

تابع تولید دانش و تعیین کننده‌های ملی

ظرفیت آن در ایران

(با رویکرد داده‌های اختراعات ثبت شده)

منصور خلیلی عراقی

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

قهرمان عبدلی

استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۴/۴/۲۱

تاریخ تأیید: ۸۴/۸/۲۱

چکیده

براساس نظریه‌های رشد درونزا بهترین راه همگرایی و کاهش شکاف بین اقتصادهای ضعیف و قوی روی آوردن به تولید علم و دانش است. برای دستیابی به این مهم نه تنها تخصیص مداوم و فزاینده منابع به این بخش لازم است، بلکه زیرساخت‌های لازم برای بهره برداری از آن نیز باید فراهم گردد و این وظیفه دولت است. در این مقاله تابع تولید دانش را از نظریه‌های رشد درونزای مبتنی بر دانش استخراج کرده و براساس داده‌های اختراعات ثبت شده، تخمین زده‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که اگر بخواهیم به موجودی دانش جدید اضافه کنیم، باید شرایطی ایجاد شود که نیروهای مستعد و باکیفیت به طور مداوم جذب بخش علوم و تحقیقات شوند. این امر توانمندی‌های کشور را برای جذب و استفاده از دانش روز و جهانی بهبود می‌بخشد و با بکارگیری آنها به رشد مستمر و درونزای اقتصاد کشور کمک خواهد شد. در کنار این باید زیرساخت‌های لازم برای تحقق اختراعات و ابداعات در سطح بنگاه‌های خصوصی فراهم شود.

واژگان کلیدی: تولید دانش، مرزهای دانش، توزیع پارتو، زیرساخت‌های تولید دانش، علم و فناوری.

طبقه بندی موضوعی: O34, O32, O31

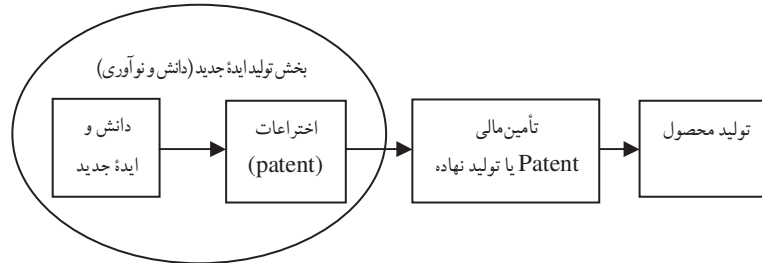
مقدمه

علم و فناوری (Science & Technology) برای رشد و توسعه کشورهای در حال توسعه و فقیر به چند دلیل به هم مرتبط، دارای اهمیت اساسی است. اول، این که علم و فناوری ابزارها و توانائی‌هایی را برای این کشورها فراهم می‌آورد که بتوانند از طریق آنها به بسیاری از مشکلات و ناملازمات زندگی مادی و معنوی فائق آیند. دوم، در دنیای امروز، پیشرفت حیرت‌انگیز علم و دانش منتج به محصولاتی شده است که تنها در سایه تسلط و آشنایی به علم و فناوری است که می‌توان به نحو شایسته‌ای از آنها بهره‌مند شد. سوم، پویایی و تداوم رشد و توسعه در جهان امروز بدون اتکاء به علم و فناوری غیرممکن است. اقتصادهای موفق امروز اقتصادهایی هستند که قادرند اختراعات و

اکتشافات و فناوری را به بهره‌وری اقتصاد مرتبط سازند. چهارم، لازمه کاهش شکاف رشد و توسعه بین کشورهای پیشرفته و در حال توسعه و فقیر از طریق تخصیص منابع به بخش علم و تحقیقات و نوآوری ممکن است. زیرا طبق مدل رشد سولو (Solow, 1956, 1957: 312-20) و سایر مدل‌های رشد کلاسیک اقتصادهای مذکور در بلندمدت از لحاظ رشد و توسعه باید همگرا می‌شدند، ولی این امر عملاً رخ نداده است. در مدل‌های رشد جدید که از آنها به مدل‌های رشد درونزا یاد می‌شود، معتقدند این همگرایی تنها در صورتی عملی است که تخصیص بیشتر منابع به طور مداوم به بخش تحقیقات و توسعه و فناوری تزریق گردد، و هرچقدر این منابع بیشتر اختصاص پیدا کند، سرعت همگرایی بیشتر خواهد بود (Jones, 1995: 759-84). پنجم، به اعتقاد بسیاری از اقتصاددانان حتی سرمایه‌گذاری خارجی، حق امتیازها، حق لیسانس‌ها، قرارگرفتن در بستر جهانی‌سازی و جهانی شدن نمی‌تواند کمکی به رشد و توسعه این کشورها بکند، مگر این که بستر آن از طریق اهمیت دادن به علم و فناوری در داخل فراهم گردد (Stephen f, 2005: 22).

