

چکیده

سیاست‌گذاران علم و فناوری، میزان موفقیت و شکست خویش را دائماً با ارجاع به رتبه خود بر اساس شاخص‌ها، ارزیابی می‌کنند. اما از یک‌سو، این شاخص‌ها، منفردند و ابعاد و مؤلفه‌های مختلف علم، در یک چارچوب با همدیگر ترکیب نشده‌اند و از دیگر سو، چارچوب نظری شاخص‌های ترکیبی بر اساس مبانی مختلف، به نحو متفاوتی صورت‌بندی می‌شود. از این‌رو هدف پژوهش حاضر، این است که یک شاخص ترکیبی برای سنجش علم مبتنی بر صورت‌بندی اسلامی علم طراحی کند. در این پژوهش روش‌شناسی ده مرحله‌ای ساخت شاخص ترکیبی، ارائه‌شده توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^{*} مبنا بوده است. این روش‌شناسی از تدوین چارچوب نظری، شروع و به ارائه و انتشار، ختم می‌شود. این پژوهش، با صورت‌بندی دیدگاه‌های سه متفکر اسلامی (امام خمینی، شهید مطهری و آیت‌الله خامنه‌ای) و با استفاده از روش تحلیل مضمون و با رویکرد استقرایی-قیاسی و در نهایت از طریق خوانش جمعی صورت‌بندی‌ها، چارچوب نظری شاخص را به دست آورد. سایر مراحل نیز مطابق با روش‌شناسی مذکور طی شد. یافته‌ها نشان داد دو مفهوم «اقتدارزا بودن» و «زنجیره‌مندی»، توضیح‌دهنده ماهیت علم از منظر اندیشمندان اسلامی است که منجر به ترسیم سه بُعد «مرجعیت فکری و علمی»، «نظام اقتصادی قوی» و «نظام سیاسی اجتماعی عزتمند» به عنوان ابعاد علم در حیات اجتماعی می‌شود. این ابعاد، با ۱۲ متغیر و ۳۶ نشانگر متناظر خود، اجزای شاخص ترکیبی علم را به وجود آورده‌اند. سنجش علم ایران در بازه زمانی ۵ ساله (۱۳۹۸-۱۳۹۴)، نشان‌دهنده رشد همواره صعودی ولی نامتوازن آن به میزان ۲۸.۰۳٪ است. به طوری که بُعد «مرجعیت فکری و علمی»، ۳۸٪، بُعد «نظام سیاسی اجتماعی عزتمند»، ۱۰.۷٪ و بُعد «نظام اقتصادی قوی»، ۱۷.۴۱٪ رشد کرده است. بنابراین علی‌رغم رشد قابل توجه علم در بُعد مرجعیت علمی، علم، عزت‌آفرینی چندانی را به بار نیاورده و ثانیاً میزان توانایی اقتصادی و تولید ثروت از علم، کمتر از رشد شاخص کلی آن بوده است. ■ واژگان کلیدی

شاخص ترکیبی، سنجش علم، متفکرین انقلاب اسلامی، حکمرانی علم، جمهوری اسلامی ایران.

طراحی و سنجش شاخص ترکیبی سنجش علم مبتنی بر

صورت‌بندی اسلامی علم (پیشنهادی برای ارائه

گزارش‌های ملی علم و فناوری جمهوری اسلامی ایران)^{**}

حسین قلی‌پور

دانش‌آموخته دکتری تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری عمومی دانشگاه امام صادق(ع)، نویسنده مسئول، تهران، ایران
(gholipour@isu.ac.ir)

مرتضی جوانعلی‌آذر

استادیار دانشکده معارف اسلامی و مدیریت دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران
(javanali@isu.ac.ir)

بابک حمیدیا

استادیار دانشکده معارف اسلامی و مدیریت دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران
(hamidia@isu.ac.ir)

*. OECD

** این مقاله، برگرفته از رساله دکتری نویسنده مسئول با عنوان «طراحی شاخص ترکیبی سنجش علم در حکمرانی علم جمهوری اسلامی ایران مبتنی بر صورت‌بندی اندیشه متفکرین انقلاب اسلامی» در دانشگاه «امام صادق علیه السلام» و به راهنمایی «دکتر مرتضی جوانعلی‌آذر و دکتر بابک حمیدیا» است.

۱. مقدمه و بیان مسئله

مدتهاست که مراکز و مؤسسات مختلفی از طریق به کارگیری شاخص های مختلف، به سنجش و ارزیابی برودادهای علمی پرداخته و گزارش هایی را منتشر می نمایند. مبتنی بر این گزارش ها، متغیرهای مختلف ملی چون رتبه کشور در انتشارات علمی، میزان دریافت استنادات، تعداد مقالات پر استناد و داغ و... اندازه گیری و گزارش می شود. اما به هر روی، نقش حکمرانی شاخص ها در سنجش و ارزیابی جوامع علمی، امر قابل انکاری نبوده و نمی توان نسبت به آن بی تفاوت بود. درواقع شاخص ها و نشانگرها در هر حوزه ای از مسائل اجتماعی، چنان نقش بی بدیلی ایفا می کنند که «حکمرانی از طریق شاخص ها»^۱، امروزه به عنوان یکی از مفاهیم مهم در مطالعات حکمرانی مطرح بوده و ابعاد مختلف آن مورد واکاوی قرار می گیرد (Davis et al, 2012). درواقع حکمرانی از طریق شاخص ها، مصداق واقعی حکمرانی نرم^۲ است. وجه نرم بودن این سبک حکمرانی این است که راهبری به صورت غیرمستقیم صورت می گیرد و درواقع از هیچ بازیگری به نحو مستقیم خواسته نمی شود که از منطق مورد نظر طراح شاخص ها، پیروی صورت بگیرد. اما طراحی شاخص ها بر اساس نظریه مورد نظر و سنجش و رتبه بندی بازیگران بر اساس آن، زمینه تبعیت بازیگران از نظریه سازنده شاخص را فراهم می آورد. بنابراین شاخص ها، نقش بسیار پررنگی در حکمرانی ایفا می کنند و بی توجهی به آنها به معنای رها شدن حکمرانی و پذیرش حکمرانی دیگران و در یک کلمه انفعال حکمرانی است. در مقابل، روی آوردن به منطق طراحی شاخص ها و تولید آنها بر اساس اهداف حکمرانی، زمینه حکمرانی فعالانه را فراهم می آورد.

شاخص های مرسوم سنجش علم، معمولاً متغیرها و مؤلفه هایی را اندازه گیری می کند که مربوط به ابعاد خاصی از حرکت علمی هستند و ابعاد دیگری را نسنجیده و حالت ترکیبی ندارند. خلاصه امروز عرصه حکمرانی و سیاست گذاری علم، نبود شاخصی ترکیبی از مؤلفه های مهم در توسعه و پیشرفت علمی است که بر اساس آن، از یک سو بتوان تصویری دقیق و یکپارچه از وضعیت علم و جامعه علمی ارائه داد و از سوی دیگر، بتوان متغیرها و مؤلفه های دیگری چون میزان اقتدار آفرینی علم، نقش جامعه علمی در توسعه فناوری، میزان تاب آوری

1. Governance by indicators

2. Soft Governance

و مقاوم‌سازی جامعه و اقتصاد از قَبَل علم، میزان بازتاب مسائل جامعه در جامعه علمی و... را مورد سنجش قرار داد.

از طرف دیگر، ساخت شاخص ترکیبی، همواره مبتنی بر یک «چارچوب نظری» صورت می‌گیرد (OECD, 2008: 22) که در جهان‌بینی‌ها و نظام‌های ارزشی، به نحو متفاوتی صورت‌بندی می‌شود. از این‌رو باید کاوش کرد که جهان‌بینی اسلامی و نظام ارزشی آن، چه چارچوبی را برای حاکمیت در نظر می‌گیرد که سیاست‌گذاری علم با نظر به آن چارچوب، صورت پذیرد. با عنایت به جهان‌بینی اسلامی به‌عنوان مبنای نظری پذیرفته‌شده در حکمرانی جمهوری اسلامی ایران، لازم است ساخت شاخص ترکیبی، مبتنی بر چارچوب نظری برگرفته از اندیشه اسلامی استوار شود. از این‌رو مسئله اساسی این است که شاخص ترکیبی علم مبتنی بر چارچوب اسلامی چگونه است و چه ابعاد و نشانگرهایی دارد؟ و ثانیاً وضعیت علم کشور مبتنی بر این شاخص بومی چگونه است؟ چه نقاط قوت و چه نقاط ضعفی وجود دارد؟

۲. پیشنهاد پژوهش

شاخص‌های سنجش علم - که در دانش علم‌سنجی تولید و انباشته شده‌اند - چنان حجم انبوهی دارند که شاید تاکنون یک فهرست تمام و کمال از آنها ارائه نشده باشد. اما به‌هرروی، منابع فراوانی وجود دارد که می‌توان حداقل شاخص‌های اصلی و پرکاربرد را از آنها استخراج کرد. برای تحقق این مهم، سه منبع مهم وجود داشت: الف) دانش علم‌سنجی؛ ب) پایگاه‌های استنادی علوم و ج) گزارش‌های پایش وضعیت علم و فناوری.

جدول ۱: گزیده‌ای از مدارک علمی استفاده‌شده از سه منبع برای استخراج شاخص‌ها

منابع اصلی	گزیده‌ای از مدارک علمی استفاده‌شده
دانش علم‌سنجی	آشنایی با علم‌سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها)
	سنجش علم: اصول مبنایی و کاربرد کتاب‌سنجی پیشرفته ^۱
	شاخص‌های مرسوم و جدید در علم‌سنجی
پایگاه‌های استنادی علوم	پایگاه استنادی وب او نالچ
	پایگاه استنادی اسکوپوس ^۲
	پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
گزارش‌های پایش و سنجش علم و فناوری	گزارش پایشی وضعیت شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری جمهوری اسلامی ایران
	جایگاه علمی جمهوری اسلامی ایران در سطح بین‌المللی
	آمار آموزش عالی ایران

۴۲

شاخص‌های به دست آمده از منابع سه‌گانه را می‌توان از یک حیث کلان به دودسته «شاخص‌های منفرد» و «شاخص‌های ترکیبی»، تقسیم کرد و پیشینه پژوهش را با مرور این دودسته، پیش گرفت.

الف- شاخص‌های منفرد

شاخص‌های منفردی که علم را موردسنجش قرار می‌دهند، تنوع و تعدد بسیاری دارند. این شاخص‌ها، متغیرهای مختلفی را مورد سنجش قرار می‌دهند. لذا می‌توان شاخص‌های منفرد را به شاخص‌های هم‌خانواده دسته‌بندی کرد.

۱. عنوان اصلی این مقاله عبارت است از: «Measuring Science: Basic Principles and Application of Advanced Bibliometrics»، تألیف: Anthony van Raan. مؤلف، یکی از چهره‌های سرشناس جهانی در علم اطلاعات و علم‌سنجی است. وی در دانشگاه لیدن هلند که یکی از مراجع اصیل و قدیمی در این رشته است، به فعالیت می‌پردازد.

