E-ISSN: 2717-4581 | P-ISSN: 2783-1345

Innovation Management and Operational Strategies

www.journal-imos.ir

Inov. Manage. Oper. Stra. Vol. 6, No. 4 (2025) 445–467.

Paper Type: Original Article

Ranking of Iranian Provinces based on the Development Potential of Knowledge-Based Companies Using the VIKOR Model

Hasan Khatami[1,*], Gholamreza Godarzi[2], Amirhossein Hajiyan[3]

[1] *Department of Operations Research, University of Tehran, Tehran, Iran; khatami.hasan78@gmail.com.*
[2] *Department of Decision Sciences and Complex Systems, Faculty of Islamic Studies and Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran; rgodarzi@isu.ac.ir.*
[3] *Department of Islamic Studies and Financial Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran; a.h.hajiyan@gmail.com.*

Citation:

Godarzi, Ch., Khatami, H., & Hajiyan, A. (2025). Ranking of iranian provinces based on the development potential of knowledge-based companies using the VIKOR model. *Innovation management and operational strategies, 6*(4), 445-467.

Received: 15/04/2025 Reviewed: 12/06/2025 Revised: 19/08/2025 Accepted: 31/08/2025

Abstract

Purpose: In recent decades, knowledge-based companies have been recognized as the driving force behind the knowledge economy and sustainable development. Despite the significant growth of these companies in Iran, the uneven distribution of resources and concentration of activities in a few specific provinces pose a fundamental challenge to balanced regional development. This study aims to rank Iran's provinces based on their potential for developing knowledge-based companies.

Methodology: To achieve this goal, five main criteria and 12 quantitative indicators were selected, whose validity and importance were assessed through interviews with 12 experts and completion of questionnaires. For data analysis, the VIKOR multi-criteria decision-making method and Shannon entropy technique were employed. The study population comprised 31 provinces of the country.

Findings: The findings revealed that Tehran, Khorasan Razavi, Isfahan, Alborz, and Khuzestan ranked highest in terms of the potential for developing knowledge-based companies. Conversely, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, South Khorasan, and Ilam were placed at the lowest ranks. These results indicate a deep gap among provinces in access to scientific, financial, and technological infrastructure. The overall conclusion emphasizes the necessity of designing resource allocation policies based on regional potential.

Originality/Value: It is recommended that policymakers take practical steps toward reducing regional disparities by providing targeted facilities to deprived provinces, strengthening science and technology parks, and enhancing university–industry collaboration. By employing the VIKOR model, this study can assist policymakers in optimal resource allocation and narrowing developmental gaps.

Keywords: Ranking, knowledge-based companies, Resource allocation, VIKOR model, Shannon entropy.

Corresponding Author: rgodarzi@isu.ac.ir 10.22105/imos.2025.517104.1466

Licensee. **Innovation Managemrnt & Operational Strategeis.** This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی
دوره ۶، شماره (۴)، (۱۴۰۴)، ۴۶۷-۴۴۵
www.journal-imos.ir

نوع مقاله: پژوهشی

رتبه‌بندی استان‌های ایران بر پایه پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان با استفاده از مدل ویکور

حسن خاتمی[۱،*]، غلامرضا گودرزی[۲]، امیرحسین حاجیان[۳]

[۱] گروه تحقیق در عملیات، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۲] گروه علوم تصمیم و سیستم‌های پیچیده، دانشکده معارف اسلامی و مدیریت،دانشگاه امام صادق، تهران، ایران.

[۳] گروه معارف اسلامی و مدیریت مالی، دانشگاه امام صادق، تهران، ایران.

چکیده

هدف: در دهه‌های اخیر، شرکت‌های دانش‌بنیان به‌عنوان موتور محرک اقتصاد دانش‌محور و توسعه پایدار شناخته شده‌اند. در ایران نیز باوجود رشد قابل‌توجه این شرکت‌ها، توزیع نامتوازن منابع و تمرکز فعالیت‌ها در چند استان خاص، چالشی اساسی در مسیر توسعه متوازن منطقه‌ای محسوب می‌شود. این پژوهش با هدف رتبه‌بندی استان‌های ایران بر پایه پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان انجام شده است.

روش‌شناسی پژوهش: برای دستیابی به این هدف، ۵ معیار اصلی و ۱۲ شاخص کمی انتخاب شدند که اعتبارسنجی و ارزیابی اهمیت آن‌ها از طریق مصاحبه با ۱۲ نفر از صاحب‌نظران و تکمیل پرسش‌نامه انجام گرفت. جهت تحلیل داده‌ها از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور و تکنیک آنتروپی شانون استفاده شد. جامعه آماری پژوهش شامل ۳۱ استان کشور بود.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که استان‌های تهران، خراسان رضوی، اصفهان، البرز و خوزستان به ترتیب بالاترین رتبه‌ها را از نظر پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان کسب کردند. در مقابل، استان‌های کهکیلویه و بویراحمد، خراسان جنوبی و ایلام در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار گرفتند. این نتایج بیانگر شکاف عمیق بین استان‌ها در دسترسی به زیرساخت‌های علمی، اقتصادی و فناورانه است. نتیجه‌گیری کلی پژوهش بر لزوم طراحی سیاست‌های حمایتی مبتنی بر پتانسیل منطقه‌ای تاکید دارد.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: پیشنهاد می‌شود نهاد سیاست‌گذار با ارایه تسهیلات هدفمند به استان‌های محروم، تقویت پارک‌های علم و فناوری و بهبود ارتباط دانشگاه با صنعت، گام‌های موثری در کاهش نابرابری‌های منطقه‌ای بردارد. این مطالعه با به‌کارگیری مدل ویکور، می‌تواند به سیاست‌گذاران در تخصیص بهینه منابع و کاهش شکاف‌های توسعه‌ای کمک کند.

کلیدواژه‌ها: رتبه‌بندی، شرکت‌های دانش‌بنیان، تخصیص منابع، مدل ویکور، آنتروپی شانون.

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، با گذار اقتصاد جهانی از الگوی تولید محور به سمت اقتصاد دانش‌بنیان، نقش فناوری، نوآوری و سرمایه انسانی در رشد اقتصادی کشورها برجسته‌تر از پیش شده است [1]. در چنین شرایطی، کشورهایی که بتوانند زیرساخت‌های لازم برای توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان را فراهم آورند، قادر خواهند بود سهم قابل‌توجهی از بازارهای نوظهور فناوری را در اختیار گیرند. بر اساس گزارش بانک جهانی، شرکت‌های دانش‌بنیان یکی از مهم‌ترین پیشران‌های رشد پایدار و خلق ارزش در اقتصادهای نوظهور هستند [2].

پژوهش‌های اخیر نیز تصریح کرده‌اند که توسعه زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات[1] و چارچوب‌های تنظیمی بخش مالی نه‌تنها موجب تراکم سرمایه انسانی و کاهش محدودیت‌های تامین مالی می‌شود، بلکه با فراهم ساختن محیط نهادی مناسب، نوآوری فناورانه را تسریع و کارآفرینی منطقه‌ای را تقویت می‌کند [3]، [4].

با این حال، بازارهای نوظهور اغلب با چالش‌هایی همچون کمبود زیرساخت فنی، تفاوت‌های فرهنگی و دشواری تطبیق سریع فناوری روبه‌رو هستند [5]. پژوهشگران بر یک رویکرد ترکیبی تاکید دارند که در آن سرمایه‌گذاری هم‌زمان در زیرساخت فناوری، سرمایه انسانی و اکوسیستم نوآوری، پیش‌نیاز هم‌سویی سرمایه‌گذاری‌ها با اهداف توسعه پایدار به شمار می‌رود [6]. تکمیل این زنجیره، مستلزم آموزش گسترده مهارت‌های نوین و هم‌افزایی نظام‌مند میان دانشگاه، صنعت و دولت است؛ زیرا شبکه‌های همکاری سه‌گانه نقشی محوری در بهبود عملکرد اقتصادی منطقه‌ای ایفا می‌کنند [7]. تجربه کشورهایی مانند اندونزی نیز نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری راهبردی در زیرساخت‌های دیجیتال، عامل کلیدی ارتقای رقابت‌پذیری شرکت‌های دانش‌بنیان است [8]. افزون بر آن، فناوری‌های نوپدید نظیر هوش‌مصنوعی، یادگیری ماشین و بلاکچین گرچه ظرفیت تحول نظام‌های مالی را دارند، اما بهره‌برداری عملیاتی از آن‌ها مستلزم رفع شکاف‌های فناورانه و نهادی موجود است [9]. در همین راستا، تحولات فین‌تک و مدیریت هوشمند تامین مالی زیرساخت‌ها در کشورهایی مانند هند نشان داده است که توسعه موازی زیرساخت‌های مالی، آموزشی و فناورانه برای حمایت موثر از بنگاه‌های دانش‌بنیان هنوز جای کار فراوان دارد [10].

ایران نیز با درک این ضرورت، طی دو دهه اخیر اقدام به توسعه زیست‌بوم نوآوری و فناوری و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان کرده است. بر اساس گزارش معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تا پایان سال ۱۴۰۳ بیش از ۱۰ هزار شرکت دانش‌بنیان در کشور به ثبت رسیده‌اند که بخش قابل‌توجهی از آن‌ها در حوزه‌هایی چون فناوری اطلاعات، تجهیزات پیشرفته پزشکی، دارویی، نانو و زیست‌فناوری فعال هستند. این شرکت‌ها با ایجاد بیش از ۴۰۹ هزار فرصت شغلی، نقش مهمی در اشتغال‌زایی ایفا کرده‌اند. همچنین، میزان درآمد این شرکت‌ها به ۱۱۴۷ هزار میلیارد تومان رسید که نشان‌دهنده افزایش ۸۷% نسبت به سال گذشته است. علاوه بر این، صادرات شرکت‌های دانش‌بنیان با رشد ۱۲۱% به ۲۵۰۵ میلیون دلار رسید. این آمارها بیانگر اهمیت فزاینده شرکت‌های دانش‌بنیان در اقتصاد کشور و نقش کلیدی آن‌ها در توسعه پایدار و اشتغال‌زایی است. با این حال، توزیع منطقه‌ای این شرکت‌ها در سطح کشور به‌شدت نامتوازن است، به‌طوری‌که بیش از ۵۰% آن‌ها تنها در سه استان تهران، اصفهان و خراسان رضوی متمرکز شده‌اند [11]. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان در کشورهای درحال‌توسعه نیازمند ارتباط قوی بین دانشگاه‌ها، دولت و کسب‌وکارها برای تقویت نوآوری و تخصیص منابع به‌طور موثر است. این شامل ایجاد محیطی است که سرمایه اجتماعی، انسانی و فکری را پرورش دهد و همچنین اطمینان از بودجه و زیرساخت‌های کافی را تضمین کند. با ترویج تحقیقات چندرشته‌ای و مشارکت ذی‌نفعان، کشورها می‌توانند ظرفیت نوآورانه خود را افزایش دهند و منجر به رفاه اقتصادی شوند. سیاست‌های بلندمدت و مشارکت‌های استراتژیک برای به حداکثر رساندن تاثیر توسعه دانش‌بنیان بر رشد اقتصادی ضروری است [12].

با وجود تلاش‌های گسترده نهادهای سیاست‌گذار در حمایت از زیست‌بوم نوآوری، مساله مهمی که همچنان پابرجا است، عدم‌توازن منطقه‌ای در توزیع منابع و پشتیبانی‌های مالی و فناورانه است. سیاست‌گذار جهت حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، منابع محدودی در اختیار دارد که تخصیص اثربخش آن نیازمند شناسایی دقیق ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های منطقه‌ای است. در غیاب یک مدل ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر داده، خطر تخصیص غیربهینه منابع و تداوم شکاف توسعه‌ای میان استان‌ها افزایش می‌یابد؛ بنابراین، رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص‌های توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تحلیل قابلیت‌های منطقه‌ای، ضرورتی انکارناپذیر در سیاست‌گذاری‌های کلان محسوب می‌شود. با مرور مطالعات پیشین مشاهده می‌شود که هرچند تلاش‌هایی برای رتبه‌بندی استان‌ها از منظر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان یا تحلیل کیفی شرکت‌های دانش‌بنیان صورت گرفته، اما تاکنون پژوهشی جامع که به رتبه‌بندی استانی بر پایه توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان پرداخته و از یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند ویکور بهره برده باشد، انجام نشده است. نوآوری مقاله حاضر با تمرکز بر این خلا در چند بعد قابل‌توجه است: نخست، این مطالعه با ترکیب داده‌های عملکردی تلاش می‌کند تصویری واقعی از وضعیت توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان در سطح کشور ارایه دهد. دوم، استفاده از مدل تصمیم‌گیری

[1] Information and Communication Technology (ICT)

چندمعیاره ویکور در تحلیل منطقه‌ای توسعه زیست‌بوم دانش‌بنیان که تاکنون در ادبیات داخلی کم‌تر دیده شده است و سوم، پژوهش حاضر با ارایه رتبه‌بندی عملیاتی و مستند، می‌تواند به ایجاد الگویی کاربردی برای تصمیم‌گیران در سطح سیاست‌گذاری ملی کمک کند.

