

رابطه کیفیت تحصیلات و کیفیت نهادی با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی

f.mostafavi@imps.ac.ir

سیدفرخ مصطفوی

دانشیار موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و

برنامه‌ریزی

پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۵

دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۵

چکیده: نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی می‌تواند نقش مهمی در گذار به توسعه پایدار ایفا کند. این پژوهش تاثیر کیفیت تحصیلات و کیفیت نهادهای سیاسی را بر نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار می‌دهد. داده‌های به‌کاررفته مربوط به اختراعات ثبت‌شده ۵۸ کشور در سال ۲۰۱۳ است. برای تحلیل داده‌ها از رگرسیون دوجمله‌ای منفی استفاده شده است. نتیجه‌های به دست‌آمده نشان می‌دهند که کیفیت تحصیلات رابطه مثبت و معناداری با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی دارد. اما برای کیفیت نهادهای سیاسی تاثیر معناداری مشاهده نشد. همچنین همبستگی مثبت و معناداری مابین هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه و نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی وجود دارد به گونه‌ای که افزایش این هزینه‌ها باعث افزایش نوآوری‌های زیست‌محیطی می‌شود. نتیجه به دست‌آمده در مورد کیفیت نهادهای سیاسی ممکن است نشان‌دهنده شکست بازار در مورد فناوری‌های زیست‌محیطی باشد. سیاست‌های دولت برای توسعه فناوری‌های زیست‌محیطی می‌تواند راه حلی برای شکست بازار در این زمینه باشد.

کلیدواژه‌ها: نوآوری، اختراعات ثبت‌شده، فناوری‌های زیست‌محیطی، کیفیت تحصیلات، کیفیت نهادها، رگرسیون دوجمله‌ای منفی.
طبقه‌بندی JEL: O31, O32, Q55.

مقدمه

آلودگی و تخریب محیط زیست - از جمله آلودگی هوا و منابع غذایی، تخریب مراتع و جنگل‌ها، گرم‌شدن زمین و در نتیجه آن تغییرات آب و هوا - از چالش‌های عمده دوران معاصر است. آلودگی و تخریب محیط زیست موجب کاهش سلامتی و کیفیت زندگی افراد می‌شود. یکی از راه‌های مواجهه با این مسئله استفاده از فناوری‌های زیست‌محیطی برای کاهش آلودگی و تخریب محیط زیست است. به عنوان مثال، کشورهای پیشرفته توانسته‌اند با تولید فناوری‌های مناسب آلودگی ناشی از سوخت وسایل حمل‌ونقل را به مقدار قابل توجهی کاهش دهند. بنابراین، تولید دانش و نوآوری در این زمینه اهمیت دارد و در صورت کاربست آنها می‌توان مشکلات به وجودآمده را تا حدود زیادی برطرف کرد. به طور کلی می‌توان گفت تغییرات فناوری برای گذار به توسعه پایدار یک شرط لازم، اگرچه ناکافی است (Del Rio, 2009). بررسی عوامل موثر بر نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی می‌تواند منجر به تولید دانشی شود که در فرآیند سیاست‌گذاری در این زمینه کارا باشد.

بیشتر مطالعه‌های نوآوری به بررسی عوامل موثر بر کل تعداد اختراعات ثبت‌شده^۱ می‌پردازند (مانند 2006، Varsakelis؛ 2013، Tebaldi & Elmslie). اما عوامل اقتصادی و اجتماعی می‌توانند تاثیرهای متفاوتی بر انگیزه نوآوری در فناوری‌های مختلف بگذارند. به همین جهت، برخی پژوهشگرها به بررسی تاثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی بر نوآوری در فناوری‌های به‌خصوصی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، کیان^۲ (۲۰۰۷) به بررسی تاثیر قوانین بر اختراعات دارویی می‌پردازد و جانستون^۳ و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر سیاست‌های دولتی را بر نوآوری در انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار می‌دهد. تاثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی بر نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی نیز می‌تواند متفاوت از سایر فناوری‌ها باشد.

مطالعه‌های تجربی انجام‌گرفته نشان می‌دهند که کیفیت نهادهای سیاسی، کیفیت تحصیلات، سیاست‌گذاری‌های دولت در زمینه فناوری، و هزینه‌های پژوهش و توسعه بر نوآوری تاثیر می‌گذارند (2006، Varsakelis؛ 2007، Qian؛ 2010، Johnstone *et al.*؛ 2013، Tebaldi & Elmslie). در این پژوهش تاثیر کیفیت نهادهای سیاسی و کیفیت تحصیلات و نیز هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در زمینه فناوری‌های زیست‌محیطی بر نوآوری در این فناوری‌ها بررسی می‌شود. نتیجه‌های به دست‌آمده نشان می‌دهند که کیفیت تحصیلات و سرمایه‌گذاری‌های دولت در زمینه پژوهش و توسعه

1. Patents
2. Qian
3. Johnstone

در فناوری‌های زیست‌محیطی رابطه مثبت و معناداری با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی دارند. اما برخلاف یافته‌ها برای کل نوآوری‌ها، رابطه معناداری مابین کیفیت نهادهای سیاسی و نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی مشاهده نمی‌شود. دلایل این موضوع در بخش پایانی پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتیجه‌های به دست آمده همچنین نشان می‌دهند که سطح تحصیلات جمعیت رابطه معناداری با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی ندارد.

پژوهش به صورت زیر ساماندهی شده است. فصل بعد به مرور ادبیات موضوع اختصاص دارد. سپس چارچوب نظری مورد استفاده ارائه می‌شود. توصیف داده‌های به کاررفته و روش تحلیل موضوع فصل بعدی است. ارائه یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری موضوع فصل‌های پایانی است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری

نوآوری را می‌توان ترکیب اندیشه‌های موجود برای آفرینش یک اندیشه جدید یا تولید محصولات و روندهای جدید از طریق تولید اندیشه‌های نو تعریف کرد (Freeman & Soete, 1997). به نقل از (Watkins *et al.*, 2015)، نوآوری یک کشور به قابلیت آن در کسب، جذب، اشاعه و کاربرد فناوری‌های نوین بستگی دارد و این قابلیت در نظام نوآوری ملی آن نهفته است. نظام نوآوری ملی مجموعه‌ای از نهادهای ملی است که به آفرینش و گسترش فناوری‌های نوین کمک می‌کنند و چارچوبی فراهم می‌آورد که در داخل آن دولت‌ها و شرکت‌ها مذاکره می‌کنند تا روند نوآوری را تحت تاثیر قرار دهند (Watkins *et al.*, 2015). در چارچوب نظام نوآوری ملی، دولت‌ها و فعالیتهای جمعی یک نقش هماهنگ‌کننده اساسی در آفرینش و گسترش نوآوری ایفا می‌کنند به گونه‌ای که محیطی ایجاد می‌شود که دانش و منابع جهت تولید اندیشه‌ها و فرصت‌های جدید به کار گرفته شوند.