2. Scopus

جدول ۲: دسته‌بندی شاخص‌های منفرد سنجش علم به همراه تبیین کلی

متغیر/دسته	شاخص‌های مهم	تبیین کلی
نیروی انسانی	• تعداد دانشجویان • تعداد اعضای هیأت علمی • تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی • دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی • دانشجویان نخبه حمایت‌شده • نرخ مهاجرت دانشجویان • جذب دانشجویان بین‌المللی	• منابع انسانی آموزش عالی، یکی از مهم‌ترین نهادهای علم، فناوری و نوآوری است که می‌تواند پیش‌راند توسعه اقتصاد دانش‌محور و رونق‌بخش تولید دانش‌بنیان باشد (حاجی آخوندی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۴).
تولیدگری (انتشارات)	• تعداد مدارک علمی • نرخ رشد (مدارک) علمی • سهم از تولید علم	• قواعد طرح‌شده در خصوص میزان تولیدگری پژوهشگران همچون قاعده لوتکا (Lotka, 1926)، مطالعات انجام‌شده در خصوص سن تولیدگری دانشمندان توسط لمن (Lehman, 1962) و طیف متنوعی از این قبیل مطالعات، نقطه تمرکز خود را متغیر تولیدگری قرار داده‌اند.
استنادی	• تعداد استنادات • استناد به مقاله • محک‌زنی استنادی • استنادات به مقاله‌ها • ضریب اثر مجله • ضریب نفوذ مجله • ضریب تأثیر نرمال‌شده رشته‌ای (شاخص اسنپ) • شاخص فوریت • نیمه‌عمر استناد شده • نیمه‌عمر استنادی • مقالات پر استناد • مقالات داغ • اثر اجتماعی • جبهه‌های پژوهش • دانشمندان/پژوهشگران برتر	• با طرح شاخص استناد به‌عنوان یک معیار کیفی، این تلقی که هر که بیشتر تولید کند، بهره‌وری بیشتری دارد زیر سؤال رفت. گارفیلد^۱ در سال ۱۹۵۵ طرح استفاده از شاخص میزان استنادها را به‌منظور تعیین بهره‌وری علمی مطرح کرد (نوروزی چاکلی، ۱۳۹۷: ۲۰۱).

متغیر/دسته	شاخص های مهم	تبیین کلی
ترکیب تولیدگری و استنادی	• شاخص اچ • شاخص ام • شاخص جی • شاخص اثر استنادی موزون • رشته ای • شاخص i10 • شاخص نیچر	• هیرش- مبدع شاخص اچ- بیان می کند: مزیت شاخص کل مقالات، این است که تولیدگری را سنجیده اما اهمیت یا تأثیر مقالات را نمی سنجد (Hirsch, 2005:16569). از این رو او و برخی از پژوهشگران، به دنبال ابداع شاخصی بودند که هردو متغیر را با یکدیگر ترکیب کرده و تولیدگری کیفی را توانمند باهم در نظر بگیرد.
تولید ثروت و فناوری سازی	• تعداد ثبت اختراع (پتنت) • تعداد مقالات به تعداد ثبت اختراع • محققان مشغول در واحدهای تحقیق و توسعه • تفاهم نامه ها و قراردادهای دانشگاه و صنعت	• یکی از انتظارات فزاینده از علم مدرن، قابلیت تولید ثروت از طریق تبدیل به فناوری است. لیم (Lim, 2018) در مقاله خود با عنوان «ساخت تخصص ضعیف: کاررتبه دهندگان دانشگاهی جهانی» میزان درآمد صنعت در کشورهای مختلف با استفاده از دانش آکادمیک را بررسی کرده است. این مقاله، علاوه بر اینکه رتبه بندی دانشگاهی را به مورد نقد قرار می دهد، به صورت ضمنی نیز تأکید می کند ارتقاء علمی یک کشور، الزاماً باید با ارتقاء صنعتی و تولید ثروت همراه باشد.
شبکه علم	• مرکزیت درجه • مرکزیت بردار ویژه • مرکزیت نزدیکی • مرکزیت بینابینی	• بررسی شبکه موجود میان داده ها و مقالات علمی، می تواند ضمن تبیین دادوستد علمی، اهمیت و مرکزیت بیشتر برخی از پژوهش ها را نشان دهد.
اخلاق علم و فناوری	• مقالات سلب اعتبار شده • خوداستنادی	• دست کاری استنادی، تقلب علمی و... نشانگری از ضعف تعهد اخلاقی در میان پژوهشگران و مؤسسه های علمی است. زیرا این نبود تعهد اخلاقی و ضعف قوانین است که چنین اعمالی را روا می دارد (خسروی، ۱۳۸۶: ۱۰).
ارتباطات و همکاری های علمی	• هم نویسندگی • ضریب مشارکت علمی • تعاملات علمی دانشگاه و صنعت • مشارکت بین الملل علمی	• همکاری های علمی، صرفاً محدود به همکاری پژوهشگران با دیگر پژوهشگران نمی شود. بلکه علاوه بر این، همکاری پژوهشگران دانشگاهی با متخصصان صنعت، همکاری دانشمندان علوم انسانی و اجتماعی با مدیران و کارشناسان دولت و بخش خصوصی، همکاری دانشگاه ها با دانشگاه های مناطق مختلف جغرافیایی و... از انواع همکاری علمی محسوب می شوند.

متغیر/دسته	شاخص های مهم	تبیین کلی
مطالعات میان رشته ای	• کلیدواژه های رشته های متمایز • ثبت اختراع توسط مخترعان رشته های مختلف • هم استنادی مقاله با رشته های متمایز	• سنجش «مطالعات میان رشته ای»، صرفاً دغدغه سنجش همکاری های علمی را ندارد. بلکه به دنبال سنجش میزان مطالعاتی است که تخصص های مختلف از رشته های مختلف علمی در آن حضور دارند. آزادی احمدآبادی و نور محمدی (۱۳۹۷)، حدود ۱۶ مورد قابل سنجش برای این دسته، معرفی کرده اند.

جدول فوق، ۹ دسته موضوعی از شاخص های منفرد را به همراه شاخص های مهم آن دسته، نشان می دهد. روشن است شاخص های ذکر شده، همه شاخص های سنجش علم نیستند. بلکه تلاش شده است، اصلی ترین و پرکاربردترین شاخص های هر دسته موضوعی، ذکر شود. مرور این شاخص ها نشان می دهد:

۱. علم یک مفهوم چندبعدی است و ابعاد پژوهشی، فناوری، صنعتی، اخلاقی و... قابل توجهی دارد که هر کدام شاخص های مخصوص خود را دارند.
۲. شاخص ها، قابل نقد هستند و درواقع نقد کاستی ها و معایب شاخص های قبلی بوده است که زمینه ای برای طرح و ابداع شاخص های جدیدتر شده است.

ب- شاخص های ترکیبی

یک شاخص ترکیبی هنگامی شکل می گیرد که شاخص های منفرد بر اساس یک مدل مبنایی در یک شاخص واحد، تجمیع شوند (OECD, 2008: 13). جدول زیر، شاخص های ترکیبی به دست آمده را فهرست کرده است.

جدول ۳: شاخص‌های ترکیبی در سنجش علم و فناوری

عنوان	معرفی
شاخص جهانی دانش	• این شاخص، مفهوم دانش را به اجزای تشکیل‌دهنده آن؛ یعنی «آموزش پیش‌دانشگاهی»، «آموزش و پرورش فنی و حرفه‌ای»، «آموزش عالی»، «تحقیق، توسعه و نوآوری»، «فناوری اطلاعات و ارتباطات»، «اقتصاد» و «محیط توانمند ساز عمومی» تجزیه می‌کند. این شاخص همچنین ارتباط علمی تر و شاهدبنیان‌تری بین توسعه و مفهوم چندبعدی دانش را مطابق با مفهوم توسعه انسانی که توسط UNDP اعمال می‌شود و همچنین مفهوم توسعه پایدار مورد توافق رهبران جهان در سال ۲۰۱۵ در دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار را امکان‌پذیر می‌کند (UNDP and MBRF, 2020: 1).
چارچوب تأثیر علم	• در چرخه اعطاء پژوهانه ۲۰۱۹-۲۰۱۴، مرکز هماهنگی شبکه پژوهشی کنترل و پیشگیری سرطان^۱، سیستم جدیدی را برای درک جامع تأثیر مراکز این شبکه تدوین کرد. این سیستم جدید به چارچوب تأثیر علمی رسید که مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها، با هدف فراتر رفتن از شمارش مقالات نشریات معتبر برای توصیف تأثیرات کامل پژوهش بر سلامت عمومی، تدوین نموده است (K. Ko and et al, 2019: 2). این چارچوب، اطلاعات مربوط به پنج حوزه را به دست می‌آورد: (۱) انتشار علم، (۲) آگاهی بخشی، (۳) اقدام تسریعی، (۴) تغییر اثرگذار و (۵) شکل‌دهی به آینده.
ظرفیت علم و فناوری رند	• مؤسسه رند اقدام به سنجش و اندازه‌گیری ظرفیت علم و فناوری^۲ کشورهای مختلف با هدف بررسی رابطه همکاری‌های علمی^۳ با ظرفیت علم و فناوری نموده است. وگنر و همکاران (Wagner and et al, 2001:10) نشانگرهای به کاررفته در این شاخص ترکیبی را «سرانه تولید ناخالص ملی»، «تعداد دانشمندان و مهندسان در هر یک میلیون نفر»، «درصد بودجه تحقیق و توسعه از کل تولید ناخالص ملی»، «مقالات علم و فناوری مجلات علمی»، «مؤسسات و دانشگاه‌ها در هر یک میلیون نفر»، «پرونده‌های ثبت اختراع (پتنت)» و «دانشجویان در حال تحصیل در آمریکا»، اعلام کرده‌اند.
دستیابی به فناوری	• گزارش توسعه انسانی ۲۰۰۱، شاخص دستیابی به فناوری (TAI) را معرفی می‌کند که هدف آن نشان دادن میزان پیشرفت و اشاعه فناوری و ایجاد پایه مهارت‌های انسانی یک کشور است. این شاخص ترکیبی، دستاوردها را اندازه‌گیری می‌کند، نه پتانسیل بالقوه، تلاش یا ورودی‌ها. این اندازه‌گیری برای این نیست که نشان داده شود کدام کشور در توسعه فناوری جهانی پیشرو است، بلکه بر میزان مشارکت کل کشور در ایجاد و استفاده از فناوری تمرکز می‌کند (UNDP, 2001: 46). این شاخص، چهار بعد (خلق فناوری، انتشار نوآوری‌های قدیم، انتشار نوآوری‌های جدید و مهارت‌های انسانی) و هشت نشانگر دارد.

1. The Cancer Prevention and Control Research Network (CPCRN)
2. Science and Technology Capacity
3. Collaboration

عنوان	معرفی
شاخص فناوری آرکو	• طراحان این شاخص، اذعان می‌کنند با تکیه بر تلاش‌های مشابه سازمان‌های سازمان ملل متحد، از جمله شاخص توسعه فناوری (TAI) به ابتکار برنامه توسعه ملل متحد و نمره عملکرد صنعتی به ابتکار سازمان توسعه صنعتی ملل متحد، این شاخص، تعدادی دیگر از متغیرهای مرتبط با تغییرات فناورانه را در نظر می‌گیرد (Archibugi and Coco, 2004).
رتبه‌بندی نظام‌های آموزش عالی ملی	• از سال ۲۰۱۲، رتبه‌بندی نظام‌های آموزش عالی ملی توسط یونیورسیتاس ۲۱ پایه‌گذاری شد. این رتبه‌بندی، نظام‌های آموزش عالی ۵۰ کشور مختلف جهان را بر مبنای ۴ معیار محوری منابع، محیط، ارتباطات و خروجی و با استفاده از ۲۴ سنجه، رتبه‌بندی می‌کند (Williams and Leahy, 2020). تفاوت این رتبه‌بندی با سایر رتبه‌بندی‌های دانشگاهی، این است که در آن به جای دانشگاه‌ها، نظام‌های آموزش عالی ملی، رتبه‌بندی می‌شوند.