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- مفهوم شرکت‌های دانش‌بنیان و اهمیت آن‌ها در توسعه اقتصادی

شرکت‌های دانش‌بنیان قلب و عامل محرک اقتصاد دانش‌بنیان می‌باشند. باوجود آن‌که عبارت شرکت‌های کوچک و متوسط به علت کارکردهای ویژه آن سال‌هاست در ادبیات مدیریتی و اقتصادی جهان جایگاه خاصی داشته است، اما واژه شرکت‌های دانش‌بنیان یا فناوری محور عبارت نسبتا جدیدی محسوب می‌شود به‌طوری که هنوز بسیاری از کشورها تعریف روشنی از آن ارایه نکرده‌اند [13]. در تحقیق دیگری مشخصات موسسات دانش‌بنیان به این شکل خلاصه گردیده است، نسبت نیروهای خبره و متخصص به‌کل کارکنان در این موسسات زیاد است، تغییرات فناوری در این موسسات نسبت به صنایع سنتی زیادتر است. در این موسسات تحقیق و توسعه بیش‌تری صورت گرفته و رشد و توسعه در آن‌ها بیش‌تر متکی بر توسعه فناوری است. علاوه بر این مزیت رقابتی آن‌ها عمدتا نوآوری در فناوری‌هاست و نهایتا، این شرکت‌ها بازارهای جدید را به سرعت تسخیر می‌کنند [14]. این نوع شرکت‌ها به کشورها اجازه می‌دهد تا رقابت‌پذیری خود را در مقابل اقتصادهای در حال رشد که در آن‌ها هزینه نیروی انسانی و تولید کم‌تر است حفظ کنند و نیز به سطح مطلوبی از اشتغال‌زایی دست یابند، درواقع سازمان دانش‌بنیان سازمانی است که عمده‌ترین دارایی آن سرمایه‌های دانشی است. مزیت رقابتی یک سازمان دانش‌بنیان از طریق دانش و استفاده اثربخش از دانش حاصل می‌شود. شرکت‌های نرم‌افزاری، صنایع هوا و فضا، موسسات تحقیقاتی دانش‌بنیان و دانشگاه‌ها می‌توانند نمونه‌هایی از سازمان‌های دانش‌بنیان محسوب شوند [15].

اصطلاح شرکت‌های دانش‌بنیان با این مفهوم، در متون بین‌المللی به‌ندرت یافت می‌شود. عبارت شرکت (سازمان) دانش‌بنیان در مبانی نظری بیش‌تر به شرکت‌هایی اشاره می‌کند که یادگیرنده و خالق دانش بوده و از دانش، چه دانش ضمنی و چه دانش آشکار برای توسعه محصولات و فناوری‌های خود، استفاده می‌کنند [16]. در واقع این مفهوم بیش‌تر به سازمان‌های برقرارشده‌ای اشاره می‌کند که از فرآیندهای خلق و به‌کارگیری دانش برای پیش‌برد کسب‌وکار خود استفاده می‌کنند [17]؛ به عبارت دیگر، در متون بین‌المللی، مفاهیم «سازمان‌های دانش‌بنیان[1]»، «شرکت‌های دانش‌آفرین[2]»، «سازمان یادگیرنده[3]» و «سازمان هوشمند[4]» در مبانی نظری هم‌معنای سازمان‌های دانش‌بنیان به کار رفته است. بررسی مقالات علمی و مبانی نظری همچنین نشان می‌دهد که طیف گسترده‌ای از مفاهیم مرتبط با شرکت‌های کوچک و متوسط که بر فناوری متمرکز هستند نیز وجود دارد [16].

به‌طور کلی تعاریف ممکن برای شرکت‌های دانش‌بنیان را می‌توان در **جدول ۱** خلاصه کرد.

جدول ۱- تعریف‌های ممکن برای سازمان دانش‌بنیان.

Table 1- Possible definitions for a knowledge-based organization.

عناصر	تعریف	مفهوم
اهمیت دانش داخلی و خارجی	نهادی که اهمیت دانش حاصل‌شده از داخل و خارج از سازمان خود را درک می‌کنند و تکنیک‌هایی را در جهت حداکثرسازی استفاده از این دانش برای کارکنان، سهام‌داران و مشتریان خود به کار می‌گیرد.	سازمان‌های دانش‌بنیان [18]
خلق مداوم دانش در کل سازمان و تجسم این دانش‌های ایجادشده در غالب محصولات و تکنولوژی‌های جدید	هنگامی‌که اعضای سازمان به‌عنوان یک عامل یادگیری برای سازمان عمل می‌کنند به تغییرات محیط داخلی و خارجی سازمان از طریق تشخیص و اصلاح خطاها پاسخ نشان می‌دهند. سازمان‌هایی که در آن‌ها افراد به‌طور پیوسته ظرفیت‌های خود را برای خلق نتایجی که مطابق با تمایلات واقعی آن‌هاست، توسعه می‌دهند. سازمانی که الگوهای جدید و گسترده تفکر در آن پرورش یافته است، آرمان‌های جمعی در آن آزاد است و وجود دارد و افراد به‌طور مداوم یاد می‌گیرند که چگونه با هم یاد بگیرند.	شرکت‌های خلق‌کننده دانش [17]

[1] Knowledge-Based Organization (KBO)
[2] Knowledge creating company
[3] Learning company
[4] Intelligent organization

جدول ۱- ادامه.
Table 1- Continued.

عناصر	تعریف	مفهوم
کارکنان فرا می‌گیرند که با هم در غالب یک مجموعه به تشخیص و اصلاح خطاهای خود بپردازند در غالب یک آرمان جمعی.	سازمانی که به‌طور مداوم به خلق دانش می‌پردازد، به‌طور گسترده‌ای آن را در سراسر سازمان انتشار می‌دهد و به‌سرعت این دانش را در غالب محصولات و تکنولوژی‌های جدید تجسم می‌کند.	یادگیری سازمانی [19]
کارکنان بر مبنای مهارت‌هایشان از آزادی و استقلال عمل برخوردارند تا دست به نوآوری زنند و با استفاده از روابط اثربخش و فعال، هوشمندانه عمل می‌کنند.	سازمانی که به‌طور موثر در حال حاضر عمل می‌کند و قادر است با چالش‌های پیشرو در آینده ارتباط موثری برقرار کنند. سازمانی که با پیاده‌سازی چشم‌انداز و استراتژی خود در سیستم‌ها، سیاست‌ها و ساختار سازمانی خود به اهداف خود دست می‌یابد.	سازمان هوشمند [20]
ساختار سازمانی با دو سطح واقعی و ملموس (واحدهای کسب‌وکار و تیم‌های پروژه) و یک سطح مفهومی و ناملموس (سطح دانشی) هستند.	ویژگی محوری این نوع از سازمان‌ها، توانایی در جهت حرکت‌کردن بین زمینه‌های متنوع خلق دانش برای تطبیق سازمان با نیازهای در حال تغییر محیط داخلی و خارجی.	سازمان فرامتن [17]

در تحلیل جدول بالا می‌توان این‌گونه اظهار داشت که ادبیات کلاسیک مدیریت دانش یک مسیر تکاملی را از «دانش به‌منزله منبع» تا «سازمان به‌منزله سامانه‌ای هوشمند و فرامتنی» ترسیم می‌کند. در نخستین گام، دیدگاه لیبوویتز بر ضرورت شناسایی و ترکیب دانش درون و برون‌سازمانی تاکید می‌کند. همین رهیافت، انتخاب شاخص‌های «زیست‌بوم دانش‌بنیان» را توجیه می‌کند، زیرا این بنگاه‌ها تجسم بیرونی جذب و به‌کارگیری دانش تازه در هر استان‌اند. مرحله بعد، نظریه «مارپیچ دانش» نوناکا است که بر خلق مستمر دانش و تجسم آن در محصولات و فناوری‌ها پافشاری می‌کند. شاخص‌های «علمی-آموزشی» بازتاب ظرفیت یک منطقه برای تبدیل دانش ضمنی به خروجی‌های فناورانه‌اند. برای آن‌که این چرخه دوام یابد، ادبیات «یادگیری سازمانی» آرگیریس و شون مکانیسم بازتاب و اصلاح خطا را معرفی می‌کند [21]. این منطق در پژوهش حاضر با شاخص «فناوری اطلاعات و ارتباطات» هم‌راستا است، زیرا دسترسی وسیع به فناوری اطلاعات بستر بازخورد و یادگیری مستمر را فراهم می‌کند. ادامه مسیر تکاملی با مفهوم «سازمان هوشمند» ویگ به توانایی تطبیق امروز و آینده می‌پردازد. شاخص‌های «اقتصادی» و «کسب‌وکار» بیانگر ظرفیت یک استان برای تبدیل دانش به ارزش اقتصادی در چارچوب نهادی پایدار است. سرانجام الگوی «سازمان فرامتن» نوناکا ساختاری دولایه و پویا را پیش می‌کشد که امکان جابه‌جایی سریع میان پروژه‌های عملیاتی و مخازن دانشی را مهیا می‌کند. به این ترتیب، هر یک از شاخص‌های شناسایی‌شده پژوهش در یکی از ایستگاه‌های این سیر نظری ریشه دارد و مجموعه آن‌ها زنجیره‌ای کامل از جذب دانش تا ارزش‌آفرینی نهادی را می‌پوشاند.

۲-۲- چارچوب قانونی و الزامات عملی

شرکت‌های دانش‌بنیان طبق ماده ۱ قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات این‌گونه تعریف می‌شود: شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان شرکت یا موسسه خصوصی یا تعاونی است که به‌منظور هم‌افزایی علم و ثروت، توسعه اقتصاد دانش‌محور، تحقق اهداف علمی و اقتصادی (شامل گسترش و کاربرد اختراع و نوآوری) و تجاری‌سازی نتایج تحقیق و توسعه (شامل طراحی و تولید کالا و خدمات) در حوزه فناوری‌های برتر و با ارزش‌افزوده فراوان به‌ویژه در تولید نرم‌افزارهای مربوط تشکیل می‌شود [22]. در تعریف مذکور، فناوری را می‌توان کلیه‌ی دانش فنی، فرآیندها، ابزار و سیستم‌های به‌کاررفته در ساخت محصولات و ارایه خدمات تعریف کرد. فناوری همواره در خلق ثروت برای کشورها نقش اساسی داشته و سطح استاندارد و کیفیت زندگی مردم را به‌شدت تحت‌تاثیر قرار داده است. تاثیر فناوری آن‌چنان است که پیشرفت تمدن را غالبا با توجه به فناوری برتر هر دوره مشخص می‌کنند. اقتدار فناوری موجب اقتدار اقتصادی، سیاسی و اجتماعی می‌گردد [23]. باوجود وضع قانونی که دولت را به حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان ملزم می‌کند این حمایت‌ها، انتظارات مبتکران را برآورده نساخته و سالانه، مهاجرت بسیاری از خبرگان به خارج از کشور گزارش شده است [24].

طبق این قانون، تخصیص ماهیت دانش‌بنیانی منوط به سه شاخص مقابل است ۱- دارای ارزش‌افزوده بالا، ۲- در حوزه‌ی فناوری‌های برتر و ۳- مبتنی بر تحقیق و توسعه [25].

نظر به این‌که اجماع دقیقی در خصوص سه شاخص فوق وجود ندارد، ابهاماتی در تفسیر و تشخیص مصادیق مرتبط بروز کرده، اما مشخصا می‌توان گفت قانون هیچ‌گونه تخصیص یا محدودیتی در خصوص موارد زیر ایجاد نکرده است ۱- فناوری‌های سخت‌افزاری، ۲- فناوری‌های پیچیده، ۳- فناوری‌های برتر[1] (برتر در تراز بین‌المللی و جهانی) و ۴-اندازه شرکت دانش‌بنیان (کوچک، متوسط، بزرگ و...).

۳-۲- اهمیت راهبردی در محیط رقابتی جهانی

روند پیشرفت تحولات روزافزون در محیط کسب‌وکار امروزی، این نوع شرکت‌ها را که توانایی‌های فناوری، نیروی کار متخصص و مدیریت پیشرفته از مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها است، جزیی از شبکه‌ها و زنجیره‌های تولید جهانی قرار داده، از این رو به نظر می‌رسد رمز توسعه اقتصادی دهه آینده، توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان است [26]. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان متکی به مدیریت دانش موثر است که نوآوری و تخصیص منابع را تسهیل می‌کند. سازمان‌هایی که کسب دانش و اشتراک‌گذاری آن را در اولویت قرار می‌دهند، می‌توانند بهتر با تغییرات بازار سازگار شوند و خلاقیت را تقویت کنند. این تمرکز استراتژیک بر دانش، شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا اطلاعات را به محصولات و خدمات نوآورانه تبدیل کنند و در نهایت منجر به مزیت رقابتی پایدار و رفاه می‌شود. با افزایش مداوم پایگاه دانش خود، کسب‌وکارها می‌توانند به خواسته‌های مصرف‌کننده پاسخ دهند و از فرصت‌های جدید در یک اقتصاد در حال تحول سریع سرمایه‌گذاری کنند [27]. توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان شامل شناخت دانش به‌عنوان یک عامل مهم تولید و سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی از طریق آموزش است. این سرمایه‌گذاری شایستگی‌های استراتژیک را تقویت می‌کند و منجر به رشد بلندمدت و افزایش رقابت‌پذیری می‌شود. تخصیص منابع برای نوآوری ضروری است، زیرا تحقیق و توسعه را تقویت می‌کند، فعالیت‌های کارآفرینی را تشویق می‌کند و ایجاد دانش با پتانسیل تجاری را تسهیل می‌کند. با ادغام مدیریت دانش با مدیریت کسب‌وکار، شرکت‌ها می‌توانند ساختارها و فرهنگ‌های خود را برای رشد در یک اقتصاد دانش‌محور سازگار کنند [28].

۳- پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی در زمینه شرکت‌های دانش‌بنیان از جمله رتبه‌بندی استان‌ها از منظر اقتصاد دانش‌بنیان به‌طور خاص و بررسی کلی این نوع شرکت‌ها از جهت توسعه انجام شده است. در **جدول ۲** به اهم این مطالعات پرداخته شده است.

جدول ۲- مرور مطالعات پیشین.

Table 2- Review of previous studies.

