بررسی عوامل مؤثر بر نوآوری و تولید دانش در کشورهای منتخب اروپا برای اصلاح ساختار سیاست‌گذاری در ایران

اسرین رحمانی، سید محمدباقر نجفی*، محمدشریف کریمی

اسرین رحمانی

دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه. ایران

سید محمدباقر نجفی

دکتری توسعه اقتصادی، استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

محمد شریف کریمی

دکتری توسعه اقتصادی، استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

در الگوی تولید دانش‌بنیان، دانش و نوآوری مهم‌ترین عوامل تولید هستند لذا تولید دانش و نوآوری کلید اصلی رشد و توسعهٔ اقتصادی به شمار می‌آید. فرایند تولید دانش و نوآوری نیازمند بسترسازی است؛ در این مقاله به بررسی میزان تأثیر سه عامل، مخارج حوزهٔ تحقیق و توسعه، آموزش و همچنین زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید دانش و نوآوری پرداخته می‌شود. هدف شناسایی عوامل موثر بر تحقق اقتصاد دانش‌بنیان به منظور سیاست‌گذاری برای تحقق آن در اقتصاد ایران است. میزان حق امتیازهای انحصاری[1] به عنوان شاخصی برای تولید دانش و نوآوری در نظر گرفته شده است. کشورهای مورد مطالعه در این مقاله بیست و سه کشور منتخب عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[2] هستند. برای مدل‌سازی از روش پانل دیتا استفاده شده است. دست‌یابی به یک رابطهٔ مثبت و معنادار میان سه متغیر مخارج حوزه تحقیق و توسعه، آموزش و زیرساخت فناوری با میزان حق امتیازهای انحصاری، از نتایج این پژوهش می‌باشد. نتایج برآوردها نشان می‌دهند که این سه عامل اهمیت بسزایی در فرایند تولید دانش و نوآوری دارند، به گونه‌ای که عدم توجه به آن‌ها عملا تولید دانش و نوآوری را با موانع جدی روبرو خواهد کرد. همچنین مقایسه میان نمودارهای توصیفی داده‌های مربوط به این سه متغیر برای ایران و کشورهای منتخب گویای عدم برقراری شرایط مطلوب در ایران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *تحقیق و توسعه، نوآوری، مخارج آموزش، فناوری اطلاعات و ارتباطات*

---

1 - Patent

2 - Organization for Economic Co-operation and Development

* **نویسندهٔ مسئول مقاله:** *سید محمدباقر نجفی*

Investigating the effective factors on innovation and knowledge production in selected European countries to reform the policy making structure in Iran

Asrin Rahmani
Ph.D. Student, Department of Economics, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.
Seyed Mohamad Bagher Najafi
Assistant Prof. of Economic Development, Department of Economics, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
.Mohamad Sharif Karimi
Assistant Prof. of Economic Development, Department of Economics, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract
In the model of Knowledge-Based production, knowledge and innovation are the most important factors of production; therefore, knowledge and innovation are the main keys to economic growth and development. The process of production of knowledge and innovation require groundwork making; This paper examines the effect of three factors, research and development expenditures, and education expenditures also the infrastructure of information and communication technology, on the production of knowledge and innovation. The purpose is to identify the path to realization of the knowledge-based economy in order to policy making for its realization in the Iranian economy. The extent of patents is considered as an indicator for producing knowledge and innovation. The countries under this study are 23 OECD member selected countries. For modeling, panel data method in Eviews software is used. Finding a positive and meaningful relationship between the three variables of research and development expenditure, training and technology infrastructure with the amount of patents, is the result of this research. The results of the calculations show that these three factors are very important in the process of producing knowledge and innovation, such that the lack of attention to them will actually lead the production of knowledge and innovation to the serious obstacles. Also, the comparison between the descriptive charts of the data for these three variables for Iran and the selected countries suggests that it would not be desirable in Iran.
Keywords*: Research and Development, Innovation, Education Expenditures, ICT*

مقدمه

اقتصاد دانش‌بنیان نوظهورترین الگوی تولید است. «این الگوی تولید به مانند گذرگاهی به سمت توسعه و پیشرفت است و فرصت و توانایی برای دست‌یابی به موفقیت در وضعیت اجتماعی و اقتصادی اشخاص و بنگاه‌ها را تعیین می‌کند»(David & Foray, 1995; OECD, 1996). ورود به این گذرگاه نیازمند خلق دانش و گسترش ارتباطات است. «یک تعریف قابل قبول از اقتصاد دانش بنیان به تولید و بهره‌برداری از دانش برای ایجاد ارزش جدید در اقتصاد اشاره دارد. مطمئناً دانش اطلاعاتی است که در کار مولد جای می‌گیرد»(Ahmed, 2017).در الگوی تولید دانش‌بنیان، میزان پیشرفت در دانش به عنوان عامل اصلی تولید، می‌تواند تفاوت‌های موجود در تکنولوژی و به تبع آن، رشد و پیشرفت اقتصادی را توجیه کند. در واقع دانش، عامل اصلی رشد اقتصادی بلندمدت است. «اقتصاد دانش‌بنیان به شکل فزاینده‌ای علاوه بر خلق دانش، متکی بر انتشار و استفاده از آن نیز می‌باشد. از این‌رو دست‌یابی کامل مؤسسات اقتصادی و اقتصادهای ملی، متکی بر کارایی‌شان در گردآوری، جذب و کاربرد دانش و نیز در خلق آن خواهد بود»(David & Foray, 1995; OECD, 1996).

همان‌گونه که گفته شد عامل اصلی تولید در اقتصاد دانش‌محور، دانش و نوآوری است. زیرا نقش آن در فرایند تولید پررنگ‌تر از دیگر عوامل می‌باشد. «کومار[1] و همکاران بر این عقیده هستند که دانش در اقتصاد می‌تواند از سه طریق خلق شود: تحقیق و توسعه[2]، آموزش و یادگیری از طریق عمل. تحقیق و توسعه اصولا کیفیت ماشین‌ها یا سرمایه فیزیکی را افزایش می‌دهد در حالی که آموزش، کیفیت نیروی انسانی یا سرمایه انسانی را افزایش می‌دهد. دانش نیز در میان تعامل این دو نوع از سرمایه، تولید می‌شود»(Kumar & Welsum, 2013). در کشورهای توسعه‌یافته روش "یادگیری مادام‌العمر[3]" به عنوان یکی از شیوه‌های پرکاربرد و مهم در آموزش نیروی کار تبدیل شده است. مسئلهٔ مهم فرارو، تبیین مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر تولید دانش و نوآوری و محاسبهٔ ضریب تأثیر آنهاست.

در این مطالعه به بررسی رابطهٔ میان تولید دانش و نوآوری با مخارج تحقیق و توسعه، مخارج آموزش و زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای منتخب عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی پرداخته شده است. همچنین یک مقایسهٔ آماری میان داده‌های مربوط به این متغیرها برای کشور ایران و میانگین بیست و سه کشور منتخب صورت گرفته است و نتایج آن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مسئلهٔ تحقیق

«در موج دوم انقلاب صنعتی، مهم‌ترین عامل توسعه‌نیافتگی کشورهای در حال توسعه را کمبود سرمایه فیزیکی می‌دانستند؛ اما طی چند دههٔ گذشته تجربهٔ برخی از کشورها مانند کشورهای آسیای جنوب شرقی نشان داد که کمبود سرمایه‌های فیزیکی و منابع طبیعی مانع اصلی رشد و توسعه نیست. بلکه برخی عوامل دیگر مانند شکاف دانش عامل تعیین‌کنندهٔ اصلی تداوم توسعه نیافتگی کشورهاست و هر

---

1 - Kumar, Krishna B

2 - Research & Development (R&D)

3 - Lifelong Learning

کشور به میزان موفقیتش در پرکردن شکاف دانش، توانسته است با توسعه‌نیافتگی فاصله بگیرد» (Stiglitz, 1999).

«الگوی تولید اقتصادی ایران، یک الگوی منبع‌گرا است و بیشتر درآمدهای موجود به دلیل صادرات منابع طبیعی به صورت خام و اولیه تحقق می‌یابد. حدود ۵۰ درصد از تولیدات صنعتی در کشور ایران شامل فناوری منبع‌گرا است که در آن محصولات غیرکشاورزی، سهم بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. حدود ۲۰ درصد تولیدات صنعتی اختصاص به صنایع با فناوری ساده دارد. این ارقام بیانگر سطح پایین فناوری در کشور می‌باشد»(جهانگرد، ۱۳۸۵).

