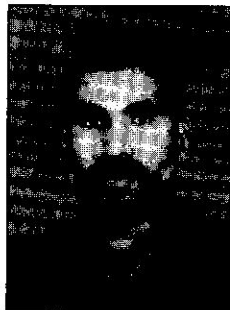


# مبانی نظری توسعه فناوری از دیدگاه مکاتب



دکتر حجت‌الله حاجی حسینی  
رئیس پژوهشکده مطالعات و فناوری

## چکیده

عوامل مؤثر در فرآیند توسعه فناوری، شامل کشش تقاضا و فشار عرضه است و تعامل بین محرکه‌ها (انگیزش‌ها)، توانمندی‌ها و نهادهای مرتبط نیز به توسعه فناوری می‌انجامد. مبانی نظری فرآیند توسعه فناوری در مکاتب مختلف مورد توجه قرار گرفته و اقتصاددانان بعد از دوره کلاسیک نیز مفهوم و مصداق فناوری را به شرح زیر مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند:

- اقتصاد دانانی که روش کلاسیک را به همراه نوآوری‌ها دنبال کردند و نظریه نئوکلاسیک را شکل دادند. این نظریه را از جنبه فناوری، می‌توان به نظریه‌های تولید نئوکلاسیک، نوآوری نئوکلاسیک و رشد درون‌زا تقسیم نمود.

- اقتصاد دانانی که از نظریه انقلابی شومپتر در زمینه توسعه اقتصادی و اجتماعی پیروی نمودند، نظریه‌ای را شکل دادند که به آن نظریه اقتصاد تکاملی اطلاق می‌گردد. نظریه فوق نیز به دو نظریه نهادگرا و طبیعت‌گرا قابل تقسیم است.

شومپتر دو نظریه مختلف را در رابطه با توسعه فناوری ارائه داده است. این نظریه‌ها به الگوی تخریب خلاق و انباشت خلاق معروف هستند.

نظریه سیستم ملی نوآوری، در واقع تکامل یافته نظریه‌های سنتی نوآوری است. فریمن (Freeman) با تحلیلی تاریخی و با استفاده از تئوری‌های نوین نوآوری، نشان داده که زیرسیستم‌هایی مانند سازمان‌های R&D، بنگاه‌های صنعتی و سازمان‌های دولتی در رابطه متقابل با یکدیگر در یک چارچوب سازمانی، موجب توسعه فناوری می‌شوند.

## کلید واژه:

مکتب اقتصادی کلاسیک، مکتب اقتصادی نئوکلاسیک، اقتصاد تکاملی، نظام ملی نوآوری، توسعه فناوری و نوآوری فناوری

مقدمه

که واضح ترین تجسم تغییر تکنولوژی، تغییر در نرخ بهره‌وری کل عوامل است. از آن پس توجه برنامه‌ریزان اقتصادی به نقش تکنولوژی و نوآوریهای آن معطوف گردید و جایگاه ویژه‌ای برای توسعه فناوری در نظر گرفته شد. بنابراین رشد اقتصادی و رشد تکنولوژی در یک دور توسعه مدار، همدیگر را تقویت می‌کنند.

فرآیند توسعه تکنولوژی

آقای پروفیسور لعل (۱۹۹۷) در پاسخ به اینکه فرآیند توسعه تکنولوژی به چه عواملی بستگی دارد؛ می‌گوید: "توسعه تکنولوژی در دنیای امروز به کشش تقاضا<sup>۱</sup> و فشار عرضه<sup>۲</sup> آن بستگی دارد." کشش تقاضا خود از طریق سیستم انگیزشی جامعه تعیین می‌شود و فشار عرضه از طریق توانمندی‌های تکنولوژیک و نهادهای مرتبط با آن سنجیده می‌شود.

چارچوب انگیزشی از دیدگاه لعل، به کلیه عوامل بازار و غیر بازار (دولت) که سیستم انگیزشی را می‌سازند، بستگی دارد. این عوامل شامل تقاضای توسعه صنعتی، محیط کلان اقتصادی، چشم‌انداز رشد بازار محلی، منطقه‌ای و رقابت سالم در بازار می‌گردد. عوامل فوق مهم‌ترین انگیزش‌های تقاضا برای تکنولوژی هستند.

توانمندی‌های تکنولوژیک بعنوان ورودی فرآیند انتقال تکنولوژی، نه به عنوان جایگزین برای تلاش‌های داخلی ایجاد فناوری، بلکه بعنوان ورودی‌های ایجاد تکنولوژی محسوب می‌گردند. توانمندی‌ها در سطح بنگاه با توانمندی در سطح ملی متفاوت است؛ اما به شدت از همدیگر تأثیر می‌پذیرند. ایجاد توانمندی تکنولوژیک به متعادل بودن بازار و واقعی بودن عوامل کار، سرمایه و در دسترس بودن آنها و همچنین وجود نهادهای لازم بستگی دارد.

بررسی تاریخی درخصوص ویژگی‌های توسعه نیافتگی تا قبل از قرن ۱۶ میلادی، نشان می‌دهد که کشورها علی‌رغم وجود تفاوت‌های اساسی در ساختارهای سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، تفاوت زیادی از نظر توسعه نیافتگی خصوصاً در حوزه علم و فناوری با یکدیگر نداشتند. اما بعد از سال ۱۷۷۰ که تحول انقلاب صنعتی در غرب صورت گرفت، کشورها به دو دسته تقسیم شدند:

۱. کشورهای غربی که تحول علمی و صنعتی را پذیرفتند.
۲. کشورهایی که انقلاب صنعتی را دنبال نکردند. اقتصاد کشورهای گروه اول، رفته‌رفته شکوفا شده و تحت عنوان کشورهای غنی، رونق یافتند؛ اما کشورهای گروه دوم (کشورهای حاشیه‌ای) نتوانستند به موفقیت‌های اقتصادی دست یابند و رفته‌رفته علائم توسعه نیافتگی نیز در آنان مشهود گردید.

