علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره۴، بهار۱۳۹۶

بررسی و تحلیل پتنت‌های شیمی سبز به عنوان شاخص تحقیق و توسعه ی زیست محیطی

مریم قائمی [1]*

mghaemi@inio.ac.ir

ابوالقاسم تقوایی یزدلی [2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۰ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۰۹/۰۱**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به رشد بسیار زیاد تعداد پتنت‌ها در سراسر جهان، و افزایش استفاده از داده‌های پتنت در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و زیست محیطی، هدف این مقاله این است که با استفاده از داده‌های پتنت، فعالیت‌های ثبت اختراع شیمی سبز را تجزیه و تحلیل کند تا به درک الگوهای تحقیق و توسعه‌ی زیست محیطی و توسعه پایدار کمک کند.

روش بررسی: در این تحقیق برای بررسی و تحلیل اختراعات فناوری شیمی سبز،پس از استخراج عبارت جستجوی مناسب، جستجو توسط "کلید واژه" در چکیده، عنوان و ادعا(های) پتنت‌ها انجام شده است. برای این منظور، اختراعات مربوط به فناوری شیمی سبز که در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ در کشورها یا سازمان‌های مختلف به ثبت رسیده‌اند، با استفاده از پایگاه اطلاعات QPAT مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: ثبت اختراعات در حوزه‌ی شیمی سبز عمدتاً ناشی از فعالیت شرکت‌ها و کارخانجات بوده است. در مجموع، بخش شیمی و الکترونیک بیشترین پتنت‌ها را در اختیار دارند. ژاپن با داشتن ۳۲٪ تمام اختراعات شیمی سبز بزرگترین منطقه مخترع است. چین با ۲۹ درصد دومین منطقه، و به دنبال آن ایالات متحده (۲۴ درصد)، اروپا (۱۴ درصد) و سایر کشورهای جهان (۱٪) قرار دارند.

بحث و نتیجه‌گیری: مشوق‌های اقتصادی، فشارهای قانونی و نظارتی و اجتناب از اتهامات از سوی دولت‌ها، شهروندان و سازمان‌های زیست محیطی و ... عوامل مهمی در حرکت به سمت نوآوری فناوری‌های پاکتر و کاربردهای فناورانه‌ی مطلوب‌تر هستند. استفاده از فناوری‌های شیمی سبز یک استراتژی کسب و کار هوشمند است که می‌تواند هم مزایای زیست محیطی و هم اقتصادی را فراهم کند و همچنین باعث نفوذ بیشتر فناوری شود. نتایج حاصل از این تحقیق اطلاعات مفیدی برای توسعه راهبردها و سیاست‌های تحقیق و توسعه و مدیریت و برنامه‌ریزی مسائل زیست محیطی ارائه می‌دهد. همچنین می‌تواند برای ایجاد استراتژی فناوری در شرکت‌های خصوصی و برای ساخت سیاست در سطح عمومی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پتنت، شیمی سبز، محیط زیست، تحقیق و توسعه.

۱*- (مسوول مکاتبات): عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، پژوهشکده علوم دریایی، گروه علوم زیستی دریا، تهران، ایران.

۲- کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.4, Spring 2017

Analysis of green chemistry patents as indicators of environmental research and development

Maryam Ghaemi [1]*
mghaemi@inio.ac.ir
Abolghasem Taghvaie Yazdli [2]

Abstract

Background and Objective: Considering the enormous growth in the number of patents worldwide, and the increasing use of patent data in economic and environmental analysis, the aim of this paper is to analyze patent activity in green chemistry with the use of patent data in order to help the understanding of the patterns of environmental research and development and sustainable development.

Method: In this study to analyze green chemistry technology invention, after extracting the appropriate search term, search by "keyword" in the abstract, title, and claim (s) of patent was done. To this end, those inventions related to green chemistry technology which have been registered within the 1993 to 2013 in different countries or organizations were evaluated using QPAT patent database.

Findings: Patents in the field of green chemistry are mainly originated from activities of factories and companies. In general, chemical and electronic sectors hold the most patents. Japan is the largest inventor region with 32% of all green chemistry patents. China is the second largest region, holding 29% of patents, followed by the United States (24%), Europe (14 %) and the rest of the world (1%).

Conclusion: The economic incentives, legal and regulatory pressures and avoidance from charges by governments, citizens and environmental organizations were the major factors to move towards innovation in cleaner technologies and more favorable technological applications. The use of green chemistry technologies has proven to be an intelligent business strategy that can provide both environmental and economic benefits and can induce further technology diffusion. The results of this study provide helpful information for developing R&D strategies, policies, planning and management of environmental issues. The obtained results can be used to build a technology strategy in a private company and to make policy at a public level.

Keywords: Patent, Green Chemistry, Environment, Research and Development.

1- Faculty Member, Department of Marine Sciences, Iranian National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Tehran, Iran.* *(Corresponding Author)*
2-MSc in Technology Management, Faculty of Advanced Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran.

مقدمه

امروزه ترکیبات شیمیایی از جمله داروها، کودهای شیمیایی، رنگ‌های به کار رفته در پوشاک و...، باعث بهبود بسیاری از جنبه‌های زندگی انسان شده‌اند. اما متاسفانه در بعضی موارد این ترکیبات منجر به عواقب نامطلوبی برای سلامت و محیط زیست می‌شوند. ترکیبات شیمیایی وارد شده به اتمسفر، آب‌ها و زمین می‌توانند برای اکوسیستم و سلامتی انسان خطرناک باشند.شیمی سبز یک زمینه در حال رشد تحقیقات است که با ترکیب عناصر حیاتی بهبود محیط زیست، رقابت اقتصادی، و مسئولیت اجتماعی به بسیاری از این نگرانی‌ها خاتمه می‌دهد. سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) شیمی سبز را طراحی، تولید و استفاده از محصولات و فرآیندهای شیمیایی موثر، ایمن و دوستدار محیط زیست تعریف می‌کند(۲).

Anastasو Warnerنیز ۱۲ اصل اساسی برای شیمی سبز عنوان کرده اند(۳). فناوری‌های شیمی سبز علاوه بر شیمی در زمینه‌های مختلف، نظیر علم کشاورزی، بیوتکنولوژی و علوم زیستی، اقتصاد، مهندسی، و سیاست‌های عمومی تاثیر گذار هستند(۱).