«کشورهای سنگاپور و هنگ کنگ از جمله کشورهایی هستند که با اصلاح الگوی تولید خود و وارد شدن به اقتصاد دانش‌محور رشد چشمگیری داشتند. اختلاف درآمد سرانه کشورهای سنگاپور و هنگ کنگ در مقایسه با ایران در سال ۲۰۰۹ نسبت به ۱۹۶۵ به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است(جهانگرد، ۱۳۸۵) و قسمت عمدهٔ درآمد کشور ایران حاصل از صادرات نفت، گاز و مشتقات نفت مانند محصولات پتروشیمی می‌باشد. در نتیجه، در سال‌هایی که درآمد سرانه کشور افزایش اندکی داشته است در اثر افزایش قیمت نفت بوده و تولیدات کشور افزایش قابل توجهی نداشته است.

کشور سنگاپور، در برنامهٔ اقتصاد دانش محور به سه بخش توجه ویژه کرده است.

- سیستم ابداعات ملّی: ایجاد آژانس علوم و فناوری و تحقیقات جهت ایجاد ارتباط بین تحقیق و توسعه بخش عمومی و توسعهٔ خوشه‌های صنعتی، ارتقای خلاقیت و نوآوری.
- تجاری کردن دانش جدید: تلاش در جهت حداکثر نمودن قابلیت تجارت در دانش‌های جدید و توسعهٔ بازار سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر.
- آموزش و پرورش نیروی کار: از آنجا که نیروی کار، بنیان رشد و توسعه در اقتصاد دانش محور است، سنگاپور سیاست اصلی خود را در جهت افزایش ظرفیت سیستم آموزشی خود قرار داده است»(معمارنژاد و شهنازی، ۱۳۸۴).

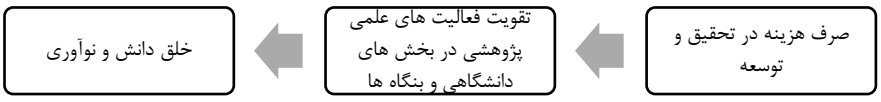
بنابراین رشد فزایندهٔ سنگاپور با تکیه بر انباشت سرمایه فیزیکی حاصل نشده بود. معمای رشد سنگاپور با تکیه بر سرمایه‌گذاری در آموزش، دانش و همراه شدن با انقلاب دانش‌محور توجیه شده است. هم‌اکنون اقتصاد ایران با مشکلاتی در مسیر شناسایی سیاست‌های درست جهت تحقق امر توسعه و بویژه توسعه دانش‌بنیان روبه‌روست. انتخاب این سیاست‌ها، نیازمند شناسایی رابطه‌ی متغیرهای مهم و اساسی با تولید دانش و نوآوری است. یکی از اموری که در دست‌یابی به این مهم بسیار تأثیرگذار است، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها است. از دیدگاه تارو[1] «دولت‌ها باید در پروژه‌های درازمدت در زمینهٔ پیش‌برد علوم پایه سرمایه‌گذاری کنند؛ عرصه‌ای که شرکت‌های تجاری خصوصی در آن سرمایه‌گذاری نمی‌کنند؛ اما این دقیقا همان زمینه‌ای است که موفقیت در آن، فرصت‌های تجاری فراوانی برای شرکت‌های خصوصی ایجاد می‌کند»(تارو،۱۳۸۳). همچنین صرف هزینه در بخش تحقیق و توسعه جهت دست‌یابی به اقتصاد دانش‌بنیان بسیار کلیدی است. در این پژوهش به بررسی رابطهٔ این متغیرهای مهم و اساسی با تولید دانش و نوآوری پرداخته می‌شود تا این موضوع کلیدی از زاویه‌ای دیگر مورد کنکاش قرار گیرد.

1- Thurow, Lester Carl

بر اساس چشم‌انداز ۲۰۳۰، عربستان از اقتصاد مبتنی بر نفت به اقتصاد دانش بنیان می‌رود. این کشور با ایجاد یک سیستم آموزشی متناسب با نیازهای بازار و ایجاد فرصت‌های اقتصادی برای کارآفرینان، شرکت‌های کوچک و همچنین شرکت‌های بزرگ، فرصت‌هایی را برای همه فراهم می‌کند. پادشاهی این کشور ابزارهای سرمایه‌گذاری را برای بازکردن بخش‌های امیدوار کنندهٔ اقتصادی، تنوع بخشیدن به اقتصاد و ایجاد فرصت‌های شغلی توسعه می‌دهد. همچنین با خصوصی‌سازی برخی از خدمات دولتی، بهبود محیط کسب و کار، جذب بهترین استعدادها و بهترین سرمایه‌گذاری‌ها در سطح جهان و استفاده از موقعیت استراتژیک منحصر به فرد که سه قاره را به هم متصل می‌کند، اقتصاد و کیفیت خدمات را بهبود می‌بخشد(Amirat & Zaidi, 2020).

مبانی نظری

«مطالعات تجربی نشان می‌دهند که ارزش گذاری بازار انبارهٔ بنگاه تا حد زیادی با مخارج تحقیق و توسعه و دیگر دارایی‌های فکری پیوند دارد» (Darby, Liu, & Zucker, 1999; Desmet, Francis, Hu, Koller, & Riedel, 2000; Hall, 1999). نوآوری و تکنولوژی، خود متأثر از تلاش‌های علمی پژوهشی در دانشگاه و صنعت می‌باشد. این «فعالیت‌های علمی به عنوان منبع کلیدی دانش پایه برای نوآوری و رشد هستند و بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی نوآوری دارند و در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیز این مورد دنبال می‌شود. به علاوه، جریان‌های تکنولوژی نقش فزاینده‌ای در ایجاد تعادل بین پرداخت‌ها و سهم ناشی از صادرات منتج شده از صنایع با تکنولوژی متوسط رو به بالای کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بازی می‌کنند»(OECD, 1999a). نمودار ۱ رابطهٔ میان صرف هزینه در تحقیق و توسعه و خلق دانش و نوآوری را به خوبی نشان می‌دهد.



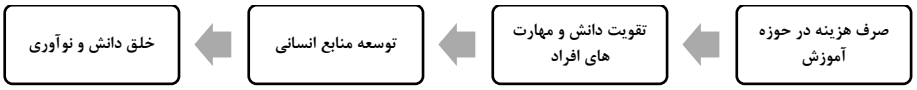
نمودار۱: ارتباط میان مخارج تحقیق و توسعه و خلق دانش و نوآوری

مخارج اختصاص داده شده به تحقیق و توسعه در سطح جهانی متفاوت است. آمریکای شمالی بالاترین میزان مخارج در حوزهٔ تحقیق و توسعه را در جهان دارا است(UNESCO, 2017).

همچنین یکی از ویژگی‌های دانش و نوآوری، نیازمندی آن به نیروی کار ماهر و آموزش دیده است. «در توسعهٔ اقتصادی یک کشور یا برای کشوری که می‌خواهد اقتصاد مبتنی بر دانش خود را توسعه دهد، منابع انسانی تعیین‌کننده هستند. بدون در اختیار داشتن تعداد کافی از افراد با مجموعه‌ای کامل از مهارت‌ها و تعالیم، هر تلاشی در راستای پیشرفت در اقتصاد با شکست مواجه می‌شود. سرمایهٔ انسانی ناهمگن است. شاخص یا معیار مناسبی در دسترس نیست که بتواند خصوصیات انسانی که مربوط به اقتصاد و جامعه است را به خوبی نشان دهد. حال آن‌که سطح مهارت‌های فردی، دانش و صلاحیت‌ها می‌تواند جهت نمایش موجودی یا میزان سرمایهٔ انسانی در هر زمانی وجود داشته باشد؛ البته این مشخصه‌ها را نمی‌توان به آسانی تعیین نمود»(Criscuolo & Martin, 2004).

یکی از اصلی‌ترین راه‌های انتقال دانش، آموزش است. «مهارت‌ها و دانش افرادی که در جامعه‌ای زندگی می‌کنند به شکل آشکارا نقش محوری در توسعهٔ آن جامعه به عنوان یک اقتصاد یا جامعه مبتنی بر دانش

را ایفا می‌کنند. از این‌رو چارچوب اقتصاد دانش‌بنیان/ خدمات دانش‌بنیان[1] با نهادهای آموزشی و کارآموزی رسمی و غیررسمی مرتبط می‌شود، به علاوه برون‌دادها بر حسب مهارت‌ها و توانایی‌های جمعیت»(Trewin, 2002). این امر بیانگر اهمیت مسئلهٔ آموزش و توجه هرچه بیشتر به نهادهای آموزشی و کارآموزی، در راستای تحقق توسعه می‌باشد. «اهمیت سرمایه انسانی در فرایند نوآوری، زمینه‌ای است جهت تقاضا برای مهارت‌های رشدیافته، شامل روح همکاری (کار دسته‌جمعی) و مهارت شناختی، و یادگیری درست به صورت مادام‌العمر برای تعدیل تغییرات پیوسته»(OECD, 2000). نمودار ۲ رابطهٔ میان هزینهٔ صرف شده در حوزهٔ آموزش را با خلق دانش و نوآوری به صورت خلاصه نشان می‌دهد.



