فصلنامه علمی پژوهش های اقتصاد صنعتی
سال ششم، شماره بیستم، تابستان ۱۴۰۱ (۷۴ـ۵۹)
نوع مقاله: پژوهشی

Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 6, No. 20, Summer 2022 (59-74)

# نقش هوش و سرمایه انسانی برکارایی تولید محصولات با فناوری پیشرفته و پیچیدگی اقتصادی

**کتایون اعلامی [۱]، محمد علی کرامتی [۲]*، قاسم توحیدی [۳]**

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار عضو هیئت علمی، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. دانشیار ریاضی کاربردی گرایش تحقیق در عملیات، گروه ریاضی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

**(دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۲ :: بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۵ :: پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۹)**

# The role of intelligence and human capital on the production efficiency of products with high technology and economic complexity

**Katayoun Aalami[1], Mohammadali Keramati[2]*, Ghasem Tohidi[3]**

1. Ph.D. candidate in Management of Technology, Department of management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor Faculty member, Department of Industrial management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor of Applied Mathematics, majoring in Operations Research, Department of Mathematic, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**(Received: 03/Aug/2022 :: Revised: 06/Sep/2022 :: Accepted: 20/Sep/2022)**

## چکیده

صنایع با فناوری پیشرفته عامل مزیت رقابتی میان کشورها محسوب می‌شوند. فناوری از جنس دانش است و پیچیدگی اقتصادی یک جامعه وابسته به حجم بالای دانش افراد آن جامعه می‌باشد که در محصولات تولید شده توسط آنها تجلی می‌یابد. افراد با دانش و مهارت یا همان سرمایه‌های انسانی با یکدیگر تعامل کرده و دانش خود را با هم ترکیب‌می‌کنند تا محصول (خروجی پربازده) تولیدکنند. شاخص معتبر سرمایه انسانی هوش است که با نوآوری درارتباط است. بنابراین هدف پژوهش بررسی ضریب هوشی‌ملی، نوآوری، موفقیت‌تحصیلی و تغذیه به منزله زیرساخت‌هایی است که گمان‌می‌رود بخشی از کارایی ملل را در تولید محصولات با فناوری پیشرفته توضیح‌دهند. به این منظور شاخص‌های کمی زیرساخت‌های هوش‌ملی و تغذیه در مرحله اول به عنوان ورودی اولیه، و نوآوری و موفقیت‌تحصیلی به عنوان خروجی برای ورودی‌های‌اولیه درنظر گرفته‌می‌شود. در مرحله دوم نوآوری و موفقیت‌تحصیلی به عنوان ورودی و تولید فناوری پیشرفته به‌عنوان خروجی نهایی یک مدل شبکه، از نوع سری تحلیل پوششی داده‌ها برای ۲۳ کشور منتخب، با استفاده از داده‌های گردآوری‌شده از مراجع رسمی بین‌المللی، درنظرگرفته‌می‌شود. نتایج، تفاوت کارایی کشورهای منتخب در تولید محصولات با فناوری پیشرفته را نشان می‌دهد. همچنین، با توجه به وزن برآورد شده هریک از زیر ساخت‌ها، یافته‌ها نشان می‌دهند بیشترین وزن/ اهمیت مربوط به زیرساخت هوش‌ملی و تغذیه است که با ارتقاء این دو زیرساخت درکشورهای مورد پژوهش تولید فناوری پیشرفته می‌تواند حداکثر شود.

**واژه‌های کلیدی:** فناوری پیشرفته، تحلیل پوششی داده‌های شبکه، هوش ملی، نوآوری
**طبقه بندی JEL:** L63.C60. I23. I25

## Abstract

High-tech industries are a factor of competitive advantage between countries. Technology is knowledge, and the economic complexity of a society is dependent on the high amount of knowledge of the people of that society, which can be seen in the products produced by them. People with knowledge and skills or in other words human capital interact with each other and combine their knowledge to produce a product (productive output). A reliable indicator of human capital is intelligence, which is also related to innovation The purpose of this study is to investigate the infrastructure of national IQ, innovation, educational attainment, and nutrition which is supposed to explain part of the efficiency of nations in the production of high-tech. For this purpose, quantitative indicators of national IQ and nutrition infrastructures are considered as primary inputs in the first stage, and innovation and educational attainment are considered as outputs for primary inputs. In the second stage, innovation and educational attainment as inputs and production of high technology as the final output of a network model, of the type of data envelopment analysis series for 23 selected countries are considered. The data were collected from official international sources. The results show the differences between the efficiency of selected countries in producing high-tech products. Also, by considering the estimated weight of each infrastructure, the findings show that the highest weight/importance is related to national IQ and nutrition infrastructure by upgrading these two infrastructures in the studied countries the production of high technology can maximize.

**Keywords:** High Technology, Network Data Envelopment Analysis., National IQ, Innovation.
**JEL Classification:** L63.C60. I23. I25

***نویسنده مسئول:** محمدعلی کرامتی
E-mail: mohammadalikeramati@yahoo.com

***Corresponding Author:** Mohammad Ali Keramati

## ۱- مقدمه

برتری اقتصادی کشورها تا اندازه زیادی به کارایی فناوری در سطح ملی بستگی. رتبه بندی کشورهای تولیدکننده فناوری پیشرفته در سال‌های مختلف توسط بانک جهانی، نشان می‌دهد که همواره تعدادی از کشورها صدرنشین تولید محصولات با فناوری پیشرفته[1] بوده (مانند چین، آلمان، سنگاپور، آمریکا) و سایرین در بیشتر موارد انتقال گیرنده و مصرف کننده این محصولات هستند (مانند مراکش، مصر، الجزایر). برای مثال کره جنوبی با ضریب هوش ملی ۱۰۴/۶ و امتیاز شاخص امنیت غذایی ۷۴/۸ باوجود فقدان منابع طبیعی، دارای ۱۴۷ میلیون دلار تولید فناوری پیشرفته در سال ۲۰۱۵ بوده، درحالی که اندونزی با هوش ملی ۸۵/۸ و امتیاز شاخص امنیت غذایی ۴۶/۷ باوجود داشتن منابع غنی طبیعی فقط ۵/۹ میلیون دلار تولید فناوری پیشرفته در همان سال را دارا بوده است. از طرفی مالزی در همسایگی اندونزی و در آسیای جنوب شرقی، با هوش ملی ۹۱/۷ و شاخص امنیت غذایی ۶۹، در سال ۲۰۱۵ برابر با ۶۴ میلیون دلار تولید فناوری پیشرفته داشته است. دلیل این تفاوت‌ها می‌تواند در زیرساخت‌هایی از کشورهای تولیدکننده و مصرف کننده محصولات با فناوری پیشرفته باشد. زیرساخت‌هایی که در اکثر کشورها وجود دارد اما به گونه‌ای که شایسته است به آن‌ها توجه نشده است (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۶). از مهم‌ترین این زیرساخت‌ها می‌توان قابلیت‌های زیرساختی مانند هوش ملی، تغذیه، موفقیت تحصیلی و نوآوری را مورد توجه قرارداد که پایه و اساس آن‌ها سرمایه‌های انسانی است. از نظر کوچارچیکوا (۲۰۱۱) سرمایه انسانی شامل توانایی طبیعی، مهارت‌های ذاتی و اکتسابی، دانش، تجربه، استعداد، خلاقیت است. یافته‌ها در مطالعات کنونی اهمیت سرمایه‌های فکری را در رسیدن به تحقیق و توسعه و کارایی برنامه‌های توسعه فناوری پیشرفته را برجسته می‌سازد (میزنبرگ[2] ۲۳:۲۰۱۴). سرمایه انسانی بر پیشرفت فناوری تأثیرگذار است و افراد با بالاترین استعدادها در صورت دسترسی به امکانات آموزشی، می‌توانند به پیشرفت فناوری کمک کنند. از نظر لین و ونهانن (۲۰۱۲) هوش ملی شاخص معتبر سرمایه انسانی است و سرمایه انسانی، عامل مهم و مؤثر نوآوری است. نوآوری از طریق سرمایه انسانی و پیشرفت‌های فناوری بر رشد اقتصادی تأثیرگذار است. کارکنان و پژوهشگران بخش تحقیق و توسعه (سرمایه‌های انسانی) اثر بسیار مثبت و قابل توجهی بر تولید فناوری پیشرفته دارند (دآنجلو،۲۰۱۲) و صنایع مبتنی بر فناوری پیشرفته به کارکنان ماهر و توانمند خود وابسته هستند. بنابراین زیرساخت‌های هوش ملی، تغذیه، موفقیت تحصیلی و نوآوری ازجمله زیرساخت‌هایی با پایه و اساس سرمایه انسانی هستند که می‌بایست مورد توجه قرار گیرند. زیرا تاکنون نقش آن‌ها در تولید فناوری پیشرفته مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به اینکه هوش شاخص معتبر سرمایه انسانی است، هدف این پژوهش بررسی ضریب هوشی ملی، نوآوری، موفقیت تحصیلی و تغذیه به منزله زیرساخت‌هایی است که گمان می‌رود بخشی از کارایی ملل را در تولید محصولات با فناوری پیشرفته توضیح دهند. ازاین رو سؤال کلیدی این است که ارتقاء هوش ملی در شبکه، بر ارزیابی کارایی تولید محصول با فناوری پیشرفته تأثیرگذار است؟

تاکنون مطالعات بسیاری در خصوص زیرساخت‌های هوش ملی، نوآوری، موفقیت تحصیلی و تغذیه به صورت مجزا و یا با بررسی اثرات دو زیرساخت بر یکدیگر صورت گرفته است ولی تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی هم زمان زیرساخت‌های فوق بر تولید فناوری پیشرفته با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه صورت نگرفته است. بنابراین نوآوری پژوهش در این بخش می‌باشد.

مقاله در پنج بخش ساماندهی شده است: پس از مقدمه، مبانی نظری و پیشینه مرور می‌شود؛ بخش سوم به روش تحقیق و معرفی مدل می‌پردازد؛ در بخش چهارم، برآورد مدل و یافته‌ها ارائه می‌گردند و بخش پایانی به بحث و نتیجه گیری اختصاص یافته است.

## ۲- مروری بر ادبیات پژوهش

در این بخش ابتدا به تعریف متغیرهای تحقیق پرداخته و پیشینه تجربی در جدول شماره ۱ ارائه می‌گردد. سپس در انتهای این بخش به دیدگاه تئوریکی در خصوص ارتباط هوش و سرمایه انسانی و تولید فناوری پیشرفته با توجه به مبانی نظری و مرور ادبیات پرداخته می‌شود.

