرد. ممکن است نتیجه چنین تصمیم‌گیری حذف پیش از موقع یک فناوری باشد. تعیین زمان کارکرد یک فناوری برای پیروزی در بازی‌های رقابتی و فناوریانه اهمیت بسیار زیادی دارد. جستجوی فناوری‌های جدید مستلزم در نظر گرفتن متغیرهای وابسته بسیار زیادی است. از جمله مدت زمانی که طول می‌کشد تا محصول رقیب وارد بازار شود، توانایی مشتری در جذب و سرمایه‌گذاری برای فناوری جدید، معلومات و دانسته‌های مورد نیاز، برنامه مدیریت قطعات یدکی، مجاری بازاریابی و تبلیغات و ...

مراحل چرخه فناوری در شکل ۱ نشان داده شده است.

زمان منسوخ شدن یک فناوری را می‌توان بر اساس فرایند جریان فناوری بررسی کرد. این فرایند در شکل ۲ نشان داده شده است. توجه به مراحل مختلف مطرح شده در چرخه

فناوری، موفقیت در توسعه فناوری را افزایش می‌دهد. زمان‌بندی نامناسب اقدامات در فرایند توسعه فناوری منجر به از دست دادن درآمدها و منابع مالی خواهد شد. متأسفانه فرمولی مشخص برای زمان‌بندی فعالیت‌ها در فرایند توسعه فناوری وجود ندارد و باید اطلاعات لازم از واحدهای تحقیقاتی، بازاریابی و تولید گرفته شود.

### انتقال فناوری

بنا بر برخی تعاریف، انتقال فناوری عبارت است از گسترش فناوری از یک فرهنگ، کشور یا ناحیه به یک فرهنگ، کشور یا ناحیه دیگر [۱]. در انتقال فناوری اجزای مختلفی مشارکت می‌کنند که با یکدیگر تعامل و تبادل دارند. این اجزا عبارتند از:

- منبع و محیط آن؛
- فناوری؛
- ساز و کار ارتباطی؛
- دریافت کننده و محیط آن؛

- محیط عملیاتی. انتقال فناوری به اشکال مختلفی صورت می‌گیرد که عبارتند از:

■ انتقال فناوری عمودی (حرکت فناوری از سازمان‌های مختلف در مراحل گوناگون نوآوری درگیر هستند)؛

■ انتقال فناوری از طریق فرایند نوآوری؛

■ انتقال فناوری از طریق نفوذ نوآوری؛

■ انتقال فناوری افقی (که شامل مفاهیم فاصله جغرافیایی، زبان، ارزش‌ها، مذهب، فرهنگ، ملیت و سیستم سیاسی است).

انتقال فناوری از یک مبدأ به یک مقصد نیز باید مراحل زیر را مد نظر داشت:

۱. مرحله شناسایی فناوری؛
۲. مرحله ارزیابی فناوری؛
۳. مرحله انتخاب فناوری مناسب؛
۴. مرحله کسب فناوری؛
۵. مرحله انطباق فناوری؛
۶. مرحله تعیین ساز و کار انتقال فناوری؛

۷. مرحله جذب، اجرا و بهره‌برداری از فناوری؛  
 ۸. مرحله توسعه فناوری.  
 با توجه به سطح و میزان گستردگی فعالیت‌ها، هر یک از این مراحل به وسیله عوامل مختلفی نظیر بخش‌های مختلف سازمانی، افراد یا سازمان‌ها و ملت‌های گوناگون انجام می‌شود. موفقیت در هر کدام از این مراحل در فرایند انتقال فناوری، نیازمند در اختیار داشتن دانش و تجربه عملی خاصی است که باید در مطالعات و بررسی‌ها مورد توجه قرار گیرد.  
 حوزه عمل انتقال فناوری می‌تواند به صورت‌های ذیل باشد:  
 ■ از آزمایشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به صنعت یک کشور؛  
 ■ از دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی به صنعت یک کشور؛  
 ■ از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای توسعه‌یافته؛  
 ■ از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای توسعه‌نیافته.  
 روش‌های مختلفی نیز در فرایند انتقال فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله تبادل اطلاعات فنی، خرید فناوری یا اطلاعات فنی خاص، خرید یک سامانه آماده با پرداخت کامل هزینه‌ها، انتقال فناوری بر اساس موافقت‌نامه‌های بین‌المللی، فرایند کسب فناوری درون‌زا و ...  
 در این راستا تلاش‌های مستمری میان ایجادکنندگان و توسعه‌دهندگان فناوری، بازاریان و کاربران فناوری صورت می‌گیرد و اثربخشی این تلاش‌ها نیز مستلزم مدیریت انتقال فناوری است.  
 در انتقال فناوری دو اصل کلی وجود دارد:  
 ۱. گیرنده اطلاعات منتقل شده باید مدت‌ها قبل از انتقال واقعی، به منظور مشخص کردن

محدودیت‌ها از فرایند توسعه اطلاعات، آگاهی کامل داشته باشد.