نمودار۲: رابطهٔ میان مخارج آموزش و خلق دانش و نوآوری

نیروی کار تحصیل کرده و بسیار ماهر برای اقتصاد دانش‌بنیان بسیار مهم و حیاتی است. ایده‌ها و تخصص فنی کلید چالش‌های رقابتی جدید جهانی هستند. اقتصادهای دانش‌بنیان تقاضای بسیار زیادی برای مهارت‌ها در سطوح بالا برای نیروی کار دارند. «برای نمونه آمارهای کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که نسبت نیروی کار با کیفیت عالی که در صنایع دانش‌بنیان اشتغال می‌یابند همراه با افزایش میزان بازده مالی و اجتماعی منسوب به آموزش عالی در حال رشد است. آسیای در حال توسعه نیاز دارد که سطوح موفق آموزشی و همچنین نسبت دانشمندان و مهندسان در جامعه را افزایش دهد تا شکاف با کشورهای توسعه یافته را کاهش دهد. آموزش عالی و مهارت‌ها در سطوح بالا در سطح سوم برای اقتصادهای دانش‌بنیان بسیار حیاتی است؛ جایی که کشورهای در حال توسعه آسیا باید آن را بسیار پوشش دهند»(Asian Development Bank, 2014).

نقش آموزش در این مرحله از کار بسیار حیاتی است. منابع انسانی با تخصص بالا، نقش به غایت تأثیرگذاری در رشد و توسعه‌ی اقتصادی ایفا می‌کنند. این نشان از اهمیت مسئلهٔ آموزش در یادگیری دانش و به تبع آن فراهم کردن فضای لازم برای تولید دانش و نوآوری است. برای تحریک رشد بلندمدت در اقتصاد دانش بنیان، سیاست گذاران باید زیرساخت های آموزشی را برای حمایت از کارگران جهت بالا بردن مهارت و مقابله با تغییرات سریع فناوری ایجاد کنند(Yeo & Lee, 2020).

در کشورهای در حال توسعه از آن‌جا که بخش قابل توجهی از نیروی کار حداکثر دارای سطح سواد ابتدایی هستند، آموزش عمومی اجباری، امکان یادگیری‌های اولیه جهت آمادگی برای ورود به مرحلهٔ یادگیری مهارت‌های تخصصی و مشارکت در خلق دانش ضمنی را فراهم می‌کند. به گونه‌ای که آمارتیا سن[2] بیان می‌کند: «بزرگترین اختراع اجتماعی بشر، آموزش عمومی اجباری بوده است»(Sen, 1999).

«توزیع هزینه بر روی آموزش در کشورهای مختلف، متغیر است. برای مثال در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و همچنین در کشورهای در حال توسعه، همچون برزیل، که به سرعت به سمت توسعه‌یافتگی

1- Knowledge Based economy / Knowledge Based Services

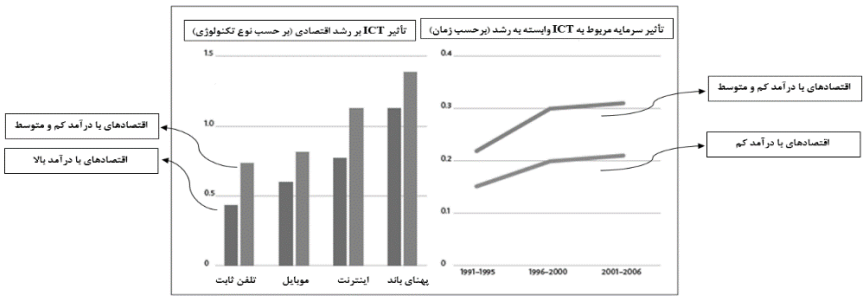
2 - Sen, Amartya

پیش می‌روند، سهم آموزش از مخارج دولت قابل توجه است. البته لازم به ذکر است این میزان بر حسب درصد از تولید ناخالص داخلی است. میزان پرداخت اعتبارات به بخش آموزش، نیز شاخصی دیگر، برای پیش‌بینی وضعیت نیروی انسانی آیندهٔ یک کشور است. «توزیع این متغیر یعنی میزان پرداخت اعتبارات به بخش دانش، نشان می‌دهد که بیشتر اشخاص در کشورهای درحال توسعه، عاری از مهارت‌های مورد نیاز برای پذیرش منابع جهانی دانش موجود و رایگان می‌باشند. بدون آموزش، توانمندی اشخاص جهت سهیم شدن در اقتصاد دانش‌بنیان، چه به عنوان خریداران تولیدات و خدمات دانش‌بر و چه به عنوان کارگران دانش، محدود می‌شود»(Roberts, 2009).

زیرساخت‌ها از اهمیت بارزی در فرایند ابداع و نوآوری برخوردارند. تحقق یک ابداع بدون در اختیار داشتن زیرساخت‌های لازم، ممکن نیست. خلق دانش و نوآوری نیازمند همفکری و همکاری دانشمندان و کارشناسان مختلف است. بنابراین تسهیل ارتباط بین آنها به شکل‌های گوناگون یک اقدام ضروری در راستای خلق دانش و نوآوری‌های پیشران است. به همین دلیل وجود زیرساخت‌های ارتباطی یکی از پیش‌نیازهای ضروری است. اینترنت و زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات[1] یکی از این زیرساخت‌های ارتباطی مورد نیاز است. «سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات که یک عامل تعیین‌کننده در اقتصاد جدید است، بدون وقفه در چند سال اخیر افزایش یافته و در نیمهٔ دوم دههٔ ۱۹۹۰، انتشار ICT با ظهور اینترنت شتاب بیشتری گرفته است. سرمایه‌گذاری در دارایی‌های فکری مانند آموزش، تحقیق و توسعه و نرم‌افزار، به عنوان تکنولوژی‌های جدید مورد نیاز برای کاربران دارای مهارت، بسیار زیاد است»(Lundvall & Borrás, 2005). «استفادهٔ بیشتر از فناوری اطلاعات و ارتباطات هزینه‌های ارتباطی را کاهش داده و در نهایت جریان دانش و اطلاعات را تسهیل می‌کند. فناوری اطلاعات و ارتباطات نماد معاصر انقلاب فناوری و عامل اصلی رشد اقتصادی به ویژه در اقتصادهای صنعتی است» (Majeed & Ayub, 2018). «این تکنولوژی، ظرفیت سازمان‌ها را برای تدوین دانش، فرایندها و اطلاعات ارتباطی افزایش داده است. برای انجام این اقدامات، سازمان‌ها توازن میان دانش ضمنی و دانش مدون را در نسبت کل دانش، از بنیاد عوض کرده‌اند و در ماهیت، کمبود دانش ضمنی را ایجاد کردند. از آن‌جا که دست‌یابی به اطلاعات آسان‌تر و ارزان‌تر شده، مهارت‌ها و صلاحیت‌های مرتبط با گزینش (انتخاب) و استفادهٔ کارا (مؤثر) از اطلاعات بسیار تعیین‌کننده شده است و برای اداره کردن دانش مدون نیاز به دانش ضمنی در قالب مهارت‌هاست»(Houghton & Sheehan, 2000). این امر نشان از نقش فوق‌العاده مهم دانش ضمنی، هم در مسئلهٔ مهارت‌ها و آموزش و هم در مسئلهٔ زیرساختICT (به عنوان یک ابزار کنترلی) دارد. تولید دانش و دسترسی به اینترنت باعث می‌شود که مصرف‌کنندگان نسبت به تصمیماتی که می-گیرند، آگاه‌تر و آگاه‌تر شوند و به طور ضمنی، از تحصیلات بیشتری برخوردار باشند (Vatamanescu, Nistoreanu & Mitan, 2017). بنابراین «سرمایه‌گذاری در تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات مکمل سرمایه‌گذاری در منابع انسانی و مهارت‌ها است»(Soete, 1997). یک مطالعهٔ اخیر توسط سازمان همکاری

1-Information and Communication Technology (ICT)

اقتصادی و توسعه و کمیسیون اروپا نشان می‌دهد که ۲۰۰۰ سرمایه‌گذار برتر تحقیق و توسعه نوآوری‌های پیشرو در بخش ICT هستند، جایی که نزدیک به ۷۵ درصد از آن‌ها دارای پتنت ICT و ۶۰ درصد دیگر طراح ICT هستند(Daiko et al,2017). نمودار ۴ میزان تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر رشد اقتصادی بر حسب نوع تکنولوژی و بر حسب زمان نشان می‌دهد.

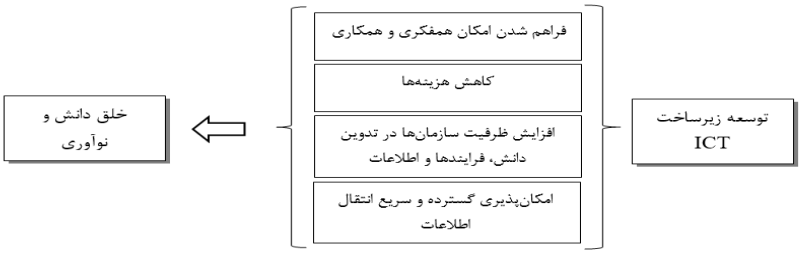


توجه: مقیاس بر حسب درصد می‌باشد.