مهم‌ترین دلیل پیدایش شکاف عمیق‌تر بین کشورهای دسته اول و دوم، توجه کشورهای صنعتی به عامل مهم نوآوری تکنولوژیکی بود که البته بعد از جنگ جهانی دوم بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. بطوریکه یکی از صاحب‌نظران در مکتب اقتصادی نئوکلاسیک بنام سولو در سال ۱۹۵۷ میلادی، نتایج مطالعات خود را درخصوص تکنولوژی، بعنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در تابع تولید، اعلان نمود و معمای رشد اقتصادی را در اقتصاد کشورهای آمریکایی و اروپایی حل کرد.

رابرت سلو نشان داد که نیمی از نرخ رشد محصول اقتصاد آمریکا را می‌توان بوسیله افزایش ورودی‌های تولید، مانند مواد اولیه و سرمایه توضیح داد و بقیه این افزایش محصول بدون توضیح را نیز "ضریب ناشناخته" نام نهاد. کارسلو با کارهای مشابه در اقتصاد کشورهای OECD تکرار شد و اهمیت این ضریب ناشناخته بیش از پیش روشن گردید. در این مطالعات مشخص شد

1 - Demand - pull  
2 - Supply - push

دانشمندان معرفت‌شناسی معتقدند که اگر بتوانیم ساختار<sup>۱</sup>، کارکرد<sup>۲</sup> و تحول<sup>۳</sup> یک پدیده را بشناسیم؛ می‌توانیم شناخت کاملی از آن پدیده را بدست آوریم. پدیده‌ها بر دو نوع‌اند:

۱. پدیده‌های طبیعی که بشر در آنها دخالت ندارد.
۲. پدیده‌های انسانی که بوسیله انسان‌ها بوجود می‌آیند و بوسیله انسان‌ها نیز از بین می‌روند. تکنولوژی، پدیده‌ای انسانی - اجتماعی است که با پیدایش زندگی فردی و گروهی انسان بر روی زمین پیدا شده و در طول زمان مانند بسیاری از پدیده‌های دیگر از نظر ساختاری و کارکردی در حال تحول است.

گرچه ساختار و کارکرد این پدیده همواره مورد توجه و چالش انسان‌ها و جوامع بوده است، اما بررسی نوشته‌های موجود نشان می‌دهد که تا زمان آدام اسمیت، بحث نظام یافته‌ای در این رابطه صورت نگرفته و حتی خود آدام اسمیت نیز بدون استفاده از واژه تکنولوژی، صرفاً به مفهوم آن توجه نموده است. در واقع با انتشار کتاب "ثروت ملل" نوشته آدام اسمیت بود که مفهوم تکنولوژی (نه واژه تکنولوژی) بطور رسمی مطرح شده و مصداق این واژه نیز توجه دانشمندان را به خود جلب کرد. در میان دانشمندان حوزه‌های مختلف دانش، اقتصاددانان (به‌خصوص اقتصاددانان دوره کلاسیک) بیشترین و اساسی‌ترین بحث‌ها را در رابطه با مفهوم و مصداق این واژه انجام داده‌اند. اقتصاددانان بعد از دوره کلاسیک را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد:

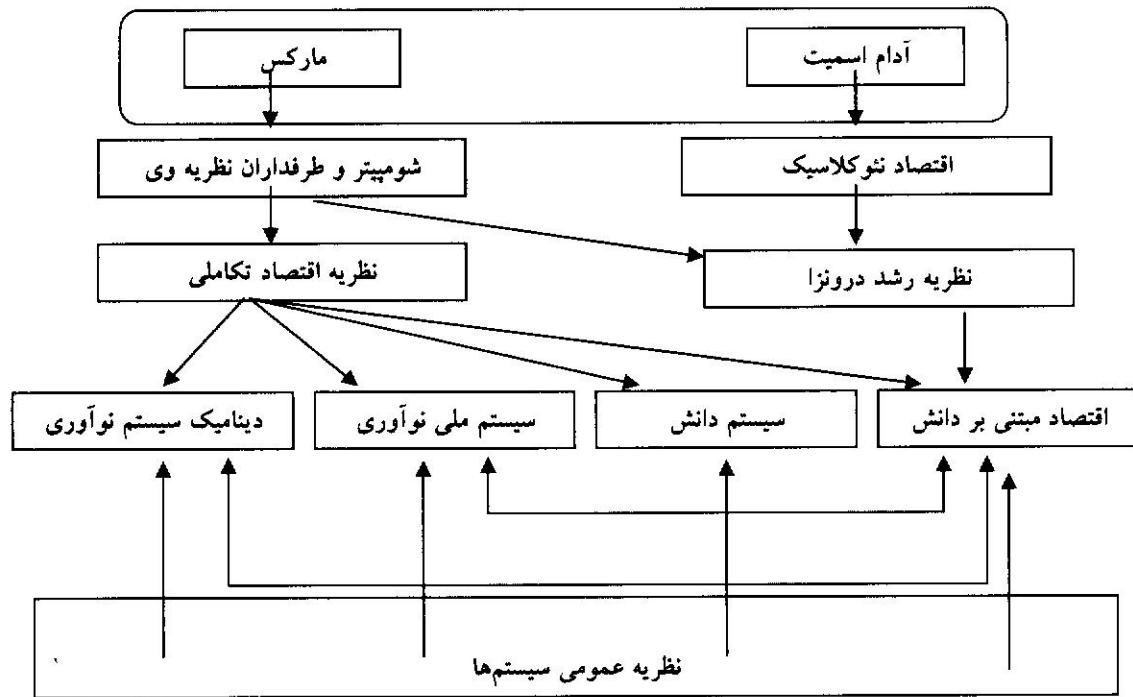
- ۱- اقتصاد دانانی که روش اقتصاد دانان کلاسیک را به همراه نوآوری‌ها دنبال کردند.
- ۲- اقتصاد دانانی که از نظریه انقلابی شومپتر در سال‌های ۱۹۱۲ تا ۱۹۴۲ در زمینه توسعه اقتصادی و اجتماعی پیروی نمودند.