نظام نوآوری ملی یک ساخت نهادی است و نهادهای اصلی تشکیل‌دهنده آن به قرار زیر است. ۱. دولت و عاملان آن که از طریق مقررات^۱، تعیین استاندارد، شراکت عمومی - خصوصی، و تامین مالی پژوهش‌های بنیادی از نوآوری حمایت می‌کند. ۲. شرکت‌ها در بخش‌ها و صنایع مختلف که از طریق تجربه، پژوهش و توسعه، و بهبود محصولات، نوآوری تجاری تولید می‌کنند. ۳. دانشگاه‌ها که پژوهش بنیادی انجام می‌دهند و نیروی کار علمی و فنی تربیت می‌کنند. ۴. سایر سازمان‌های عمومی و خصوصی

که به فعالیتهای آموزشی اشتغال دارند (Patel & Pavitt, 1994، به نقل از Watkins et al., 2015). در این ساختار، تعامل در داخل نهادها و مابین آنها وجود دارد.

نهادهای قانونگذاری و قضایی از جمله عناصر تشکیل‌دهنده نظام نوآوری ملی هستند. قوانین مربوط به اختراعات و نیز اقدامهای حمایت از حقوق مالکیت فکری عدم اطمینان نوآوران را در مورد امکان تصرف تولیدهای خود کاهش می‌دهد. این قوانین و اقدامها از نظر ایجاد انگیزه برای نوآوری مهم هستند زیرا اجازه می‌دهند پدیدآورندگان دانش از رانتهای فناوری برای مدت محدودی بهره‌مند شوند. هدف عمده یک نظام حمایت از اختراعات ارتقای تولید فناوری و نیز گسترش آن است. این کار از طریق اعطای انحصار محدود یک فناوری برای مخترعها انجام می‌گیرد. اما ایجاد یک نظام قانونی مکفی حمایت از اختراعات کافی نیست بلکه اعمال آنها نیز بسیار اهمیت دارد. توانایی یک کشور در اعمال قانون بستگی به کیفیت کارگزاران حکومتی آن، مانند قوه قضائیه و نیز ثبات سیاسی آن دارد. هر اندازه کارایی یک نظام قضایی بالا باشد حمایت از اختراعات ثبت‌شده نیز بهتر خواهد بود و در نتیجه انگیزه برای نوآوری نیز افزایش خواهد یافت (Varsakelis, 2006). پاسخگوبودن دولت و فساد پایین نیز با حقوق اختراعات و در نتیجه نوآوری ارتباط دارند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که فساد و ناکارایی اداری با سرمایه‌گذاری و در نتیجه با نوآوری رابطه منفی دارد (Mauro, 1995 به نقل از Varsakelis, 2006). در زمینه فناوریهای زیست‌محیطی، مهم‌ترین عاملی که باعث می‌شود شرکت‌ها اینگونه فناوریها را تولید کنند یا به کار گیرند، مقرارت زیست‌محیطی هستند (Del Rio, 2009).

نظام آموزشی از دیگر عناصر مهم نظام نوآوری ملی است که نیروی انسانی آفریننده دانش و فناوری، یعنی افراد تحصیل‌کرده را پرورش می‌دهد. تحصیلات از طرق مختلفی بر نوآوری تاثیر می‌گذارد: ۱. دانشمندان شاغل در پژوهش و توسعه مهم‌ترین عوامل نوآوری هستند. این دانشمندان خود خروجی نظام آموزش عالی بوده و هر اندازه کمیت و کیفیت آموزش بهبود یابد دانشمندان بیشتر و با کیفیت بالاتری تربیت‌شده و نوآوری نیز افزایش خواهد یافت. ۲. تحصیلات باعث ایجاد یک نیروی کار بسیار ماهر می‌شود که می‌توانند در فرآیند پژوهش و توسعه و نوآوری نقش‌آفرینی کنند. ۳. تحصیلات باعث ایجاد کارآفرینانی می‌شود که جهت موفقیت در رقابت طالب نوآوری، تولیدات جدید و روش‌های تولیدی کارا هستند. ۴. تحصیلات باعث ارتقای توانایی‌های شناختی مصرف‌کنندگان می‌شود و این به نوبه خود باعث افزایش تقاضا برای تولیدات باکیفیت می‌شود (Varsakelis, 2006). بنابراین می‌توان انتظار داشت که با افزایش سطح تحصیلات جمعیت، نوآوری نیز افزایش یابد. در اینجا البته عامل تعیین‌کننده، کیفیت تحصیلات است و پژوهش‌های انجام‌گرفته نیز نشان می‌دهد که این

عامل تاثیر معناداری بر نوآوری دارد (Varsakelis, 2006).

از دیگر عوامل مهم تاثیرگذار بر نوآوری هزینه‌های پژوهش و توسعه است (Furman et al., 2002). هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه منعکس‌کننده سیاست‌های دولت در زمینه توسعه فناوری است. جانستون و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر سیاست‌های زیست‌محیطی را بر نوآوری در انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار دادند. تحلیل‌های تجربی آنها نشان داد که سیاست عمومی نقش مهمی در تعیین تعداد درخواست‌ها^۱ برای ثبت اختراعات دارد و نیز ابزارهای سیاستی مختلف (مانند سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه، تعرفه، سهمیه‌های تولید و اعتبارات مالیاتی) اثرات متفاوتی بر منابع مختلف انرژی تجدیدشونده (مانند انرژی خورشیدی، بادی، پسماندی و غیره) می‌گذارند.

