

## **Designing and measuring the composite human capital index of education type**

**Shahram Mosalla<sup>1</sup>, Alireza Amini<sup>2</sup>, Gholamreza Geraei Nejad<sup>3</sup> and Ali Akbar Khosravi Nejad<sup>3</sup>**

Received: April.17.2021

Accepted: January.1.2022

Doi: 10.52547/irphe.28.2.1

### **Abstract**

The lack of a comprehensive index to measure the changes in human capital in various dimensions of the quantity and quality of education in the country has caused educational planners and policy makers to face a lack of information for planning the country's education. This research was inspired by the model of making composite indicators published by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 2008) and consulting with fifteen academic professors in the field of human capital. Based on the theoretical foundations, a Likert scale questionnaire was designed. After performing Cronbach's alpha test to evaluate the reliability of the research, the composite indicators of human capital of education type were weighed in two contexts of quantity and quality. Using the available statistical data, 18 indicators related to the quantity and quality of human capital of the education type for the period 2010-2017 were selected. The data were normalized and weighted using multiple criteria decision analysis and SWARA method and were aggregated by arithmetic method. Finally, the results of measuring the comprehensive index of human capital in the form of education by quantity and quality are presented which has the ability to investigate the causes of its increase and decrease, in the form of indicators of quantity and quality. The results showed that the quality of human capital has not grown in proportion to its quantity and has even decreased in some years, which indicates the government's lack of attention to improving the quality of education in the country.

**Keywords:** Composite index, education, quantity and quality of human capital, Iran.

JEL: I21, I29, A20, J24

---

1. Student of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Associate professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding author:* ✉ ar.amini@iauctb.ac.ir

3. Assistant professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

## Introduction

In recent years, scientists have assigned a special role to human capital and especially human capital of Education Type in the process of economic growth and they refer to human capital as the engine of economic growth. In this regard, it is essential for educational policies to have a comprehensive understanding of human capital in the form of education and take into account all aspects including its quantitative and qualitative aspects. In addition, the design of a comprehensive human capital index in the form of education is of paramount importance for monitoring and evaluating policies to achieve the first place in science and technology. On the other hand, it is also necessary to evaluate five-year development plans in order to achieve a comprehensive index for measuring human capital in the form of education.

In connection with the design of the Comprehensive Human Capital Index, some well-known international organizations such as the World Bank, the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and the World Economic Forum have provided indicators in the field of education. It is worth noting that in international studies, composite indicators are basically designed in such a way that they can be measured according to the limitations of the statistical system of most countries, and observing this issue makes the indicators incomplete and comprehensive. For example, the World Bank has used the criterion of the number of years of education to indicate the quantity of education and the scores of the International Thames tests as an indicator of the quality of education so as to explain human capital. These indicators *per se* cannot indicate the status of the quantity and quality of education in a country. In empirical studies conducted by economists, one or more proxies such as enrollment rates at different levels of education, average years of education of employees and household costs for training, cost of firms for staff training and average wages to measure the quantity and quality of training are used. In these cases, too, the indicators used are not comprehensive enough to consider only one or two specific aspects of education. Therefore, there is a need to design a comprehensive index and using broader criteria to explain human capital in the form of education. In fact the main purpose of this study is to design and measure a comprehensive index of human capital in the form of education. The innovation of the present study is that it introduces a comprehensive index by simultaneously considering quantity and quality for measuring human capital.

## Methodology

In this section, we will deal with the methodology of making composite indicators on the basis of the guidelines for making composite indicators

published by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), which has ten steps:

Step 1: Expanding the theoretical framework

Step 2: Selecting the data

Step 3: Estimating the missing data

Step 4: Multivariating analysis

Step 5: Normalizing data

Step 6: Weighing and aggregating

Step 7: Robustness and sensitivity

Step 8: Back to the details

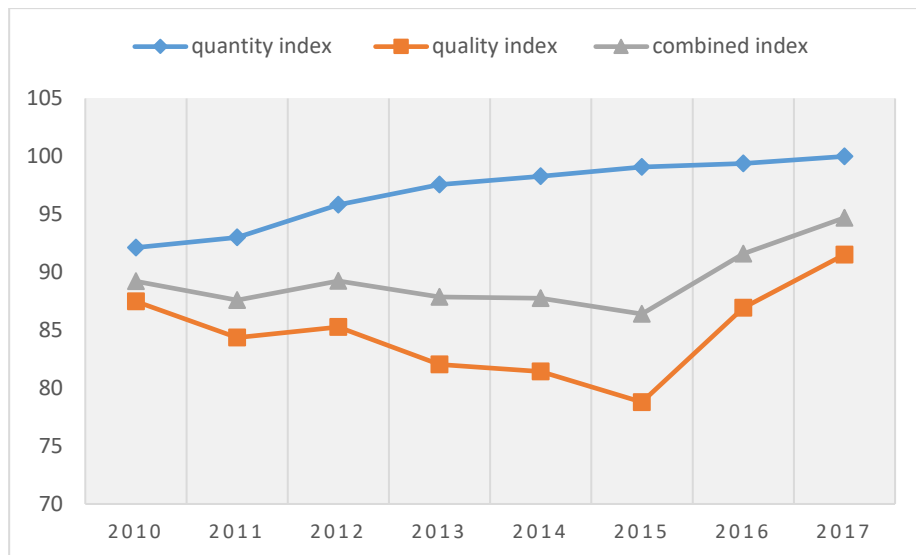
Step 9: Links to other variables

Step 10: Presentation and dissemination

## Findings

In this study, a total of 47 criteria affecting human capital of education type were identified according to the theoretical foundations and research background. Due to the possibility of comparison with total factor productivity, GDP and also the purposes of other comparisons, in this study, we have tried to focus on actual human capital, i.e. human capital of employees. The criteria were selected according to the second stage of the methodology for making composite indicators. Then, in order to consult, weigh and prioritize the indicators, a questionnaire was developed and a survey of experts in the field of human capital was conducted, and finally 18 criteria in the field of education were taken into account. General, higher education, private and public education and skills were selected. In constructing the comprehensive index of human capital, the two pillars of quantity and quality of human capital have also been considered. After selecting the quantitative and qualitative criteria and collecting raw data, the criteria are calculated and due to the different units, in the next step, the data are normalized by the distance to a reference method. In order to weigh the criteria, first the participatory methods of Budget allocation (BAD) and referring to the opinions of experts have been used and then the Swara method has been used. In this section, in addition to recognizing the factors affecting the quantity and quality of education, the trend of each criterion during the period 2000-2017, both separately and in the form of a composite index was examined. The trend of changes in the indicators during the period under review shows that the average annual growth rate of the quantity index is 1.2 percent and the average of years of education as a measure of the quantity of education has been continuously increasing, so that during 2000 and 2017 the average years of primary and secondary education have increased from 5.7

years to 7 years and the average years of university education from 15.9 to 16.3 years. Its continuous growth is expected.



Comparison chart of the trend of combined index, quantity index and quality index

## Results

In this study, for the first time in the country, the combined human capital index of education type has been designed and measured inspired by the pattern of construction of combined indicators published by the OECD. One of the efficient analyses that can be carried out based on the designed index is to separate the quantity and quality of human capital from each other and present the relevant results. After going through the stages of making a comprehensive index, it was found that the quality of education index has a 62.5% share and the quantity of education has a 37.5% share of the comprehensive education index. Therefore, according to experts in this field, the quality has been 1.7 times more important than the quantity of education. Also, the results of measuring the indicators of quantity and quality of human capital show that these two indicators have increased by 1.2% and 0.77% respectively each year, indicating that the quality of education has not increased in proportion to the growth of quantity. Therefore, it can be said that the missing link in education is to pay attention to the criteria that may improve or indicate the quality of education.

Considering the fact that quantity growth is more tangible than quality in the society and given the attractiveness of presenting quantity improvement statistics as well as the policies of the fourth and fifth development plans and their implementation regarding the quantitative improvement of higher education, it is necessary for educational policy makers to reduce the amount of attention to the quantity of education and pay special attention to the criteria of the quality of education.

The main reasons for the decrease in the quality index were the decrease in the per capita cost of staff training, the decrease in high-tech exports and the decrease in the per capita patent. By examining the results of measuring quality criteria, the need to pay attention to proper training of employees in order to improve their skills and special attention to high-tech exports is taken into account.

The sharp rise in the unemployment rate of university graduates in recent years shows that education policy should not focus on improving the quantity of education without restraint, and should pay more attention to the needs of the labor market and the economic structure of the country. Besides, the need for officials to contribute to improving the quality of education and more precise policy to balancing the two and efforts to reduce the mismatch between the type and amount of education and employment is more necessary than in the past. Decision makers in the field of education can use the results of this research to better understand the trend of human capital changes in the field of education and policy-making to improve the quality of human capital in the field of education. It is also possible for researchers in this field to examine the effect of increasing or decreasing education on important areas such as GDP and productivity by examining the time series of indicators that constitute quantity and quality. Also, it is possible to calculate the comprehensive index by provinces in order to analyze the degree of inequality of human capital in the form of education in other studies. In addition, with the publication of statistical data related to new variables related to human capital in the future, it is possible to refine and improve the human capital index in the form of education.

## **Suggestions**

In conclusion it is suggested:

- 1) The government should allot a larger share of the country's budget to improve the quality of education and slow down the expansion of higher education;
- 2) The Statistics Center of Iran should put the calculation and publication of the comprehensive human capital index on its agenda;

- 3) More is to be done to investigate the threshold effect of quantitative increase in education on economic growth and productivity of all factors in order to better understand policymakers about the optimal amount of quantitative increase in education;
- 4) The National Planning and Budget Organization and the Ministry of Science, Research and Technology should base the quantitative development of education on the needs of the labor market for various specialties.

علمی - پژوهشی

## طراحی و اندازه‌گیری شاخص ترکیبی سرمایه انسانی از نوع آموزش<sup>۴</sup>

شهرام مصلی<sup>۵</sup>، علیرضا امینی<sup>۶\*</sup>، غلامرضا گرابی نژاد<sup>۷</sup> و علی اکبر خسروی نژاد<sup>۸</sup>

### چکیده

نبود شاخصی جامع برای اندازه‌گیری تغییرات سرمایه انسانی در ابعاد مختلف کمیت و کیفیت آموزش در کشور موجب شده است تا برنامه‌ریزان و سیاستگذاران آموزشی با کمبود اطلاعات برای برنامه‌ریزی آموزش کشور مواجه باشند. در این پژوهش با الهام گرفتن از الگوی ساخت شاخص‌های ترکیبی منتشر شده توسط سازمان همکاری اقتصادی و توسعه و نیز مشورت با پانزده نفر از استادان متخصص دانشگاهی در حوزه سرمایه انسانی و با اتکا به مبانی نظری و طراحی پرسشنامه‌ای با مقیاس لیکرت و پس از آزمون آلفای کرونباخ به منظور ارزیابی پایایی پژوهش، شاخص‌های تشکیل‌دهنده سرمایه انسانی از نوع آموزش در دو حوزه کمیت و کیفیت وزن‌دهی شدند. با استفاده از داده‌های آماری موجود ۱۸ شاخص مرتبط با کمیت و کیفیت سرمایه انسانی از نوع آموزش برای دوره ۱۳۹۶-۱۳۸۹ انتخاب و سپس داده‌ها نرمال شدند و با استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره و روش سوارا وزن‌دهی و به روش حساسی جمع شدند. در انتها، نتایج اندازه‌گیری شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش به تفکیک کمیت و کیفیت ارائه شده است که قابلیت بررسی علل افزایش و کاهش آن در قالب شاخص‌های تشکیل‌دهنده کمیت و کیفیت وجود دارد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کیفیت سرمایه انسانی متناسب با کمیت آن رشد نداشته و حتی در برخی از سال‌ها با کاهش نیز مواجه بوده است که بیانگر کم‌توجهی دولت به ارتقای کیفیت آموزش در کشور است.