1. High-tech
2. Meisenberg

**سرمایه انسانی**

سرمایه یک منبع کمیاب است. سرمایه انسانی شامل توانایی طبیعی، مهارت‌های ذاتی و اکتسابی، دانش، تجربه، استعداد، خلاقیت است. اشکال افزایش ارزش سرمایه انسانی، هزینه‌های معطوف به سلامت، ایمنی، علم، تحقیق و آموزش است (کوچارچیکوا[1]،۲۰۱۱: ۶). سرمایه انسانی می‌تواند مستقیم و یا غیرمستقیم از طریق تولید فناوری بر رشد و توسعه اقتصادی تأثیر بگذارد. عجم اوغلو و اتور (۲۰۱۲) بیان می‌کنند که سرمایه انسانی بر پیشرفت فناوری تأثیرگذار است و افراد با بالاترین استعدادها در صورت دسترسی به امکانات آموزشی، می‌توانند به پیشرفت فناوری کمک کنند (دایبولت و هیپ[2]،۲۰۲۲: ۳).

**فناوری و فناوری پیشرفته**

رشد اقتصادی یک کشور وابسته به عوامل متعددی است که در این میان نقش دانش در آن غیرقابل انکار می‌نماید. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که تولید ناخالص داخلی کشورها در اغلب موارد تحت تأثیر زیرساخت‌های دانشی یک کشور می‌باشد (آذری آرانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱). ازآنجاکه طبق تعریف طارق خلیل (۲۰۰۰) فناوری همه آن دانشی است که محصولات، فرایندها، ابزار و روش‌ها و سیستم‌ها برای تولید کالا و یا ارائه خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد، افزایش برتری اقتصادی کشورها، صنایع و یا کسب وکارهای گوناگون به مدیریت اثربخش فناوری بستگی دارد. فناوری خالق ارزش است و به کارگیری صحیح فناوری کلیدی برای کسب موفقیت در اقتصاد رقابتی کنونی جهان است (سمیعی نصر و همکاران، ۱۳۹۲: ۶).

از دیدگاه طارق خلیل، فناوری‌هایی که دارای سطح تکنولوژی پیچیده‌ای هستند مانند میکروالکترونیک و هوا و فضا را فناوری‌های پیشرفته گویند. صنایع مبتنی بر فناوری پیشرفته وابستگی زیادی به علم و نوآوری تکنولوژیک داشته و دانش بنیان هستند و به تولید و ارائه خدمات بهبودیافته و جدید پرداخته و به یکی از عناصر تأثیرگذار بر اقتصادهای ملی تبدیل شده‌اند و ازاین رو کشورهای مختلف برای تقویت آن‌ها تلاش بسیاری کردند. از دیدگاه چابوت فناوری پیشرفته علاوه بر اینکه عامل کلیدی رقابت پذیری ملی به حساب می‌آید، در ایجاد اشتغال و ارتقای استاندارد زندگی مردم نقش داشته و همچنین به نظر می‌رسد عامل شکوفایی قدرت نظامی نیز باشد (۵۵٪ از منابع تحقیق و توسعه امریکا به توسعه تکنولوژی نظامی تخصیص یافته است.) (رادفر و همکاران، ۱۳۹۴: ۵).

**هوش ملی**

در تحقیقات اخیر هوش به عنوان عنصری که بر خلق دانش تأثیرگذار است، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. هوش توانمندی ذهنی بسیار کلی است که دربرگیرنده توانایی استدلال، برنامه ریزی، حل مسائل، تفکر انتزاعی، درک ایده‌های پیچیده، یادگیری سریع و درس گرفتن از تجربه است. هوش تنها توان یادگیری از راه کتاب، به دست آوردن مهارت محدود دانشگاهی و یا صرفاً گرفتن نمره خوب در آزمون‌های متداول هوش نیست، بلکه بیشتر بازتابنده شناخت ژرفتر و گسترده‌تر از چیزهایی است که در پیرامون ماست. درواقع هوش پی بردن به اصل موضوع، حس کردن آنها و انجام دادن کارها است (لین و بیکر[3]،۲۰۱۹: ۲۲). ادبیات اقتصاد معاصر نشان می‌دهد که متوسط هوش ملی، قوی‌ترین شاخص برای افزایش بهره وری اقتصادی جوامع است و اثرات مستقل هوش ملی، بر نرخ رشد اقتصادی به طور معنی داری مثبت است (برهان و همکاران[4]، ۲:۲۰۱۵). ارتقاء هوش در سطح ملی، می‌تواند توانایی شناختی و تولید ناخالص داخلی را افزایش دهد (موقالی و همکاران[5]، ۲۰۰۸).

**موفقیت تحصیلی[6]**

در هر نظام آموزشی میزان پیشرفت تحصیلی یکی از شاخصهای موفقیت در فعالیتهای علمی و میزان یادگیری است. شناسایی عوامل پیش بینی کننده پیشرفت تحصیلی همچنان برای پژوهشگران هدف با اهمیتی است و دلالت‌های اجتماعی - سیاسی وسیعی را به دنبال داشته است (رمضانی و همکاران[7]، ۲۰۲۰). با شناسایی متغیرهای مؤثر بر عملکردتحصیلی، امکان بهینه نمودن متغیرها جهت به دست آوردن بهترین عملکرد وجود خواهد داشت. موفقیت تحصیلی طبق تعریف واژه نامه اداره آمار امریکا، عبارتی است که معمولاً توسط آمارگران

1. Kucharčíková, A
2. Diebolt, C., & Hippe, R.
3. Lynn, R., & Becker, D.
4. Burhan et al.
5. Mooghali et al.
6. Educational attainment
7. ramezani et al.

استفاده می‌گردد و به بالاترین درجه آموزش فردی که به پایان رسیده است اشاره می‌کند. موفقیت تحصیلی بر کیفیت عملکرد نیروی کار تاثیرگذار است و منجربه بهبود آن می‌شود. یکی از ساز وکارهای اصلی اقتصاد بیانگر این است که کارگران با تحصیلات بالاتر، دارای بهره وری بیشتری نسبت به کارگران با سطح تحصیلات پایین‌تر هستند و این تفاوت‌های جزئی در بهره وری، در دستمزدهای مربوط به آن‌ها انعکاس می‌یابد (جورجنسون[1]، ۲۰۱۹: ۴).

**نوآوری:**

نوآوری عامل مهم و حیاتی به منظور ایجاد ارزش و مزیت رقابتی پایدار در محیط پیچیده و متغیر امروزی می‌باشد (ضیایی و همکاران، ۱۴۰۰). تعریف نوآوری مطابق راهنمای اسلو[2] پیاده سازی محصول جدید و یا بهبود یافته (کالا یا خدمت)، فرایند یا عملکرد کسب و کار جدید مانند روشهای بازاریابی و تغییرات سازمانی یا روابط خارجی است (آدامیدز[3]،۲۰۲۰: ۱۴). شاخص نوآوری جهانی محیطی را فراهم می‌کند که در آن فاکتورهای مرتبط با نوآوری مرتباً ارزیابی شده و ابزاری کلیدی برای پالایش سیاست‌های نوآورانه حاصل می‌شود. در کشورهایی با تناسب بیشتر ضریب هوشی (یعنی افراد با ضریب هوشی نزدیک به هم) نسبت به سایر کشورها، دانش فناورانه بیشتری به گردش درآمده و نوآوری بیشتری رخ می‌دهد (اعظم[4]،۲۰۱۷: ۱۲۹). راجپوت، خانا و اوبرو با بررسی پدیدارشناختی به دنبال روندهای قبلی و فعلی نوآوری در فناوری در ۴ کشور در حال توسعه برزیل، روسیه، هند و چین پرداخته وچگونگی به کارگیری دانش فناوری برای ایجاد اقتصاد نوآور را بررسی و با رویکرد استقرایی به نتیجه رسیده‌اند. در این پژوهش به این موضوع پرداخته شده که چگونه این کشورها دانش فناوری را برای ایجاد اقتصادنوآور به کارگرفته اند و روابط متقابل بین تولیدناخالص داخلی و شاخص نوآوری جهانی مورد بحث و بررسی قرارگرفته است (راجپوت و همکاران[5]، ۲۰۱۲).

**پیچیدگی اقتصادی:**

پیچیدگی اقتصادی یک جامعه به حجم زیاد دانش مفید تعبیه شده درآن مربوط است. برای ایجاد و پایدارماندن یک جامعه پیچیده، افرادی که درباره طراحی، بازاریابی، سرمایه گذاری، تکنولوژی، مدیریت منابع انسانی، عملکرد و قانون تجارت آگاهی دارند باید بتوانند با یکدیگرتعامل کرده و دانش خود را با یکدیگر ترکیب کنند تا محصول تولید کنند. این محصولات نمی‌توانند در جوامعی که بخش‌هایی از این مجموعه قابلیت‌ها (تکه‌های کوچک دانش تعبیه شده در هر شخص) را ازدست داده‌اند ساخته شوند. بنابراین پیچیدگی اقتصادی این گونه بیان می‌شود: ترکیب خروجی‌های پربازده یک کشور، که انعکاس دهنده ساختارهایی هستند که برای ترکیب و نگهداری دانش پدید آمده‌اند دربرخی کالاها مانند دستگاههای تصویربرداری پزشکی و یا موتورهای جت، حجم بالایی از دانش تعبیه شده است که حاصل شبکه‌های بسیار گسترده‌ای از افراد و سازمان‌ها است. درمقابل، در الوارهای چوب یا قهوه، دانش بسیار کمی وجود دارد، و لازم نیست که شبکه‌های نیازمند حمایت از این عملیات خیلی بزرگ باشند. اقتصادهای پیچیده آنهایی هستند که می‌توانند مقادیر زیادی از دانش مرتبط را از میان شبکه‌های بزرگ افراد با هم ترکیب کرده تا محصولاتی با تنوع گوناگون و دانش بنیان به وجود آورند. اقتصادهای ساده‌تر برخلاف آن‌ها، باریکه‌ای از دانش تولیدکننده ثروت دارند و محصولات کمتر و ساده‌تری تولید می‌کنند که نیازمند شبکه‌های کوچکتری از تعاملات است (دوتا[6] و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۸).

**نهاد آموزشی:**

نهادی که خدمات آموزشی به افراد و یا خدمات مرتبط با آموزش را برای افراد و سایرموسسات آموزشی فراهم می‌کند. (سازمان همکاری اقتصادی و توسعه[7]).

**نهاد پژوهشی:**

سازمان‌هایی که از بودجه فدرال برای تحقیق استفاده می‌کنند مانند دانشگاهها، مراکز تحقیق وتوسعه با بودجه فدرال، آزمایشگاه‌های صنعتی یا سایر مؤسسات تحقیقاتی (مدرسه حقوق کرنل[8]).

1. Jorgenson.
2. OECD,2005
3. Adamides.
4. Azam.
5. Rajput
6. Dutta et al.
7. OECD
8. Cornell Law School

**جدول ۱.** پیشینه تجربی

| متغیر | نام محقق و سال | یافته |
|---|---|---|
| تغذیه و مهارت‌های شناختی (هوش) و موفقیت تحصیلی | (Roberts et al.,2022) | بهبود عملکرد مغز و مهارت‌های شناختی درکودکان و بزرگسالان وابسته به تغذیه می‌باشد |
| | (French et al., 2020) | ناامنی غذایی و سوء تغذیه بر عملکرد مغز تأثیر گذار است. مغز پایه و اساس مهارتهای شناختی و یادگیری است. |
| | (Chauhan et al., 2016) | همبستگی قابل ملاحظه‌ای میان نارسایی کمبود آهن و دستاوردهای شناختی در کودکان در سنین مدرسه وجود دارد. رشد مغزی به کمبودآهن حساس است. بنابراین تشخیص زود هنگام کمبود آهن برای بهبود عملکرد شناختی در کودکان با اهمیت است. |
| | (Naik et al., 2015) | ارتباط مهمی میان تغذیه و پتاسیل یادگیری وجود دارد. زیرا تغذیه بر توانایی‌های یادگیری و رشد فکری تأثیر گذار است. |
| | Acham (2010) | سلامت کودکان و وضعیت تغذیه آن‌ها از عوامل بالقوه و مؤثر بر موفقیت تحصیلی آنان می‌باشد. |
| | (Grantham-McGregor & Ani, 2011) | سوء تغذیه شدید با پایین بودن سطوح موفقیت تحصیلی در دانش آموزان در ارتباط است |
| هوش ملی و نوآوری | Lund, H. B., &Karlsen, A. (2020) | صنایع بر کارکنان باهوش و با دانش خود تکیه می‌کنند تا در سطح جهانی نوآور و رقابتی باقی بمانند. |
| | Wang, M., & Lynn, R. (2018) | هوش به عنوان عامل رشد اقتصادی درنظر گرفته شده است زیرا عملکرد شغلی، نوآوری و مدیریت را که تعیین کنند رشد اقتصادی است را بهبود می‌بخشد. |
| | (Azam, S. (2017) | رابطه مثبتی میان هوش ملی و نوآوری وجود دارد. |
| | Salahodjaev, 2015. | میزان بالایی از نوآوری درکشورها با جمعیت باهوش‌تر وجود دارد |
| | Lynn and Vanhanen (2012) | هوش ملی شاخص معتبر سرمایه انسانی است |
| | (Landry et al., 2012) | سرمایه انسانی، عامل مهم و مؤثر نوآوری است |
| هوش/نوآوری بر رشد اقتصادی | (Guellec & De La Potterie, 2012; Lederman & Maloney, 2013) | اثر مستقیم نوآوری بر رشد اقتصادی است |
| | (Jones & Schneider, 2006; Weede & Kämpf, 2002) | هوش بر رشد اقتصادی تأثیر دارد. |
| نخبگان و نوآوری و هوش | Rindermann 2012) | طبقه نخبگان نوآوری را به جلو پیش می راند. |
| | Gelade (2008 | نخبگان شناختی (افراد بسیار باهوش) با سطح IQ بالاتر از ۱۴۰ محرک اولیه میزان پتنت ها (حق اختراع) و GDP است. |
| هوش ملی، بهره‌وری | (Jones, 2011; Jones & Schneider, 2006) | جونز و اشنایدر دریافتند که درمیان کشورها ارتباط میان IQ- بهره وری بسیار زیاد است. ۱۵ امتیاز IQ با ۱۵۰ درصد افزایش بهره وری ارتباط دارد. و ارتباطی قوی میان هوش ملی و کارایی اقتصادی وجود دارد. |
| | Jones and Podemska (2010) | همبستگی میان هوش ملی و خروجی سرمایه ملی برابر ۰,۶۴ است. |

| متغیر | نام محقق و سال | یافته |
|---|---|---|
| هوش/ نوآوری وآموزش/ موفقیت تحصیلی) | Sun, X., Li, H., & Ghosal, V. (2020) | سرمایه انسانی با تحصیلات عالی نقش مهمی را در احتمال نوآوری و کیفیت نوآوری بازی می‌کند. سطح تحصیلات مدیر ارشد وتیم مدیریتی مربوطه نقش مثبت و اثر مهمی را در نوآوری شرکتها در شهرهای متوسط دارد. کارکنان با تحصیلات عالی نقش حیاتی در ترکیب، دگرگونی وادغام دانش خارجی با دانش تولید شده در داخل را دارند. |
| | MEDASE, S. K. (2020). | تناسب نیروی کار با تحصیلات عالی، همبستگی مثبتی با تمایل شرکت به نوآوری دارد. |
| | Valero et al., (2019) | والرو و همکاران[1](۲۰۱۹)، یک مطالعه گسترده بر روی ۱۵ هزار دانشگاه در ۷۸ کشور انجام دادند و نتیجه گرفتند که افزایش ۱۰ درصدی تعداد سرانه دانشگاه‌های یک منطقه با ۰،۴ درصد تولید ناخالص داخلی بیشتر در آن منطقه مرتبط است و بعلاوه بخشی از این نمره رشد از طریق افزایش عرضه سرمایه انسانی و نوآوری انجام می‌شود |
| | Lund, H. B., & Karlsen, A. (2020) | نهادهای پژوهشی و آموزش فنی وحرفه‌ای نقش مهمی در سیستم های نوآوری منطقه‌ای دارند مطالعه دو منطقه تولیدی در نروژ نشان می‌دهد که چگونه نهادهای آموزش فنی و حرفه‌ای به نوآوری و خلاقیت و رقابت پذیری در این مناطق کمک می‌کند. |
| | Xu et. al. (2017). | بررسی داده‌ها در بخش آموزش و تکنولوژی ۵۳ کشور، نشان داد که اثر کارایی آموزشی و فناورانه بر تولید/صادرات فناوری پیشرفته، درکشورهایی که در این دو زیرساخت پیشرفته هستند، حتی بزرگتر از اثر آن‌ها بر تولید/صادرات کالاهای عمومی است که نقش مهمی در بهبود محتوای فناورانه و ارزش افزوده اقتصادی محصولات تولیدی/ صادراتی دارد. |
| | (Liu et al., 2017) | سرمایه انسانی با تحصیلات عالی توانایی‌های بهتری برای درک دانش جریان یافته از خریداران بین المللی، شرکاء و رقبای محلی و بین المللی بازار را داراست. |
| | (Ministry of Trade Industry and Fisheries 2017 | صنایع باید با نهادهای آموزشی و آژانسهای اطراف آنهاو بازیگران در توسعه برنامه‌های جدید و به روزرسانی آن‌ها برای مواجهه با تقاضای دانش همکاری کنند. |
| | Squalli, J., & Wilson, K. (2014). | سرمایه گذاری بر فعالیت‌هایی که منجر به افزایش متوسط هوش درجوامع می‌شود، می‌تواند دریافتی و یا بازگشت سرمایه گذاری برروی نوآوری را بهبود بخشد. |
| | . Saad and Guermat (2015) | کارمندان دارای مدرک تحصیلی آموزش عالی می‌توانند بر عملکرد نوآوری در شرکتهای نوآور تأثیرگذار باشند. |
| | (Mazzucato,2013 | ارتباط بین کیفیت نیروی انسانی بر عملکرد شرکت، خصوصاً شرکتهای نوآور بسیار مهم است (هوش شاخص سرمایه انسانی است) |
| | Altbach, P. G. (2013) | سرمایه گذاری و هزینه کرد از GDP در آموزش عالی منجر به تولید نخبگان شده و نیاز به استخدام نیروی خارجی در بخش HIGH TECH را کاهش می‌دهد. (نمونه هند) |
| | Gallié, E. P., & Legros, D (2012) | آموزش مستمر در سطح عالی به نظر می‌رسد که جریانی از نوآوری را به وجود می‌آورد |
| | Leiponen, A. (2005). | آمورش عالی یکی از عوامل اصلی در موفقیت نوآوری است. |
| نوآوری و R&D | Sun, X., Li, H., & Ghosal, V. (2020) | صرفاً سرمایه گذاری بسیار زیاد در منابع مربوط به R&D، منجر به ارتقاء نوآوری نخواهد شد. |
| | Zhong, L. (2017) | مطالعات صورت گرفته به نقش نوآوری در ارتقاء رشد اقتصادی اشاره کرده و در ۴ عرصه طبقه بندی می‌شوند:۱- پیشرفت‌های تکنولوژیکی و سرریز آن‌ها ۲- سرمایه انسانی ۳- تحقیق و توسعه ۴- یادگیری از طریق انجام دادن. |
| هوش ملی و ECI | Azam, S. (2017) | هریک واحد انحراف در هوش ملی، با ۰،۰۶۹ واحد انحراف در شاخص پیچیدگی اقتصادی درارتباط است. |
| هوش نوآوری ECI | (Sweet & Eterovic Maggio, 2015) | پیوند میان هوش–نوآوری با ۱۲۴ نمونه گردآوری شده از جوامع آزمون گردیده است. شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) به عنوان معیار جدید نوآوری استفاده می‌شود. چون نوآوری‌های تحقق یافته را نشان می‌دهد.. |
| فناوری پیشرفته و نوآوری | رادفر و خمسه (۱۳۹۴) | مارکوسن معتقد است که بنگاههای متکی بر فناوری پیشرفته تکنولوژی‌های دانش بر، دارای نوآوری و کارآفرینانه را جهت رفاه انسان‌ها به کار می‌گیرند |

1. AnnaValero

| متغیر | نام محقق و سال | یافته |
|---|---|---|
| فناوری پیشرفته و سرمایه انسانی | (D'Angelo, 2012) | کارکنان R&D اثر بسیار مثبت و قابل توجهی را بر میزان تولید فناوری پیشرفته در شرکت‌های کوچک و متوسط دارد. |
| | رادفر و خمسه (۱۳۹۴) | یکی از ویژگی‌های بنگاه‌های متکی بر فناوری پیشرفته به کارگیری کارکنان متخصص از قبیل مهندسان، تکنسین‌ها و پژوهشگران است. این موضوع باعث شده که صنایع متکی بر فناوری پیشرفته به جای سرمایه بر بودن، به کارکنان ماهر و توانمندخود اتکا داشته باشند. |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق

هوش ساختاری است که کارایی فعالیت‌های فکری را تعیین می‌کند. افزایش هوش عموماً بیشتر به سلامت، تغذیه و آموزش بهتر و بالارفتن استانداردهای زندگی نسبت داده می‌شود (کویل و همکاران[1]، ۲۰۱۶: ۸). یافته‌های لین و ونهانن (۲۰۱۵) نشان می‌دهد هوش ملی شاخص معتبر سرمایه انسانی و سرمایه انسانی، عامل مهم و مؤثر نوآوری است (لاندری و همکاران، ۲۰۱۲). زونگ (۲۰۱۷) نیز در مطالعات خود به تأثیر نوآوری بر پیشرفت فناوری اشاره می‌کند. یافته‌های اعظم (۲۰۱۷) نشان می‌دهد هوش ملی و نوآوری با یکدیگر در ارتباط بوده و رابطه مثبتی میان آن‌ها وجوددارد. بنابراین، سرمایه‌های انسانی با مشخصه هوش و نوآوری بر پیشرفت فناوری تاثیرگذارند.

بهبود عملکرد مغز و مهارت‌های شناختی درکودکان و بزرگسالان وابسته به تغذیه می‌باشد (رابرتس و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به مطالعات صورت گرفته توسط سازمان جهانی بهداشت[2] تولد تا ۸ سالگی مهم‌ترین دوره شکل گیری زندگی کودکان است؛ زیرا مغز پایه و اساس مهارتهای شناختی بوده و عامل اصلی یادگیری در حال وآینده است، و سوء تغذیه می‌تواند توسعه اولیه مهارت‌های شناختی و حرکتی را که مبانی یادگیری است محدود کرده و به خطر بیاندازد (فرنچ و همکاران[3]، ۲۰۲۰: ۸- ۱۴). بنابراین طبق مرورادبیات هوش و تغذیه با یکدیگر در ارتباط هستند و هوش با نوآوری و پیشرفت فناوری رابطه دارد.

از طرفی مطالعه لین و ونهانن نشان داد که ضریب هوشی[4] همه جوامع انسانی یکسان نمی‌باشد و همبستگی بسیار بالایی بین هوش و موفقیت تحصیلی وجود دارد (لین و همکاران[5]، ۲۰۰۶: ۱۱). لوینگر نشان داد که تغذیه برموفقیت تحصیلی کودکان تاثیرگذاراست (لوینگر[6]، ۲۰۱۶: ۵). بنابراین تغذیه بر هوش و موفقیت تحصیلی تأثیرگذار است. جونز و پودمسکا (۲۰۱۰) دریافتند که همبستگی میان هوش ملی و خروجی سرمایه ملی برابر ۰٫۶۴ است (جونز و پودمسکا-میکلوچ[7]، ۲۰۱۰: ۲۷). جورجنسون و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که افزایش پیشرفت تحصیلی (موفقیت تحصیلی) بین سالهای ۱۹۴۸ و ۲۰۰۲ در نهایت موجب ۱۰ درصد رشد تولید ناخالص داخلی در امریکا و حدود ۱۵ درصد رشد بهره وری نیروی کار شده است سطوح بالای سرمایه انسانی در یک منطقه به افزایش سطح فعالیت اقتصادی در آن منطقه کمک می‌کند. هر ۱٪ افزایش در تعداد افراد با درجه دانشگاهی در یک منطقه معین منجربه افزایش ۲٪ فعالیت اقتصادی در آن منطقه می‌شود. سرمایه انسانی با تحصیلات عالی نقش مهمی را در احتمال نوآوری و کیفیت نوآوری بازی می‌کند. کارکنان دارای تحصیلات عالی نقش حیاتی در ترکیب، دگرگونی وادغام دانش خارجی با دانش تولید داخل را دارند (سان وهمکاران، ۲۰۲۰). بنابراین سرمایه‌های انسانی باهوش و نوآور، پس از کسب موفقیت تحصیلی و مهارت کافی به ترکیب دانش می‌پردازند که نتیجه آن تولید محصولاتی متنوع، دارای پیچیدگی اقتصادی و مؤثر بر رشد اقتصادی است. اعظم (۲۰۱۷) نشان داد افزایش یک واحد انحراف استاندارد در امتیازات مربوط به هوش ملی (شاخص سرمایه انسانی)، با ۰٫۰۶۹ افزایش انحراف استاندارد در شاخص پیچیدگی اقتصادی درارتباط است (اعظم[8]، ۲۰۱۷: ۱۲۸). بنابراین افراد باهوش (سرمایه‌های انسانی) در تولید محصولات با شاخص پیچیدگی اقتصادی بالا (محصولات با فناوری پیشرفته) نقش مهمی ایفامی کنند. امروزه کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته سعی دارند که به‌وسیله افزایش رقابت پذیری در تجارت جهانی، سهم بیشتری به دست آورند. کلید به دست آوردن مزیت رقابتی در سطح جهانی تولیدات قدرتمند (دانش بنیان) و صادرات کالاهایی با ارزش افزوده است. بدون شک این امر با اهمیت بیشتر به تحقیق و توسعه در

1. Coyle et al.
2. WHO
3. French et al.
4. IQ
5. Lynn et al.
6. Levinger.
7. Jones & Podemska-Mikluch.
8. Azam.

فرایند تولید و صادرات (به واسطه سرمایه‌های انسانی)، و سرمایه گذاری در فناوری به نتیجه می‌رسد. کشورهایی که دارای فناوری پیشرفته و تنوع در تولید هستند، از نظر شاخص پیچیدگی اقتصادی در رتبه‌های بالاتری قرارمی گیرند. طبیعتاً این کشورها دارای مزیت رقابتی در صادرات خود نیز هستند (ارکان[1]، ۲۰۱۵: ۱۸). طبق یافته‌های زونگ[2] (۲۰۱۷) نوآوری در بهبود رشد اقتصادی به واسطه سرمایه‌های انسانی نقش داشته و کارکنان و پژوهشگران بخش تحقیق و توسعه (سرمایه‌های انسانی) اثر بسیار مثبت و قابل توجهی بر تولید فناوری پیشرفته داشته‌اند (دآنجلو[3]، ۲۰۱۲). رادفر و خمسه (۱۳۹۴) به نقش مهم سرمایه‌های انسانی درصنایع مبتنی بر فناوری پیشرفته پرداخته و نشان دادند که این صنایع به جای سرمایه بر بودن به کارکنان ماهر و توانمند (سرمایه‌های انسانی) خود متکی هستند. با توجه به مرور ادبیات و مطالب پیشگفت سرمایه‌های انسانی در تولیدفناوری پیشرفته نقش دارند.

با توجه به مطالب فوق و جدول ۱ پژوهش‌های انجام گرفته در خصوص زیرساخت‌های هوش ملی، نوآوری، موفقیت تحصیلی و تغذیه به صورت مجزا و یا با بررسی اثرات چند زیرساخت بریکدیگر صورت گرفته است ولی تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی هم زمان و شبکه‌ای زیرساخت‌های فوق بر تولید فناوری پیشرفته با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه صورت نگرفته است. بنابراین نوآوری پژوهش در این بخش می‌باشد.

## ۳- روش تحقیق

روش انجام این مطالعه به صورت توصیفی می‌باشد. جامعه آماری دربرگیرنده ۲۳ کشور جهان با صادرات متنوعی از فناوری پیشرفته[4]، شامل چین، ژاپن، سنگاپور، کره جنوبی، مالزی و اندونزی از آسیای جنوب شرقی، آلمان، فرانسه، انگلیس، سوئیس، سوئد، ایتالیا، دانمارک و هلند از اروپا و آفریقای جنوبی، مراکش و مصر از آفریقا و اسرائیل، ایران و ترکیه از خاورمیانه و آمریکا و کانادا و استرالیا می‌باشند. گردآوری داده‌ها به روش کتابخانه‌ای و با استفاده از مراجع رسمی بین المللی شامل بانک جهانی[5]، نوآوری جهانی[6]، امنیت غذایی جهانی[7]، دانشگاه هاروارد[8]، و مرکزملی آمارهای آموزشی[9] می‌باشد. داده‌ها مربوط به سال ۲۰۱۵ بوده وعلت انتخاب این سال در دسترس بودن هم زمان داده‌ها در کشورهای مورد پژوهش می‌باشد. در این پژوهش مراحل انجام تحقیق به شرح زیر است.

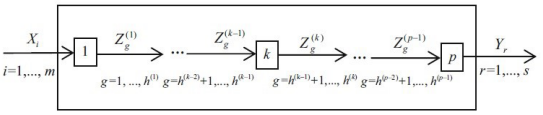
گام اول: گردآوری داده‌ها از مراجع بین المللی.

گام دوم: اندازه گیری همبستگی و رگرسیون با نرم افزار اکسل.

گام سوم: بی مقیاس و نرمالیزه کردن داده‌ها با توجه به ماهیت متفاوت آن‌ها.

گام چهارم: استفاده از مدل سری تحلیل پوششی داده‌های شبکه و ثبت داده‌ها در نرم افزار لینگو/ لیندو ۱۸.

گام پنجم: خروجی مدل. جواب بهینه تابع هدف که ماکزیمم کردن کارایی تولید فناوری پیشرفته و پیچیدگی اقتصادی در ۲۳ کشوراست. مدل ریاضی استفاده شده در ساختار سری تحلیل پوششی دادهای شبکه(Kao, ۲۰۱۷:۲۷۶) به شرح زیر است.




**ماخذ:** کائو[10]، ۲۰۱۷: ۲۷۶

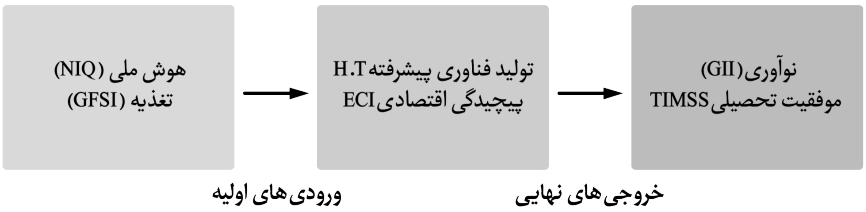
**شکل ۱.** مدل سری کائو

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، بخش اول سیستم، تمام ورودی خارجی $X_i$ را مصرف می‌کند تا محصول بینابینی $(Zg)^{(1)}$ را تولید کند، که این محصول، توسط بخش دوم برای تولید محصول بینابینی $(Zg)^{(2)}$ به کار می‌رود. این فرایند تا آخرین بخش p که خروجی آن خروجی نهایی سیستم $(Y_r)$ است ادامه می‌یابد. با قائل شدن نقش متغیرهای ورودی برای $X_i$ و متغیرهای میانی برای $(Zg)^{(1)}$ و برونداد برای متغیرهای $Y_r$، مطابق با مدل سری تحلیل پوششی داده‌ها در شکل ۱، می‌توان مدل سری تحلیل پوششی داده‌های این پژوهش را مطابق شکل زیر پیشنهاد داد:

1. Erkan.
2. Zhong, L
3. D'Angelo

۴. محصولاتی با میزان بالای تحقیق و توسعه ، مانند هوافضا، کامپیوتر، داروسازی، ابزار علمی و ماشین آلات الکتریکی(بانک جهانی)

5. world bank on http://data.worldbank.org
6. Global Innovation Index on www.globalinnovationindex.org
7. Global food security index on https://foodsecurityindex.eiu.com
8. https://atlas.cid.harvard.edu/rankings.
9. National Center For Education Statistics on https://nces.ed.gov/timss
10. Kao




**شکل ۲**. مدل پژوهش
**ماخذ:** یافته‌های تحقیق

نهاد آموزشی (بخش ۱) انسان‌های باهوش که تغذیه مناسب نیز داشته‌اند $X_i$ را جذب نموده و تبدیل به انسانهای نوآور با تحصیلات عالی $(Zg)^{(1)}$ می‌کند. نهاد پژوهشی p انسان‌های نوآور با تحصیلات عالی را جذب نموده و خروجی این نهاد ها کالاها با فناوری پیشرفته $Y_r$ می‌باشد که به علت دانشی که در آن‌ها به کار رفته است دارای پیچیدگی اقتصادی می‌باشد.

شاخص‌ها مربوط به زیرساخت‌های هوش ملی، تغذیه، موفقیت تحصیلی، نوآوری، پیچیدگی اقتصادی و تولید فناوری پیشرفته هستند (جدول ۲).

**جدول ۲.** توصیف شاخص‌ها

| شاخص‌ها و ویژگی آن‌ها | توصیف شاخص | موقعیت در مدل |
|---|---|---|
| هوش ملی<br>شاخص: عدد محاسبه شده مربوط به هوش ملی | ضریب هوشی ملی با اندازه گیری نمونه‌های تست‌های مختلف هوش محاسبه می‌شود و ضریب هوشی مردم هر کشور را نشان می‌دهد. (Lynn,& Becker,2019). | ورودی اولیه |
| تغذیه<br>شاخص: عدد محاسبه شده مربوط به شاخص جهانی امنیت غذایی | شاخص جهانی امنیت غذایی GFSI<br>GFSI ابزاری را برای سنجش امنیت غذایی ایجاد کرده است که به موضوعات تهیه غذا (با قیمت مناسب)، دردسترس بودن غذا، وکیفیت و امنیت غذا در ۱۱۳ کشور جهان اشاره می‌کند. (Global food security index, 2018:6) | ورودی اولیه |
| نوآوری:<br>شاخص: با شاخص نوآوری جهانی (GII) سنجیده می‌شود. | برای پایش و ارزیابی فضای نوآوری وخروجی های خلاق کشورها است. پنج ستون ورودی عناصر اقتصاد ملی را دربرمی گیردکه فعالیت‌های نوآوری را فعال می‌کند ۱-نهادها ۲-سرمایه انسانی و تحقیق ۳-زیرساخت ۴-پیچیدگی بازار ۵-پیچیدگی کسب وکار. دوستون خروجی، خروجی‌های نوآوری را در بر می‌گیرد.۶-خروجی‌های دانش و تکنولوژی و ۷-خروجی‌های خلاقانه. هریک از ستون‌ها به سه زیر ستون تقسیم شده و هر زیر ستون ترکیبی از شاخص‌های منحصر به فرد است (درمجموع ۸۱ شاخص). امتیازات زیرستون‌ها از طریق محاسبه متوسط وزن شاخص‌های منحصر به فرد محاسبه و نرمالیزه شدند تا امتیاز ۰ تا ۱۰۰ را دریافت کنند. امتیاز ستون‌ها از طریق محاسبه متوسط وزن امتیاز زیر ستون‌ها محاسبه می‌شود. (Dutta et al,2018:16) | خروجی میانی/ ورودی برای خروجی نهایی |
| موفقیت تحصیلی<br>شاخص: با آزمونهای TIMSS در علوم و ریاضی سنجیده شده است. | موفقیت تحصیلی: عبارتست از بالاترین درجه اخذ شده درپیشرفته ترین سطح موجود درسیستم آموزشی یک کشور. (OECD) | خروجی میانی/ ورودی برای خروجی نهایی |
| پیچیدگی سطح دانش و تکنولوژی<br>شاخص: با شاخص پیچیدگی اقتصادی سنجیده شده است. | شاخص پیچیدگی اقتصادی<br>شاخصی است که ساختار تولید و صادرات کشورها را بررسی و تحلیل می‌کند. پیچیدگی سطح دانش و تکنولوژی کشور را از تولید تا صادرات نشان می‌دهد. کشورهایی که دارای فناوری پیشرفته و تنوع در تولید هستند، از نظر شاخص ECI در رتبه‌های بالاتری قرار می‌گیرند. (Erkan & Yildirimci, 2015) | خروجی نهایی |
| میزان پیشرفته بودن فناوری<br>شاخص: با میزان صادرات فناوری پیشرفته به عنوان نمایانگر توانایی تولید محصول با فناوری پیشرفته) سنجیده شده است. | محصولات بافناوری پیشرفته دارای تنوع و پیچیدگی زیاد هستند و دانش بسیاری درآنها به کار گرفته شده است. (Hausmann et al, 2014) | خروجی نهایی |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق

## ۴- یافته‌ها

همبستگی و رگرسیون مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها در جداول شماره ۳ و ۴ آمده است.

جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که هوش ملی با موفقیت تحصیلی بیشترین میزان همبستگی محاسبه شده (فرمول Correl نرم افزار اکسل) را دارد. با توجه به مثبت بودن مقدار همبستگی با تغییر هوش ملی، موفقیت تحصیلی نیز تحت تأثیر قرارمی گیرد و تغذیه نیز با نوآوری دارای چنین ارتباطی است.

**جدول ۳.** همبستگی شاخص‌ها

| همبستگی شاخص‌ها | هوش ملی | تغذیه | نوآوری | موفقیت تحصیلی | پیچیدگی اقتصادی | صادرات فناوری پیشرفته |
|---|---|---|---|---|---|---|
| هوش ملی | ۱ | | | | | |
| تغذیه | ۰/۶۹۳ | ۱ | | | | |
| نوآوری | ۰/۷۸۱ | ۰/۹۱۶ | ۱ | | | |
| موفقیت تحصیلی | ۰/۹۷۴ | ۰/۶۵۹ | ۰/۷۲۹ | ۱ | | |
| پیچیدگی اقتصادی | ۰/۷۲۲ | ۰/۶۶۱ | ۰/۷۶۱ | ۰/۷۰۷ | ۱ | |
| صادرات فناوری پیشرفته | ۰/۴۸۸ | ۰/۰۶۶ | ۰/۱۹۴ | ۰/۴۵۲ | ۰/۳۷۳ | ۱ |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق

**جدول ۴.** نتایج رگرسیون در شاخص‌های ورودی و خروجی

| مرحله اول | | | مرحله دوم | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ورودی اولیه | خروجی میانی | | ورودی میانی | خروجی نهایی | |
| | آزمون‌های TIMSS | نوآوری جهانی GII | | پیچیدگی اقتصادی ECI | تولید فناوری پیشرفته H.T |
| هوش ملی NIQ | ۰/۹۴۸ | ۰/۶۱۰ | آزمون‌های TIMSS | ۰/۵۰۰ | ۰/۲۰۴ |
| تغذیه GFSI | ۰/۴۳۵ | ۰/۸۳۹ | نوآوری جهانی GII | ۰/۵۷۹ | ۰/۰۳۷ |
| $R^2$ | ۰/۹۴۹ | ۰/۸۸۰ | $R^2$ | ۰/۶۲۹ | ۰/۲۴۴ |
| F | ۱۸۷/۴ ۷۳/۳۶ | | F | ۱۶/۹۸ | ۳/۲۲ |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار اکسل

مرحله اول (جدول ۴): در این مرحله ارتباط ورودی‌های اولیه مدل که هوش ملی و تغذیه می‌باشند با خروجی‌های میانی موفقیت تحصیلی (آزمون‌های Timss) و نوآوری جهانی مشاهده می‌گردد.

مرحله دوم (جدول ۴): در این مرحله ارتباط ورودی‌های میانی موفقیت تحصیلی و نوآوری (که درمرحله اول خروجی‌های میانی بودند) با خروجی‌های نهایی تولید فناوری پیشرفته (H.T) و پیچیدگی اقتصادی (ECI) مشاهده می‌گردد که درنهایت شبکه تشکیل شده تأثیر ورودی‌های اولیه بر خروجی‌های نهایی را با مصرف ورودی/خروجی‌های میانی طبق مدل ریاضی زیر نشان می‌دهد.

مدل ریاضی برای هریک از ۲۳ کشور به شرح زیر می باشد.