ردیف	عنوان مقاله	چکیده
۱	رتبه‌بندی استان‌های کشور از منظر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان [29]	هدف مطالعه مذکور مقایسه و ارزیابی جایگاه استان‌های ایران بر اساس شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بود. پژوهشگران برای این منظور ۲۰ شاخص را ذیل ۵ مولفه اصلی زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات، آموزش و منابع انسانی، رژیم‌های نهادی و اقتصادی، تحقیق و توسعه و عملکرد اقتصادی گردآوری کردند. در گام نخست، به هر شاخص وزن داده شد؛ وزن‌دهی با استفاده از روش آنتروپی شانون انجام گرفت تا اهمیت نسبی متغیرها به‌صورت داده محور تعیین شود. سپس رتبه‌بندی استان‌ها در دو سطح صورت پذیرفت: ابتدا به تفکیک هر مولفه و در نهایت بر مبنای مجموع همه مؤلفه‌ها؛ برای هر دو مرحله از مدل چندمعیاره TOPSIS استفاده شد. یافته‌ها نشان داد تهران با فاصله‌ای معنی‌دار در رتبه نخست قرار دارد؛ پس از آن استان‌های اصفهان، قم و البرز به ترتیب مقام‌های دوم تا چهارم را کسب کردند. در سوی دیگر طیف، سیستان و بلوچستان، خراسان شمالی و کهکلویه و بویراحمد در پایین‌ترین جایگاه‌ها قرار گرفتند. این الگوی توزیع، نابرابری فضایی چشم‌گیری را در شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان آشکار می‌کند و لزوم مداخلات هدفمند برنامه‌ریزان، تصمیم‌گیران استانی و بخش خصوصی را برای تقویت توانمندی‌های نوآورانه و کاهش شکاف توسعه‌ای میان استان‌ها برجسته می‌سازد.

[1] High-tech

جدول ۲- ادامه.
Table 2- Continued.

ردیف	عنوان مقاله	چکیده
۲	طبقه‌بندی استان‌های ایران از منظر شاخص اقتصاد دانش‌بنیان منطقه‌ای با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی k-means و c-means فازی [30]	هدف این پژوهش طبقه‌بندی استان‌های ایران بر اساس میزان تحقق اقتصاد دانش‌بنیان است تا امکان برنامه‌ریزی واقع‌بینانه متناسب با تفاوت‌های استانی فراهم شود. برای این منظور، شاخص اقتصاد دانش‌بنیان منطقه‌ای در سه محور اصلی –آموزش، نوآوری و فناوری اطلاعات و ارتباطات و مبتنی بر ۱۵ زیرشاخص تعریف شد. طبقه‌بندی با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی C-means (در حوزه یادگیری بدون نظارت) انجام گرفت و کیفیت خوشه‌ها با ضریب سیلوئت سنجیده شد؛ تحلیل‌ها نشان داد عدد بهینه برابر با ۶ خوشه و مقدار سیلوئت ۰٫۷۷ است. نتایج حاکی از ناهمگونی محسوس میان استان‌هاست: تهران و البرز در خوشه‌های مجزا و در رده پیشرو قرار گرفتند، حال، آن‌که بیش از نیمی از استان‌ها در خوشه انتهایی جای گرفتند. این الگو بیانگر شکاف معنادار در تحقق الگوی تولید دانش‌بنیان بوده و ضرورت تدوین سیاست‌های تفکیک‌شده متناسب با قابلیت‌ها و نیازهای هر استان را برجسته می‌کند.
۳	پرورش اکوسیستم‌های نوآوری: نقش اقتصاد دانش‌بنیان در توسعه منطقه‌ای [7]	این مطالعه با هدف ارزیابی اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر توسعه اقتصادی منطقه‌ای انجام شد و بر سه مولفه سرمایه انسانی، نوآوری و شبکه‌های سه‌گانه همکاری دانشگاه-صنعت-دولت تمرکز داشت. ابتدا با مرور نظام‌مند منابع کتابخانه‌ای، ادبیات مرتبط با اقتصاد دانش‌بنیان و رشد منطقه‌ای گردآوری و سپس نقش آموزش و ارتقای مهارت‌ها در بهبود شاخص‌های اقتصادی تحلیل شد. یافته‌ها نشان می‌دهد راهبردهای مبتنی بر دانش که از هم‌افزایی دانشگاه، صنعت و دولت پشتیبانی می‌کنند، زیربنای شکل‌گیری اکوسیستم‌های نوآورانه پویا هستند و آموزش هدفمند و توسعه مهارت‌ها به‌عنوان محرک اصلی ارتقای عملکرد اقتصادی نواحی عمل می‌کنند. پژوهش محدود به محدوده جغرافیایی موردمطالعه است و نویسندگان توصیه می‌کنند تحقیقات آینده اثر فناوری‌های دیجیتال و مداخلات سیاستی را بر کاهش نابرابری‌های منطقه‌ای بررسی کند.
۴	مدلی برای ایجاد NTBF در مناطق کمتر توسعه‌یافته بر اساس مفهوم تخصص‌گرایی هوشمند: مطالعه موردی مناطق ایران [31]	این پژوهش با هدف ارزیابی سیاست‌های مالی و قانونی ایران در حمایت از شرکت‌های فناوری‌محور نوپا[1] و طراحی یک مدل سیاستی جدید برای شکل‌گیری چنین شرکت‌هایی در مناطق کم‌تر توسعه‌یافته، مبتنی بر رویکرد کشف کارآفرینانه و مفهوم تخصیص هوشمند انجام شد. مطالعه ابتدا به تحلیل پیامدهای سیاست‌های اجراشده از سال ۲۰۰۹ پرداخت و نشان داد که این سیاست‌ها، به دلیل ناتوانی در درک شرایط بومی ایجاد NTBFs، ناخواسته شکاف توسعه‌ای مرکز–حاشیه را تداوم بخشیده‌اند. بر همین مبنا، یک مدل سه سطحی پیشنهادی ارایه شد که کارآفرینان، بنگاه‌ها و محیط کارآفرینی منطقه‌ای را به‌صورت یکپارچه در بر می‌گیرد و نمایندگی کامل تمامی بازیگران فرایند نوآوری را ممکن می‌سازد. مدل تازه با نگاه گسترده‌تر به فرایند کشف کارآفرینانه، زمینه بهبود کارایی سیاست‌ها و تسهیل شکل‌گیری NTBFs در نواحی کم‌تر توسعه‌یافته را فراهم می‌کند.
۵	فرصت‌ها و چالش‌های توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان [32]	این پژوهش با هدف شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های رشد شرکت‌های دانش‌بنیان و ارایه راهکارهای عملیاتی برای تقویت آن‌ها انجام شد. رویکرد مطالعه کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی تحلیلی-کیفی بود. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های عمیق و نیمه‌ساختارمند با ۲۶ نفر از خبرگان مستقر در پارک علم و فناوری تبریز گردآوری شد؛ نمونه‌ها به روش گلوله‌برفی انتخاب شدند و تحلیل محتوا برای بررسی داده‌ها به کار رفت. یافته‌ها در دو مضمون اصلی و ۴۶ زیرمضمون استخراج شد: ۲۳ فرصت و ۲۳ چالش محوری توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان. بر پایه این نتایج، توصیه می‌شود دانشگاه‌ها با برنامه‌های آموزشی و پژوهشی هدفمند به پرورش نخبگان و سرمایه‌گذاری در ایده‌های فناورانه بپردازند؛ ایجاد یک نظام اقتصادی پایدار برای فعالیت بنگاه‌های دانش‌بنیان پیگیری شود؛ شرکت‌های تخصصی بازاریابی جهت صادرات محصولات شکل گیرد؛ و تسهیل مالی از طریق وام‌های کم بوروکراتیک در دستور کار قرار گیرد.
۶	الگوی پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان در ایران [16]	این پژوهش با هدف تدوین الگویی برای تبیین پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان و شناسایی عوامل موثر بر آن در ایران انجام شد و کوشید پاسخ دهد که پایداری این شرکت‌ها چگونه تضمین می‌شود و چه متغیرهایی بر آن تاثیر می‌گذارند. ابتدا پیشینه پژوهش به شکل نظام‌مند مرور و عوامل موثر موجود استخراج و طبقه‌بندی شد. در ادامه، مصاحبه‌های عمیق با ۱۲ مدیر و صاحب‌نظر در عرصه شرکت‌های دانش‌بنیان انجام گرفت و بر بنیاد یافته‌های این دو گام، پرسش‌نامه و مدل مفهومی تحقیق طراحی شد. پرسش‌نامه در میان ۳۳۰ مدیرِ شرکت‌های مستقر در پارک‌های علم و فناوری سراسر کشور توزیع و داده‌های حاصل با روش‌های آماری تحلیل گردید. نتایج حاصله نشان داد که پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان از چهار بعد تشکیل می‌شود: نتایج مالی، نتایج بازار، نتایج نوآوری و نتایج کارآفرینی.

[1] NTBFs

جدول ۲- ادامه.
Table 2- Continued.

ردیف	عنوان مقاله	چکیده
۶	الگوی پایداری شرکت‌های دانش‌بنیان در ایران [16]	افزون بر این، عوامل اثرگذار بر پایداری در دو محور اصلی جای می‌گیرند: عوامل درون‌سازمانی، شامل ویژگی‌های فردی موسسان و متغیرهای شرکتی، عوامل برون‌سازمانی، مشتمل بر ویژگی‌های محیط کسب‌وکار و مولفه‌های نظام نوآوری. الگوی پیشنهادی پژوهش، این ابعاد و عوامل را به‌صورت یکپارچه ترسیم می‌کند و از این طریق ابزار تحلیلی مناسبی برای سیاست‌گذاران و مدیران به‌منظور تقویت پایداری بنگاه‌های دانش‌بنیان ارایه می‌دهد.
۷	شناسایی موانع و ارایه راهکارهای توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان با رویکرد سیاست‌گذاری مدیریتی با روش دلفی فازی [33]	این پژوهش با هدف شناسایی موانع توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و ارایه راهکارهای سیاستی برای رشد آن‌ها انجام شد. مطالعه ماهیتی کاربردی و روش‌شناسی توصیفی-اکتشافی داشت و از رویکردی آمیخته (کیفی و کمی) مبتنی بر منطق قیاسی-استقرایی بهره گرفت. جامعه آماری شامل ۳۰ خبره بود که به روش گلوله‌برفی انتخاب شدند. در بخش کیفی، مصاحبه‌های عمیق انجام و داده‌ها با تحلیل محتوا و کدگذاری بررسی شد؛ روایی محتوایی و پایایی دو کدگذار یافته‌ها را تایید کرد. در بخش کمی، پرسش‌نامه دلفی فازی برای اولویت‌بندی عوامل به کار رفت و روایی محتوا و پایایی باز آزمون صحت نتایج را تضمین نمود. مهم‌ترین موانع توسعه، «کمبود منابع مالی با نرخ سود متناسب حتی در صندوق نوآوری و شکوفایی» و «تاخیر در تامین مالی قراردادهای دولتی» شناسایی شدند. در مقابل، راهکارهای برتر شامل «گسترش منابع مالی و تسهیلات صندوق نوآوری و شکوفایی» و «تقویت رویکرد صادرات‌محور» پیشنهاد گردید. این یافته‌ها چارچوبی عملی برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا با تمرکز بر حل گلوگاه‌های مالی و تسهیل دسترسی به بازارهای بین‌المللی، رشد شرکت‌های دانش‌بنیان را شتاب بخشند.
۸	بررسی اثر توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های نوآور پارک‌های علم و فناوری بر رشد اقتصاد منطقه‌ای در ایران [34]	این مطالعه به‌طور کمی و تحلیلی اثر فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های نوآور بر رشد اقتصاد منطقه‌ای ایران را ارزیابی کرده است. پارک‌های علم و فناوری به‌عنوان مرجع نهادی زیست‌بوم دانش‌بنیان تعیین و داده‌های مربوط به تعداد و عملکرد این بنگاه‌ها در سال ۱۳۹۶ گردآوری شد. تحلیل آماری نتایج نشان می‌دهد حضور شرکت‌های دانش‌بنیان به‌طور معناداری رشد اقتصادی مناطق را تقویت می‌کند؛ به‌ویژه فروش واحدهای فناور در سه استان تهران، اصفهان و خراسان رضوی اثر مثبت و چشمگیری بر رشد فضایی کشور داشته است. یافته‌ها نقش محوری این بنگاه‌ها را در گذار از اقتصاد منبع‌محور به اقتصاد دانش‌محور تایید می‌کند و حاکی از آن است که تقویت زیرساخت‌های استارت‌آپی و طراحی اکوسیستم کارآفرینی مبتنی بر فناوری می‌تواند سیاست‌گذاران را در ارتقای رشد اقتصادی منطقه‌ای یاری رساند.
۹	واکاوی عوامل رشد شرکت‌های دانش‌بنیان در ایران با رویکرد تبیین مسیرهای ممکن [35]	این پژوهش با هدف شناسایی مسیرهای دستیابی به رشد در شرکت‌های دانش‌بنیان اجرا شد و تلاش کرد علل این رشد را روشن و راهکارهایی کاربردی برای مدیران و سیاست‌گذاران ارایه کند. مطالعه در دو گام پیش رفت: در گام نخست، تحلیل کیفی با انجام مصاحبه‌های عمیق با ۲۲ مدیرِ شرکت‌های دانش‌بنیان رشدیافته و به‌کارگیری روش تحلیل موضوعی انجام شد تا مضامین کلیدی فرایند رشد استخراج گردد؛ سپس مسیرهای رشد به کمک تحلیل مقایسه‌ای کیفی تبیین شد. در گام دوم، رویکرد کمی به کار رفت: پرسش‌نامه‌ای میان همان ۲۲ شرکت رشدیافته و ۸ شرکت رشدنیافته توزیع و داده‌ها با نرم‌افزار FSQCA تحلیل شد. نتایج نشان داد دو مسیر ترکیبی می‌توانند شرکت‌ها را به رشد برسانند: نخست، مسیر مبتنی بر نقش دولت که بیش‌ترین احتمال وقوع را دارد و بر اهمیت حمایت‌های دولتی تأکید می‌کند؛ دوم، مسیر متکی بر عوامل سازمانی و فردی که به‌عنوان راهکار مکمل شناسایی شد. این یافته‌ها راهنمایی عملی برای مدیرانِ شرکت‌های دانش‌بنیان در جهت تحقق اهداف سازمانی و برای سیاست‌گذاران در تدوین سیاست‌های حمایتی اثربخش فراهم می‌آورد.
۱۰	الگوی توسعه نوآوری‌های فناورانه در مناطق ایران؛ مطالعه موردی فناوری‌های زیستی، نانو، اطلاعات و ارتباطات و هوایی [36]	این پژوهش به‌منظور شناسایی عوامل اثرگذار بر توسعه نوآوری‌های مبتنی بر فناوری‌های برتر در مناطق ایران انجام گرفت و از راهبرد مطالعه موردی بهره برد. بر پایه مرور نظام‌مند پیشینه، ابتدا ۶ بعد و ۲۶ عامل بالقوه استخراج شد و سپس این عوامل در چهار حوزه فناوری مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها به‌صورت ترکیبی از مستندات، مصاحبه‌های متخصصان و تحلیل‌های آماری گردآوری و در دو سطح درون‌موردی و بین‌موردی مقایسه شد تا اشتراکات و تفاوت‌های الگوی نوآوری در حوزه‌های منتخب روشن گردد. در نهایت، الگوی نظری پژوهش ۱۶ عامل را بر مبنای تکرار و قابلیت تعمیم تحلیلی به‌عنوان عوامل قطعی معرفی کرد. از این میان، «سیاست‌ها و تعاملات ملی و بین‌المللی» به‌عنوان بعد فرامنطقه‌ای با سه عامل مستقل شناسایی شد؛ در سطح درون‌منطقه‌ای نیز چهار بعد «ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی»، «سطح توسعه اقتصادی و صنعتی»، «مزیت‌های مکانی» و «فرآیند جریان دانش و یادگیری» تعیین گردید که مجموعا چارچوب جامعی برای تقویت نوآوری‌های فناورانه در مناطق ایران ارایه می‌کند.