**کلید واژگان:** کمیت و کیفیت سرمایه انسانی، آموزش، شاخص ترکیبی.

طبقه‌بندی I21, I29, A20, J24:JEL

۴. مقاله مستخرج از رساله دکتری شهرام مصلی به راهنمایی دکتر علیرضا امینی و دکتر غلامرضا گرابی نژاد در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است.

۵. دانشجوی دوره دکتری اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران: shahram.msl@gmail.com

۶. دانشیار گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\* نویسنده مسئول: ar.amini@iauctb.ac.ir

۷. استادیار گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران: gh\_geraeinejad@iauctb.ac.ir

۸. استادیار گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران: ali.khosravinejad@iauctb.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۲۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

## مقدمه

در سال‌های اخیر دانشمندان برای سرمایه انسانی و به‌ویژه سرمایه انسانی از نوع آموزش در فرایند رشد اقتصادی نقش خاصی قایل شده‌اند و از سرمایه انسانی به‌عنوان موتور رشد اقتصادی یاد می‌کنند. با توجه به موضوع مذکور، در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی، به دستیابی به جایگاه اول علمی و فناوری در سطح منطقه به‌عنوان یکی از اهداف آرمانی توجه شده است. در این خصوص، شناخت جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش با در نظر گرفتن تمام جوانب آن مشتمل بر جنبه‌های کمی و کیفی آن ضروری است. افزون بر این، طراحی شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش برای پایش و ارزیابی سیاست‌های دستیابی به جایگاه اول علمی و فناوری اهمیت زیادی دارد. دستیابی به شاخصی جامع برای اندازه‌گیری سرمایه انسانی از نوع آموزش برای ارزیابی برنامه‌های پنج‌ساله توسعه نیز ضروری است.

در خصوص طراحی شاخص جامع سرمایه انسانی، برخی از سازمان‌های مشهور بین‌المللی مانند بانک جهانی، سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه اروپا و مجمع جهانی اقتصاد شاخص‌هایی را در حوزه تبیین آموزش ارائه کرده‌اند. شایان ذکر است که در مطالعات بین‌المللی معمولاً شاخص‌های ترکیبی طوری طراحی می‌شوند که با توجه به محدودیت‌های نظام آماری اکثریت کشورها، قابلیت اندازه‌گیری داشته باشند و رعایت این مسئله موجب می‌شود تا شاخص‌ها ناقص باشند و از جامعیت برخوردار نباشند. برای مثال، بانک جهانی برای تبیین سرمایه انسانی از معیار تعداد سال‌های تحصیل برای نشان دادن کمیت آموزش و نمرات آزمون‌های بین‌المللی تیمز<sup>۹</sup> به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش استفاده کرده است. در صورتی که شاخص‌های مذکور به‌تنهایی نمی‌توانند نشان‌دهنده وضعیت کمیت و کیفیت آموزش یک کشور باشند. در مطالعات تجربی اقتصاددانان نیز از یک یا چند پراکسی مانند نرخ ثبت‌نام در مقاطع تحصیلی مختلف، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان و هزینه خانوارها برای آموزش، هزینه بنگاه‌ها برای آموزش کارکنان و متوسط دستمزدها برای اندازه‌گیری کمیت و کیفیت آموزش استفاده شده است که در این موارد هم شاخص‌های استفاده شده از جامعیت لازم برخوردار نیستند و فقط یک یا دو جنبه خاص از آموزش را در نظر می‌گیرند. بنابراین، لزوم طراحی شاخص جامعی که به‌طور فراگیر و با استفاده از معیارهای گسترده‌تری سرمایه انسانی از نوع آموزش را تبیین کند، احساس می‌شود. هدف اصلی این پژوهش طراحی شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش و اندازه‌گیری آن برای کشور ایران بود. نوآوری تحقیق حاضر در آن است که شاخصی جامع با ملحوظ کردن همزمان کمیت و کیفیت برای اندازه‌گیری سرمایه انسانی معرفی و سپس در سال‌های اخیر اندازه‌گیری شده است. گفتنی است که شاخص مذکور مبتنی بر روش‌شناسی و ساخت شاخص ترکیبی است. در قسمت‌های بعدی مقاله به‌ترتیب مبانی نظری، پیشینه پژوهش و روش تحقیق مطرح و روش ساخت شاخص ترکیبی و نتایج اندازه‌گیری آن و پیشنهادها ارائه شده است.



## ادبیات موضوع

**مفهوم سرمایه انسانی و اهمیت آن:** در تولید دو نوع سرمایه وجود دارد: سرمایه‌های فیزیکی که قابل دیدن هستند و سرمایه‌های انسانی که قابل دیدن نیستند و فقط می‌توان از آثار آنها به موجودیتشان پی برد. طبق تعریف، سرمایه انسانی سرمایه مولدی است که در وجود انسان‌ها جمع شده است. این سرمایه شامل مهارت‌ها، توانایی‌ها، اندیشه‌ها، سلامت و غیره است که ناشی از سرمایه‌گذاری در آموزش، برنامه‌های کارآموزی و مراقبت‌های پزشکی است (Todaro, 1998). سرمایه انسانی که به‌عنوان انباره کیفیت نیروی انسانی شناخته می‌شود، به‌طور عمده به دو بخش آموزش و سلامت تقسیم می‌شود. برای درک عوامل تعیین‌کننده رشد باید عوامل سرمایه انسانی به‌خوبی شناخته شود و برای اندازه‌گیری آن ضروری است تا میزان مهارت‌ها و آموزش‌ها کمی شوند. با توجه به آنکه آموزش یک سرمایه‌گذاری مولد است (Becker, 1962)، تحلیل پیچیدگی‌های آموزش، اندازه‌گیری کمی و کیفی آن و سیاست‌گذاری مطلوب در این خصوص، سنگ بنای توسعه کشور است. برای رشد کیفیت آموزش باید ابتدا عوامل مؤثر بر آن شناسایی شود که پیش‌نیاز آن طراحی شاخص‌های فراگیر و متناسب در حوزه‌های مختلف مؤثر بر آموزش است.

**رویکردهای مختلف اندازه‌گیری سرمایه انسانی:** در این بخش عمده روش‌های تفکیک و اندازه‌گیری سرمایه انسانی و دلایل انتخاب روش محاسبه در این پژوهش بررسی شد. سازمان ملل متحد با همکاری اداره آمار برخی از کشورهای توسعه‌یافته، محاسبه سرمایه انسانی را به دو روش کلی پولی و غیر پولی مقدر می‌داند (United Nations Economic Commission, 2016). در روش پولی میزان انباشت سرمایه انسانی به‌طور کلی، از روش‌های درآمدی و هزینه‌ای برآورد می‌شود (Gu & Wong, 2010). در روش هزینه‌ای، هزینه‌های آموزش و پرورش پایه اصلی این روش است (Trinh & Gibson, 2003). در این روش، سرمایه انسانی با محاسبه ارزش سرمایه‌گذاری‌های مستهلک شده در آموزش به‌دست می‌آید (Salehi, 2005). در روش درآمدی سرمایه انسانی از درآمدهایی محاسبه می‌شود که گمان می‌رود تحت تأثیر مهارت‌های تحصیلی و تحصیلات است. در این روش، بهره‌وری نیروی کار با دستمزد وی در بازار کار اندازه‌گیری می‌شود، ترجیحاً با این فرض که بهره‌وری متناسب با سال‌های تحصیل افزایش می‌یابد (Salehi, 2015). در روش غیرپولی از متغیرهایی همچون نرخ باسوادی، نرخ ثبت‌نام، متوسط سال‌های تحصیل و ... به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی استفاده می‌شود. مانکیو و همکاران (Mankiw, Romer & Weil, 1992; Barro, 1998) از نرخ‌های ثبت‌نام و مدل‌های رگرسیونی، سرمایه انسانی را محاسبه کردند. آزاریدیس و درازن (Azariadis & Drazen, 1990) نیز اندازه‌گیری سرمایه انسانی را با استفاده از نرخ باسوادی بزرگسالان انجام دادند.

**ارزیابی روش‌های پولی و غیرپولی در اندازه‌گیری سرمایه انسانی:** در روش هزینه‌ای محاسبه سرمایه انسانی بر هزینه‌های انجام شده در گذشته بسیار تأکید شده است و بنابراین، به توانایی بالقوه افراد توجهی نمی‌شود. ایراد دیگر روش هزینه‌ای به نبود امکان تفکیک دقیق هزینه‌های مصرفی و هزینه‌های

سرمایه‌های در خصوص سرمایه انسانی بر می‌گردد که پژوهشگر به ناچار ملزم به دخالت دادن سلیقه شخصی در این حوزه می‌شود. از طرف دیگر، از اشکالات وارد شده به روش درآمدی این است که پایه اصلی این روش بر این فرض استوار است که با افزایش بهره‌وری، دستمزد نیز افزایش می‌یابد. در واقع، ممکن است سطح دستمزد را بجز بهره‌وری، عوامل دیگری تعیین کنند (Le, Gibson & Oxley, 2005). انتقاد وارد شده دیگر به روش پولی این است که امکان تفکیک سرمایه انسانی به دو مؤلفه کمیت و کیفیت وجود ندارد. بنابراین، در این پژوهش که لازم است سرمایه انسانی به تفکیک کمیت و کیفیت اندازه‌گیری شود، روش غیرپولی برای محاسبه سرمایه انسانی استفاده می‌شود.

### شاخص‌های تشکیل‌دهنده کمیت و کیفیت سرمایه انسانی

الف. شاخص‌های کمیت سرمایه انسانی: در بیشتر پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه سرمایه انسانی، از شاخص‌های کمی به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از منظر آموزش استفاده شده است. شاخص متوسط سال‌های تحصیل شاخصی است که بیشترین کاربرد را در پژوهش‌ها داشته است. نرخ ثبت‌نام در مقاطع تحصیلی، تعداد سال‌های تحصیل، نسبت دانش‌آموختگان به کل جمعیت و ... از دیگر شاخص‌های استفاده شده در پژوهش‌ها هستند<sup>۱۰</sup>.

ب. شاخص‌های کیفیت سرمایه انسانی: اهمیت کیفیت آموزش در حوزه سرمایه انسانی به حدی است که عده‌ای برخی از پژوهش‌هایی را که در آنها رابطه قاطعی میان آموزش و رشد اقتصادی پیدا نشده است، با عواملی همچون توجه صرف به شاخص‌های کمی آموزش، کم‌توجهی به مبحث کیفیت آموزش و نقص در کیفیت داده‌ها در این پژوهش‌ها مرتبط می‌دانند. مهم‌ترین شاخص‌هایی که می‌توانند نشان‌دهنده کیفیت سرمایه انسانی باشند، عبارتند از: نمرات آزمون‌ها، هزینه‌های آموزشی، فضاهای آموزشی، سرمایه‌های فیزیکی، تحصیلات و حقوق معلمان، شمار مدارک دکتری کسب شده توسط هیئت علمی دانشگاه‌ها، تحصیلات و سطح درآمد والدین و ...<sup>۱۱</sup> در ادامه رویکرد مناسب برای اندازه‌گیری شاخص سرمایه انسانی با در نظر گرفتن دو مؤلفه کمیت و کیفیت معرفی شده است که شاخص ترکیبی نام دارد.

شاخص ترکیبی سرمایه انسانی شاخص راهنمایی آماری است که تغییرات یک متغیر را نسبت به زمان پایه نشان می‌دهد (Farhang, 1990). وسعت کاربرد و زمینه‌ای استفاده از شاخص‌ها موجب شده است که در دوره اخیر، گروه‌ها و انواع گوناگونی از شاخص‌ها ظهور یابند که یکی از مهم‌ترین آنها شاخص‌های ترکیبی هستند. شاخص‌های ترکیبی شاخص‌هایی هستند که ابعاد مختلف یک پدیده را بررسی و بر خلاف شاخص‌های انفرادی تلاش می‌کنند تا خود را به یک بعد خاص از واقعیت‌ها محدود نکنند (Nilsson, 2003). شاخص ترکیبی در تعریف به شاخص عددی گفته می‌شود که از ترکیب و

۱۰. از جمله پژوهش‌هایی که از این شاخص‌ها استفاده کرده‌اند، می‌توان به گزارش رقابت‌پذیری بانک جهانی، شاخص توسعه انسانی (HDI) سازمان ملل و همچنین پژوهش (Glewwe and kremer, 2006) اشاره کرد.