مدل (۱)

$$E_0=\text{Max } HT_0U1+ECI_0\ U2$$

$$\text{S.T.}\quad NIQ_0\ V1+GFSI_0V2=1$$

$$HT_0U1+ECI_0\ U2-\ GII_0\ W1-TIMSS_0\ W2<=0$$

$$GII_0\ W1+TIMSS_0\ W2-NIQ_0\ V1-GFSI_0\ V2<=0$$

در مدل (۱):

E0= کارایی نسبی کشور تحت ارزیابی در تولید محصولات با فناوری پیشرفته

U1= وزن/اهمیت خروجی فناوری پیشرفته H.T؛

U2= وزن/اهمیت خروجی پیچیدگی اقتصادگی ECI

V1= وزن/اهمیت ورودی اولیه هوش ملی NIQ؛

V2= وزن/اهمیت ورودی اولیه تغذیه GFSI

W1=وزن/اهمیت خروجی میانی/ورودی برای خروجی نهایی نوآوری GII

W2= وزن/اهمیت خروجی میانی/ورودی برای خروجی نهایی موفقیت تحصیلی TIMSS

پس از حل مدل برنامه ریزی خطی، کارایی مربوط به هریک از ۲۳ کشور مشخص گردید. مطابق با جداول زیر هیچ یک از کشورها کارا نبودند چون به عدد ۱ دست نیافته و همگی ناکارا می‌باشند. اما میان کشورهای انتخاب شده بالاترین امتیاز را کشور چین با عدد کارایی (۰/۷۷) به خود اختصاص داده است و پایین‌ترین کارایی مربوط به کشور ایران با عدد کارایی (۰/۰۰۰۳۷) می‌باشد. پس از تقسیم بندی جغرافیایی ۲۳ کشور به آسیای جنوب شرقی، اروپا، استرالیا، امریکا، خاور میانه و آفریقا هرگروه جداگانه ارزیابی گردید.

**جدول ۵.** مقایسه کارایی نسبی ۲۳ کشور

| رتبه کارایی نسبی | کشورها DMUs | ماکزیمم کارایی | رتبه کارایی نسبی | کشورها DMUs | ماکزیمم کارایی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | چین | ۰/۷۷۷۵ | ۱۳ | اسرائیل | ۰/۳۳۲۹۲ |
| ۲ | ژاپن | ۰/۶۹۱۰ | ۱۴ | مالزی | ۰/۳۳۲۸ |
| ۳ | آلمان | ۰/۶۷۹۳۹ | ۱۵ | کانادا | ۰/۲۶۲۲۲ |
| ۴ | کره جنوبی | ۰/۶۳۸۰ | ۱۶ | ترکیه | ۰/۲۲۵۲۰ |
| ۵ | سوئیس | ۰/۶۱۶۸۸ | ۱۷ | ایتالیا | ۰/۱۴۵۸۱ |
| ۶ | سنگاپور | ۰/۶۰۸۳ | ۱۸ | اندونزی | ۰/۱۲۴۷ |
| ۷ | فرانسه | ۰/۵۸۹۰۴ | ۱۹ | آفریقای جنوبی | ۰/۱۱۵۳۶ |
| ۸ | آمریکا | ۰/۵۷۲۳۰ | ۲۰ | مصر | ۰/۰۸۵۹۳ |
| ۹ | سوئد | ۰/۵۰۷۷۹ | ۲۱ | استرالیا | ۰/۰۳۷۱۷ |
| ۱۰ | انگلیس | ۰/۴۸۱۵۰ | ۲۲ | مراکش | ۰/۰۰۸۷۶ |
| ۱۱ | هلند | ۰/۳۹۱۴۹ | ۲۳ | ایران | ۰/۰۰۰۳۷ |
| ۱۲ | دانمارک | ۰/۳۶۷۰۴ | | | |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

جدول ۵ کارایی نسبی هریک از ۲۳ کشور را نشان می‌دهد. طبق محاسبات پژوهش بالاترین کارایی راکشورهای چین و ژاپن و پایین‌ترین کارایی را کشورهای مراکش و ایران کسب کرده‌اند. محاسبات هوش ملی لین و بیکر (۲۰۱۹)[1] نشان می‌دهد ضریب هوش ملی در چین ۱۰۵،۸ در ژاپن ۱۰۴ و در ایران ۸۵ و مراکش ۸۲ است. دلیل اینکه کشور ایران با هوش ملی بالاتر نسبت به مراکش، کارایی تولید فناوری پیشرفته کمتری از آن کشور دارد، اعمال تحریم‌های گسترده ودر نتیجه کمبود امکانات جهت دسترسی به دستگاه‌ها و تجهیزات علمی مورد نیاز پژوهشگران کشورمان می‌باشد به همین دلیل ایران در رتبه پایین‌تری از مراکش قرارگرفته است.

| Solution Report-china **10** | |
|---|---|
| Global optimal solution found. | |
| Objective value: | 0.7773892 |
| Infeasibilities: | 0.000000 |
| Total solver iterations: | 7 |
| Elapsed runtime seconds: | 1.46 |

**ماخذ**: یافته‌های تحقیق

**شکل ۳.** کارایی چین درنرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

1. https://viewoniq.org/?page_id=9
آخرین داده‌های هوش‌ملی در این سایت قابل دستیابی است.

**جدول ۶.** وزن شاخص‌های کشورهای آسیای جنوب شرقی

| DMUS کشورها | ماکزیمم کارایی | وزن تغذیه V2 | وزن هوش ملی V1 | وزن موفقیت تحصیلی W2 | وزن نوآوری W1 | وزن پیچیدگی اقتصادی U2 | وزن تولید فناوری پیشرفته U1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| چین | ۰/۷۷۷۵ | ۰ | ۰/۰۲۵۷ | ۰/۰۰۵۱ | ۰/۰۱۳۸ | ۰/۰۰۷۷ | ۰/۰۰۱۱ |
| ژاپن | ۰/۶۹۱۰ | ۰ | ۰/۰۲۵۳ | ۰/۰۰۶۲ | ۰/۰۱۲۴ | ۰/۰۰۷۹ | ۰/۰۰۰۹ |
| کره جنوبی | ۰/۶۳۸۰ | ۰ | ۰/۰۲۵۵ | ۰/۰۰۶۲ | ۰/۰۱۲۵ | ۰/۰۰۸۰ | ۰/۰۰۰۹ |
| سنگاپور | ۰/۶۰۸۳ | ۰ | ۰/۰۲۶۱ | ۰/۰۰۷۷ | ۰/۰۱۱۳ | ۰/۰۰۸۰ | ۰/۰۰۱۰ |
| مالزی | ۰/۳۳۲۸ | ۰ | ۰/۰۲۲۳ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۱۰۹ | ۰/۰۰۷۰ | ۰/۰۰۰۸ |
| اندونزی | ۰/۱۲۴۷ | ۰/۰۱۴۴ | ۰/۰۰۹۵ | ۰/۰۰۶۹ | ۰/۰۰۹۹ | ۰/۰۰۷۷ | ۰ |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

طبق جدول ۶ در گروه کشورهای آسیای جنوب شرقی به جز اندونزی شاخص هوش ملی بالاترین وزن را به خود اختصاص داده است.

طبق جدول ۷ در گروه کشورهای اروپایی، امریکا، کانادا و استرالیا، تمام کشورها به جز، انگلیس و ایتالیا شاخص تغذیه بالاترین وزن را به خود اختصاص داده است. در فرانسه نیز بالاترین وزن به شاخص موفقیت تحصیلی (با اختلاف کمی از تغذیه) اختصاص یافته است.

**جدول ۷.** وزن شاخص‌های اروپا، کانادا و استرالیا

| DMUS کشورها | ماکزیمم کارایی | وزن تغذیه V2 | وزن هوش ملی V1 | وزن موفقیت تحصیلی W2 | وزن نوآوری W1 | وزن پیچیدگی اقتصادی U2 | وزن تولید فناوری پیشرفته U1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آلمان | ۰/۶۷۹۳۹ | ۰/۰۱۵۳۴ | ۰/۰۱۰۲۰ | ۰/۰۰۷۳۲ | ۰/۰۱۰۶۷ | ۰/۰۰۷۵۹ | ۰/۰۰۱۰۱ |
| سوئیس | ۰/۶۱۶۸۸ | ۰/۰۱۵۴۸ | ۰/۰۱۰۲۷ | ۰/۰۰۷۴۹ | ۰/۰۱۰۶۴ | ۰/۰۰۸۳۰ | ۰ |
| فرانسه | ۰/۵۸۹۰۴ | ۰/۰۲۱۳۱ | ۰/۰۱۲۵۹ | ۰/۰۲۳۳۶ | ۰ | ۰/۰۰۹۷۴ | ۰/۰۰۱۰۴ |
| آمریکا | ۰/۵۷۲۳۰ | ۰/۰۱۵۷۸ | ۰/۰۱۰۴۹ | ۰/۰۰۷۵۳ | ۰/۰۱۰۹۸ | ۰/۰۰۷۸۱ | ۰/۰۰۱۰۳ |
| سوئد | ۰/۵۰۷۷۹ | ۰/۰۱۵۲۲ | ۰/۰۱۰۱۰ | ۰/۰۰۷۳۷ | ۰/۰۱۰۴۷ | ۰/۰۰۸۱۶ | ۰ |
| انگلیس | ۰/۴۸۱۵۰ | ۰ | ۰/۰۲۴۱۵ | ۰/۰۰۵۹۰ | ۰/۰۱۱۸۶ | ۰/۰۰۷۵۹ | ۰/۰۰۰۸۸ |
| هلند | ۰/۳۹۱۴۹ | ۰/۰۱۵۴۶ | ۰/۰۱۰۴۳ | ۰/۰۰۶۰۸ | ۰/۰۱۲۲۱ | ۰/۰۰۷۸۲ | ۰/۰۰۰۹۱ |
| دانمارک | ۰/۳۶۷۰۴ | ۰/۰۱۵۱۰ | ۰/۰۱۰۰۲ | ۰/۰۰۷۳۱ | ۰/۰۱۰۳۹ | ۰/۰۰۸۱۰ | ۰ |
| کانادا | ۰/۲۶۲۲۲ | ۰/۰۱۵۴۷ | ۰/۰۱۰۲۷ | ۰/۰۰۷۴۹ | ۰/۰۱۰۶۴ | ۰/۰۰۸۳۰ | ۰ |
| ایتالیا | ۰/۱۴۵۸۱ | ۰ | ۰/۰۲۳۴۲ | ۰/۰۰۴۶۳ | ۰/۰۱۲۶۲ | ۰ | ۰/۰۰۲۰۷ |
| استرالیا | ۰/۰۳۷۱۷ | ۰/۰۱۵۲۶ | ۰/۰۱۰۲۹ | ۰/۰۰۶۰۰ | ۰/۰۱۲۰۶ | ۰/۰۰۷۷۲ | ۰/۰۰۰۹۰ |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

طبق جدول ۸ در گروه کشورهای افریقایی، در مصر و مراکش، هوش ملی بیشترین وزن (اهمیت) را به خود اختصاص داده است و درآفریقای جنوبی، تغذیه بیشترین وزن (اهمیت) را به خود اختصاص داده است.

**جدول ۸.** وزن شاخص‌های آفریقا

| DMU کشورها | ماکزیمم کارایی | وزن تغذیه V1 | وزن هوش ملی V2 | وزن موفقیت تحصیلی W2 | وزن نوآوری W1 | وزن پیچیدگی اقتصادی U2 | وزن تولید فناوری پیشرفته U1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آفریقای جنوبی | ۰/۱۱۵۳۶ | ۰/۰۱۱۵۰ | ۰/۰۰۷۶۳ | ۰/۰۰۵۵۷ | ۰/۰۰۷۹۱ | ۰/۰۰۶۱۷ | ۰ |
| مصر | ۰/۰۸۵۹۳ | ۰ | ۰/۰۲۰۱۶ | ۰/۰۰۶۱۱ | ۰/۰۰۸۶۷ | ۰/۰۰۶۷۷ | ۰ |
| مراکش | ۰/۰۰۸۷۶ | ۰ | ۰/۰۲۰۰۸ | ۰/۰۰۶۰۸ | ۰/۰۰۸۶۴ | ۰/۰۰۶۷۴ | ۰ |

**ماخذ:** یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

طبق جدول ۹ در خاورمیانه کشور ایران و ترکیه بالاترین وزن (اهمیت) به هوش ملی اختصاص یافته که ارتقاء آن می‌تواند منجر به حداکثر شدن تولید فناوری پیشرفته و پیچیدگی اقتصادی شود. در خصوص رژیم صهیونیستی (اسرائیل) بیشترین وزن (اهمیت) مربوط به تغذیه می‌باشد که ارتقاء هوشمندانه آن با هدف بهبود توانایی‌های شناختی می‌تواند منجر به حداکثرشدن تولید فناوری پیشرفته و پیچیدگی اقتصادی شود.

**جدول ۹.** وزن شاخص‌های خاورمیانه

| DMU | ماکزیمم کارایی | وزن تغذیه V2 | وزن هوش ملی V1 | وزن موفقیت تحصیلی W2 | وزن نوآوری W1 | وزن پیچیدگی اقتصادی U2 | وزن تولید فناوری پیشرفته U1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رژیم صهیونیستی (اسرائیل) | ۰/۳۳۲۹۲ | ۰/۰۱۴۵۳ | ۰/۰۰۹۶۵ | ۰/۰۰۷۰۴ | ۰/۰۱۰۰۰ | ۰/۰۰۷۸۰ | ۰ |
| ترکیه | ۰/۲۲۵۲۰ | ۰ | ۰/۰۲۱۷۹ | ۰/۰۰۶۶۰ | ۰/۰۰۹۳۷ | ۰/۰۰۷۳۱ | ۰ |
| ایران | ۰/۰۰۰۳۷ | ۰ | ۰/۰۲۰۸۳ | ۰/۰۰۴۱۲ | ۰/۰۱۱۲۳ | ۰/۰۰۶۳۰ | ۰/۰۰۰۹۳ |

**ماخذ:** محاسبات پژوهش با استفاده از نرم افزار لینگو/لیندو ۱۸

## ۵- بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه هوش شاخص معتبر سرمایه انسانی است هدف این پژوهش بررسی ضریب هوشی ملی، نوآوری، موفقیت تحصیلی و تغذیه به منزله زیرساخت‌هایی است که گمان می‌رود بخشی از کارایی ملل را در تولید محصولات با فناوری پیشرفته توضیح دهند.

تاکنون مطالعات بسیاری در خصوص زیرساخت‌های هوش ملی، نوآوری، موفقیت تحصیلی و تغذیه به صورت مجزا و یا با بررسی اثرات دو زیرساخت بر یکدیگر صورت گرفته است ولی تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی هم زمان زیرساخت‌های فوق بر تولید فناوری پیشرفته با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه صورت نگرفته است. بنابراین نوآوری پژوهش در این بخش می‌باشد.

در این مطالعه ۲۳ کشور که دارای صادرات متنوعی از فناوری پیشرفته می‌باشند از لحاظ کارایی نسبی تولید فناوری پیشرفته مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج نشان داد هیچ یک از کشورها کارا نبودند چون به عدد ۱ دست نیافته و همگی ناکارا می‌باشند. اما میان کشورهای انتخاب شده بالاترین امتیاز را کشور چین با عدد کارایی نسبی (۰/۷۷) به خود اختصاص داده است و پایین‌ترین کارایی نسبی مربوط به کشور ایران با عدد کارایی (۰/۰۰۰۳۷) می‌باشد. مدل ریاضی علاوه بر کارایی نسبی، وزن هریک از زیرساخت‌های مورد مطالعه را نیز مشخص نمود. یافته‌ها نشان دادند، از ۲۳ کشور مورد بررسی در ۱۱ کشور (آلمان، سوئیس، آمریکا، سوئد، هلند، دانمارک، اسرائیل، کانادا، اندونزی، آفریقای جنوبی، استرالیا) بیشترین وزن (اهمیت) به تغذیه تعلق دارد و در ۱۱ کشور دیگر (چین، ژاپن، کره جنوبی، سنگاپور، انگلیس، مالزی، ترکیه، ایتالیا، مصر، مراکش، ایران) هوش ملی بیشترین وزن (اهمیت) را به خود اختصاص داده است و در یک کشور (فرانسه) نیز موفقیت تحصیلی با اختلاف کمی از تغذیه بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است.

ازمیان ۲۳ کشور انتخاب شده، انتظار می‌رود کشورهایی با هوش ملی[1] بالاتر، کارایی نسبی تولید فناوری پیشرفته بیشتری داشته باشند. چین با ضریب هوش ملی ۱۰۵،۸ در رتبه اول قرارگرفته است. کشورهایی که در رتبه اول تا ششم قراردارند، ضریب هوش ملی بالای ۱۰۰ دارند به جز آلمان با ضریب هوش ملی ۹۹ که کاهش ضریب هوشی می‌تواند به علت مهاجرپذیربودن این کشور (خصوصاً از ترکیه) باشد. رتبه‌های میانی ۷ لغایت ۱۵ از لحاظ کارایی نسبی تولید فناوری پیشرفته دارای ضریب هوش ملی بالای ۹۰ بوده و ۸ کشور انتهایی جدول، همگی ضریب هوش ملی بین ۷۰ تا ۸۹،۴ را دارا هستند. استثنا این جدول کشورهای ایتالیا و استرالیا می‌باشند. ضریب هوش ملی در ایتالیا ۹۶ است که پایین بودن تولید فناوری پیشرفته در آن می‌تواند به علت حضور بیشتر این کشور در عرصه خدمات و صنعت مد و پوشاک باشد. استرالیا نیز با ضریب هوش ملی ۹۹،۲، بیشتر در صنعت دامپروری (صادرات گوشت و پشم) و استخراج معادن فعال است. با توجه به مخزن سرمایه انسانی موجود، پیشنهادمی گردد استرالیا

1. https://viewoniq.org/?page_id=9
آخرین داده‌های هوش‌ملی در این سایت قابل دستیابی است.

به اجرای سیاست‌هایی مبنی بر تولید فناوری پیشرفته بیشترتمرکزکند، تا در سال‌های آینده رتبه بالاتری در کارایی نسبی تولید فناوری پیشرفته به دست آورد.

طبق مرور ادبیات تغذیه از عوامل مؤثر بر هوش و مهارتهای شناختی است و هوش نیز بر موفقیت تحصیلی و نوآوری تأثیرگذار است. ازآنجاکه سرمایه‌های انسانی (افراد باهوش و نوآور) در تولید فناوری پیشرفته نقش بسزایی دارند، بنابراین با توجه به نتایج پیشنهاد می گرددکشورهایی که درآنها بیشترین وزن (اهمیت) به تغذیه تعلق گرفته است بر روی بهبود تغذیه باهدف ارتقاء مهارت‌های شناختی سرمایه گذاری کنند (حمایت از تغذیه مادران باردار، حمایت از تغذیه کودکان در مدارس زیرنظر متخصصان تغذیه باهدف ارتقاءهوش و مهارتهای شناختی) که با بهبود تغذیه، تعداد سرمایه‌های انسانی (افراد باهوش و نوآور با تحصیلات عالی) را افزایش دهند.

برای کشورهایی که در آن‌ها بیشترین وزن (اهمیت) به هوش ملی تعلق گرفته است پیشنهاد می‌گردد سیاست‌هایی در جهت ارتقاء هوش و مهارتهای شناختی درنظرگرفته شود.

در فرانسه شاخص موفقیت تحصیلی با اختلاف ناچیزی از تغذیه بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد فرانسه با اجرای سیاست‌های مناسب درجهت ارتقاء موفقیت تحصیلی گام بردارد. مانند فراهم کردن مشوق‌های بیشتری برای تحصیلات عالی. در سال ۲۰۲۱ فرانسه درجهت سیاست‌های فوق گام برداشته و تحصیل برای دانشجویان بین المللی را رایگان اعلام کرده و بیشترین حمایت از تحصیل در مقطع دکتری اعمال می‌گردد[1]. با توجه به اینکه مهارتهای شناختی (هوش) از عوامل مؤثر بر موفقیت تحصیلی است بنابراین هوش به طور غیرمستقیم بر حداکثرکردن تولیدفناوری پیشرفته از طریق ارتقاء موفقیت تحصیلی تاثیرگذاراست.

از ۲۳ کشور مورد مطالعه، در ۲۲ کشور بیشترین وزن (اهمیت) به هوش ملی و تغذیه تعلق گرفته است. از آنجایی که هوش شاخص سرمایه انسانی است و تغذیه نیز از عوامل مؤثر و تأثیرگذار بر هوش است، ازاین رو در پاسخ به سؤال کلیدی که ارتقاء هوش ملی درشبکه، بر ارزیابی کارایی تولید محصول با فناوری پیشرفته تأثیرگذار است؟ می‌توان گفت با توجه به نتایج، ازآنجاکه تغذیه در ارتقاء هوش و مهارتهای شناختی تأثیر بسزایی دارد، ارتقاء هوش ملی درشبکه با تاثیرگذاری بر موفقیت تحصیلی و نوآوری به طور غیرمستقیم، بر کارایی تولید فناوری پیشرفته تأثیرگذار است.

**محدودیت‌های پژوهش:**

امکان بررسی کشور هند به دلیل عدم شرکت در آزمونهای TIMSS وجود نداشت و آمارهای مربوط به کشور هنگ کنگ بعد از پیوستن به چین دیگر به صورت مجزا ارائه نگردیده بود به همین دلیل از کشورهای مورد پژوهش حذف گردیدند.

**منابع:**


آذری آرانی، قاسم، رضایی نور، جلال (۱۳۹۹). شناسایی فرایند خلق و یادگیری دانش ملی و بررسی تأثیر آن بر تولید ناخالص داخلی با درنظر گرفتن نقش واسطه‌ای هوش ملی، فصلنامه فناوری آموزش، ۱۴(۲)، ۴۷۷-۴۹۲. magiran.com/p2290912

رادفر, رضا, خمسه, عباس. (۱۳۹۴). مدیریت تکنولوژی نگرشی جامع بر تکنولوژی، نوآوری و تجاری سازی، انتشارات علمی و فرهنگی.

سمیعی نصر, محمود؛ صادق پور, علی اصغر؛ تقوی گیلانی, مهرداد. (۱۳۹۲). مدیریت اثر بخش انتقال تکنولوژی (چاپ اول). انتشارات ساد.

Adamides, E., & Karacapilidis, N. (2020). Information technology for supporting the development and maintenance of open innovation capabilities. Journal of Innovation & Knowledge, 5(1), 29–38.

ضیایی, ثریا, محسنی طارمسری, مهناز. (۱۴۰۰). بررسی ارتباط بین نوآوری سازمانی و هوش هیجانی با تعهد سازمانی در کتابداران کتابخانه‌های عمومی شهرستان رشت. فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی, ()، -. doi: 10.22054/jks.2021.52002.1333

محمودزاده، ابراهیم؛ باقری، ابوالفضل؛ دهقان پیر، علی (۱۳۹۴). تأثیر ابعاد فناوری برتر بر عملکرد بازار محصولات جدید. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۳(۲)، ۳۱-۶۲. doi: 10.22104/jtdm.2016.353

Acham, H. (2010). Nutrition, health and academic achievement of primary school children: A case of Kumi District, Eastern Uganda [PhD Thesis]. Makerere University.


1. https://go2tr.co/mag/the-cost-of-studying-and-living-in-france

Altbach, P. G. (2013). The Achilles Heel of India's High-Tech Future. In The International Imperative in Higher Education (pp. 175-178). SensePublishers, Rotterdam.

Azam, S. (2017). A cross-country empirical test of cognitive abilities and innovation nexus. International Journal of Educational Development, 53, 128–136.

Burhan, N. A. S., Salleh, F., & Burhan, N. M. G. (2015). National intelligence and private health expenditure: Do high IQ societies spend more on health insurance? Intelligence, 52, 1-8.

Chauhan, U., Golhar, S., & Dahake, P. (2016). Correlation between iron deficiency anemia and cognitive achievement in school aged children. Ann Int Med Den Res, 2(4), 178-180.

Coyle, T. R., Rindermann, H., & Hancock, D. (2016). Cognitive capitalism: Economic freedom moderates the effects of intellectual and average classes on economic productivity. Psychological Reports, 119(2), 411–427.

Diebolt, C., & Hippe, R. (2022). The long-run impact of human capital on innovation and economic growth in the regions of Europe. In Human Capital and Regional Development in Europe (pp. 85-115). Springer, Cham.

D'Angelo, A. (2012). Innovation and export performance: A study of Italian high-tech SMEs. Journal of Management & Governance, 16(3), 393–423.

Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2018). The global innovation index 2018: Energizing the world with innovation. WIPO..

Erkan, B., & Yildirimci, E. (2015). Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195, 524–533. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.262.

French, B., Outhwaite, L. A., Langley-Evans, S. C., & Pitchford, N. J. (2020). Nutrition, growth, and other factors associated with early cognitive and motor development in Sub-Saharan Africa: A scoping review. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 33(5), 644–669.

Gallié, E. P., & Legros, D. (2012). Firms' human capital, R&D and innovation: a study on French firms. Empirical Economics, 43(2), 581-596.

Gelade, G. A. (2008). IQ, cultural values, and the technological achievement of nations. Intelligence, 36(6), 711-718.

Global food security index. )2018( pdf—Google Search. (n.d.). Retrieved November 6, 2020.

Grantham-McGregor, S. M., & Ani, C. C. (2011). Undernutrition and mental development. Nutrition and Brain. Vevey: Nestec Ltd, and Karger: Basel, 1–14..

Guellec, D., & De La Potterie, B. V. P. (2002). R&D and productivity growth: panel data analysis of 16 OECD countries. OECD Economic studies, 2001(2), 103-126.

Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001.

https://www.law.cornell.edu/definitions/index.

Jones, G., & Podemska-Mikluch, M. (2010). IQ in the utility function: Cognitive skills, time preference, and cross-country differences in savings rates.

Jones, G., & Schneider, W. J. (2006). Intelligence, human capital, and economic growth: A Bayesian averaging of classical estimates (BACE) approach. Journal of Economic Growth, 11(1), 71–93.

Jorgenson, D., Ho, M., & Samuels, J. (2019). Education Intensity and the Sources of, and Prospects for, US Economic Growth. International Productivity Monitor, 36, 161–186.

Kao, C. (2017). Network data envelopment analysis: Foundations and extensions. Switzerland: Springer International Publishing.

Kucharčíková, A. (2011). Human capital–definitions and approaches. Human Resources Management & Ergonomics, 5(2), 60-70.

Landry, R., Amara, N., & Lamari, M. (2012). Does social capital determine innovation? To what extent? Technological Forecasting and Social Change, 69(7), 681–701.

Lederman, D., & Maloney, W. (2013). R&D and development. World Bank policy research. Working Paper, 3024.

Leiponen, A. (2005). Skills and innovation. International Journal of Industrial Organization, 23(5–6), 303–323

Levinger, B. (1994). Nutrition, health and advancement for all . Education Development Centre and United Nations Development Programme, Newton, MA.

Liu, G., Pang, L., & Kong, D. (2017). Effects of human capital on the relationship between export and firm innovation. Chinese Management Studies.

Lund, H. B., & Karlsen, A. (2020). The importance of vocational education institutions in manufacturing regions: adding content to a broad definition of regional innovation systems. Industry and Innovation, 27(6), 660-679.

Lu, W.-M., & Hung, S.-W. (2011). Exploring the operating efficiency of Technology Development Programs by an intellectual capital perspective—A case study of Taiwan. Technovation, 31(8), 374–383.

Lynn, R., & Becker, D. (2019). The intelligence of nations. London, UK: Ulster Institute for Social Research.

Lynn, Richard & Meisenberg, Gerhard. (2010). National IQs calculated and validated for 108 nations. Intelligence. 38. 353-360. 10.1016/j.intell.2010.04.007.

Lynn, Richard & Vanhanen, T. (2006). IQ and global inequality.

Mazzucato, M. (2013). The entrepreneurial state. Soundings, 49(49), 131-142.

Medase, K. (2020). The Impact of the Heterogeneity of Employees' Qualifications on Firm-level Innovation Evidence from Nigerian Firms.

Meisenberg, G. (2014). Cognitive human capital and economic growth in the 21st century. Economic Growth in the 21st Century: Perspectives,

Mooghali, A. R., & Azizi, A. R. (2008). Relation between organizational intelligence and organizational knowledge management development. World Aapplied Sciences Journal, 4(1), 1-8.

Naik, S. R., Itagi, S. K., & Patil, M. (2015). Relationship between nutrition status, intelligence and academic performance of Lambani school children of Bellary district, Karnataka. International Journal of Farm Sciences, 5(3), 259-267.

OECD. (n.d.). Education attainment [Text]. Retrieved November 6, 2020, from https://www.oecdilibrary.org/education/educationattainment/indicatorgroup/english_025421e5-en.

Rajput, N., Khanna, M. A., & Oberoi, S. (2012). Global innovation index and its impact on GDP of BRICS nations-innovation linkages with economic growth: An empirical study. Global Journal of Enterprise Information System, 4(2), 35-44.

Ramezani, G., Norouzi, A., Moradi, E., Pourbairamian, G., Aalaa, M., Alizadeh, S., & Sohrabi, Z. (2020). Comparing peer education with TBL workshop in (EBM) teaching. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 34, 70.

Rindermann, H. (2012). Intellectual classes, technological progress and economic development: The rise of cognitive capitalism. Personality and Individual Differences, 53(2), 108-113.

Roberts, M., Tolar-Peterson, T., Reynolds, A., Wall, C., Reeder, N., & Rico Mendez, G. (2022). The Effects of Nutritional Interventions on the Cognitive Development of Preschool-Age Children: A Systematic Review. Nutrients, 14(3), 532.

Saad, M., Guermat, C., & Brodie, L. (2015). National innovation and knowledge performance: the role of higher education teaching and training. Studies in Higher Education, 40(7), 1194-1209.

Salahodjaev, R. (2015). Intelligence and shadow economy: A cross-country empirical assessment. Intelligence, 49, 129-133.

Squalli, J., & Wilson, K. (2014). Intelligence, creativity, and innovation. Intelligence, 46, 250-257.

Sweet, C. M., & Eterovic Maggio, D. S. (2015). Do Stronger Intellectual Property Rights Increase Innovation? World Development, 66, 665–677. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.025.

Sun, X., Li, H., & Ghosal, V. (2020). Firm-level human capital and innovation: Evidence from China. China Economic Review, 59, 101388.

Valero, A., & Van Reenen, J. (2019). The economic impact of universities: Evidence from across the globe. Economics of Education Review, 68, 53-67.

Wang, M., & Lynn, R. (2018). Intelligence in the People's Republic of China. Personality and Individual Differences, 134, 275–277.

Weede, E., & Kämpf, S. (2002). The impact of intelligence and institutional improvements on economic growth. Kyklos, 55(3), 361–380.

Xu, H., & Liu, F. (2017). Measuring the efficiency of education and technology via DEA approach: Implications on national development. Social Sciences, 6(4), 136.

Zhong, L. (2017). Innovation as Determinants of Economic Growth in U.S. Counties. Journal of Applied Business and Economics, 19(4), 4. https://articlegateway.com/index.php/JABE/article/view/718