امروزه به دلیل فراگیری آلودگی‌ها و پراکندگی در مقیاس جهانی، شیمی سبز به موضوعی بین‌المللی تبدیل گردیده است. افزایش روزافزون بهای مواد پتروشیمی، ایجاد نکردن آلودگی، زیست سازگاری، هزینه‌های کمتر، و رقابت‌پذیری بیشتر در اقتصاد جهانی و... همگی عواملی هستند که باعث شده است تا کشورهای توسعه‌یافته به دنبال استفاده از شیمی سبز باشند. با توجه به رشد بسیار زیاد تعداد پتنت‌ها در سراسر جهان، و افزایش استفاده از داده‌های پتنت در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و زیست محیطی، هدف این مقاله این است که با استفاده از داده‌های پتنت روند فعالیت‌های ثبت اختراع شیمی سبز را بررسی کند تا به درک الگوهای R&D زیست محیطی و توسعه پایدار کمک کند. اندازه‌گیری نوآوری‌های شیمی سبز به دلایل مختلف از جمله: ۱) ارزیابی پیشرفت در حوزه‌های مختلف شیمی سبز، ۲) شناسایی تغییرات در رویکردهای نوآوری زیست محیطی (به عنوان مثال تغییر از درمان به سمت اقدامات پیشگیرانه)، ۳) ارزیابی اینکه کدام کشورها در این زمینه پیشرواند و کدام عقب مانده‌اند، ۴) تجزیه و تحلیل محرک‌های مختلف نوآوری‌های زیست محیطی اهمیت دارد.

سنجش نوآوری‌های زیست محیطی

چندین شاخص برای ارزیابی نوآوری وجود دارد که عبارتند از هزینه‌های R&D، نیروهای علمی، انتشارات و پتنت‌ها. پتنت‌ها یکی از شاخص‌های مناسب نوآوری هستند(۴). مهمترین مزیت پتنت این است که برای عموم و به مدت طولانی در دسترس است و اطلاعات فناورانه را به تفصیل ارائه می‌دهد. این در دسترس بودن به مدت طولانی، پتنت را نسبت به دیگر شاخص‌های نوآوری منحصر به فرد می‌سازد. همچنین تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات پتنت به محققان امکان گردآوری داده‌های پراکنده را با صرف هزینه بسیار پایین (نسبت به اطلاعات حاصل از بررسی‌های مجمل) می‌دهد. به علاوه داده‌های پتنت نسبت به بسیاری از شاخص‌های دیگر نوآوری اولویت دارد زیرا خروجی‌های نوآوری را نشان می‌دهد. شاخص‌های معمول دیگر مانند هزینه‌های R&D (سرمایه‌گذاری) و تعداد نیروهای علمی بر روی ورودی‌ها تمرکز می‌کنند. اطلاعات پتنت برای همه فناوری‌ها در دسترس است در صورتی‌که هزینه‌های R&D معمولاً مشخص نیست، مخصوصاً اینکه بخش خصوصی تمایل به گزارش دادن میزان هزینه‌های R&D ندارد. طبقه‌بندی پتنت‌ها به بخش‌های فنی، شاخص‌های نوآوری ویژه‌ای را خلق کرده است (۵). از شمارش پتنت می‌توان به عنوان شاخصی از میزان فعالیت‌های نوآورانه در فناوری‌های محیطی استفاده کرد (۸-۵). از پتنت‌های محیطی می‌توان برای بررسی میزان فعالیت‌های تحقیقاتی و اختراعات صورت گرفته و همچنین وضعیت و سمت و سوی تحقیقات در یک زمینه خاص فناوری بهره برد. فعالیت‌های پتنت‌های شیمی سبز، می‌تواند برای شناسایی میزانی که شیمی سبز در بخش‌های خاص و مناطق سراسر جهان توسعه یافته است مورد استفاده قرار گیرد. ما از اطلاعاتی که تعداد پتنت‌ها

در اختیار مان قرار می‌دهد برای ارزیابی این روندهای گسترده در نوآوری شیمی سبز استفاده می‌کنیم.

پیشینه پژوهش

منشا شیمی سبز را می توان در اواخر دهه ۱۹۸۰ ردیابی کرد، زمانی که دولت‌ها تمرکز سیاست‌های زیست محیطی خود را تغییر دادند. به عنوان مثال، در اواسط دهه ۱۹۸۰، آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) شروع به تغییر تمرکز خود از کنترل آلودگی به پیشگیری از آلودگی کرد (۹) و با تصویب قانون پیشگیری از آلودگی ۱۹۹۰ رسمیت یافت. در اروپا، بخشنامه یکپارچه کنترل و پیشگیری از آلودگی (IPPC) سال ۱۹۹۶ حرکت به سوی پیشگیری از آلودگی را آغاز کرد.

شناسایی پتنت‌هایی که در زمینه مسائل زیست محیطی بوده‌اند، در انواع پایگاه‌های اطلاعاتی همواره یک مساله چالش برانگیز در بین محققان این حوزه بوده است. در متون علمی دو متدولوژی برای بررسی پتنت‌های زیست محیطی گزارش شده است: جستجو در طبقه‌ی خاصی از سیستم طبقه‌بندی بین‌المللی اختراعات (IPC) و/ یا جستجوی کلید واژه‌های خاص. مشکلی که جستجو در IPC دارد این است که IPC طبقه خاصی که پتنت‌های زیست محیطی را در برگیرد ارائه نداده است.در سال ۱۹۹۶ Lanjouw و Mody از داده‌های پتنت برای مطالعه میزان نوآوری‌های زیست محیطی استفاده کردند. آنها همزمان از طبقه‌بندی IPC و کلید واژه برای جستجو بهره بردند. نویسنده‌گان ۹ زمینه زیست محیطی را تعریف کردند و کلاس IPC مربوطه برای هر زمینه را تعیین کردند. سپس کلید واژه‌های مرتبط جستجو شد و کلاس IPC متناظر پتنت‌های حاصل برای آنالیز در نظر گرفته شد (۸).در سال ۲۰۰۳ Marinova و McAleer قدرت فناوری زیست محیطی کشورها را بر اساس داده‌های پتنت‌های اکولوژی (eco-patent) مورد بررسی قرار دادند (۱۰). آنها پتنت‌هایی را در این زمینه مرتبط دانستند که در چکیده یا متن آن کلید واژه 'ecology', 'ecological', 'ecologically' یا هر کلمه‌ای که با '-eco' و ''environmentally' آغاز می‌شد، به کا رفته بود. این متدلوژی بسیار محدود شده بود، زیرا این کلید واژه‌ها فقط در پتنت‌هایی که هدف اصلی آنها مسائل اکولوژیک باشد دیده می‌شود. همچنین پتنت‌های زیادی که مستقیماً محیط زیست را مورد توجه قرار داده‌اند، اختراع را با ترم‌های فنی دقیق شرح داده‌اند، بدون اینکه از این واژه‌های عام استفاده کنند. برای بررسی دقیق باید کلید واژه‌ها بسیار محتاطانه انتخاب می‌شد.

