

تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر پیچیدگی اقتصادی در گروه کشورهای با درآمد بالا (رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته)

اشکان رحیم‌زاده^{۱*}، کریم حنفی‌نیری^۲

۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، زنجان، ایران.

۲. دکترای جامعه‌شناسی اقتصادی و توسعه، مدرس دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

اطلاعات مقاله چکیده

فناوری اطلاعات و ارتباطات با غلبه بر مرزهای جغرافیایی و افزایش جریان اطلاعات بر تنوع تولیدات و پیچیدگی اقتصادی اثرگذار است. هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر مؤلفه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات بر پیچیدگی اقتصادی در گروه منتخب از کشورهای با درآمد بالا می‌باشد. روش پژوهش از حیث هدف کاربردی و از نظر جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات توصیفی از نوع علی می‌باشد. گروه منتخب از کشورهای با درآمد بالا ۱۴ کشور سوئیس، ایرلند، سوئد، بلژیک، هلند، دانمارک، کانادا، نروژ، استرالیا، آمریکا، فرانسه، ژاپن، قطر و سنگاپور می‌باشد. برآورد مدل به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و بازه زمانی مورد مطالعه در این پژوهش ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ با استفاده از نرم‌افزار EViews ۹ می‌باشد. اطلاعات متغیرهای پژوهش، اطلاعات بانک جهانی و وبسایت دانشگاه MIT می‌باشد. باتوجه به برآورد صورت گرفته به روش GMM، کاربران اینترنت و صادرات فناوری پیشرفته تأثیر معنی‌داری بر پیچیدگی اقتصادی ایجاد می‌نماید، به طوری که با افزایش یک درصدی کاربران اینترنت و صادرات فناوری پیشرفته، پیچیدگی اقتصادی به ترتیب به میزان ۰/۰۰۶۳ و ۰/۰۲۸۴ درصد افزایش می‌یابد. در این برآورد کالاهای ICT تأثیر معنی‌داری بر پیچیدگی اقتصادی ایجاد نکرده است. پیچیدگی اقتصادی تحت تأثیر با وقفه خود بوده به طوری که با افزایش یک درصدی پیچیدگی اقتصادی با یک وقفه، موجب کاهش ۰/۱۷۶ درصد پیچیدگی اقتصادی می‌گردد. تأثیرگذاری مثبت اینترنت نشان از قابلیت جمع‌پذیری مهارت‌ها و قابلیت‌ها در فرایند تولید کشورهای منتخب و به تبع آن بهبود پیچیدگی اقتصادی آن‌ها دارد. همچنین صادرات فناوری پیشرفته که در بطن خود صادرات با فناوری بالا و محصولاتی با شدت تحقیق و توسعه بالا، مانند هوافضا، رایانه، داروسازی، ابزارهای علمی و ماشین‌آلات الکترونیکی را شامل می‌گردد، از طریق ارتباط متقابل صادرکنندگان با خریداران خارجی، دریافت روش‌های جدید در فرایند تولید و ایده‌های نو برای تولیدات سرمایه‌ای و واسطه‌ای در پیچیدگی اقتصادی تبلور می‌یابد.

دوره ۵۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲
صفحه ۱-۱۳
مقاله پژوهشی

کلید واژه‌ها: کاربران اینترنت، صادرات فناوری پیشرفته، واردات کالاهای ICT.

مقدمه

امروزه دانش علاوه بر سرمایه و نیروی کار و منابع طبیعی، به‌عنوان عامل مهم منابع اقتصادی تولید به شمار می‌رود و سرمایه‌گذاری در آن پتانسیل تولید بیشتر توسط عوامل دیگر از طریق مکانیسم تبدیلی به محصولات جدید را به‌نوعی افزایش می‌دهد (آشنا و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۴۰). اقتصاد دانش‌بنیان از استراتژی‌های مهم در ایجاد رشد اقتصادی بلندمدت بوده و نمی‌توان صرفاً به اقتصاد مبتنی بر صنعت تاکید نمود (شقاقی شهری و علیزاده، ۱۳۹۵: ۳۴). در بیشتر کشورهای جهان، کشورها برای دستیابی به رشد اقتصادی پایدار به تدریج اقتصاد خود را از اقتصاد کشاورزی مبتنی بر تولید با آلودگی به سمت اقتصاد دانش‌محور تغییر داده‌اند (Mealy & Teytelboym, 2020:2). از شاخص‌های سنجش دانش مورد استفاده شده در تولید محصولات یک کشور می‌توان به شاخص پیچیدگی اقتصادی اشاره نمود (پژم و سلیمی فر، ۱۳۹۴: ۱۶). پیچیدگی اقتصادی با مورد استفاده قرار دادن دانش و فناوری‌های پیشرفته در بطن تولیدات، محصولات متنوع‌تری ایجاد نموده و از این طریق موجبات رشد و توسعه اقتصادی را فراهم می‌نماید (مومنی و زبیری، ۱۴۰۱: ۲۲۵). افزایش قابلیت‌های مولد و ایجاد تولیدات با پیچیدگی و دانش بیشتر جزو نیازهای ضروری کشور در مسیر رشد و توسعه اقتصادی است (احمدیان دیوکتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۷۱). در این شاخص که توسط هیدالگو و هاسمن (۲۰۰۹) به هدف اندازه‌گیری دانش، مهارت، تنوع و فراگیر بودن محصول با استفاده از اطلاعات تجارت خارجی کشورها معرفی و طراحی گردید، کشورها براساس تجمیع دانش و ظرفیت‌های تکنولوژیکی رتبه‌بندی می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر این شاخص در بطن خود ظرفیت‌ها، دانش فنی، فناوری، سرمایه انسانی و دانش لازم برای تولید را دارا بوده و تفاوت بسیاری از درآمد کشورها ریشه در فناوری بالاتر نهفته در محصولات آن‌ها می‌باشد که در این زمینه می‌توان به سنگاپور اشاره نمود که در قیاس با پاکستان با وجود محصولات مشابه در بخش صادرات از پیچیدگی اقتصادی و درآمد بالاتری برخوردار است (خاکی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۰۲). میزان دانش و فناوری کشورها ارتباط مثبتی با کالاهای تولیدی دارد. هر کالای تولیدی در بطن خود از دانش برخوردار بوده و تنوع کالاهای تولیدی در یک کشور بیانگر بیشتر بودن دانش آن کشور است و در این راستا نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بسیار حائز اهمیت است؛ بنابراین در معرفی اقتصادهای پیچیده می‌توان ادعان نمود که آن کشورهایی جزو اقتصادهای پیچیده محسوب می‌شوند که می‌توانند در چارچوب سیستم‌های شبکه‌ای بزرگ اطلاعات و ارتباطات، مقدار وسیعی از دانش مرتبط را گردآوری نموده که نتیجه آن ایجاد کالاهای دانش‌بر باشد. در مقابل اقتصادهای ساده، پشتوانه ضعیف یا ناقصی از دانش مولد که به‌نوعی دلالت بر وجود شبکه‌ای کوچک از اطلاعات و ارتباطات دارد، در بطن خود دارا می‌باشند (Hidalgo & Hausmann, 2009:10570). در ساختن این شاخص دو معیار تنوع و همه‌جایی بودن مدنظر قرار گرفته که در معیار نخست تفاوت تعداد کالاها در کشور و در معیار بعدی شمار کشورهای تولیدکننده یک ستانده مینا می‌باشد. کالاهای پیچیده کمتر به همه‌جا اختصاص داشته (متمايز) و پیچیدگی یک کشور را می‌توان دلالت بر تنوع و مورد استفاده قرار گرفتن در بسیاری از کشورهای دیگر استنباط نمود (چشمی و ملک الساداتی، ۱۳۹۲: ۸). بر این اساس پرداختن به موضوع عوامل تاثیرگذار بر پیچیدگی اقتصادی در گروهی از کشورهای منتخب با درآمد بالا، بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش از زاویه و بعد فنی که در بطن خود حاوی اطلاعات منتج از تحقیقات مختلف بوده به این مساله نگرین شده و به بیانی دیگر نقش عوامل فنی حاوی اطلاعات بر پیچیدگی اقتصادی برای کشورهای منتخب با درآمد بالا مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله این عوامل، برخی مولفه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده که برای تجزیه و تحلیل تاثیر آماری بر شاخص پیچیدگی اقتصادی در گروه کشورهای منتخب انتخاب نموده‌ایم. به نظر می‌رسد این عوامل با توجه به