مروار شاخص‌های ترکیبی نشان می‌دهد در عرصه بین‌الملل، شاخص‌های ترکیبی قابل توجهی برای سنجش علم وجود ندارد. اما شاخص‌های همسایه علم (همچون فناوری، آموزش عالی و...) و نیز سنجش مفاهیم مربوط به علم با اهداف خاص مثل توسعه، طرح و به‌کارگیری شده‌اند. در عرصه ملی نیز هنوز یک شاخص ترکیبی وجود ندارد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه^۱ در سال ۲۰۰۸ با انتشار یک دست‌نامه در خصوص روش‌شناسی ساخت شاخص ترکیبی، یک روش نسبتاً جامع و ایده آل را در این عرصه، ارائه داد. در این دست‌نامه، ضمن ارائه یک روش ده مرحله‌ای، تصریح شده است: انجام هر مرحله بسیار مهم است، اما انسجام در کل روند به همان اندازه حیاتی است. انتخاب‌های انجام‌شده در یک مرحله می‌تواند پیامدهای مهمی برای دیگر مراحل داشته باشد. بنابراین، سازنده شاخص ترکیبی نه تنها باید مناسب‌ترین انتخاب روش را در هر مرحله انجام دهد، بلکه همچنین تشخیص دهد که آیا آنها به خوبی باهم مطابقت دارند (۲۰۰۸: ۱۹). در یک مرور سریع، مراحل ساخت شاخص ترکیبی از قرار زیر است.

جدول ۴: سؤالات و کارکردهای مراحل ساخت شاخص ترکیبی (منبع: تلخیصی از OECD, 2008)

ردیف	مرحله	کارکردها
۱	تدوین چارچوب نظری	- تعریف مفهوم مورد اندازه‌گیری - تعیین خرده گروه‌ها (ابعاد) - شناسایی معیارهای انتخاب (ورودی، فرایند، خروجی و...)
۲	انتخاب متغیرها	- انتخاب متغیرهایی که باید برای آنها، داده جمع‌آوری شود. - استفاده از پراکسی (متغیرهای تقریبی) در صورت لزوم
۳	انتساب داده‌های مفقود	تعیین تکلیف و جستجوی راه‌حلی برای داده‌های مفقود مثل میانگین
۴	تحلیل چندمتغیره	ترسیم روابط متقابل بین شاخص‌های منفرد
۵	نرمال‌سازی داده‌ها	خنثی کردن واحدهای مختلف سنجش متغیرها
۶	وزن دهی و تجميع	وزن‌دهی به متغیرها بر اساس یکی از تکنیک‌های مرسوم
۷	استواری و حساسیت	انجام تحلیل حساسیت برای شناسایی عدم قطعیت‌ها و نقش آنها در برآورد شاخص ترکیبی
۸	برگشت به جزئیات	- توضیح وضعیت کشورها در ابعاد و شاخص‌های منفرد - بیان نقاط قوت و ضعف کشورها در شاخص
۹	روابط با دیگر متغیرها	توضیح نسبت بین شاخص ترکیبی با سایر متغیرهای موردتوجه در جامعه مثل GDP
۱۰	ارائه و انتشار	- مجسم کردن یافته‌ها (نگاره بندی یافته‌ها) - استفاده از ابزارهای مختلف ارائه در قالب‌های مختلف (جداول، نمودارها، اعداد و...)

۴. یافته‌های پژوهش: طراحی و سنجش شاخص ترکیبی علم

مرحله اول: تدوین چارچوب نظری

روش گردآوری داده‌ها، مطالعه اسنادی بوده که از طریق مراجعه به آثار سه متفکر (امام خمینی، شهید مطهری و آیت‌الله خامنه‌ای) پیرامون علم، حاصل شده است. روش تحلیل داده‌ها نیز تحلیل مضمون، بوده است. در مرحله گردآوری داده‌های مرتبط، ۱۴۹ داده غیرتکراری از ۷۴ اثر مستقل (۱۷ اثر از امام خمینی، ۱۴ اثر از شهید مطهری و ۴۳ اثر از آیت‌الله خامنه‌ای) مرتبط با موضوع علم، به دست آمد که مورد تحلیل مضمون قرار گرفتند.

جدول ۵: گزیده‌ای از جدول کدگذاری دیدگاه آیت‌الله خامنه‌ای

ردیف	بریده متن	مضمون پایه	مضمون سازمان دهنده	مضمون فراگیر
۱	علم را باید وصل کنیم به فناوری، فناوری را باید وصل کنید به صنعت، و صنعت را باید وصل کنیم به توسعه‌ی کشور. صنعتی که مایه‌ی توسعه و پیشرفت کشور نباشد، برای ما مفید نیست؛ علمی که به فناوری تولید نشود، فایده‌ای ندارد و نافع نیست (خامنه‌ای، ۱۳۸۵)	تبدیل علم به فناوری و صنعت	رسالت علم در شاخه‌های مختلف	غایت علم
۲	ما در زمینه‌ی علوم انسانی احتیاج داریم به نظریه‌سازی... در این زمینه‌ها ما باید نظریه‌پردازی‌های خودمان را داشته باشیم (خامنه‌ای، ۱۳۸۷ الف)	نظریه‌پردازی در علوم انسانی اسلامی	رسالت علم در شاخه‌های مختلف	غایت علم
۳	به نظر من، این ارتباط [ادانشگاه‌های ما با مراکز علمی] اگر واقعاً کم است یا نیست، باید روزه‌روز تقویت شود (خامنه‌ای، ۱۳۷۶).	تقویت ارتباط با مراکز علمی دنیا	ارتباطات بین‌المللی	ارتباطات علم
۴	هدف هم باید مرجعیت علمی باشد در دنیا... باید به آنجا برسیم که جوینده‌ی دانش، طالب علم، مجبور باشد بیاید سراغ شما، سراغ کتاب شما؛ مجبور باشد زبان شما را یاد بگیرد (خامنه‌ای، ۱۳۸۷ ب).	رجوع دیگران به آثار علمی کشور	مرجعیت علمی کشور	غایت علم

علم، اقتدار است

حدیث علوی «العلم سلطان من وجده صال به و من لم یجده صیل علیه» (ابن ابی الحدید، ۳۱۹:۱۴۰۴) که تاکنون بالغ بر ۱۶ بار مورد تأکید آیت‌الله خامنه‌ای قرار گرفته است (خامنه‌ای، ۱۴۰۰)، علم را سلطه و برتری می‌داند که هر کس آن را یافت، با آن غالب شود و هر کس آن را نیابد، مغلوب شود. علم از این جهت ارزشمند و پراهمیت است که به دارنده خود، اقتدار می‌بخشد و او را از موضع ضعف خارج می‌کند. مطهری نیز با استناد به آیات قرآن، این گونه استنباط می‌کند که علم، قدرت است (مطهری، ۱۸۹:۱۳۸۴). قدرت نیز معنای عامی دارد که با مفاهیمی چون استقلال، خودکفایی و عزت، ارتباط تنگاتنگی برقرار می‌کند (قلی پور، ۱۵:۱۴۰۲).

زنجیره بودن علم

علم، زمانی می‌تواند اقتدار آفرین باشد که نیازها و اهداف انسانی را برآورده کند. نیازهای انسانی نیز طیف وسیعی دارند که نیاز به کالاهای اساسی، امنیت، سلامت و احترام را شامل می‌شود و هر کدام از شاخه‌های علمی، متکفل پاسخ به بخش خاصی از این نیازها و اهداف هستند. ماهیت علوم پایه و فنی مهندسی، به گونه‌ای است که عمدتاً در صورت تبدیل به فناوری، می‌توانند برآورده شدن نیازهای انسانی را تسهیل کنند. به این صورت که علم به فناوری، فناوری به صنعت و صنعت به توسعه کشور وصل شود. پس اگر علم، صرفاً محدود به مرحله پژوهش دانسته شود بدون اینکه به فناوری تبدیل شود، نمی‌تواند اقتدار آفرین باشد و از این منظر، چنین علمی، فایده‌ای ندارد (خامنه‌ای، ۱۳۸۵). بلکه باید زنجیره علم و فناوری به‌طور کامل، تکمیل شود تا علم به اهداف خودش برسد (خامنه‌ای، ۱۳۸۶). حال اگر کشوری در تولید مقالات علمی، رشد کند و در این زمینه گوی سبقت را از دیگران برآید اما به لحاظ میزان تبدیل این مقالات علمی به ابداعات و فناوری، توفیقی نداشته باشد، درواقع علم با تمام ابعاد واقعی خود در آن جامعه، رشد نکرده است. بلکه بخشی از آن رشد کرده و بخش دیگری از آن، رشد نیافته باقی مانده است.

علوم پزشکی و سلامت محور نیز که متکفل تأمین نیاز به سلامت انسانی هستند و از این جنبه، بسیار مهم هستند، در صورتی می‌توانند به برآورده شدن واقعی نیاز به سلامت بینجامند و اقتدار جامعه را حفظ کنند که اکتشافات جدید علمی به روش‌های درمانی جدید و بهینه‌تر و ابزارها و فناوری‌های جدید تبدیل شوند (خامنه‌ای، ۱۳۷۸). اما اگر دانشمندان و پژوهشگران حوزه پزشکی یک کشور، در مرزهای علم پزشکی، فعالیت کنند و به اکتشافات جدید جهانی دست یابند اما نتوانند آنها را به روش‌های درمانی و ابزارهای جدید تبدیل کنند، عملاً بیماران آن کشور برای درمان، ناچار به رجوع به متخصصان و مراکز پزشکی خارج از کشور هستند و پرواضح است که این وضعیت، کشور را محتاج و وابسته دیگران نگه می‌دارد (مطهری، ۱۳۸۶: ۱۷۷).

علوم انسانی و اجتماعی نیز که عهده‌دار تنظیم روابط انسانی در شئون مختلف اقتصادی، سیاسی، حقوقی و... است و از این جنبه، روح دانش محسوب می‌شود، زیرا جهت حرکت یک جامعه را تعیین می‌کند (خامنه‌ای، ۱۳۹۰)، در صورتی می‌تواند برای جامعه مفید باشد که اولاً مبتنی بر جهان‌بینی و نظام ارزشی اسلامی تولید شود و ثانیاً تولیدات علمی این حوزه، بتواند به فناوری‌های نرم اجتماعی همچون نظریه سیاسی حکمرانی کشور، سازوکارهای

نظام مالی و اقتصادی کشور، شاخص‌های پیشرفت، قوانین و مقررات حوزه‌های مختلف اجتماعی، ساختارهای اجتماعی مختلف و... تبدیل شود. ساخت و پرداخت فناوری‌های نرم اجتماعی، می‌تواند منجر به ارتقاء و یا افول قدرت نرم یک کشور در عرصه ملی و جهانی شود. زنجیره دیدن علم، حتی در خصوص علوم ذهنی چون فلسفه نیز معنادار است. در این معنا، لازم است دانش فلسفه نیز امتداد سیاسی اجتماعی پیدا کند و بتواند یک دستگاه فلسفی اجتماعی، سیاسی و اقتصادی درست کند (خامنه‌ای، ۱۳۸۲).

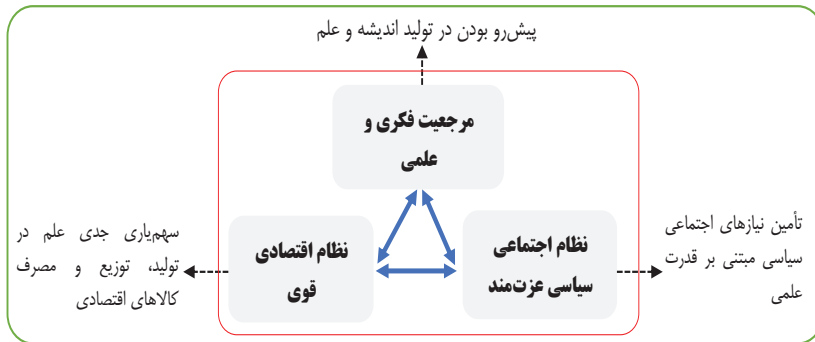
چارچوب نهایی شاخص «علم»

مؤلفه تعریف: مقصود از علم در صورت‌بندی اسلامی آن، صرفاً آنچه بر روی کاغذ و در قالب مقاله‌های علمی، عرضه می‌شود، نیست بلکه علم، «زنجیره‌ای دانشی است که از مسئله و کاوش‌های دقیق علمی شروع و به تولید قدرت ختم می‌شود». این تعریف، درواقع تفصیل یافته گزاره «الْعِلْمُ سُلْطَانٌ» مبتنی بر مباحث اندیشمندان اسلام‌شناس است. این تعریف، نوعی نگاه غایت‌مدارانه از علم ارائه می‌دهد که نافعیت آن را درگرو اتصال اکتشافات و نوآوری‌های علمی به اقتدار جامعه، معرفی می‌کند.

مؤلفه ابعاد: علم یک مقوله تک‌بعدی نیست بلکه ذوابعاد است. نفوذ علمی در نظام اقتصادی که محصول آن یک نظام اقتصادی قوی و مقاوم است و نفوذ آن در نظام اجتماعی سیاسی که محصول آن یک نظام اجتماعی سیاسی عزتمند و مقتدر است، دو بعد از علم به معنای مذکور است. همچنین اگر یک نظام اقتصادی و نظام اجتماعی دانش‌بنیان، نتواند خود را مبتنی بر علم، بازتولید کند، نمی‌تواند قوی و مقاوم باقی بماند. بنابراین رکن دیگری از علم اقتدار آور، قدرت و عزت علمی است که از آن تعبیر به مرجعیت علمی می‌شود (خامنه‌ای، ۱۳۸۷). امام خمینی نیز از این قدرت و استقلال علمی، با عنوان «خودکفایی علمی» یاد کرده‌اند (خمینی، ۱۳۸۹، ج ۹: ۸).

مؤلفه معیارهای انتخاب نشانگرها: نگاه به علم به عنوان یک زنجیره، سبب می‌شود فعالیت‌های مختلفی که در طی آن انجام می‌شود مثل کاوش‌ها و نوآوری‌های علمی، تبدیل علم به فناوری و کاربردی سازی علم، صنعتی سازی فناوری و به تعبیری به کارگیری گسترده محصول فناورانه و یا روش‌های جدید حل مسئله، همگی فعالیت‌هایی علمی محسوب شوند. بنابراین برای سنجش علم، نمی‌توان صرفاً نشانگرهایی را ناظر به مثلاً کاوش‌ها و نوآوری‌های علمی تعریف کرد. لذا فهرست نشانگرهای سنجش علم، فهرستی از سنجش فعالیت‌های مختلف علمی در طول این زنجیره خواهد بود. همچنین با توجه به ماهیت اقتدار آفرینی علم

و نافع بودن آن در گرو رفع نیازهای جامعه به نحو درون‌زا، تأکید اصلی این نگاه بر متغیرهای خروجی محور (متغیرهایی که رفع نیازهای جامعه از طریق علم را نشان می‌دهند) خواهد بود.



نگاره ۱: ابعاد مفهومی چارچوب نظری شاخص ترکیبی علم

۵۲

مرحله دوم: انتخاب متغیرها

نظر به اهمیت اساسی که این مرحله در ساخت شاخص ترکیبی علم دارد و برای اینکه معیارهایی چون مرتبط بودن، قوت تحلیلی و... در انتخاب متغیرها، تضمین شود، گام‌هایی برداشته شد.



نگاره ۲: فرایند طی شده در انجام مرحله انتخاب متغیرها

پس از طی فرآیندهای قیاسی و استقرایی، فهرست اولیه‌ای از متغیرها و نشانگرها ناظر به هرکدام از ابعاد چارچوب نظری، به دست آمد. علاوه بر این، از طریق دراختیار قرار دادن پیش‌نویس اولیه از متغیرها و نشانگرها به خبرگان و پژوهشگران حوزه‌های علم، اقتصاد، سلامت و... تلاش شد تا اعتبارسنجی آنها نیز انجام شود.

جدول ۶: اطلاعات تخصصی مشارکت‌کنندگان در مرحله انتخاب متغیرها

ردیف	تحصیلات و سمت	ردیف	تحصیلات و سمت
۱	دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری و عضو هیأت علمی	۸	دکترای خط‌مشی‌گذاری عمومی و عضو هیأت علمی
۲	دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری و مدیر شاخص‌سازی ستاد راهبری نقشه جامع علمی	۹	دکترای مدیریت آموزش عالی و عضو هیأت علمی
۳	دانشجوی دکتری و پژوهشگر حوزه سلامت	۱۰	دکترای خط‌مشی‌گذاری عمومی و عضو هیأت علمی
۴	دانشجوی دکتری و پژوهشگر حوزه حکمرانی پژوهش	۱۱	دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری و عضو پژوهش‌ده سیاست‌گذاری و حکمرانی
۵	دانشجوی دکتری و پژوهشگر حوزه حکمرانی پژوهش	۱۲	دکترای مدیریت اطلاعات و دانشنامه و مدرس دانشگاه
۶	دکترای اقتصاد و متخصص ساخت شاخص ترکیبی	۱۳	دانشجوی دکتری کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی
۷	دکترای اقتصاد و عضو هیأت علمی	۱۴	کارشناس ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی و دبیر کمیته اخلاق و سلامت پژوهش

علت انتخاب متخصصانی از حوزه‌های سلامت، اقتصاد، خط‌مشی‌گذاری عمومی در کنار متخصصانی از سیاست‌گذاری علم و فناوری، آموزش عالی، علم اطلاعات و دانش‌شناسی این بود که ابعاد اجتماعی، سیاسی و اقتصادی، حضور پررنگ و معناداری در چارچوب نظری دارند.

انتخاب متغیرها و نشانگرها در نهایت بر اساس اولاً معناداری، ثانیاً سنجش پذیری، ثالثاً موجود بودن داده و رابعاً دسترس پذیری بوده است. بنابراین ممکن است برای برخی از ابعاد و مؤلفه‌های چارچوب نظری، بتوان متغیرهای دیگری را نام برد که در برخی از ویژگی‌ها نسبت به متغیرهای مذکور قوت بیشتری داشته باشند اما مثلاً به دلیل عدم دسترس پذیری، امکان محاسبه آنها وجود ندارد. از سوی دیگر، مطابق با روش‌شناسی، زمانی که متغیر کاملاً مرتبط وجود ندارد، می‌توان از پراکسی‌ها (نشانگرهای نزدیک و تقریبی) استفاده کرد.

جدول ۷: ابعاد، متغیرها و نشانگرهای شاخص ترکیبی سنجش علم

بعد	متغیر	کد	نشانگر	مرجع استخراج داده و عنوان گزارش
مجموعه فکری و علمی	نظریه پردازی در علوم انسانی اسلامی	a1	نظریات علوم انسانی اسلامی	هیأت حمایت از کرسی‌های نظریه پردازی، نقد و مناظره، طرح نامه‌های موفق نظریه پردازی، نوآوری و نقد
		a2	کرسی‌های نوآوری در علوم انسانی	
		a3	کرسی‌های نقد در علوم انسانی	
	قوام نهاد علم	b1	مهاجرت تحصیلی (دانشجویان ایرانی خارج از کشور)	رصدخانه مهاجرت ایران، سالنامه مهاجرتی ایران ۱۴۰۱
		b2	جذب دانشجویان بین‌المللی	

بعد	متغیر	کد	نشانگر	مرجع استخراج داده و عنوان گزارش
مرجعیت فکری و علمی	قوام نهاد علم	b3	همکاری علمی جهانی (مقالات بین‌المللی)	مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، جایگاه علمی ایران و دانشگاه‌های کشور در سطح بین‌المللی
	کمیت پژوهش	c1	مدارک علمی نمایه شده	
		c2	رتبه کشور در تعداد مدارک علمی	
		c3	مقالات سلب اعتبار شده	شریفی، محسن (مدیرکل سیاست‌گذاری پژوهش وزارت عتف)، وضعیت مقالات سلب اعتبار شده ایران در سال ۲۰۲۲
	رجوع پژوهشی	d1	شاخص h	مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، جایگاه علمی ایران و دانشگاه‌های کشور در سطح بین‌المللی
		d2	تعداد استنادات	
		d3	رتبه استنادی	
	منابع مرجع	e1	مقالات داغ	صبوری، علی‌اکبر، بررسی اسناد علمی ایران در سال ۳۰۱۸
		e2	مقالات پر استناد	

بعد	متغیر	کد	نشانگر	مرجع استخراج داده و عنوان گزارش
مرجعیت فکری و علمی	نهادهای مرجع	f1	دانشمندان ایرانی جزو یک درصد برتر (پر استناد)	مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، پژوهشگران ایرانی پر استناد یک درصد برتر دنیا
		f2	دانشگاه‌های ایرانی جزو یک درصد برتر	مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، لیست دانشگاه‌های ایرانی در بین یک درصد دانشگاه‌های برتر
		f3	نشریات ایرانی بین‌المللی شده	مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، رشد سه برابری نشریات علمی ایران در معتبرترین پایگاه اطلاعات علمی دنیا
		f4	نشریات ایرانی دارای ضریب تأثیر	پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، نشریه‌های نمایه شده در نمایه‌نامه‌های جهانی (WOS)
	ارتباط دانشگاه با جامعه و صنعت	g1	قراردادهای در حال اجرای صنعت و دانشگاه	دفتر ارتباط با جامعه و صنعت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، قراردادهای همکاری‌های دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور
		g2	فرصت مطالعاتی اعضای هیأت علمی در صنعت و جامعه	
نظام سیاسی اجتماعی عزتمند	متخصصان	h1	تعداد محققان کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه	مرکز آمار ایران، تعداد محققان کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه
		h2	سرانه پزشک به ازای ۱۰ هزار نفر جمعیت	World Health Organization (WHO) Medical doctors
		h3	نرخ بیکاری دانش‌آموختگان آموزش عالی	مرکز آمار ایران، چکیده نتایج طرح آمارگیری نیروی کار

بعد	متغیر	کد	نشانگر	مرجع استخراج داده و عنوان گزارش
نظام سیاسی اجتماعی	تجهیزات و فناوری‌های راهبردی	i1	سهم تولید داخل از نیاز دارویی کشور	سازمان غذا و دارو، آمارنامه دارویی کشور
		i2	رتبه کشور در رتبه‌بندی نظامی فایر پاور	FIREPOWER https://www.globalfirepower.com
		i3	ماهواره‌های پرتاب‌شده	خبرگزاری‌های متعدد
تولید و خدمات دانشی		j1	تعداد کارگاه‌های صنعتی تولیدی	مرکز آمار ایران، خلاصه آمار کارگاه‌ها برحسب فعالیت
		j2	تعداد شاغلین کارگاه‌های صنعتی تولیدی	مرکز آمار ایران، خلاصه آمار کارگاه‌ها برحسب فعالیت
		j3	صادرات خدمات فنی مهندسی	سازمان توسعه تجارت ایران، گزارش خدمات فنی مهندسی، آذر ۹۹
		j4	گواهی‌های ثبت‌شده بسته‌های نرم‌افزاری داخلی	دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی راهبردی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، سالنامه آماری فرهنگ و هنر سال ۱۳۹۹
نظام اقتصادی قوی	تجاری‌سازی تولیدات علمی	k1	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، خلاصه گزارش عملکرد معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور در سال ۹۷
		k2	میزان درآمد شرکت‌های دانش‌بنیان	
		k3	تعداد فناوران شاغل در شرکت‌های دانش‌بنیان	
	نوآوری‌های فناورانه	k4	تعداد استارت آپ ها	ستاد راهبری اجرای نقشه جامع علمی کشور، گزارش پایشی وضعیت علم، فناوری و نوآوری در جمهوری اسلامی ایران
		l1	تعداد پتنت‌ها (ثبت ابداعات)	World Intellectual Property Organization (WIPO) WIPO IP Statistics Data Center
		l2	نسبت ثبت ابداعات به مقالات	محاسبات پژوهش

همان‌طور که ملاحظه می‌شود شاخص ترکیبی سنجش علم، از ابعاد، متغیرها و درنهایت نشانگرهای متناظر با آنها شکل گرفته است. نشانگرهای مذکور نیز عمدتاً دارای جهت مثبت و گاه نیز منفی هستند. منظور از نشانگر منفی، نشانگری است که کسب مقدار بیشتر در آن، به معنای بدتر شدن وضعیت است. به‌عنوان مثال، نشانگر «مقالات سلب اعتبار شده»، هرچقدر مقدار بیشتری کسب کند، به معنای کاسته شدن از متغیر سلامت پژوهش و در نتیجه، کاهش مقدار شاخص کل است.

جدول زیر نمایی آماری از وضعیت ابعاد، متغیرها و نشانگرهای شاخص ترکیبی ارائه می‌دهد.

جدول ۸: ابعاد، متغیرها و نشانگرهای مثبت و منفی شاخص ترکیبی علم

جهت		نشانگر	متغیر	بعد
منفی	مثبت			
۴	۱۶	۲۰	۷	مرجعیت فکری و علمی
۲	۴	۶	۲	نظام سیاسی اجتماعی عزتمند
۰	۱۰	۱۰	۳	نظام اقتصادی قوی
۶	۳۰	۳۶	۱۲	شاخص ترکیبی علم

مرحله سوم: انتساب داده‌های مفقود

بازه زمانی در نظر گرفته‌شده برای سنجش شاخص ترکیبی سنجش علم، بازه ۵ ساله (۱۳۹۴-۱۳۹۸) است. اغلب نشانگرهای انتخاب‌شده در شاخص ترکیبی سنجش علم، نشانگرهایی هستند که داده‌های آنها موجود است. از ۱۸۰ قلم داده، تنها ۱۰ مورد آنها مفقود است. برای محاسبه داده‌های مفقود نیز در مواردی که داده قبل و بعد آن موجود و روند صعودی یا نزولی در آن مشهود بوده است، از روش میانگین‌گیری و برای موارد دیگری که این حالت را نداشتند، با توجه به رفتار نسبتاً مشخص و صعودی داده‌ها، از رگرسیون خطی استفاده شد.

مرحله چهارم: تحلیل چندمتغیره

نظربه اینکه هدف از تحلیل چندمتغیره، دست یافتن به ساختار درونی متغیرها (دسته‌بندی، کاهش و یا سازگاری درونی نشانگرها) است، از تکنیک‌های مختلفی می‌توان بهره برد. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل عاملی، ضریب آلفای کرونباخ و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای کشورها از جمله این تکنیک‌ها هستند. این تکنیک‌ها برای به دست آوردن بینش در مورد ساختار مجموعه داده‌های ترکیبی مفید هستند. با این حال، اگر نمونه در مقایسه با تعداد شاخص‌ها کوچک است، از انجام تجزیه و تحلیل چندمتغیره اجتناب شود، زیرا نتایج دارای ویژگی‌های آماری شناخته شده نیستند (OECD, 2008: 26).

انجام این مرحله به چند دلیل در اینجا، غیر لازم و غیرمنطقی است: اولاً به دلیل اینکه ساختار درونی متغیرها از طریق یک ساختار نظری در مراحل پیشین (مرحله اول و دوم)، به دست آمده است و ثانیاً برخی از نشانگرهای انتخاب شده، به دلیل عدم محاسبه، عملاً از چرخه ساخت شاخص ترکیبی حذف شدند^۱ و در نتیجه متغیرها، کاهش یافته‌اند. از طرفی دیگر، همان‌طور که در توضیح این مرحله، تصریح شده است، اگر نمونه در مقایسه با تعداد شاخص‌ها، کوچک است نباید تحلیل چندمتغیره، انجام پذیرد. در اینجا نیز بازه زمانی ۵ ساله، نمونه داده‌ها را کوچک نگه داشته و نمی‌توان تحلیل چندمتغیره را انجام داد.

مرحله پنجم: نرمال‌سازی داده‌ها

روش انتخاب شده برای نرمال‌سازی داده‌ها، روشی است که می‌توان آن را «روش کمینه بیشینه تعدیل شده» نام نهاد. این روش، مقادیر کلیه داده‌ها را بین ۱ تا ۱۰ نرمال می‌کند. در این روش، پس از «هم‌جهت کردن نشانگرهای منفی» از طریق معکوس کردن آنها، ابتدا کمینه و بیشینه داده‌ها شناسایی شده و سپس از طریق رابطه زیر، مقدار هر یک از داده‌ها مشخص می‌شود.

$$T(x) = \left\{ \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \times 9 + 1 \right.$$

مرحله ششم: وزن‌دهی و تجمیع

با توجه به طراحی اولیه شاخص ترکیبی سنجش علم، وزن‌دهی به پس از انتشار شاخص، موکول شد تا بازخوردها و نظرات جامعه علمی و سیاستی در این خصوص به دست آید و در صورت لزوم تغییرات لازم اعمال شود و پس از آن، وزن‌دهی انجام شود. این امر، در

۱. اسامی این نشانگرها در بخش پیشنهادها پژوهش به عنوان دستورکاری برای سنجش علم خواهد آمد.

سایر شاخص‌های ترکیبی نیز مثل شاخص ترکیبی دستیابی به فناوری (ATI)، کم و بیش مشاهده می‌شود. همچنین جهت تجمیع داده‌ها -برای برآورد نهایی شاخص ترکیبی نیز از روش تجمیع خطی^۱ استفاده شده است.

مرحله هفتم: استواری و حساسیت

تحلیل حساسیت به تغییر برآورد نهایی در صورت تغییر ورودی (منابع عدم قطعیت‌ها) می‌پردازد. محاسبه تحلیل حساسیت برای همه عدم قطعیت‌ها، عملاً ناممکن است. زیرا منابع عدم قطعیت، قابل احصاء و شمارش نیستند و ثانیاً حالت‌هایی که عدم قطعیت‌ها به وجود می‌آورند بسیار متعدد هستند. از این‌رو به‌ناچار تحلیل حساسیت برای برخی از عدم قطعیت‌ها صورت می‌گیرد. در این پژوهش، این امر از طریق زیر انجام شد:

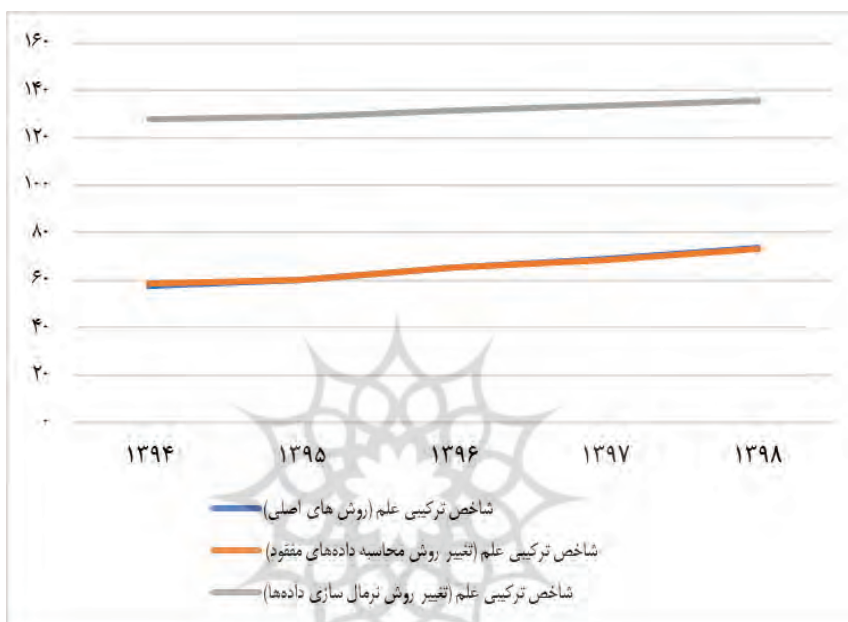
- تغییر روش محاسبه داده‌های مفقود از روش میانگین‌گیری و رگرسیون خطی به روش جایگزینی داده‌های سال قبل و بعد؛
- تغییر روش نرمال‌سازی داده‌ها از روش کمینه بیشینه تعدیل‌شده به روش به کار رفته در شاخص حکمرانی پایدار.

نتایج تحلیل حساسیت از قرار زیر است:

جدول ۹: نتایج تحلیل حساسیت در خصوص عدم قطعیت‌ها

عنوان	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
شاخص ترکیبی علم (روش‌های اصلی)	۵۷,۵۶۴	۶۰,۱۱۰	۶۵,۳۵۴	۶۸,۷۹۹	۷۳,۷۰۰
درصد تغییر		۰,۰۴۴	۰,۰۸۷	۰,۰۵۳	۰,۰۷۱
شاخص ترکیبی علم (تغییر روش محاسبه داده‌های مفقود)	۵۸,۶۱۹	۶۰,۱۱۰	۶۵,۳۵۴	۶۸,۷۴۹	۷۳,۳۷۸
درصد تغییر		۰,۰۲۵	۰,۰۸۷	۰,۰۵۲	۰,۰۶۷
شاخص ترکیبی علم (تغییر روش نرمال‌سازی داده‌ها)	۱۲۷,۷۸۲	۱۲۹,۰۵۵	۱۳۱,۶۷۷	۱۳۳,۳۹۹	۱۳۵,۸۵۰
درصد تغییر		۰,۰۱۰	۰,۰۲۰	۰,۰۱۳	۰,۰۱۸

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تغییر عدم قطعیت‌ها، تأثیری روی روند (صعودی یا نزولی) برآورد نهایی ندارند. همچنین تغییر عدم قطعیت‌ها، اثری بر روی فراز و نشیب نتایج سال‌های مختلف ندارد. به‌طوری‌که اولاً درصد تغییر در همه روش‌های آزمون شده، همگرا است و ثانیاً مقدار درصد تغییر با وجود تغییر روش‌ها، گاه یکسان و گاه نیز بسیار نزدیک است.^۱



نمودار ۱: نتایج تحلیل حساسیت در خصوص عدم قطعیت‌ها

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

۱. منحنی شاخص ترکیبی علم با روش‌های اصلی تقریباً به طور کامل بر روی منحنی این شاخص با تغییر روش محاسبه داده‌های مفقود، منطبق شده است. این اتفاق، نشان‌دهنده عدم تأثیر تغییر روش محاسبه داده‌های مفقود بر روی نتیجه نهایی است.

مرحله هشتم: برگشت به جزئیات

الف. وضعیت بعد مرجعیت فکری و علمی



نمودار ۲: وضعیت بعد مرجعیت فکری و علمی در بازه زمانی ۵ ساله

مرجعیت فکری و علمی، دارای ۷ متغیر و ۲۰ نشانگر است. عمده این نشانگرها، در این بازه زمانی، در حال رشد بوده‌اند. اما برخی از آنها مثل نظریات علوم انسانی اسلامی، کرسی‌های نقد، کرسی‌های نوآوری، مهاجرت تحصیلی دانشجویان و مقالات سلب اعتبار شده، دچار فراز و نشیب و گاه تنزل شده‌اند. این فراز و نشیب‌ها، نشان می‌دهد که این نشانگرها، باید بیشتر مورد توجه سیاست‌گذاران قرار بگیرد و هر کدام از آنها، موضوع برنامه‌ریزی قرار بگیرد تا بتوان یک روند پایدار و منظم از آنها مشاهده کرد. البته مهاجرت تحصیلی دانشجویان برخلاف دیگر نشانگرهای مذکور، یک روند نسبتاً ثابت، منظم و صعودی دارد و لازم است برای کنترل آن، برنامه‌ریزی دقیقی صورت بگیرد. زیرا درصد بسیار اندکی از افرادی که به عنوان دانشجو به کشورهای دیگر می‌روند، بعد از فراغت از دوره تحصیلی به کشور باز می‌گردند (رصدخانه مهاجرت ایران، ۱۴۰۱: ۲۷ و ۳۸).

ب. وضعیت بعد نظام سیاسی اجتماعی عزتمند



نمودار ۳: وضعیت بعد نظام سیاسی اجتماعی عزتمند در بازه زمانی ۵ ساله

بعد نظام سیاسی اجتماعی عزتمند برخلاف روند همواره صعودی شاخص کل و بعد مرجعیت فکری و علمی، با فراز و نشیب همراه بوده است. کاهش «سرانه پزشک به ازای هر ۱۰ هزار نفر جمعیت» در سال‌های ۹۵ و ۹۶، افزایش «نرخ بیکاری دانش‌آموختگان آموزش عالی» در سال ۹۵ و کاهش جزئی «سهم تولید داخل از نیاز دارویی کشور» در سال‌های ۹۵ و ۹۶، از علل اصلی افت نمره نظام سیاسی اجتماعی عزتمند در سال‌های ۹۵ و ۹۶ بوده است.

ج. وضعیت بعد نظام اقتصادی قوی

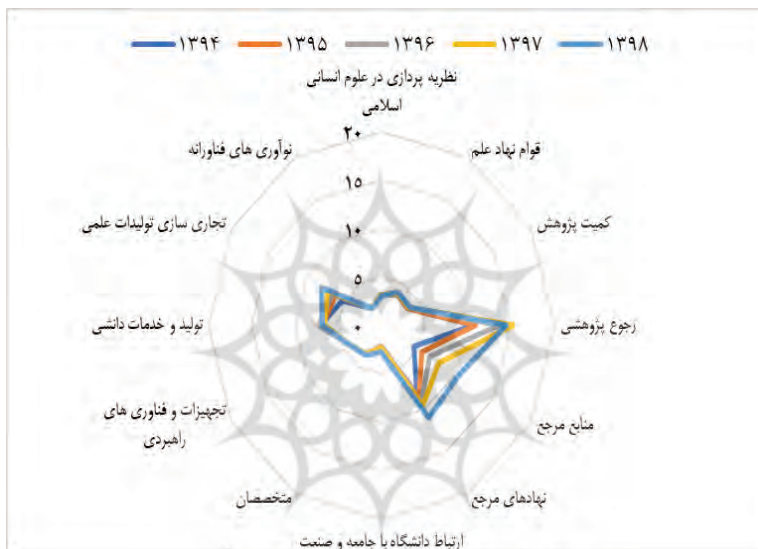


نمودار ۴: وضعیت بعد نظام اقتصادی قوی در بازه زمانی ۵ ساله

بعد نظام اقتصادی قوی نیز همانند شاخص کل، صعودی بوده است. با این تفاوت که این بعد از سال ۹۶ تا ۹۷، تغییر چندانی نداشته است.

د. مقایسه وضعیت ابعاد مختلف

از میان ۳ بعد مذکور، بعد مرجعیت فکری و علمی، رشد بیشتری داشته است. به طوری که میزان رشد این بعد، ۳۸٪ و رشد ابعاد نظام سیاسی اجتماعی عزتمند و نظام اقتصادی قوی به ترتیب ۱۰۷٪ و ۱۷،۴۱٪ بوده است. اکنون از طریق نمودار راداری زیر می توان وضعیت هر کدام از متغیرها را در این بازه ۵ ساله فهم کرد.



۶۴

نمودار ۵: وضعیت متغیرهای مختلف شاخص ترکیبی علم در بازه ۵ ساله

همان طور که ملاحظه می شود، تقریباً عمده متغیرهای شاخص ترکیبی در ۵ سال منتهی به ۹۸، تغییر (کاهش یا افزایش) شدیدی نداشته اند. متغیر رجوع پژوهشی، منابع مرجع، نهادهای مرجع، ارتباط دانشگاه با جامعه و صنعت، تجاری سازی تولیدات علمی، متغیرهایی بوده اند که تغییر ملموسی داشته اند.

ه. متغیرهای واگرا با شاخص کل

وضعیت همه متغیرهای شاخص ترکیبی به جز متغیرهای زیر، همگی همگرا با شاخص کل، در حال رشد بوده‌اند:

- نظریه پردازی در علوم انسانی اسلامی؛

- رجوع پژوهشی؛

- تولید و خدمات دانشی؛

- نوآوری‌های فناورانه.

سال ۹۸ سالی بوده است که به لحاظ تعداد نظریات ثبت شده در علوم انسانی، کرسی‌های نوآوری و کرسی‌های نقد، کمترین میزان کمی را در بازه ۵ ساله داشته است. به همین دلیل علی‌رغم رشد سایر متغیرها در همین بازه زمانی، این متغیر وضعیتی نزولی داشته است.

متغیر «رجوع پژوهشی» که شامل نشانگرهای شاخص h کشور، تعداد استنادات و رتبه استنادی کشور است، صرفاً در سال ۹۸ روندی نزولی داشته است. علت این نزول، کاهش نشانگر تعداد استنادات در سال ۹۸، علی‌رغم رشد هر دو نشانگر دیگر، بوده است. البته باید توجه کرد که تقریباً همه کشورها تعداد استناداتشان در این سال، نسبت به سال قبل، کاهش داشته است. علت این کاهش این است که هرچقدر به سال‌های نزدیک به زمان حال، نزدیک می‌شویم شمارش دقیق تعداد استنادات آن سال، شانس ریاضی کمتری می‌یابد. دیگر متغیری که دچار افت ملموس شده است، «تولید و خدمات دانشی» است. علل این افت، سیر همواره نزولی تعداد کارگاه‌های صنعتی تولیدی از سال ۹۴ تا ۹۸ و تعداد شاغلین این کارگاه‌ها (به جز سال ۹۸)، کاهش گواهی‌های ثبت بسته‌های نرم‌افزاری داخلی و کاهش شدید صادرات خدمات فنی مهندسی بوده است. به‌طوری‌که مقدار این نشانگر به کمترین میزان خود در ۱۱ سال اخیر رسیده است.

کاهش ثبت ابداع‌ها به کمترین میزان خود در ۱۱ سال اخیر و کاهش نسبت ثبت ابداع‌ها به تعداد مقالات، سبب شده است که متغیر «نوآوری‌های فناورانه» نیز طی این ۵ سال، کاهش بیابد.

۱. پایگاه استنادی Scimago شاخص استنادات (Citation) را این گونه تعریف کرده است: «تعداد استنادها توسط اسناد منتشر شده در طول سال منبع؛ یعنی استنادات در سال‌های $x+3$ ، $x+2$ ، $x+1$ و x ... به اسناد منتشر شده در طول سال x ». به عنوان مثال، اگر کشوری در سال ۲۰۱۷، اسنادی را منتشر کرده است، تعداد استنادات سال ۲۰۱۷ آن کشور برابر است با تعداد استنادات دریافت شده در سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹، ۲۰۲۰ تا ...

و. متغیرهای همگرا با شاخص کل

متغیرهای زیر نیز هم‌نوا با شاخص کل، رشد قابل توجهی داشته‌اند:

- منابع مرجع؛
- نهادهای مرجع؛
- ارتباط دانشگاه و جامعه و صنعت؛
- تجاری‌سازی تولیدات علمی.

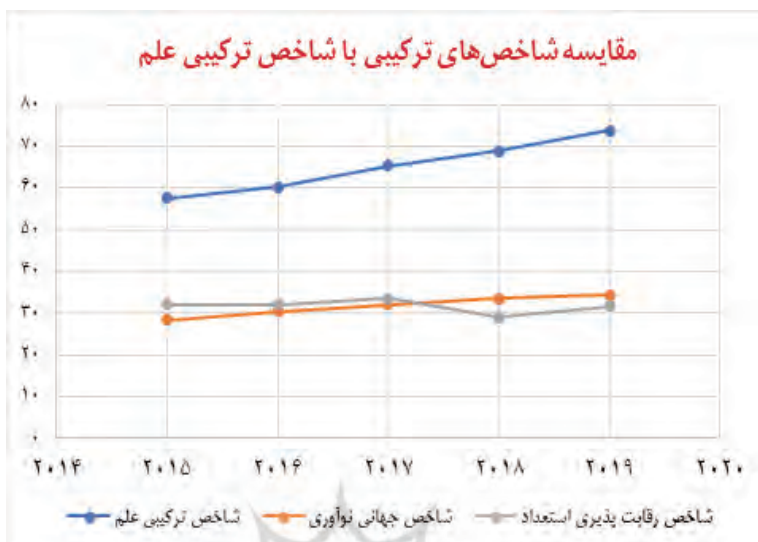
متغیر «منابع مرجع» با دو نشانگر «مقالات داغ» و «مقالات پر استناد»، رشد قابل توجهی داشته است. زیرا این دو نشانگر روندی کاملاً صعودی داشته‌اند و هرچقدر زمان روبه جلو گذاشته است، تعداد مقالات داغ و پر استناد جمهوری اسلامی ایران افزایش یافته است.

متغیر «نهادهای مرجع» نیز که شامل نشانگرهای «دانشمندان پر استناد جزو یک درصد برتر»، «دانشگاه‌های جزو یک درصد برتر»، «نشریات بین‌المللی کشور» و «نشریات بین‌المللی دارای ضریب تأثیر» است، به علت وضعیت همواره در حال رشد سه نشانگر اول، کاملاً صعودی و در حال رشد بوده است. نشانگر نشریات ایرانی دارای ضریب تأثیر نیز با فراز و نشیب همراه بوده است.

«ارتباط دانشگاه با صنعت و جامعه» که از طریق «قراردادهای دانشگاه با صنعت و جامعه» و «فرصت‌های مطالعاتی اعضای هیأت علمی در صنعت و جامعه» محاسبه می‌شود، به دلیل وضعیت صعودی هر دو نشانگر، وضعیتی صعودی داشته است.

متغیر «تجاری‌سازی تولیدات علمی» که با چهار نشانگر متمرکز بر روی تعداد و درآمد شرکت‌های دانش‌بنیان و تعداد فناوران شاغل در آنها و همچنین تعداد استارت‌آپ‌ها محاسبه می‌شود به دلیل وضعیت صعودی هر چهار نشانگر، وضعیتی در حال رشد و صعودی داشته است.

مرحله نهم: روابط با دیگر متغیرها



نمودار ۶: مقایسه وضعیت ایران در شاخص‌های ترکیبی مختلف

مقایسه وضعیت ایران در همین بازه زمانی بین شاخص ترکیبی نوآوری، شاخص ترکیبی رقابت‌پذیری استعداد و شاخص ترکیبی علم می‌تواند جالب‌توجه باشد. شاخص ترکیبی علم با شاخص ترکیبی نوآوری، کاملاً همگراست. به‌طوری‌که وضعیت همواره صعودی شاخص ترکیبی علم در وضعیت شاخص جهانی نوآوری نیز مشهود است. وجود اشتراکات و مشابهت‌های میان نشانگرهای این دو شاخص ترکیبی همچون «انتشارات علمی و فنی»، «شاخص اچ انتشارات استناد پذیر» و... و رشد ایران در این موارد مشابه، سبب همگرایی میان این دو شاخص شده است.

اما در مقابل، شاخص ترکیبی علم با شاخص ترکیبی رقابت‌پذیری استعداد، روندی غیر همگرا دارد. شاخص رقابت‌پذیری استعداد، برای اندازه‌گیری توان کشورها جهت رقابت در زمینه استعداد علمی برای دولت‌ها، کسب و کارها و سازمان‌های غیرانتفاعی است که کشورهای جهان را بر پایه توان آنها در توسعه، جذب و نگهداری استعداد، رتبه‌بندی می‌کند. همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد روند شاخص ترکیبی علم و شاخص رقابت‌پذیری، در برخی سال‌ها، واگراست. زیرا نشانگر «میزان مهاجرت تحصیلی» از شاخص ترکیبی علم نیز در این بازه زمانی، همواره صعودی است. البته اگرچه میزان «جذب دانشجوی بین‌المللی» ایران نیز در همین بازه در حال افزایش بوده است، اما بخش قابل توجهی از این دانشجویان، طلاب علوم

دینی در حال تحصیل در جامعه المصطفی هستند. در حالی که شاخص رقابت پذیری استعداد، رویکرد عمده خود را اقتصادی قرار داده است و به متغیرها و شاخص های مهارت های فنی حرفه ای، اشتغال پذیری، دستیابی به فرصت های رشد و... توجه دارد.

مرحله دهم: ارائه و انتشار

جدول زیر میزان رشد ابعاد و شاخص کل را نشان می دهد.

جدول ۱۰: مقایسه میزان رشد ابعاد و شاخص کل

عنوان	میزان رشد
بعد «مرجعیت فکری و علمی»	۳۸٪
بعد «نظام سیاسی اجتماعی عزتمند»	۱۰۷٪
بعد «نظام اقتصادی قوی»	۱۷۴۱٪
شاخص کل	۲۸۰۳٪

۶۸

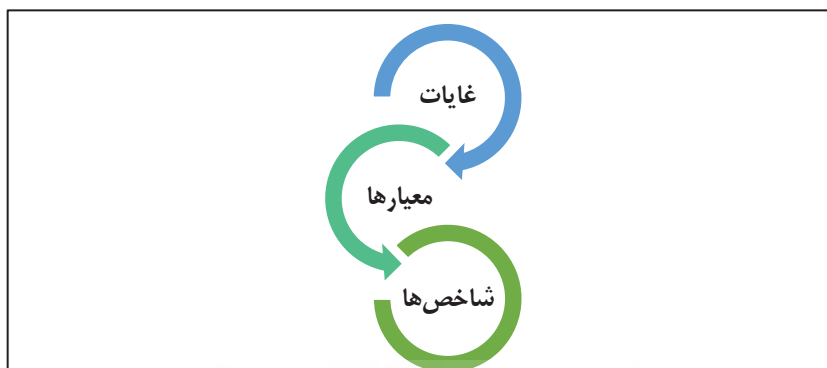
از مقایسه میزان رشد ابعاد و شاخص کل می توان نتایج زیر را استنباط کرد:

- میزان رشد بعد مرجعیت فکری و علمی از میزان رشد شاخص کل به طور قابل توجهی، بیشتر بوده است. این نشان می دهد که علم در عرصه پژوهش و آموزش، با سرعت و میزان بیشتری نسبت به کلیت آن، در حال رشد بوده است.
- علی رغم رشد قابل توجه علم در بعد مرجعیت علمی، عزت آفرینی چندانی را به بار نیاورده است. درواقع، کمترین هم گرایی، میان رشد شاخص کل و بعد نظام سیاسی اجتماعی عزتمند بوده است.
- از کمتر بودن میزان رشد بعد اقتصادی از رشد شاخص کل، می توان نتیجه گرفت که علم اگرچه در مرزهای خود با سرعت بیشتری پیش رفته است، اما میزان تبدیل علم به توانایی اقتصادی و تولید ثروت، کمتر بوده است.

بحث و نتیجه گیری

واقعیت آن است که برای سنجش علم، شاخص ترکیبی وجود داشته که اصلی ترین و مرتبط ترین آنها، شاخص جهانی دانش است. اما وجه ممیزه شاخص ترکیبی جدید این است که علم را مبتنی بر صورت بندی نظری اسلامی مورد سنجش قرار داده است. زیرا شاخص های

یک مفهوم، معناداری خود را از معیارهای آن و معیارها نیز معناداری خود را از غایات آن مفهوم، دریافت می کنند. نکته مهم اینجاست که غایات و معیارها در صورت بندی های نظری، متفاوت می شود.



نگاره ۳: روابط منطقی شاخص ها، معیارها و غایات یک مفهوم (خاندوزی و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۸)

همان طور که در معرفی شاخص جهانی دانش آورده شد، این شاخص، تلاش می کند «میزان توسعه یافتگی از طریق علم» را بسنجد، درحالی که شاخص جدید مبتنی بر صورت بندی اسلامی، «میزان تولید قدرت، استقلال و عزت آفرینی علم» در ابعاد فکری، علمی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی را مورد سنجش قرار می دهد. این دو صورت بندی مختلف، درواقع، دو غایت متفاوت برای علم و دو تلقی متفاوت از توسعه را تعریف می کنند و این تمایز غایی و مفهومی، شاخص های متمایزی را اقتضاء می کند. موارد زیر را می توان از مقایسه بین شاخص جهانی دانش و شاخص ترکیبی جدید علم برشمرد:

الف- نبود برخی از نشانگرها به خاطر تمایز غایی: بسیاری از نشانگرها به دلیل غایت متفاوت و جدید نظری در شاخص ترکیبی جدید به کار نرفته اند (از جمله «آسانی راه اندازی یک کسب و کار»، «سپرده بانکی تولید ناخالص داخلی (درصد)»، «پایداری سیاسی و نبود خشونت/ تروریسم»، «جمعیت زیر پوشش شبکه های اینترنت تلفن همراه (درصد)»، «پهنای باند اینترنت بین المللی برای هر کاربر اینترنت (کیلو بیت بر ثانیه)»، «سبد قیمت فناوری اطلاعات و ارتباطات» و...) این در حالی است که حضور این نشانگرها در شاخص جهانی دانش که توسعه یافتگی را می سنجد، کاملاً معنادار است. اما از این جهت که این نشانگرها، علم را مورد سنجش قرار نمی دهند در شاخص ترکیبی جدید علم، حذف شده اند.

ب- اضافه شدن برخی از نشانگرها به خاطر تمایز غایی: برخی از نشانگرها نیز در شاخص ترکیبی جدید حضور دارند که در شاخص جهانی دانش، حضور ندارند (مثل «میزان خودکفایی در نیاز دارویی کشور»، «نظریه پردازی در علوم انسانی اسلامی»، «مهاجرت تحصیلی دانشجویان کشور»، «جذب دانشجویان بین‌المللی»، «تعداد و درآمد شرکت‌های دانش‌بنیان» و...). زیرا این نشانگرها به واسطه نقشی که در ایجاد یا کاهش استقلال و عزت‌آفرینی اجتماعی برای جامعه مؤمنین ایفا می‌کنند، ارتباط محکم و معناداری با صورت‌بندی علم در دیدگاه اسلامی دارد.

ج- نبود برخی از نشانگرها به خاطر تمایز گفتمانی: برخی از نشانگرها نیز به خاطر دیدگاه گفتمانی متفاوت در شاخص ترکیبی جدید حضور ندارند (مثل نسبت نیروی کار زن به مرد). در صورتی که این نشانگرها در مفهوم توسعه انسانی غربی (که تمایزهای جنسیتی و اقتضائات آن را در حقوق و تکالیف زن و مرد و از جمله انتخاب شغل را به رسمیت نمی‌شناسد و عدالت جنسیتی را به برابری کامل جنسیتی، تعبیر می‌کند) کاملاً معنادار هستند.

سایر شاخص‌های ترکیبی مربوط به علم نیز، یا اساساً شاخص همسایه علم محسوب می‌شوند مثل شاخص فناوری آرکو، شاخص دستیابی به فناوری، شاخص جهانی نوآوری و... یا اینکه موضوع سنجش آنها یکی از مفاهیم مرتبط با علم (نه خود علم) است. مثل ظرفیت علم و فناوری رند، چارچوب تأثیر علم و... بنابراین وجه نوآوری شاخص ترکیبی جدید علم با آنها، روشن است.

پیشنهادهای پژوهش

- سنجش علم در دوره‌های زمانی متوالی بر اساس شاخص جدید؛
- وزن‌دهی به متغیرها و نشانگرهای شاخص ترکیبی جدید؛
- تولید داده‌های معتبر برای نشانگرهای جدید.

تعداد قابل توجه و معناداری از نشانگرهایی که معمولاً از طریق قیاسی و از طریق تحلیل چارچوب نظری، به دست آمده بودند، داده قابل ارائه و یا در دسترس نداشتند. این نشانگرها نوآوری بیشتری داشتند و برای سنجش علم، معمولاً به آنها توجه نمی‌شود. اما به دلیل مذکور، از فهرست نشانگرهای شاخص ترکیبی علم، حذف شدند. توجه به این شاخص‌ها می‌تواند دستور کاری مهم برای سنجش علم در کشور باشد.