با بررسی مطالعات پیشین مشخص می‌شود که گرچه پژوهش‌های متعددی به تحلیل شرکت‌های دانش‌بنیان و شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان در ایران پرداخته‌اند، اما موارد زیر به‌صورت جامع و هم‌زمان در کم‌تر تحقیقاتی موردتوجه قرار گرفته‌اند تمرکز بسیاری از مطالعات بر شاخص‌های کلان اقتصاد دانش‌بنیان بوده و تحلیل مقایسه‌ای عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان در سطح استانی و منطقه‌ای کم‌تر انجام شده است. پژوهش‌هایی مانند [29] و [30] بیش‌تر به شاخص‌های کلان اقتصاد دانش‌بنیان پرداخته‌اند تا عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان و مطالعاتی نظیر [32] و [16]، اگرچه به فرصت‌ها و چالش‌های این شرکت‌ها اشاره کرده‌اند، فاقد تحلیل مقایسه‌ای بین استان‌ها و رتبه‌بندی فضایی هستند و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی استان‌ها در حوزه توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان به‌ندرت دیده شده است و به‌ویژه به کاربرد مدل ویکور توجه چندانی نشده است. روش ویکور نه‌تنها به رتبه‌بندی استان‌ها کمک می‌کند، بلکه این ابزار به ما این امکان را می‌دهد که به شکاف‌های منطقه‌ای موجود در توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان پاسخ دهیم و اولویت‌بندی دقیقی برای تخصیص منابع صورت دهیم و فقدان الگویی کاربردی که بتواند سیاست‌گذاران را در تخصیص هدفمند منابع مالی به استان‌ها هدایت کند، به‌وضوح احساس می‌شود. این پژوهش می‌تواند به ارایه مدلی جامع و جدید برای سیاست‌گذاری در سطح منطقه‌ای و ملی کمک کند. بنابراین، پژوهش حاضر تلاش می‌کند با رفع این خلاها، رویکردی نوین و کارآمد برای تحلیل و رتبه‌بندی استان‌ها با رویکرد ترکیبی داده‌ای و مدل ویکور ارایه نماید. به‌طور خلاصه، مقاله حاضر در تلاقی سه حوزه کلیدی قرار دارد نخست، تحلیل منطقه‌ای توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان با درنظرگرفتن تفاوت‌های بین استانی؛ دوم، بهره‌گیری از روش ویکور به‌عنوان رویکردی کمی و چندمعیاره که می‌تواند بین مطلوبیت شاخص‌ها و نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل تعادل برقرار کند؛ و سوم، کمک به ارایه الگویی کاربردی برای تصمیم‌گیران در سطح سیاست‌گذاری جهت تخصیص بهره‌ور منابع به استان‌ها جهت توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان.

۴- روش‌شناسی

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و بر اساس روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی به شمار می‌رود. جامعه آماری این پژوهش شامل ۳۱ استان کشور ایران می‌باشد. داده‌های مورداستفاده در این تحقیق از اسناد چاپ‌شده همچون گزارش سالانه زیست‌بوم دانش‌بنیان و مراجعه به وبگاه‌های رسمی از جمله وبگاه مرکز آمار ایران، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری و وزارت علوم جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است جدیدترین داده‌های موجود یعنی داده‌های سال ۱۴۰۲ یا ۱۴۰۳ جهت تحلیل شاخص‌ها انتخاب گردید. به‌منظور سنجش پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان از ۵ معیار و ۱۲ شاخص مرتبط استفاده شد (**جدول ۳**).

جدول ۳- شاخص‌های مرتبط موردمطالعه.

Table 3- Relevant indicators studied.

ردیف	معیار	شاخص	منبع
1	زیست‌بوم دانش‌بنیان	تعداد شرکت‌های نوپا	[37]
2		تعداد شرکت‌های نوآور	
3		تعداد شرکت‌های فناور	
4	علمی-آموزشی	تعداد پارک‌های علم و فناوری	[38]
5		تعداد مراکز رشد	
6		تعداد مراکز علمی	
7		تعداد اعضای هیات‌علمی	
8	فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)	جمعیت کاربر اینترنت	[39]
9	اقتصادی	میزان اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای	[39]
10		درصد از تولید ناخالص کشور	
11	کسب‌وکار	شاخص ملی امنیت سرمایه‌گذاری	[40]
12		شاخص محیط کسب‌وکار	[41]

برای شناسایی معیارها و شاخص‌های مدل، علاوه بر استفاده از داده‌های داخلی، مروری بر ادبیات علمی بین‌المللی مرتبط با توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان انجام شد. این مرور شامل تحلیل مقالات معتبر علمی، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی و بررسی تجربیات کشورهای پیشرو در حوزه فناوری و نوآوری بود. برای نمونه، شاخص‌هایی مانند «تعداد شرکت‌های نوآور» و «تعداد مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری» در مطالعات بین‌المللی به‌عنوان شاخص‌های کلیدی توسعه زیست‌بوم نوآوری شناخته شده‌اند [42]، [43]. همچنین، «سطح دسترسی به فناوری اطلاعات»،

مشابه شاخص «جمعیت کاربر اینترنت»، در گزارش‌های توسعه جهانی به‌عنوان یکی از معیارهای حیاتی ارزیابی توانمندی فناوری در کشورها مورد استفاده قرار گرفته است [44]. از سوی دیگر، شاخص‌های اقتصادی مانند «درصد تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای» و «میزان سرمایه‌گذاری» در مطالعات بانک جهانی و نهادهای توسعه اقتصادی برای سنجش ظرفیت اقتصادی و زیرساخت‌های مالی مناطق به کار رفته‌اند [45]. شاخص‌های نهادی و محیط کسب‌وکار، شامل «امنیت سرمایه‌گذاری» و «شاخص محیط کسب‌وکار»، در گزارش‌های شاخص سهولت انجام کسب‌وکار بانک جهانی، از معیارهای اساسی برای ارزیابی فضای اقتصادی و سرمایه‌گذاری مناطق محسوب می‌شوند [46]. انتخاب معیارها و شاخص‌های مدل ویکور بر اساس اهمیت آن‌ها در تحلیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و قابلیت سنجش کمی آن‌ها انجام شده است. این شاخص‌ها نمایانگر ابعاد مختلفی از توسعه زیست‌بوم دانش‌بنیان در استان‌ها هستند که شامل جنبه‌های زیست‌بوم دانش‌بنیان، علمی-آموزشی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصادی و محیط کسب‌وکار هستند. برای مثال، شاخص‌هایی مانند تعداد شرکت‌های نوپا، نوآور و فناور نشان‌دهنده فعالیت و توانمندی‌های فناورانه هر استان هستند که مستقیما به ظرفیت تولید دانش و نوآوری مرتبط می‌شوند. همچنین، شاخص‌هایی مانند تعداد پارک‌ها و مراکز رشد علمی بیانگر زیرساخت‌های علمی و تسهیل‌کننده توسعه این شرکت‌ها هستند. شاخص‌های فناوری اطلاعات مانند جمعیت کاربران اینترنت بیانگر سطح دسترسی به فناوری‌های نوین و توانمندی در بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال است. از سوی دیگر، معیارهای اقتصادی مانند میزان اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای و سهم تولید ناخالص داخلی استان، وضعیت مالی و سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری را منعکس می‌کنند. نهایتا، شاخص‌های امنیت سرمایه‌گذاری و محیط کسب‌وکار نشانگر شرایط نهادی و فضای کسب‌وکار استان‌ها هستند که می‌توانند بر جذب سرمایه و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان تاثیرگذار باشند. لازم به ذکر است در فاز نخست پژوهش، ۵ معیار و ۱۵ شاخص از طریق مطالعات کتابخانه‌ای شناسایی شد. در فاز دوم پس از مشورت با صاحب‌نظران این حوزه و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌ها، ۱۲ شاخص انتخاب گردید (در **جدول ۴** نتایج ارزیابی معیارها و شاخص‌ها آمده است).

جدول ۴- نتایج ارزیابی معیارها و شاخص‌ها.

Table 4- Results of the evaluation of criteria and indicators.

سوالات		کاملا مناسب	مناسب	غیرمناسب
هر یک از معیارهای شناسایی‌شده را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	زیست‌بوم دانش‌بنیان	25%	66.66%	8.33%
	علمی-آموزشی	16.66%	75%	8.33%
	فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)	16.66%	66.66%	16.66%
	اقتصادی	66.66%	25%	8.33%
	کسب‌وکار	66.66%	25%	8.33%
هر یک از شاخص‌های معیار زیست‌بوم دانش‌بنیان را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	تعداد شرکت‌های نوپا	16.66%	66.66%	16.66%
	تعداد شرکت‌های نوآور	33.33%	58.33%	8.33%
	تعداد شرکت‌های فناور	50%	41.66%	8.33%
هر یک از شاخص‌های معیار علمی-آموزشی را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	تعداد پارک‌های علم و فناوری	25%	66.66%	8.33%
	تعداد مراکز رشد	16.66%	83.33%	0
	تعداد مراکز علمی	8.33%	91.66%	0
	تعداد اعضای هیات‌علمی	16.66%	66.66%	16.66%
شاخص معیار فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	جمعیت کاربر اینترنت	8.33%	75%	16.66%
هر یک از شاخص‌های معیار اقتصادی را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	میزان اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای	8.33%	75%	16.66%
	درصد از تولید ناخالص کشور	75%	25%	0
هر یک از شاخص‌های معیار کسب‌وکار را جهت «رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی» چگونه ارزیابی می‌کنید.	شاخص ملی امنیت سرمایه‌گذاری	50%	50%	0
	شاخص محیط کسب‌وکار	83.33%	16.66%	0

در فاز سوم جهت ارزیابی اهمیت شاخص‌های منتخب، پرسش‌نامه‌ای طراحی و در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار گرفت که اطلاعات جمعیت‌شناختی آن‌ها در **جدول ۵** آمده است.

جدول ۵- اطلاعات جمعیت‌شناختی خبرگان.
Table 5- Demographic information of experts.

جنسیت	تعداد	میزان تحصیلات	تعداد	حوزه کاری	تعداد	سابقه فعالیت در زیست‌بوم علم و فناوری	تعداد
خانم	0	دکتری	9	دانشگاهی	5	کم‌تر از ۳ سال	0
آقا	12	فوق‌لیسانس	3	صنعت یا کسب‌وکار	3	۳ تا ۵ سال	0
بازه سنی		لیسانس	0	سیاست‌گذاری	4	۵ تا ۱۰ سال	4
۳۰ الی ۵۵		رشته تحصیلی		مهندسی، مدیریت و سیاست‌گذاری علم و فناوری		بیش از ۱۰ سال	8

در این تحقیق به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و رتبه‌بندی استان‌های ایران بر پایه پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان از روش ویکور[1] و آنتروپی شانون[2] استفاده شده است. همچنین، از نرم‌افزار اکسل[3] برای آماده‌سازی داده‌ها، محاسبه وزن شاخص‌ها و اجرای مدل ویکور استفاده شد. روش آنتروپی برای محاسبه وزن شاخص‌ها و روش ویکور به‌منظور ارزیابی و مقایسه جامعه آماری تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. گام‌های آنتروپی شانون بدین ترتیب است:

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم

برای تشکیل این ماتریس تصمیم کافی است اگر معیارها کیفی هستند از عبارات کلامی ارزیابی هر گزینه را نسبت به هر معیار به دست آوریم و اگر معیارها کمی هستند عدد واقعی آن ارزیابی را قرار دهیم.

گام ۲- نرمالال کردن ماتریس تصمیم

نرمال شدن به این صورت می‌باشد که درایه هر ستون را بر مجموع ستون تقسیم می‌کنیم و هر درایه نرمال شده را p_{ij} می‌نامیم.

گام ۳- محاسبه آنتروپی هر شاخص

آنتروپی E_j به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد و k به‌عنوان مقدار ثابت مقدار E_j را بین ۰ و ۱ نگه می‌دارد.

$$k = \frac{1}{Ln(a)}; a = \text{تعداد گزینه‌ها}$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} P_{ij} \times LnP_{ij}, \qquad i = 1,2,\dots,m,$$

که در آن $p(x)$ توزیع احتمال متغیر تصادفی X است. افزایش در آنتروپی شانون باعث افزایش عدم‌اطمینان و کاهش اطلاعات در مورد دانش متغیر تصادفی می‌شود. جنبه جالب دیگر آنتروپی شانون ویژگی حداکثر آنتروپی آن برای توزیع یکنواخت است.