**نهادها:** نهادها قوانین بازی را تعیین می‌کنند. آقای لعل می‌گوید: "نهادها باید مالکیت خصوصی را به رسمیت بشناسند و دخالت آن‌ها در بازار، تنها در حد تعدیل و حذف موانع کارآیی اقتصادی در بازار باشد. بعلاوه تصمیم‌گیری‌ها باید با ثبات و قابل پیش‌بینی باشند و بین بازیگران صنعتی براساس منشاء مالکیت و مقیاس آنها تفاوتی قائل نگردند. نهادها به معنای دقیق‌تر شامل سازمان‌های فراهم‌کننده بازار مهارت، سرمایه و اطلاعات هستند. نهادهایی مانند دانشگاه‌ها، بانک‌های تخصصی صنعتی و مؤسسات تحقیق و توسعه از آن جمله‌اند. علاوه بر تأثیرگذاری نهادها، سازگاری و پیوند بین آنها نیز مهم است.

فرایند رشد و توسعه تکنولوژی، حاصل تعامل بین محرکه‌ها (انگیزش‌ها)، توانمندی‌ها و نهادهاست. در برنامه‌ریزی‌ها نباید تنها به یک دسته از عوامل توجه نمود؛ بلکه باید تعامل بین متغیرهای متفاوت را نیز مد نظر داشت. به عنوان مثال اگر تنها به رشد نیروی انسانی و توسعه ساختار آموزشی توجه کنیم و از تأثیرات ساختارهای انگیزشی و رقابتی غافل بمانیم، بدون تردید نتیجه‌ای در راستای توسعه تکنولوژی نخواهیم گرفت.

از ویژگی‌های دیدگاه آقای لعل، این است که توسعه تکنولوژی در چارچوب نظری نئوکلاسیک و به شکل تعادل بین عرضه و تقاضا دیده شده است. در واقع تکنولوژی به عنوان یک کالا با رسیدن به نقطه تعادل بین عرضه و تقاضا به توسعه می‌رسد. در این چارچوب انگیزه‌ها زیر گروه تقاضا و نهادها و توانمندی‌ها، اعم از خارجی و داخلی، زیر گروه عرضه محسوب می‌شوند. با توجه به مباحث فوق، چنانچه بپذیریم که توسعه تکنولوژی برآیند تعاملی سه فاکتور انگیزش‌ها، نهادها و توانمندی‌هاست؛ باید بپذیریم که افزایش یکی از ارکان عرضه، تنها به شرط وجود دیگر عوامل، یعنی نهادهای مناسب و وجود حداقل توانمندی‌ها، سیاست‌های انگیزشی و غیره به توسعه تکنولوژی منجر می‌شود.

1 - Structure  
2 - Function  
3 - Change



شکل شماره (۱)، رابطه نظریه‌های مکاتب با یکدیگر

نئوکلاسیک، اقتصاد تکاملی و سیستم نوآوری استفاده می‌کند و چارچوب جدیدی را برای سیاست‌گذاری‌های اقتصادی - اجتماعی ارائه می‌دهد. شکل شماره (۱)، رابطه نظریه‌های مکاتب با یکدیگر را نشان می‌دهد.

### اقتصاد کلاسیک

شاید بتوان آدام اسمیت را بعنوان اولین دانشمند و اقتصاددان مطرح در زمینه نظریه "تغییر تکنولوژی" نام برد؛ اما او به دلیل موقعیت زمانی خود بطور مستقیم به بسط مفهوم تکنولوژی و تغییر تکنولوژی نپرداخته و نظر دقیقی را در این رابطه ارائه نکرده است. البته می‌توان کتاب ثروت ملل را تفسیر و توصیف اولین انقلاب تکنولوژیک قلمداد کرد. وقتی آدام اسمیت از تقسیم کار صحبت می‌کند، در واقع از مهم‌ترین تغییر فنی یاد می‌کند که در سیستم اقتصادی اتفاق افتاده بود. نظریه تقسیم کار آدام اسمیت اولین کار علمی است که روش‌های تولید و بخصوص روش سیستماتیک تولید در آن مورد توجه قرار گرفته است. وی در چارچوب نظریه تقسیم کار، تغییر فنی در سیستم

گروه اول، نظریه نئوکلاسیک‌ها<sup>۱</sup> و گروه دوم، نظریه اقتصاد تکاملی<sup>۲</sup> را بوجود آورند. نظریه مکتب نئوکلاسیک در رابطه با تحلیل مفهوم و عملکرد واژه تکنولوژی را می‌توان به سه زیر نظریه، تولید نئوکلاسیک<sup>۳</sup>، نوآوری نئوکلاسیک<sup>۴</sup> و رشد درونزا<sup>۵</sup> طبقه‌بندی نمود.

نظریه اقتصاد تکاملی را نیز می‌توان به دو زیر نظریه نهادگرا و طبیعت‌گرا دسته‌بندی نمود. اخیراً نظریه‌هایی مانند سیستم نوآوری<sup>۶</sup>، سیستم ملی نوآوری<sup>۷</sup>، دینامیک سیستم نوآوری<sup>۸</sup> و سیستم ملی دانش<sup>۹</sup> با الهام از نظریه عمومی سیستم‌ها، از دل نظریه اقتصاد تکاملی بیرون آمده است.