با این حال ما با این واقعیات مواجه هستیم که اولاً، با نگاهی به پیشرفت کشورهای توسعه‌یافته و اخیراً توسعه‌یافته (Late Comers) و سرعت بالای رشد علم و فناوری در آنها و به تبع آن انباشت حیرت‌انگیز ثروت، بسیاری از کشورهای در حال توسعه و فقیر را در یأس و ناامیدی فروبرده است. در حال حاضر کشورهای توسعه‌یافته جدید (NIC'S) توانسته‌اند در مدت نسبتاً کوتاهی به خیل کشورهای توسعه‌یافته بپیوندند. ثانیاً، با وجود این که فعالیت‌های تحقیق و توسعه در کل کشورهای جهان پراکنده است، ولی پاره‌ای اختراعات، ابداعات و اکتشافات هم به لحاظ تاریخی و هم به لحاظ جغرافیایی محدود و متمرکز به چند کشور می‌باشد. (مثل کشورهای اروپایی، آمریکای شمالی، جنوب شرقی آسیا) (Mi-chih, 2005: 1322-1349). پرسشی که اکنون پیش می‌آید این است که چرا رشد پویا و سرعت بالای تولید علم، اختراعات و اکتشافات محدود و متمرکز در چند کشور است. در پاسخ باید گفت که « ظرفیت ملی اختراعات و نوآوری » (National Innovation Capacity) کشورهای مختلف، متفاوت است، یعنی باید پذیرفت که رشد پویا و سرعت بالای تولید ایده، دانش و اختراعات در کشورهایی که «ظرفیت ملی اختراعات و نوآوری» پائین است، ممکن نمی‌باشد. مقصود از ظرفیت ملی اختراعات و نوآوری عبارت است از: ظرفیت و توانایی یک کشور یا ملت در تولید علم و دانش، تجاری کردن محصول علم و دانش - جریان اختراعات و ابداعات - در یک فرآیند بلندمدت است. جریان اختراعات و ابداعات در یک کشور دو سر چشمه دارد. اول، جریان تولید علم و دانش در داخل که منتهی به اختراعات خواهد شد و سپس وارد فرآیند تولید شده که محصول آن کالاهای واسطه‌ای است و سپس در تولید کالاهای

نهایی بکار می‌رود. دوم، جریان دانش از خارج به داخل کشور است که همان فرآیند را می‌تواند طی کند و یا در تولید علم در داخل مؤثر باشد. در هر حال علم و دانش موقعی به رشد و توسعه اقتصاد کمک می‌کند، که به اختراعات و نوآوری‌ها منتهی شده و به تولید محصول کمک کند پس اگر انتظار این است که تولید علم به رشد کمک می‌کند باید سه حلقه مرتبط به هم وجود داشته باشد (نمودار ۱).



نمودار ۱: جریان دانش و ارتباط آن با محصول ملی

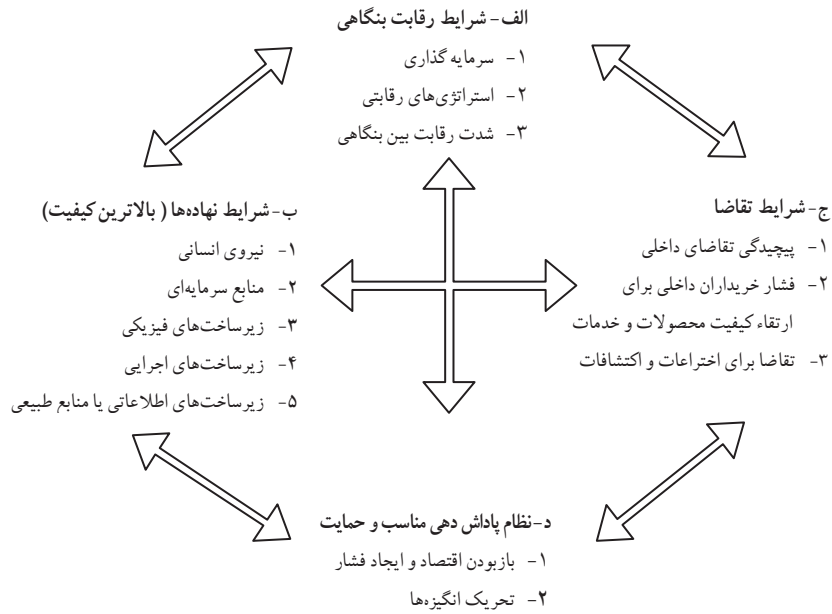
۲- عوامل تعیین کننده ظرفیت ملی تولید دانش

مؤلفه‌ها و عواملی که سه حلقه مذکور را به هم مرتبط می‌سازد عبارتند از:

۱- زیرساخت‌های قوی لازم برای شکل‌گیری اختراعات، اکتشافات، تولید ایده‌های جدید و شبکه گسترش آنها در اقتصاد، این زیرساخت‌ها عبارتند از: سیاست‌های کلی علم و تکنولوژی کشور، مکانیزم حمایت از علوم پایه و آموزش عالی، انباشت دانش و تکنولوژی در کشور، درجه باز بودن اقتصاد، جمعیت توانا، مهندسان و دانشمندان، بودجه‌های تحقیقاتی دولتی.

۲- ویژگی‌های محیطی یک کشور، بدین معنا که آیا در کشور شاخه‌های صنعت به گونه‌ای شکل گرفته است که در زمینه جذب و به کارگیری اختراعات و ایده‌های جدید با هم رقابت کنند. این رقابت موقعی عملی می‌شود که بافت اقتصاد خردی بنگاه‌های هر شاخه از صنعت و کل صنعت به گونه‌ای باشد که به کارگیری ایده‌های جدید و اختراعات منجر به استحکام مالی و رقابتی آنها گردد؛ یعنی قدرت انحصاری نسبی برای آنها به ارمغان آورد.