۱. متوسط GNI سرانه (به قیمت ثابت ۲۰۱۵) کشورهای با درآمد بالا در سال ۲۰۲۱ برابر ۴۳۱۱۷/۵۷۲ دلار می‌باشد.

مکانیسم‌هایی که بدان در قسمت بعد پرداخته می‌شود، بر میزان پیچیدگی اقتصادی تاثیرگذار باشند. در این مقاله نخست به ادبیات نظری و تجربی مرتبط به این موضوع می‌پردازیم. سپس با مطرح نمودن روش پژوهش، ابزار گردآوری داده‌ها و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها با آمار استنباطی در جهت مشخص گشتن تایید یا عدم تایید فرضیه‌های پژوهش مبنی بر تاثیرگذاری متغیرهای مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات بر پیچیدگی اقتصادی در گروه کشورهای با درآمد بالا هستیم.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

با ظهور فناوری جدید، حرکت از اقتصاد کشاورزی و صنعتی به سمت اقتصاد دانش صورت گرفته و می‌توان دانش و فناوری اطلاعات را مکمل سرمایه و به‌عنوان عاملی مهم در جهت پیچیدگی اقتصاد در نظر گرفت. در اقتصاد دانش‌بنیان که نتیجه آن در پیچیدگی اقتصادی خود را بروز می‌دهد، عامل محرک در اقتصاد، کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات است. مطابق گزارش ۱۹۹۷ کمیسیون علوم و فناوری ملل متحد برای توسعه، ادغام موفقیت‌آمیز فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه پایدار کشورهای در حال توسعه به‌منظور مشارکت در اقتصاد دانش، مستلزم مداخله جمعی و استراتژیک می‌باشد. مطابق گزارش چن و داهلمان^۱ اقتصاد دانش‌بنیان مستلزم آن است که یک زیرساخت اطلاعاتی وجود داشته باشد که بتواند ارتباط موثر و پردازش اطلاعات را تسهیل نموده و سیستم‌های نوآوری که بتوانند به دانش روزافزون جهانی نفوذ کنند، آن را با نیازهای محلی تطبیق داده و به محصولی با ارزش بازار تبدیل کنند. همچنین نیاز به چارچوب اقتصادی و نهادی در جهت ایجاد، انتشار و استفاده موثر از دانش و جمعیت تحصیل کرده و ماهر در این راستا ضروری است (ذبیحی و همکاران، ۱۴۰۰: ۳). فناوری اطلاعات و ارتباطات از طرق مختلفی بر تولید و بهره‌وری اثرگذار است. تولید کالاها و خدمات فناوری ارتباطات و اطلاعات بخشی از ارزش افزوده اقتصاد هستند. همچنین به‌کارگیری سرمایه فناوری ارتباطات و اطلاعات به‌عنوان نهاده در تولید کالاها و خدمات باعث ایجاد رشد اقتصادی می‌شود. کانال دیگر آن است که فناوری ارتباطات و اطلاعات موجب افزایش رشد اقتصادی از طریق کمک بخش‌های فناوری ارتباطات و اطلاعات به تغییر فناوری می‌گردد. اگر رشد سریع تولید فناوری ارتباطات و اطلاعات براساس منافع کارایی و بهره‌وری در این فعالیت‌ها باشد، باعث افزایش رشد بهره‌وری در سطح کلان اقتصادی نیز خواهد شد (عصاری‌آرانی و آقایی، ۱۳۸۷: ۶۴). نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان داده که نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی و بهره‌وری تاثیر مثبت و معناداری دارد (آقایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۰). فناوری اطلاعات و ارتباطات علاوه بر تاثیری که بدان پرداخته شد، با داشتن ویژگی‌های دانش، ایجاد آثار سرریز به‌طور غیرمستقیم در تولیدات صورت گرفته و موجبات پیچیدگی اقتصادی فراهم می‌گردد. این فناوری مزایایی نظیر کاهش هزینه‌ها، غلبه بر مرزهای جغرافیایی، افزایش جریان اطلاعات، اطمینان بخشی در معاملات به دلیل دستیابی سریع به اطلاعات و افزایش رقابت‌پذیری را دارا است (Oliner and Sichel, 2003:15) و از این‌رو در سال‌های اخیر به‌عنوان ابزاری برای بهبود و رشد اقتصادی و توسعه پایدار معرفی شده است (شاه آبادی و حسینی، ۱۳۹۷: ۱۳۲). در عصر الکترونیک، دسترسی به اطلاعات موجود در شبکه‌های ارتباطی اهمیتی برابر با مبادله مالکیت در عرصه بازار دارد. در چنین اقتصاد شبکه‌ای سود در ایجاد فروش‌های کوچک و خرد به تعداد انبوه بوده و ظاهر شدن اقتصاد نوین با مشخصه پیچیدگی اقتصادی تحت تاثیر این مساله می‌باشد. در این اقتصاد فعالیت‌های اقتصادی نیز در شکل کالاهای ملموس به‌سوی کالاهای ناملموس نظیر دانش و اطلاعات هدایت شده که البته این نوع کالاها قابل تجارت و قابل مصرف محسوب می‌شوند. به عبارتی، فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در طرح جدید شکل‌های سازمانی مثرتر باشد. بانک جهانی این فناوری را ترکیب سخت‌افزار، نرم‌افزار، شبکه و رسانه‌ها به‌منظور دسته‌بندی، ذخیره، پردازش، ارسال و

۱. Chen and Dahlman

ارائه اطلاعات در اشکال صدا، دیتا، متن و تصاویر از طریق تلفن، فناوری رادیو، تلویزیون و اینترنت تعریف نموده است. روند استفاده از تلفن‌های ثابت در سایر کشورها از سال‌های گذشته کاهش داشته که این مساله را می‌توان به افزایش نفوذ ارتباط از طریق تلفن‌های همراه و اینترنت می‌توان مرتبط نمود. مطابق اطلاعات بانک جهانی متوسط کاربران اینترنت^۱ در گروه کشورهای با درآمد بالا به صورت درصدی از کل جمعیت طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ از رقم ۰/۲۵۲ درصد به ۹۰/۱۰۲ درصد افزایش یافته است. متوسط صادرات فناوری پیشرفته به صورت درصدی از صادرات تولیدی طی سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۲۱ به ترتیب ۲۰/۱۶ و ۱۹/۴۴ درصد می‌باشد. متوسط واردات کالاهای فناوری به صورت درصدی از واردات کل در این گروه کشورها، طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ به ترتیب برابر ۱۵/۸۵ و ۱۳/۵۸ درصد می‌باشد. با این اوصاف در این پژوهش متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای تجزیه و تحلیل روابط آماری با شاخص پیچیدگی اقتصادی که طریقه اندازه‌گیری آن در قسمت‌های بعد مطرح می‌شود را انتخاب نموده‌ایم. باتوجه به مباحث و نظرات مختلف که بدان اشاره گردید، درصدد پاسخگویی به این سوال‌های اصلی هستیم که با استفاده از رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته، متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات چه تاثیری بر پیچیدگی اقتصادی در گروه منتخب کشورهای با درآمد بالا دارا می‌باشند.

در زمینه مطالعات صورت گرفته داخلی و خارجی مرتبط با عنوان پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: «ذبیحی و همکاران» (۱۴۰۰) به بررسی ارتباط فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد و شاخص توسعه انسانی پرداخته‌اند. جامعه آماری کشورهای حوزه منا و بازه زمانی مورد بررسی ۲۰۱۲-۲۰۲۲ بوده است. نتایج برآورد به روش رگرسیون به ظاهر نامرتب دلالیت بر آن دارد که فناوری اطلاعات و ارتباطات، باز بودن تجاری و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بر رشد اقتصادی و شاخص توسعه انسانی تاثیر مستقیم ایجاد نموده‌اند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی تأثیر معنی‌داری ایجاد نموده است.

«شاه آبادی و حسینی» (۱۳۹۷) به بررسی مولفه‌های اقتصاد دانش بر پیچیدگی اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج با استفاده از روش خودرگرسیون برداری طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۵۴ نشان می‌دهد مولفه‌های اقتصاد دانش بر پیچیدگی اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌داری ایجاد می‌نماید.

«آل عمران و آل عمران» (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای عضو گروه D8 پرداخته‌اند. در این پژوهش روش اقتصادسنجی به کاررفته پنل دیتا، دامنه زمانی پژوهش سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ و قلمرو مکانی آن کشورهای عضو گروه D8 است. طبق یافته‌های پژوهش، اثرگذاری ضرایب متغیرها منطبق با مبانی نظری بوده و از نظر آماری نیز معنادار است. فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی این کشورها دارد.

«موسیر و لیادین» (۲۰۲۲) به تحلیل نقش کارایی فنی بر فرایند پیچیدگی اقتصادی در کشورهای درحال توسعه پرداخته و برای این کار از دو تکنیک مکمل استفاده نمودند. اولین تکنیک به آن‌ها امکان داد که نمره کارایی برای پانلی متشکل از ۸۱ کشور توسعه‌یافته و درحال توسعه طی یک دوره زمانی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را محاسبه کنند. نتایج به دست آمده با روش DEA نشان می‌دهد که کشورهای درحال توسعه تنها ۱۶ درصد از مقدار خروجی‌هایی که می‌توانستند از منابع خود تولید کنند را تولید نموده، درحالی که کشورهای با درآمد بالا ۵۱ درصد تولید کردند.

«آپیناه- اتو و سونگ» (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روی رشد اقتصادی در مقایسه‌ای بین کشورهای ثروتمند و فقیر پرداخته‌اند. این پژوهش در اندیشه پاسخ به این سوال شکل گرفته که کدام کشورهای ثروتمند یا کشورهای با درآمد متوسط و کم درآمد، تمایل دارند از

۱. افرادی هستند که در ۳ ماه گذشته (از هر مکانی) از اینترنت استفاده کرده اند.

۲. MOUSSIR & LIOUAEDDINE

۳. Appiah-Otoo and Song

انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات سود بیشتری کسب کنند؟ با به‌کارگیری پانلی از ۱۲۳ کشور متشکل از ۴۵ کشور با درآمد بالا، ۵۸ کشور با درآمد متوسط و ۲۰ کشور کم‌درآمد از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ و با ایجاد شاخص ICT از تلفن همراه، اینترنت و باند پهن ثابت، متوجه می‌شویم که به‌طور کلی ICT رشد اقتصادی را در هر دو کشور افزایش می‌دهد. با این حال، کشورهای فقیر تمایل دارند که از انقلاب ICT سود بیشتری کسب کنند.

«فرناندز - پورتیلو و همکاران^۱» (۲۰۲۰) به تاثیر توسعه ICT بر رشد اقتصادی به مطالعه کشورهای عضو OECD در اتحادیه اروپا پرداخته‌اند. برای پرداختن به این مطالعه، از حداقل مربعات جزئی در بازه سالیانه ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ استفاده شده است. با استفاده از پایگاه داده‌ای شاخص اقتصاد و جامعه دیجیتال و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه که امکان تجزیه و تحلیل آن کشورهای جامعه اقتصادی اروپا را فراهم ساخته است. بر اساس نتایج تجربی و اعمال تکنیک SEM-PLS، این مطالعه نشان می‌دهد که پیشرفت در استقرار و استفاده از ICT باعث رشد اقتصادی کشورهایی می‌شود که در چارچوب اقتصادهای پیشرفته اروپا قرار دارند.

روش پژوهش

روش پژوهش از حیث هدف کاربردی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات توصیفی از نوع علی (پس رویدادی) می‌باشد زیرا از طریق این پژوهش درصد شناسایی عوامل اثرگذار بر پیچیدگی اقتصادی در کشورهای با درآمد بالا هستیم. ۱۴ کشور در نظر گرفته شده در این پژوهش عبارت از: سوئیس، ایرلند، بلژیک، هلند، دانمارک، کانادا، نروژ، قطر، استرالیا، آمریکا، فرانسه، ژاپن، سنگاپور و سوئد می‌باشد. ملاک انتخاب این ۱۴ کشور، معیار درآمد بالا بوده است. به عبارتی باتوجه به اینکه این گروه کشورها در تقسیم‌بندی بانک جهانی از حیث درآمدی جزو کشورهای با درآمد بالا قرار می‌گیرند، آن‌ها را انتخاب نموده زیرا با انتخاب کشورهای موردنظر درصد بررسی این موضوع هستیم که پیچیدگی اقتصادی آن‌ها که طبعاً به‌نوبه خود می‌تواند یکی از تاثیرات آن در بالا بودن درآمد کشور باشد، تحت تاثیر چه عواملی می‌باشد. روش برآورد مدل پژوهش، روش گشتاورهای تعمیم‌یافته یا GMM^۲ با استفاده از نرم‌افزار EViews9 می‌باشد. بازه زمانی مورد مطالعه این پژوهش ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ می‌باشد. اطلاعات متغیرهای مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات از آخرین اطلاعات بانک جهانی استخراج شده است. اطلاعات پیچیدگی اقتصادی نیز که طریقه اندازه‌گیری آن به روش ریاضی گفته شد، در وبسایت دانشگاه ام‌آی‌تی^۳ می‌توان مشاهده نمود. طی سال‌های موردنظر میانگین متغیرهای کاربران اینترنت به‌صورت درصدی از جمعیت ۷۸۸/۸۷، صادرات فناوری پیشرفته به‌صورت درصدی از صادرات تولیدی ۶۷۴/۹، واردات کالاهای ICT به‌صورت درصدی از واردات کل کالاها ۱۲۷/۲۲ و پیچیدگی اقتصادی ۱۵۱/۱ برای کشورهای منتخب پژوهش که بدان اشاره گشت، می‌باشد.

متغیرهای مدل تحقیق

باتوجه به اینکه مدل رشد «سولو» نسبت به پاسخ برخی سوال‌ها درباره اختلاف رشد سرانه زیاد کشورها ناتوان بود و نارضایتی‌هایی در ارتباط با آن مدل در دهه ۱۹۸۰ به وجود آمد، اقتصاددانان متوجه شدند که تکنولوژی تفسیر اقتصادی داشته و پیشرفت آن هدیه‌ای آسمانی نبوده و منتج از پژوهش‌ها و تلاش مبتنی بر سود و منفعت بشر بوده که البته محدودیت‌ها و انگیزه‌های سیاسی نیز در این راستا بی‌تاثیر نخواهد بود. از این‌رو طرح مدل‌های ریاضی با لحاظ ویژگی درون‌زایی تکنولوژی صورت پذیرفت که توأم با تلاش بسیاری بود.

۱. Fernández-Portillo et al

۲. Generalized Method of Moments (GMM)

۳. <http://atlas.media.Mit.edu/> & <http://atlas.cid.harvard.edu/>

موضوع اصلی در این پیگیری و تلاش‌ها چگونگی مورد بحث قرار دادن بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس در چارچوب تعادل عمومی پویا می‌باشد. از جمله افرادی که بر مدل‌های رشد درون‌زا تلاش نموده‌اند می‌توان به نوردهاس^۱ (۱۹۶۱)، شل^۲ (۱۹۷۳)، ارو (۱۹۶۲) و منکیو^۳ (۱۹۹۵) اشاره نمود. در مدل‌های رشد مطرح‌شده توسط نوردهاس و شل، با فرض انگیزه رانت انحصاری پژوهش، بیان می‌دارند که انتخاب عقلانی فعال اقتصادی تغییر تکنولوژی را رقم می‌زند. در بیان او تولید کالاهای سرمایه‌ای جدید، منجر به رشد تکنولوژی خواهد شد. منکیو نیز با در نظر گرفتن سرمایه در مفهومی گسترده که سرمایه انسانی و فیزیکی را در بر می‌گیرد، به تفسیر تفاوت رشد میان کشورها می‌پردازد. کلیه چنین تلاش‌هایی بستر لازم در جهت معرفی مدل‌های رشد درون‌زا را ایجاد نمود (رحیم زاده، ۱۳۹۰: ۱۳۱). به تبعیت از این موضوع، در مدل پژوهش کاربران اینترنت، صادرات فناوری پیشرفته و واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات را به‌عنوان متغیرهای مستقل و پیچیدگی اقتصادی را به‌عنوان متغیر وابسته در نظر می‌گیریم. به عبارتی در مدل انتخابی به‌نوعی با وارد نمودن صادرات فناوری پیشرفته که در بطن خود دلالت بر شدت پژوهش و توسعه داشته، به‌نوعی دانش را در مدل وارد نموده‌ایم. نوآوری یا پیشرفت تکنولوژیکی حاصل تلاش و پژوهش‌های صورت گرفته در کشور می‌باشد که می‌تواند خود را در صادرات فناوری پیشرفته کشور متبلور نماید. وارد نمودن این مساله از طریق لحاظ متغیر مذکور حاصل شده و به عبارتی در مدل نمودن و ایجاد مدل درون‌زا با متغیر وابسته پیچیدگی اقتصادی نقش موثری ایفا می‌نماید. علاوه بر مطلب مطرح گشته نیروی کار با توجه به دسترسی به اینترنت دیگر نیروی کار ساده نبوده و می‌تواند با توجه به ارتباط اطلاعاتی، هر لحظه اطلاعات خود را بیشتر نموده و به عبارتی گویی تحت آموزش قرار گیرد.

چنین دسترسی اطلاعاتی که بدان اشاره گشت، نیروی کار را به سرمایه انسانی مبدل نموده که به‌نوبه خود می‌تواند در ایجاد مدل درون‌زا نقش مهمی ایفا نماید. مطابق تعریف بانک جهانی در رابطه با مؤلفه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، کاربران اینترنت افرادی هستند که در ۳ ماه گذشته (از هر مکانی) از اینترنت استفاده کرده‌اند. اینترنت را می‌توان از طریق کامپیوتر، تلفن همراه، دستیار دیجیتال شخصی، ماشین بازی، تلویزیون دیجیتال و غیره استفاده کرد. واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات که به‌صورت درصدی از کل واردات کالاها بوده، شامل رایانه و تجهیزات جانبی، تجهیزات ارتباطی، تجهیزات الکترونیکی مصرفی، قطعات الکترونیکی و سایر کالاهای اطلاعاتی و فناوری (متفرقه) است. صادرات فناوری پیشرفته که به‌صورت درصدی از صادرات تولیدی بوده، صادرات با فناوری بالا محصولاتی با شدت تحقیق و توسعه بالا، مانند هوافضا، رایانه، داروسازی، ابزارهای علمی و ماشین‌آلات الکتریکی می‌باشد.

اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی

شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌بایست به طریق ریاضی اندازه‌گیری شده تا به‌واسطه آن اختلاف بین کشورها مشخص گردد و بتوان آن‌ها را با یکدیگر مقایسه نمود. ماتریس همانی $M_{c,p}$ کشور c و کشور o را در نظر می‌گیریم که به ترتیب یکی P و دیگری کالاهای دیگر را تولید می‌نمایند. تنوع و همه‌گیر بودن محصولات را می‌توان با مجموع ردیف و ستون‌های ماتریس مذکور به دست آورد. خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \text{Diversity} &= k_{c,o} = \sum_p M_{c,p} \\ \text{Ubiquity} &= k_{p,o} = \sum_c M_{c,p} \end{aligned} \quad (1)$$

در اینجا متوسط تنوع کشورها از حیث تولید کالاها و متوسط همه‌گیری کالاهای دیگر را با استفاده از روابط ریاضی زیر مورد محاسبه قرار می‌دهیم:

۱. Nordhaus

۲. Shell

۳. Mankiw

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,o}} \sum_p M_{c,o} \cdot k_{p,N-1} \quad (۲)$$

$$k_{p,N} = \frac{1}{k_{p,o}} \sum_c M_{c,p} \cdot k_{c,N-1} \quad (۳)$$

با جایگذاری (۴) در (۳) داریم:

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,o}} \sum_p M_{c,o} \frac{1}{k_{p,o}} \sum_{c'} M_{c',p} \cdot k_{c',N-2} \quad (۴)$$

$$k_{c,N} = \sum_{c'} k_{c',N-2} \sum_p \frac{M_{c,p} M_{c',p}}{k_{c,o} k_{p,o}} \quad (۵)$$

اگر $\bar{M}_{cc'}$ نامگذاری کنیم، داریم:

$$k_{c,N} = \sum_{c'} \bar{M}_{cc'} k_{c',N-2} \quad (۶)$$

این رابطه با وجود $k_{c,N} = k_{c,N-2} = 1$ صادق می‌باشد. بردار ویژه $\bar{M}_{cc'}$ مرتبط با بزرگ‌ترین مقدار ویژه مرتبط برداری از اعداد یک بوده که دربرگیرنده اطلاعات مهمی نیست؛ از این رو بردار ویژه مربوط به دومین مقدار ویژه بزرگ جایگزین آن می‌گردد. برداری که بیشترین مقدار واریانس را انعکاس نموده و شاخصی مناسب در جهت سنجش پیچیدگی اقتصادی بشمار می‌رود. پیچیدگی اقتصادی به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$ECI = \frac{\bar{K} - \langle \bar{K} \rangle}{se(K)} \quad (۷)$$

در رابطه اخیر $\langle \rangle$ معرف میانگین، se نشان‌دهنده انحراف معیار و \bar{K} بردار ویژه است. به طور مشابه می‌توان با جابجایی نماد c (که معرف کشور است) با نماد p (که معرف کالا است) در روابط بالا PCI را به شکل زیر به دست آورد:

$$PCI = \frac{\bar{Q} - \langle \bar{Q} \rangle}{se(Q)} \quad (۸)$$

در این رابطه \bar{Q} بردار ویژه است (هاسمن و همکاران، ۲۰۱۴). با کاربردی نمودن دانش و فناوری در فرایند تولیدات امکان و ظرفیت استفاده از ظرفیت‌های استفاده‌نشده فراهم شده و تنوع در محصولات تولیدی و پیچیدگی اقتصادی پدیدار می‌گردد (شاه-آبادی و ارغند، ۱۳۹۷: ۹۷-۹۵).

یافته‌ها و بحث

بررسی آمار توصیفی متغیرهای کمی

تعیین مشخصات خلاصه‌شده داده‌ها و محاسبه شاخص‌های توصیفی در مورد متغیرهای تحقیق در مورد کشورهای منتخب با درآمد بالا در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ مطابق جدول زیر می‌باشد. با توجه به مقدار آماره جارک برا و مقدار $prob$ متغیرها می‌توان اذعان نمود که آن‌ها از توزیع نرمال برخوردار نمی‌باشند. بیشترین درصد کاربران به ترتیب مربوط به برای کشورهای نروژ و دانمارک و کمترین مربوط به قطر است. در مورد پیچیدگی اقتصادی بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به برای کشورهای ژاپن و قطر است. بیشترین و کمترین درصد واردات کالاهای ICT به کل واردات کالاها به ترتیب مربوط به برای کشورهای سنگاپور و قطر است. بیشترین و کمترین صادرات، صادرات فناوری پیشرفته به صورت درصدی از صادرات تولیدی به ترتیب مربوط به برای کشورهای سنگاپور و قطر است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

نام متغیرها	تعداد	میانگین	میانۀ	انحراف معیار	کوچک‌ترین داده	بزرگ‌ترین داده	جولگی	کشیدگی	جارك برا احتمال
درصد کاربران	۱۶۸	۸۷/۷۸۸	۸۹/۶۵۰	۷/۵۲۶	۶۹	۱۰۰	-۰/۷۲۴	۲/۸۳۲	۱۴/۹۱۲
واردات ICT	۱۶۸	۹/۶۷۴	۸/۰۷۷	۵/۸۲۲	۰/۰۰۰۹۰	۳۲/۸۷۶	۱/۸۹۲	۷/۱۴۲	۲۲۰/۴۰۰
پيچیدگی اقتصادی	۱۶۸	۱/۱۵۱	۱/۳۰۰	۰/۸۴۳	-۱/۰۸۰	۲/۵۵۰	-۰/۶۹۵	۲/۸۷۱	۱۳/۶۷۴
صادرات فناوری پیشرفته	۱۶۸	۲۲/۱۲۷	۱۸/۶۰۱	۱۲/۲۵۲	۰/۰۰۱۱	۵۵/۲۵۷	۱/۳۴۷	۴/۶۱۴	۶۸/۶۵۸

منبع: برگرفته از نتایج پژوهش

بررسی مانایی

به‌منظور برآورد مدل رگرسیونی پژوهش و برای اجتناب از برآورد رگرسیون کاذب^۱ بایستی پایایی متغیرهای پژوهش موردبررسی قرار گیرد؛ زیرا اگر متغیرها پایا نباشند ممکن است یک رگرسیون کاذب حاصل شود؛ بنابراین در ابتدا باید به بررسی پایایی متغیرهای الگو پرداخته شود. اگر تمامی متغیرها پایا باشند، بدون نگرانی از ایجاد رگرسیون کاذب، مدل تخمین زده می‌شود، اما اگر یک یا چند متغیر پایا نباشند نمی‌توان اطمینان داشت که رگرسیون تخمینی کاذب نیست. در این شرایط باید همجمعی متغیرها موردبررسی قرار گیرد. طبق مفهوم همجمعی، اگر میان دو یا چند متغیر براساس مبنای نظری با یکدیگر ارتباط برقرار شود تا یک رابطه تعادلی بلندمدت را شکل دهند، اگرچه احتمال دارد این متغیرها روندی تصادفی داشته باشند یا به بیانی دیگر ناپایا باشند، ولیکن یکدیگر را در طی زمان به شکلی مناسب دنبال می‌کنند، به‌طوری‌که تفاضل میان آن‌ها باثبات و پایا می‌باشد. در صورتی‌که جمله اختلال پایا و یا متغیرها همجمع باشند می‌توان اطمینان حاصل نمود که مدل تخمینی کاذب نیست. آزمون‌های متعددی برای بررسی ریشه واحد در داده‌های پانلی مطرح شده است. در این مطالعه از آزمون ایم، پسران و شین (IPS)^۲ استفاده شده است. در آزمون‌های پایایی، فرضیه صفر نشان‌دهنده مانا نبودن متغیرهای تحت بررسی و فرضیه مقابل نشان‌دهنده فقدان ریشه واحد یا مانا بودن آن است. در جدول (۱) نتایج آزمون IPS برای گروه کشورهای منتخب ارائه شده است:

جدول ۲. بررسی مانایی (ایستایی) متغیرهای پژوهش

نام متغیر	نوع آزمون	آماره	احتمال	نتیجه
درصد کاربران	Im, Pesaran and Shin W-stat	۱/۰۲۷۰	۰/۸۴۷۸	نامانا در سطح صفر
درصد واردات		-۵/۲۰۹۴	۰/۰۰۰	نامانا در سطح صفر
درصد پیچیدگی		-۰/۸۵۳	۰/۱۹۶۸	نامانا در سطح صفر
صادرات فناوری پیشرفته		۱/۴۳۷۳	۰/۹۲۴۷	نامانا در سطح صفر

منبع: برگرفته از نتایج پژوهش

براساس نتایج آزمون‌های پایایی، اگر احتمال به‌دست آمده کمتر از ۰,۰۵ باشد، فرض صفر مبنی بر پایا نبودن متغیرها رد و بر این اساس متغیر پایا است. براساس نتایج آزمون ایم، پسران و شین جدول (۱) از بین متغیرهای تحقیق، متغیرهای پژوهش در مجموعه کشورهای با درآمد بالا پایا نیستند.

۱. Surious regression

۲. Im, Pesaran and Shin

آزمون هم‌انباشتگی

در صورت کشف رابطه هم‌انباشتگی بین دو متغیر، می‌توان به تخمین‌های کارایی از عوامل الگو دست یافت. در این حالت به‌رغم وجود سری‌های زمانی ناپایا، مشکل رگرسیون جعلی را نخواهیم داشت و معادله تخمین زده شده، معادله تعادلی بلندمدت خواهد بود. همان‌طور که در جدول زیر نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو نشان می‌دهد در گروه کشورهای منتخب با درآمد بالا با توجه به پایین بودن سطح معناداری، فرض صفر مبنی بر نبودن رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها قابل رد است و آزمون کائو بر وجود همگرایی متغیرها صحت گذارده و متغیرها در بلندمدت هم‌انباشته بوده و رابطه بلندمدت بین آن‌ها وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو (فرض صفر، عدم هم‌انباشتگی)

نتیجه	سطح معناداری	آماره آزمون	گروه اول
هم‌انباشته	۰/۰۲۸۰	-۱/۹۱۱	

منبع: برگرفته از نتایج پژوهش

نتایج برآورد مدل

در این مطالعه برای بررسی رابطه میان کاربران اینترنت، درصد واردات کالاهای ICT، صادرات فناوری پیشرفته با پیچیدگی اقتصادی در گروه کشورهای منتخب با درآمد بالا از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) برای داده‌های تابلویی پویا استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل با رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۴. بررسی مانایی (ایستایی) متغیرهای پژوهش

متغیرهای تحقیق	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
پیچیدگی یک دوره گذشته	-۰/۱۷۶	۰/۰۹۴۴	۰/۰۹۴۴	۰/۰۶۴۴
اینترنت کاربران	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۲۷۱	۰/۰۰۲۷۱	۰/۰۲۰۱
واردات ICT	۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۲۰	۰/۰۱۲۰	۰/۴۶۴۷
صادرات فناوری پیشرفته	۰/۰۲۸۴	۰/۰۱۰۲	۰/۰۱۰۲	۰/۰۰۶۰
خطای معیار باقیمانده‌ها	۰/۱۰۱۱	انحراف معیار متغیر وابسته		۰/۱۰۴۳
آماره سارگان	۶۰/۸۷۸			
احتمال (آماره سارگان)	۰/۱۶۱۹۸		مجموع مجذورات باقیمانده‌ها	۱/۳۷۰

منبع: برگرفته از نتایج پژوهش

جدول ۵. آزمون خودهمبستگی در روش GMM

ترتیب آزمون	آماره m	Rho	انحراف استاندارد (Rho)	احتمال
AR (۱)	-۰/۶۲۱	-۰/۰۶۷۵	۰/۱۰۸۶	۰/۵۳۴۲
AR (۲)	-۱/۴۴۲	-۰/۱۴۴۳	-۰/۱۰۰۱	۰/۱۴۹۲

منبع: برگرفته از نتایج پژوهش

باتوجه به برآورد صورت گرفته، کاربران اینترنت و صادرات فناوری پیشرفته تاثیر معنی‌داری بر پیچیدگی اقتصادی ایجاد می‌نماید. به‌طوری‌که با افزایش یک‌درصدی کاربران اینترنت، پیچیدگی اقتصادی ۰/۰۰۶۳ درصد افزایش می‌یابد (با اطمینان ۹۸ درصد). همچنین با افزایش یک‌درصدی صادرات فناوری پیشرفته،

پیچیدگی اقتصادی به میزان ۰/۰۲۸۴ درصد افزایش می‌یابد (با اطمینان بیش از ۹۹ درصد). پیچیدگی اقتصادی تحت تأثیر با وقفه خود بوده به طوری که با افزایش یک درصدی پیچیدگی اقتصادی با یک وقفه، موجب کاهش ۰/۱۷۶ درصد پیچیدگی اقتصادی می‌گردد (با اطمینان بیش از ۹۰ درصد). در این برآورد واردات کالاهای ICT تأثیر معنی‌داری بر پیچیدگی اقتصادی ایجاد نکرده است.

در این راستا، بایستی اعتبار متغیرهای ابزاری مدل مورد ارزیابی قرار گیرد. چراکه سازگاری تخمین زنده‌های GMM به معتر بودن ابزارها بستگی دارد. به این آزمون که اعتبار کل ابزارهای الگو را بررسی می‌کند، آزمون سارگان گفته می‌شود. این آزمون توزیع کای دو دارد و فرضیه صفر آن به معنای عدم همبستگی میان متغیرهای ابزاری و اجزای اخلاص و فرضیه مقابل آن به معنای همبستگی متغیرهای ابزاری و اجزای اخلاص و عدم اعتبار متغیرهای ابزاری است. در این آماره $k\chi^2_{k-p}$ برابر با تعداد متغیرهای تخمینی در هر الگو و p برابر با rank ابزارها می‌باشد. چنانچه سطح معناداری آماره سارگان $\text{Prob}(\text{Statistic}-J)$ بیش از ۰/۰۵ باشد در سطح اطمینان ۹۵ درصد نمی‌توان معتبر بودن ابزارهای مورد استفاده در برآورد را رد نمود. مقدار احتمال آماره آزمون سارگان در این مدل معادل ۰/۱۶۲ است. همان‌طور که مشاهده می‌شود فرضیه صفر مبنی بر عدم همبستگی ابزارها یا اجزای اخلاص را نمی‌توان رد نمود؛ بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که ابزارهای مورد استفاده برای تخمین از اعتبار لازم برخوردارند.

جدول (۵) آزمون خودهمبستگی سریالی آرلانو-بوند را برای اطمینان از اعتبار نتایج برآورد الگو نشان می‌دهد. آرلانو و بوند (۱۹۹۱) بیان کردند که در تخمین GMM، باید جملات اخلاص دارای همبستگی سریالی مرتبه اول (۱) AR بوده و دارای همبستگی سریالی مرتبه دوم (۲) AR نباشند. همان‌طور که جدول (۵) نشان می‌دهد خودهمبستگی مرتبه اول و خودهمبستگی مرتبه دوم در مدل معنادار نیستند. با توجه به معتر بودن ابزارها و نیز عدم وجود خودهمبستگی سریالی بین اجزای اخلاص الگو، می‌توان به نتایج برآورد الگو اتکا نمود.

نتیجه‌گیری

باتوجه به تأثیر مثبت کاربران اینترنت بر پیچیدگی اقتصادی در این پژوهش، این یافته نشان از اثرگذاری اینترنت بر فعالیت‌های اقتصادی مبتنی بر دانش از طریق قابلیت جمع‌پذیری مهارت‌ها و قابلیت‌ها در فرآیند تولید کشورهای منتخب با درآمد بالا دارد. در بخش فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، دسترسی به این فناوری پایه‌های اقتصاد مدرن جهان امروز را تشکیل می‌دهد به طوری که نتیجه آن را می‌توان در کسب تولید و درآمد بالا مشاهده نمود. این امر می‌بایست در اولویت برنامه‌های توسعه کشورهای در حال رشد قرار گیرد. عمدتاً اینترنت در کشورهای با درآمد بالا از طریق افزایش کارایی و بهبود فرآیندها، افزایش دسترسی به اطلاعات و توسعه بازارهای جدید می‌تواند نقشی مثبت در پیچیدگی اقتصادی آن کشورها ایفا نماید. استفاده کاربران از اینترنت در فرآیندهای کسب و کار، امکان بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها را فراهم می‌نماید. اینترنت به بنگاه‌های تولیدی این امکان را می‌دهد که ضمن انجام آنلاین فرآیندهای خود، اطلاعات را به سرعت و به شکلی دقیق انتقال داده و با استفاده از ابزارهای تحلیل داده‌ها، به بهبود عملکرد خود بپردازند. اینترنت به مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان امکان دسترسی آسان به اطلاعات را می‌دهد. این اطلاعات است که اقتصاد کشور را به تحرک زیاد و می‌دارد و پیشرفت‌های زیادی را موجب می‌شود. این مطلب مبنی بر نقش مثبت اطلاعات بر پیچیدگی اقتصادی موضوعی است که در مدل‌های ریاضی نشان داده می‌شود. اهمیت اطلاعات خود را در شکل‌گیری یا عدم شکل‌گیری بازارها نشان داده و از این طریق تحولات زیادی در زمینه پیچیدگی اقتصادی برای کشورهای با درآمد بالا به وجود آورد. تحول در اقتصاد و بهبود پیچیدگی اقتصادی ناشی از اینترنت از کانال‌های متفاوتی در گروه کشورهای منتخب قابل تفسیر می‌باشد. اینترنت که امکانات اقتصادی این کشورها را در جهت اقتصاد دیجیتال افزایش داده، رشد زیاد تجارت الکترونیکی در آن کشورها را نیز موجب می‌شود. در چنین شرایطی موقعیت‌های جدید صادرات،

سرمایه‌گذاری‌های محلی و خارجی جدید افزایش یافته و در نتیجه پیچیدگی اقتصادی بهبود می‌یابد. به عبارتی بخش عظیمی از تجارت و کسب درآمد این کشورها متأثر از اینترنت بوده و دسترسی آسان به اینترنت در این کشورها تجارت، جذب سرمایه‌گذاری خارجی و ظهور شرکت‌های قدرتمند ملی یا چندملیتی را موجب گشته که همه این عوامل به بهبود پیچیدگی اقتصادی انجامیده است. تأثیر اینترنت در ظهور قدرت‌های جدید و افزایش پیچیدگی اقتصادی به گونه‌ای است که می‌توان از آن به انقلاب اقتصادی اینترنت تعبیر نمود. به‌طور کلی با توجه به تأثیر مثبت یادشده می‌توان اذعان نمود که برنامه ریزان اقتصادی در این کشورها با تخصیص و تضمین منابع بالای موردنیاز برای سرمایه‌گذاری در این زمینه و با ایجاد بسترهای لازم برای توسعه آن، در جهت تحقق پیچیدگی اقتصادی گامی موثر برداشته‌اند. همچنین ذکر این مطلب ضروری است که بهره‌مندی از فواید مثبت این فناوری در چارچوب پژوهش پیچیدگی اقتصادی بیشتر به معنای آن است که دولت‌های گروه کشورهای منتخب، با فراهم نمودن اطلاعات و خدمات مناسب، ایجاد ارتباط با شهروندان و آموزش نحوه استفاده، زمینه و بسترهای لازم برای استفاده بهینه افراد جامعه را تحقق بخشیده‌اند.

یافته دیگر این پژوهش آن است که کانال اثرگذاری تجارت بر پیچیدگی اقتصادی، نه از طریق واردات کالاهای این فناوری بلکه از طریق صادرات فناوری پیشرفته در گروه کشورهای منتخب می‌باشد. با افزایش صادرات با فناوری پیشرفته که در بطن خود تحقیق و توسعه را دارا بوده، نوآوری و تولید محصولات جدید و باکیفیت افزایش یافته که این امر نقش موثرتری در تولید کالاهای سرمایه‌ای مبتنی بر دانش و بالطبع پیچیدگی اقتصادی دارد. فعالیت‌های تحقیق و توسعه که در درون یا بطن متغیر صادرات فناوری پیشرفته به‌نوعی موجود بوده، موجب ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش و رشد صادرات می‌شود که اثرات آن، می‌تواند در ارتقای بهره‌وری بنگاه‌های تولیدی از طریق سطوح فناوری بالاتر باشد. تخصیص منابع بیشتر به فعالیت‌های تحقیق و توسعه، باعث افزایش تولیدات مبتنی بر دانش و بالطبع پیچیدگی اقتصادی بیشتر می‌شود. شکاف زیادی بین نسبت مخارج تحقیق و توسعه کشورهای بالا و درآمد کم و متوسط وجود دارد. طبق گزارش بانک جهانی متوسط مخارج تحقیق و توسعه به‌صورت درصدی از GDP برای کشورهای با درآمد بالا طی سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۲۰ به ترتیب برابر ۲/۱۴۸ و ۲/۹۶۸ درصد می‌باشد. متوسط این رقم برای کشورهای با درآمد متوسط در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب ۰/۶۴۶ و ۱/۸۶۳ درصد می‌باشد. کشورهای با درآمد متوسط، به‌مانند کشورهای با درآمد بالا می‌توانند با توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه، پیچیدگی اقتصادی را بهبود ببخشند. صادرات فناوری پیشرفته که در بطن خود صادرات با فناوری بالا و محصولات با شدت تحقیق و توسعه بالا، مانند هوافضا، رایانه، داروسازی، ابزارهای علمی و ماشین‌آلات الکتریکی را شامل می‌گردد، به‌واسطه آن صادرکنندگان می‌توانند با خریداران خارجی در ارتباط متقابل قرار گرفته و روش‌های جدید در فرایند تولید و ایده‌های نو برای تولیدات سرمایه‌ای و واسطه‌ای را از آن‌ها دریافت نموده و از این طریق امکان توسعه اطلاعات حاصل از تکنولوژی‌های مختلف جدید ایجاد گردد. بالا بودن سهم مخارج تحقیق و توسعه در کشورهای با درآمد بالا دلالت بر اهمیت نقش تحقیق و توسعه در پیچیدگی اقتصادی برای دولت‌های آن کشورها، سیاست‌گذاری‌های مناسب در راستای تقویت مؤسسات و بنگاه‌های فعال در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات، وجود فضای مناسب برای فعالیت بنگاه‌های خصوصی و بنگاه‌های دانش‌بنیان و نوپا، سازوکارهای تشویقی برای فعالیت آنان، وجود فضای رقابتی به دلیل پایین بودن تعرفه‌های تجاری و استفاده از نتایج تحقیقات در دانشگاه‌ها و سایر بخش‌های اقتصادی این گروه کشورها دارد. مطابق نتایج تحقیق مبنی بر تأثیر مستقیم صادرات فناوری پیشرفته بر پیچیدگی اقتصادی در گروه کشورهای منتخب با درآمد بالا می‌توان اذعان نمود که صادرات موردنظر نقشی فزاینده در انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات ایفا نموده و این امکان را برای عاملان اقتصادی اعم از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی فراهم می‌نماید که تعداد بیشتر و متنوع‌تری از کالاهای مرتبط به این نوع فناوری پیشرفته را در اختیار داشته باشند.

منابع

- احمدیان دیوکتی، محمد مهدی؛ آفاجانی، حسنعلی؛ طهرانچیان، امیرمنصور؛ و شیرخدایی، میثم. (۱۳۹۷). سنجش میزان پیچیدگی اقتصادی در ایران، در راستای تحقق اقتصاد مقاومتی. نشریه مطالعات راهبردی بسیج، ۸۱، ۱۹۰-۱۶۹.
- آشنا، مصطفی؛ یوسفی، حمیدرضا؛ و صادقی، فرزانه. (۱۳۸۸). سرمایه فکری، سرمایه‌های ارزشمند و مؤثر در سازمان امور مالیاتی کشور. پژوهشنامه مالیات، (۶) ۱۷، ۱۵۵-۱۳۹.
- آقای، مجید؛ رضاقلی زاده، مهدیه؛ و عیسی‌زاده روشن، یوسف. (۱۳۹۶). بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات، توسعه مالی و مصرف انرژی بر رابطه بین گردشگری بین الملل و رشد اقتصادی، فصلنامه راهبرد، ۲۶(۸۳)، ۱۰۸-۷۵.
- آل عمران، رؤیا؛ و آل عمران، سیدعلی. (۱۳۹۷). تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای عضو گروه D8. نشریه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۹۲، ۱۵۷۴-۱۵۵۷.
- پژم، سید مهدی؛ و سلیمی فر، مصطفی. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی در ۴۲ کشور برتر در تولید علم. مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، (۱۰) ۲.
- چشمی، علی؛ و ملک الساداتی، سعید. (۱۳۹۲). شاخص پیچیدگی اقتصادی و ارتباط آن با ساختار نهادی تولید مقایسه تطبیقی ایران، کره جنوبی و ترکیه. اولین همایش توسعه پایدار با رویکرد بهبود محیط کسب و کار، مشهد: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی خراسان رضوی.
- خاکی، نرگس؛ خورسندی، مرتضی؛ محمدی، تیمور؛ فریدزاد، علی؛ و عزیزی، زهرا. (۱۴۰۰). تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای منتخب صادرکننده نفت: رویکرد مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی. نشریه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۹، ۱۲۵-۱۰۰.
- خاندوزی، سید احسان؛ و میرنظامی، ابراهیم. (۱۳۹۸). سنجش تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد. نشریه جستارهای اقتصاد، ۳۲، ۳۳-۹.
- ذبیحی، سیدمحمدقائم؛ سلیمی فر، مصطفی؛ احمدی شادمهری، محمدظاهر؛ و صالح نیا، نرگس. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (نوآوری) بر رشد اقتصادی و شاخص توسعه انسانی با بهره‌گیری از روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتب (SUR) شواهدی از کشورهای منا. نشریه اقتصاد کاربردی، ۳۹، ۱-۲۲.
- رحیم زاده، اشکان؛ و فضل الهی، احسان. (۱۳۹۰). رشد و توسعه اقتصادی. انتشارات محتشم، اول، ۱۳۲-۱۳۱.
- شاه آبادی، ابوالفضل؛ و ارغند، هانیه. (۱۳۹۷). تأثیر پیچیدگی اقتصادی (ECI) بر رفاه اجتماعی در کشورهای منتخب در حال توسعه. پژوهشنامه بازرگانی، ۸۹، ۱۲۲-۸۹.
- شاه آبادی، ابوالفضل؛ و حسینی، مریم. (۱۳۹۷). تأثیر مؤلفه‌های اقتصاد دانش بر پیچیدگی اقتصادی ایران. دو فصلنامه مطالعات و سیاست‌های اقتصادی، ۲(۱۴)، ۱۴۸-۱۲۵.
- شقایق شهری، وحید، و علیزاده، شیوا. (۱۳۹۵). آثار اقتصاد دانش‌بنیان بر درون‌زایی اقتصاد ایران (در راستای سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی). دو فصلنامه جستارهای اقتصادی ایران، (۲۶) ۱۳، ۶۴-۳۳.
- عصاری آرنی، عباس؛ و آقای خوندابی، مجید. (۱۳۸۷). اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک (OPEC). پژوهش‌های اقتصادی، (۲) ۸، ۸۲-۶۳.
- مومنی، مانی؛ و زبیری، هادی. (۱۴۰۱). تحلیل رابطه فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی با استفاده از الگوی PVAR. پژوهش‌های اقتصادی ایران، (۹۱) ۲۷، ۲۵۵-۲۲۳.

Appiah-Otoo, Isaa, Song, N. (2021). The impact of ICT on economic growth-Comparing rich and poor countries. Telecommunications Policy.

Barro R.J. (1997). Economic Growth in A Cross Section of Countries. The Quarterly Journal of Economics.

Chen, D. H & Dahlman, C. J. (2005). The knowledge economy, the KAM methodology, and World Bank operations. World Bank Institute Working Paper, No. 37256. Washington DC. Available at: Google Scholar.

Fernández-Portillo, Antonio, AlmodóvarGonzález, Manuel, Hernández-Mogollón, Ricardo. (2020). Impact of ICT development on economic growth, A study of OECD European union countries. *Technology in Society*.

Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Mit Press.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570- 10575.

Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 103948. In Press. 1-24.

Moreno-Casas, V. & Bagus, P. (2022). Dynamic efficiency and economic complexity. *Economic Affairs*, 42(1): 115-134.

MOUSSIR, C. E. & LIOUAEDDINE, M. (2022). Economic complexity and technical efficiency in developing countries: an empirical analysis. *Repçreset Perspectives Economiques*, 6(1).

Oliner, SD & Sichel, DE, (2003). *Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?* federal Reserve Bank of Atlanta ECONOMIC REVIEW Third Quarter 2002, 15-44.