گام ۴- محاسبه درجه انحراف d_j

[1] Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)
[2] Shannon entropy
[3] Excel

d_j بیان می‌کند شاخص مربوطه چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. هر چه مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصی به هم نزدیک باشند نشان‌دهنده آن است که گزینه‌های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند؛ لذا نقش آن شاخص در تصمیم‌گیری باید به همان اندازه کاهش یابد.

$$d_j = 1 - E_j.$$

گام ۵- محاسبه وزن شاخص

سپس مقدار وزن W_j محاسبه می‌گردد. در واقع وزن معیار برابر با تقسیم هر d_j بر مجموع d_jها می‌باشد.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum d_j}.$$

روش ویکور از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[1] است. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌عنوان ابزاری مناسب جهت رتبه‌بندی در مجموعه‌ای از شاخص‌های موجود با توجه به ویژگی چندبعدی و اغلب متناقض ارزیابی می‌شوند [47].

در حوزه سیاست‌گذاری و تخصیص منابع، روش‌هایی مانند *AHP*، *TOPSIS*، *ELECTRE* و *VIKOR* از جمله تکنیک‌های پرکاربرد هستند [48]. مزیت اصلی این روش‌ها از جمله ویکور این است که می‌تواند بسیاری از وجوه عناصر در نظر گرفته‌شده را به مدیران نشان دهد و گزینه‌های ممکن با درجات متفاوت را ارزیابی کند [49]. همچنین قابلیت استفاده از متغیرهای ناسازگار از امتیازهای روش ویکور محسوب می‌شود [50]، [51].

برای اولین بار سال ۱۹۸۰ سرافیم اپریکوویچ [52] در پایان‌نامه دکتری خود، ایده‌های پایه‌ای روش ویکور را توسعه داد. روش ویکور بر مفهوم راه‌حل سازشی تاکید دارد و سعی می‌کند گزینه‌ای را انتخاب کند که نزدیک‌ترین فاصله را با ایده‌آل داشته باشد. در تحقیقات گذشته مدل ویکور با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری مقایسه شد و نتیجه آن شد که این مدل به دلیل ساده بودن و داشتن نتایجی مشابه سایر مدل‌ها می‌تواند مدل مناسبی به شمار آید [53]، [54]؛ چرا که در تصمیم‌گیری چندمعیاره معمولاً یافتن راه‌حلی که بتواند تمام معیارهای متعارض را به‌طور هم‌زمان بهینه سازد، مشکل و یا حتی غیرممکن است [55].

همچنین این روش، برخلاف تکنیک‌های مبتنی بر فاصله[2] یا روش‌های مبتنی بر برتری جزیی[3]، راه‌حل سازشی[4] را معرفی می‌کند و به‌طور هم‌زمان دو بعد «مطلوبیت جمعی (S)» و «بدترین نارضایتی (R)» را می‌سنجد؛ ویژگی‌ای که با منطق سیاست‌گذاری منطقه‌ای یافتن گزینه‌ای که هم شکاف توسعه را کاهش دهد و هم از منظر بدترین استان مقبول باشد- هم‌خوان است. افزون بر این، ویکور نسبت به معضل وارونگی رتبه پس از افزودن گزینه جدید، حساسیت کم‌تری نشان می‌دهد و با داده‌های نامقیاس بدون تعریف توابع ترجیح یا آستانه‌ها قابل اجرا است، درحالی‌که *PROMETHEE* به تعیین توابع ترجیح و پارامترهای آستانه نیاز دارد و داده‌های ما چنین اطلاعات تکمیلی را فراهم نمی‌کرد. به این منظور در پژوهش حاضر از روش ویکور استفاده گردید. مراحل اجرای این روش در ادامه تشریح می‌شود:

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم

ابتدا ماتریس تصمیم (X) بر اساس گزینه‌های تصمیم‌گیری $(A1, A2, ..., Am)$ و شاخص‌های ارزیابی $(C1, C2, ..., Cn)$ تشکیل می‌شود. هر عنصر x_{ij} در این ماتریس نشان‌دهنده مقدار عملکرد گزینه A_i در شاخص C_j است.

گام ۲- تعیین مقادیر ایده‌آل و غیر ایده‌آل

[1] MCDM
[2] TOPSIS
[3] PROMETHEE
[4] compromise solution

برای هر شاخص، مقدار بهترین A_i^+ و بدترین A_i^- تعیین می‌شود. بهترین و بدترین مقدار شاخص‌های مثبت به ترتیب، برابر با بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن‌ها است. بنابراین:

$$A_i^+ = \max(x_{ij}).$$
$$A_i^- = \min(x_{ij}).$$

بهترین و بدترین مقدار شاخص‌های منفی به ترتیب، برابر با کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن‌ها است. بنابراین:

$$A_i^+ = \min(x_{ij}).$$
$$A_i^- = \max(x_{ij}).$$

گام ۳- محاسبه شاخص‌های S و R

S_i نشان‌دهنده فاصله گزینه A_i از راه‌حل توافقی است. در واقع میزان موافقت آن با راه‌حل توافقی را نشان می‌دهد. هر چه این فاصله کم‌تر باشد، مطلوبیت آن گزینه بیش‌تر است. مقادیر R_i نشان‌دهنده حداکثر فاصله گزینه A_i بین تمام شاخص‌هاست. در واقع این مقدار میزان مخالفت گزینه ith را با راه‌حل توافقی نشان می‌دهد. محاسبه S و R مطابق فرمول زیر انجام می‌شود:

$$S_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} Wi \left|A_i^+ - A_{ij}\right|}{\left|A_i^+ - A_I^-\right|}.$$
$$R_i = max_i \frac{\left|A_i^+ - A_{ij}\right|}{\left|A_i^+ - A_I^-\right|},$$

که در آن W_i وزن معیار C_j است.

گام ۴- محاسبه شاخص Q

Q تابعی ترکیبی است که «تابع مزیت» نامیده می‌شود. این شاخص از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q_i = \left(V * \left(\frac{S_j - S^+}{S^- - S^+}\right)\right) + \left((۱ - V) * \left(\frac{R_j - R^+}{R^- - R^+}\right)\right),$$

که در آن S^+ و S^- به ترتیب بهترین و بدترین مقادیر S هستند؛ و R^+ و R^- به ترتیب بهترین و بدترین مقادیر R هستند.

پارامتر V را «وزن مطلوبیت کلی» می‌نامند. هرچه V بیش‌تر باشد، اهمیت S_i (مطلوبیت کلی گزینه A_i به ازای تمام شاخص‌ها) بیش‌تر است و هرچه V کم‌تر باشد، اهمیت R_i (مخالفت جزیی گزینه A_i به ازای یک شاخص) بیش‌تر خواهد بود. معمولا V را برابر با ۰٫۵ در نظر می‌گیرند.

گام ۵- رتبه‌بندی گزینه‌ها

گزینه‌ها به ترتیب صعودی یک‌بار بر حسب S، یک‌بار بر حسب R و در نهایت، بر حسب Q مرتب می‌شوند. گزینه‌ای که کم‌ترین مقدار Q را دارد، به‌عنوان گزینه بهترین توافق انتخاب می‌شود.

گام ۶- بررسی شرایط پذیرش

ارزیابی نهایی گزینه‌ها به ۲ طریق می‌تواند صورت گیرد:

۱. رتبه‌بندی تمامی گزینه‌ها به ترتیب صعودی برحسب Q.
۲. انتخاب یک یا چند گزینه برتر، اگر ۲ شرط زیر برقرار باشد.

شرط اول: مزیت قابل‌قبول.

رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q_{(b)} - Q_{(a)} \geq \frac{1}{m-1}.$$

a و b به ترتیب، گزینه‌های حایز رتبه‌های ۱ و ۲ بر حسب Q هستند.

شرط دوم: پایداری قابل‌قبول.

گزینه‌ای که حایز رتبه ۱ برحسب Q است، باید برحسب S و R نیز حایز رتبه ۱ باشد [56]. توجه به ۲ نکته زیر حایز اهمیت است:

نکته ۱: اگر دو شرط بالا برقرار نبود، بیش از یک گزینه به‌عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند. درصورتی‌که شرط اول برقرار نباشد، b برابر با گزینه‌ای در نظر گرفته شود که حایز رتبه ۳ است و شرط مجدد بررسی گردد.

نکته ۲: در صورتی‌که شرط اول برقرار نباشد و بیش از یک گزینه برتر وجود داشته باشد، به بررسی شرط دوم نیازی نیست؛ زیرا شرط دوم تنها برای مواقعی کاربرد دارد که یک گزینه برتر وجود دارد [57].

۵- یافته‌ها

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای روش ویکور برای رتبه‌بندی استان‌های ایران بر اساس پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و تخصیص منابع صندوق نوآوری و شکوفایی ارایه می‌شود.

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم

ابتدا ماتریس تصمیم (X) بر اساس گزینه‌های تصمیم‌گیری (استان‌ها) $(A1, A2, ..., Am)$ و شاخص‌های ارزیابی $(C1, C2, ..., Cn)$ تشکیل می‌شود. هر عنصر x_{ij} در این ماتریس نشان‌دهنده مقدار عملکرد گزینه A_i در شاخص C_j است (**جدول ۶**).

جدول ۶- ماتریس تصمیم‌گیری.
Table 6- Decision Matrix.

شاخص / گزینه		C1 نوپا	C2 نوآور	C3 فناور	C4 پارک	C5 مراکز رشد	C6 مراکز علمی	C7 هیات علمی	C8 جمعیت استفاده از اینترنت	C9 اعتبارات تملک دارایی	C10 درصد از تولید ناخالص کشور	C11 امنیت سرمایه‌گذاری	C12 محیط کسب‌وکار
A1	اردبیل	45	6	2	1	1	24	1076	859594	11972901	1	5/27	6/07
A2	اصفهان	577	267	111	2	8	67	4901	3957798	15541523	5/8	5/72	6/23
A3	البرز	246	151	87	3	2	23	1778	2152622	20095904	2/8	5/02	5/45
A4	ایلام	22	2	0	1	3	19	718	382394	11805022	1/2	5/63	5/87
A5	آذربایجان شرقی	274	67	23	1	4	74	4430	2651220	7856044	3/5	5/58	6/07
A6	آذربایجان غربی	82	13	7	1	4	40	2035	2309404	12691127	2	4/62	5/92

جدول ۶- ادامه.

Table 6- Continued.

گزینه / شاخص	C1 نوپا	C2 نوآور	C3 فناور	C4 پارک	C5 مراکز رشد	C6 مراکز علمی	C7 هیات علمی	C8 جمعیت استفاده از اینترنت	C9 اعتبارات تملک دارایی	C10 درصد از تولید ناخالص کشور	C11 امنیت سرمایه‌گذاری	C12 محیط کسب‌وکار
A7	48	8	4	1	4	23	762	885034	39253831	6	5/02	6/1
A8	3340	1171	525	14	19	140	19492	10896493	19862084	22/1	5/46	6/09
A9	46	11	7	1	3	17	969	648678	22089962	0/6	5/53	5/97
A10	34	5	0	1	3	22	992	506979	19912618	0/5	4/49	6/64
A11	405	123	55	2	12	77	4504	4677835	11320700	4/9	5/03	5/9
A12	28	3	1	1	3	20	744	522796	15276536	0/5	4/8	5/87
A13	95	51	10	1	5	69	3660	3677224	27711923	14/8	5/25	5/77
A14	90	17	11	2	5	20	1435	751968	13538057	1	4/74	5/6
A15	75	31	11	2	4	23	1960	540332	7487261	0/9	4/61	5/96
A16	39	0	0	1	4	29	1950	1803269	12849094	1/4	4/59	6/22
A17	269	78	18	1	8	90	4139	3644440	8345616	4/7	4/99	6/16
A18	83	49	33	1	2	28	1270	941239	7361445	1/5	4/99	6/04
A19	108	49	15	1	1	25	1512	1074390	7372782	1	5/21	5/88
A20	45	6	4	1	6	18	1097	1050071	7985230	0/9	5/17	6/27
A21	91	30	8	2	3	58	3080	2280803	4817558	3/1	4/67	5/78
A22	86	10	3	2	4	24	1576	1356047	6355106	1/5	5/09	6/04
A23	14	2	1	1	2	16	736	526981	16637348	2/2	6/08	6/24
A24	55	14	4	1	1	30	1332	1296468	12954158	1/2	4/69	6/05
A25	73	21	7	1	4	46	2051	1757519	8178624	2/2	5/28	6/07
A26	23	5	2	1	4	19	1348	1179212	4418958	1/1	5/25	5/87
A27	99	36	9	1	3	77	3676	2334629	7449345	3/3	4/98	6/15
A28	78	76	27	2	3	38	1556	1027965	11295620	1/9	4/99	5/79
A29	44	15	6	2	6	25	907	1375192	8719065	2	4/4	6/1
A30	62	20	4	1	6	21	1734	1177798	7051973	1/2	5/08	5/95
A31	123	34	19	1	3	28	1681	941947	6820229	1/8	5/48	6/05

به‌منظور رتبه‌بندی گزینه‌ها در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نیاز به محاسبه وزن شاخص‌ها است؛ بنابراین، ابتدا از روش آنتروپی شانون برای محاسبه وزن شاخص‌ها مطابق گام‌های زیر استفاده شد.

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم (**جدول ۶**)

گام ۲- نرمالال کردن ماتریس تصمیم

استفاده از نرم ساعتی به‌صورت تقسیم درایه هر ستون بر مجموع ستون (**جدول ۷**).

جدول ۷- ماتریس تصمیم نرمال‌شده.

Table 7- Normalized decision matrix.