۱۱. برای مطالعه بیشتر در خصوص شاخص‌های سرمایه انسانی به کتاب مباحث پیشرفته در اقتصاد آموزش نوشته دکتر ابوالقاسم نادری (۲۰۱۸)، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران و مقاله دکتر جواد صالحی (۲۰۱۵) مراجعه شود.

نرمال‌سازی شاخص‌های انفرادی متعدد حاصل می‌شود. شاخص‌های انفرادی با توجه به مبانی نظری انتخاب، ترکیب و تجمیع می‌شوند. امکان خلاصه‌سازی واقعیت‌های پیچیده و چندبعدی، تفسیر ساده‌تر شاخص‌ها نسبت به زمانی که شاخص‌های متعدد و مجزا وجود دارند، امکان ارزیابی پیشرفت کشورها یا مناطق مختلف در گذر زمان، کاهش چشمگیر شاخص‌ها بدون از بین رفتن اطلاعات پایه، قرار دادن عملکرد و پیشرفت کشورها در معرض سیاست، تسهیل ارتباط با جامعه و پاسخگویی بهتر مسئولان و امکان روایت برای مخاطبان باسواد و کم‌سواد از مزایای مهم شاخص‌های ترکیبی است. از معایب شاخص‌های ترکیبی می‌توان به امکان ارسال پیام گمراه‌کننده و نتایج ساده‌لوحانه در صورت بی‌دقتی در ساخت شاخص یا تفسیر نامناسب و نیز امکان سوءاستفاده از شاخص در جهت یک سیاست، دلخواه چنانچه فرایند طراحی شاخص کاملاً شفاف نباشد، اشاره کرد (OECD, 2008). سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۱۲</sup> (OECD) در سال ۲۰۰۸ روش طراحی شاخص‌های ترکیبی را ارائه کرد. این روش ده مرحله دارد که در بخش روش تحقیق بررسی شده است (OECD, 2008). در ادامه و در بخش پیشینه پژوهش برای شناخت شاخص‌های ترکیبی مهم بین‌المللی، برخی از شاخص‌های ترکیبی مرتبط با سرمایه انسانی که نهادهای بین‌المللی استفاده می‌کنند، معرفی شده است.

### پیشینه پژوهش

ساخت شاخص ترکیبی سرمایه انسانی موضوع جدیدی است که بسیار محدود به آن پرداخته شده است. پژوهش‌هایی که از روش ساخت شاخص ترکیبی OECD استفاده کرده‌اند، بیشتر در حوزه شاخص ترکیبی امنیت انرژی، تاب‌آوری اقتصادی، شاخص ترکیبی آینده‌نگر اقتصاد و شاخص ترکیبی آسیب‌پذیری انرژی هستند. همچنین شاخص‌های ترکیبی دیگری همچون شاخص تحول برلترمن<sup>۱۳</sup> (BTI)، شاخص درک فساد<sup>۱۴</sup> (CPI) شاخص ارزیابی چشم‌انداز سرمایه‌گذاری جهانی<sup>۱۵</sup> (GIPA) و شاخص آمادگی تجارت الکترونیکی<sup>۱۶</sup> شبیه شاخص ترکیبی این پژوهش ساخته شده‌اند که به دلیل عدم موضوعیت در این پژوهش بررسی نشده‌اند. اما در خصوص سرمایه انسانی می‌توان به شاخص‌های ترکیبی بین‌المللی سه مؤسسه مجمع جهانی اقتصاد، بانک جهانی و OECD اشاره کرد.

### برخی از شاخص‌های ترکیبی مؤسسات بین‌المللی در خصوص سرمایه انسانی

الف. بانک جهانی: بانک جهانی از جمله نهادهای بین‌المللی است که در خصوص اندازه‌گیری سرمایه انسانی یک شاخص ترکیبی ارائه می‌کند. بنا بر گزارش سرمایه انسانی بانک جهانی، سرمایه انسانی سه

12. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

13. Bertelsmann Transformation Index

14. Corruption Perception Index

15. Global Investment Prospects Assessment

16. E-Business Readiness Index

مؤلفه دارد؛ بقا، سلامت و تعداد سال‌های پیش‌بینی شده برای آموزش مدارس. شاخص آموزش به دو زیرشاخه تعداد سال‌های تحصیل به‌عنوان شاخص کمیت و نمرات آزمون‌های بین‌المللی مانند تیمز، به‌عنوان شاخص کیفیت در نظر گرفته شده است. همچنین شاخص‌ها در خصوص بهره‌وری سنجیده می‌شوند. شاخص کل از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{HCI} = \text{Survival} \times \text{School} \times \text{Health} \quad (\text{رابطه ۱})$$

مؤلفه آموزش از طریق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$(\text{رابطه ۲})$$

$$\text{School} = e^{\theta \left( \text{Expected Years of School} \times \frac{\text{Harmonized Test Score} - 14}{625} \right)}$$

عدد ۶۲۵ نمره معیار استاندارد آزمون تیمز و عدد ۱۴ مربوط به تعداد سال‌های تحصیل است که در بخش دوم فرمول استفاده شده است (World Bank Group, 2018). همچنین بانک جهانی برای محاسبه یکی دیگر از شاخص‌های ترکیبی خود؛ یعنی شاخص پایش جهانی فناوری، از شاخص‌های تعداد مقالات علمی، سرانه تعداد محققان حوزه تحقیق و توسعه، نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به GDP، هزینه آموزش و نرخ باسواد برای حوزه آموزش استفاده کرده است (Bandura, 2008).

ب. مجمع جهانی اقتصاد: مجمع جهانی اقتصاد سالانه گزارشی با عنوان "گزارش رقابت‌پذیری جهانی" منتشر و در گزارش سالانه جامع، ۱۲ رکن محوری معرفی می‌کند که با هم سطح رقابت‌پذیری و بهره‌وری کشورهای مختلف را توضیح می‌دهند. در رکن پنجم شاخص رقابت‌پذیری جهانی، از ترکیب شاخص‌های زیر برای بررسی آموزش عالی و ضمن خدمت استفاده می‌شود:

۱. میزان آموزش کارکنان؛ ۲. دسترسی به تحقیقات تخصصی و خدمات آموزشی؛ ۳. دسترسی به اینترنت مدارس؛ ۴. کیفیت مدیریت مدارس؛ ۵. کیفیت آموزش دروس ریاضی و علوم؛ ۶. کیفیت نظام آموزشی؛ ۷. نرخ ثبت‌نام مقطع آموزش عالی؛ ۸. نرخ ثبت‌نام مقطع دبیرستان؛ ۹. نرخ ثبت‌نام مقطع ابتدایی.

برای ساخت شاخص ترکیبی برای سه حوزه کمیت، کیفیت و آموزش ضمن خدمت از میانگین‌گیری موزون استفاده شده که برای هر کدام از آنها وزن یک‌سوم در نظر گرفته شده است (World Economic Forum, 2017, 2018).

ج. سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD): سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه برای محاسبه دقیق سرمایه انسانی، به بررسی مجزای ورودی و خروجی سرمایه انسانی و کیفیت آن توجه می‌کند. گفتنی است که این سازمان برای ورودی سرمایه انسانی<sup>۱۷</sup> از معیارهای رشد مدارک دانشگاهی<sup>۱۸</sup>، نرخ دانش‌آموختگان و ثبت‌نام<sup>۱۹</sup>، خروجی دانش‌آموختگان دانشگاهی<sup>۲۰</sup>، نرخ ورود به آموزش عالی در

17. Investment in HC

18. Growth in University-level Qualifications

19. Graduation and Enrolment Rates

20. Trend in University-level Graduation Output

مقایسه با ترک تحصیل<sup>۲۱</sup>، مدت زمان آموزش در هر سال<sup>۲۲</sup>، مخارج خصوصی و عمومی<sup>۲۳</sup> و برای کیفیت سرمایه انسانی از نمره‌های آزمون‌های بین‌المللی استفاده و خروجی سرمایه انسانی را تطبیق آموزش با شغل و همچنین نتایج بازار کار معرفی می‌کند.

در قسمت قبل، برخی از شاخص‌های ترکیبی مهم و مرتبط با سرمایه انسانی نهادهای بین‌المللی معرفی و از برخی معیارهای آنها در ساخت شاخص ترکیبی استفاده شد. در پژوهش‌های داخلی نیز در دو پژوهش معیارهای کمی و کیفی آموزش شناسایی و تفکیک شده‌اند. صالحی (Salehi, 2015) در پژوهشی با عنوان "ارائه الگویی برای اندازه‌گیری ارزش پولی سرمایه انسانی و برآورد آن در کشور ایران" به اندازه‌گیری سرمایه انسانی از روش پولی در ایران طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۳۹ پرداخته است. هر چند روش اندازه‌گیری سرمایه انسانی آن پژوهش با پژوهش حاضر متفاوت است، به‌طور کامل معیارهای جانشین سرمایه انسانی به تفکیک کمیت و کیفیت ارائه شده است که در کنار مباحث پیشرفته در آموزش (Naderi, 2018) می‌تواند به‌عنوان منبعی مناسب برای شناخت معیارهای سرمایه انسانی از نوع آموزش باشد. معیارهای نرخ باسوادی، نرخ ثبت‌نام، سال‌های تحصیل، نرخ مردودین، نرخ اخراجی، نمرات آزمون، نسبت دانش‌آموز به معلم، اندازه کلاس، سرمایه سرانه دانش آموز به GDP، ویژگی‌های معلمان و والدین، هزینه‌های خصوصی و عمومی برای آموزش و ... به‌عنوان جانشین و نشان‌دهنده سرمایه انسانی معرفی شده‌اند.

## روش پژوهش

در این پژوهش از دستورالعمل ساخت شاخص‌های ترکیبی منتشر شده توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی استفاده شد. این دستورالعمل به‌طور مشترک توسط سازمان مذکور (اداره آمار و اداره کل علوم، فناوری و صنعت) و واحد اقتصاد سنجی و آمار کاربردی مرکز تحقیقات مشترک کمیسیون اروپا (JRC) تهیه و در سال ۲۰۰۸ منتشر شده است. الگوی ساخت شاخص ترکیبی ارائه شده سازمان همکاری و توسعه اقتصادی ده مرحله دارد که هفت مرحله آن درخصوص طراحی شاخص و سه مرحله بعدی حوزه ارزیابی و بازبینی شاخص است که ممکن است با توجه به نوع شاخص و پژوهش، برخی مراحل موضوعیت نداشته باشد. در ادامه مراحل ساخت شاخص ترکیبی ارائه شده است.

مرحله اول: بسط چهارچوب تئوریک<sup>۲۴</sup>. ابتدا لازم است بسط و تبیین چهارچوب نظری صورت گیرد. این مرحله فراهم کننده اساس انتخاب و ترکیب متغیرها به یک شاخص تجمیعی معنادار است.

21. Entry Rates at Tertiary Education Compared to Population Leaving

22. Instruction Time per Year

23. Private and Public Expenditure

24. Developing a Theoretical Framework

مرحله دوم: انتخاب داده‌ها. برای ساخت یک شاخص ترکیبی مجموعه‌ای از زیرشاخص‌ها مورد نیاز است. به منظور انتخاب و غربالگری شاخص‌ها در حالت ایدئال مواردی همچون ارتباط نزدیک با تئوری، صحت آماری و در دسترس بودن از نظر زمانی و مکانی، مناسب موضوع بودن و قدرت تحلیلی بالا لحاظ می‌شوند. در این خصوص، بررسی و مطالعه نظرهای متخصصان و مشورت با خبرگان، پایه و اساس انتخاب معیارهای مناسب است.

مرحله سوم: تخمین داده‌های مفقود<sup>۲۵</sup>. نحوه مواجهه با داده‌های مفقود معمولاً به سه روش حذف متغیر، تخمین انفرادی متغیر و تخمین چندگانه<sup>۲۶</sup> است.