بر مبنای چارچوب نظری و یافته‌های پژوهشی موجود انتظار داریم که کیفیت تحصیلات ارتباط مثبت و معناداری با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی داشته باشد. همین‌طور می‌توان انتظار داشت که افزایش هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در فناوری‌های زیست‌محیطی باعث نوآوری در این زمینه شود. پژوهش‌های انجام‌گرفته رابطه مثبت و معنادار مابین کیفیت نهادهای سیاسی و نوآوری را تایید می‌کنند. این رابطه از طریق سازوکار بازار ایجاد می‌شود. هر اندازه کیفیت نهادهای سیاسی بالا باشد نهاد بازار نیز بهتر و کاراتر عمل خواهد کرد و انگیزه بیشتری جهت نوآوری ایجاد شده و تعداد اختراعات افزایش خواهد یافت. اما آیا این فرضیه در مورد فناوری‌های زیست‌محیطی نیز صادق است؟ فناوری‌های زیست‌محیطی می‌توانند هزینه‌های کالاهای مصرفی را افزایش دهند و در نتیجه تاثیر منفی بر تقاضای اینگونه کالاها بگذارند. این پرسش نیز در ادامه پژوهش مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

پیشینه پژوهش

چارچوب نظری در بیشتر مطالعه‌های انجام‌گرفته در زمینه نوآوری را نظام نوآوری ملی^۲ تشکیل می‌دهد. مفهوم نظام نوآوری ملی برای اولین بار از سوی فریمن^۳ (۱۹۸۲) برای بیان قابلیت نهادی کشورها برای نوآوری پیشنهاد شد. از نظر فریمن نوآوری و تغییرات فناوری نقش محوری در رشد اقتصادی بازی می‌کنند و الگوهای رشد اقتصادی نئوکلاسیک برای تبیین این پدیده ناکافی هستند به ویژه در اقتصادهایی که موتور محرکه آنها علم و فناوری است و به طور فزاینده‌ای تحت تاثیر

1. Applications
2. National Innovation System
3. Freeman

رقابت در عرصه جهانی قرار دارند. در این چارچوب نظری، نوآوری تنها نتیجه فعالیت شرکت‌ها نیست، بلکه یک فعالیت جمعی در سطح جامعه است که دانش، منابع و تخصص‌های مختلفی را می‌طلبد. البته کارهای اولیه در مورد نظام نوآوری ملی بر روی شرکت‌ها به عنوان نهاد اصلی توسعه و تجاری‌سازی نوآوری متمرکز بود. کنشگران نهادی مهم دیگر، مانند دولت، نقشی اساسی اما حمایت‌کننده ایفا می‌کردند. دولت حمایت‌های انگیزشی و تنظیم‌کننده برای شرکت‌های خلاق فراهم می‌کرد و دانشگاه‌ها اندیشه‌های نوین و افراد با استعداد تربیت می‌کردند که شرکت‌ها و صنایع از آنها بهره می‌جستند. دولت یک نقش سازنده در ایجاد یک محیط پایدار، حمایت‌کننده و رقابتی را بر عهده داشت. اما این یک نقش منفعل بود. در کارهای بعدی، اهمیت نقش فعال دولت در نهادسازی و سیاستگذاری جهت توسعه و رشد فناوری مورد توجه قرار گرفت. بررسی نقش دولت در توسعه و رشد فناوری در کشورهایی مانند سنگاپور، تایوان، کره، چین، هندوستان و برزیل نقش فعال دولت را به خوبی نشان می‌داد. بررسی‌های انجام‌گرفته در سال‌های اخیر به رابطه مابین آفرینش و گسترش فناوری و روندهای سیاسی که مربوط به حکمرانی و قابلیت‌های نهادی می‌شود تاکید دارد. بر اساس نظریه‌های ارائه‌شده، توسعه این قابلیت‌ها نتیجه رقابت و مجادله در صحنه سیاسی مابین دولت، صنایع و جامعه مدنی است. انجمن‌های صنعتی^۱ نیز می‌توانند نقش مهمی در شکاف‌های دانشی مابین دولت و صنعت و نیز مابین فرآیندهای محلی و جهانی ایفا کنند (Watkins et al., 2015).

پژوهش‌های تجربی انجام‌گرفته نشان می‌دهند که نهادهای سیاسی بر تولید دانش و نوآوری تاثیر می‌گذارند. ورساکلیس^۲ (۲۰۰۶) این فرضیه را که نوآوری در یک کشور با کارایی نهادهای سیاسی آن رابطه مثبت دارد مورد آزمون قرار داد. برای سنجش کیفیت نهادهای سیاسی او از شاخص‌هایی که از طریق خانه آزادی^۳ به صورت پیمایشی جمع‌آوری شده‌اند سود جست. این شاخص‌ها شامل حقوق سیاسی، آزادی‌های مدنی و آزادی مطبوعات می‌شدند. علاوه بر این، او از شاخص ادراک فساد^۴ که از طریق شفافیت بین‌الملل^۵ جمع‌آوری می‌شود استفاده کرد. یافته‌های کار او فرضیه ارائه‌شده را تایید می‌کرد. تبالدی و المسل^۶ (۲۰۱۳) برای بررسی تاثیر نهادهای سیاسی بر نوآوری از شاخص‌هایی که

1. Industry Associations
2. Versakelis
3. Freedom House
4. Corruption Perception Index
5. Transparency International
6. Tebaldi & Elmslie

از سوی کوفمان و همکارانش و خدمات ریسک‌های سیاسی^۱ جمع‌آوری شده بودند استفاده کردند. نتیجه‌های تحلیل‌های آنها نشان می‌داد که کنترل فساد، سیاست‌های موافق بازار، حقوق حمایت از مالکیت و نظام قضایی موثر باعث افزایش نوآوری در کشور می‌شوند.

وجود قوانین حمایت از مالکیت فکری و نیز اعمال موثر آنها می‌تواند به طور مستقیم بر انگیزه نوآوری افراد تاثیر گذارد. چن^۲ (۲۰۰۸) با استفاده از رگرسیون دوجمله‌ای منفی تاثیر قوانین ثبت اختراعات را بر اختراعات اساسی آمریکا و ۱۴ کشور اروپایی در دوره‌های ۱۹۰۰-۱۵۹۰ و ۱۹۵۰-۱۷۵۰ مورد بررسی قرار داد. نتیجه‌های به دست‌آمده نشان می‌داد که قوانین اختراعات تاثیر مثبت و معناداری بر میزان اختراعات می‌گذارند. کیان^۳ (۲۰۰۷) در پژوهش خود تاثیر قوانین ثبت اختراعات بر نوآوری در صنعت داروسازی را در ۲۶ کشور با استفاده از فن نمونه‌گیری همسان‌سازی‌شده^۴ و رگرسیون مورد بررسی قرار داد. اما او هیچ رابطه معناداری مابین قوانین حمایت از اختراعات دارویی و اختراعات ثبت‌شده مخترعان این کشورها در آمریکا مشاهده نکرد. البته از نظر او نتیجه به دست‌آمده به وجود اطلاعات مربوط به کشورهای در حال توسعه در داده‌های مورد استفاده او برمی‌گردد که دارای قوانین حمایت از اختراعات هستند اما دارای پتانسیل نوآوری نیستند و نیازهای خود را از واردات تامین می‌کنند.