C12	C11	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	گزینه
0/033	0/033	0/010	0/030	0/015	0/014	0/020	0/007	0/019	0/002	0/003	0/007	A1
0/033	0/036	0/059	0/039	0/067	0/062	0/054	0/057	0/037	0/109	0/113	0/086	A2
0/029	0/032	0/028	0/051	0/036	0/022	0/019	0/014	0/056	0/086	0/064	0/037	A3
0/032	0/036	0/012	0/030	0/006	0/009	0/015	0/021	0/019	0/000	0/001	0/003	A4
0/033	0/035	0/035	0/020	0/045	0/056	0/060	0/029	0/019	0/023	0/028	0/041	A5
0/032	0/029	0/020	0/032	0/039	0/026	0/033	0/029	0/019	0/007	0/005	0/012	A6
0/033	0/032	0/061	0/099	0/015	0/010	0/019	0/029	0/019	0/004	0/003	0/007	A7
0/033	0/035	0/224	0/050	0/184	0/246	0/114	0/136	0/259	0/518	0/494	0/499	A8
0/032	0/035	0/006	0/056	0/011	0/012	0/014	0/021	0/019	0/007	0/005	0/007	A9
0/036	0/028	0/005	0/050	0/009	0/013	0/018	0/021	0/019	0/000	0/002	0/005	A10
0/032	0/032	0/050	0/029	0/079	0/057	0/063	0/086	0/037	0/054	0/052	0/060	A11
0/032	0/030	0/005	0/039	0/009	0/009	0/016	0/021	0/019	0/001	0/001	0/004	A12
0/031	0/033	0/150	0/070	0/062	0/046	0/056	0/036	0/019	0/010	0/022	0/014	A13
0/030	0/030	0/010	0/034	0/013	0/018	0/016	0/036	0/037	0/011	0/007	0/013	A14
0/032	0/029	0/009	0/019	0/009	0/025	0/019	0/029	0/037	0/011	0/013	0/011	A15
0/033	0/029	0/014	0/033	0/030	0/025	0/024	0/029	0/019	0/000	0/000	0/006	A16
0/033	0/032	0/048	0/021	0/062	0/052	0/073	0/057	0/019	0/018	0/033	0/040	A17
0/032	0/032	0/015	0/019	0/016	0/016	0/023	0/014	0/019	0/033	0/021	0/012	A18
0/032	0/033	0/010	0/019	0/018	0/019	0/020	0/007	0/019	0/015	0/021	0/016	A19
0/034	0/033	0/009	0/020	0/018	0/014	0/015	0/043	0/019	0/004	0/003	0/007	A20
0/031	0/030	0/031	0/012	0/039	0/039	0/047	0/021	0/037	0/008	0/013	0/014	A21
0/032	0/032	0/015	0/016	0/023	0/020	0/020	0/029	0/037	0/003	0/004	0/013	A22
0/034	0/039	0/022	0/042	0/009	0/009	0/013	0/014	0/019	0/001	0/001	0/002	A23
0/032	0/030	0/012	0/033	0/022	0/017	0/024	0/007	0/019	0/004	0/006	0/008	A24
0/033	0/033	0/022	0/021	0/030	0/026	0/037	0/029	0/019	0/007	0/009	0/011	A25
0/032	0/033	0/011	0/011	0/020	0/017	0/015	0/029	0/019	0/002	0/002	0/003	A26
0/033	0/032	0/033	0/019	0/039	0/046	0/063	0/021	0/019	0/009	0/015	0/015	A27
0/031	0/032	0/019	0/029	0/017	0/020	0/031	0/021	0/037	0/027	0/032	0/012	A28
0/033	0/028	0/020	0/022	0/023	0/011	0/020	0/043	0/037	0/006	0/006	0/007	A29
0/032	0/032	0/012	0/018	0/020	0/022	0/017	0/043	0/019	0/004	0/008	0/009	A30
0/032	0/035	0/018	0/017	0/016	0/021	0/023	0/021	0/019	0/019	0/014	0/018	A31

گام ۳- محاسبه آنتروپی هر شاخص E_j

آنتروپی E_j به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد و k به‌عنوان مقدار ثابت مقدار E_j را بین ۰ و ۱ نگه می‌دارد.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} P_{ij} \times LnP_{ij}, \qquad i = 1,2, \dots, m.$$

$$k = \frac{1}{Ln(a)} = 0/291.$$

مقدار $P_{ij} \times LnP_{ij}$ برای هر درایه در **جدول ۷** و E_j در **جدول ۸** نمایش داده شده است.

جدول ۸- ماتریس مقدار $P_{ij} \times LnP_{ij}$ برای هر درایه.

Table 8- Matrix of $P_{ij} \times LnP_{ij}$ values for each element.

گزینه	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
A1	-0/034	-0/015	-0/012	-0/074	-0/035	-0/077	-0/058	-0/061	-0/106	-0/047	-0/114	-0/112
A2	-0/211	-0/246	-0/242	-0/122	-0/164	-0/159	-0/172	-0/181	-0/127	-0/167	-0/120	-0/114
A3	-0/121	-0/175	-0/211	-0/161	-0/061	-0/074	-0/085	-0/121	-0/152	-0/101	-0/110	-0/103
A4	-0/019	-0/006	0/000	-0/074	-0/082	-0/064	-0/043	-0/033	-0/105	-0/054	-0/119	-0/109
A5	-0/131	-0/101	-0/086	-0/074	-0/102	-0/169	-0/161	-0/139	-0/078	-0/118	-0/118	-0/112
A6	-0/054	-0/029	-0/034	-0/074	-0/102	-0/111	-0/094	-0/127	-0/110	-0/079	-0/103	-0/110
A7	-0/035	-0/019	-0/022	-0/074	-0/102	-0/074	-0/045	-0/063	-0/229	-0/170	-0/110	-0/112
A8	-0/347	-0/348	-0/341	-0/350	-0/271	-0/247	-0/345	-0/312	-0/150	-0/335	-0/116	-0/112
A9	-0/034	-0/025	-0/034	-0/074	-0/082	-0/059	-0/054	-0/049	-0/161	-0/031	-0/117	-0/110
A10	-0/027	-0/013	0/000	-0/074	-0/082	-0/072	-0/055	-0/041	-0/151	-0/027	-0/101	-0/119
A11	-0/170	-0/153	-0/158	-0/122	-0/211	-0/173	-0/163	-0/201	-0/102	-0/149	-0/110	-0/109
A12	-0/023	-0/008	-0/007	-0/074	-0/082	-0/067	-0/044	-0/042	-0/126	-0/027	-0/106	-0/109
A13	-0/060	-0/083	-0/046	-0/074	-0/119	-0/162	-0/142	-0/173	-0/186	-0/285	-0/113	-0/108
A14	-0/058	-0/035	-0/049	-0/122	-0/119	-0/067	-0/073	-0/055	-0/116	-0/047	-0/105	-0/105
A15	-0/050	-0/057	-0/049	-0/122	-0/102	-0/074	-0/092	-0/043	-0/075	-0/043	-0/103	-0/110
A16	-0/030	0/000	0/000	-0/074	-0/102	-0/088	-0/091	-0/106	-0/111	-0/060	-0/103	-0/114
A17	-0/129	-0/112	-0/072	-0/074	-0/164	-0/191	-0/154	-0/172	-0/081	-0/145	-0/109	-0/113
A18	-0/054	-0/080	-0/111	-0/074	-0/061	-0/086	-0/066	-0/066	-0/074	-0/064	-0/109	-0/111
A19	-0/067	-0/080	-0/062	-0/074	-0/035	-0/079	-0/076	-0/073	-0/074	-0/047	-0/113	-0/109
A20	-0/034	-0/015	-0/022	-0/074	-0/135	-0/062	-0/059	-0/072	-0/079	-0/043	-0/112	-0/114
A21	-0/058	-0/055	-0/038	-0/122	-0/082	-0/144	-0/126	-0/125	-0/054	-0/109	-0/104	-0/108
A22	-0/056	-0/023	-0/017	-0/122	-0/102	-0/077	-0/078	-0/087	-0/066	-0/064	-0/111	-0/111
A23	-0/013	-0/006	-0/007	-0/074	-0/061	-0/056	-0/044	-0/042	-0/133	-0/085	-0/126	-0/114
A24	-0/039	-0/030	-0/022	-0/074	-0/035	-0/091	-0/069	-0/084	-0/112	-0/054	-0/105	-0/111
A25	-0/049	-0/042	-0/034	-0/074	-0/102	-0/123	-0/095	-0/104	-0/080	-0/085	-0/114	-0/112
A26	-0/019	-0/013	-0/012	-0/074	-0/102	-0/064	-0/069	-0/078	-0/050	-0/050	-0/113	-0/109
A27	-0/062	-0/064	-0/042	-0/074	-0/082	-0/173	-0/143	-0/128	-0/075	-0/114	-0/109	-0/113
A28	-0/052	-0/110	-0/097	-0/122	-0/082	-0/107	-0/077	-0/070	-0/102	-0/076	-0/109	-0/108
A29	-0/033	-0/032	-0/030	-0/122	-0/135	-0/079	-0/051	-0/087	-0/084	-0/079	-0/100	-0/112
A30	-0/043	-0/040	-0/022	-0/074	-0/135	-0/069	-0/084	-0/078	-0/072	-0/054	-0/111	-0/110
A31	-0/073	-0/061	-0/075	-0/074	-0/082	-0/086	-0/082	-0/066	-0/070	-0/073	-0/117	-0/111

گام ۴- محاسبه در جه انحراف d_j

گام ۵- محاسبه وزن شاخص W_j

نتایج گام‌های ۳ الی ۵ در **جدول ۹** ارایه شده است.

جدول ۹- اوزان محاسبه‌شده شاخص‌ها.

Table 9- Calculated weights of indicators.

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Ej	0/637	0/605	0/569	0/885	0/935	0/940	0/871	0/896	0/959	0/838	0/999	0/9998
dj	0/363	0/395	0/431	0/115	0/065	0/060	0/129	0/104	0/041	0/162	0/001	0/0002
Wj	0/195	0/212	0/231	0/062	0/034	0/032	0/069	0/055	0/021	0/087	0/0004	0/0001

همان‌طور که در **جدول ۹** قابل‌مشاهده است، وزن شاخص‌های امنیت سرمایه‌گذاری و محیط کسب‌وکار نزدیک به صفر است و عملا تاثیری در انجام محاسبات بعدی نخواهند داشت. دلیل این امر را می‌توان از ضعف‌های روش آنتروپی شانون برشمرد، چرا که پراکندگی کم بین داده‌های هر شاخص تاثیر به‌سزایی در کاهش وزن آن شاخص می‌گذارد؛ بنابراین، از آن‌جا که احساس شد اهمیت این دو شاخص کم‌تر از دیگر شاخص‌ها نباشد، روش وزن‌دهی را از عینی به ذهنی تغییر داده و از خبرگان طی پرسش‌نامه‌ای خواسته شده به ارزیابی اهمیت شاخص‌های مذکور با نمره‌دهی طیف ۵ تایی لیکرت بپردازند. طی انجام این مرحله، اوزان جدید شاخص‌ها به ترتیب **جدول ۱۰** ارایه می‌شود.

جدول ۱۰- اوزان جدید محاسبه شده شاخص‌ها.

Table 10- Newly calculated weights of indicators.

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Wj	0/090	0/079	0/090	0/069	0/079	0/085	0/085	0/069	0/063	0/085	0/101	0/101

گام ۲- تعیین مقادیر ایده‌آل و غیر ایده‌آل

بهترین و بدترین مقدار برای هر شاخص از روی ماتریس تصمیم‌گیری به‌صورت **جدول ۱۱** است.

جدول ۱۱- بهترین و بدترین مقدار برای هر شاخص.

Table 11- Best and worst values for each indicator.

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
بهترین مقدار	3340	1171	525	14	19	140	19492	10896493	39253831	22/1	4/4	5/45
بدترین مقدار	14	0	0	1	1	16	718	382394	4418958	0/5	6/08	6/64

گام ۳- محاسبه شاخص‌های S و R

مقادیر شاخص‌های S و R برای گزینه‌ها محاسبه شده و مطابق **جدول ۱۲** است.

جدول ۱۲- نتایج مقادیر S و R برای گزینه‌ها.

Table 12- Results of S and R values for the options.

گزینه	S	R	گزینه	S	R
A1	0/875	0/090	A17	0/736	0/087
A2	0/736	0/079	A18	0/844	0/089
A3	0/729	0/084	A19	0/853	0/088
A4	0/880	0/090	A20	0/874	0/090
A5	0/803	0/086	A21	0/759	0/089
A6	0/778	0/089	A22	0/844	0/090
A7	0/781	0/090	A23	0/931	0/101
A8	0/154	0/064	A24	0/827	0/090
A9	0/862	0/090	A25	0/837	0/089
A10	0/860	0/101	A26	0/858	0/090
A11	0/674	0/081	A27	0/792	0/089
A12	0/824	0/090	A28	0/795	0/089
A13	0/681	0/089	A29	0/795	0/090
A14	0/776	0/089	A30	0/835	0/090
A15	0/811	0/089	A31	0/871	0/087
A16	0/818	0/090			

در تحلیل **جدول ۱۲**، می‌توان مشاهده کرد که بیش‌تر گزینه‌ها دارای مقادیر بالا و نزدیک به هم در هر دو شاخص S و R هستند که نشان‌دهنده رقابت نزدیک بین آن‌هاست. گزینه *A8* با فاصله زیاد، دارای پایین‌ترین مقدار است و به‌وضوح بهترین گزینه سازشی محسوب می‌شود؛ زیرا هم مجموع فواصلش از راه‌حل ایده‌آل پایین است (کم‌ترین S) و هم در بدترین معیار، عملکرد خوبی دارد (کم‌ترین R). در مقابل، گزینه‌هایی مانند *A23*، *A10* و *A4* دارای مقادیر بسیار نزدیک به ۱ در S و نزدیک به ۰/۱ در R هستند که آن‌ها را در بین ضعیف‌ترین گزینه‌ها از نظر فاصله با راه‌حل ایده‌آل قرار می‌دهد. پراکندگی بسیار محدود مقادیر R (بین ۰/۰۷۹ تا ۰/۱۰۱) نشان می‌دهد که تفاوت حداکثری عملکرد بین گزینه‌ها در تنها یک شاخص، به ندرت رخ داده است و اکثرا عملکرد یکنواخت در چندین شاخص عامل تفاوت است. این نکته تاکیدی بر ضرورت تمرکز بر بهبود چندبعدی در استان‌های ضعیف‌تر دارد، نه صرفا تمرکز بر یک عامل کلیدی.

گام ۴- محاسبه شاخص Q

مقادیر شاخص Q به‌ازای $v = 0.5$ برای گزینه‌های مختلف به صورت زیر است.

جدول ۱۳- نتایج مقدار Q.

Table 13- Q value results.