مرحله چهارم: آنالیزهای چند متغیره<sup>۲۷</sup>. در این مرحله پس از انتخاب زیرشاخص‌ها و برآورد داده‌های مفقود، باید بازگشت مجددی به مبانی نظری پژوهش داشت و در صورت لزوم زیرشاخص‌هایی را حذف یا به پژوهش اضافه کرد. برای مشخص ساختن آنکه زیرشاخص‌های انتخاب شده به حد کافی می‌توانند شاخص اصلی را توصیف کنند، از تحلیل‌های چندمتغیره شامل آنالیز اجزای اصلی<sup>۲۸</sup>، تحلیل عاملی<sup>۲۹</sup> یا ضریب آلفای کرونباخ<sup>۳۰</sup> استفاده می‌شود.

مرحله پنجم: نرمال‌سازی داده‌ها<sup>۳۱</sup>. زیرشاخص‌های سازنده یک شاخص ترکیبی به احتمال زیاد واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی دارند. در این مرحله قبل از وزن‌دهی و تجمیع متغیرها، باید به نرمال‌سازی یا هم‌واحد کردن متغیرها اقدام کرد. متغیرهای با واحدهای سنجش متفاوت را نمی‌توان با یکدیگر تجمیع کرد. پس از نرمال‌سازی، متغیرهای قابل مقایسه و قابل تجمیع داریم. شناخته شده‌ترین روش‌های نرمال‌سازی داده‌ها، رتبه‌بندی<sup>۳۲</sup>، استانداردسازی<sup>۳۳</sup>، روش حداقل-حداکثر<sup>۳۴</sup> و فاصله از نقطه مرجع<sup>۳۵</sup> هستند.

مرحله ششم: وزن‌دهی و تجمیع<sup>۳۶</sup>. یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین مراحل در ساخت شاخص ترکیبی، نحوه وزن‌دهی به متغیرهاست. برای وزن‌دهی به متغیرها از روش‌های مختلف تحقیق در عملیات، آماری و روش‌های جبرانی از جمله مراجعه به نظر خبرگان استفاده می‌شود. در وزن‌دهی به متغیرها می‌توان فقط به روش‌های آماری اکتفا کرد یا در برخی از روش‌های جبرانی، با استفاده از نظر خبرگان به برخی از متغیرها

## ۲۵. Imputation of Missing Data

۲۶. برای مطالعه بیشتر به منابع (Little & Rubin, 2002; Little & Rubin, 1991) مراجعه شود.

## ۲۷. Multivariate analysis

## ۲۸. Principal Component Analysis

## ۲۹. Factor Analysis

۳۰. برای مطالعه بیشتر در خصوص ضریب آلفای کرونباخ به منبع (Cronbach, 1951) مراجعه شود.

## 31. Normalisation of Data

## 32. Ranking

## 33. Standardization

## 34. Min-Max

## 35. Distance to a Reference

## 36. Weighting and Aggregation

بر اساس مبانی نظری یا اولویت‌های سیاستی، وزن بیشتر یا کمتری اختصاص داد. در بسیاری از شاخص‌های ترکیبی از وزن برابر برای همه متغیرها استفاده می‌شود. وزن برابر لزوماً به معنای بدون وزن بودن متغیرها نیست و می‌تواند نبود یک پایه آماری یا تجربی را نیز پنهان کند. از مهم‌ترین روش‌های وزن‌دهی می‌توان به روش‌های مشتق شده از مدل‌های آماری مانند تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۳۷</sup> و تحلیل عاملی<sup>۳۸</sup> و روش‌های مشارکتی از جمله روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۳۹</sup> که به‌طور عمده برگرفته از روش‌های تحقیق در عملیات هستند، اشاره کرد. همچنین از جمله روش‌های مشارکتی، روش تخصیص بودجه<sup>۴۰</sup> است که بر اساس نظر متخصصان، متغیرها رتبه‌بندی و به آنها وزن داده می‌شود. از مهم‌ترین روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمتغیره می‌توان به تاپسیس<sup>۴۱</sup>، تاکسونومی<sup>۴۲</sup>، میانگین ساده وزنی<sup>۴۳</sup>، الکترا<sup>۴۴</sup>، ایده‌آل جانشین وزنی<sup>۴۵</sup>، تحلیل سلسله مراتبی<sup>۴۶</sup>، تحلیل عاملی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و انحراف از ایتیم اشاره کرد (Nardo, Paisana, Saltelli, Tarantola, Hoffman & Giovannini, 2005). روش سوارا<sup>۴۷</sup> یکی از جدیدترین روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمتغیره است که در آنها نسبت به دیگر روش‌های چندمتغیره، تعداد کمتری مقایسات صورت می‌گیرد. در نتیجه، دست محققان در استفاده از متغیرهای بیشتر و داده‌های فراگیرتر باز است. برای مثال، چنانچه می‌خواستیم از روش وزن‌دهی AHP استفاده کنیم، باید بیش از ۱۶۰ سؤال پرسشنامه‌ای تهیه می‌کردیم که قطعاً از حوصله پاسخ‌دهندگان خارج می‌شد. بنابراین، روش سوارا بهترین روش برای پژوهش حاضر بود.

سوارا روش تحلیل ارزیابی وزن‌دهی تدریجی و یکی از روش‌های جدید تحلیل تصمیم‌گیری چندمتغیره است که کرسولینس و همکاران (Kersulienė, Zavadskas & Turskis 2010) آن را در سال ۲۰۱۰ ارائه کردند. در این روش خبرگان در ارزیابی وزن‌های معیارها نقش اساسی دارند. همچنین هر متخصص اهمیت هر معیار را با توجه به دانش ضمنی، اطلاعات و تجربه‌های خود مشخص می‌کند. وزن هر معیار نشان‌دهنده اهمیت یک متغیر نسبت به دیگر متغیرهاست (Nabian, 2014). در واقع، در این روش معیارها بر اساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند، به طوری که به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به

۳۷. Data Envelopment Analysis (DEA)

۳۸. Factor Analysis (FA)

۳۹. Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)

۴۰. Budget Allocation Process (BAP)

۴۱. Topsis

۴۲. Taxonomy

۴۳. Simple Additive Weighting (SAW)

۴۴. Electre

۴۵. Weighted Displaced Ideal (WDI)

۴۶. Analytic Hierarchy Process (AHP)

۴۷. SWARA

کم‌اهمیت‌ترین معیار رتبه آخر داده و درنهایت، معیارها بر اساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی وزن‌دهی می‌شوند.

مراحل روش سوارا. گام‌های اصلی برای وزن‌دهی بر اساس روش سوارا به شرح زیر است:

۱. مرتب کردن شاخص‌ها: ابتدا شاخص‌های مد نظر تصمیم‌گیرندگان به‌عنوان شاخص‌های نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. بر این اساس، مهم‌ترین شاخص‌ها در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

۲. تعیین اهمیت نسبی هر شاخص ( $S_j$ ): در این مرحله باید اهمیت نسبی هر کدام از شاخص‌ها نسبت به شاخص مهم‌تر قبلی مشخص شود که در فرایند روش سوارا این مقدار با  $S_j$  نشان داده می‌شود.

۳. محاسبه ضریب  $K_j$ : ضریب  $K_j$  که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر شاخص است، با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$K_j = S_j + 1 \quad (\text{رابطه ۳})$$

۴. محاسبه وزن اولیه هر شاخص: وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه ۴ محاسبه می‌شود. در این رابطه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است، برابر با یک در نظر گرفته می‌شود:

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} \quad (\text{رابطه ۴})$$

۵. محاسبه وزن نهایی نرمال: در آخرین گام از روش سوارا، وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌شود، از طریق رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (\text{رابطه ۵})$$

عروش‌های تجمیع به شرح زیر است:

۱. روش تجمیع خطی (حسابی): در این روش ابتدا وزن مرتبط با شاخص را به‌عنوان ضریب آن شاخص قرار می‌دهند و با ضرب این ضرایب در مقدار شاخص و جمع کردن مقادیر ضرب شده در وزن‌ها با یکدیگر، مقدار نهایی شاخص به‌دست می‌آید.

۲. روش تجمیع توانی (هندسی): در این روش رقم مربوط به هر شاخص تکی به وزن آن می‌رسد و نتیجه حاصل از هر یک از شاخص‌های تکی در یکدیگر ضرب می‌شود تا معادل نهایی شاخص ترکیبی به‌دست آید (Funtowicz, Munda & Paruccini, 1990).

شش مرحله گذشته مربوط به ساخت شاخص ترکیبی بود. تا اینجای کار تقریباً شاخص ترکیبی طراحی و تکمیل شده است. در سه مرحله بعدی به ارزیابی شاخص و در مرحله آخر به نحوه ارائه و انتشار مناسب شاخص ترکیبی پرداخته می‌شود. شایان ذکر است که مراحل سه‌گانه ارزیابی شاخص می‌تواند پس از انتشار شاخص ترکیبی نیز انجام پذیرد. پس از ساخت و انتشار شاخص ترکیبی، محققان دیگر و خود پژوهشگر سازنده می‌توانند شاخص را ارزیابی کنند و آن را در محک آزمون‌ها و سنجش‌ها قرار دهند، ولی این کار باید در طی سال‌های زیاد و با استفاده از اطلاعات جدیدتر و به‌روزتر و نیز دسترسی به آمار کامل‌تر در



کنار نظریات جدید و دیدگاه‌های نوین کارشناسی انجام شود (Tarantola, Jesinghaus & Puolamaa, 2000).

۷. استحکام و حساسیت<sup>۴۸</sup>: آزمون‌های حساسیت و استحکام باید در تمام مراحل ساخت شاخص ترکیبی انجام شوند. میزان حساسیت و استحکام هر مرحله متناسب با روش‌های استفاده شده در همان مرحله ارزیابی می‌شود. برای اجرای آزمون‌های حساسیت و استحکام باید تلاش شود تا روش‌های جایگزین هم آزمایش یا سعی شود تا میزان خطا و واریانس کاهش یابد. برای مثال، در مرحله تجمیع می‌توان هم روش حسابی و هم روش هندسی یا در مرحله استانداردسازی، روش‌های مختلف حداقل-حداکثر یا فاصله از مرجع را امتحان کرد (Saisana, Tarantola & Saltelli, 2005).

۸. بازگشت به جزئیات<sup>۴۹</sup>: شاخص‌های ترکیبی نقطه شروع تجزیه و تحلیل را ارائه می‌دهند. در واقع، درست است که شاخص ترکیبی تحلیل کامل‌تری را ارائه می‌دهد، اما می‌توان آن را طوری تجزیه کرد که سهم هر کدام از شاخص‌های فردی مشخص شود و به تجزیه و تحلیل بهتر عملکرد کشور بینجامد. این بررسی جزئی می‌تواند به خروجی نکات جالب توجهی برای پژوهشگر منجر شود.

۹. ارتباط با سایر شاخص‌ها<sup>۵۰</sup>: شاخص‌های ترکیبی اغلب مفاهیمی را که با پدیده‌های شناخته شده و قابل اندازه‌گیری پیوند دارند، اندازه‌گیری می‌کنند. برای مثال، شاخص سرمایه انسانی با بهره‌وری ارتباط دارد.