۳- بین زیرساخت‌های مذکور و محیط پیوند لازم برقرار باشد، یعنی باید نهاده‌های مالی و حقوقی لازم برای این پیوند وجود داشته باشد. برای این که محیط اقتصاد خرد بنگاه‌ها و شاخه‌های صنعت بتواند به شکل‌گیری اختراعات و ابداعات بینجامد و یا به آن کمک کند، باید ارتباط فنی و اقتصادی تنگاتنگی بین آنها برقرار باشد. این ارتباط منجر به شکل‌گیری R&D و اختراعات در بخش خصوصی خواهد شد. علاوه بر موارد فوق، پورتر و اشترون (Porter M. & Stern S. 2000) چهار عامل اصلی - که در نمودار زیر مشخص شده - را عامل کلیدی برای تحریک اختراعات و ابداعات در بخش خصوصی می‌داند.



نمودار ۲: عوامل مؤثر بر شکل گیری اختراعات در بخش خصوصی

آنچه از نمودار بالا به دست می آید، این است که برای شکل گیری اختراعات در بخش خصوصی - بنگاه های خصوصی - علاوه بر این که پیوند میان صنعت و شاخه های صنعت لازم و ضروری است، باید بین بنگاه ها رقابت در به کارگیری ابداعات و اختراعات جدید وجود داشته باشد. برای تحکیم رقابت، نهاده های مورد استفاده در بخش تحقیقات بنگاه های خصوصی باید از بالاترین کیفیت برخوردار باشند تا تقاضا برای آنها ایجاد گردد (تقاضا برای نهاده ها که همان اختراعات جدید است). برای حفظ و تداوم شکل گیری اختراعات در بخش خصوصی لازم است همواره و همیشه نظام پاداش دهی حاکم باشد و حقوق و حق مخترعان و نوآوران ایده های جدید محفوظ و حمایت گردد. بنابراین در دایره مذکور همیشه یک تعامل پویا باید برقرار باشد تا در بخش R&D خصوصی شاهد ایجاد ایده های جدید باشیم. پس R&D موقعی دارای بهره وری بوده و منجر به ایده های جدید و اختراعات می گردد و در نهایت به رشد اقتصادی کمک می کند که ظرفیت ملی تولید ایده های جدید مهیا باشد. در غیر این صورت مخارج R&D فاقد بهره وری بوده و نوعی حیف و میل منابع می باشد. نحوه تعامل سه مؤلفه نامبرده شده از کشوری به کشور دیگر متفاوت است؛ زیرا چیدمان آن تابع فرهنگ، خصوصیات اجتماعی و بافت اقتصادی کشور است. به همین دلیل ظرفیت ملی نوآوری کشورهای NIC کاملاً با کشورهای پیشرفته غربی متفاوت است.

۳- نظریه تولید دانش (ایده جدید)

نظریه‌های تولید دانش و ایده جدید در جست و جوی این هستند که منبع عمده تولید دانش و یا به عبارتی اختراعات و اکتشافات در یک کشور کدام‌ها هستند. از دیدگاه اقتصاددانان چه عوامل و نهادهایی منجر به تولید دانش و ایده جدید می‌شود که در رشد اقتصادی تأثیر قوی دارد؟ طبق نظریه پورتر و اشترن (Porter & Stern, 2000) جونز (Jones, C. 1995:759-84)، نظریه‌های تولید ایده جدید منتج از نظریه رشد مبتنی بر دانش هستند و عمدتاً بر کار رومر (Romer, 1990:71-102) استوار می‌باشند. رشد پایدار یک اقتصاد تنها موقعی عملی و ممکن است که تولید دانش وارد تابع تولید اقتصاد گردد. کار جدید در این زمینه متعلق به جونز (۲۰۰۴) است. در این صورت رشد پایدار مستلزم رشد پایدار دانش خواهد بود و برای رشد پایدار آن ضروری است که همواره نهادهای لازم برای آن فراهم گردد. نهادهای لازم برای رشد و تولید دانش عبارتند از: نیروی شاغل - مهندسان و دانشمندان - در بخش تحقیقات و توسعه - بخش خصوصی و دولتی - و دیگری انباشت و یا ذخیره دانش در هر زمان است. پس می‌توان شکل تابع تولید دانش را به صورت زیر نوشت:

$$\dot{A}_t = f(H_{A,t}, A_t) \quad (1)$$

در معادله دیفرانسیلی مذکور داریم:

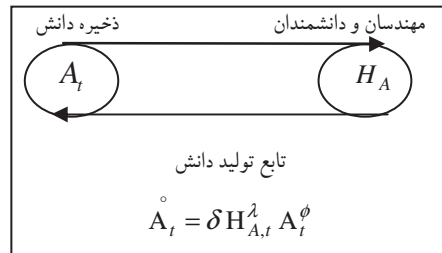
$$\dot{A} = \frac{dA_t}{dt} \quad \text{: میزان تولید علم و یا اختراعات در کشور در زمان } t$$

$H_{A,t}$: شاغلین - مهندسان و دانشمندان - در بخش مذکور در زمان t :

A_t : ذخیره دانش در اختیار شاغلین مذکور در زمان t :

یکی از اشکال تبعی مهم تابع مذکور که در اغلب کارهای تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت زیر می‌باشد:

$$\dot{A}_t = \delta H_{A,t}^\lambda A_t^\phi \quad (2)$$



نمودار ۳: تابع تولید دانش در کشور با رشد درونزا

طبق رابطه (۲) و نمودار (۳) نرخ تغییرات ایده جدید (دانش) به دو طریق می‌تواند در یک اقتصاد درونزا شود:

۱- سهمی از اقتصاد که به بخش تولید دانش اختصاص می‌یابد، تابعی باشد از بازار کار بخش تحقیقات که با H_A نشان داده می‌شود و دیگر این که تخصیص منابع به بخش مذکور بستگی به بهره‌وری بخش و بازده اقتصادی ایده‌های جدید داشته باشد.