گزینه	Q	گزینه	Q	گزینه	Q	گزینه	Q
A1	0/817	A9	0/801	A17	0/690	A25	0/780
A2	0/584	A10	0/954	A18	0/776	A26	0/807
A3	0/643	A11	0/565	A19	0/773	A27	0/747
A4	0/824	A12	0/786	A20	0/811	A28	0/747
A5	0/722	A13	0/673	A21	0/728	A29	0/759
A6	0/742	A14	0/732	A22	0/795	A30	0/786
A7	0/752	A15	0/758	A23	1/000	A31	0/779
A8	0/000	A16	0/785	A24	0/781		

در تحلیل **جدول ۱۳** مقادیر Q در مدل ویکور که نمایانگر امتیاز نهایی و رتبه ترکیبی هر گزینه است، می‌توان به روشنی گزینه‌ها را بر اساس عملکرد کلی آن‌ها در معیارهای مختلف دسته‌بندی کرد. نخست، گزینه *A8* با $Q=0.0$ بهترین گزینه در کل مجموعه است، چرا که کم‌ترین مقدار Q را دارد و در مدل ویکور، مقدار کم‌تر Q به معنای نزدیکی بیش‌تر به راه‌حل ایده‌آل است. این گزینه به‌صورت قاطع از سایر گزینه‌ها متمایز بوده و در رتبه اول قرار می‌گیرد. پس از آن، گزینه‌های *A11*، *A2*، *A3*، *A13*، *A17* نیز با Q نسبتا پایین (بین ۰/۵۶۵ تا ۰/۶۹۰) در گروه دوم یا میانی عملکرد قرار دارند. در سوی دیگر طیف، چند گزینه با Q بسیار نزدیک به ۱ (نزدیک‌ترین به بدترین عملکرد) دیده می‌شوند. *A23* با $Q=1$، *A10* با $Q = 0.954$، *A4* با $Q = 0.824$ و *A1* با $Q = 0.817$ در میان ضعیف‌ترین گزینه‌ها هستند و بیش‌ترین فاصله را از راه‌حل ایده‌آل دارند. این مساله نشان می‌دهد که این استان‌ها از نظر شاخص‌های ترکیبی توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان وضعیت مطلوبی ندارند و نیاز به سیاست‌های جبرانی و تقویتی ویژه دارند. همچنین، تراکم بالای گزینه‌ها در بازه ۰/۷۴۲ تا ۰/۸۰۱ (بیش از نیمی از گزینه‌ها در این ناحیه هستند) نشان می‌دهد که تفاوت بین گزینه‌های رتبه پایین، بسیار جزیی و رقابتی است و ممکن است با اندکی بهبود در یک یا دو شاخص کلیدی، جابه‌جایی قابل‌توجهی در رتبه‌ها رخ دهد. در مجموع، جدول Q یک توزیع نامتقارن نشان می‌دهد؛ با یک گزینه کاملا برتر (*A8*)، تعداد محدودی در گروه متوسط و اکثریتی فشرده در ناحیه ضعیف. این توزیع، نیازمند تمرکز سیاست‌گذاری بر ارتقای تدریجی گروه پرتراکم پایین و تحلیل ویژه برای گزینه‌های انتهایی جدول است.

گام ۵- رتبه‌بندی گزینه‌ها

اکنون باید گزینه‌ها را بر اساس مقادیر S، R و Q مرتب کرد که نتایج آن به شرح **جدول ۱۴** است.

جدول ۱۴- رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس مقادیر S، R و Q.

Table 14- Ranking of options based on S, R, and Q values.

گزینه		لیست مرتب شده بر اساس			گزینه		لیست مرتب شده بر اساس		
		S	R	Q			S	R	Q
اردبیل	A1	29	25	28	فارس	A17	5	6	6
اصفهان	A2	6	2	3	قزوین	A18	21	10	17
البرز	A3	4	4	4	قم	A19	23	8	16
ایلام	A4	30	28	29	کردستان	A20	28	20	27
آذربایجان شرقی	A5	14	5	7	کرمان	A21	7	15	8
آذربایجان غربی	A6	9	16	10	کرمانشاه	A22	22	24	24
بوشهر	A7	10	20	13	کهکیلویه و بویراحمد	A23	31	30	31
تهران	A8	1	1	1	گلستان	A24	18	20	20
چهارمحال و بختیاری	A9	26	18	25	گیلان	A25	20	16	19
خراسان جنوبی	A10	25	30	30	لرستان	A26	24	26	26

جدول ۱۴- ادامه.

Table 14- Continued.

گزینه		لیست مرتب شده بر اساس			گزینه		لیست مرتب شده بر اساس		
		S	R	Q			S	R	Q
خراسان رضوی	A11	2	3	2	مازندران	A27	11	14	12
خراسان شمالی	A12	17	27	23	مرکزی	A28	12	11	11
خوزستان	A13	3	12	5	هرمزگان	A29	13	19	15
زنجان	A14	8	9	9	همدان	A30	19	20	22
سمنان	A15	15	13	14	یزد	A31	27	7	18
سیستان و بلوچستان	A16	16	28	21					

گام ۶- بررسی شرایط پذیرش

در روش تصمیم‌گیری چندمعیاره *VIKOR*، رتبه‌بندی نهایی بر اساس شاخص Q صورت می‌گیرد، اما دو شرط مهم برای پذیرش گزینه اول (با کم‌ترین مقدار Q) به‌عنوان گزینه بهینه نهایی وجود دارد که باید رعایت شود.

۱. شرط مزیت قابل‌قبول: اختلاف Q بین گزینه اول و دوم باید حداقل به اندازه مقدار آستانه‌ای (0.033) باشد.

۲. شرط پایداری قابل‌قبول: گزینه اول در رتبه‌بندی بر اساس هر یک از دو معیار S یا R نیز باید در جایگاه اول باشد.

باتوجه به این‌که هر دو شرط برای گزینه اول یعنی تهران برقرار هستند، تهران به‌عنوان بهترین گزینه (رتبه اول) پذیرفته می‌شود. سایر استان‌ها بر اساس مقدار Q مرتب می‌شوند؛ بنابراین، رتبه‌بندی نهایی به این صورت خواهد بود:

جدول ۱۵- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها.

Table 15- Final ranking of options.

رتبه	استان	گزینه	رتبه	استان	گزینه
1	تهران	A8	21	سیستان و بلوچستان	A16
2	خراسان رضوی	A11	22	همدان	A30
3	اصفهان	A2	23	خراسان شمالی	A12
4	البرز	A3	24	کرمانشاه	A22
5	خوزستان	A13	25	چهارمحال و بختیاری	A9
6	فارس	A17	26	لرستان	A26
7	آذربایجان شرقی	A5	27	کردستان	A20
8	کرمان	A21	28	اردبیل	A1
9	زنجان	A14	29	ایلام	A4
10	آذربایجان غربی	A6	30	خراسان جنوبی	A10
11	مرکزی	A28	31	کهگیلویه و بویراحمد	A23
12	مازندران	A27			
13	بوشهر	A7			
14	سمنان	A15			
15	هرمزگان	A29			
16	قم	A19			
17	قزوین	A18			
18	یزد	A31			
19	گیلان	A25			
20	گلستان	A24			

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر، شرکت‌های دانش‌بنیان به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی توسعه اقتصادی و نوآوری در کشورهای مختلف شناخته شده‌اند. این شرکت‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و دانش بومی، نقش کلیدی در افزایش تولید ناخالص داخلی، اشتغال‌زایی پایدار و ارتقای رقابت‌پذیری ملی ایفا می‌کنند. بااین‌حال، تمرکزگرایی در تخصیص منابع و عدم توزیع عادلانه حمایت‌های مالی در سطح استان‌های کشور، یکی از چالش‌های اساسی در توسعه متوازن زیست‌بوم نوآوری محسوب می‌شود.

هدف این پژوهش، رتبه‌بندی استان‌های ایران بر پایه پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور بود. ابتدا شاخص‌های مرتبط در سطح استانی استخراج، سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور، رتبه نهایی استان‌ها محاسبه شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، استان تهران با اختلاف قابل‌توجهی در رتبه اول قرار گرفت و پس از آن استان‌های خراسان رضوی، اصفهان، البرز، خوزستان و فارس قرار دارند. این رتبه‌بندی تا حد زیادی با وضعیت واقعی توسعه فناوری و نوآوری در کشور هم‌خوانی دارد و نشان‌دهنده تمرکز زیرساخت‌های علمی، صنعتی و فناورانه در این استان‌هاست.

از جمله عوامل موثر در بالاتر بودن رتبه استان تهران می‌توان به مواردی چون تراکم دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی سطح بالا، حضور گسترده شرکت‌های خصوصی بزرگ، وجود اکوسیستم استارت‌آپی پویا و دسترسی آسان به منابع مالی و انسانی اشاره کرد. استان اصفهان نیز با دارا بودن شهرک‌های صنعتی بزرگ، دانشگاه‌های تراز اول نظیر دانشگاه صنعتی اصفهان و تجربه موفق در پیوند صنعت و دانشگاه، در رتبه دوم قرار گرفته است. در مقابل، استان‌هایی مانند کهگیلویه و بویراحمد، خراسان جنوبی و ایلام در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار گرفتند. دلایل عمده این رتبه پایین را می‌توان نبود زیرساخت‌های پژوهشی کافی، مهاجرت نخبگان، ضعف در پیوند صنعت و دانشگاه و کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر معرفی کرد. این مساله نشان می‌دهد که توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان در این استان‌ها نیازمند مداخله هدفمند دولت و سیاست‌گذاری‌های منطقه‌ای است.

مقایسه نتایج پژوهش حاضر با مطالعات پیشین، اعتبار یافته‌ها را افزایش داده و جایگاه آن را در ادبیات علمی مشخص می‌سازد. در زمینه رتبه‌بندی استان‌های کشور از منظر توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان، نتایج این مطالعه با یافته‌های امجدی و همکاران [29] همسو است که استان تهران و اصفهان را به‌عنوان پیشروترین استان‌ها معرفی کرده‌اند. همچنین، مشابه با پژوهش علینژاد و همکاران [30] تفاوت‌های قابل‌توجهی در ظرفیت‌های دانش‌بنیان استان‌ها مشاهده می‌شود که بیانگر نابرابری‌های منطقه‌ای در توسعه فناوری است.

از منظر مطالعات بین‌المللی، نتایج این پژوهش با گزارش‌های [42] و [43] که بر نقش کلیدی زیرساخت‌های علمی، فناوری اطلاعات و فضای کسب‌وکار در توسعه زیست‌بوم نوآوری تاکید دارند، مطابقت دارد. به‌طور خاص، اهمیت شاخص‌های نهادی مانند امنیت سرمایه‌گذاری و محیط کسب‌وکار که در این مطالعه لحاظ شده‌اند، مشابه یافته‌های گزارش *Doing Business* [43] است که این عوامل را از مولفه‌های حیاتی رشد نوآوری معرفی می‌کند.

با توجه به نتایج مدل ویکور و تحلیل مقادیر شاخص‌های S، R و Q، استان‌های کشور از منظر توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان در سه گروه اصلی قابل طبقه‌بندی هستند. هر یک از این گروه‌ها مستلزم سیاست‌گذاری متمایز و متناسب با ظرفیت‌ها و چالش‌های خاص خود هستند. در ادامه، راهبردهای سیاستی پیشنهادی برای هر گروه ارایه می‌شود:

استان‌های پیشرو (تهران، خراسان رضوی، اصفهان): این گروه از استان‌ها دارای پایین‌ترین مقادیر Q و در نتیجه، نزدیک‌ترین فاصله به راه‌حل ایده‌آل در مدل ویکور هستند. عملکرد ممتاز آن‌ها در شاخص‌های علمی، فناورانه و اقتصادی، بیانگر بلوغ نسبی زیست‌بوم نوآوری در این مناطق است. از جمله راهبردهای پیشنهادی می‌توان به ۱- تمرکز سیاست‌های حمایتی بر ابزارهای پیشرفته تامین مالی نظیر صندوق‌های با ریسک بالا، بازار ثانویه فناوری و حمایت از فرایندهای تجاری‌سازی بین‌المللی، ۲- جایگزینی تدریجی حمایت‌های بلاعوض با مکانیزم‌های تشویقی مبتنی بر عملکرد و ۳- تقویت زیرساخت‌های صادرات محصولات دانش‌بنیان و تسهیل ثبت مالکیت فکری در بازارهای خارجی اشاره کرد.

استان‌های با عملکرد متوسط (البرز، خوزستان، فارس) این استان‌ها با مقادیر Q در بازه میانی، دارای پتانسیل رشد هستند؛ اما برخی از شاخص‌های کلیدی نظیر زیرساخت علمی، سطح سرمایه‌گذاری یا دسترسی به فناوری اطلاعات در آن‌ها نیازمند ارتقا است. راهبردهای پیشنهادی شامل ۱- طراحی و اجرای سازوکارهای حمایتی مشروط بر تحقق شاخص‌های مشخص عملکردی، ۲- اختصاص اعتبارات هدفمند برای بهبود زیرساخت‌های نوآوری و تقویت پیوندهای دانشگاه و صنعت و ۳- حمایت از ایجاد مراکز نوآوری و شتاب‌دهنده‌های منطقه‌ای با مشارکت بخش خصوصی می‌تواند در این استان‌ها موثر واقع گردد. استان‌های دارای رتبه پایین (کهگیلویه و بویراحمد، خراسان جنوبی، ایلام): این گروه دارای بالاترین مقادیر Q بوده و در اکثر شاخص‌های مدل از جمله شاخص‌های علمی-آموزشی، اقتصادی و کسب‌وکار دارای ضعف جدی هستند. این وضعیت نشان‌دهنده فاصله قابل‌توجه این استان‌ها از میانگین ملی در حوزه توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان است. راهبردهای اجرای سیاست‌های جبرانی مبتنی بر عدالت منطقه‌ای از جمله اعطای کمک‌های بلاعوض زیرساختی به پارک‌های علم و فناوری تازه تاسیس، توسعه طرح‌های توانمندسازی نوآوری با همکاری دانشگاه‌های مادر در سایر استان‌ها طراحی مشوق‌های مالیاتی و تسهیلاتی برای جذب شرکت‌های دانش‌بنیان به این مناطق و راه‌اندازی کمپ‌های آموزشی و انتقال تجربه با مشارکت استان‌های پیشرو را می‌توان برای ارتقای این استان‌ها پیشنهاد داد. به‌طورکلی یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که الگوی یکسان حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان در سطح کشور کارایی لازم را ندارد. پیشنهاد می‌شود که نهادهای سیاست‌گذار، با اتخاذ رویکردی منطقه گرا و داده‌محور، نسبت به طراحی سیاست‌های تفکیک‌شده و متناسب با شرایط استان‌ها اقدام نمایند تا ضمن افزایش اثربخشی حمایت‌ها، توسعه متوازن زیست‌بوم نوآوری در سطح ملی نیز تسهیل شود. همچنین ایجاد سامانه رصد آنی شاخص‌ها توسط مرکز آمار ایران برای پوشش محدودیت‌های داده‌ای در این زمینه می‌تواند اثربخش باشد.