نمودار۴: تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات به عنوان کاتالیست رشد

منبع:(Asian Development Bank, 2014)

با توجه به نمودار بالا می‌توان دریافت که اقتصادهای با درآمد پایین با روی آوردن به تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات در یک مسیر رشد اقتصادی قرار گرفته‌اند. همچنین نمودار ۵ خلاصه‌ای از تأثیر توسعهٔ زیرساخت‌ها بر خلق دانش و نوآوری را نشان می‌دهد.



نمودار۵: ارتباط میان زیرساخت ICT و خلق دانش و نوآوری

منبع: یافته‌های پژوهش

«تأثیر سرریز مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات و تحقیق و توسعه بر توسعهٔ اقتصادی باعث شده است که کشورها و بخش های شرکت در سراسر جهان سرمایه گذاری خود را در زمینه تحقیق و توسعه در اقتصاد دیجیتال افزایش دهند»(Nair, Pradhan & Arvin,2020). «ایالات متحده آمریکا به یک رهبر جهانی در اعمال نفوذ نوآوری برای دستیابی به اهداف اقتصادی گسترده تبدیل شده است. این کشور به شدت در تحقیق و توسعه، آموزش عالی و فناوری اطلاعات و ارتباطات سرمایه‌گذاری کرده است. گذار ژاپن به سمت رشد اقتصاد دانش‌بنیان، شرح جبران عقب ماندگی و رسیدن سریع به اقتصادهای پیشرفته از طریق فرایند واردات کالاهای سرمایه‌ای پیشرفته، صدور مجوز برای تکنولوژی خارجی و تشویق مطالعات خارجی است. سرمایه‌گذاری قوی در تحقیق و توسعهٔ تجارت‌گرا همراه با تمرکز قوی بر صادرات محصولات

تولید شده، نقاط قوت اقتصاد را به سمت بخش‌های با ارزش افزوده بالا، از جمله الکترونیک، سخت افزار و قطعات الکترونیکی، سوق می‌دهد»(Asian Development Bank, 2014).

با توجه به آنچه که تاکنون گفته شد می‌توان گفت مسئلهٔ آموزش، تحقیق و توسعه و زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات اهمیت بسیاری در فرایند تولید دانش و نوآوری ایفا می‌کنند. در ادامه پیشینهٔ تحقیق بیان می‌شود، سپس به مدل‌سازی ریاضی این شاخص‌ها پرداخته می‌شود تا از این بعد نیز تأثیرگذاری این عوامل بر تولید دانش و نوآوری نشان داده شود.

پیشینهٔ تحقیق

نیر[1] و همکاران در یک مطالعه روابط درون‌زا بین تحقیق و توسعه، توسعهٔ زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در کشورهای OECD بین سالهای ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۸ را بررسی کردند. نتایج تجربی نشان داد که توسعهٔ زیرساخت‌های تحقیق و توسعه و فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد اقتصادی بلند مدت در کشورهای OECD کمک می‌کند(Nair, Pradhan & Arvin,2020).

«بلانکو[2] و همکاران به برآورد اثر تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل و خروجی در بخش خصوصی در سطح ایالتی برای ایالات متحده در دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۶۳ پرداختند. نتایج این پژوهش این‌گونه بود: ۱) تقریبا در تمام خصوصیات تخمین زده شده، مشاهده شد که R&D انجام شده در داخل ایالت تأثیر مثبت و معناداری بر تولید ناخالص داخلی ایالتی[3] از طریق بهره‌وری کل عوامل در بلند مدت دارد. ۲) به نظر نمی‌رسد R&D اثرات کوتاه‌مدت قابل توجهی در بهره‌وری داشته باشد، چه R&D انجام شده در داخل ایالت و چه در خارج از ایالت. سرریز مثبت R&D در میان ایالات آمریکا مشاهده شد. ۳) نتایج نشان دادند که برای هر دلار سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، نه تنها بر تولید ناخالص داخلی خود ایالت می‌افزاید، بلکه به طور میانگین حدود ۵ دلار تولید ناخالص داخلی در دیگر ایالات ایجاد می‌شود»(Blanco, Gu, & Prieger, 2016).

«گونزالز[4] و همکاران تأثیر تحقیق و توسعه و آموزش نیروی کار را روی کارایی نوآوری[5] در بنگاه‌های تولیدی اسپانیایی، که به دو صورت بنگاه‌های کوچک و بزرگ در نظر گرفته شده‌اند، را بررسی و تحلیل کردند. یافته‌های پژوهش آنان نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه یک فاکتور کلیدی در تشریح بنگاه‌ها در کارایی نوآوری است و همچنین سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی کار تأثیر معناداری بر نوآوری دارد؛ اگرچه از نظر مقداری، کم‌تر است. همچنین نتایج، یک ارتباط مکملی را تأیید می‌کنند: آموزش تأثیر تحقیق و توسعه روی کارایی نوآوری را تقویت می‌کند. تأثیرات بر طبق سایز بنگاه و صنعت متفاوت است. در این مقاله از دو شاخص به عنوان خروجی نوآوری استفاده شده است؛ یکی کسری از بنگاه‌های با حداقل یک نوآوری در فرایند یا تولید؛ و دیگری کسری از بنگاه‌های با حداقل یک پتنت»(González, Miles, & Pazó, 2015).

---

[1] - Nair, Mahendhiran
[2]- Blanco, Luisa. R
[3]- State Gross Domestic Product
[4] - González, Xulia
[5]- innovation performance

«گورمو[1] و همکاران ارتباط پتنت‌ها و مخارج تحقیق و توسعه را با استفاده از داده‌های پتنت طولی جدید[2] در سطح بنگاه‌ها برای بخش تولیدی ایالات متحده در دوره زمانی ۱۹۹۲-۱۹۸۲ را بررسی کردند. نتایج تخمین‌ها نشان می‌داد که هم بستگی زمانی[3] میان خلق پتنت[4] و مخارج تحقیق و توسعه یک روند رو به قوی‌تر شدن دارد»(Gurmu & Pérez-Sebastián, 2008).

«بیلبائو[5] و همکاران در مقالهٔ خود از یک طرف به دنبال پیگیری نقش تحقیق و توسعه در تابع تولید نوآوری پرداختند و از سوی دیگر تأثیر نوآوری بر پرورش رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه که در بخش‌های مختلف انجام می‌شود؛ خصوصی، عمومی و آموزش عالی؛ دارای تأثیرات متفاوتی روی نوآوری و رشد اقتصادی است. نتایج به دست آمده یک ارتباط مثبت میان فعالیت‌های تحقیق و توسعه و پیدایش نوآوری را نشان می‌دهند. فعالیت‌های تحقیقاتی که توسط بخش خصوصی انجام می‌شود بالاترین نرخ بازدهی را نسبت به دیگر بخش‌ها دارد»(Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004).

«بیشتر ادبیات نشان می‌دهند که تقریبا نیمی از تفاوت‌های بین کشوری در رشد اقتصادی، از تفاوت در بهره‌وری کل عوامل، که به طور کل مرتبط با پیشرفت فنی است، ناشی می‌شود. یائونگ[6] و همکاران به بررسی رابطهٔ بلند مدت میان مخارج تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی با استفاده از روش پانل دیتا برای اقتصادهای ASEAN+3[7] در دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۴ پرداختند. نتایجی که به دست آمد این است که مخارج تحقیق و توسعه نقش کارآمدتری در این کشورها نسبت به نواحی دیگر ایفا می‌کند. ترسیم مسیر نوآوری در این کشورها توضیح می‌دهد که به طور عمده مخارج تحقیق و توسعه به سطح توسعه‌شان بستگی دارد اما انحراف از "مسیر نوآوری کل[8]" دلالت بر این دارد که این امر متأثر از چندین عامل دیگر است. توانایی دولت برای بسیج منابع، عمق بازار اعتباری و همکاری‌های فنی اثر بیشتری روی تحقیق و توسعه برای کشورهای عضو ASEAN+3 دارند. هر کشور که به دنبال رشد اقتصادی پایدار است باید مخارج تحقیق و توسعهٔ خود را افزایش دهد»(Yanyun & Mingqian, 2004).

«یولکو[9] یک قیاس منطقی مهم از مدل‌های رشد مبتنی بر تحقیق و توسعه را بررسی کرد: نوآوری در بخش‌های تحقیق و توسعه خلق می‌شود و این امر رشد اقتصادی پایدار را ممکن می‌سازد و موجب می‌شود که یک بازدهی ثابت نوآوری بر حسب تحقیق و توسعه وجود داشته باشد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از تکنیک‌های مختلف پانل دیتا صورت گرفت و از داده‌های پتنت و تحقیق و توسعه برای بیست کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و ده کشور غیر عضو برای دوره زمانی ۱۹۸۱-۱۹۹۷ استفاده کرد.