جدول ۱۱: فهرست متغیرها و نشانگرهای پیشنهادی

نشانگر	متغیر	بعد
منابع علمی فارسی ترجمه شده داوطلبانه به زبان های دیگر	منابع مرجع	مرجعیت علمی و فکری
میزان اعتماد عمومی به علم	قوام نهاد علم	
امتیاز ایران در جبهه های پژوهش	نوآوری علمی	
ضریب مشارکت علمی	مشارکت علمی	
پارساهای تقاضامحور	ارتباط صنعت و دانشگاه	
واکسن های تولید داخل	نوآوری های درمانی و ابزاری	نظام سیاسی اجتماعی عزتمند
سهم تولید داخل از تجهیزات پزشکی		
میزان مراجعه افراد دیگر کشورها به نظام درمانی کشور (گردشگری سلامت)		

منابع

۱. ابن ابی الحدید، عبد الحمید (۱۴۰۴ هـ ق). شرح نهج البلاغه (جلد ۲۰). قم: مکتبه آیه الله المرعشی النجفی.
۲. آزادی احمدآبادی، قاسم، و نورمحمدی، حمزه علی (۱۳۹۷)، سنجش، تحلیل، شاخص‌ها و رویکردهای مطالعات میان‌رشته‌ای، تهران: نشر کتابدار.
۳. پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) (اسفند ۱۴۰۱). نشریه‌های نمایه شده در نمایه‌نامه‌های جهانی (WOS). بازیابی شده از <https://b2n.ir/u69964>.
۴. حاجی آخوندی، عباس، عموعابدینی، قاسم، و خیام نکوئی، سید مجتبی (۱۳۹۸)، گزارش پایشی وضعیت شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری جمهوری اسلامی ایران، تهران: دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی.
۵. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۷۶). بیانات در دیدار رؤسای دانشگاه‌های سراسر کشور (۱۳۷۶/۱۲/۰۶). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۶. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۷۸). بیانات در دیدار دسته‌جمعی دوشنبه‌ها، دیدار با رئیس، مسئول نهاد نمایندگی ولی‌فقیه و گروهی از اساتید دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (۱۳۷۸/۰۷/۲۶). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۷. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۸۲). بیانات در دیدار جمعی از نخبگان حوزوی (۱۳۸۲/۱۰/۲۹). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۸. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۸۵). بیانات در دیدار زائرین و مجاورین حرم مطهر رضوی (۱۳۸۵/۰۱/۰۱). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۹. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۸۶). بیانات در دیدار نخبگان جوان (۱۳۸۶/۰۶/۱۲). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۱۰. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۸۷ الف). بیانات در دیدار اساتید و دانشجویان دانشگاه‌های شیراز (۱۳۸۷/۰۲/۱۴). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۱۱. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۸۷ ب). بیانات در دیدار اساتید و دانشجویان در دانشگاه علم و صنعت (۱۳۸۷/۰۹/۲۴). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۱۲. خامنه‌ای، سید علی (۱۳۹۰). بیانات در جمعی از نخبگان و برگزیدگان علمی (۱۳۹۰/۰۷/۱۳). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۱۳. خامنه‌ای، سید علی (۱۴۰۰). بیانات در ارتباط تصویری با مردم آذربایجان شرقی (۱۴۰۰/۱۱/۲۸). بازیابی شده از <http://farsi.khamenei.ir>.
۱۴. خاندوزی، سید احسان، مصطفوی ثانی، علی، و سرآبادانی تفرشی، حسین (۱۳۹۸)، شاخصی برای عدالت، تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق علیه السلام.
۱۵. خسروی، فریبرز (۱۳۸۶)، علم سنجی یا عالم سنجی، فصلنامه کتاب ۷۱ (۳)، ۹-۱۱.
۱۶. خمینی، سید روح اله (۱۳۸۹). صحیفه امام (جلد ۹). تهران: مؤسسه تنظیم و نشر آثار امام خمینی (س).
۱۷. دفتر ارتباط با جامعه و صنعت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (بهمن ۱۴۰۱). قراردادهای همکاری‌های دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های کشور در حوزه ارتباط با جامعه و صنعت. بازیابی شده از <https://www.msrt.ir/fa/news/75582>.
۱۸. دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی راهبردی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی (۱۴۰۰). سالنامه آماری فرهنگ و هنر سال ۱۳۹۹. بازیابی شده از <https://motaleaat.farhang.gov.ir/fa/filepool/5095>.

۱۹. رصدخانه مهاجرت ایران (۱۴۰۱). *سالنامه مهاجرتی ایران*. تهران: رصدخانه مهاجرت ایران. قابل بازیابی از: <https://imobs.ir/outlook/detail/22>.
۲۰. سازمان توسعه تجارت ایران (بهمن ۱۴۰۱). گزارش خدمات فنی مهندسی، آذر ۹۹. بازیابی شده از <https://tpo.ir/products>
۲۱. سازمان غذا و دارو (بهمن ۱۴۰۱). *آمارنامه دارویی و داشبورد مدیریتی*. بازیابی شده از <https://b2n.ir/a78030>
۲۲. شریفی، محسن (اسفند ۱۴۰۰). وضعیت مقالات سلب اعتبارشده ایران در سال ۲۰۲۲. بازیابی شده از <https://b2n.ir/y85966>
۲۳. صبوری، علی اکبر (۱۳۹۷). *بررسی اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۸*. نشریه نشاء علم ۹ (۱). ۲-۱۳. 20.1001.1.2008935.1397.09.1.1.6
۲۴. قلی پور، حسین، جوانعلی آذر، مرتضی، و امامی، سید مجتبی (۱۴۰۲). صورت‌بندی سیاست علم مبتنی برخواستش جمعی متفکران انقلاب اسلامی. *فصلنامه علمی نظریه‌های اجتماعی متفکران مسلمان*، ۱۳ (۱)، ۲۱-۱. <https://doi.org/10.22059/jstmt.2023.354798.1591>
۲۵. کرمی، لیلا، پیرحقی، میترا، و صبوری، علی اکبر (۱۳۹۴). شاخص‌های مرسوم و جدید در علم سنجی، نشریه نشاء علم ۶ (۱)، ۱۳-۶. 20.1001.1.2008935.1394.06.1.1.5
۲۶. مرکز آمار ایران (بهمن ۱۳۹۸). *تعداد محققان کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه*. بازیابی شده از <https://b2n.ir/b22748>
۲۷. مرکز آمار ایران (فروردین ۱۴۰۰). *چکیده نتایج طرح آمارگیری نیروی کار*. بازیابی شده از <https://amar.org.ir/gozideamari/articleType/CategoryView>
۲۸. مرکز آمار ایران (مهر ۱۴۰۱). *خلاصه آمار کارگاه‌ها برحسب فعالیت*. بازیابی شده از <https://www.amar.org.ir/sanat#5670866>
۲۹. مطهری، مرتضی (۱۳۸۴). نبوت. تهران: صدرا.
۳۰. مطهری، مرتضی (۱۳۸۶). ده گفتار. تهران: صدرا.
۳۱. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (۱۳۹۷). *خلاصه گزارش عملکرد معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور در سال ۹۷*. بازیابی شده از https://isti.ir/uploads/1/old/isti97_134208.pdf
۳۲. مؤسسه استنادی و پیش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) (۱۴۰۰). *جایگاه علمی جمهوری اسلامی ایران در سطح بین‌المللی*. بازیابی شده از B2n.ir/q23867
۳۳. مؤسسه استنادی و پیش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) (۱۴۰۱). *پژوهشگران ایرانی پر استناد یک درصد برتر دنیا*. بازیابی شده از <https://isc.ac/file/download/page/1673262814-3-danesh-gah-bartar1.pdf>
۳۴. مؤسسه استنادی و پیش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) (آذر ۱۳۹۹). *لیست دانشگاه‌های ایرانی در بین یک درصد دانشگاه‌های برتر*. بازیابی شده از <https://b2n.ir/f44939>
۳۵. مؤسسه استنادی و پیش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) (بهمن ۱۴۰۱). *جایگاه علمی ایران و دانشگاه‌های کشور در سطح بین‌المللی*. بازیابی شده از <https://b2n.ir/e31442>
۳۶. مؤسسه استنادی و پیش علم و فناوری جهان اسلام (ISC) (تیر ۱۳۹۹). *رشد سه برابری نشریات علمی ایران در معتبرترین پایگاه اطلاعات علمی دنیا*. بازیابی شده از <https://b2n.ir/s06198>
۳۷. نوروزی چاکلی، عبدالرضا (۱۳۹۷). *آشنایی با علم‌سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها)*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب دانشگاهی (سمت)؛ دانشگاه شاهد، واحد چاپ و انتشارات.
۳۸. هیأت حمایت از کرسی‌های نظریه‌پردازی، نقد و مناظره (بهمن ۱۴۰۱). *طرح نامه‌های موفق نظریه‌پردازی، نوآوری و نقد*. تهران: هیأت حمایت از کرسی‌های نظریه‌پردازی، نقد و مناظره.

39. Archibugi, Daniele, & Coco, Alberto (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 629-654. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>.
40. Davis, Kevin E, Kingsbury, Benedict, & Merry, Sally Engle (2012). Introduction: Global governance by indicators. In K. Davis, B. Kingsbury, & S. E. Merry (Eds.), *Governance by indicators: Global power through quantification and rankings* (pp. 1-26). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199658244.001.0001>.
41. FIREPOWER. (2023). *GLOBAL FIREPOWER WEBSITE*. Retrieved from <https://www.globalfirepower.com>.
42. Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 102(15), 16569-16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>.
43. K. Ko, Linda, Jang, Sou H., Friedman, Daniela B., Glanz, Karen, Leeman, Jennifer, Hannon, Peggy A., Shannon, Jackilen, Cole, Allison, Williams, Rebecca, & Vu, Thuy. (2019). An application of the science impact framework to the Cancer Prevention and Control Research Network from 2014-2018. *Preventive Medicine*, 129, 105821. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.105821>.
44. Lehman, Harvey. C. (1962). More about age and achievement. *The Gerontologist*, 2(3), 141-149. <https://doi.org/10.1093/geront/2.3.141>.
45. Lim, Miguel Antonio (2018). The building of weak expertise: The work of global university rankers. *Higher Education*, 75(3), 415-430. <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0147-8>.
46. Lotka, Alfred J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323. <https://www.jstor.org/stable/24529203>.
47. OECD. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>.
48. SCImago. (August 2024,). *SCImago Journal & Country Rank*. Retrieved from <http://www.scimagojr.com>.
49. UNDP & MBRF. (2020). *Global Knowledge Index 2020*. Dubai: Al Ghurair Printing and Publishing. <https://www.undp.org/publications/global-knowledge-index-2020>.
50. UNDP. (2001). *Human Development Report 2001: Making New Technologies Work for Human Development*. Retrieved from <http://www.hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2001>.
51. van Raan, Anthony van. (2019). Measuring science: Basic principles and application of advanced bibliometrics. In W. Glänzel, H. F. Moed, U. Schmoch, & M. Thelwall (Eds.), *Springer handbook of science and technology indicators* (pp. 237-258). Gewerbestrasse: Sprinze. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3>.
52. Wagner, C.S., Brahmakulam, I.T., Brian, A., Jackson, A., & Wong, T.Y. (2001). *Science and technology collaboration: Building capacity in developing countries*. RAND Corporation. Document No: MR-1357.0-WB. https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1357z0.html.
53. Williams, R., & Leahy, A. (2020). *U21 ranking of national higher education systems 2020*. Retrieved from <https://universitas21.com/what-we-do/resources-and-publications/u21-rankings/u21-ranking-national-higher-education-systems-0>
54. World Health Organization (WHO). (2023). *Medical doctors*. Retrieved from <https://apps.who.int/gho/data/view.main.HWFMEDv>.
55. World Intellectual Property Organization (WIPO). (2023). *WIPO IP Statistics Data Center*. Retrieved from <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>.