از سال ۱۹۹۶ تاکنون، نظریه جدیدی تحت عنوان اقتصاد مبتنی بر دانش<sup>۱۰</sup>، در حال تکوین است. این نظریه از آموزه‌های سه نظریه اقتصاد

- 1 - Neo - classic
- 2 - Evolutionary economics
- 3 - Neo - classical production theory
- 4 - Neo - classical Innovation theory
- 5 - Endogenous growth theory
- 6 - Innovation System
- 7 - National Innovation System
- 8 - Dynamic Innovation System
- 9 - National Knowledge System
- 10 - Knowledge Based Economy

اقتصادی را با سه اصل کلی به شرح زیر بیان کرده است (Antonelli & Liso, 1996):

- افزایش مهارت هر کارگر
- صرفه‌جویی در زمان کار
- ابداع ماشین آلات

بحث دیگری که آدام اسمیت بعنوان عامل فرعی تقسیم کار به آن پرداخته است؛ بکارگیری ابزارها، ماشین‌آلات و مکانیزه کردن فعالیت‌ها می‌باشد. به نظر وی با بکارگیری ماشین جدید در تولید، می‌توان میزان تولید را چندین مرتبه افزایش داد. در واقع آدام اسمیت بطور ضمنی توسعه تکنولوژی را مقدم بر مکانیزه کردن دانسته است. اقتصاد دانان کلاسیک بعد از آدام اسمیت، تکنولوژی را به مفهوم ابزارآلات و ماشین‌آلات در نظر گرفته و بکارگیری ماشین جدید و مکانیزه کردن را تغییر تکنولوژی می‌دانستند.

در دهه ۱۸۳۰ چارلز بابیج (Charles Babbage, 1832)، در کتاب اقتصاد ماشین‌آلات و کارخانجات، با بررسی کارکرد اقتصادی علم، مکانیزه کردن و توسعه کارخانجات، تقسیم کار را به فعالیت‌های فکری تعمیم داده است. بعد از وی نیز مارکس در کتاب «سرمایه» بحث تغییر فنی در سطح اقتصاد کلان را مطرح نمود.

مارکس، تحلیل خود را با فرآیند کار آغاز کرد و عبور از سازمان اولیه و غیر مکانیزه فرایند کار به سرمایه‌داری مکانیزه فرایند کار را بررسی کرده و در نهایت اثرات کمی و کیفی تغییر تکنولوژی بر روی نیروی کار را تحلیل نمود. به نظر وی شرکت‌های سرمایه‌داری خصوصی که به دنبال کسب حداکثر سود هستند؛ برای رقابت با دیگر شرکت‌ها، ماشین‌های جدیدی را بکار می‌گیرند. بحث دیگر مارکس در رابطه با صنایع با مقیاس بزرگ، مشکلات آنها و توسعه کارخانه‌ها بود (Antonelli and Deliso, 1996).

### نظریه اقتصاد نئوکلاسیک

نظریه مکتب نئوکلاسیک، نظریه سازگار با اقتصاد نئوکلاسیک است که امروزه بعنوان نظریه

اقتصادی استاندارد مطرح می‌باشد. این نظریه بر اصول موضوعه عقلانیت مبتنی است و طبق آن، عاملان عقلایی از میان آلترناتیوهای معین، آلترناتیوی را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت انتظاری آنها را به حداکثر برساند. در این سیستم فکری، کانون تحلیل‌های اقتصادی، تخصیص بهینه منابع کمیاب و متعادل است.

از جمله بنیان‌گذاران اقتصاد نئوکلاسیک، می‌توان به کارل منگر، استنلی جونز و والراس اشاره نمود. آنها در مقایسه با روش اقتصاد دانان کلاسیک، روش جدیدی را در مطالعات اقتصادی ارائه دادند که در آن نرخ ارز، مصرف، بهینه‌سازی و تعادل عمومی، مفاهیم کلیدی می‌باشند. یکی از مهم‌ترین توسعه دهندگان این نظریه، آلفرد مارشال است که در ارتباط با صنعت، تجارت، انحصار و رقابت سازمان‌های صنعتی، تحلیل‌هایی را ارائه داده است. البته بحث‌های هیچ یک از افراد ذکر شده و دیگر اقتصاددانان نئوکلاسیک تا دهه ۱۹۴۰ بطور مستقیم به پیشرفت تکنولوژی مربوط نمی‌شد. در واقع نقطه عطف طرح مفهوم تغییر تکنولوژی در اقتصاد نئوکلاسیک، انتشار مقاله تغییر فنی و تابع تولید کل توسط سولو (Solow, 1956) در چارچوب نظریه تولید و انتشار مقاله اقتصاد رفاه و تخصیص منابع برای اختراع توسط آرو (Arrow, 1962) در چارچوب نظریه نوآوری و دو مقاله رومر تحت عناوین بازدهی صعودی و رشد بلند مدت (Romer, 1986) و تغییر درونزای تکنولوژیک (Romer, 1990)، چارچوب نظریه رشد درونزا بوده‌اند. در ادامه، ویژگی‌های مهم این نظریه به اختصار بررسی می‌شود.

### نظریه تابع تولید

اساس نظریه اقتصاد نئوکلاسیک، نظریه تولید است. محور تمرکز نظریه استاندارد اقتصاد نئوکلاسیک، بنگاهی است که در بازار عوامل تولید و کالا با ساختار رقابت کامل، عمل می‌کند.

در چارچوب اقتصاد نئوکلاسیک، انگیزه مطالعه و توسعه تکنولوژی زمانی به وجود آمد که

نهایی و واسطه‌ای، دانش جدید نیز تولید می‌کند. بنگاه، دانش جدید را در داخل یک مرکز تحقیق و توسعه که وابسته به بنگاه است، با استفاده از تکنولوژی تحقیقاتی خاص ایجاد می‌کند. البته این بدان معنی است که بایستی به تولید امروز ارجحیت داد؛ چرا که رابطه جانشینی بین مصرف امروز و تولید دانش برای ایجاد مصرف فردا وجود دارد.