1- Gurmu, Shiferaw
2 - new longitudinal patent data
3- contemporaneous relationship
4- patenting
5- Bilbao-Osorio, Beñat
6 - Yanyun, Zhao
۷- تایلند، مالزی، چین، کره جنوبی، ژاپن، سنگاپور، اندونزی، فیلیپین
8- general innovation trajectory
9- Ulku, Hulya

نتایج نشان دادند که یک رابطهٔ مثبت میان تولید ناخالص داخلی سرانه و نوآوری، هم در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و هم در کشورهای غیر عضو، وجود دارد، در حالی که اثر سهم تحقیق و توسعه بر نوآوری فقط برای کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با بازارهای بزرگ، معنادار است» (Ulku, 2004).

«سیلوستر[1] به بررسی وابستگی میان تحقیق و توسعه و نرخ رشد خروجی سرانه در سطح ملی پرداخت. پرسشی که در مقالهٔ او مطرح شد این است که آیا کشورهایی که سهم بیشتری از خروجی را به تحقیق و توسعه اختصاص داده‌اند، رشد سریع‌تری نسبت به کشورهای مشابه دارند؟ بنابراین تحقیق و توسعه برای بیست کشور عضو OECD با استفاده از رگرسیون چند متغیره مورد بررسی قرار گرفت، اما آن‌چه که گزارش شد این بود که فقط برای کشورهای G-7[2] یک رابطهٔ مثبت میان مخارج تحقیق و توسعهٔ صنعتی و رشد اقتصادی وجود دارد»(Sylwester, 2001).

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر با وارد نمودن متغیرهای مخارج تحقیق و توسعه، مخارج آموزش و تعداد کاربران اینترنت به عنوان شاخص زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۹ پرداخته است. این پژوهش به دنبال بررسی تأثیر این متغیرها بر میزان تولید دانش و نوآوری است. شاخصی که برای تولید دانش و نوآوری مورد استفاده قرار گرفته است آمار پتنت‌های منتشر شده می‌باشد. بدین منظور از داده‌ها و اطلاعات بیست و سه کشور منتخب عضو OECD استفاده شده است. چون یک پژوهش بین کشوری است، لذا از تکنیک پانل دیتا، که مقاطع و دوره‌های زمانی را با هم ترکیب می‌کند، استفاده گردیده است.

داده‌ها

متغیرهای مورد استفاده در الگوی اقتصاد سنجی مورد بررسی به قرار زیر است:

- پتنت‌ها: همان‌طور که گفته شد در این مقاله شاخصی که برای تولید دانش و نوآوری در نظر گرفته شده، میزان پتنت است. بدین منظور دو آمار مورد ارزیابی و استفاده قرار گرفته است: یکی آمار پتنت‌های سه‌گانه[3] و دیگری آمار مربوط به پتنت‌های ادارهٔ ثبت اختراع و علائم تجاری ایالات متحده[4].
- مخارج تحقیق و توسعه: «پول صرف شده در امور خلاق تحت یک مبنای سیستماتیک است که برای افزایش سهم از دانش و همچنین استفاده از این دانش برای ابداع کاربردهای جدید استفاده می‌شود. مخارج تحقیق و توسعه اشاره به تمام مخارج تحقیقات انجام شده در دانشگاه‌ها و دیگر نهادهای آموزش عالی دارد؛ صرف نظر از این‌که بودجهٔ پژوهش از طریق بودجهٔ نهادهای

---

[1] - Sylwester, Kevin

[2] - ایالات متحده، ژاپن، آلمان، فرانسه، بریتانیا، ایتالیا، کانادا

[3] Triadic Patent Families -به عنوان پتنت‌های اعمال‌شده برای EPO (اداره پتنت اروپا) و JPO (اداره پتنت ژاپن) و USPTO (اداره پتنت آمریکا) جهت حمایت از یک نوآوری یکسان تعریف می‌شود.

[4] - United States Patent Trademark and Office (USPTO)

عمومی تأمین می‌شود یا از طریق کمک‌های مالی جداگانه یا قراردادهای حامیان خصوصی و عمومی. این امر شامل تمام موسسات تحقیقاتی و ایستگاه‌های تجربی[1] که تحت کنترل مستقیم نهادهای آموزشی عالی یا تحت نظارت و همکاری با نهادهای آموزش عالی عمل می‌کنند، می‌باشد»[2].

- مخارج عمومی دولت در حوزهٔ آموزش: «مخارج عمومی دولت در آموزش (جاری، سرمایه و انتقال‌ها) به عنوان درصدی از مخارج عمومی دولت در تمام بخش‌ها (شامل بهداشت، آموزش، خدمات اجتماعی) بیان می‌شود. این هزینه شامل مخارج سرمایه‌گذاری شده از منابع بین‌المللی به دولت است. منظور از دولت معمولا دولت‌های محلی، منطقه‌ای و مرکزی است. مخارج عمومی آموزش شامل پرداخت‌ها توسط دولت‌های عمومی/شهری (وابسته به شهرداری)، منطقه‌ای و ملی (به استثناء سهم خانوار) روی نهادهای آموزشی (عمومی و خصوصی)، ادارهٔ آموزش و پرورش و یارانه‌هایی برای نهادهای خصوصی است. در برخی موارد، دادهٔ مربوط به مخارج عمومی روی آموزش تنها به وزارت خانهٔ آموزش اشاره دارد و می‌توان دیگر وزارت‌خانه‌ها، که بخشی از بودجهٔ خود را به فعالیت‌های آموزشی اختصاص می‌دهند، را مستثنی کرد»[3].
- کاربران اینترنت: «کاربران اینترنت، افرادی هستند که در طی دوازده ماه گذشته از اینترنت استفاده کرده‌اند. اینترنت می‌تواند توسط کامپیوتر، تلفن همراه، دستگاه بازی، تلویزیون دیجیتال و کامپیوتر کوچک قابل حمل که ابزارهایی برای دفتر کار روزمره فراهم می‌کنند[4]، استفاده شود»[5].
- جزء اخلال: آمار مربوط به دستاوردهای علمی توسط عوامل گوناگون در معرض تغییر قرار دارد. برای برخی از کشورها مرزهای علم به جاهایی رسیده است که دیگر انتشار دستاوردهای علمی و نوآوری تکان‌دهنده خواهد بود. این امر این دسته از کشورها را بر آن داشته که دستاوردهای خود را از یک حدی فراتر انتشار ندهند. مسئلهٔ دیگری که وجود دارد این است که کشورها دیگر حاضر به انتشار دستاوردهای خود نمی‌باشند زیرا این دستاوردها جزء مزیت رقابتی بوده و انتشار آن‌ها به صرفه نمی‌باشد. لذا جزء اخلال در این رابطه گنجانده شده است.

بخشی از داده‌های مورد استفاده از سایت OECD و برخی دیگر از سایت بانک جهانی جمع‌آوری شده است.

مدل اقتصادسنجی

با توجه به متغیرهای اشاره شده در بالا، تصریح مدل اقتصادسنجی پژوهش حاضر به صورت زیر معرفی خواهد شد:

$$P = F\,(R\&D, EDE, IU) \qquad \text{(مدل ۱)}$$

---

[1] - experimental stations
[2] - https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2315
[3] - https://data.worldbank.org/indicator/SE.XPD.TOTL.GD.ZS
[4] - personal digital assistant
[5]-http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2?order=wbapi_data_value_2013+wbapi_data_value&sort=desc

$$\ln PTP_{it} = \propto_0 + \propto_1 \ln R\&D_{it} + \propto_2 \ln EDE_{it} + \propto_3 \ln IU_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۱)$$

$$\ln PUSPTO_{it} = \propto_0 + \propto_1 \ln R\&D_{it} + \propto_2 \ln EDE_{it} + \propto_3 \ln IU_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

i : مقاطع (بیست و سه مقطع)

t: زمان (بیست دوره زمانی- دوره زمانی سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸)

متغیرهای وابسته:

- PTP_{it}: آمار پتنت کل مربوط به پتنت‌های سه‌گانه
- $PUSPTO_{it}$: آمار پتنت کل مربوط به پتنت USPTO متغیرهای مستقل:
- R&D: مخارج تحقیق و توسعه
- EDE[1]: مخارج عمومی در حوزهٔ آموزش
- IU[2]: تعداد کاربران اینترنت (به عنوان شاخصی برای زیرساخت ICT)
- ε : جزء خطا

برآورد مدل برای بیست و سه کشور[۳] عضو OECD صورت گرفته است.

تجزیه و تحلیل

از آنجا که پژوهش حاضر مطالعه بین کشوری است تکنیک پانل دیتا مناسب‌ترین روش است. در نخستین گام به بررسی مانایی متغیرها پرداخته می‌شود. سپس در ادامه وجود یا عدم وجود رابطهٔ بلندمدت میان متغیرها بررسی می‌شود. از آزمون همجمعی برای بررسی این مهم استفاده می‌شود. نتایج این آزمون‌ها در جداول ۲ و ۳ خلاصه شده است:

جدول ۲: نتایج آزمون ریشه واحد

آزمون مانایی	LLC	مرتبه	IPS	مرتبه	ADF	مرتبه	PP	مرتبه
متغیر	Prob	مانایی	Prob	مانایی	Prob	مانایی	Prob	مانایی
$LnPTP$	-۵.۰۷۵۷۴	تفاضل مرتبه اول	-۸.۹۳۷۴۲	تفاضل مرتبه اول	-۵.۰۷۵۷۴	تفاضل مرتبه اول	۹۶.۶۲۵۵	سطح
	۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰	
$LnPUSPTO$	-۲.۸۵۸۴۴	سطح	-۶۳.۹۵۴۹	سطح	۸۹.۹۰۲۶	تفاضل مرتبه اول	۴۷۲.۲۳۵	سطح
	۰.۰۰۲۱		۰.۰۰۵۳		۰.۰۰۰۱		۰.۰۰۰۰	
$LnR\&D$	-۱.۹۵۹۳۳	سطح	-۶.۰۲۶۳۲	تفاضل مرتبه اول	۶۸.۰۲۰۱	سطح	۱۹۹.۶۸۶	تفاضل مرتبه اول
	۰.۰۲۵۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۱۹۰		۰.۰۰۰۰	
$LnEDE$	۱.۹۱۶۳۷	سطح	-۶.۱۴۲۳۵	تفاضل مرتبه اول	۱۲۵.۷۰۱	تفاضل مرتبه اول	۷۴.۰۴۴۲	سطح
	۰.۰۲۷۷		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۵۴	

[1] - Government expenditure on education, total (% of government expenditure)

[2] - Internet User

[۳] – اتریش، بلژیک، کانادا، جمهوری چک، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، مجارستان، ایرلند، اسرائیل، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، هلند، نروژ، لهستان، پرتغال، اسلواکی، اسپانیا، سوئد، بریتانیا، ایالات متحده.

$LnIU$	-۱۴.۳۸۴۰	سطح	-۱۱.۹۷۳۱	سطح	۲۳۵.۳۸۷	سطح	۲۲۳۵.۵۷	سطح
	۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰		۰.۰۰۰۰	

جدول۳: نتایج مربوط به آزمون هم‌جمعی

روش آزمون	آماره آزمون	فرضیه صفر	نتیجه آزمون
	Prob		
Panel PP-Statistic	-۶.۸۹۱۷۵۳	عدم وجود هم‌جمعی	رد فرضیه صفر
	۰.۰۰۰۰		
Group PP-Statistic	-۸.۲۹۹۹۲۵	عدم وجود هم‌جمعی	رد فرضیه صفر
	۰.۰۰۰۰		

نتایج آزمون همجمعی بیان می‌دارد که بین متغیرهای مدل در بلندمدت ارتباط وجود دارد. در گام بعدی برای برآورد مدل از ابتدا با استفاده از آزمون‌های تشخیصی (چاو و هاسمن) نوع مدل انتخاب می‌شود. برای آزمون چاو، ابتدا مدل اثر ثابت زمانی تخمین زده شده است. سپس آزمون چاو را انجام داده بر اساس آماره F لیمر استفاده از داده‌های تلفیقی رد خواهد شد. نتایج آزمون به صورت خلاصه در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴:آزمون چاو برای تشخیص الگوی داده‌های ترکیبی یا تلفیقی

آزمون اثرات ثابت (چاو)	مقدار محاسبه شده‌ی F	P-Value	نتیجهٔ آزمون
رابطه (۱)	۵۰۰.۴۰۵۱۷۵	۰/۰۰۰۰	رد H_0
رابطه (۲)	۴۴۱.۰۸۴۱۱۹	۰/۰۰۰۰	رد H_0

برای انجام آزمون هاسمن ابتدا مدل را به صورت اثر تصادفی تخمین زده و سپس آزمون هاسمن انجام می‌شود. نتایج آزمون هاسمن در جدول ۵ آمده است که حاکی از تأیید اثرات ثابت در برابر اثرات تصادفی در هر سه مدل تحقیق است.

جدول ۵: آزمون هاسمن برای تشخیص الگوی اثرات ثابت یا تصادفی

آزمون هاسمن	مقدار محاسبه شده‌ی F	P-Value	نتیجه
رابطه (۱)	۱۲.۷۱۱۵۵۹	۰.۰۰۵۳	رد H_0
رابطه (۲)	۱۳.۲۲۰۵۶۴	۰.۰۰۴۲	رد H_0

رد شدن فرضیه صفر نشان می‌دهد که برای تخمین مدل باید از روش آثار ثابت استفاده شود. پذیرش این فرضیه هم به معنای استفاده از روش آثار تصادفی است.

حال نتایج برآورد مدل در جداول ۶ و ۷ ارائه می‌گردد.

جدول۶: نتایج برآورد برای رابطه(۱)

متغیرها	Coefficient	Std.error	t-statistic	Prob.
C	۳.۳۹۲۹۶۴	۰.۵۱۳۱۰۲	۶.۶۱۲۶۴۵	۰.۰۰۰۰
$\ln R\&D_{it}$	۰.۷۸۲۴۷۹	۰.۱۱۰۷۰۴	۷.۰۶۸۲۱۶	۰.۰۰۰۰
$\ln EDE_{it}$	۰.۶۱۷۳۷۵	۰.۲۱۰۹۷۵	۲.۹۲۶۲۹۶	۰.۰۰۳۶
$\ln IU_{it}$	۰.۱۱۳۹۴۱	۰.۰۳۲۹۹۶	۳.۴۵۳۱۵۸	۰.۰۰۰۶

$R^2 = ۰.۹۸۳۶۰۸$ prob(F-statistic)= ۰.۰۰۰۰

جدول۷: نتایج برآورد برای رابطه(۲)

متغیرها	Coefficient	Std.error	t-statistic	Prob.
C	۲.۵۳۱۰۰۰	۰.۵۱۷۱۹۰	۴.۸۹۳۷۵۴	۰.۰۰۰۰
$\ln R\&D_{it}$	۰.۶۵۶۵۶۹	۰.۱۱۱۵۸۶	۵.۸۸۳۹۷۹	۰.۰۰۰۰
$\ln EDE_{it}$	۰.۶۶۲۱۴۹	۰.۲۱۲۶۵۵	۳.۱۱۳۷۱۹	۰.۰۰۲۰
$\ln IU_{it}$	۰.۶۸۳۳۱۵	۰.۰۳۳۲۵۹	۲۰.۵۴۵۱۹	۰.۰۰۰۰

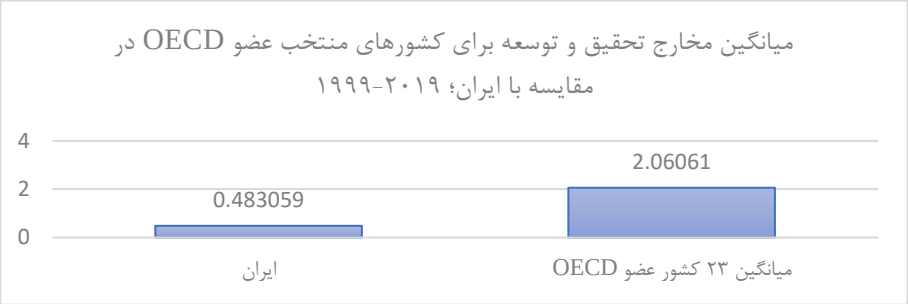
$R^2 = ۰.۹۸۳۲۸۳$ prob(F-statistic)= ۰.۰۰۰۰

نتایج جداول بالا نشان می‌دهند که مدل برآوردی از نظر شاخص‌های آماری در وضعیت مناسبی قرار دارد. آماره F بیانگر معناداری کل رگرسیون است. به عبارتی این فرضیه که ضرایب متغیرهای مستقل مدل می‌توانند صفر باشند رد می‌شود و کل رگرسیون معنی‌دار است. R^2 نشان‌دهندهٔ قدرت بالای توضیح-دهندگی متغیر وابسته توسط متغیر مستقل می‌باشد. بدین معنا که متغیر مستقل در رابطه (۱) ۰.۹۸۳۶۰۸ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهد و در رابطه (۲) ۰.۹۸۳۲۸۳ درصد را توضیح می‌دهد. در برآورد رابطهٔ (۱) مشاهده می‌شود که متغیرهای مخارج تحقیق و توسعه، تعداد کاربران اینترنت در سطح معناداری ۹۹٪ و متغیر مخارج آموزش در سطح ۹۵٪ با متغیر وابستهٔ پتنت‌های کل سه‌گانه رابطهٔ معنادار و مثبت دارند. همچنین در برآورد مدل رابطهٔ (۲) دیده می‌شود که هرسه متغیر مستقل در سطح معنادار ۹۹٪ رابطهٔ معنادار و مثبت با متغیر وابستهٔ پتنت‌های USPTO دارد.