۲. دهنده اطلاعات باید عقاید و خواست خود را در مورد محصول بالقوه یا خدمات که بر پایه دانش فنی تولید شده‌اند، بیان کند.

### موانع عمده در انتقال فناوری

در فرایند انتقال فناوری همواره موانع و مشکلاتی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند. از جمله مهم‌ترین این عوامل عبارتند از:

۱. عدم وجود مهارت کافی در طیف فعالیت‌های مختلفی که از سطح مدیریت تا سطح نیروهای کاری نیمه‌ماهر در طی این فرایند انجام می‌شود؛
۲. روابط ناکافی، ناکارآمد و تعریف نشده میان تولیدکننده و مشتری؛
۳. عدم وجود زیرساخت‌های فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی مورد نیاز؛
۴. اطلاعات ناکافی در رابطه با منابع و امکانات محلی نظیر آب، خاک یا مواد خام؛
۵. عدم وجود سرمایه و علاقه به سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری؛
۶. محدودیت‌های موجود قانونی و اجتماعی در تحرکات و جابه‌جایی نیروی کار؛
۷. عدم وجود فناوری‌های مناسب دیگر.

### ساز و کار انتقال فناوری

برای انتقال فناوری لازم است ساز و کاری متناسب با سایر ساز و کارهای موجود در یک کشور ایجاد شود که انتقال فناوری را تسهیل کند. بدیهی است در استقرار چنین ساز و کاری عوامل متعددی نقش دارند که باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد. عدم توجه به هر یک از آنها می‌تواند این فرایند را مختل سازد. در این

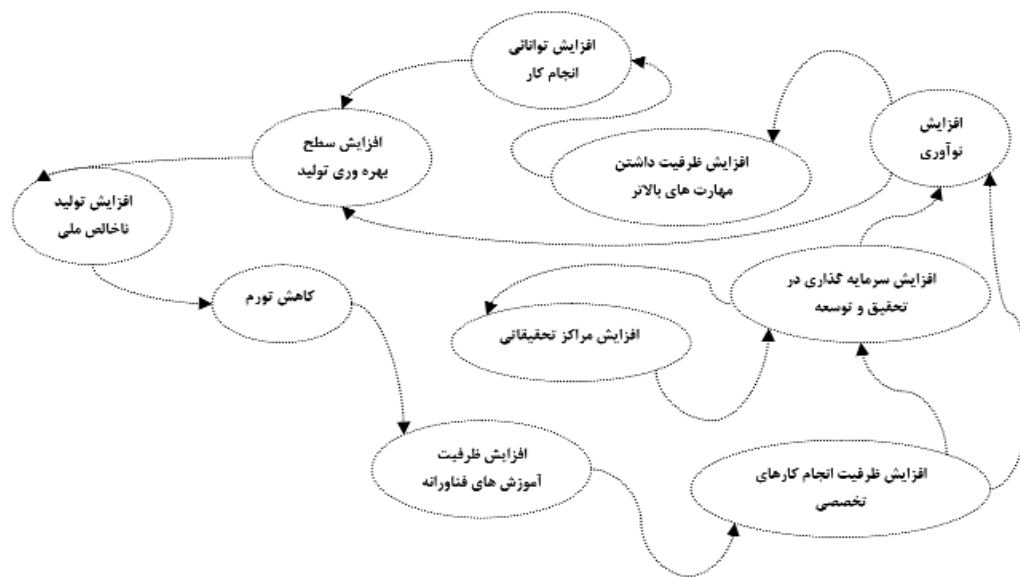
رابطه ساز و کار زیر را می‌توان مورد توجه و بررسی قرار داد:

۱. آموزش مؤسسات مؤثر و فعال در انتقال فناوری و کاربران فناوری؛
۲. ایجاد مراکز تخصصی انتقال فناوری و مراکز نگهداری و حفظ فناوری؛
۳. ایجاد مراحل آموزشی و تحقیقاتی برای فناوری‌های موجود و فناوری‌های در راه؛
۴. در دسترس قرار دادن سرمایه برای خرید ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز فناوری؛
۵. حفظ محیط خلاقیت و نوآوری فناورانه و انجام تحقیقات توسعه فناوری؛
۶. تدوین دستورالعمل‌های مناسب برای ارزیابی نیاز واقعی به انتقال فناوری.