اما بسیاری از مطالعات بر روی زمینه‌های تکنولوژیکی خاص تمرکز کرده‌اند. Johnstone در سال ۲۰۰۵ پتنت‌هایی که در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر بود را با جستجوی کلیدواژه‌های مرتبط در حوزه‌های انرژی خورشیدی، آب و باد مطالعه کرد (۱۱). Nameroff و همکاران در سال ۲۰۰۴ پتنت‌های شیمی سبز را با جستجوی کلید واژه در چکیده و عنوان و نیز طبقه‌بندی IPC بررسی کردند. اما جستجوی آنها فقط محدود به اختراعات ثبت شده در دفتر ثبت اختراع ایالات متحده آمریکا بود و مقایسه‌ای بین کشورهای مختلف صورت نگرفته بود (۶).در سال ۲۰۰۶ OECD پتنت‌های فناوری‌های زیست محیطی را فقط در چند حوزه از طریق پایگاه اطلاعاتی EPO و با استفاده از جستجوی کلید واژه و کلاس‌های IPC شناسایی کرد (۱۲).OECD در سال ۲۰۱۱ از طریق IPC و با استفاده از پایگاه اطلاعاتی PATSTAT مقایسه بین‌المللی در این زمینه انجام داد (۵). اما این گزارش هم همه شاخص‌های شیمی سبز را در برنمی‌گرفت. به دلیل ویژگی سیستم IPC بررسی همه پتنت‌های شیمی سبز غیر ممکن بود. به همین دلیل تعدادی از حوزه‌های مهم شیمی سبز مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه پتنت‌های فناوری‌های مشخصی با اطمینان توسط کلاس‌های IPC در بازه زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۷ انتخاب شد و بررسی گردیدند.

در این مقاله قصد ما بر این است که با استفاده از بررسی‌ها و مطالعاتی که بر روی مقالات و پتنت‌های زیست محیطی داشته‌ایم، عبارت جستجوی مناسبی استخراج کنیم و با استفاده از پایگاه اطلاعاتی QPAT پتنت‌های شیمی سبز را برای تجزیه و تحلیل روند تحقیق و توسعه ی زیست محیطی مورد

بررسی قرار دهیم. این روش بسیاری از فناوری‌های شیمی سبز را در برمی‌گیرد. در نهایت، راهکارها و محرک‌های ممکن برای نوآوری‌های زیست محیطی را ارائه می‌کنیم.

روش بررسی

در این مقاله با استفاده از پایگاه اطلاعات پتنت QPAT به تجزیه و تحلیل اختراعات ثبت شده در زمینه‌ی فناوری شیمی سبز به منظور بررسی روند نوآوری و R&D در شیمی سبز پرداخته شده است. پایگاه اطلاعات QPAT وابسته به گروه مالکیت فکری Questel است و اطلاعات مربوط به اختراعات ثبت شده در بیش از ۹۰ دفتر ثبت اختراع دنیا در آن موجود است.در اینجا برای بررسی تعداد اختراعات فناوری شیمی سبز، جستجو توسط "کلید واژه" در چکیده، عنوان و ادعاها انجام شده است. برای این منظور، اختراعات مربوط به فناوری شیمی سبز که در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ در کشورها یا سازمان‌های مختلف به ثبت رسیده‌اند، با استفاده از پایگاه اطلاعات QPAT مورد بررسی قرار گرفتند. جهت انجام جستجو، از عبارت جستجوی زیر استفاده نمودیم.

(sono?chem+) or (ultraso+ w reac+) or (ultraso+ w synth+) or (microwave w reac+) or (microwave w synth+) or micro?reactor+ or micro?channel reactor+ or (reuse+ w material+) or (recycl+ w material+) or (renew+ w material+) or (reuse+ w energy+) or (renew+ w energy+) or (recycl+ w energy+) or bio?mass or super?critical+ or (bio+ w catal+) or photochem+ or photocatal+ or (ionic w liquid+) or (molten w salt+) or (humic w substance+) or (i?olat+ w enzyme+) or (telescop+ w reac+) or (one?pot w synth+) or (cellulos+ w ethanol) or (bio?chem+ w fuel+) or solvent?less+ or solvent?free or bio?polymer+ or bio?degradable+ or green plastic+

بر اساس عبارت جستجوی ذکر شده در بازه زمانی۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ در مجموع تعداد ۱۲۰۹۸۱ اختراع به ثبت رسیده‌اند.