تحلیل نتایج این آزمون، تحلیل کشش می‌باشد. در واقع هدف اصلی در این تخمین‌ها بررسی درصد تغییرات متغیر وابسته نسبت به تغییرات در هریک از متغیرهای مستقل می‌باشد. لذا مقادیر لگاریتمی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته شده است. با توجه به مقادیر منتج شده از برآورد مدل، این نتیجه به دست می‌آید که یک درصد تغییر در متغیر مستقل مخارج تحقیق و توسعه، ۰.۷۸۲۴۷۹درصد تغییر در میزان پتنت‌های سه‌گانه ایجاد می‌کند. همچنین یک درصد تغییر در مخارج آموزشی به میزان ۰.۶۱۷۳۷۵ درصد تغییر در میزان پتنت‌های سه‌گانه ایجاد می‌کند. در پایان نیز یک درصد تغییر در متغیر وابسته تعداد کاربران اینترنت نیز به میزان ۰.۱۱۳۹۴۱ درصد در میزان پتنت‌های سه‌گانه تغییر ایجاد می‌کند. برای رابطهٔ ۲ نیز به همین صورت مشاهده می‌شود که یک درصد تغییر در مخارج تحقیق و توسعه ۰.۶۵۶۵۶۹ درصد تغییر در میزان پتنت‌های USPTO به وجود می‌آورد. همین میزان تغییر در مخارج حوزهٔ آموزش، ۰.۶۶۲۱۴۹ درصد تغییر در میزان پتنت‌های USPTO ایجاد کرده؛ همچنین یک درصد تغییر در میزان تعداد کاربران اینترنت نیز ۰.۶۸۳۳۱۵ درصد تغییر در این دسته از پتنت‌ها ایجاد می‌کند. نتایج تخمین‌ها نشان دادند که رابطهٔ مثبت و معناداری میان این سه متغیر با آمار پتنت‌ها وجود دارد. این بدین معناست که کشورهایی که میزان سرمایه‌گذاریشان در حوزهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، حوزهٔ تحقیق و توسعه و حوزهٔ آموزش بیشتر است، میزان تولید دانش و نوآوری آن‌ها نیز در سطح بالاتری قرار دارد. حال به بررسی وضعیت ایران در این سه حوزه پرداخته می‌شود.

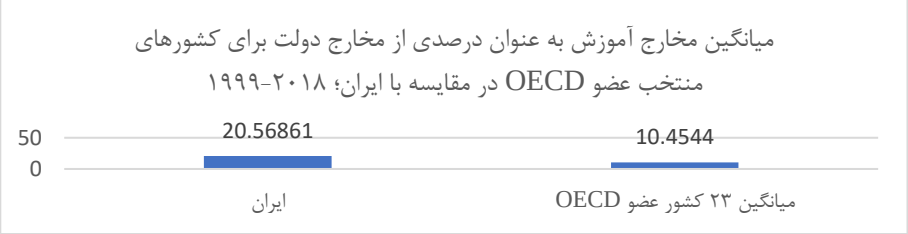
نمودارهای ۶، ۷ و ۸ به ترتیب مقایسهٔ میان میانگین مخارج ایران در حوزهٔ تحقیق و توسعه، آموزش و همچنین تعداد کاربران اینترنت به عنوان شاخصی از زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات را با میانگین داده‌های موجود برای بیست و سه کشور منتخب عضو OECD نشان می‌دهد. همان‌طور که در این

نمودارها مشاهده می‌شود در حوزۀ تعداد کاربران اینترنت و مخارج تحقیق و توسعه تفاوت چشم‌گیری میان میانگین ایران با این کشورها داده می‌شود. میانگین هزینۀ صرف شده در حوزۀ تحقیق و توسعه برای این کشورها حدود چهار برابر میانگین مخارج صرف شده در همین حوزه برای ایران می‌باشد. همچنین در حوزۀ زیرساخت ICT نیز تعداد کاربران اینترنت حدود سه برابر تعداد کاربران در ایران می‌باشد. اما برای مخارج آموزش به عنوان درصدی از مخارج دولت مشاهده می‌شود که میانگین این مخارج برای ایران بیش از میانگین بیست و سه کشور منتخب می‌باشد که برای توجیه آن نیاز به بررسی شرایط ویژه دیگری می‌باشد.



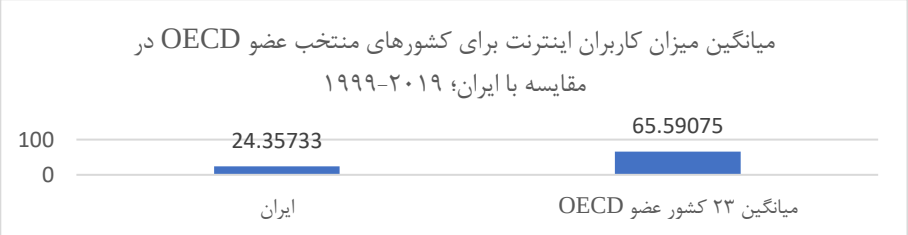
نمودار۶: میانگین مخارج تحقیق و توسعه برای کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در مقایسه با ایران؛ ۲۰۱۹-۱۹۹۹

منبع:http://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS



نمودار۷: میانگین مخارج آموزش به عنوان درصدی از مخارج دولت برای کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در مقایسه با ایران؛ ۲۰۱۸-۱۹۹۹

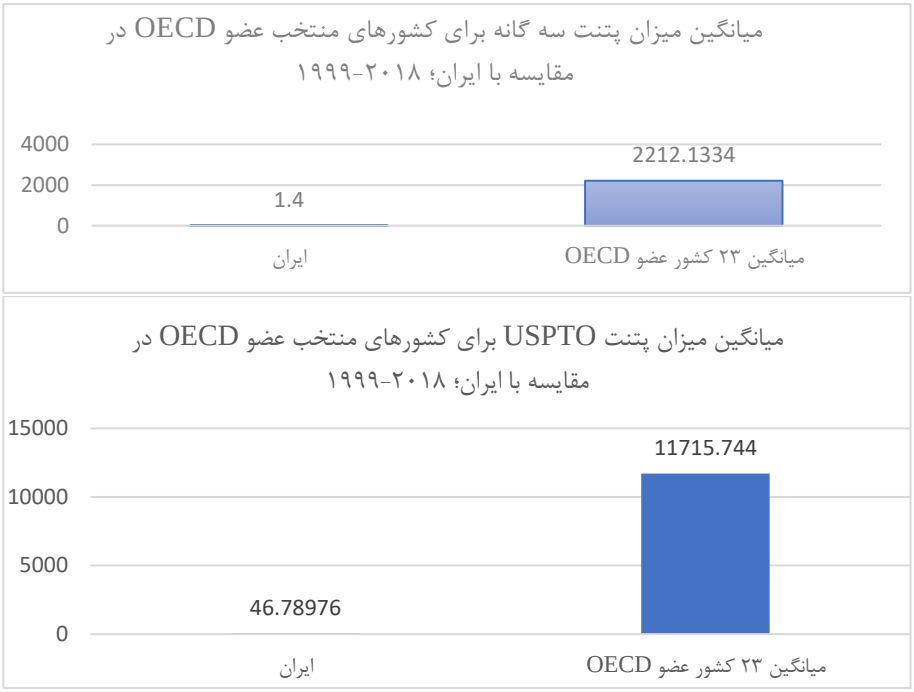
منبع:https://data.worldbank.org/indicator/SE.XPD.TOTL.GD.ZS



نمودار۸: میانگین تعداد کاربران اینترنت برای کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در مقایسه با ایران؛ ۲۰۱۹-۱۹۹۹

منبع:https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS

زمانی که این نتایج را با نتایج مربوط به میانگین میزان پتنت‌ها کنار هم گذاشته و مقایسه می‌کنیم، این مهم دریافته می‌شود که همان‌طور که نتایج برآوردها نشان دادند که این متغیرها بر میزان تولید دانش و نوآوری تأثیرگذارند، می‌توان این‌گونه نیز نتیجه‌گیری کرد که از علل توسعه نیافتگی ایران، ضعف بنیادی در تحقیق و توسعه و فرایند صحیح آموزش و عدم توجه به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد؛ چیزی که از نمودارهای مقایسه‌ای می‌توان دریافت. نمودار ۹ مقایسه میزان میانگین پتنت‌ها برای دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۹ را نشان می‌دهد.