### الزامات موفقیت در انتقال فناوری

در فرایند انتقال فناوری الزامات خاصی را باید مد نظر داشت تا موفقیت آن تضمین گردد. این الزامات عبارتند از:

۱. مفهوم انتقال فناوری، مفهومی مبتنی بر نوآوری است و باید با ساز و کاری نظام‌مند اجرا شود. عدم توجه به این نکته کلیدی سبب شده است بسیاری از اقدامات انتقال فناوری، به خصوص انتقال فناوری از واحدهای پژوهشی به واحدهای تولیدی با عدم موفقیت و اثربخشی لازم صورت گیرد. یکی از بهترین روش‌ها در این رابطه، به‌کارگیری فرایند نوآوری نظام‌مند در واحدهای پژوهشی از جمله واحدهای R&D است.
۲. فرایند انتقال فناوری باید با حمایت و پشتیبانی‌های مالی قدرتمند همراه باشد. ضعف مالی پروژه‌های انتقال فناوری اغلب باعث می‌شود این تلاش‌ها در مراحل اولیه از کار، بی‌اثر و فاقد کارایی لازم شود و نهایتاً ناتمام رها گردد.



شکل ۳. سیستم پویای ایجاد ارزش افزوده

۱۴. شرایط جهانی برای رسیدن به استانداردهای جهانی.

### چرا پرفه فناوری ارزش اقتصادی ایجاد می‌کند؟

چرخه فناوری همراه با تمام نقش آفرینان در آن، می‌تواند اقتصادی با ارزش افزوده واقعی ایجاد کند که در سطح ناحیه‌ای، صنعتی و کارآفرینی مورد نظر است. توانایی ایجاد ارزش افزوده مورد نظر در چرخه‌های دیگر که سیستمی پویاست ایجاد می‌گردد (شکل ۳). این چرخه پویا از تعامل میان نوآوری، افزایش تحقیقات فناورانه، افزایش مهارت‌ها، افزایش بهره‌وری، افزایش ظرفیت‌های آموزشی و افزایش توان تخصصی شکل می‌گیرد. فرایندهای این چرخه عبارتند از: [۴]

■ افزایش نوآوری و خلاقیت:

- اگر نوآوری افزایش یابد، مهارت‌های بالاتر و تخصصی‌تر افزایش می‌یابد.

عناصر ایجاد ارزش و انتخاب فناوری مناسب، عوامل زیر نیز باید با هم ترکیب و ادغام شوند تا شرایط مساعد توسعه فناوری ایجاد شود:

۱. سهم یا موقعیت بازار مناسب؛
۲. توانایی رقابت؛
۳. زیرساخت‌ها (مالی، فیزیکی، علمی و...);
۴. تولیدکنندگان ارزش اقتصادی نظیر شبکه‌ها؛
۵. منابع انسانی؛
۶. عوامل توانمندسازی مستقیم دولت؛
۷. عوامل توانمندسازی فناورانه و نوآورانه؛
۸. عوامل مرتبط با شیوه کسب و کار و تولید؛
۹. صنایع تکمیلی و حمایتی مرتبط با صنعت مورد نظر؛
۱۰. شرایط مالی؛
۱۱. وجود تقاضای واقعی؛
۱۲. شرایط فرهنگی و اجتماعی؛
۱۳. محدودیت‌ها و موانع عمومی؛

۳. انتقال فناوری موفق زمانی محقق می‌گردد که فرهنگ تعامل و همیاری مناسب و اثربخشی وجود داشته باشد. تنها با وجود چنین فرهنگی می‌توان از استمرار تلاش‌های لازم در آزمون بازار و مواجهه با چالش‌های رقابتی اطمینان حاصل کرد.

انتقال فناوری زمانی موفق است که فناوری به ارائه یک محصول یا خدمت منجر شود و یا بهبود و یا توسعه‌ای در آنها به وجود آورد. بدیهی است در غیر این صورت، فرایند ناموفق است و به نیازهای مشتریان خود پاسخ نمی‌دهد. بسیاری از اقدامات انجام شده برای انتقال فناوری از مرحله آزمایش و نمونه‌سازی به دلیل عدم دستیابی به محصول یا خدمت محسوس، ناموفق بوده‌اند.

### توسعه فناوری با بهره‌گیری از پرفه فناوری

برای اینکه بتوان به راهبردی مناسب و اثربخش دست یافت، علاوه بر مشارکت تمامی عوامل و

- افزایش توانایی‌ها و مهارت‌های سطح بالاتر، افزایش توانایی انجام کار با ویژگی‌های خاص را به دنبال دارد.

■ افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیقات:

- اگر سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه افزایش یابد، نوآوری افزایش می‌یابد.

- افزایش نوآوری، افزایش سطح بهره‌وری تولید را افزایش می‌دهد.

- با افزایش سطح بهره‌وری تولید، تولید ناخالص ملی افزایش می‌یابد.