یافته‌ها

۱-تحلیل مالکان اختراع

مالک اختراع می‌تواند یک شخصیت حقیقی یا حقوقی مثلاً شرکت، دانشگاه یا مرکز تحقیقاتی باشد. جدول ۱ توزیع پتنت‌های شیمی سبز را میان شرکت‌ها و نهادهای مختلف نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۱، پتنت‌ها در بخش‌های مختلف پراکنده شده است. اغلب پتنت‌ها از بخش خصوصی سرچشمه گرفته است. ثبت اختراعات در حوزه‌ی شیمی سبز عمدتاً ناشی از فعالیت شرکت‌ها و کارخانجات بوده است. شرکت ژاپنی TOTO بزرگترین تولید کننده محصولات لوله کشی در جهان، بیشترین تعداد پتنت را در اختیار دارد. شرکت TOTO قبل از اعمال فشارهای دولتی، صرفه جویی در مصرف آب و انرژی را انجام داد. در مجموع، بخش شیمی و الکترونیک بیشترین پتنت‌ها را در اختیار دارند. شرکت‌های شیمیایی مانند BASF، DU PONT DE NEMOURS و شرکت‌های بزرگ صنایع الکترونیک مثل پاناسونیک، توشیبا و هیتاچی، شرکت‌های فعال در زمینه R&D شیمی سبز هستند. شرکت FUJIFILM نیز که در بخش اپتیک فعالیت می‌کند در این زمینه بسیار پرکار بوده است. از بین دانشگاه‌ها نیز، دانشگاه KUBANSK با ۷۴۵ پتنت در مقام چهارم قرار دارد. نتایج نشان می‌دهد که توسعه فناوری شیمی سبز صرفاً در بخش‌های صنعتی که به فناوری‌های شیمیایی وابسته هستند، متمرکز نشده است. بالاتر بودن فعالیت پتنت شیمی سبز در بخش‌های شیمی و الکترونیک نشان می‌دهد که این بخش‌ها به میزان بیشتری به تحقیق و توسعه‌ی زیست محیطی پرداخته‌اند و این امر برای سود دهی شرکت جدایی‌ناپذیر است. همچنین تأثیرات رقابتی استراتژی‌های محیطی مختلف در شرکت‌ها متفاوت است و می‌تواند الگوهای پتنت در بخش‌های مختلف را تحت تأثیر قرار دهد. Florida یک ارتباط قوی بین میزان R&D و طراحی سبز دریافت، که نشان می‌دهد نوآوری‌های زیست محیطی به طور کلی با تلاش‌های خلاقانه و فعالیت‌های R&D همراه هستند (۱۳). توجه به شیمی سبز در دانشگاه‌ها نشان-دهنده توجه فزاینده به توسعه پایدار در استراتژی‌های پژوهشی

بسیاری از کشورهای توسعه یافته می‌باشد و اهمیت این بخش-ها را به عنوان منابع نوآوری در یک حوزه پژوهشی در حال ظهور نشان می دهد. البته باید به این مساله توجه کرد که توسعه پایدار در حال حاضر توسط دولت‌ها، صنایع و عموم مردم به عنوان یک هدف لازم برای رسیدن به اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی پذیرفته شده است. در این میان، شیمی سبز نقش مهمی در حفظ و بهبود کیفیت زندگی، رقابت در صنایع شیمیایی و محیط طبیعی دارد. از برخی جهات افکار عمومی منفی نسبت به صنعت شیمیایی، با موفقیت های اقتصادی فوق العاده‌ی این صنعت در تضاد است. این صنعت یکی از موفق ترین و متنوع ترین بخش های صنایع تولیدی در بسیاری از مناطق دنیاست. خطری که وجود دارد این است که اگر این موفقیت‌های اقتصادی با رعایت مسائل زیست محیطی همراه نباشد، آنگاه در بهترین حالت در بین افکار عمومی به عنوان شر در نظر گرفته می‌شود.

بررسی تعداد کل اختراعات فناوری شیمی سبز در سال‌های مختلف

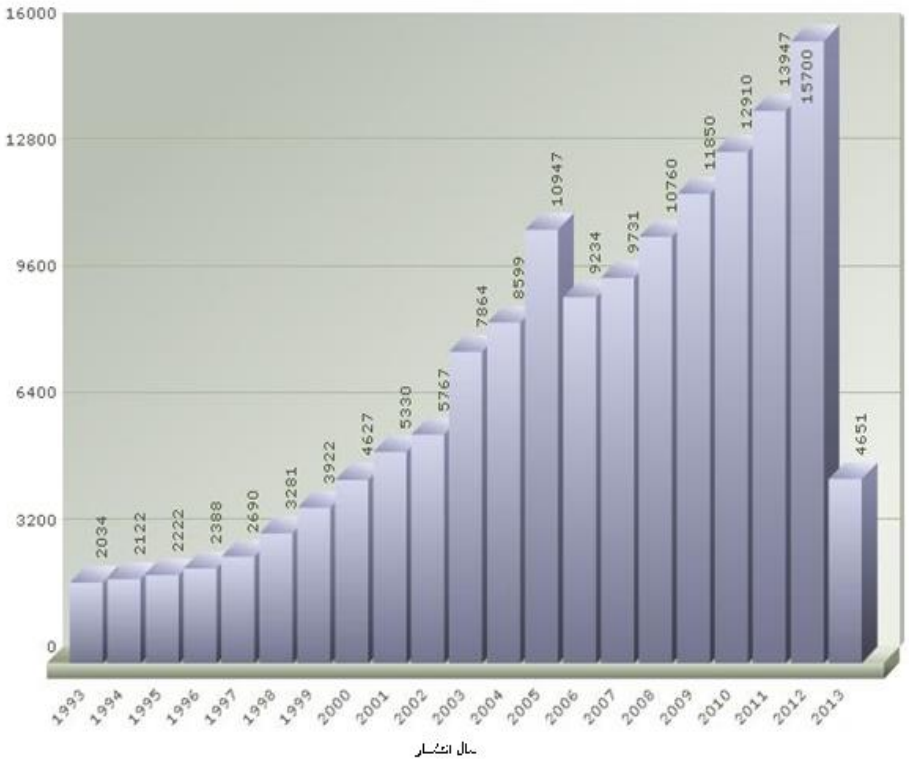
شکل ۱ تغییرات سالانه اختراعات فناوری شیمی سبز را در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ که در دفاتر ثبتی مختلف دنیا به ثبت رسیده‌اند نشان می‌دهد. رشد صعودی اختراعات از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۲ کاملا نمایان است که نشان‌دهنده توجه روز افزون جهانی به این فناوری مهم است. در سال ۲۰۱۳ نیز تا زمان انجام این تحقیق (یعنی چهار ماه پس از آغاز این سال) بالغ بر ۴۶۵۱ اختراع به ثبت رسیده است.

جدول ۱- رتبه‌بندی ۳۰ شرکت و نهاد برتر از نظر تعداد کل پتنت‌های شیمی سبز بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳

Table 1-Ranking of the Top 30 Companies and Institutions in Terms of Total Number of Green Chemistry Patents between1993 to 2013

رتبه	مالک اختراع	بخش	تعداد کل پتنت‌ها
۱	TOTO	ساخت و تولید	۸۱۰
۲	PANASONIC	الکتریکی	۷۶۴
۳	FUJIFILM	اپتیک	۷۴۸
۴	KUBANSK UNIVERSITY	دانشگاهی	۷۴۵
۵	TOSHIBA	الکتریکی	۷۰۹
۶	KVASENKOV OLEG IVANOVICH- RUSSIAN FOOD INSTITUTE	غذا	۶۷۳
۷	VSE ROSSIJSKIJ NAUCHNO- ISSLEDOVATEL SKIJ INSTITUT KONSERVENOJ I OVOSHCHE	سلامت	۶۰۱
۸	BASF	شیمی	۵۸۲
۹	US DEPARTMENT OF ENERGY	انرژی	۵۶۲
۱۰	DAI NIPPON PRINTING	عملیات اجرایی(چاپ)	۵۴۲
۱۱	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	الکتریکی و هوافضا	۵۲۳
۱۲	HITACHI	الکتریکی	۵۰۰
۱۳	ZHEJIANG UNIVERSITY	دانشگاهی	۴۵۷
۱۴	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY	فعال در بخش‌های گوناگون	۴۳۵
۱۵	DU PONT DE NEMOURS	شیمی	۴۳۴

۱۶	RATNOJ PROMY I SP NOJ PISHCHEV	دارو	۴۳۲
۱۷	NII PISHCHEKONTSENT	غذا و دارو	۴۲۵
۱۸	GENERAL ELECTRIC	الکتریکی	۴۱۳
۱۹	NANJING UNIVERSITY	دانشگاهی	۴۰۵
۲۰	SUMITOMO CHEMICAL	شیمی	۳۵۲
۲۱	DAIKIN INDUSTRIES	شیمی	۳۱۳
۲۲	TOYOTA MOTOR	خودروسازی	۳۱۱
۲۳	3M	انرژی و دارو و الکتریکی	۳۱۰
۲۴	SHARP	الکتریکی	۲۹۸
۲۵	MITSUBISHI ELECTRIC	الکتریکی	۲۸۸
۲۶	DEGUSSA	شیمی	۲۸۷
۲۷	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	دانشگاهی	۲۸۲
۲۸	SANYO ELECTRIC	الکتریکی	۲۸۲
۲۹	CANON	اپتیک	۲۷۶
۳۰	RICOH	عملیات اجرایی(چاپ)	۲۷۴

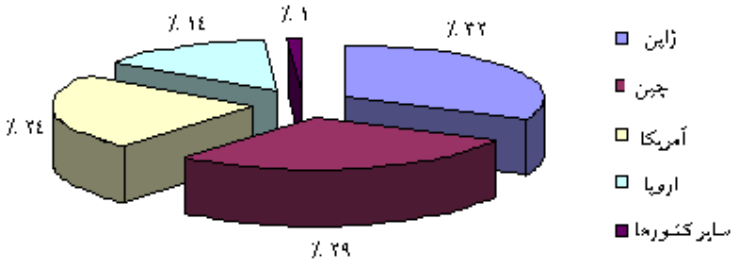


شکل ۱- روند سالیانه اختراعات فناوری شیمی سبز

Figure 1- Annual Trend of the Green Chemistry Technology Patents

۳-مقایسه بین‌المللی فعالیت‌های ثبت اختراع در زمینه‌ی فناوری شیمی سبز

پتنت‌ها منعکس کننده قدرت فناوری در بین ملت‌ها و مناطق هستند. شکل ۲، درصد اختراعات ثبت شده در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد. ژاپن با داشتن ۳۲٪ تمام اختراعات شیمی سبز بزرگترین منطقه مخترع است. چین با ۲۹ درصد دومین منطقه، و به دنبال آن ایالات متحده (۲۴ درصد)، اروپا (۱۴ درصد) و سایر کشورهای جهان (۱٪) قرار دارند.



شکل ۲- درصد اختراعات ثبت شده‌ی فناوری شیمی سبز در کشورهای مختلف

Figure 2-Percent of Green Chemistry Technology Patents in Different Countries

جدول ۲ توزیع اختراعات ثبت شده در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد. تعداد پتنت‌ها نشان می‌دهد که سازمان‌های مستقر در ژاپن، چین و ایالات متحده، دارای بیشترین پتنت شیمی سبز هستند. در واقع این کشورها پیش تازان فناوری شیمی سبز هستند. این نتیجه با توجه به میزان بیشتر سرمایه-گذاری R&D این کشورها در مقایسه با سایر مناطق تعجب‌آور نیست.

در طول زمان توجه نسبی به شیمی سبز در ژاپن، چین، آمریکا و اروپا افزایش یافته است، که نشان می‌دهد رشد فناوری شیمی سبز یک پدیده جهانی است. با این حال، الگوهای نوآوری در شیمی سبز در مناطق و کشورهای مختلف، متفاوت است. روند متفاوت نوآوری نشان می‌دهد که شرکت‌های فردی در هر منطقه ممکن است انگیزه‌های متفاوت برای دنبال کردن پتنت‌های فناوری شیمی سبز داشته باشند. تفاوت میان کشورها، نشان می‌دهد که هر کشور ممکن است مشوق‌های مختلفی برای توسعه‌ی پتنت‌های فناوری شیمی سبز داشته باشد.

جدول ۲- ۲۰ کشور برتر منتشر کننده‌ی پتنت در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳

Table 2-Top 20 Countries Publishing Patents in the Period 1993 to 2013

رتبه‌بندی	کشور منتشر کننده پتنت	تعداد پتنت
۱	ژاپن	۳۹۷۶۰
۲	چین	۳۶۵۷۷
۳	ایالات متحده آمریکا	۳۰۵۱۶
۴	اروپا	۱۸۰۳۱
۵	آلمان	۱۴۲۵۹
۶	روسیه	۱۰۶۸۶
۷	کره جنوبی	۹۶۰۵
۸	کانادا	۹۴۴۷
۹	استرالیا	۸۴۸۷
۱۰	اتریش	۴۹۱۲

۴۷۶۹	انگلیس	۱۱
۴۵۸۱	فرانسه	۱۲
۳۸۸۲	تایوان	۱۳
۳۸۷۳	اسپانیا	۱۴
۳۵۲۵	هند	۱۵
۳۲۳۶	برزیل	۱۶
۲۲۱۰	مکزیک	۱۷
۱۷۸۱	دانمارک	۱۸
۱۴۲۹	آفریقای جنوبی	۱۹
۱۳۷۷	نروژ	۲۰

۴-محرک‌های نوآوری‌های زیست محیطی

شیمی سبز آینده علوم و فناوری‌های صنعتی را به روش‌های مختلف بهبود می‌بخشد. علاوه بر چشمگیر بودن مزایای زیست محیطی شیمی سبز، اتخاذ شیمی سبز توسط صنایعی که از علوم پایه و مهندسی برای طراحی مجدد فرآیندهای شیمیایی و محصولات استفاده می‌کنند، هم عملکرد اقتصادی و هم عملکرد زیست محیطی را بهبود می‌بخشد.

سازمان‌ها انگیزه‌های گوناگونی برای دنبال کردن فناوری سبز دارند. پیشرفت فناوری‌های جدید، مزیت رقابتی، مقررات دولتی، فرهنگ سازمانی، توانایی‌های شرکت‌ها و فشار افکار عمومی، عواملی مهم هستند که می‌توانند یک شرکت را به نوآوری تحریک کنند (۲۳-۱۳). اگر شرکت‌هایی که به دنبال افزایش سود هستند، تشخیص دهند که این فناوری جدید مشکل از بین بردن زباله‌هایشان را در جهت منافع اقتصادی آنها حل می‌کند، به شیمی سبز روی می‌آورند.

داده‌های تجربی، فشارهای قانونی و نظارتی را به عنوان نیروهای خارجی مهم که پذیرش و نوآوری فناوری‌های پاک‌تر و سیستم-های مدیریت زیست محیطی را ترویج می‌دهند شناسایی کرده-اند که در نتیجه‌ی آن، کاهش هزینه‌ها و فرصت‌های بازار نیز قابل دستیابی خواهد بود (۱۳،۲۴،۲۵). علاوه بر این نیروهای خارجی گسترده، استراتژی R&D شرکت‌های فردی، فاکتورهای خاص صنعتی مثل منابع انسانی موجود و قابلیت-های فناوری، تعهد مدیریت، ساختار صنعت و عدم قطعیت در بازار نیز ذکر شده‌اند (۱۴،۲۰). به نظر می‌رسد، مشوق‌های اقتصادی و پرهیز از اتهامات توسط دولت‌ها، شهروندان و سازمان‌های زیست محیطی نیز در تحریک نوآوری توسط صنایع مهم باشد. نکته دیگر این است که فناوری های شیمی سبز چند رشته‌ای و مشوق همکاری‌های مشترک هستند.

به نظر می‌رسد روند منطقه‌ای پتنت‌های شیمی سبز، با تغییرات در نیروهای خارجی عمل کننده بر شرکت‌ها و پیشرفت سیاست‌های زیست محیطی در طول زمان در آمریکا، اروپا و ژاپن سازگار باشد. در آمریکا از سال ۱۹۷۰، بیش از ۲۰ قانون اصلی برای کاهش خطرات زیست محیطی و سلامتی به تصویب رسیده است (۲۶). آگاهی عمومی در مورد مسائل سلامت و محیط زیست در طول این دوره به طور قابل ملاحظه‌ای رشد یافته است. هزینه‌های زیست سازگاری نیز افزایش یافته است (۲۷). بسیاری از قوانین جهت تحت فشار قرار دادن صنایع برای اتخاذ فناوری‌هایی جهت کاستن زباله‌هایشان انتشار یافته‌اند. اطلاعات نشان می‌دهد که پتنت‌های شیمی سبز، توسط سازمان‌های مستقر در آمریکا افزایش زیادی داشته است. این افزایش، زمانی که در چند قانون زیست محیطی مهم ایالات متحده از جمله قانون هوای پاک در سال ۱۹۹۰، تجدید نظر شد رخ داد.

اغلب کشورهای غرب اروپا، استراتژی‌هایی را برای مقابله با مشکلات زیست محیطی از دهه ۱۹۷۰ دنبال کرده‌اند. سه

رویداد در اواسط دهه۱۹۸۰ یعنی کاهش جنگل‌های آلمان به خاطر باران اسیدی، انتشار گسترده مقدار آلودگی رادیو اکتیو از راکتور چرنوبیل، و نشت مواد شیمیایی، اروپا را به پیاده‌سازی چندین پروتکل فرامرزی مقابله با آلودگی هوا، مواد شیمیایی آلی پایدار و دفع زباله های خطرناک پیش برد (۲۸). مانند آمریکا، سیاست‌های زیست محیطی اروپا هم زمانی که سازمان-های مستقر در اروپا توجه خود را به پتنت شیمی سبز افزایش دادند شدیدتر شد. با این حال، نگرش عمومی نسبت به هزینه-های محیط زیستی در میان کشورهای عضو اتحادیه اروپا به طور گسترده‌ای متفاوت است (۲۹). روند پتنت شیمی سبز در مناطق اروپایی ممکن است منعکس کننده شرایط ملی آن دسته از کشورهایی باشد که اغلب پتنت‌ها را در فناوری‌هایی شیمیایی دارند. بخش عمده‌ای از پتنت‌های فناوری شیمیایی اروپا متعلق به شرکت‌های واقع در آلمان (۴۰/۲٪)، فرانسه (۱۵ ٪)، انگلیس (۱۴/۸٪)، سوئیس (۸/۵٪)، ایتالیا (۵/۹٪)، هلند (۳/۷٪)، بلژیک (۳/۴٪) می‌باشد و ۸/۴٪ باقیمانده به کشورهای دیگر اختصاص دارد.

در ژاپن، رشد سریع صنعتی و توسعه اقتصادی در جهت حفاظت از محیط زیست از اواخر دهه۱۹۸۰دنبال شد. به جای تصویب قوانین جدید گسترده، دولت روی مشکلات آلودگی‌های خاص و توسعه مکانیسم‌های نظارت و ارزیابی تمرکز کرد (۳۰) [۳۰]. قوانین زیست محیطی ژاپن در دهه ۱۹۹۰ بیشتر گسترش یافت. ارزیابی مجدد اهداف زیست محیطی و توسعه ژاپن، باعث ایجاد قانون اساسی محیط زیست ۱۹۹۳ گردید که سیاست‌ها و ابزارهای آن را برنامه ریزی کرد و نقش هر بخش از جامعه را تعریف نمود. امروزه، ابزارهای نظارتی به طور موثر و گسترده برای پیاده‌سازی سیاست‌های زیست محیطی ژاپن استفاده می‌شود و عموم مردم می‌توانند دسترسی آسان‌تر به اطلاعات مربوط به مقررات زیست محیطی داشته باشند (۳۱) [۳۱]. به نظر می‌رسد رشد مداوم فعالیت پتنت شیمی سبز ژاپن به طور گسترده مطابق با تقویت تدریجی قانون زیست محیطی ژاپن باشد.تشخیص تأثیر قوانین و مقررات زیست محیطی بر نوآوری می‌تواند مشکل باشد زیرا هزینه‌های برآورد برای اغلب بخش‌ها ۱ تا ۲٪ از درآمد است (۳۲). فقط مطالعات اندکی هستند که تلاش کرده‌اند پتنت‌های فناوری زیست محیطی و مقررات را ارتباط دهند.

Lanjouw و Mody دریافتند که روند پتنت‌ها، اثر مقررات داخلی و هزینه‌های کنترل آلودگی را نشان می‌دهد (۸). افزایش پتنت‌های ایالات متحده در مورد کاهش آلودگی و فناوری‌های بازسازی، افزایش در هزینه‌های زیست محیطی را یک تا دو سال به تعویق انداخت.

Cohen و Brunnermeier نیز یک افزایش کوچک در نوآوری‌های زیست محیطی (توسط پتنت‌های موفق) مشاهده کردند که با افزایش در هزینه‌های کاهش آلودگی (مطالعه انجام شده روی صنایع تولیدی آمریکا) همراه بود (۳۳).

Jaffe و Palmer نیز ارتباط بین شدت نظارت و فعالیت های نوآورانه توسط صنایع نظارتی در آمریکا را بررسی کردند. آنها دریافتند که افزایش در هزینه‌های پیروی از مقررات در داخل بخش‌های تولیدی، با افزایش در هزینه‌های R&D در مدت کوتاهی پس از آن همراه بود و به این نتیجه رسیدند که از نظر آماری، هزینه های پیروی از مقررات روی فعالیت‌های پتنت تأثیر معنی دار ندارد (۳۴).

POTER با مطالعه روی پتنت‌های فناوری زیست محیطی نشان داد که مقررات زیست محیطی، انواع خاصی از نوآوری را تحریک می‌کنند (۳۵).

مطالعه مقررات محیط زیستی و پتنت با هم نشان می‌دهد که نوآوری حاصل از مقررات زیست محیطی، می‌تواند به شرکت‌ها برای رفع محدودیت‌های جدید نظارتی با هزینه کمتر کمک کند. در نتیجه، این مطالعات با برخی از تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی که نشان می‌دهند مقررات می‌توانند نوآوری را به شیوه‌ای تحریک کنند که در نهایت سود را افزایش دهد، مطابقت دارند و به تحریک شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری‌های مناسب در حوزه‌های شیمی سبز نیاز دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

گسترش فناوری شیمی سبز یک پدیده جهانی است. اهداف شیمی سبز نه تنها تولید محصولات ایمن‌تر و کم‌خطرتر برای

محیط زیست و صرفه جویی در انرژی و آب است، بلکه شامل مسائل گسترده‌تری می‌شود که می‌تواند در ترویج توسعه پایدار موثر باشد.

در این مطالعه، روندها و توزیع فعالیت‌های پتنت شیمی سبز در دو سطح بخش و منطقه نشان داده شده است. بخش شیمی و الکترونیک، دارای بیشترین پتنت‌های شیمی سبز هستند، که نشان می‌دهد مسائل زیست محیطی برای سودآوری شرکت‌ها در این بخش‌ها جدایی‌ناپذیر است. با این حال، به نظر می‌رسد توجه به شیمی سبز توسط بخش‌های خصوصی نسبت به بخش‌های دیگر بیشتر است. براساس ارزیابی منطقه‌ای از فعالیت‌های پتنت شیمی سبز، سازمان‌های مستقر در ژاپن، چین و ایالات متحده، دارای بیشترین پتنت هستند. مطالعات بیشتر روی فعالیت‌های پتنت شیمی سبز در کشورهای دیگر می‌تواند درک قابلیت‌های منطقه‌ای در این حوزه‌ی فناوری را افزایش دهد.

تعداد اختراعات شیمی سبز از سال ۱۹۹۳ تاکنون رشد صعودی داشته است که نشان‌دهنده توجه روز افزون جهانی به این فناوری مهم است. روند فعالیت پتنت‌های شیمی سبز، با مطالعات تجربی دیگر مطابقت دارد. به‌طور کلی، تعداد کم پتنت‌های شیمی سبز در بخش‌های مختلف اثبات می‌کند که R&D در این بخش‌ها در جهت اهداف مرتبط با شیمی سبز نیست. به نظر می‌رسد که شیمی سبز یک حوزه خاص تمرکز در بخش‌هایی که بیشتر درگیر توسعه محصولات و فرآیندهای شیمیایی جدید هستند نباشد. این موضوع، پیامدهای مهمی برای جهت‌گیری بخش‌های صنعتی به سمت توسعه پایدار دارد. در مجموع سهم نسبتاً کم پتنت‌های شیمی سبز نسبت به پتنت‌های دیگر، نشان می‌دهد که بسیاری از بخش‌های صنعتی، حرکت سریعی به سمت استراتژی‌های ساخت و فرآیندهای مبتنی بر شیمی سبز ندارند. تلاش و تمرکز بیشتر بر شیمی سبز توسط این بخش‌های صنعتی برای فعال کردن شیوه‌های پایدار مورد نیاز است.

افزایش در تعداد پتنت‌های شیمی سبز در زمانی‌که اولاً قوانین زیست محیطی در حال تقویت بودند، دوماً آگاهی شرکت‌ها در مورد محیط زیست و توجه به برنامه‌های مدیریت کیفیت افزایش یافته بود، سوماً فشارهای عمومی بالا بود، به نقش مهم این مشوق‌ها در ترغیب این نوع از نوآوری‌های تکنولوژیک در سازمان‌های گوناگون اشاره دارد. البته نقش مشوق‌های اقتصادی و پرهیز از اتهامات توسط دولت‌ها، شهروندان و سازمان‌های زیست محیطی را نیز نباید از نظر دور داشت.

نتایج بررسی روندهای کنونی با تکیه بر پتنت‌ها، بیانگر آن است که شیمی سبز باید از جانب جوامع علمی و در سطحی بالاتر از جانب دولت‌ها، صنایع و دیگر بخش‌های جامعه مورد حمایت همه‌جانبه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

در پایان از پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1- Hjeresen, D. L., Kirchhoff, M. M., Lankey, R. L., 2002. Green Chemistry: Environment, Economics, and Competitiveness Corporate Environmental Strategy, 9.
2- http:www.oecd.org/dataoecd/16/25/29361016.pdf
3- Anastas, P. T., Warner, J. C., 1998. Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York, p. 30.
4- Johnstone, N., Haščič, I., 2009. Indicators of Innovation and Transfer in Environmentally Sound Technologies: Methodological Issues.
5- OECD, 2011. Sustainable Chemistry: Evidence on Innovation from Patent Data.
6- Nameroff, T. J., Garant, R. J., Albert, M. B., 2004. Adoption of Green Chemistry: An Analysis Based on Us Patents, Research Policy, Vol. 33, pp. 959-974.

7- Oltra, V., Kemp, R., de Vries, F., 2008. Patents as a Measure for Eco-Innovation, Report for MEI project.
8- Lanjouw, J. O., Mody, A., 1996. Innovation and the International Diffusion of Environmentally Responsive Technology, Research Policy, Vol. 25, pp. 549-571.
9- Linthorst, J. A., 2010. An Overview: Origins and Development of Green *Chemistry*, Found Chem.Vol. 1, pp. 55-68.
10- Marinova, D., McAleer, M., 2003. Environmental Technology Strengths: International Rankings based on US patent data.
11- Johnstone, N., 2005. Technological Innovation and Patent Activity: Initial Empirical Results and Project Progress, Environmental Policy, Report of Working Party on National Environmental Policy, Washington D.C.
12- OECD, 2006. Patent Database.
13- Florida, R., 1996. Lean and Green: The Move to Environmentally Conscious Manufacturing, California Management Review, Vol. 39, pp. 80-105.
14- Christmann, P., 2000. Effects of "Best Practices" of Environmental Management on Cost Advantage: The Role of Complementary Assets, Academy of Management Journal, Vol. 43, pp. 663-680.
15- Archibugi, D., Pianta, M., 1996. Measuring Technological Change through Patents and Innovation Surveys, Technovation, Vol. 16, pp. 451-468.
16- Paci, R., Sassu, A., Usai, S., 1997. International Patenting and National Technological Specialization, Technovation. Vol. 17, pp. 25-38.
17- Pavitt, K., 1985. Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problem, Scientometrics, Vol. 7, pp. 77-99.
18- Ashford, N. A., 1993. Understanding Technological Responses of Industrial Firms to Environmental Problems: Implications for Government Policy, In: Fischer, K., Schot, J. (Eds.), Environmental Strategies for Industry: International Perspectives on Research Needs and Policy Implications, Island Press, Washington, pp. 277-307.
19- Fenn, S. A., 1995. Green Heat: Pressures Being Experienced by the Business Sector to Improve Environmental Performance, Technology Review, Vol. 98, pp. 62-63.
20- Hart, S.L., 1995. A Natural-Resource-Based View of the Firm, Academy of Management Review, Vol. 20, pp. 986-1015.
21- Lave, L. B., Matthews, H. S., 1996. It's Easier to Say Green than be Green; Corporate Environmental Awareness, Technology Review, Vol. 8, pp. 70-71.
22- Tushman, M., Anderson, P., 1997. Technology Cycles, Innovation Streams, and Ambidextrous Organizations: Organization Renewal through Innovation Streams and Strategic Change In: Tushman, M., Anderson, P. (Eds.), Managing Strategic Innovation and Change. Oxford University Press, New York, pp. 3-23.
23- Vickers, I., Cordey-Hayes, M., 1999. Cleaner Production and Organizational Learning, Technology Analysis and

Strategic Management, Vol. 11, pp. 75-94.

24- Sharfman, M. P., Meo, M., Ellington, R. T., 2000. Regulation, Business, and Sustainable Development, American Behavioral Scientist, Vol. 44, pp. 277-302.

25- Howes, R., Skea, J., Whelan, B., 1997. Clean and Competitive Earthscan, London.

26- Sale, K., 1993. The Green Revolution, Hill and Wang, New York.

27- Vogan, C. R., 1996. Pullution Abatement and Control Expenditures, 1972-1994. Survey of Current Business, Vol. 76, pp. 48-67.

28- Moomaw, W. R., 2001. The Environmental Era-From Two Sides of the Atlantic, Update IHDP, Nr. 3.

29- Barnard, B., 1996. Does business want a green Europe? Europe, Vol. 355, pp. 22-24.

30- Resource Renewal Institute, Environmental Atlas, 2002. Available at: http://www.rri.org/envatlas/asia/japan/jp-dev.html.

31- Organization for Economic Cooperation and Development, Environmental Performance Reviews, 2002. OECD, Paris, Japan.

32- Medhurst, J., 1993. Environmental Costs and Industry Competitiveness In: Environmental Policies and Industrial Competitiveness, OECD, Paris, pp. 37-47.

33- Brunnermeier, S. B., Cohen, M. A., 2003. Determinants of Environmental Innovation in US Manufacturing Industries, Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 45, pp. 278-293.

34- Jaffe, A. B., Palmer, K., 1997. Environmental Regulation and Innovation: a Panel Data Study, The Review of Economics and Statistics, Vol. 79, pp. 610-619.

35- Porter, M. E., van der Linde, C., 1995. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, Journal of Economic Perspectives, Vol. 9, pp. 97-118.