۱۰. ارائه و انتشار<sup>۵۱</sup>: نحوه ارائه شاخص‌های ترکیبی مسئله‌ای کم‌اهمیت نیست. شاخص‌های ترکیبی باید بتوانند موضوعی را به تصمیم‌گیرندگان و سایر کاربران نهایی به سرعت و با دقت کافی انتقال دهند. (OECD, 2008)

### برآورد شاخص جامع و یافته‌های پژوهش

**انتخاب و معرفی شاخص‌ها:** در این پژوهش با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش تعداد ۴۷ معیار مؤثر بر سرمایه انسانی از نوع آموزش شناسایی شد. همچنین به دلیل امکان مقایسه با بهره‌وری کل عوامل، تولید ناخالص داخلی و همچنین اهداف مقایسه‌های دیگر، سعی شد تا تمرکز بر سرمایه انسانی بالفعل؛ یعنی سرمایه انسانی شاغلان باشد. در این خصوص، در غربال اول برخی از زیرشاخص‌ها که در پژوهش‌های پیشین به‌عنوان شاخص سرمایه انسانی در نظر گرفته می‌شدند، عملاً قابلیتشان را در این پژوهش از دست دادند. در غربال دوم، معیارها با توجه به مرحله دوم روش‌شناسی ساخت شاخص‌های ترکیبی و با توجه به مواردی همچون ارتباط تنگاتنگ با تئوری، صحت آماری مناسب و در دسترس بودن و همچنین قدرت تحلیلی بالای زیرشاخص انتخاب شده، غربال شدند. برای افزایش قدرت شاخص جامع

48. Robustness and Sensitivity

49. Back to the Details

50. Links to other Variables

51. Presentation and Dissemination

سرمایه انسانی، تنوع بخشی به ابعاد مورد بررسی و به منظور رفع بعضی از کاستی‌ها، زیرشاخص‌هایی طراحی شدند و سپس برای مشورت، وزن‌دهی و اولویت‌بندی شاخص‌ها، پرسشنامه‌ای تدوین و از تعدادی از متخصصان و خبرگان صاحب نظر در حوزه سرمایه انسانی نظرسنجی شد. در نهایت، با توجه به دستورالعمل اداره آمار و اداره کل علوم، فناوری و صنعت سازمان همکاری و توسعه اقتصادی برای انتخاب معیارها و با بررسی‌های مختلف و مشاهده شاخص‌های ترکیبی و مطالعات مرتبط و رایزنی با صاحب نظران این حوزه، ۱۸ معیار زیر در حوزه‌های آموزش عمومی، آموزش عالی، آموزش خصوصی و دولتی و مهارت انتخاب شدند. در ساخت شاخص جامع سرمایه انسانی به دو رکن کمیت و کیفیت سرمایه انسانی توجه شد. معیارهای کمیت می‌توانند نشان‌دهنده روند کمیت آموزش و معیارهای کیفیت نشان‌دهنده وضعیت کیفیت آموزش در سطح کشور باشند. شایان ذکر است که معیارهایی که نشان‌دهنده کیفیت آموزش است (معیار ستاده‌ای) یا بر کیفیت آن مؤثر است (معیار داده‌ای)، جزء معیارهای کیفی طبقه‌بندی شدند، هر چند ممکن است اعداد به صورت کمی داشته باشند. در انتها، تمام معیارهای کمی و کیفی تجمیع می‌شوند و شاخص جامع را می‌سازند (جدول ۱).

جدول ۱- معیارهای نهایی منتخب برای ساخت شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش

ردیف	جنس	واحد	نماد	معیار	منبع آماری
۱	کمی	سال	A1	متوسط سال‌های تحصیل شاغلان با تحصیلات غیر دانشگاهی (ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان و پیش‌دانشگاهی)	طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار
۲	کمی	سال	A2	متوسط سال‌های تحصیل شاغلان با تحصیلات دانشگاهی	طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار
۳	کیفی	درصد	B1	نسبت هزینه‌های آموزشی دولت به GDP به-عنوان شاخصی از کیفیت آموزش دولتی	هزینه‌های آموزشی دولت از سالنامه‌های آماری و GDP سالانه از سایت بانک مرکزی
۴	کیفی	هزار ریال	B2	سرانه هزینه آموزش خانوار (به قیمت ثابت) به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش خصوصی	سالنامه‌های آماری و نرخ تورم از سایت بانک مرکزی
۵	کیفی	درصد	B3	نسبت تعداد مقالات علمی ISI منتشر شده به تعداد کل دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی به‌عنوان شاخصی از کیفیت دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی	وبگاه علم مؤسسه اطلاعات علمی کلاریوت آنالیتیکس و سالنامه‌های آماری مرکز آمار
۶	کیفی	نفر	B4	نسبت دانشجو به استاد به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عالی	سالنامه‌های آماری مرکز آمار
۷	کیفی	نسبت به هزار نفر	B5	نسبت ثبت اختراع به‌ازای هزار نفر از دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی به‌عنوان شاخصی از کیفیت دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی	تعداد اختراعات از سازمان جهانی مالکیت فکری (wipo) و تعداد دانش‌آموختگان فنی و مهندسی از سالنامه‌ای آماری

منبع آماری	معیار	نماد	واحد	جنس	ردیف
سایت مجمع جهانی اقتصاد	کیفیت دانشکده‌های مدیریت یا بازرگانی به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عالی	B6	امتیاز	کیفی	۸
طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار	نسبت شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی با تخصص بالا به کل شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی	B7	درصد	کیفی	۹
پژوهش رضایی و یعقوبی (Rezaei & Yaghoubi, 2014) از مرکز پژوهش‌های بازرگانی، گروه مطالعات صنعت و گمرک جمهوری اسلامی	سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عالی	B8	درصد	کیفی	۱۰
سالنامه‌های آماری و گزارش‌های سالانه مسئولان برگزاری کنکور	نسبت پذیرش دانشجویان به ثبت‌نام داوطلبان به‌عنوان شاخصی از کیفیت ورودی به دانشگاه‌ها	B9	درصد	کیفی	۱۱
سالنامه‌های آماری مرکز آمار	نسبت دانش‌آموز به معلم به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عمومی	B10	نفر	کیفی	۱۲
سایت مجمع جهانی اقتصاد	کیفیت آموزش دروس ریاضیات و علوم در مدارس به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عمومی	B11	امتیاز	کیفی	۱۳
سایت TIMSS and PIRLS	میانگین نمرات آزمون تیمز ایران در چهار حوزه به‌عنوان شاخصی از کیفیت آموزش عمومی	B12	نمره	کیفی	۱۴
نرخ تورم از سایت بانک مرکزی و هزینه‌های آموزش کارکنان از گزارش کارگاه‌های ۱۰ نفر و کارکن و بیشتر مرکز آمار	سرانه هزینه آموزش کارکنان (به قیمت ثابت) به‌عنوان شاخصی از مهارت‌آموزی در محیط کار	B13	هزار ریال	کیفی	۱۵
سالنامه‌های آماری مرکز آمار	تعداد دوره‌های مهارتی برگزار شده توسط مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای به‌عنوان شاخصی از مهارت	B14	هزار نفر دوره	کیفی	۱۶
سالنامه‌های آماری مرکز آمار	نسبت دانش‌آموختگان هنرستان و فنی و حرفه‌ای به دانش‌آموختگان متوسطه ۲ به‌عنوان شاخصی از مهارت	B15	درصد	کیفی	۱۷
طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار	سابقه کار شاغلان به‌عنوان شاخصی از مهارت	B16	سال	کیفی	۱۸

پس از انتخاب معیارهای کمی و کیفی و جمع‌آوری داده‌های خام، محاسبات معیارها انجام شد و به‌دلیل متفاوت بودن واحدها، در مرحله بعد نرمال‌سازی داده‌ها صورت گرفت. نرمال‌سازی داده‌ها: روش پیشنهادی OECD برای بی‌واحد کردن و نرمال‌سازی داده‌ها، روش فاصله از مرجع است. در این روش ابتدا بهترین عملکرد به‌عنوان مبنا و مرجع در نظر گرفته و بقیه داده‌ها بر عدد

مرجع تقسیم می‌شوند. درواقع، ارزش هر داده بر اساس نزدیکی و دوری به مرجع تعریف می‌شود. شایان ذکر است که به مرجع عدد ۱۰۰ اختصاص داده می‌شود و بنابراین، بقیه داده‌ها ارزشی کمتر از ۱۰۰ خواهند داشت. جدول اعداد نرمال شده در جدول ۳ متن و ۵ پیوست ارائه شده است.

وزن‌دهی و تجمیع شاخص‌ها؛ در این مرحله پس از استخراج داده‌های سال‌های مختلف برای شاخص‌های مختلف و سپس نرمال‌سازی آنها، نیاز است برای تجمیع شاخص‌ها، وزن و اهمیت هر کدام از معیارها مشخص شود. از جمله روش‌های معرفی شده برای تجمیع شاخص‌ها، الگوی شاخص‌های ترکیبی OECD است که برای وزن‌دهی شاخص‌ها از روش‌های مشارکتی از جمله روش تخصیص بودجه استفاده می‌کند که مبنای آن وزن‌دهی شاخص‌ها از طریق مراجعه به نظر خبرگان است که در این پژوهش نیز به‌کار گرفته شد. بدین منظور طی مشورت با متخصصان، پرسشنامه‌ای در چهار بخش تدوین شد. بخش اول و دوم به ترتیب شامل میزان اهمیت و وزن شاخص‌های کمی سرمایه انسانی و میزان اهمیت و وزن شاخص‌های کیفی سرمایه انسانی است. بخش سوم به وزن‌دهی و بررسی اهمیت بین دو حوزه کلی شاخص‌های کیفیت و کمیت سرمایه انسانی اختصاص یافت. در بخش چهارم نیز با توجه به آنکه پرسشنامه بین استادان دانشگاه و صاحب‌نظران مرتبط با حوزه سرمایه انسانی توزیع شده بود، از خبرگان خواسته شد تا چنانچه شاخص‌هایی لازم است اضافه یا حذف شوند، آنها را در این بخش ارائه کنند. در طول اجرای فرایند و پس از آن، همچنان ارتباط با پژوهشگران حفظ شد تا درنهایت، بهترین نتایج حاصل شود.

پرسشنامه: برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی شاخص‌های پژوهش با ۱۵ نفر از متخصصان تعامل لازم صورت گرفت که ۱۲ نفر از آنان (۸۰ درصد) دارای مدرک دکتری و همچنین عضو هیئت علمی دانشگاه و ۳ نفر (۲۰ درصد) دارای مدرک کارشناسی ارشد و از پژوهشگران این حوزه بودند. از خبرگان خواسته شد تا بر اساس طیف ۱ تا ۵ لیکرت (۱- اهمیت خیلی کم، ۲- اهمیت کم، ۳- اهمیت متوسط، ۴- اهمیت زیاد، ۵- اهمیت خیلی زیاد) به هر شاخص امتیاز بدهند. همچنین میزان اهمیت کمیت و کیفیت سرمایه انسانی نیز به پرسش گذاشته شد. درنهایت، میانگین امتیازات هر شاخص محاسبه شد که در جداول محاسبات سوارا با عنوان میانگین ارائه شده است که به‌منظور خلاصه‌سازی، فقط جدول حوزه کمی در متن آمده است (جدول ۲). همچنین مقدار آلفای کرونباخ به‌دست آمده برای این پرسشنامه به کمک نرم‌افزار آماري SPSS برابر ۰/۸۱۶ است که نشان می‌دهد این پرسشنامه از پایایی قابل قبول و مناسبی برخوردار است. روایی این پژوهش با استفاده از نظر استادان راهنما و مشاور و همچنین خبرگان این حوزه تأیید شد. نتایج روش سوارا: با استفاده از روش سوارا وزن و اهمیت شاخص‌ها تعیین شد.

### بخش اول وزن‌دهی: محاسبه وزن شاخص‌های رکن کمیت سرمایه انسانی

ابتدا شاخص‌های رکن کمیت سرمایه انسانی به‌صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات مرتب و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن شاخص‌ها محاسبه شد که در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- اوزان شاخص‌های رکن "کمیت سرمایه انسانی"

ردیف	کد معیار	میانگین	Sj	Kj	qj	Wj
۱	A2	۴/۵۳۳	-	۱	۱	۰/۶۵۹
۲	A1	۳/۶	۰/۹۳۳	۱/۹۳۳	۰/۵۱۷	۰/۳۴۱
	جمع					۱

نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها در رکن کمیت سرمایه انسانی نشان داد که متوسط سال‌های تحصیل شاغلان با تحصیلات دانشگاهی (A2) دارای وزن ۰/۶۵۹ و متوسط سال‌های تحصیل شاغلان با تحصیلات غیردانشگاهی (A1) دارای وزن ۰/۳۴۱ است.