نمودار۹: مقایسه میانگین میزان پتنت‌های سه‌گانه و USPTO
برای کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با ایران؛ ۲۰۱۸-۱۹۹۹
منبع:http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=PATS_IPC

نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی برای ایران:

- دانش در الگوی توسعهٔ دانش‌بنیان کلیدی‌ترین عامل است، لذا توجه به امر تولید، نشر و کاربرد آن در اولویت قرار دارد.
- کشور ایران با توجه به شرایط موجود، نیازمند تبیین یک چارچوب کارآمد در راستای تسهیل امر تولید و توزیع دانش می‌باشد تا بتواند سیاست‌های توسعه را به ثمر نشاند. از آن‌جا که تولید دانش فرایندی زمان‌بر و هزینه‌بر است، برای تحقق این امر لازم است عوامل تأثیرگذار و تسریع‌کننده در این فرایند را شناسایی نموده و سرمایه‌گذاری‌های لازم صورت گیرد.

- مزیت رقابتی کشورها در گرو میزان دسترسی آن‌ها به آخرین و جدیدترین دانش و نوآوری‌های روز دنیا می‌باشد. این مهم سبب می‌شود دولت‌ها نیازمند به یک برنامه‌ریزی صحیح در امر دانش و نوآوری می‌باشند. کشور ایران اگر به دنبال تصحیح مسیرهای دست‌یابی به توسعهٔ خود می‌باشد، باید تحقق این مسئله را در رأس تصمیم‌گیری‌های خود قرار دهد. در این راستا ضروری است که به امر تحقیق و توسعه توجه ویژه‌ای شود. به بیان دیگر، گسترش فرایند تحقیق و توسعه و پرداختن جدی و صحیح به مسئلهٔ آموزش نیروی کار (از سطوح ابتدایی تا آموزش عالی و سپس آموزش به صورت مستمر و مادام‌العمر در محیط کار) برای تحقق این فرایند بسیار حائز اهمیت هستند.

- در کنار توجه به امر تحقیق و توسعه و همچنین کیفیت آموزش نیروی کار، مسئلهٔ زیرساخت‌ها نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان، زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات یکی از پایه‌ای‌ترین زیرساخت‌ها به شمار می‌رود. این زیرساخت در گسترش و تسریع این فرایند، عاملی کلیدی محسوب می‌شود.

- تحلیل‌های فوق نشان دادند که مخارج تخصیص داده شده در حوزهٔ تحقیق و توسعه، آن هم به صورت هدف‌مند، و همچنین مخارج تخصیص داده شده در حوزهٔ آموزش (به عنوان درصدی از مخارج عمومی دولت) و زیرساخت‌های ICT از عوامل تأثیرگذار بر میزان پتنت‌های کل می‌باشند. این برآوردها و نمودارها حاکی از آنند که اگر یک اقتصاد خواهان بهبود وضعیت اقتصادی خود و در پی تحقق اقتصاد دانش‌بنیان است (با تولید دانش و نوآوری)؛ لازم است که به این شاخص‌ها توجه ویژه‌ای داشته باشد. لذا ضروری است تلاش‌های مستمری در جهت بهبود این زیرساخت در کشور صورت گیرد؛ زیرا سبب تسهیل و تسریع فرایند تولید دانش و نوآوری می‌شود.

- نمودارهای مقایسه‌ای میان ایران و کشورهای منتخب عضو OECD گویای تفاوت سرمایه-گذاری بسیار در حوزه‌های تحقیق و توسعه و زیرساخت‌ها می‌باشد. برطرف کردن این شکاف می‌تواند گامی اساسی در حرکت به سمت تولید دانش و نوآوری و دست‌یابی به توسعه باشد.

تارو، لستر کارل (**۱۳۸۳**). **تولید ثروت**. مترجم آزاده بیداربخت. انتشارات هرمس.

جهانگرد، اسفندیار، (**۱۳۸۵**). **اقتصاد فناوری اطلاعات و ارتباطات**. چاپ اول. تهران شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

معمارنژاد. عباس، شهنازی. روح‌الله، (**۱۳۸۴**). «**بررسی مبانی و شاخص‌های اقتصاد دانایی محور و جایگاه آن در کشورهای منتخب در مقایسه با ایران**». پژوهشنامهٔ اقتصادی. ۱۷۵-۱۴۳.

Ahmed, E. M. (2017). ICT and human capital spillover effects in achieving sustainable East Asian knowledge-based economies. *Journal of the Knowledge Economy*, *8*(3), 1086-1112.

Amirat, A., & Zaidi, M. (2020). Estimating GDP growth in Saudi Arabia under the government's vision 2030: a knowledge-based economy approach. *Journal of the Knowledge Economy*, *11*(3), 1145-1170.

Asian Development Bank, (2014). *Innovative Asia: advancing the knowledge-based economy: the next policy agenda*: Stock No RPT146801-3.

Bilbao-Osorio, B., & Rodríguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, *35*(4), 434-4 ٥٥.

Blanco, L. R., Gu, J., & Prieger, J. E. (2016). The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the US States. *Southern Economic Journal*, *82*(3), 914-934 .

Criscuolo, C., & Martin, R. (2004). An Emerging Knowledge-Based Economy in China?: Indicators from OECD Databases: OECD Publishing.

Daiko, T., Demis, H., Gkotsis, P., Squicciarini, M. and Vezzani, A. (2017), *World Corporate Top R&D Investors: Industrial Property Strategies in the Digital Economy*. A JRC and OECD Common Report. Luxembourg Publications Office of the European Union. Downloaded from: https://www.oecd.org/sti/world-toprd- investors.pdf on 30 October 2019.

Darby, M. R., Liu, Q., & Zucker, L. G. (1999). Stakes and stars: the effect of intellectual human capital on the level and variability of high-tech firms' market values: National bureau of economic research.

David, P. A., & Foray, D. (1995). Accessing and expanding the science and technology knowledge base.

Desmet, D., Francis, T., Hu, A., Koller, T. M., & Riedel, G. A. (2000). Valuing dot-coms. *The McKinsey Quarterly*, 148 .

Gawalt, J. R. (2010). *Science and Engineering Indicators*: DIANE Publishing Company.

González, X., Miles, D., & Pazó, C. (2015). R&D, Worker Training, and Innovation: Firm-level evidence. *Available at SSRN 2689520* .

Gurmu, S., & Pérez-Sebastián, F. (2008). Patents, R&D and lag effects: evidence from flexible methods for count panel data on manufacturing firms. *Empirical Economics*, *35*(3), 507-526 .

Hall, B. H. (1999). Innovation and market value: National bureau of economic research.

Houghton, J., & Sheehan, P. (2000). A primer on the knowledge economy .

Kumar, K. B., & Welsum, D. v .(٢٠١٣) .Knowledge-based economies and basing economies on knowledge: skills a missing link in GCC countries .

Lundvall, B.-A., & Borrás, S. (2005). Science, technology and innovation policy. *The Oxford handbook of innovation*, 599-631 .

Majeed, M. T., & Ayub, T. (2018). Information and communication technology (ICT) and economic growth nexus: A comparative global analysis. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, *12*(2), 443-476.

Nair, M., Pradhan, R. P., & Arvin, M. B. (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, *62*, 101315.

OECD. (1996). The Knowledge-based Economy. *OECD / STI Outlook, Paris* .

OECD. (1999a). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 1999 .

OECD (2000). *New Economy, A?: The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth*: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Roberts, J. (2009). The global knowledge economy in question. *Critical perspectives on international business*, *5*(4), 285-303 .

Sen ,A. (1999). *Beyond the crisis : development strategies in Asia / Amartya Sen*. Singapore: Institute of Southeast Asian Studies.

Soete, L. (1997). Macroeconomic and Structural Policy in the Knowledge-Based Economy; National Policy Challenges. *OECD Proceedings Industrial Competitiveness in the Knowledge-Based Economy; The New Role of Governments (Paris: OECD, 1997)* .

Stiglitz, J. (1999). *The Economics of the Knowledge-Driven Economy.* Paper presented at the CEPR/DTI Conference, London.

Sylwester, K. (2001). R&D and economic growth. *Knowledge, Technology & Policy, 13*(4), 71-84 .

Trewin, D. (2002). *Measuring a Knowledge-based Economy and Society: An Australian Framework, 2002*: Australian Bureau of Statistics.

Ulku, H. (2004). *R&D, innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis*: International Monetary Fund.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), (2017). Global Investments in R&D. UNESCO Institue for Statistics. Fact Sheet No. 42 .

Vatamanescu, E.M., Nistoreanu, B.G., & Mitan, A. (2017). "Competition and consumer behavior in the context of the digital economy". Amfiteatru Economic, Vol. 19, No. 45, pp. 354-366.

Yanyun, Z., & Mingqian, Z. (2004). *R&D and Economic Growth.* Paper presented at the Seoul Conference on Korea and the world economy III, Seoul, Korea.

Yeo, Y., & Lee, J. D. (2020). Revitalizing the race between technology and education: Investigating the growth strategy for the knowledge-based economy based on a CGE analysis. *Technology in Society*, *62*, 101295.