### نظریه شومپتر

شومپتر (Shumpeter, 1950) که در دوره‌های بحرانی دو جنگ جهانی زندگی می‌کرد، تنها راه خارج شدن از بحران را پویایی اقتصادی، تغییرات سیاسی و اصلاحات صنعتی می‌دانست. به همین دلیل وی فعالیت‌های نوآوری و کارآفرینی را مبنای فعالیت‌های اقتصادی در نظر گرفته و آنها را اساس توسعه می‌دانست. نظریه شومپتر در ادبیات توسعه تکنولوژی از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و می‌توان بحث‌های وی را در رابطه با توسعه تکنولوژی، پایه بسیاری از مباحث و نظریه‌های جدید دانست. امروزه کمتر کتاب یا مقاله‌ای در موضوع تکنولوژی و نوآوری می‌توان یافت که در تألیف مطالب آن، به کتابها و مقالات شومپتر ارجاع نشده باشد.

شومپتر، دو نظریه مختلف را در رابطه با توسعه تکنولوژی با عنوان‌های الگوی تخریب خلاق<sup>۱</sup> و انباشت خلاق<sup>۲</sup> ارائه داده است. در بعضی از ادبیات امروزی از این الگوها با عناوین شومپترین مارک ۱ و شومپترین مارک ۲ یاد می‌شود.

### ۱. نظریه تخریب خلاق

این نظریه در ارتباط با فشار تکنولوژی است که شومپتر آن را در کتاب تئوری توسعه اقتصادی مطرح کرد. در این کتاب، وی بین اختراع و نوآوری‌ها تمایز قائل شده و اعتقاد دارد که نوآوری بدون اختراع نیز می‌تواند اتفاق بیفتد. وی

اقتصاددانان بعد از یک سری مطالعات در رابطه با رشد اقتصادی، بعد از جنگ جهانی دوم، نتوانستند رشد اقتصادی بلند مدت کشورهای پیشرفته را در چارچوب تابع تولید مرسوم را از روی رشد نهاده‌های سرمایه فیزیکی و نیروی کار توجیه کنند. بدین معنی که رشد تولید، بیشتر از مجموع رشد سرمایه‌های فیزیکی و نیروی کار بود. این مسئله برای مدتی تحت عنوان معمای رشد لاینحل باقی ماند. تعدادی از مطالعاتی که امروزه مطالعات مربوط به حسابداری رشد نامیده می‌شوند؛ بر مبنای مدل‌های تابع تولید، رشد تولید را به دو بخش تقسیم کردند:

۱. رشد اقتصادی ناشی از رشد عوامل شناخته

شده تولید؛

۲. رشد اقتصادی ناشی از عوامل ناشناخته‌ها.

شولتز (Shultz, 1962) و دنیسون (Denison, 1965) عامل ناشناخته را سرمایه انسانی نامیده‌اند؛ اما سولو (Solow, 1956) در مقاله مشهور خود، تحت عنوان تغییر فنی و تابع تولید کل، آن را تغییر فنی نام نهاد. وی تغییر فنی را تابعی از زمان و بعنوان یک عامل برونزا در تابع تولید تعریف کرد.

### نظریه رشد درونزا

چنانچه گذشت، در مدل‌های اقتصادی نئوکلاسیک، تکنولوژی بعنوان یک عامل برونزا در فرآیند تولید در نظر گرفته می‌شد؛ اما اخیراً دسته‌ای از مدل‌های نئوکلاسیک مطرح شده‌اند که درونزا بودن تکنولوژی را بعنوان اساس کار خود در نظر داشته‌اند.

مهم‌ترین این مدل‌ها توسط رومر (Romer, 1986, 1990)، لوکاس (Lucas, 1988) و ربلو (Rebelo, 1991) ارائه شده‌اند. نظریه رشد درونزا درصدد ادغام نظریه شومپترین در رابطه با ایجاد درونزایی دانش با مدل‌های رشد نئوکلاسیک است.

رومر در سال ۱۹۹۰ (Romer, 1990) مدلی را طراحی کرده که در آن یک بنگاه حداکثر کننده سود، با رفتار بهینه در کنار تولید کالا و خدمات

1 - Creative destruction

2 - Creative accumulation

می‌کنند، در طی دهه ۱۹۷۰ و بعد از آن توسعه یافت.

در چارچوب نظریه تکاملی، تعریف‌های مختلفی از واژه تکنولوژی ارائه شده است. با وجود اینکه در این تعاریف، واژه‌های گوناگونی بکار گرفته شده؛ اما همه آنها تقریباً مفهوم یکسانی را دنبال می‌کنند. مولدر و همکارانش (Mulder, 1999)، تکنولوژی را بعنوان ترکیبی از مصنوع<sup>۲</sup> و روش<sup>۳</sup> که به منظور حل مسائل پیش روی افراد بنگاه‌ها و سیستم اقتصادی در سطح کلان مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعریف کرده‌اند.

متکالف (Metcalf, 1995)، تکنولوژی را توانایی انجام تبدیلات ثمربخش توانایی به عمل و همچنین توانایی تبدیل مواد، انرژی و اطلاعات از یک مجموعه‌ای از حالت‌ها به مجموعه حالت‌های باارزش‌تر و بالاتر تعریف می‌کند. فریمن (Freeman, 1997)، تکنولوژی را سازمانی از دانش فنی استفاده شده در تولید، توزیع و حمل و نقل کالا دانسته است. راجوز (Rogers, 1995) نیز از آن بعنوان طرحی برای یک عمل مفید یاد می‌کند که عدم اطمینان بین علت و اثر را در رسیدن به پیامد خواسته شده تقلیل می‌دهد.

### نظریه سیستم ملی نوآوری

همچنانکه در نظریه‌های قبلی بحث شده، نوآوری و یادگیری، بعنوان دو مکانیسم پیشرفت تکنولوژی بواسطه تصمیم‌گیری مستقل افراد (در نظریه نئوکلاسیک) و بنگاه‌های اقتصادی (در نظریه اقتصاد تکاملی) شکل می‌گیرد. طبق این بحث‌ها، فرآیند نوآوری از یک مسأله صنعتی آغاز شده، راه‌حل جستجو می‌شود و در نهایت به یک تحقیق توسعه جدید منجر می‌شود (نظریه کشش بازار<sup>۴</sup>). در بعضی از موارد نیز فرآیند نوآوری از سؤال تحقیقاتی در یک رشته معین علمی آغاز شده، از تحقیقات کاربردی گذر کرده و به توسعه محصول

اساس توسعه تکنولوژی را نوآوری و اساس نوآوری را یادگیری و خلاقیت فردی کارآفرینان دانسته است (Antonelli & Deliso, 1997, p.16)

### ۲. نظریه انباشت خلاق

”شومپترین مارک ۲“ بوسیله انباشت خلاق، با رواج تأسیس بنگاه‌های بزرگ و وجود مرزهای ورود در مقابل نوآوران جدید، مشخص می‌شود. در این الگو، شرکت‌های بزرگ با انباشت دانش در حوزه تکنولوژی خاص، در سایه قابلیت‌هایی که در تحقیق و توسعه، تولید و توزیع دارند و با استفاده از منابع مالی مناسب، مرزهای مستحکمی را جهت جلوگیری از ورود کارآفرینان جدید و بنگاه‌های کوچک، ایجاد نموده و گسترش می‌یابند. مارلبا و اورسینگو (Marleba & Orsingo, 1995, 2000)، الگوهای ”شومپترین مارک ۲“ یا انباشت خلاق را الگوی عمیق<sup>۱</sup> نام نهاده‌اند. در الگوی عمیق نوآوری، تعداد اندکی از بنگاه‌های بزرگ در بازار مسلط هستند. این بنگاه‌ها بواسطه انباشت تدریجی ظرفیت‌های نوآوری تکنولوژیک پیوسته، به این موقعیت رسیده‌اند.

### نظریه اقتصاد تکاملی

هرچند تاریخ‌نگاران اقتصاد تکنولوژی، سرچشمه نظریه تکاملی را از پیام آلفرد مارشال و سؤال معروف ویلن (Veblen, 1898) (چرا علم اقتصاد یک علم تکاملی نیست)، می‌دانند، اما اساس نظریه اقتصاد تکاملی، نظریات شومپتر است؛ بطوریکه نلسون و وینتر بعنوان بنیان‌گذاران روش تکاملی، خود را نئوشومپترین می‌نامند. البته تحلیل‌های آلچیان (Alchian, 1950) نیز کمک شایانی به تکوین نظریه اقتصاد تکاملی کرده است؛ چرا که کار وی زمینه‌ای را برای توجه به اطلاعات ناقص و عدم اطمینان در تحلیل‌های اقتصادی فراهم آورد (Antonelli De Liso, 1996). ایده‌های اساسی دیگری که چارچوب این روش را مشخص

2 - Artifact  
3 - Method  
4 - market pull

1 - deepening

می‌رسد (نظریه فشار علم<sup>۱</sup>). امروزه این نظریه‌ها مشروعیت خود را در تحلیل و سیاست‌گذاری توسعه تکنولوژی از دست داده و نظریه‌های نوین نوآوری جایگزین آنها گردیده‌اند. نظریه‌های فوق، مبتنی بر نظریه سیستم‌ها بوده و بر کنش متقابل بنگاه‌های اقتصادی و سایر نهادهایی (در یادگیری و نوآوری) تأکید می‌کنند که در آنها، حرکت غیرخطی و پیوسته از فشار علم به کشش بازار و از کشش بازار به فشار علم، به نمایش گذاشته می‌شود.

امروزه ثابت شده که ایده‌های نوآوری می‌توانند از منابع بسیار متنوعی جریان یابند که توانایی‌های ساخت و شناخت نیازهای بازار را نیز در بر می‌گیرد. از طرفی نوآوری می‌تواند گرایش‌های مختلفی مانند؛ بهبود افزایشی<sup>۲</sup> در محصولات موجود، کاربردهای تکنولوژی در بازارهای جدید، استفاده از تکنولوژی جدید در خدمت‌رسانی به بازارهای موجود و غیره را نیز شامل شود. ظرفیت‌های نوآوری، به ارتباطات مؤثر میان عواملان اقتصادی گوناگون از جمله شرکت‌ها، آزمایشگاه‌ها، نهادهای علمی و مصرف‌کنندگان و همچنین به برخوردهای بین علم، مهندسی، توسعه محصول، ساخت و بازاریابی نیاز دارد (OECD, 2000).

### تکوین و توسعه نظریه سیستم ملی نوآوری

نظریه سیستم ملی نوآوری، تکامل یافته نظریه‌های سنتی نوآوری است. در نظریه سنتی، نوآوری یک نوع فرایند کشف است که از زنجیره‌ای خطی و ثابت از مراحل، شکل گرفته است. در این نگرش، فرایند نوآوری با تحقیق علمی جدید آغاز شده و بطور پیوسته بواسطه مراحل توسعه محصول، تولید و بازاریابی، پیشرفت می‌کند و در نهایت با فروش موفقیت‌آمیز محصول، فرآیند و خدمات جدید به پایان می‌رسد. نظریه سیستم ملی نوآوری با نقد این نگرش، در اواخر دهه ۸۰ با کارهای اولیه‌ای از لاندول

{Freeman (1985,1988)}، فریمن {Lundvall (1992,1998)}، نلسون {Nelson (1988)}، تکوین و در طول دهه ۹۰ قرن بیستم بوسیله لاندول {Nelson and Lundvall (1992,1998)}، نلسون و روزنبرگ {Nelson and Rosenberg (1993)}، نویسی {Niosi (1993)}، فریمن {Freeman (1995)}، نویسی و سویوتی {Niosi and Saviotti (1993)}، پاتل و پاویت {Patel and Pavitt (1994)} و اکویست {Equist (1997)} توسعه یافت. به موازات توسعه این نظریه در طی دهه آخر قرن بیستم و اوایل قرن بیست و یکم، توجه بسیاری از محققان فعال در زمینه اقتصاد نهادی، نوآوری و همچنین سیاست‌گذاران در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به آن جلب شد (Niosi, 2002). بطوری که این نظریات در تحلیل سیستم نوآوری بسیاری از کشورها از جمله سوئیس، دانمارک، انگلستان، اسپانیا، ایتالیا، آمریکا، ژاپن، اندونزی، تایوان، کره و غیره مورد استفاده قرار گرفتند.

اولین استفاده آشکار از مفهوم سیستم ملی نوآوری، توسط فریمن (Freeman, 1987) صورت گرفته است؛ اما خود وی، اولین تلاش سیستماتیک و تئوریک روی سیستم نوآوری را به فردریک لیست (۱۸۴۱-۱۹۵۹) نسبت می‌دهد. به نظر فریمن (Freeman, 1995) نظرات فردریک لیست از این جهت قابل توجه است که یک تئوری جایگزینی در مقابل آدام اسمیت و طرفداران معاصرش را ارائه داده است. لیست برخلاف آدام اسمیت که بر مبادله و تخصیص منابع جهانی تأکید می‌کرد، سیستم ملی را جهت توسعه نیروهای تولید مورد تأکید قرار می‌داد. بحث حمایت از صنایع نوزاد، تنها بحث و تحلیل قوی و پیچیده‌ای است که از وی در اقتصاد مدرن باقی مانده است. در این بحث، او نشان داده که برای توسعه بلند مدت صنایع، بایستی آموزش و پرورش و بخش‌های زیربنایی دیگر را بیشتر مورد توجه و حمایت قرار داد. در واقع وی در این بحث به مهم‌ترین عناصر سیستم ملی نوآوری اشاره کرده است.

1 - science push  
2 - incremental



### مفهوم سیستم ملی نوآوری

تا بحال تعریف واحد و استاندارد از سیستم ملی نوآوری ارائه نشده است. با این وجود، بار مفهومی اکثر تعاریف ارائه شده یکسان است. بعضی از معتبرترین آنها در زیر ارائه می‌شود:

**فریمن (Freeman, 1987):** سیستم ملی نوآوری، شبکه‌ای از نهادها در بخشهای عمومی و خصوصی است که در رابطه با یکدیگر، فعالیت‌های ایجاد، واردات، تعدیل و انتشار تکنولوژی جدید را انجام می‌دهند.

**لاندول (Lundvall, 1992):** سیستم ملی نوآوری، مجموعه عناصر و روابطی است که در کنش متقابل، دانش جدید و سودمند از نظر اقتصادی را در چارچوب مرزهای ملی تولید و اشاعه می‌دهند.

**نلسون و روزنبرگ (Nelson and Rosenberg, 1993):** سیستم ملی نوآوری متشکل از مجموعه نهادهایی است که در کنش متقابل، عملکرد نوآوری بنگاه‌های ملی را تعیین می‌کنند.

**نیوسی (Niosi, et al 1993):** سیستم ملی نوآوری مجموعه‌ای از بنگاه‌های عمومی و خصوصی، دانشگاهها و آژانس‌های دولتی است که در کنش متقابل، هدف تولید علم و تکنولوژی در مرزهای ملی را دنبال می‌کنند. کنش میان این واحدها ممکن است، فنی، تجاری، مالی، قانونی و اجتماعی باشد. هدف کنش متقابل، توسعه، حفاظت، تأمین مالی و تنظیم علم و تکنولوژی جدید است.

**پاتل و پویست (Patel and Pavitt, 1994):** مجموعه‌ای از نهادهای ملی، ساختارهای انگیزشی و قابلیت‌های آنها که نرخ و جهت یادگیری تکنولوژیک را در یک کشور تعیین می‌کنند، سیستم ملی نوآوری نامیده می‌شود.

باتوجه به تعاریف مطرح شده در بالا شاید بتوان تعریف جامعی از سیستم ملی نوآوری به شرح زیر ارائه داد:

فریمن (Freeman, 1995) با تحلیلی تاریخی و با استفاده از تئوری‌های نوین نوآوری، سیستم نوآوری ژاپن را مورد مطالعه قرار داده و از این مطالعه به این نتیجه رسید که زیر سیستم‌هایی مانند سازمان‌های R&D، بنگاه‌های صنعتی و سازمان‌های دولتی در رابطه متقابل با یکدیگر در یک چارچوب سازمانی ملی موجب توسعه تکنولوژی می‌شوند. وی نشان داد که روش سیستم ملی نوآوری در فرایند جهانی شدن نیز کارایی تحلیل خود را حفظ می‌کند.

لاندول (Lundvall, 1992) به نوعی به این بحث‌ها نظم بخشیده و مفهوم سیستم ملی نوآوری را بطور اساسی بر مبنای یادگیری و تولید دانش تعریف کرده است. در چشم‌انداز لاندول، اولاً دانش منبع اساسی اقتصاد مدرن و یادگیری نیز یک فرایند بسیار مهم است که بدون زمینه‌های نهادی و فرهنگی نهادینه شده در جامعه، قابل فهم نیست. از طرفی کمک‌های دولت ملی در حمایت از فرایندهای یادگیری ملی در چالش با جهانی شدن و بین‌المللی شدن، نقش اساسی را بازی می‌کند. در این چشم‌انداز، بنگاه‌ها به دنبال پیوندهایی جهت ترقی و ترفیع یادگیری متقابل در داخل بنگاه، بین بنگاه‌ها و بین شبکه‌ها، جهت فراهم کردن دارایی‌های جامع هستند. این روابط به بنگاه‌ها کمک می‌کنند تا:

۱. هزینه و ریسک همراه شده با نوآوری را میان تعداد بیشتری از سازمان‌ها تقسیم کنند؛
۲. به نتایج تحقیقات جدید دسترسی پیدا کنند؛

۳. مؤلفه‌های تکنولوژیک کلیدی را از محصولات و فرایندهای جدید بدست آورده و در نهایت دارایی‌ها را در ساخت و تولید، بازاریابی و توزیع، تقسیم نمایند.

بنگاه‌های توسعه دهنده محصول و فرایند جدید، تعیین می‌کنند که چه فعالیت‌هایی را بطور انفرادی و چه فعالیتی را در مشارکت با دیگر بنگاه‌ها، دانشگاه‌ها، نهادهای تحقیقاتی و با کمک دولت انجام دهند.

فهرست منابع

- 1- Antonelli G. and N.De Liso (Edited 1997) "Economics of structural and technological change". Routledge, London.
- 2- Aroow, K.J. (1962a). "The Economic implications of Learning - by - Doing" Review of Economic Studies 29: 155-173.
- 3- Denison E.F. (1967) " Why Growth Rates Differ", New York, The Brookings Institution.
- 4- Freeman, C. and C. Perez (1988). "Structural Crisis of Adjustment, Business Cycles and Investment.
- 5- Khalil, T, 2000, "Management of Technology the key to Competitiveness and wealth Creation", London Mc Graw hill.
- 6- Lucas, R.E. (1988). " On the mechanics of economic development" Journal of Monetary Economics 22 (1), 3-42.
- 7- Malerba F., Orsenigo L. (1995), "Schumpeterian Patterns of Innovations", Cambridge Journal of Economics, Vol 19, No 1, pp. 47-65.
- 8- Metcalfe JS (1995) "Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework" Cambridge Journal of Economics 19: 25-46.
- 9- Nelson, R.R. and S.G. Winter (1982). "An Evolutionary Theory of Economic Change" Cambridge : Harvard University Press.
- 10- Niosi, J. (1991) "Canada's national system of innovation" Science and Public Policy 18 (2), 83-93.
- 11- Rebelo, S. (1991). " Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth" Journal of Political Economy 99(3), 500-521.
- 12- Rogers, Everett. (1995) "Diffusion of Innovations", 4<sup>th</sup> Ed. New York: The Free Press.
- 13- Romer, P.M. (1986). "Increasing returns and long - run growth" Journal of Political Economy 94 (5), 1002 - 1037.
- 14- Rosenberg, N. (1982) "How Exogenous is science? In inside the Black Box Cambridge : Cambridge University press.
- 15- Solow, R.M. (1957) "Technical change and the aggregate production function", Review of Economics and Statistics, 39, 312 - 320.
- 16- Winter, S.J., (1984), "Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes", Journal of Economic Behavior and Organization.

سیستم ملی نوآوری، مجموعه متنوعی از عواملان، در سطح خرد<sup>۱</sup> (محققان، مخترعان، کارآفرینان، مدیران و غیره) نهادهای سخت در سطح میانه<sup>۲</sup> (دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های ملی، بنگاه‌های اقتصادی، سازمان‌های دولتی) و نهادهای نرم در سطح کلان<sup>۳</sup> (قوانین، مقررات و قواعد) است.

جمع‌بندی

پدیده رشد و توسعه فناوری، یک پدیده انسانی است که با رشد و توسعه علمی بهم تنیده شده و پیوسته در اقتصاد، فرهنگ و سیاست کشورهای جهان تأثیر بسزایی داشته است. بررسی و مطالعه پیرامون فرایند توسعه فناوری نشان می‌دهد که از دیر زمان نقش و اهمیت این پدیده انسانی مورد توجه کشورها بوده است. لیکن بعد از قرن ۱۶، با پدیدار شدن انقلاب صنعتی اروپا به سرکردگی انگلیس، عنایت ویژه‌ای به آن شد و رفته رفته شکاف بیشتری بین کشورهای پذیرنده انقلاب صنعتی و آنهایی که از محور تحول دور بوده‌اند؛ بوجود آمد. پس از آن اقتصاددانان نئوکلاسیک، اهمیت نوآوری تکنولوژیکی را بعنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در رشد و شکوفایی اقتصاد اروپا و آمریکا قلمداد کرده و نظریه‌های متعددی در این زمینه ارائه نمودند. نظریات ارائه شده در دهه ۱۹۵۰، تحولاتی در نگرش و بینش برنامه‌ریزان اقتصادی اروپا و آمریکا بوجود آورد. این تحولات به گونه‌ای بود که برنامه‌ریزان اقتصادی پس از درک و آگاهی از تأثیرات مؤلفه تکنولوژی در رشد اقتصادی و صنعتی اهمیت بیشتری برای آن قائل گردیده و با سرمایه‌گذاری‌های سنگین در حوزه تحقیق و توسعه، مبانی نظری جدیدی در باب اهمیت فناوری و تأثیرات آن در رشد و توسعه صنعتی بوجود آوردند. خصوصاً اینکه توسعه فناوری تغییرات محسوسی را در نرخ بهره‌وری کل عوامل بر جای گذاشت.

1 - micro  
2 - meso  
3 - macro

# Theoretical bases of Technology development from schools viewpoint

---

✻ *H. Hajihoseini. Ph.D.*

---

## **Abstract:**

The effective factors in technology development process are demand and supply sides of technology and the interaction among related factors such as: motives, abilities, and the institutions which create knowledge and utilize it.

In different schools, the theoretical bases of technology development process are considered and also concept and evidence of technology are studied and discussed by economists after the classical period as follows: the economists who followed the method of classics' along with a little changes formed the theory of Neo-classics'. Technologically, this theory can be divided into neoclassical production, neoclassical innovation and endogenous growth theories.

The second group is the economists who followed Shompeter's revolutionary theory in the field of economic and social development which formed a theory named "evolutionary economics". The followers of this theory is classified into two groups which is called Institutionalists and naturalists.

Shompeter has developed two different theories in connection with technology development, These are known as "creative destruction" and "creative accumulation" pattern.

The national innovation system theory is indeed the evolved traditional innovation theories. With the help of a historical analysis and by using new innovation theories, Freeman has shown that the subsystems such as R&D organizations, industrial institutions, and state organizations in interaction among each other and creating an organizational framework bring about technology innovation development.

## **Keywords:**

Classical economy school, neoclassic economy school, evolutionary economics, national innovation System, technology development, and technology innovation