به عنوان یک عامل نهادی، نقش آموزش (تحصیلات) در نوآوری به خوبی مورد تاکید قرار گرفته است (به عنوان مثال Lundvall et al., 2002). فورمن^۴ و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش خود از هزینه‌های عمومی در آموزش عالی به عنوان جانشینی برای تحصیلات استفاده کردند. بررسی آنها نشان داد که رابطه مثبتی مابین منابع آموزشی و اختراعات ثبت‌شده وجود دارد. ورساکلیس (۲۰۰۶) تاثیر کیفیت تحصیلات بر نوآوری را مورد مطالعه قرار داد. به اعتقاد او کشورهایی که نظام آموزشی آنها بر علوم و ریاضیات تاکید دارند نوآوری‌های آنها نیز باید بیشتر باشد. برای اندازه‌گیری کیفیت آموزش او از نمرات آزمون ریاضیات و علوم در سومین مطالعه بین‌المللی ریاضیات و علوم^۵ استفاده کرد. تحلیل آماری او نشان داد که رابطه مثبتی مابین کیفیت تحصیلات و نوآوری در میان ۲۹ کشور مورد مطالعه وجود دارد.

در سال ۲۰۱۵ کنفرانس تغییرات آب و هوا سازمان ملل در پاریس (فرانسه) برگزار شد. در این

1. Political Risk Service
2. Chen
3. Matched Sampling Techniques
4. Furman
5. Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)

کنفرانس موافقت شد که میانگین گرمایش زمین به دو درجه سانتیگراد بالاتر از دمای قبل از انقلاب صنعتی محدود شود. همچنین، موافقت شد که سعی شود این مقدار در محدوده ۱/۵ درجه سانتیگراد باقی بماند. این توافق مشخص نمی‌کند که چگونه هر کشوری انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش خواهد داد بلکه هر کشور هدف خود را مشخص کرده و توضیح خواهد داد که چگونه و با چه ابزارهای سیاستی می‌خواهد به هدف خود برسد (Sutter *et al.*, 2015).

دولت می‌تواند از طریق ابزارهای سیاستی مختلف بر نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی تاثیر گذارد. سرمایه‌گذاری مستقیم در پژوهش و توسعه در فناوری‌های زیست‌محیطی یکی از این ابزارهاست. پژوهش‌های انجام‌گرفته نشان می‌دهند که چنین سرمایه‌گذاری‌هایی تاثیر مهمی در نوآوری دارند (Furman *et al.*, 2002; Furman & Hayes, 2004; Hu & Matthews, 2005; Johnstone *et al.*, 2010). پژوهش و توسعه شامل سرمایه‌گذاری در تولید فناوری جدید و نیز افزایش ظرفیت یک شرکت (مثلاً از طریق بهبود سرمایه انسانی) می‌شود. این سرمایه‌گذاری‌ها ممکن است به تولید محصول جدیدی منجر شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد مقدار زیادی از تفاوت در نوآوری در میان کشورها مربوط به سطح سرمایه‌گذاری‌های آنها در فعالیت‌هایی است که به نوآوری مربوط می‌شوند (Furman *et al.*, 2002). از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به توسعه نیروی انسانی برای پژوهش و توسعه اشاره کرد که نقش کلیدی در نوآوری ایفا می‌کنند. بدون دانشمندان و مهندسان ماهر که دسترسی به فناوری‌های روز داشته باشند امکان ندارد که کشوری بتواند مقادیر قابل توجهی فناوری‌های جدید تولید کند. علاوه بر این، عوامل دیگری نیز در بهره‌وری پژوهش و توسعه نقش بازی می‌کنند که از آن جمله می‌توان به سیاستگذاری در زمینه حمایت از مالکیت معنوی، بازبودن به تجارت بین‌الملل، درجه تخصصی‌شدن در یک فناوری خاص و منابع دانشی هر کشور اشاره کرد (Furman *et al.*, 2002). جانستون و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر انواع مختلف سیاست‌های دولتی را بر نوآوری‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش‌ها نشان دادند که هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه تاثیر مثبت و معناداری در نوآوری در زمینه‌های انرژی تولیدی از باد و خورشید در همه الگوهای به کاررفته دارند و در برخی الگوها نیز بر نوآوری در انرژی‌های زمین - حرارتی و اقیانوسی موثر هستند.

دولت می‌تواند از طریق سیاست‌های زیست‌محیطی شرايطی را به وجود آورد که منجر به القای نوآوری^۱ شود. ابزارهای این سیاست‌ها را می‌توان در دو گروه عمده ابزارهای سامان‌بخش^۲ و ابزارهای

اقتصادی طبقه‌بندی کرد. ابزارهای سامان‌بخش شامل قوانین و مقرراتی هستند که دولت‌ها از طریق اعمال آنها می‌توانند رفتار افراد و شرکت‌ها را نظم دهند. به عنوان مثال، دولت می‌تواند مقرراتی در مورد آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از صنایع یا اتومبیل‌ها وضع و اعمال کند. یکی از نقاط ضعف این‌گونه قوانین و مقررات انعطاف‌ناپذیری آنهاست. به عنوان مثال، در مورد آلودگی هوا، معیارهای آلودگی ممکن است برای نواحی دورافتاده خیلی محدودکننده باشند و برای نواحی پرجمعیت ناکافی. چنین محدودیت‌هایی می‌توانند شرکت‌ها و صنایع را به توسعه فناوری‌های زیست‌محیطی تشویق کنند. ابزارهای اقتصادی شامل مالیات و عوارض^۱، یارانه‌ها، مشوق‌ها^۲ (یا انگیزانه‌ها) و مجوزهای قابل خرید و فروش^۳ می‌شوند. یارانه‌های زیست‌محیطی می‌توانند توسعه و کاربرد فناوری‌های کنترل آلودگی را تشویق کنند. مشوق‌ها اغلب به صورت امتیازهایی برای پرداخت هزینه اولیه یک فعالیت مطلوب، مانند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یا فناوری‌های زیست‌محیطی، به کار می‌روند. مانند یارانه‌ها، منبع مالی این مشوق‌ها نیز دولت است. مجوزهای قابل خرید و فروش را دولت برای شرکت‌ها صادر می‌کند. این مجوزها به شرکت‌ها اجازه می‌دهند که فقط مقدار محدودی از یک آلاینده خاص را در یک ناحیه محدود تولید کنند. نظام مجوزهای قابل خرید و فروش متکی به نیروهای بازار است. شرکت‌ها می‌توانند این مجوزها را خرید و فروش کنند. در صورتی که شرکتی بخواهد تولیدش را افزایش دهد یا باید مجوزهای بیشتری از بازار تهیه کند و یا اینکه تجهیزاتی با فناوری‌های زیست‌محیطی نصب کند تا بتواند انتشار آلودگی را کنترل کرده و در محدوده اعتباری خود باقی بماند. در حالت اخیر، این شرکت می‌تواند برای تامین مالی هزینه‌هایش مجوزهای اضافی خود را به فروش رساند (Clean Air Strategic Alliance, 2016).