این مطالعه با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها، نبود داده‌های کامل و به‌روز برای برخی شاخص‌ها بود که ممکن است باعث کاهش دقت تحلیل شده باشد. همچنین، مدل ویکور مورد استفاده در این پژوهش، صرفا بر پایه تحلیل کمی بنا شده و جنبه‌های کیفی نظیر فرهنگ نوآوری یا کیفیت منابع انسانی را لحاظ نمی‌کند. در نتیجه، ترکیب روش‌های کمی و کیفی در مطالعات آتی می‌تواند تصویر جامع‌تری از وضعیت نوآوری در کشور ارایه دهد. پژوهشگران آینده می‌توانند با ترکیب روش‌های کمی و کیفی به تحلیل جامع‌تر و عمیق‌تری از پتانسیل توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان دست یابند. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به سطح شهرستان‌ها و شهرک‌های صنعتی توجه کنند تا امکان تحلیل دقیق‌تری از زیست‌بوم دانش‌بنیان فراهم شود. در نهایت، بررسی تاثیر سیاست‌های تخصیص منابع صندوق نوآوری بر عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان در طول زمان می‌تواند چشم‌انداز بهتری برای سیاست‌گذاران ایجاد نماید.

تشکر و قدردانی

از افرادی که در نگارش مقاله کمک کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع مالی

نویسندگان از هیچ گونه حمایت مالی استفاده نکرده‌اند.

تعارض با منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع

[1] Hamed, A. F., Salman, A. S., Yassen, M., Aldabagh, D. A., & Savenko, V. (2024). Human capital development in knowledge economies. *Journal of ecohumanism*, *3*(5), 798–816. https://doi.org/10.62754/joe.v3i5.3938

[2] World bank. (2021). *Global economic prospects.* https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects

[3] Alemu, M. D. (2024). *Financial technology (FinTech), artificial intelligence (AI), ICT, institutional quality, and financial sector development: International evidence*. Research square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5712330/v1%0A%0A

[4] Zhang, Y., & Ji, Z. (2024). Has China's new infrastructure promoted sustainable economic development? Evidence based on information infrastructure and entrepreneurship. *Sustainability*, *16*(7). https://doi.org/10.3390/su16073024

[5] Zhao, S., Liu, X., Andersson, U., & Shenkar, O. (2022). Knowledge management of emerging economy multinationals. *Journal of world business*, *57*(1), 101255. https://doi.org/10.1016/j.jwb.2021.101255

[6] Adeniyi, A., Akashaba, B., Aiyenuro, O., & Abiola, O. (2024). Framework for strategic investments in technology to enhance sustainable economic development in emerging markets. *2024 international journal of innovative science and research technology (IJISRT)*, *9*(10), 758–766. https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24OCT598

[7] Bayramova, G. (2024). Fostering innovation ecosystems: The role of knowledge economy in regional development. *Nakhchivan state university scientific works*, *1*(126), 85-92. (**In Azerbaijani**). https://doi.org/10.69760/pjz5q308

[8] Susilawati, M., Vandika, A., & Lesmana, T. (2024). The effect of application development, data security, and infrastructure availability on cost savings and company economic performance. *West science information system and technology*, *2*, 244–255. http://dx.doi.org/10.58812/wsist.v2i02.1210

[9] Kou, G., & Lu, Y. (2025). FinTech: A literature review of emerging financial technologies and applications. *Financial innovation*, *11*(1), 1-34. https://doi.org/10.1186/s40854-024-00668-6

[10] Padgaonkar1, J., & Sarkar, B. D. E. B. (2025). Technology transformations in infrastructure: A systematic review. *Communications on applied nonlinear analysis*, *32*(2). 264-282. https://doi.org/10.52783/cana.v32.1741

[11] Irna. (2024). *Companies, full report on the ecosystem of knowledge-based*. https://www.irna.ir/news/85763643

[12] Haq, S. M. A. (2012). Knowledge-based development and its relation to economic prosperity in developing countries. *Asian social science*, *8*(12), 36–47. http://dx.doi.org/10.5539/ass.v8n12p36

[13] Khamseh, A, & Radfar, R. (2008). Explanation of research and developments networking effect in the valus improvement of sMEs. *Roshde fanavari*, *4*(14), 1-10. (**In Persian**). http://rimag.ir/fa/Article/20217

[14] Fakhari, H., Salmani, D., & Daraei, M. R. (2013). The impact of economic sanctions on the knowledge-based companies in Iran. *Journal of science and technology policy*, *6*(1), 1-17. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1392.5.3.2.4

[15] Tabarsa, Gh. A., Hatami, S., & Abdali, R. (2012). Verification of relationship between organizational intelligence and knowledge creation case of: Staff of an industrial company. *Transformational management journal (Journal of management research)*, *4*(7), 110-132. (**In Persian**). https://sid.ir/paper/153989

[16] Khayatian Yazdi, M. S., Elyasi, M., & Tabatabaeeian, H. (2016). The model for sustainability of knowledge-based firms in Iran. *Journal of science and technology policy*, *9*(2), 49-62. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1395.9.2.5.9

[17] Nonaka, I. (1998). *Harvard business review on knowledge management*. Harvard business school press: Boston. https://www.amazon.com/Harvard-Business-Review-Knowledge-Management/dp/0875848818

[18] Liebowitz, J. (1998). *Knowledge organizations: What every manager should know*. CRC Press. https://doi.org/10.4324/9781003076001

[19] Argyris, C., & Schön, D. A. (1997). Organizational learning: A theory of action perspective. *Reis*, (77/78), 345-348. https://doi.org/10.2307/40183951

[20] Wiig, K. (2004). *People-focused knowledge management*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780080479910

[21] Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Addison-wesley publishing company. https://books.google.com/books?id=2aYOAQAAMAAJ

[22] Islamic Consultative Assembly. (2010). *Law on the support of knowledge-based companies and institutions and the commercialization of innovations and inventions*. (**In Persian**). https://rc.majlis.ir/fa/law/show/789

[23] Kazemi, M. (2024). Investigating the impact of resistance economy on knowledge-based companies. *Scientific journal of modern research approaches in management and accounting*, *7*(24). 975-983. (**In Persian**). https://majournal.ir/index.php/ma/article/view/1924

[24] Eshraghi, A., Miremadi, S. I., & Vesal, M. (2021). An evaluation of the impact of support policies on the transition of knowledge-based firms to the growth stage. *Journal of science and technology policy*, *14*(1), 37-53. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1400.14.1.3.0

[25] Hamidi, M. (2023). Pathology of the development process of the country's knowledge-based ecosystem and the role of the law of knowledge-based production leap in its excellence. *Monthly scientific journal "economic security"*. *11*(3), 99-108. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17354188.1402.11.3.7.7

[26] Rahimzadeh, A., Falihi, N., & Rajaei, Y. (2021). Selection of stock asset portfolio based on behavioral economics method: a case study of Tehran Stock Exchange. *Journal of financial economics (Financial economics and development)*, *15*(55), 155-189. (**In Persian**). https://sid.ir/paper/412566/en

[27] Udayanganie, W. M. I. (2021). Knowledge-based innovation for sustainable competitive advantage. *International journal of human resource studies*, *11*(1), 366373–366373. https://doi.org/10.5296/ijhrs.v11i1.18016

[28] Negulescu, O. (2016). Knowledge as investment in human resources to increase the company success. *Annals of spiru haret university, economic series*, *16*(4), 27–33. https://ideas.repec.org/a/ris/sphecs/0356.html

[29] Amjadi, M. H. A., Mehrabi Bashar-Abadi, H., & Jahan-Aray, N. (2020). Ranking of the country's provinces in terms of knowledge-based economy indicators. *Strategy*, *29*(1), 163-196. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.10283102.1399.29.1.6.4

[30] Alinezhad, Z., Najafi, S. M. B., Fathollahi, J., & Zali, N. (2021). Classification of Iran's provinces in terms of regional knowledge-based economy index using k-means and fuzzy c-means clustering algorithms. *The economic research*, *21*(1), 117-146. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17356768.1400.21.1.6.4

[31] R Naghizadeh, S Allahy, M. R. (2021). A model for NTBF creation in less developed regions based on the Smart Specialisation concept: The case of regions in Iran. *Taylor & francis*, *55*(3), 441–452. https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1736539

[32] Nasiri Nakaristan, A. (2023). Opportunities and challenges of developing knowledge-based companies. (**In Persian**). *National conference on knowledge-based and entrepreneurial agricultural economics*. Sari, Iran. Civilica. https://civilica.com/doc/1615158

[33] Shariatnejad, A. (2024). Identifying Obstacles and providing solutions for the development of knowledge-based companies with a management policy approach using the Fuzzy Delphi Method. *Innovation management in defensive organizations*, *7*(2), 75-98. (**In Persian**). 10.22034/qjimdo.2023.410734.1613

[34] Kahrayi, S., & Shivaie, E. (2023). The study of the development of knowledge-based companies and innovative startups of science and technology parks on regional economic growth in Iran. *Innovation economicecosystem studies*, *3*(1), 13-32. (**In Persian**). https://doi.org/10.22111/innoeco.2021.6619

[35] Farnoudi, S., Ghazinoory, S. S., Radfar, R., & Tabatabaeian, H. (2017). Investigating the growth factors of knowledge-based firms in iran with approach to explaining the possible paths. *Journal of science and technology policy*, *10*(2), 49-66. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1396.10.2.5.6

[36] Naghizadeh, R., Elahi, S., & Manteghi, M. (2016). The pattern of technological innovation development in the regions of Iran; The case of Bio, Nano, Aero and ICT. *Journal of science and technology policy*, *9*(1), 43-59. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20080840.1395.9.1.5.7

[37] Daneshbonyan. (2024). *Regulations for the evaluation and support of knowledge-based companies and institutions*. https://b2n.ir/yz8237

[38] Ministry of science, research and technology. (2021). *Performance report of the ministry of science, research and technology during the 11th and 12th administrations*. https://b2n.ir/xb4884

[39] Organization, T. P. M. P. (2022). *Tehran province statistical yearbook.* (**In Persian**). https://amar.org.ir/Portals/0/PropertyAgent/6200/Files/31006/400-23-00.pdf

[40] Tehrani, I., & Amin Ghanbari. (2023). *Monitoring investment security by province and business area.* (**In Persian**). https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1797823

[41] Center, I. C. R. (2025). *National monitoring of iran's business environment.* (**In Persian**). https://iccima.ir/?p=40229

[42] OECD. (2019). *OECD science, technology and innovation outlook*. https://doi.org/10.1787/25186167

[43] The World Economic forum. (2020). *Global competitiveness Report 2020*. https://www.weforum.org/publications/the-global-competitiveness-report-2020/

[44] ITU. (2021). *Measuring digital development: Facts and figures 2021*. https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2021.pdf

[45] World Bank. (2022). *World development indicators*. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

[46] World Bank. (2020). *Doing business 2020: Comparing business regulation in 190 economies*. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/688761571934946384/doing-business-2020-comparing-business-regulation-in-190-economies

[47] Prato, T., & Herath, G. (2007). Multiple-criteria decision analysis for integrated catchment management. *Ecological economics*, *63*(2), 627–632. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.003

[48] Zavadskas, E. K., Govindan, K., Antucheviciene, J., & Turskis, Z. (2016). Hybrid multiple criteria decision-making methods: A review of applications for sustainability issues. *Economic research-ekonomska istrazivanja* , *29*(1), 857–887. https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1237302

[49] Wang, C. H., & Pang, C. T. (2011). Using VIKOR method for evaluating service quality of online auction under fuzzy environment. *International journal of computer science engineering & technology*, *1*(6), 307–314. http://ijcset.net/docs/Volumes/volume1issue6/ijcset2011010609.pdf

[50] Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2002). Multicriteria planning of post earthquake sustainable reconstruction. *Computer Aided civil and infrastructure engineering*, *17*(3), 211–220. https://doi.org/10.1111/1467-8667.00269

[51] Naderi, F, Naseri, B, & Bastami, N. (2021). Efficiency of victor model in landslide risk zoning in the watershed of Galal Dam in Ilam Province. *GEOGRAPHY and environmental hazards*, *10*(37), 21-29. (**In Persian**). https://sid.ir/paper/661763

[52] Duckstein, L., & Opricovic, S. (1980). Multiobjective optimization in river basin development. *Water resources research*, *16*(1), 14–20. https://doi.org/10.1029/WR016i001p00014

[53] Chang, Y. H., & Yeh, C. H. (2001). Evaluating airline competitiveness using multiattribute decision making. *Omega*, *29*(5), 405–415. https://doi.org/10.1016/S0305-0483(01)00032-9

[54] Stevenson, W. J. (2005). *Operations management*. McGraw-Hill/Irwin. https://books.google.com/books?id=ED5vnQAACAAJ

[55] Banihabib, M. E., & Chitsaz, N. (2016). A multi-criteria VIKOR Model for assessment of flood-management options. *IRANIAN of irrigation & water engineering*, *6*(25), 68-82. (**In Persian**). https://www.sid.ir/paper/247324/en

[56] Lopez, L. M., Ishizaka, A., Qin, J., & Alvarez-Carrillo, P. A. (2023). *Multi-criteria decision-making sorting methods: applications to real-world problems*. Academic Press. https://books.google.com/books?id=a7F3EAAAQBAJ

[57] Alaei, S. (2021). *Multi-criteria decision making: Sorting methods*. Khatam University Press. https://publications.khatam.ac.ir/book_401912.html