### بخش دوم وزن‌دهی: محاسبه وزن شاخص‌های رکن کیفیت سرمایه انسانی

برای معیارهای رکن کیفیت سرمایه انسانی نیز با روش مذکور محاسبات صورت گرفت که نسبت ثبت اختراع، سرانه هزینه آموزش خانوار و سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی بالاترین وزن‌ها را طبق نظر متخصصان داشتند.

### بخش سوم وزن‌دهی: محاسبه وزن ارکان اصلی کمیت و کیفیت سرمایه انسانی

در بخش سوم پرسشنامه اهمیت کیفیت و کمیت سرمایه انسانی به پرسش گذاشته شد. با استفاده از نتایج پرسشنامه و همچنین الگوریتم سوارا، سهم و وزن کیفیت سرمایه انسانی ۰/۶۲۵ و کمیت سرمایه انسانی ۰/۳۷۵ محاسبه شد که با انتظارات متخصصان در زمینه اهمیت بیشتر کیفیت نسبت به کمیت هماهنگی دارد. درواقع، به نظر متخصصان و همچنین تیم پژوهشی این مطالعه، کیفیت سرمایه انسانی حلقه مفقوده مطالعات در خصوص آموزش است و اهمیت آن ۱,۷ برابر بیشتر از کمیت سرمایه انسانی است.

**تجمیع شاخص‌ها:** روش‌های پیشنهادی الگوی OECD برای تجمیع شاخص‌ها، تجمیع خطی (حسابی) است که مبنای روش تجمیع شاخص‌ها در این پژوهش بود، لیکن به منظور ارزیابی میزان استحکام نتایج اندازه‌گیری، از روش تجمیع هندسی نیز استفاده شد. در جدول ۳ وزن به همراه اعداد نرمال شده هر معیار کمی نشان داده شده که این داده‌ها در خصوص معیارهای کیفی به دلیل طولانی بودن ارائه نشده و صرفاً از نتایج آن استفاده شده است. این اطلاعات مبنای عملیات مرحله بعدی؛ یعنی تجمیع هستند. همان‌طور که اشاره شد، سال‌هایی که عدد ۱۰۰ دارند، بهترین وضعیت معیار را نسبت به سال‌های دیگر نشان می‌دهند و به‌عنوان سال مرجع انتخاب شده‌اند.

جدول ۳- معیارهای کمیت، اعداد نرمال شده و وزن معیارها طی دوره ۸۹ تا ۹۶

ردیف	کد شاخص	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	وزن
۱	A1	۸۲/۱	۸۴/۶	۹۱/۹	۹۵/۹	۹۷/۲	۹۸/۲	۹۸/۷	۱۰۰	۰/۳۴
۲	A2	۹۷/۳	۹۷/۴	۹۷/۹	۹۸/۴	۹۸/۸	۹۹/۵	۹۹/۸	۱۰۰	۰/۶۶

۱	جمع وزن
---	---------

ماخذ: یافته‌های تحقیق

برای اطمینان از صحت نتایج به‌دست آمده و همچنین برای آزمون استحکام و حساسیت شاخص (مرحله هفتم الگوی ساخت شاخص‌های ترکیبی) علاوه بر روش حساسی، از روش هندسی نیز تجمیع صورت گرفت که نتایج چندان متفاوتی ایجاد نکرد و هر دو روش روند یکسانی را نشان دادند.

جدول ۴- نتایج نهایی سالانه شاخص جامع سرمایه انسانی

دوره	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶
شاخص جامع	۸۹/۲	۸۷/۶	۸۹/۲	۸۹/۹	۸۷/۷	۸۶/۴	۹۱/۶	۹۴/۷

**شاخص جامع سرمایه انسانی:** پس از به پایان رسیدن مراحل نرمال‌سازی، وزن‌دهی و تجمیع، به مرحله طراحی فرمول نهایی سرمایه انسانی می‌رسیم. با استفاده از روش تجمیع حساسی ابتدا شاخص‌های کمیت سرمایه انسانی (A1, A2) تجمیع و سپس در وزن نهایی شاخص‌های کمیت؛ یعنی عدد ۰/۳۷۵ ضرب شدند. برای شاخص‌های کیفی (B1 تا B16) نیز به همین شکل تجمیع صورت گرفت و در نهایت، در وزن نهایی شاخص‌های کیفیت؛ یعنی عدد ۰/۶۲۵ ضرب شدند. برای تکمیل شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش، در پایان شاخص‌های موزون کمیت و کیفیت با یکدیگر جمع شدند. در نتیجه، شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش به شکل زیر حاصل شد<sup>۵۲</sup>:

(رابطه ۶)

$$HCI = 0.375(0.34 * A1 + 0.66 * A2) + 0.625(0.053 * B1 + 0.087 * B2 + 0.035 * B3 + 0.057 * B4 + 0.099 * B5 + 0.050 * B6 + 0.067 * B7 + 0.082 * B8 + 0.032 * B9 + 0.082 * B10 + 0.082 * B11 + 0.082 * B12 + 0.047 * B13 + 0.047 * B14 + 0.044 * B15 + 0.05 * 3B16)$$

**آزمون استحکام و حساسیت شاخص:** در راستای مرحله هفتم الگوی ساخت شاخص ترکیبی، در مرحله نرمال‌سازی داده‌ها، علاوه بر روش فاصله از مرجع که روش اصلی این پژوهش است، از روش حداقل و حداکثر هم‌جهت بررسی استحکام و دقت تخمین استفاده شد. همچنین به‌طور مستمر طی مراحل تحقیق به مبانی نظری و داده‌های به‌روز مراجعه شد. در مرحله تجمیع نیز مبنای پژوهش تجمیع حساسی بود، لیکن از روش هندسی نیز تجمیع صورت گرفت که عملاً تفاوت چندان بین این دو روش مشاهده نشد و نشان‌دهنده استحکام شاخص طراحی شده است.

۵۲. تعریف نماد متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.

**بازگشت به جزئیات:** در بازگشت به جزئیات پژوهش نتایج جالبی حاصل شد. با توجه به جدول ۴، سال ۱۳۹۶ شاخص سرمایه انسانی در بالاترین حد در سال‌های مورد بررسی است. در این سال، هفت شاخص با اهمیت از جمله متوسط سال‌های تحصیل آموزش عالی و همچنین آموزش عمومی، نسبت تعداد مقالات ISI منتشر شده به تعداد کل دانش‌آموختگان آموزش عالی، سرانه ثبت اختراع دانش‌آموختگان آموزش عالی، نسبت دانشجوی به استاد، سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی و تعداد دوره‌های مهارتی برگزار شده فنی و حرفه‌ای از تمام سال‌های قبل وضعیت مناسب‌تری داشته‌اند. همچنین با بررسی جزئیات در سال ۱۳۹۴، متوجه می‌شویم که هرچند هزینه‌های آموزشی دولت افزایش داشته، در مقابل سرانه هزینه آموزش کارکنان کاهش داشته است. از طرف دیگر، شاخص‌های سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی، نسبت پذیرفته شدگان به داوطلبان کنکور و شاخص با اهمیت سرانه ثبت اختراع دانش‌آموختگان در سال ۱۳۹۴ نسبت به تمام سال‌های مورد بررسی در حد پایین‌تری بوده که برآیند این شاخص‌های منفرد، رشد منفی شاخص کلی سرمایه انسانی بوده است.

به‌طور معمول می‌توان یک شاخص جامع را با یک شاخص مهم دیگر سنجید. در خصوص شاخص سرمایه انسانی این امکان وجود دارد که رابطه آن با رشد اقتصادی یا رشد بهره‌وری سنجیده شود، ولی به‌دلیل کم بودن تعداد مشاهدات شاخص جامع سرمایه انسانی، امکان بررسی رابطه مذکور وجود ندارد. مرحله آخر دستورالعمل ساخت شاخص ترکیبی به انتشار شاخص مرتبط است که در قسمت قبل نتایج آن برای دوره ۱۳۹۶-۱۳۸۹ به‌صورت جدول ارائه شو.

**نتایج اندازه‌گیری شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش:** نتایج اندازه‌گیری شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش به تفکیک کمیت و کیفیت در نمودار ۲ نشان داده شده است. با ملاحظه نمودارهای شاخص‌های کمیت و کیفیت مشخص می‌شود که شاخص کمیت با یک روند منظم هر ساله رشد کرده است، لیکن شاخص کلی کیفیت نوسان داشته و به اندازه کمیت رشد نداشته و چه بسا در سال‌هایی کاهش داشته است. شاخص کل هم به تبعیت از شاخص کیفیت، در سال ۱۳۹۱ با افت همراه بوده و روند نزولی آن تا سال ۱۳۹۴ ادامه داشته است. روند تحولات شاخص‌ها طی دوره مورد بررسی نشان می‌دهد که متوسط نرخ رشد سالانه شاخص کمیت ۱/۲ درصد بوده و معیار متوسط سال‌های تحصیل به‌عنوان معیار کمیت آموزش به‌طور مستمر روند افزایشی داشته است، به‌طوری‌که طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ متوسط سال‌های تحصیل ابتدایی و متوسطه از ۵/۷ سال به ۷ سال و متوسط سال‌های تحصیل دانشگاهی از ۱۵/۹ به ۱۶/۳ سال رسیده و متوسط نرخ رشد سالانه شاخص کمیت ۱/۲ درصد بوده که متأثر از سیاست‌های گسترش کمی آموزش و رشد مستمر آن مورد انتظار است.

روند تحولات شاخص کیفیت و شاخص جامع در سال‌های مورد بررسی بدین صورت بود که به‌ترتیب به‌طور متوسط سالانه ۰/۷۷ و ۰/۸۹ درصد رشد داشته‌اند، اما روند صعودی به‌صورت مستمر و یکنواخت نبوده است. برای مثال، در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹، شاخص کیفیت و شاخص جامع به‌ترتیب ۳/۶

و ۱/۸ درصد کاهش یافته‌اند که به‌طور عمده ناشی از کاهش ۷ درصدی نسبت صادرات هایتک به کل صادرات صنعتی، افزایش نسبت دانش‌آموز به معلم از ۵۸ نفر به ۶۰ نفر، کاهش ۱۸ درصدی نرخ ثبت اختراع به دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی، کاهش ۹ درصدی متوسط هزینه‌های آموزشی خانوار، کاهش ۴ درصدی نسبت شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی با تخصص بالا به کل شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی و کاهش ۲۵ درصدی سرانه هزینه آموزش شاغلان و افزایش ۱۸ درصدی نسبت پذیرفته‌شدگان دانشگاهی به تعداد داوطلبان بوده است. در سال ۱۳۹۱، سرانه هزینه آموزش شاغلان، نسبت دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای به دانش‌آموختگان متوسطه ۲، تعداد نفر دوره‌های برگزار شده توسط سازمان فنی و حرفه‌ای کشور و امتیاز کیفیت آموزش دروس ریاضی و علوم افزایش زیادی داشته که در نهایت، به رشد ۱/۱ و ۱/۹ درصدی شاخص‌های کیفیت و شاخص جامع منجر شده است. در این سال، شاخص کمیت نیز افزایش ۳ درصدی داشته که بالاترین نرخ رشد طی سال‌های مورد بررسی بوده است. در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۲ هر دو شاخص کیفیت و جامع روند نزولی داشته‌اند که به‌طور عمده ناشی از کاهش هزینه‌های آموزشی صنعت، نسبت شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی با تخصص بالا به کل شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی، نسبت دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای به دانش‌آموختگان متوسطه ۲، متوسط هزینه‌های آموزشی خانوار، نسبت ثبت اختراع به دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی، میانگین نمرات آزمون تیمز و افزایش نسبت دانش‌آموز به معلم و نسبت داوطلبان به پذیرفته‌شدگان دانشگاه بوده است. در سال ۱۳۹۵ نیز شاخص کیفیت سرمایه انسانی با افزایش همراه بوده است که دلیل آن به‌طور عمده ناشی از افزایش ۵۰ درصدی سرانه ثبت اختراع نسبت به سال قبل، افزایش ۲۲ درصدی مقالات ISI، افزایش ۵۰ درصدی سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی و افزایش ۱۱۹ درصدی دوره‌های مهارتی برگزار شده بوده است.