ادبیات تامین مالی نوآوری به ویژه در مورد نوآوری‌های زیست‌محیطی بسیار محدود است. تامین مالی نوآوری را می‌توان در دو گروه منابع عمومی (دولتی) و خصوصی طبقه‌بندی کرد. منابع عمومی نقش مهمی در تامین مالی نوآوری ایفا می‌کند. به عنوان مثال، در سال ۱۹۹۸ حدود ۳۰ درصد از پژوهش‌ها در آمریکا را دولت فدرال این کشور تامین مالی کرد (Johnson & Lybecker, 2012). یک نقش مهم دولت تامین مالی پژوهش‌های بنیادی^۴ است، به ویژه در مواردی که از نظر تجاری به صرفه نیستند. تامین مالی دولت می‌تواند اشکال مختلفی به خود گیرد که از آن جمله می‌توان

1. Taxes and Fees
2. Incentives
3. Tradeable Permits
4. Basic Research

به موارد زیر اشاره کرد: سوبسید، اعتبارات مالیاتی^۱، تامین مالی مستقیم پژوهش‌ها^۲، تسهیم هزینه و سرمایه‌گذاری مشترک^۳، سوبسید برای فعالیت‌های جانشین و جایزه برای تولید فناوری. اما بیشتر پژوهش‌ها از طریق منابع خصوصی تامین مالی می‌شوند. این منابع ممکن است از منابع داخلی شرکت‌ها یا از منابع ثالث مانند وام‌های بانکی، سرمایه مشترک^۴ و منابع شروع کسب‌وکار^۵ باشند. بازار نقش اساسی در شکل‌دهی انگیزه شرکت‌ها به نوآوری‌های زیست‌محیطی ایفا می‌کند. به همین جهت، دولت‌ها لازم است با سیاستگذاری‌های مناسب شرايطی را فراهم کنند که کسب سود از طریق نوآوری میسر شود (Johnson & Lybecker, 2012).

داده‌ها

داده‌های به کاررفته در این پژوهش مربوط به اطلاعات ۵۸ کشور است که دارای بیش از یک اختراع ثبت‌شده در فناوری‌های زیست‌محیطی در سال ۲۰۱۳ بودند. بنابراین، داده‌ها شامل کشورهای مهم تولیدکننده فناوری‌های زیست‌محیطی در این سال می‌شود. از آنجا که کشور مالزی در سال‌های قبل تعداد قابل توجهی اختراعات ثبت‌شده در زمینه فناوری‌های زیست‌محیطی داشت این کشور نیز به صورت استثنا در فهرست کشورهای مورد مطالعه قرار گرفته است. فهرست کشورهای مورد مطالعه در پیوست انتهایی پژوهش آمده است.

متغیر وابسته در این پژوهش تعداد اختراعات ثبت‌شده در سال ۲۰۱۳ برای کشورهای مورد مطالعه است. معمولاً محل سکونت اولین مخترع به عنوان محل تولید اختراع ثبت می‌شود. منبع این داده‌ها سازمان مالکیت معنوی جهان^۶ است. البته کاربرد اختراعات ثبت‌شده به عنوان جانشین نوآوری دارای مشکلاتی نیز هست که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. ۱. تمام اختراعات ثبت‌شده دارای کیفیت یکسانی نیستند. ۲. تمام نوآوری‌ها ثبت نمی‌شوند زیرا برخی از آنها معیارهای لازم برای ثبت‌شدن را ندارند یا اینکه عاملان اقتصادی ترجیح می‌دهند آنها را پنهان نگه دارند یا به صورت‌های دیگر از آنها استفاده کنند. به رغم این موضوع، آمار اختراعات ثبت‌شده منبع منحصر به فردی جهت تحلیل روند تحولات فناوری است (Grilliches, 1984؛ Tebaldi & Elmslie, 2013).

1. Tax Credits
2. Direct Financing
3. Cost Sharing and Joint Ventures
4. Venture Capital
5. Angel Funding
6. World Intellectual Property Organization (WIPO)

بررسی‌های انجام گرفته نیز نشان می‌دهند بیشتر اختراعات ثبت می‌شوند. به عنوان مثال، در یک بررسی نشان داده شد که حدود ۸۲ درصد اختراعات قابل ثبت در صد شرکت داروسازی آمریکایی در فاصله سال‌های ۱۹۸۳-۱۹۸۱ ثبت شده بودند (Mansfield, 1986، به نقل از Qian, 2007).

برای کیفیت نهادی از داده‌های جمع‌آوری شده به وسیله شاخص‌های حکمرانی جهان (Kaufmann *et al.*, 2010) استفاده شده است. متغیرهای به کاررفته شامل حاکمیت قانون^۱، کارآمدی دولت^۲ و کیفیت مقررات^۳ در سال ۲۰۰۷ است. به علاوه، از یک متغیر میانگین کیفیت نهادی نیز که از میانگین این سه متغیر به دست می‌آید استفاده می‌شود. سه متغیر نهادی از صدها متغیر که ادراک افراد را در مورد نهادهای سیاسی کشورشان اندازه می‌گیرند ساخته می‌شوند. این سنج‌های ذهنی نهادی اطلاعات مهمی در مورد کارکرد نهادهای کشورها فراهم می‌کنند و می‌توانند به عنوان جانشینی برای نهادها به کار روند (Acemoglu, 2005). دامنه تغییرات تمام این متغیرها مابین ۲/۵- و ۲/۵ است و اعداد بالاتر نشان‌دهنده کیفیت بالاتر نهادی هستند. متغیر حاکمیت قانون نشان‌دهنده ادراک عاملان در اطمینان به متابعت از قوانین جامعه، به ویژه در زمینه‌های کیفیت اعمال قراردادهای، حقوق مالکیت، نیروی انتظامی، دادگاه‌ها و نیز احتمال جرم و خشونت است. کارآمدی دولت نشان‌دهنده ادراک کیفیت خدمات عمومی، کیفیت خدمات مدنی و میزان استقلال آن از فشارهای سیاسی، کیفیت سیاستگذاری و اعمال آن و معتبر بودن پابندی دولت به چنین سیاست‌هایی است. کیفیت مقررات نشان‌دهنده ادراک توانایی دولت در ارائه و اعمال سیاست‌ها و مقررات مناسب برای توسعه بخش خصوصی است. برای سنجش کیفیت تحصیلات از شاخص پیسا^۴ که متوسط نمرات خواندن، ریاضیات و علوم در سال ۲۰۱۲ را نشان می‌دهد استفاده می‌کنیم (برای کشور هندوستان نمرات مربوط به سال ۲۰۱۰ است). این شاخص به وسیله سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۵ در برنامه سنجش دانش‌آموزان در سطح بین‌الملل^۶ اندازه‌گیری می‌شود و عملکرد دانش‌آموزان ۱۵ ساله را در خواندن، ریاضیات و علوم اندازه‌گیری می‌کند. نمرات اندازه‌گیری شده دارای میانگین ۵۰۰ و انحراف معیار ۱۰۰ هستند. منبع این داده‌ها دانشگاه کورنل و دیگران (۲۰۱۴) است. این شاخص ابزار مناسبی را جهت مقایسه کیفیت نهاد آموزش در کشورهای مورد مطالعه فراهم می‌کند.

1. Rule of Law
2. Government Effectiveness
3. Regulatory Quality
4. Pisa
5. Organization for Economic Cooperation and Development
6. Programme for International Student Assessment (PISA)

متغیر هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در زمینه محیط زیست متوسط این هزینه‌ها در طی دوره سه ساله ۲۰۰۷-۲۰۰۵ است. واحد این متغیر میلیون دلار آمریکا^۱ و منبع داده‌ها نیز سایت آمار سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۲ است. متغیر متوسط تحصیلات میانگین سال‌های تحصیل زنان و مردان ۲۵ ساله و بالاتر را برای سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. از آنجا که تغییرات این متغیر در طی یک مدت کوتاه ناچیز است، می‌تواند جانشین مناسبی برای متوسط تحصیلات در سال ۲۰۱۳ باشد. به علاوه، این متغیر برآورد بر مبنای سال ۲۰۱۰ است. منبع این داده‌ها لوتز^۳ و همکاران (۲۰۱۴) است.

روش پژوهش

داده‌های نوآوری یا اختراعات به صورت داده‌های شمارشی^۴ هستند که در آن متغیر مورد نظر یک متغیر تصادفی دارای اعداد صحیح غیرمنفی است. اگر این داده‌ها به صورت متغیرهای پیوسته در نظر گرفته شده و از مدل رگرسیون خطی برای تحلیل استفاده شود در این صورت ممکن است منجر به برآوردهای ناکارا^۵، ناسازگار^۶ و اریب^۷ شود (Pradhan & Leung, 2006). برای تحلیل این‌گونه داده‌ها می‌توان از الگوهایی که ماهیت شمارشی آنها را در نظر می‌گیرند استفاده کرد. دو الگوی رایج در این زمینه رگرسیون پواسون^۸ و رگرسیون دوجمله‌ای منفی^۹ هستند. یکی از مشخصات مدل رگرسیون پواسن این است که در آن واریانس و میانگین مساوی هستند. اگر این خصوصیت برآورده نشود، در آن صورت برآوردهای ضرایب ناکارا خواهند بود. به علاوه، واریانس ضرایب کم برآورد شده و ارزش‌های Z بزرگ به دست خواهند آمد (Pradhan & Leung, 2006). اما برای بسیاری از متغیرهای شمارشی، مانند تعداد اختراعات، واریانس می‌تواند بیشتر از میانگین باشد. این پدیده که به بیش پراکندگی^{۱۰} معروف است باید مورد آزمون قرار گیرد و در صورت تایید باید از الگوی رگرسیون دوجمله‌ای منفی که مناسب‌تر است استفاده کرد. در این پژوهش نیز از این الگوی اخیر برای برآورد معادله ارائه شده استفاده خواهد شد. در الگوی رگرسیون دوجمله‌ای منفی میانگین به صورت معادله (۱) مشخص می‌شود.

1. PPP Dollars - Current Prices, US Dollar, Millions

2. Stats.oecd.org

3. Lutz

4. Count Data

5. Inefficient

6. Inconsistent

7. Biased

8. Poisson Regression

9. Negative Binomial Regression

10. Over-dispersion

$$\mu = \exp(X'\beta) \exp(\varepsilon) \quad (۱)$$

که در آن $\exp(\varepsilon)$ دارای توزیع گاما با میانگین یک و واریانس α است. X بردار متغیرهای تبیینی و β ضرایب مربوطه هستند. فرض می‌شود که خطای تصادفی ε با X همبستگی ندارد و می‌تواند نشانگر تاثیر متغیرهای مشاهده‌نشده یا منبع تغییرهای تصادفی باشد. توزیع احتمالی دوجمله‌ای منفی را می‌توان به صورت‌های مختلفی بیان کرد که یکی از آنها به صورت معادله (۲) است.

$$P(y|x) = \frac{\Gamma(y+\nu)}{y!\Gamma(\nu)} \left(\frac{\nu}{\nu+\mu}\right)^{\nu} \left(\frac{\mu}{\nu+\mu}\right)^y \quad (۲)$$

که در آن $\nu = \alpha^{-1}$ ، $E(y) = \mu$ و $\text{Var}(y) = E(y)(1 + \alpha E(y))$ است. نسبت به توزیع پواسون، توزیع احتمالی دوجمله‌ای منفی دارای یک پارامتر اضافی α است که به نام پارامتر پراکندگی شناخته می‌شود زیرا با افزایش آن واریانس شرطی متغیر وابسته y افزایش می‌یابد. اگر α از نظر آماری تفاوتی با صفر نداشته باشد، در این صورت مدل ساده‌تر پواسون مناسب‌تر است. مدل را می‌توان با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی برآورد کرد (Greene, 2008 a,b).

متغیر وابسته μ میانگین تعداد اختراعات ثبت‌شده در زمینه فناوری‌های زیست‌محیطی است. متغیرهای تبیینی شامل کیفیت تحصیلات (شاخص پیسا)، متوسط سال‌های تحصیل، متوسط کیفیت نهادی، حکومت قانون، کیفیت مقررات، کارایی دولت و هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در زمینه محیط زیست می‌شود. برای برآورد الگو از نرم‌افزار استاتا^{۱۲} استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای به کاررفته را نشان می‌دهد. جدول (۲) نتایج برآورد ضرایب رگرسیون دوجمله‌ای منفی تعداد اختراعات در فناوری‌های زیست‌محیطی را بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی نشان می‌دهد. متغیر میانگین کیفیت نهادی وقتی که به تنهایی وارد مدل شود در سطح ۰/۰۵ معنادار و علامت آن نیز مثبت است (مدل ۱). اما با افزودن سایر متغیرها دیگر معنادار نیست (مدل‌های ۴-۲). متغیر میانگین تحصیلات در هیچ یک از الگوها معنادار نیست. اما متغیر کیفیت تحصیلات در تمام الگوها در سطح ۰/۰۰۱ معنادار و علامت آن مثبت است و نشان می‌دهد که با

افزایش کیفیت تحصیلات تعداد اختراعات نیز افزایش می‌یابد. متغیر هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در زمینه محیط زیست نیز در سطح ۰/۰۰۱ معنادار و علامت آن مثبت است و نشان می‌دهد که با افزایش این هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه تعداد اختراعات نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای به کاررفته

متغیر	میانگین	انحراف معیار	تعداد مشاهده‌ها
تعداد اختراعات	۲۳۴/۰۸۶	۶۵۵/۶۶۴	۵۸
میانگین کیفیت نهادی	۰/۷۱۸	۱/۰۳۷	۵۵
حکومت قانون	۰/۶۶۸	۱/۰۵۱	۵۷
کارایی دولت	۰/۷۴۱	۱/۰۸۵	۵۵
کیفیت مقررات	۰/۷۵۵	۱/۰۰۰	۵۵
میانگین سال‌های تحصیل	۱۱/۱۶۲	۱/۹۶۳	۳۹
کیفیت تحصیلات	۴۹۰/۳۴۵	۴۴/۲۰۰	۴۵
هزینه پژوهش و توسعه	۱۴۷/۵۵۳	۱۹۶/۹۷۱	۳۰

جدول ۲: نتایج برآورد ضرایب رگرسیون دو جمله‌ای منفی تعداد اختراعات بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی

متغیرهای توضیحی	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
میانگین کیفیت نهادی	۰/۵۷۱ [°] (۰/۲۸۷)	۰/۵۱۵ (۰/۵۶۷)	۰/۱۰۸ (۰/۵۱۰)	-۰/۲۷۰ (۰/۲۶۴)
میانگین سال‌های تحصیل		-۰/۰۳۷ (۰/۲۰۵)	۰/۰۸۹ (۰/۵۱۰)	۰/۱۳۹ (۰/۱۸۷)
کیفیت تحصیلی			۰/۰۲۱ ^{***} (۰/۰۰۵)	۰/۰۳۵ ^{***} (۰/۰۰۹)
هزینه پژوهش و توسعه				۰/۰۰۶ ^{***} (۰/۰۰۱)
عدد ثابت	۴/۹۸۵ ^{***} (۰/۳۱۸)	۵/۷۹۶ ^{**} (۰/۹۵۳)	-۵/۹۰۹ ^{**} (۲/۱۰۷)	-۱۴/۷۳۹ ^{***} (۳/۳۳۶)
تعداد موارد	۵۵	۳۸	۳۵	۲۵

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند.

***P<۰.۰۰۱, **P<۰.۰۱, *P<۰.۰۵

متغیر میانگین کیفیت نهادی میانگین سه متغیر کیفیت نهادی است. هنگامی که هر کدام از این متغیرها را به طور جداگانه وارد الگو می‌کنیم تغییری در نتایج بالا ایجاد نمی‌شود. جدول (۳) برآوردهای الگوی نهایی را با استفاده از سه متغیر حکومت قانون، کارایی دولت و کیفیت مقررات نشان می‌دهد. هیچ کدام از متغیرهای کیفیت نهادی معنادار نیستند و برای سایر متغیرها نیز نتایج به دست آمده شبیه الگوی برآورد شده با میانگین کیفیت نهادی است. در تمام الگوها فرضیه $\alpha = 0$ در سطح ۰/۰۰۱ رد می‌شود. بنابراین، مدل پواسون برای تحلیل داده‌ها مناسب نبوده و مدل دوجمله‌ای منفی مناسب است.

جدول ۳: نتایج برآورد ضرایب رگرسیون دوجمله‌ای منفی تعداد اختراعات بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی

متغیرهای توضیحی	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
حکومت قانون	-۰/۲۶۸ (۰/۲۵۴)		
کارایی دولت		-۰/۱۴۶ (۰/۲۳۷)	
کیفیت مقررات			-۰/۴۲۳ (۰/۲۹۴)
میانگین سال‌های تحصیل	۰/۱۵۱ (۰/۱۸۵)	۰/۱۵۵ (۰/۱۸۸)	۰/۰۹۴ (۰/۱۸۹)
کیفیت تحصیلی	۰/۰۳۵*** (۰/۰۰۹)	۰/۰۳۳*** (۰/۰۰۹)	۰/۰۳۶*** (۰/۰۰۸)
هزینه پژوهش و توسعه	۰/۰۰۶*** (۰/۰۰۱)	۰/۰۰۶*** (۰/۰۰۱)	۰/۰۰۶*** (۰۰۱)
عدد ثابت	-۱۵/۸۱۸۹** (۳/۵۲۴)	-۱۴/۱۲۸*** (۳/۲۹۹)	-۱۴/۷۴۳*** (۳/۱۹۱)
تعداد موارد	۲۵	۲۵	۲۵

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند.

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

نتیجه گیری

در این پژوهش رابطه مابین کیفیت تحصیلات و کیفیت نهادی با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی را مورد بررسی قرار دادیم. داده‌های به کاررفته مربوط به ۵۸ کشور می‌شوند. برای سنجش نوآوری از تعداد اختراعات ثبت‌شده استفاده شد. تحلیل آماری با استفاده از رگرسیون دوجمله‌ای منفی انجام گرفت که فن آماری مناسب برای تحلیل داده‌های شمارشی است. نتیجه‌های به دست‌آمده نشان می‌دهد که متغیر کیفیت تحصیلات رابطه مثبت و معناداری با نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی دارد. این نتیجه با یافته‌های ورساکلیس (۲۰۰۶) در مورد نوآوری در کل فناوری‌ها که از شاخص کیفیت تحصیلی دیگری استفاده کرده بود مطابقت دارد و اهمیت کیفیت آموزش را در نوآوری نشان می‌دهد.