- اگر تولید ناخالص ملی افزایش یابد، تورم کاهش می‌یابد.

■ افزایش ظرفیت آموزش‌های فناورانه:

- کاهش تورم، ظرفیت آموزش‌های فناورانه در شرکت‌ها و مؤسسات را افزایش می‌دهد.

- افزایش ظرفیت آموزش‌های فناورانه در شرکت‌ها و مؤسسات، افزایش ظرفیت انجام کارهای تخصصی‌تر را در پی خواهد داشت.

- اگر ظرفیت انجام کارهای تخصصی‌تر افزایش یابد، ظرفیت نوآوری و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه افزایش خواهد یافت.

■ افزایش مؤسسات و مراکز تحقیقاتی:

- افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، افزایش مراکز تحقیقاتی را به دنبال خواهد داشت.

- افزایش مراکز تحقیقاتی، نوآوری و سرمایه‌گذاری در تحقیقات را باز هم افزایش خواهد داد.

- اگر نوآوری و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه افزایش یابد، مهارت‌های بالاتر به دست خواهد آمد.

این پویایی سیستمی، می‌تواند شناسایی اثر عوامل توانمندسازی فناورانه اثربخش را بر محرک‌های اقتصادی کلان امکان‌پذیر سازد. در

عین حال جذابیت‌های بخش‌های مختلف صنعتی، ساز و کارهای حمایت از آنها، صنایع وابسته و مرتبط و در نهایت وجوه تمایز آنها، بازخوردهای مثبت برگشت سرمایه و محرک‌های رقابت صنعتی با عملکرد بالا را نیز آشکار خواهد ساخت.

طراحی الگویی که قادر به خلق شرایط توانمندسازی اقتصادهای در حال گذر و در حال رشد هستند بر مبنای چرخه فناوری، نیازی است که در شرایط رشد واحدهای تحقیقاتی و شرکت‌ها و مؤسسات فناور ضرورتی انکارناپذیر است. این الگو همراه با الگوهای مناسبی از نوآوری و خلاقیت

نظام‌مند و پرداختن به تحقیقات توسعه فناوری می‌تواند اثربخشی و کارایی اقتصادی را نیز ایجاد کند. امروزه منابع اطلاعاتی و دانش در تمام نقاط

جهان جریان می‌یابند و به واسطه نوآوری‌های فناورانه، سرمایه، مهارت‌ها، ماشین‌آلات و دیگر کالاهای مورد نیاز برای تولید، آزادانه حرکت کرده

و به طور پیوسته به آن ارزش می‌افزاید. در نتیجه زنجیره‌های تولید و ساخت به یکدیگر متصل شده و چرخه‌های کسب و کار در سراسر جهان

بسته می‌شوند. اما این جریان جهانی متوازن نیست. کشورهای در حال توسعه هنوز در حال

مصرف بی‌رویه منابع خود هستند و برنامه‌های آنها از ارزش افزوده پایین برخوردار است. علاوه بر آن هنوز نیروی کار ارزان قیمت آنها در اختیار

کشورهای توسعه‌یافته قرار می‌گیرد. در همین حال کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی، نوآوری و درصد سرمایه‌گذاری در تحقیقات از درآمد

ناخالص ملی را افزایش داده و انجام خدمات با ارزش افزوده پایین و تأمین مواد اولیه را به کشورهای در حال توسعه واگذار می‌کنند و به این ترتیب به افزایش پایدار در برگشت سرمایه

دست می‌یابند.

بنابراین لازم است قبل از هر اقدامی شرایط مناسب برای تقویت قابلیت‌ها و توانایی‌های محلی فراهم شود. در عین حال این شرایط باید توسط ساختارهای مناسب رشد به وجود آید. یکی از اقدامات مؤثر در این رابطه آن است که تحقیقات توسعه فناوری با ویژگی‌های خاص گسترش و توسعه یابد.

منابع و مآخذ

۱. ملک‌زاده، غلامرضا؛ **مدیریت استراتژیک تکنولوژی**، نشر جهان فردا، مشهد، چاپ دوم، ۱۳۸۴.
2. Scheel, C. 2004; *Dynamics of the Technological Innovation Cycles for Development*, EGADÉ Monterrey Institute of Technology. MEXICO
3. Gerard H. Gaynor; *Handbook of Technology Management*, Mac Grawhill, 1996.
4. Sumanth, D.g.; *Productivity Engineering and Management*, Mac Grawhill, 1994.
۵. حاجی‌حسینی، حجت‌اله؛ **مبانی نظری توسعه فناوری از دیدگاه مکاتب**، فصلنامه توسعه تکنولوژی، سال دوم، شماره ۵، ۱۳۸۳.