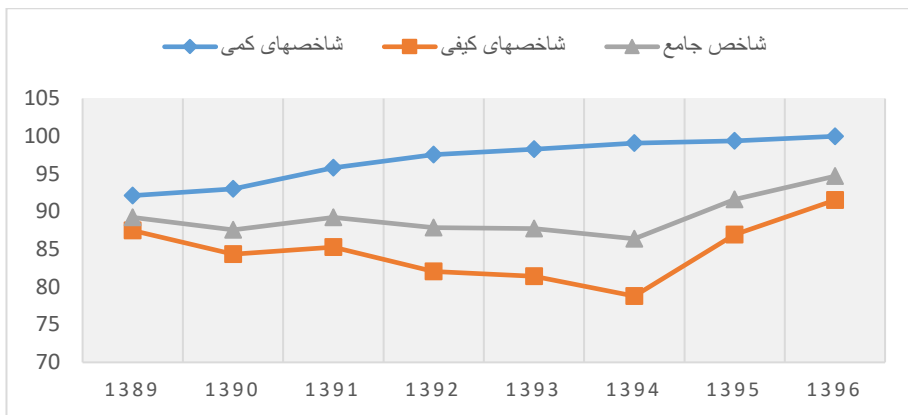
در خصوص افزایش شاخص کیفی در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ می‌توان به افزایش چشمگیر مقالات منتشرشده بین‌المللی اشاره کرد که هر چند، با توجه به نظر متخصصان این حوزه، یکی از شاخص‌هایی است که وزن تعیین‌کننده‌ای دارد و نشان‌دهنده خروجی کیفیت آموزش است، لیکن بسیاری از متخصصان افزایش مقالات علمی را نه لزوماً نشانه افزایش علم و نه بهبود کیفی دانشگاه‌ها می‌دانند، که آن را بعضاً به سیاست‌گذاری‌های دولت و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در خصوص الزام دانشجویان به چاپ مقاله برای دانش‌آموختگی، شرایط استخدام شدن در مشاغل عضویت هیئت علمی و همچنین ارتقای شغلی و گره‌خوردن افزایش حقوق و مزایا با چاپ مقاله استادان هیئت علمی مربوط می‌دانند. تعداد مقالات ISI از ۱۸۳۱۹ عدد در سال ۱۳۸۹ به ۳۸۰۰۳ مقاله در سال ۱۳۹۶ و نسبت مقالات ISI منتشرشده به کل دانش‌آموختگان آموزش عالی از ۳ درصد در سال ۱۳۸۹ به ۵/۹ درصد در سال ۱۳۹۶ رسیده است.

از معیارهای مهم دیگر نسبت دانشجویان به استاد است که طی دوره مورد بررسی سیر نزولی (مثبت) داشته و از ۵۸ نفر در سال ۱۳۸۹ به ۴۲ نفر در سال ۱۳۹۶ رسیده است، لیکن با هدف برنامه ششم که ۲۰ نفر است، فاصله زیادی دارد. ضمن آنکه نسبت دانشجویان به استاد در کشورهای OECD برای دانشگاه‌های



دولتی ۱۵ نفر و دانشگاه‌های خصوصی ۱۶ نفر است. همچنین نسبت دانش‌آموز به معلم در مدارس ابتدایی در کشورهای OECD به‌طور متوسط ۱۵ نفر و در مدارس متوسطه ۱۳ نفر است (Education at a Glance 2019; OECD, 2008). این شاخص در کشور ایران ۲۲ نفر در سال ۱۳۸۹ و ۲۶ نفر در سال ۱۳۹۶ بوده و نشان‌دهنده روند نامناسب این شاخص در کشور است.

به‌طور کلی، طی سال‌های مورد بررسی معیارهای هزینه‌های آموزشی خانواده، هزینه‌های آموزشی کارکنان و نسبت دانش‌آموز به معلم به‌طور واضح روندی نزولی داشته است. با آنکه شاخص کیفیت طی سال‌های مورد بررسی به‌طور کلی کاهش چندانی را نشان نمی‌دهد، لیکن نسبت به حوزه کمیت، با توجه به نمودار ۱، سال‌های زیادی افت داشته است که می‌توان این را نشانه توجه کمتر به کیفیت در مقایسه با کمیت آموزش دانست. در تأیید این موضوع فریدونی (Fereidouni, 2017) و فریدونی و روحانی (Fereidouni & Rouhani, 2019) افت کیفیت آموزش و دانشگاه‌ها را ناشی از عوامل متأثر از سیاست‌های رشد کمی آموزش عالی دانسته‌اند.



نمودار ۱- مقایسه روند شاخص جامع، شاخص کمیت و شاخص کیفیت سرمایه انسانی

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، برای اولین بار در کشور، شاخص ترکیبی سرمایه انسانی از نوع آموزش با الهام گرفتن از الگوی ساخت شاخص‌های ترکیبی منتشرشده توسط OECD طراحی و اندازه‌گیری شد. گفتنی است که در حوزه‌های مطالعاتی دیگر مانند امنیت انرژی، تاب‌آوری اقتصادی، آسیب‌پذیری انرژی و شاخص ترکیبی آینده‌نگر اقتصاد نیز از این الگو برای ساخت شاخص ترکیبی استفاده شده است.

با توجه به داده‌های آماری موجود در ایران و با بررسی بیش از ۴۷ معیار و درنهایت، استفاده از ۱۸ معیار، شاخص ترکیبی سرمایه انسانی از نوع آموزش طراحی و ساخته شد. انتخاب معیارها و شاخص طراحی شده

در این پژوهش که با مشورت با ۱۵ نفر از استادان بنام دانشگاه‌های کشور و متخصص در حوزه سرمایه انسانی طراحی شد، فراگیرتر از شاخص‌هایی است که بانک جهانی و مجمع جهانی اقتصاد برای سرمایه انسانی از نوع آموزش طراحی کرده‌اند، لیکن به‌طور قطع امکان بهتر شدن شاخص مذکور در مطالعات بعدی وجود دارد و در این پژوهش تلاش شد گامی در حوزه ساخت شاخص‌های ترکیبی برداشته شود. از جمله تحلیل‌های کارآمدی که بر اساس شاخص طراحی شده می‌توان انجام داد، تفکیک کمیت و کیفیت سرمایه انسانی از یکدیگر و ارائه نتایج مربوط است. شایان ذکر است که انتخاب معیارها با توجه به موارد ارتباط تنگاتنگ داشتن با تئوری، صحت آماری مناسب و در دسترس بودن و همچنین قدرت تحلیلی بالای معیار انتخاب شده، بوده است. مراحل که بر طبق الگو برای ساخت شاخص انجام شد، تبیین چهارچوب نظری، انتخاب داده‌ها، تخمین داده‌های مفقود، آنالیزهای چندمتغیره و سپس نرمال‌سازی داده‌ها، وزن‌دهی به روش سوارا و تجمع به روش حسابی بود. پس از طراحی شاخص، آزمون‌های استحکام و حساسیت و بازگشت به جزئیات برای ارزیابی و بازبینی انجام شد. در آزمون استحکام که مبنای آن اجرای روش‌های مختلف برای بررسی نتایج به‌دست آمده با یکدیگر است، علاوه بر روش فاصله از مرجع، از روش حداقل و حداکثر نیز استفاده شد که نتایج یکسانی به‌دست آمد. برای تجمع معیارها نیز از هر دو روش حسابی و هندسی استفاده شد که به نتایج یکسانی انجامید و نشان‌دهنده صحت روش‌های استفاده شده در پژوهش بود.

پس از طی کردن مراحل ساخت شاخص جامع مشخص شد که شاخص کیفیت آموزش سهم  $۶۲/۵$  درصدی و کمیت آموزش سهم  $۳۷/۵$  درصدی از شاخص جامع آموزش را دارد و بنابراین، طبق نظر متخصصان این حوزه، کیفیت اهمیت  $۱/۷$  برابری نسبت به کمیت آموزش داشته است. بنابراین، می‌توان گفت که حلقه مفقوده آموزش توجه به معیارهای ارتقا‌دهنده یا نشان‌دهنده کیفیت آموزش است. با توجه به ملموس‌تر بودن رشد کمیت نسبت به کیفیت در جامعه و جذابیت ارائه آمارهای ارتقای کمیت و همچنین سیاست‌های برنامه‌های چهارم و پنجم توسعه و اجرای آنها در خصوص ارتقای کمی آموزش عالی، لازم است سیاست‌گذاران آموزشی از میزان توجه به کمیت آموزش بکاهند و به معیارهای کیفیت آموزش توجه ویژه‌ای داشته باشند. هر چند با توجه به برخی از مطالعات حوزه آموزش عالی، برنامه‌های توسعه حتی به اهداف افزایش کمیت آموزش نیز تا حد زیادی دست نیافته است (Fereidouni & Rouhani, 2019). همچنین برخی از پژوهشگران (Farasatkah, 2008) درخصوص عوارض رشد کمیت آموزش بدون توجه به کیفیت مطالعاتی انجام داده‌اند.

نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های کمیت و کیفیت سرمایه انسانی نشان می‌دهد که این دو شاخص به‌ترتیب به‌طور متوسط سالانه  $۱/۲$  درصد و  $۰/۷۷$  درصد افزایش داشته‌اند که نشان می‌دهد کیفیت آموزش متناسب با رشد کمیت آن افزایش نیافته و نشانه توجه کمتر به کیفیت در مقایسه با کمیت آموزش است. همچنین روند کمیت آموزش که شامل دو زیرشاخص متوسط سال‌های تحصیل شاغلان دیپلمه و پایین‌تر و متوسط

تحصیلات شاغلان دارای تحصیلات دانشگاهی است، مطابق با انتظار طی دوره مورد بررسی به‌طور مستمر افزایشی بوده است. اما در حوزه شاخص کیفیت آموزش روند تغییرات منظمی وجود نداشته و از سال ۱۳۹۱ روند کاهشی به خود گرفته و این روند تا سال ۱۳۹۵ ادامه داشته است. از دلایل اصلی کاهش شاخص کیفیت، کاهش سرانه هزینه آموزش کارکنان، کاهش صادرات با فناوری بالا و کاهش سرانه ثبت اختراع بوده است. با بررسی نتایج اندازه‌گیری معیارهای کیفیت، لزوم توجه به آموزش مناسب کارکنان به‌منظور ارتقای سطح مهارت آنها و توجه ویژه به صادرات هایتک ملاحظه می‌شود.

شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش نیز به‌طور متوسط سالانه ۰/۹ درصد رشد داشته است. مقایسه روند سالانه شاخص جامع سرمایه انسانی از نوع آموزش نشان می‌دهد که از روند شاخص کیفیت پیروی می‌کند که دلیل آن، وزن بالاتر شاخص کیفیت نسبت به کمیت است. از جمله معیارهایی که به‌طور مستمر و سالانه رشد داشته و موجب رشد شاخص جامع شده است، نسبت تعداد مقالات ISI منتشر شده به تعداد دانش‌آموختگان آموزش عالی است که درخصوص اهمیت این معیار، نظر استادان متفاوت بود. به نظر برخی از استادان متخصص در حوزه سرمایه انسانی، این معیار یکی از مهم‌ترین معیارهایی است که نشان‌دهنده خروجی کیفی آموزش است و برخی از استادان نیز معتقد بودند که افزایش مقالات علمی نه لزوماً نشانه افزایش علم و نه بهبود کیفی آموزش عالی است و دلیل افزایش مقالات را به سیاستگذاری‌های دولت و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در خصوص الزام دانشجویان به چاپ مقاله برای دانش‌آموختگی، شرایط استخدام شدن در مشاغل عضویت هیئت علمی و ارتقای شغلی و گره‌خوردن افزایش حقوق و مزایا با چاپ مقاله استادان هیئت علمی می‌دانند. لیکن با توجه به جمیع مطالب و اهمیت این معیار در حوزه آموزش عالی، تجمیع نظرهای خبرگان بیانگر آن است که این معیار با وزن بالایی در حوزه شاخص‌های کیفیت آموزش قرار می‌گیرد و در نتیجه، یکی از عوامل اصلی رشد سالانه شاخص است.