۲- بهره‌وری تولید ایده جدید به ذخیره دانش از گذشته تا حال بستگی دارد. هرگاه $\phi > 0$ باشد، تحقیقات قبلی بهره‌وری، تحقیقات جاری را افزایش می‌دهد و هرگاه $\phi < 0$ باشد، تحقیقات قبلی نه تنها به تحقیقات جاری کمکی نمی‌کند، بلکه سد راه و بازدارنده نیز می‌باشد. طبق نظریه رومر (Romer, 1990, 1996) $\phi = \lambda = 1$ است. در این صورت از رابطه (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{\dot{A}}{A_t} = \delta H_{A,t} \quad (3)$$

یعنی رشد نسبی دانش در یک اقتصاد تابعی از سطح سرمایه انسانی تخصیص یافته به بخش تولید ایده و دانش می‌باشد، با این حال جونز (Jones, 1995 & Klenow, 2004) معتقداند که $\phi < 1$ و $\lambda < 1$ می‌باشند. یعنی تابع تولید دانش یک تابع مقعر است، یعنی قدرت انتقال جریان دانش از گذشته به حال (اثر سرریز) کمتری از حالت رومر دارد. نخست این فرض را داریم:

$$\frac{\dot{A}}{A_t} = \frac{\delta H_{A,t}^\lambda}{A_t^{1-\phi}} \quad (4)$$

اگر از تابع مذکور لگاریتم گرفته و نسبت به زمان دیفرانسیل بگیریم خواهیم داشت:

$$\ln \dot{A} - \ln A_t = \ln \delta + \lambda \ln H_{A,t} - (1 - \phi) \ln A_t \quad (5)$$

$$\frac{\dot{A}}{A_t} = \lambda \frac{\left[\frac{\dot{H}_A}{H_{A,t}} \right]}{1 - \phi} \quad (6)$$

طبق رابطه (۶) اگر هر سال به بخش دانش نیروی کار جدید تزریق نشود، نرخ رشد پایدار دانش جدید صفر خواهد شد. پس برای حفظ رشد دانش باید هر سال نیروی مستعد و با کیفیت وارد آن بخش گردند. در حالی که در مدل رومر چنین نتیجه‌ای استخراج نمی‌شود.

مسئله اصلی این است که در روابط (۱) و (۲) چگونه ذخیره دانش را باید اندازه‌گیری کنیم. دانش در هر زمان از دو منشأ داخلی و خارجی به دست می‌آید. ذخیره دانش در یک کشور در هر زمان عبارت است از: مجموع انباشت دانش توسط نیروی کار بخش دانش که این را ذخیره دانش داخلی یا

کشوری می‌گویند. برای به دست آوردن آن می‌توان دو روش را به کار برد:

الف- روش مستقیم: در این روش ذخیره دانش در زمان t در کشور j برابر است با:

$$A_{j,t} = \sum_{t=0}^{t-1} A_t \quad (7)$$

که در آن \dot{A}_t به وسیله رابطه $\dot{A} = \frac{dA_t}{dt}$ محاسبه می‌شود.

ب- روش غیرمستقیم: در این روش برای به دست آوردن ذخیره دانش در یک کشور می‌توان

از تابع تولید آن کشور استفاده کرد. یعنی داریم:

$$Y_t = A_t^\delta k_t^\alpha H_t^{1-\alpha} \quad (8)$$

$$A_t = \left[\frac{Y_t}{K_t^\alpha H_t^{1-\alpha}} \right]^{\frac{1}{\delta}} \quad (9)$$

پس تنها تفاوت دو روش مذکور مربوط به نحوه به دست آوردن A_t می‌باشد.

وارد کردن ذخیره دانش بین‌المللی یا وارداتی در تابع تولید دانش کشور به این دلیل صورت می‌پذیرد که نیروی کار بخش تحقیقات کشور از طریق مبادله، تقلید، جریان دانش به داخل، در تولید ایده و دانش در داخل کشور از آن بهره‌مند می‌شوند. در این صورت می‌توان تولید دانش در یک کشور را به صورت زیر نشان داد:

$$\dot{A}_{j,t} = \delta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^\psi \quad (10)$$

در رابطه مذکور $A_{-j,t}$ عبارت است از: ذخیره بین‌المللی دانش به استثنای کشور j که توسط $A_{j,t}$ در رابطه مذکور وارد شده است. اگر $\psi > 0$ باشد، نشان‌دهنده تقلید در کشور j است؛ یعنی با انباشت دانش در کشورهای خارجی راه برای کشور j جهت به دست آوردن علم آسان‌تر می‌گردد. در واقع علامت ψ به ما می‌گوید: انباشت دانش در خارج مکمل یا رقیب دانش داخلی است. مقدار ψ شدت رابطه را نشان می‌دهد.

چند اصلاحیه لازم برای رابطه (۱۰) باید اعمال گردد:

۱- در رابطه مذکور $A_{-j,t}$ نشان‌دهنده ایده‌های جدید جهانی برای کشور j است و همین‌طور $A_{j,t}$ نشان‌دهنده ایده‌های جدید در کشور j به جهان است. بنابراین $A_{j,t}$ معرف آن قسمت از دانش و ایده‌های جدید تولید شده در کشور j می‌باشد که برای سایر کشورها مفید و قابل استفاده است. به طور کلی می‌توان گفت برای هر کشوری، نسبتی از ایده‌های دنیا، جدید است و همین‌طور نسبتی از ایده‌های جدید کشور j برای جهانیان جدید است. اگر این نسبت‌ها را توزیع پارتو فرض کنیم، در این صورت

جریان دانش به خارج که برای سایر کشورها جدید است به صورت زیر خواهد بود:

(۱۱)

$$\dot{A}_{j,t}^* = [1 - F(A)_{-j,t}] \dot{A}_{j,t} = \left[\frac{T}{A_{-j,t}} \right]^\beta \delta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^\psi = \theta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^{\psi-\beta}$$

۲- تولید دانش در سطح جهانی یک تابع مقعر است. به عبارت دیگر تابع تولید دانش در سطح دنیا نسبت به دانش‌های جدید هر کشور حالت تقعر دارد و می‌توان آن را به صورت زیر نوشت:

$$\dot{A}_{w,t} = \left[\sum_{j=1}^j A_{j,t}^* \right]^\rho \quad (۱۲)$$

۳- هر اختراع در هر کشور بعد از مدت زمانی تبدیل به محصول جدید می‌گردد و یک تأخیر زمانی وجود دارد که این تأخیر زمانی ناشی از مسائل اقتصادی مربوط به هر کشور است. با اعمال اصلاحات مذکور می‌توانیم تابع تولید دانش را که برای تخمین مناسب است، به صورت زیر استخراج نماییم^۱ (Porterm, 2002, Kortam S, 1997, 98, Bentalb, 1996, Klenow, 2004).

$$E(\text{Patent}) = \gamma_j \theta_t H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^{\psi-\beta} \quad (۱۳)$$

در رابطه مذکور E علامت امید ریاضی و Patent متغیر \dot{A}_t می‌باشد که قبلاً تعریف شده است. در مدل مذکور اگر جزء اخلاص را که نشانگر عوامل تصادفی تأثیرگذار بر متغیر وابسته می‌باشد، وارد کنیم، رابطه مذکور به صورت زیر خواهد بود:

(۱۴)

$$\text{Ln}(\text{Patent}) = \delta + \lambda \text{Ln} H_{A,t} + \phi \text{Ln} A_{j,t} + (\psi - \beta) \text{Ln} A_{-j,t} + \varepsilon_t$$

ضرایب معادله مذکور هرکدام دارای مفاهیمی است که در رابطه با λ و ϕ در قسمت قبل توضیح داده شد. طبق رابطه مذکور بهره‌وری تولید دانش در داخل از اثر سرریز بین کشوری (بین‌المللی) منتفع می‌گردد که به وسیله ψ اندازه‌گیری می‌شود و از طرف دیگر هر چقدر کشور دانش و ایده‌های جدید به جهان معرفی کند، در واقع در مرزهای دانش حرکت می‌کند. اگر $\psi - \beta < 1$ باشد، تفسیری که می‌توان برای آن ارائه داد، این است که افزایش در تولید ایده‌های جدید در دنیا به طور اساسی توان کشور را در تولید ایده‌های جدید برای جهان کاهش می‌دهد.

۱- نحوه استخراج و تصریح رابطه (۱۳) و (۱۴) در پیوست ارائه شده است.

۴- معرفی متغیرها و منابع داده‌ها

از آن‌جا که هدف اصلی این تحقیق به دست آوردن تابع تولید دانش منتج از نظریه‌های رشد مبتنی بر دانش می‌باشد، مجبور هستیم برای متغیر دانش از اختراعات ثبت شده استفاده کنیم؛ زیرا طبق نمودار (۱) در صورتی دانش منجر به رشد می‌گردد که به اختراع و نوآوری ایده‌های جدید منتهی شود. از این رو، به پیروی از گریلیچسز (Grillichesz, 1990) متغیر وابسته در این تحقیق، اختراعات ثبت شده و تأمین مالی شده برای رسیدن به تولید می‌باشد. متغیرهای مستقل در این تحقیق عبارتند از: ۱- ذخیره دانش داخلی: برای این متغیر از اختراعات ثبت شده استفاده شده است و از طریق رابطه شماره (۷) ذخیره آن به دست آمده است. ۲- برای ذخیره دانش جهانی از دو سناریو استفاده شده است. اول اختراعات ثبت شده در ایالات متحده آمریکا و دوم اختراعات ثبت شده جهانی با استفاده از آمار مربوط به ایالات متحده آمریکا. استفاده از این آمار از آن رو بوده است که به دلیل بسیار مهم حمایت حقوقی از حق مالکیت معنوی، بسیاری از مخترعان در کشورهای مختلف اختراع خود را در ایالات متحده آمریکا به ثبت می‌رسانند. آمار منتشر شده از طرف World Intellectual Property Organization و United State Patent and Trademark Office نیز گویای این مطلب است. ۳- برای متغیر مهندسان و دانشمندان، از شاغلین بخش تحقیقات و آموزش عالی که دارای عنوان علمی هستند استفاده شده است.

منبع اطلاعات مذکور به شرح ذیل بوده است: ۱- آمار متغیر شاغلین از مرکز آمار ایران و وزارت علوم و تحقیقات و فناوری اخذ شده است. ۲- آمار ثبت اختراعات داخلی از WIPO و سازمان ثبت اختراعات و مالکیت صنعتی و سازمان ملل استخراج شده است. ۳- آمار مربوط به ذخیره دانش بین‌المللی از WIPO اخذ شده است.

۵- نتایج تخمین و تفسیر آن

نتیجه برآورد معادله (۱۴) در جدول (۱) با لحاظ نمودن متغیرهای مستقل متفاوت گزارش شده است. طبق رابطه تخمین زده شده فوق، بازخورد بین انباشت دانش داخلی و تولید دانش مثبت می‌باشد؛ یعنی با انباشت دانش داخلی اختراعات و ابداعات جدید شکل می‌گیرد ($\phi > 0$). بنابراین تحقیقات قبلی بهره‌وری تحقیقات جاری را افزایش می‌دهد. در رابطه مذکور شاهد هستیم که $\phi < 1$ است، یعنی تابع تولید دانش در ایران یک تابع تولید مقعر است و اثر سرریز دانش گذشته به حال کندتر از حالت رومر ($\phi = 1$) می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تخمین معادله ۱۴ برای دوره زمانی (۱۳۸۲-۱۳۵۶)

متغیر مستقل	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳	حالت ۴	حالت ۵	حالت ۶
ثابت	-۲۱	-۲/۶۱	-۴/۹۹	-۱/۹۵	-۴/۹۶	—
شاغلین (λ)	(-۰/۹)	(-۱/۶)	(۱/۴۲)	(-۱/۳۲)	(-۱/۵۶)	—
انباشت دانش داخلی (φ)	۰/۵۸	—	۰/۵۱	۰/۷۲	۰/۵۶	۰/۸۱
	(۲/۴۹)	—	(۲/۱۶)	(۱/۵۲)	(۲/۰۹)	(۲/۰۶)
انباشت بین‌المللی دانش (Ψβ)	—	۱/۳۷	۰/۸۷	۱/۰۲	۱/۰۱	۱/۰۴
	—	(۵/۳۳)	(۲/۱۳)	(۱/۹۴)	(۱/۹۹)	(۲/۰۴)
	—	—	—	* -۰/۴۱	** -۰/۱	* -۰/۶۱
R ^۲	۰/۶۳	۰/۷۴	۰/۶۸	(-۰/۵۶)	(-۰/۴۵)	(-۱/۶۷)
D.W	۱/۶۷	۱/۵۲	۱/۸۷	۰/۵۸	۰/۶۷	۰/۶۵
F	۲۱	۳۵	۱۸	۹/۱۴	۱۳/۴۳	۱۲/۷
	AR(۱)	AR(۱)	AR(۱)	AR(۱)	AR(۱)	AR(۱)

* آمریکا با یک تأخیر ** انباشت جهانی دانش

توضیح: در تمام معادلات برای دوره قبل و بعد از انقلاب متغیر مجازی تعریف شد که به دلیل فاقد معنا بودن و ضریب بسیار اندک، حذف گردید. زیرا در تمام حالات جدول (۱)، $0 < \lambda < 1$ می‌باشد و هر دو از لحاظ آماری معنادار می‌باشند. پس می‌توان گفت هر چقدر در سال‌های گذشته تحقیقات بیشتر انجام می‌دادیم امروز جریان شکل‌گیری اختراعات و ابداعات بیشتر می‌بود و امروز هر چقدر به تحقیقات بیشتر اهمیت بدهیم، به واسطه اثر سرریز آن، در آینده شاهد شکل‌گیری بیشتر اختراعات و ابداعات خواهیم بود.

در مدل مذکور $0 < \lambda < 1$ می‌باشد و نشان‌دهنده اثر مثبت به کارگیری نیروی انسانی تحصیل کرده در بخش تحقیقات است. از آن جا که $0 < \lambda < 1$ بوده و از لحاظ آماری در تمام معادلات معنادار می‌باشد فرضیه $H_0: \lambda = 1$ رد می‌گردد. از این رو، طبق نتایج این تحقیق حالت $\lambda = 1$ رومر در ایران قابل رد کردن است؛ ولی فرضیه جونز (۱۹۹۵)، $0 < \lambda < 1$ در ایران مصداق دارد. بنابراین اگر می‌خواهیم تحقیقات منجر به ابداعات و اختراعات گردد، باید هر سال نیروی جدید تحصیل کرده دانشگاهی (با مدارج بالاتر) وارد

مؤسسات تحقیقاتی و آموزشی بکنیم. در غیر این صورت طبق رابطه (۶) $\frac{\dot{A}}{A} = 0$ خواهد بود.

طبق جدول (۱) اثر انباشت دانش بین‌المللی بر تولید دانش داخلی در همه حالات منفی است، یعنی $\Psi < \beta < 0$ است. یا این که $\Psi < \beta$ است و $\Psi > 0$ است، در این صورت اثر انباشت دانش بین‌المللی بر تولید دانش در داخل مثبت است و به نظر می‌رسد، این چنین باشد؛ زیرا عمده مراجع تحقیقاتی در کشور با استفاده از منابع کشورهای پیشرفته غربی صورت می‌گیرد و به طور کلی می‌توان گفت که دانش داخلی از دانش بین‌المللی منتفع می‌شود.

اگر $\Psi < 0$ باشد و با توجه به این که $\Psi - \beta < 0$ و $\beta > 0$ است، در این صورت شاهد رقابت تولید دانش در داخل با جهان هستیم که این فرضیه قابل اثبات نیست.^۲

بنابراین شاهد $\Psi - \beta < 0$ هستیم و این نشان‌دهنده این است که افزایش در تولید ایده‌های جدید در دنیا، به طور اساسی توان کشور را در ارائه ایده جدید به جهانیان با مشکل مواجه می‌سازد؛ یعنی کشور توان تولید دانش همپای با دنیا را در سطح قابل قبول ندارد و می‌دانیم این حرکت همپا موقعی مقدور است که مراکز تحقیقاتی دارای نیروی انسانی مقتدر علمی و بودجه و امکانات قابل مقایسه با کشورهای تولیدکننده، دانش باشند تا بتوانند از ذخیره دانش بین‌المللی به خوبی استفاده کنند و ایده‌های جدید به دنیا ارائه دهند، در غیر این صورت ممکن است در داخل ایده‌های جدید معرفی گردد، ولی این ایده‌های جدید به انباشت دانش بین‌المللی کمک نکند، زیرا برای جهانیان این ایده‌ها جدید نمی‌باشد.

راه حل اساسی این مشکل بر اساس یافته‌های این مقاله، تجهیز مراکز تحقیقاتی - بخش خصوصی و دولتی - با نیروی تحصیل کرده جدید با توان بالا می‌باشد. این تزریق نیروی انسانی نیز باید به طور مداوم و پیوسته صورت پذیرد تا بتواند $\frac{\dot{A}}{A} > 0$ گردد. زیرا $\lambda > 1$ می‌باشد. تا جریان دانش بین‌المللی به خوبی بتواند در ایجاد جریان داخلی دانش مؤثر باشد.

۶- خلاصه و نتیجه‌گیری

کشورهای فقیر و در حال توسعه در جهان امروز برای فائق آمدن بر مشکلات مادی و معنوی خود هیچ راهی جز روی آوردن و اهمیت دادن به علم و دانش ندارند. زیرا در سایه توانایی‌هایی که این علم و دانش به مردمان آنها می‌دهد، می‌توانند بر مشکلات فائق آیند، ولی مجهز به علم و دانش شدن مستلزم آماده‌سازی بستری است که با تأمین و تدارک آنها آثار علم و دانش در زندگی مردم و اقتصاد آنها نمایان گردد. مهمترین این بسترها عبارت است از: وجود زیرساخت‌های عمومی برای شکل‌گیری تولید علم و دانش، وجود محیط زیست مناسب اقتصادی و وجود نهادهای حقوقی و مالی که بتواند بین زیرساخت‌ها و محیط ارتباط برقرار کند تا دانش و علم در کشور شکل بگیرد و برای تشویق بخش خصوصی برای روی آوردن به تحقیقات و فناوری شروطی لازم است که باید به وسیله دولت‌ها تأمین گردد.

۲- بسیار بعید به نظر می‌رسد که ما در تولید دانش رقیب آمریکا و یا کشورهای پیشرفته صنعتی باشیم. همچنین همان‌گونه که از جدول (۱) مشاهده می‌شود، زمانی که از ذخیره دانش آمریکا و یا سایر کشورها به عنوان دانش جهانی استفاده می‌شود. علامت ضریب مربوط تغییری نمی‌کند. بنابراین به نظر می‌رسد که حالت $\Psi < \beta$ و $\Psi > 0$ برقرار است.

تابع تولید دانش مبتنی بر رشد درونزا، نشان می‌دهد که اگر دانش و علم به تولید محصول کمک کند، می‌تواند به رشد اقتصادی و در نتیجه بر زندگی مردم تأثیر بگذارد. طبق این ایده، تولید دانش شدیداً متأثر از نیروی تحصیل کرده با کیفیت و انباشت و ذخیره دانش در اختیار او است. پس هر چقدر نیروی متخصص شاغل در بخش تحقیقات و آموزش از کیفیت بالا برخوردار باشد، امکان بهره‌گیری او از ذخیره دانش بیشتر بوده و امکان افزودن به موجودی دانش بیشتر می‌گردد.

نتایج تابع تولید دانش در ایران ما را به سیاست‌های پیشنهادی زیر رهنمون می‌سازد:

- ۱- تزریق مداوم نیروی متخصص با کیفیت به بخش تحقیقات و آموزش؛
- ۲- فراهم سازی سرریز دانش خارجی به داخل و آشنا شدن نیروهای داخلی با مرزهای دانش و فناوری؛
- ۳- به کارگیری اختراعات و اکتشافات در بخش تولید؛
- ۴- بازنگری در زیرساخت‌های علم و فناوری کشور با توجه به مؤلفه‌های اساسی آن که در ابتدای این تحقیق به آنها اشاره شد؛

- ۵- ایجاد محیط رقابتی در سطح بنگاه‌های خصوصی برای بهره‌برداری از نوآوری‌ها و اختراعات؛
 - ۶- محترم شمردن و حمایت حقوقی و معنوی از اختراعات و اکتشافات و تشکیل نهادهای لازم برای آن؛
 - ۷- تدوین «ظرفیت ملی اختراعات و نوآوری» کشور با توجه به زیرساخت‌ها و واقعیت‌های فرهنگی، علمی، آموزشی، تحقیقاتی، بخش‌های اقتصاد - صنعت، کشاورزی، نفت و خدمات...-
- به منظور حصول سریع‌تر به آرمان‌های کشور.

پیوست

همان طوری که در متن مقاله به آن اشاره شد، چارچوب تحلیل تجربی تابع تولید دانش مستلزم اعمال چند اصلاحیه بود که مهمترین آن، تقعر تابع تولید دانش بین‌المللی، تأخیر در سرریزی دانش و تأخیر بین اختراع و تأمین مالی اختراع بود. طبق معادله (۱۲) ایده‌های جدید تولید شده در کشور ز برای جهانیان موقعی جدید است که یا همزمان با آنها و یا جلوتر، باشد. کشورهای دیگر بعد از چند سال می‌توانند به آن دست پیدا کنند. خالص این جریان‌ها، ذخیره دانش بین‌المللی را تشکیل می‌دهد، که به صورت زیر نشان داده می‌شود.

$$\hat{A}_{w,t} = \left[\sum_{j=1}^J A_{j,t}^* \right]^p$$

سهم هر کشور در این حالت با $\hat{A}_{w,t}$ نشان داده می‌شود که برابر است با:

تابع تولید دانش و تعیین کننده‌های ملی ظرفیت آن ۱۵

$$\hat{A}_{j,t}^* = [1 - F(A_{-j,t})] \hat{A}_{w,t}$$

و چون $\hat{A}_{w,t} = \delta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^\psi$ است اگر در رابطه فوق جایگزین کنیم خواهیم داشت:

$$\hat{A}_{j,t}^* = \left[\frac{T}{A_{-j,t}} \right]^\beta \delta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^\psi = \theta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^{\psi-\beta}$$

که در آن $F(A_{-j,t})$ تابع توزیع پارتو می‌باشد. که در آن T ثابتی است که نشان دهنده حد پایین توزیع احتمال اختراعات و β نشان دهنده شیب توزیع احتمال می‌باشد (M.Degroot, 1989: 293-330).
 $\hat{A}_{j,t}^*$ یک نسبت بوده و توزیع پارتو دارد و عبارت است از: درصدی از اختراعات کشور z در سال t که برای جهانیان - خارجیان - جدید می‌باشد. اگر این نسبت را برای کشور z برابر γ_j بدانیم در این صورت تابع تولید دانش:

$$E(\text{Patent}_{j,t}) = \gamma_j \theta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^{\psi-\beta}$$

یا

$$\text{Patent}_{j,t} = \gamma_j \theta H_{A,t}^\lambda A_{j,t}^\phi A_{-j,t}^{\psi-\beta} e^{\varepsilon_t}$$

$$\text{Ln Patent}_{j,t} = \text{Ln}(\gamma_{j,\theta}) + \lambda \text{Ln} H_{A,t} + \phi \text{Ln} A_{j,t} + (\psi-\beta) \text{Ln} A_{-j,t} + \varepsilon_t$$

که در رابطه مذکور $\text{Ln} \gamma_{j,\theta}$ عرض از مبدأ معادله تلقی شده است و سایر متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شوند.

$$A_{j,t} = \sum_{k=0}^{t-1} \text{Patent}_{j,k}$$

$$A_{-j,t} = \sum_{k \neq j} \sum_{s=0}^t \text{Patent}_{k,s}$$

اگر در رابطه فوق قرار دهیم داشت (معادله ۱۴):

$$\text{Ln Patent}_{j,t} = \text{Ln}(\gamma_{j,\theta}) + \lambda \text{Ln} H_{A,t} + \phi \left[\sum_{k=0}^{t-1} \text{Patent}_{j,k} \right] + (\psi-\beta)$$

$$\left[\sum_{k \neq j} \sum_{s=0}^t \text{Patent}_{k,s} \right] + \varepsilon_t$$

منابع

- 1- Bental, B. & Peled, D. "*The Accumulation of Wealth and Cyclical Generation of New Technologies: A Search Theoretic Approach*" International Economic Review 37(3) 687-718, 1996.
- 2- DeGroot, M. *Probability and Statistics* Addison- Wesley. U.S.A. P243-330, 1989.
- 3- Griliches, Z. "*Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey*" Journal of Economic Literature, 92: 630-530, 1990.
- 4- Jones C "*R&D Based Models of Economic Growth*" Journal of Political Economy V103, 1995.
- 5- Jones, C. "*Sources of U.S Economic Growth in a World of Ideas*" Mimeo. Stanford University, 1999.
- 6- Jones, C "*Growth and Ideas*" NBER NO 10767, 2004.
- 7- Klenow Peter J "*Exteralities and Growth*" NBER WP 11009, 2004.
- 8- Kortum, S. "*Research, Patenting, and Technological Change*" Econometrica 65(6): 1389-1419, 1997.
- 9- Kortum, S. & Eaton J "*International Technology Diffusion*" *International Economic Review* 40(15): 1011 – 1020, 1998.
- 10- Mei – Chih Hu and John A. Mathews "*National Innovation Capacity in East Asia*" Research policy 34 P 1322-1349, 2005.
- 11- Porter M Stern S "*Measuring the Ideas Production Function*" miamo MIT, 2001.
- 12- Porter M, Stern S, Furman J "*The Determinants of National Innovation Capacity*" Research Policy 31 P 844-933, 2002.
- 13- Romer, P. "*Endogenous Technological Change*" Journal of Political Economy 98: p71-102, 1990.
- 14- Romer, P "*Why Indeed, in America?*" *Theory, History, and the Origines of Modern Economic Growth*. Vol 86. No.2. PP202-206, 1996.
- 15- Sengupta, Jati. *New Growth Theory*, Edward Elgar Publishing Limited, 1999.
- 16- Solow, R.M. "*A Contribution to the Theory of Economic Growth*" Quarterly Journwl of Economics 70 p65-94, 1956.
- 17- Stephen F "*Knowledge Flows and Knowledge Collective: Understanding the Role of Science and Technology in Development*" Rockfller Foundation, 2005.