برخلاف یافته‌های دیگران (Varsakelis, 2006؛ Tebaldi & Elmslie, 2013) در مورد کل فناوری‌ها، رابطه معناداری مابین کیفیت نهادی و فناوری‌های زیست‌محیطی مشاهده نشد. این نتیجه ممکن است به نوع فناوری مورد مطالعه، یعنی فناوری‌های زیست‌محیطی مربوط شود. مهم‌ترین تاثیر کیفیت نهادها بر نوآوری مربوط به ایجاد انگیزه است. با بهبود کیفیت نهادها حقوق مالکیت معنوی بهتر مورد حمایت قرار گرفته و در نتیجه انگیزه برای کسب سود از طریق نوآوری افزایش می‌یابد. اما در مورد فناوری‌های زیست‌محیطی، ممکن است چنین نباشد و بازار نتواند انگیزه لازم را جهت نوآوری فراهم کند. سیاست‌های دولت برای توسعه فناوری‌های زیست‌محیطی می‌تواند راه‌حلی برای شکست بازار در این زمینه باشد. از مهم‌ترین این سیاست‌ها می‌توان به هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه در زمینه محیط زیست اشاره کرد. نتیجه‌های به دست‌آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و معناداری مابین هزینه‌های دولت در پژوهش و توسعه و نوآوری در فناوری‌های زیست‌محیطی وجود دارد به گونه‌ای که افزایش این هزینه‌ها باعث افزایش نوآوری‌های زیست‌محیطی می‌شود. این نتیجه با یافته‌های پژوهشگران دیگر در مورد کل نوآوری‌ها (Furman *et al.*, 2002; Furman & Hayes, 2004; Hu & Matthews, 2005) و نوآوری‌ها در انرژی‌های تجدیدپذیر (Johnstone *et al.*, 2008) مطابقت دارد. بنابراین، از جنبه سیاست‌گذاری، دولت می‌تواند بهبود کیفیت آموزش و سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه در فناوری‌های زیست‌محیطی را برای حل چالش‌های زیست‌محیطی در کشور مورد توجه قرار دهد.

پیوست: فهرست کشورهای نمونه

استرالیا، اتریش، آذربایجان، باهاماس، بلاروس، بلژیک، برزیل، بلغارستان، کانادا، شیلی، چین، کرواسی، جمهوری چک، دانمارک، مصر، استونیا، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، هنگ کنگ (چین)، مجارستان، هندوستان، ایرلند، اسرائیل، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، موناکو، مغرب، مالزی، مکزیک، هلند، نیوزیلند، نروژ، لهستان، پرتغال، رومانی، روسیه، سن مارینو، عربستان سعودی، سنگاپور، جمهوری چک، اسلونی، آفریقای جنوبی، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه، اوکراین، امارات متحده عربی، انگلستان، آمریکا.

منابع

الف) انگلیسی:

- Acemoglu, D. & Johnson, S. (2005). Unbundling Institutions. *Journal of Political Economy*, 113, pp. 949-995.
- Chen, Q. (2008). The Effect of Patent Laws on Innovation Rates: Evidence from Cross-country Panels. *Journal of Comparative Economics*, 36, pp. 694-704.
- Clean Air Strategic Alliance (2016). Can be Accessed from <http://dwb.url.edu/teacher/nsf/c09/c09links/www.casahome.org/policy.htm>. Retrieved 04/2015/02/.
- Cornell University, INSEAD, and WIPO (2014). *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation*. Second Printing. Fontainebleau, Ithaca, and Geneva.
- del Rio Gonzalez, P. (2009). The Empirical Analysis of the Determinants for Environmental Technological Change: A Research Agenda. *Ecological Economics*, 68, pp. 861-878.
- Freeman, C. (1982). *Technological Infrastructure and International Competitiveness*. Draft Paper Submitted to the OECD ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness, August.
- Freeman, C. & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter.
- Furman J.L. & Hayes R. (2004). Catching Up or Standing Still? National Innovative Productivity among 'Follower' Nations, 1978-1999-. *Research Policy*, 33, pp. 1329-1354.
- Furman, J.L.; Porter, M.E. & Stern, S. (2002). The Determinants of National Innovative Capacity. *Research Policy*, 31, pp. 899-933.
- Greene, W. (2008a). Functional Forms for the Negative Binomial Model for Count Data. *Economics Letters*, 99, pp. 585-590.
- Greene, W. (2008b). *Econometric Analysis*. Sixth Edition. New Jersey, Pearson Education, Prentice Hall.
- Grilliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Journal of Economic Literature* XXVIII, pp. 1646-1661.
- Hu, M.C. & Mathews, J.A. (2005). National Innovative Capacity in East Asia. *Research*

- Policy*, 34, pp.1322-1349.
- Johnson, D. K. N. & Lybecker, K.M. (2012). Paying for the Green: An Economics Literature Review on the Constraints to Financing Environmental Innovation. *Electronic Green Journal*, 1(33), pp. 1-10.
- Johnstone, N.; Hascic, I. & Popp, D. (2008). Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts. *Environmental and Resource Economics*, 45, pp. 133-155.
- Kaufmann, D. Kraay, A. & Mastruzzi, M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: A Summary of Methodology, Data and Analytical Issues. World Bank Policy Research Working Paper No. 5430.
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1682130
- Lundvall, B. A., Johnson, B.; Anderson, E. S. & Dalum, B. (2002). National Systems of Production, Innovation, and Competence Building. *Research Policy*, 31, pp. 213-231.
- Lutz, W.; Butz, W. P. & KC, S. (Eds.) 2014. *World Population and Human Capital in the Twenty-First Century*. Oxford University Press.
- Manfield, E. (1986). Patents and Innovation: An Empirical Study. The Institute of Management Sciences.
- Muaro, P. (1995). Corruption and Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 110, pp. 681-712.
- Patel, P. & Pavitt, K. (1994). National Innovation Systems: Why they are Important, and How They Might be Measured and Compared. *Economic Innovation & New Technology*, 3, pp. 77-95.
- Pradhan, N.C. & Leung, P.S. (2006). A Poisson and Negative Binomial Regression Model of Sea Turtle Interactions in Hawaii's Longline Fishery. *Fisheries Research*, 78, pp. 309-322.
- Qian, Y. (2007). Do National Patent Laws Stimulate Domestic Innovation in Global Patenting Environment? A Cross-country Analysis of Pharmaceutical Patent Protection, 1978-2002-. *The Review of Economics and Statistics*, 89(3), pp. 436-453.
- Sutter, J. D.; Berlinger, J. & Ellis, K. (2015). Obama: Climate Agreement 'Best Chance we Have' to Save the Planet. CNN. Cable News Network, Turner Broadcasting System, Inc. 14 December 2015. Retrieved 04/2015/02/.
- Tebaldi, E. & Elmslie, B. (2013). Does Institutional Quality Impact Innovation? Evidence from Cross-country Patent Grant Data. *Applied Economics*, 45(7).
- Varsakelis, N. C. (2006). Education, Political Institutions and Innovative Activity: A Cross-country Empirical Investigation. *Research Policy*, 35, pp. 1083-1090.
- Watkins, A.; Papaioannou, T.; Mugwagwa, J. & Kale, D. (2015). National Innovation Systems and the Intermediary Role of Industry Associations in Building Institutional Capacities for Innovation in Developing Countries: A Critical Review of the Literature. *Research Policy* 44, pp. 1407-1418.