شدت رشد نرخ بیکاری تحصیلکردگان دانشگاهی طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد که در سیاستگذاری آموزش نباید بر ارتقای کمیت آموزش بدون قید و بند تمرکز کرد و باید به نیاز بازار کار و ساختار اقتصادی کشور توجه بیشتری داشت. افزون بر این، لزوم توجه ویژه مسئولان به ارتقای کیفیت آموزش و سیاستگذاری دقیق‌تر به‌منظور تعادل این دو و تلاش در جهت کاهش ناهماهنگی نوع و میزان تحصیلات با شغل<sup>۵۳</sup> ضرورت بیشتری نسبت به گذشته دارد.

تصمیم‌سازان حوزه آموزش می‌توانند از نتایج این پژوهش برای شناخت بهتر روند تغییرات سرمایه انسانی از نوع آموزش و سیاستگذاری درخصوص بهبود روند کیفیت سرمایه انسانی از نوع آموزش استفاده کنند. همچنین این امکان فراهم است که پژوهشگران این حوزه با بررسی سری زمانی شاخص‌های تشکیل دهنده کمیت و کیفیت، اثر افزایش یا کاهش آموزش بر حوزه‌های مهمی همچون تولید ناخالص داخلی و بهره‌وری را بررسی کنند. همچنین امکان محاسبه شاخص جامع به تفکیک استان‌های کشور به‌منظور

تحلیل میزان نابرابری سرمایه انسانی از نوع آموزش در پژوهش‌های دیگر وجود دارد. با انتشار داده‌های آماری مربوط به متغیرهای جدید مرتبط با سرمایه انسانی در آینده، امکان تدقیق و بهبود شاخص سرمایه انسانی از نوع آموزش وجود دارد.

### پیشنهادها

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. دولت سهم بیشتری از بودجه کشور را صرف ارتقای کیفیت آموزش کند و از سرعت گسترش کمی آموزش عالی بکاهد؛
۲. مرکز آمار ایران محاسبه و انتشار شاخص جامع سرمایه انسانی را در دستور کار خود قرار دهد؛
۳. اثر آستانه‌ای افزایش کمی آموزش بر رشد اقتصادی و بهره‌وری کل عوامل برای شناخت بهتر سیاستگذاران از میزان بهینه افزایش کمی آموزش بررسی شود؛
۴. سازمان برنامه و بودجه کشور و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توسعه کمی آموزش را بر نیاز بازار کار به تخصص‌های مختلف استوار سازند.

### References

1. Azariadis, C., & Drazen, A. (1990). Threshold externalities in economic development. *Quarterly Journal of Economics*, 105(2), 501-526.
2. Bandura, R.A. (2008). Survey of composite indices measuring country performance. 2008 Update. Studies Working Paper 2008-02, United Nations Development Programme, Office of Development.
3. Barro, R.J. (1998). *Notes on growth accounting*. NBER Working paper, No. 6654.
4. Becker, G.S. (1962). Investment in human capital: A teoretical analisis. *Journal of Political Economy*, 70(5), Part 2.
5. Cronbach, L.J. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika*, 16, 297-334.
6. Education at a Glance (2019). OECD Indicators2, [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019\\_f8d7880d-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en).
7. Farasatkah, M. (2008). *A study of conditions for qualitative and quantitative promotion of accessibility to higher education in Iran*. Institute for Research and Planning in Higher Education, Vol. 1, No. 2 [in Persian].

8. Farhang, M. (1990). *Culture of economic sciences. Eighth edition.* Tehran: Peykan Publications [in Persian].
9. Fereidouni, S., & Rouhani, Sh. (2019). Higher education expansion policy in Iran and its impact on educational justice. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 25(2), 1-21[in Persian].
10. Fereidouni, S. (2017). Higher education expansion with emphasis on social impact: a grounded theory approach. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 23(4), 69-96 [in Persian].
11. Funtowicz, S.O., Munda, G., & Paruccini, M. (1990). The aggregation of environmental data using multicriteria methods. *Environmetrics*, 1(4), 353-36.
12. Gu, W., & Wong, A. (2010). Estimates of human capital in Canada: The lifetime income approach. Economic Analysis Research Paper Series 11F0027M No.062, Economic Analysis Division, Statistics Canada, Ottawa.
13. Kersulienė, V., Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11 (2), 243-258.
14. Le, T., Gibson, J., & Oxley, L. (2005). *Measures of human capital: A review of the literature.* New Zealand: Treasury, Working Paper 05/10.
15. Little, R.J.A., & Rubin, D.B. (2002). *Statistical analysis with missing data.* Wiley Interscience, J. Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
16. Little, D., & Rubin, D. (1991). Statistical analysis with missing data. *Journal of Educational Statistics*, 16(2) 150-155 (6 pages).
17. Mankiw, N.G., Romer, D., & Weil, D.N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 35(41), 407-437.
18. Nabian, A. (2014). Presenting new MCDM framework based on SWARA-VIKOR in personnel selection. *Applied Mathematics in Engineering, Management and Technology*, 2(1), 28-36.
19. Naderi, A. (2015). *Advanced issues in the economics of education.* University of Tehran Publishing Institute [in Persian].
20. Nardo, M., Paisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators.

- Methodology and user Guide. OECD Statistics Working Paper 2005/3, OECD Statistics Directorate.
21. Nilsson, R. (2003). *OECD system of leading indicators: Practices and tool*, OECD statistics directorate. Paper presented at OECD/ESCAP Workshop on Composite Leading Indicators and Business Tendency Surveys, Bangkok, 24 - 26 February.
  22. OECD (2008). *Handbook on constructing composite indicators methodology and user guide*.
  23. Rezaei, M., & Yaghoubi, P. (2014). The share of high-tech exports (Hi-Tech) in the Iranian economy. Office of Energy and Mining Energy Studies [in Persian].
  24. Saisana, M., Tarantola, S., & Saltelli, A. (2005). Uncertainty and sensitivity techniques as tools for the analysis and validation of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society A*, 168(2), 307-323.
  25. Salehi, M.J. (2005). *Calculation of private human capital return in Iran*. Institute for Research and Planning in Higher Education, No. 35-36 [in Persian].
  26. Salehi, M.J. (2015). Presenting a model for measurement of human capital monetary value and its estimation in Iran. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 21(1), 21-28 [in Persian].
  27. Tarantola, S., Jesinghaus, J., & Puolamaa, M. (2000). Global sensitivity analysis: A quality assurance tool in environmental policy modeling. In Saltelli A., Chan K., Scott M. (eds.). *Sensitivity analysis*. pp. 385-397. New York: John Wiley & Sons.
  28. Todaro, M. (1998). *Economic development in the third world*. Tehran: Program and Budget Organization Publications [in Persian].
  29. Trinh, L., & Gibson, J. (2003). *Cost- and income-based measures of human capital*. Department of Economics, New Zealand: University of Waikato.
  30. United Nations Economic Commission For Europe (2016). *Guide on measuring human capital*. United Nations New York and Geneva.
  31. World Bank Group (2018). *The human capital project*.
  32. World Economic Forum (2017-2018). *The global competitiveness index*.

### جدول پیوست

جدول ۱ پیوست: متوسط سال‌های تحصیل کل شاغلان به تفکیک تحصیل دانشگاهی و غیردانشگاهی

سال	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
متوسط سال‌های تحصیل آموزش عمومی	۵/۷	۵/۹	۶/۴	۶/۷	۶/۸	۶/۹	۶/۹	۷/۰	۷/۱	۷/۲
متوسط سال‌های تحصیل آموزش عالی	۱۵/۹	۱۵/۹	۱۶/۰	۱۶/۱	۱۶/۱	۱۶/۲	۱۶/۳	۱۶/۳	۱۶/۴	۱۶/۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ پیوست: شاخص‌های کیفیت سرمایه انسانی طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۶

سال	واحد	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶
درصد هزینه‌های آموزشی دولت از تولید ناخالص داخلی	درصد	۲/۳۸	۲/۹۶	۲/۸۳	۲/۱۳	۲/۱۹	۳/۰۰	۲/۹۲	۲/۸۱
متوسط هزینه‌های آموزشی خانوار به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵	هزار ریال	۶/۱۵۷	۵/۵۹۸	۵/۱۶۰	۴/۴۵۱	۴/۳۷۱	۴/۲۲۴	۴/۰۷۳	۴/۲۱۸
سرانه هزینه آموزش شاغلان	واحد: هزار ریال	۱/۱۰۳	۸۳۱	۱/۱۹۴	۶۶۶	۸۵۲	۵۸۹	۶۷۸	۷۶۰
متوسط سابقه کار شاغلان	سال	۱۱/۴۹	۱۱/۶۷	۱۱/۴۴	۱۱/۳۹	۱۱/۵۲	۱۱/۵۸	۱۱/۴۴	۱۱/۳۶
نسبت دانش‌آموز به معلم	نفر	۲۲/۰	۲۲/۲	۲۱/۳	۲۱/۳	۲۲/۱	۲۳/۷	۲۵/۰	۲۶/۳
نسبت دانشجو به استاد	نفر	۵۷/۷	۵۹/۷	۶۱/۸	۶۴/۴	۶۱/۶	۵۳/۱	۴۹/۹	۴۱/۸
نسبت پذیرفته شدگان دانشگاهی به داوطلبان کنکور	درصد	۹۵/۵	۱۱۲/۵	۱۱۰/۴	۱۰۶/۶	۱۱۴/۵	۱۳۳/۴	۱۲۳/۷	۱۰۷/۸

سال	واحد	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶
تعداد نفر دوره‌های برگزار شده توسط سازمان فنی و حرفه‌ای کشور	هزار نفر دوره	۴۸۰	۴۴۲	۵۵۵	۷۷۲	۳۲۲	۳۷۶	۸۲۳	۹۶۴
کیفیت مدیریت مدارس	امتیاز از ۷	۳/۸	۳/۷	۳/۹	۳/۸	۳/۸	۳/۹	۳/۹	۳/۹
کیفیت آموزش دروس ریاضی و علوم مدارس	امتیاز از ۷	۴/۵	۴/۶	۵	۵	۴/۶	۴/۶	۴/۶	۴/۶
نسبت مقالات ISI منتشر شده به کل دانش‌آموختگان آموزش عالی	درصد	۳/۰۴	۳/۷۸	۳/۵۱	۳/۹۷	۳/۹۹	۳/۵۹	۴/۳۷	۴/۸۷
نسبت ثبت اختراع به ازای هر ۱۰۰۰ نفر دانش‌آموخته فنی و مهندسی	نسبت به هزار نفر	۵۹/۰۵	۴۸/۶۱	۴۵/۳۴	۴۵/۳۰	۵۲/۸۹	۴۰/۱۲	۶۰/۲۴	۶۶/۹۶
نسبت شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی با تخصص بالا به کل شاغلان دانش‌آموخته دانشگاهی	درصد	۶۲/۴	۶۱/۱	۶۱/۳	۶۱/۶	۵۹/۳	۵۸/۵	۵۷/۷	۵۷/۷
سهم صادرات هایتک از کل صادرات صنعتی	درصد	-/۸۲	-/۷۷	-/۷۰	-/۷۳	-/۷۹	-/۶۶	۱/۰۱	۱/۱۸
نسبت دانش‌آموختگان هنرستان و فنی و حرفه‌ای به دانش‌آموختگان متوسطه ۲	درصد	۱۳/۵	۱۴/۰	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۲	۱۴/۹	۱۴/۰	۱۳/۸
میانگین نمرات آزمون تیمز ایران در چهار حوزه	نمره	۴۴۱/۴	۴۴۲/۳	۴۴۰/۲	۴۴۴/۵	۴۳۲/۱	۴۲۶/۰	۴۳۸/۴	۴۴۱/۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق