

Nonlinear Modeling of the Impact of Institutional-Developmental Indicators on Iran's Gross Domestic Product Using the Response Surface Methodology

Aliasghar Abdeshahi¹ Ph.D. of Student, Department of Management, Faculty of Management and Economics, Lorestan University, Khorramabad, Iran. (Corresponding Author)

Hojat RezaeiArjmand² M.A. , Business Administration, Head of Administrative and Public Services, Social Security Hospital, Khorramabad, Iran.

Received: 17/May/2025 | Accepted: 28/Sep/2025

Abstract

Purpose: This study investigated the nonlinear impact of three institutional-development indicators of e-government development, human development, and governance effectiveness on Iran's GDP during the period 2010–2024. The main objective was to determine not only their individual effects but also their optimal combinations for enhancing sustainable economic growth.

Methodology: The research was quantitative and applied, relying on global secondary data. Response Surface Methodology (RSM) was employed to analyze linear, quadratic, and interactive effects among the variables. This approach allowed for the construction of second-order models and the identification of optimal policy points, which conventional linear econometric models often fail to capture.

Findings: The results show that e-government development exerts the strongest and most significant positive influence on GDP growth, highlighting its significant role in economic performance. Governance effectiveness also demonstrates a positive and accelerating relationship, confirming that improvements in institutional quality drive stronger economic expansion. By contrast, human development exerts a positive effect at lower levels but encounters diminishing returns beyond a threshold, indicating a “saturation effect” that may reduce efficiency in resource-constrained contexts.

Originality: For the first time in Iran, this study applies RSM to model nonlinear institutional effects on GDP, offering an innovative framework for data-driven policy analysis.

Recommendations: Policymakers should prioritize strengthening e-government and improving governance effectiveness. Moreover, organizations should design human development strategies with attention to marginal returns to ensure long-term productivity.

Keywords: E-Government; Governance Effectiveness; Human Development; Economic Growth; Response Surface Methodology; Economic Policymaking.

1. aliasghar.abdeshahi@gmail.com

2. rezaiarjmand.hojat@tamin.ir

عنوان مقاله: مدل‌سازی غیرخطی اثر شاخص‌های نهادی - توسعه‌ای بر تولید ناخالص داخلی ایران با بهره‌گیری از روش سطح پاسخ

علی اصغر عبدشاهی^۱، حجت رضایی ارجمند^۲

دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۷

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

مقاله پژوهشی

چکیده:

هدف: این پژوهش، به بررسی اثرات غیرخطی سه شاخص نهادی - توسعه‌ای شامل توسعه دولت الکترونیک، توسعه انسانی و اثربخشی حکمرانی، بر تولید ناخالص داخلی ایران، طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ می‌پردازد. هدف اصلی، شناسایی نه تنها آثار منفرد این شاخص‌ها، بلکه ترکیب‌های بهینه آن‌ها، برای ارتقای رشد پایدار اقتصادی است.

روش‌شناسی/رویکرد: پژوهش حاضر، کمی و کاربردی بوده و بر داده‌های ثانویه جهانی، استوار است. برای تحلیل روابط خطی، درجه دوم و تعاملی میان متغیرها، از روش سطح پاسخ، استفاده شده است. این رویکرد، امکان مدل‌سازی معادلات درجه دوم و شناسایی نقاط بهینه سیاستی راه‌فراهم می‌سازد؛ امری که مدل‌های اقتصادسنجی خطی رایج، کمتر قادر به تبیین آن هستند.

یافته‌ها: نتایج، نشان داد توسعه دولت الکترونیک، بیشترین و قوی‌ترین اثر مثبت راه بر رشد تولید ناخالص داخلی دارد و نقش محوری، ایفا می‌کند. اثربخشی حکمرانی نیز، رابطه‌ای مثبت و فزاینده، با تولید ناخالص داخلی دارد و ارتقای کیفیت نهادی، رشد اقتصادی را تقویت می‌کند. در مقابل، توسعه انسانی در سطوح پایین، اثر مثبت دارد اما با عبور از یک آستانه مشخص، با بازدهی کاهش، روبه‌رو می‌شود که بیانگر پدیده «اشباع بازدهی» است.

ارزش / اصالت پژوهش: این مطالعه، برای نخستین بار در ایران، با بهره‌گیری از روش سطح پاسخ، به مدل‌سازی اثرات غیرخطی نهادی، پرداخته و الگویی نوآورانه، برای تحلیل سیاست‌های اقتصادی ارائه می‌دهد.

پیشنهادها: یافته‌ها بر ضرورت تقویت دولت الکترونیک و بهبود حکمرانی، تأکید دارند. همچنین توصیه می‌شود برنامه‌های توسعه انسانی، با توجه به بازدهی حاشیه‌ای، طراحی و اجرا شوند تا بهره‌وری بلندمدت بهینه گردد.

کلیدواژه‌ها: دولت الکترونیک، حکمرانی اثربخش، توسعه انسانی، رشد اقتصادی، روش سطح پاسخ، خط‌مشی‌گذاری اقتصادی.

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (نویسنده مسئول).
abdeshahi.aa@fh.lu.ac.ir

۲. کارشناسی‌ارشد مدیریت بازرگانی، رئیس امور اداری و خدمات عمومی، بیمارستان تأمین اجتماعی، خرم‌آباد، rezaiarjmand.hojat@tamin.ir. ایران.

رشد اقتصادی پایدار، یکی از اولویتهای اصلی کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، است که به عوامل نهادی و توسعه‌ای، وابسته است. برای مثال، ابوالفول، تجدینی، قلی‌پور، بشار و جمانی^۱ (۲۰۲۴) نشان دادند که فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای خاورمیانه، اثر مثبت، بر رشد اقتصادی دارد، اما این اثر، به کیفیت نهادی وابسته است. در ایران، محدودیت‌های نهادی، مانند ناکارآمدی بوروکراتیک، فساد مالی و مهاجرت نخبگان، چالش‌های جدی برای بهره‌برداری از این عوامل، ایجاد کرده است. این پژوهش، با تمرکز بر تعاملات غیرخطی میان توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و دولت الکترونیک، به دنبال ارائه چهارچوبی، برای سیاست‌گذاری اقتصادی مؤثر، در شرایط محدودیت منابع است.

مطالعات متعددی به بررسی اثر شاخص‌های نهادی و توسعه‌ای بر رشد اقتصادی، پرداخته‌اند. برای مثال، رحمان، راجا و رایان^۲ (۲۰۲۰) بر نقش توسعه انسانی و فواز، منیف و پوپیاشویلی^۳ (۲۰۲۱) بر اهمیت اثربخشی حکمرانی تأکید کرده‌اند. همچنین، سوکارنو و نورماندی^۴ (۲۰۲۳) به نقش فناوری دیجیتال، در بهبود عملکرد اقتصادی، اشاره کرده‌اند. با این حال، اکثر این مطالعات، به تحلیل‌های خطی محدود شده و تعاملات غیرخطی، میان شاخص‌های توسعه انسانی^۵، اثربخشی حکمرانی^۶ و دولت الکترونیک^۷ را کمتر بررسی کرده‌اند.

در ایران، پژوهش‌های داخلی نیز محدودیت‌هایی در تحلیل جامع عوامل نهادی داشته‌اند. برای مثال، محمودی^۸ (۲۰۲۱) اثر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی را، بررسی کرده است، اما فقدان مدل‌های غیرخطی و ترکیبی، شکاف نظری و کاربردی مهمی، ایجاد کرده است. در آسیا، راکساس^۹ (۲۰۲۵) نشان داد که دولت الکترونیک، تنها در بستر نهادی مناسب، از طریق بهبود شفافیت و پاسخ‌گویی، به توسعه پایدار، منجر می‌شود. در شرایط ایران، ضعف حکمرانی و کمبود زیرساخت‌های دیجیتال، مانع از بهره‌برداری کامل از این شاخص‌ها، شده است. این پژوهش، با رفع این شکاف، به تحلیل غیرخطی و تعاملی این عوامل، می‌پردازد. این مطالعه، به دنبال پاسخ به پرسش‌های زیر است:

۱. چگونه روابط غیرخطی و تعاملی، میان شاخص‌های توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و

1. Abu Alfoul, Tajaddini, Gholipour, Bashar & Jamaani
2. Rahman, Raja & Ryan
3. Fawaz, Mnif, & Popiashvili
4. Sukarno & Nurmandi
5. Human Development
6. Effectiveness of Governance
7. Electronic Government
8. Mahmoudi
9. Roxas

دولت الکترونیک بر تولید ناخالص داخلی ایران، اثر می‌گذارد؟

۲. چه ترکیب بهینه‌ای از این شاخص‌ها، می‌تواند رشد اقتصادی را، در شرایط محدودیت‌های نهادی ایران، بیشینه کند؟

۳. چگونه می‌توان از این روابط، برای طراحی سیاست‌های اقتصادی مؤثر استفاده کرد؟

این پرسش‌ها با هدف پر کردن شکاف‌های نظری، در تحلیل‌های غیرخطی و ارائه راهکارهای کاربردی برای ایران، طراحی شده‌اند.

هدف این پژوهش، ارائه مدلی غیرخطی با استفاده از روش سطح پاسخ^۱ برای تحلیل تعاملات میان توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و دولت الکترونیک است. برای مثال، پیدوبنا، دیباچ، کراسوفسکی، پلیخانوف و موگیلفسکی^۲ (۲۰۲۴) بر اهمیت مدل‌های غیرخطی، در تحلیل شاخص‌های اقتصاد کلان، تأکید کرده‌اند. این روش، برخلاف مدل‌های خطی سنتی، امکان بررسی اثرات درجه دوم و تعاملی را فراهم می‌کند که برای درک پویایی‌های نهادی در ایران، ضروری است. این مطالعه، با بهره‌گیری از داده‌های معتبر بین‌المللی (۲۰۲۴-۲۰۱۰)، چهارچوبی داده‌محور، برای بهینه‌سازی رشد اقتصادی، ارائه می‌دهد.

مرور ادبیات و پژوهش‌های پیشین، نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات متعددی، به طور جداگانه نقش توسعه انسانی، حکمرانی اثربخش یا دولت الکترونیک را بر رشد اقتصادی، تأیید کرده‌اند، اما اغلب این پژوهش‌ها، بر رویکردهای خطی و تک‌متغیره متکی بوده و از تحلیل هم‌زمان و غیرخطی تعاملات، میان این شاخص‌ها غفلت کرده‌اند (Sukarno & Nurmandi, 2023; Fawaz et al., 2021). در ادبیات داخلی نیز، عمدتاً رویکردی مشابه دنبال شده، و مطالعاتی همچون محمودی (۲۰۲۱)، صرفاً به اثرگذاری انفرادی این مؤلفه‌ها، پرداخته‌اند، بدون آنکه مدلی برای شناسایی ترکیب بهینه سیاستی، ارائه کنند. بنابراین، فقدان چهارچوبی ترکیبی و داده‌بنیاد، برای تحلیل هم‌افزایی نهادی، میان این سه شاخص، شکاف اصلی در ادبیات، موجود است. این پژوهش، با به‌کارگیری روش سطح پاسخ، برای نخستین بار مدلی غیرخطی، جهت برآورد تعاملات هم‌زمان، میان توسعه انسانی، دولت الکترونیک و حکمرانی اثربخش ارائه می‌دهد، نقاط بهینه سیاستی را استخراج می‌کند و در نهایت، سناریوهای عملیاتی برای بهبود شفافیت، پاسخ‌گویی و تخصیص منابع، در شرایط محدودیت نهادی ایران، پیشنهاد می‌دهد. بدین ترتیب، این مطالعه، علاوه بر پر کردن شکاف نظری و تجربی ادبیات، سهمی کاربردی، در طراحی سیاست‌های رشد اقتصادی پایدار، ارائه می‌کند.

1. Response Surface Methodology (RSM)

2. Piddubna, Dybach, Krasovskiy, Pliekanov, & Mogylevskyi

توسعه انسانی و رشد اقتصادی

توسعه انسانی در نظریه‌های نوین رشد اقتصادی، از پیامد رشد، به عاملی کلیدی برای تقویت ظرفیت‌های اقتصادی تبدیل شده است. مفهوم شاخص توسعه انسانی که توسط برنامه توسعه سازمان ملل متحد، معرفی شد، شامل آموزش و سلامت است و جایگزینی برای سنج‌های صرفاً اقتصادی، مانند تولید ناخالص داخلی محسوب می‌شود. برای مثال، **گروزینا، فیرسووا و استریلکوفسکی**^۱ (۲۰۲۱) نشان دادند که پویایی شاخص توسعه انسانی، با تغییرات سیاستی، هم‌راستا است و از طریق ارتقای بهره‌وری نیروی کار، رشد اقتصادی را تقویت می‌کند. با این حال، این مطالعه، به محدودیت‌های نهادی در کشورهای در حال توسعه، کمتر توجه کرده است. در مقابل، **رحمان و همکاران** (۲۰۲۰) با تحلیل داده‌های آسیایی، ارتباط مثبت و معناداری بین شاخص توسعه انسانی و رشد اقتصادی گزارش کردند، اما تحلیل‌هایشان به مدل‌های خطی، محدود بود.

از منظر نظریه سرمایه انسانی، آموزش و سلامت، سرمایه‌گذاری‌های بلندمدتی هستند که بهره‌وری را افزایش می‌دهند. برای مثال، **بانرجی و چودری**^۲ (۲۰۲۰) با مدل‌های عامل محور، نشان دادند که شاخص توسعه انسانی، فراتر از درآمد، به پویایی‌های ساختاری اقتصاد، وابسته است، اما در سطوح بالای شاخص توسعه انسانی، بازدهی کاهشی، مانع اثربخشی می‌شود، به‌ویژه در کشورهایی با ضعف نهادی مانند ایران. **بونیئا و دین**^۳ (۲۰۲۰) نیز با معرفی مفهوم «اقتصاد نارضایتی»^۴، نابرابری در توسعه انسانی را، به عنوان مانعی، برای رشد پایدار، تحلیل کردند. در ایران، **محمودی** (۲۰۲۱) با مدل حسابداری رشد، نقش سرمایه انسانی، در بهره‌وری را تأیید کرد، اما به روابط غیرخطی و تعاملی، توجه نکرد. این پژوهش، با تحلیل غیرخطی شاخص توسعه انسانی، این شکاف را پر می‌کند.

1. Gruzina, Firsova & Strielkowski,
2. Banerjee & Choudhury
3. Bhunia & Dean
4. Economics of Discontent

حکمرانی اثربخش و نقش آن در توسعه

حکمرانی اثربخش، به عنوان بستری نهادی، خطمشی‌گذاری عمومی و رشد اقتصادی راه، تسهیل می‌کند. مفهوم «حکمرانی خوب» شامل پاسخ‌گویی، شفافیت، مشارکت، عدالت و حاکمیت قانون است و در نظریه‌های رشد درون‌زا، شرط لازم برای بهره‌برداری، از ظرفیت‌های توسعه‌ای، محسوب می‌شود. برای مثال، **فواز و همکاران (۲۰۲۱)** با تحلیل تطبیقی، نشان دادند که کیفیت حکمرانی، عامل اصلی تفاوت‌های عملکرد اقتصادی، بین کشورهای با درآمد بالا و پایین است. با این حال، این مطالعه، تعاملات پیچیده با سایر شاخص‌ها را نادیده گرفت. **ریزکالا^۱ (۲۰۲۰)** نیز در مصر، رابطه مستقیم حکمرانی خوب، با توسعه انسانی پایدار را تأیید کرد، اما به تحلیل‌های خطی محدود ماند.

در ایران، **رحمانی، بهبانی‌نیا، پارسایی و محمودخانی^۲ (۲۰۲۳)** با بررسی بلوغ مدیریت مالی، نشان دادند که شفافیت و اصلاح ساختارهای بوروکراتیک، برای حکمرانی اثربخش، ضروری است. **سیمایی‌چافی و معمارزاده تهران^۳ (۲۰۲۲)** با مدل حکمرانی شبکه‌ای، تعاملات بین بازیگران حکومتی و غیردولتی راه، برای بهبود کیفیت حکمرانی پیشنهاد کردند. **نصیری، یمنی‌دوزی سرخابی، ذاکر صالحی و ابولقاسمی^۴ (۲۰۲۲)** نیز با تحلیل پویایی‌های فناوری، چهارچوبی برای حکمرانی داده‌محور، ارائه دادند. **کایزر^۵ (۲۰۲۴)** بر ضرورت هم‌زمانی زیرساخت‌های فناوری و ظرفیت نهادی، تأکید کردند. این پژوهش، با مدل‌سازی غیرخطی، تعاملات حکمرانی با سایر شاخص‌ها، شکاف تحلیل‌های خطی راه، پر می‌کند.

دولت دیجیتال و حکمرانی هوشمند

دولت الکترونیک به‌عنوان ابزاری برای افزایش کارایی، شفافیت و مشارکت، در کشورهای در حال توسعه مورد توجه است. برای مثال، **سوکارنو و نورماندی^۶ (۲۰۲۳)** نشان دادند که ارتقای شاخص دولت الکترونیک، در جنوب شرقی آسیا، شاخص‌های حکمرانی و رشد اقتصادی راه، بهبود می‌بخشد. **تان و تای‌حق^۶ (۲۰۲۰)** نیز بر ضرورت ترکیب خطمشی‌های دیجیتال، با سازوکارهای نهادی برای حکمرانی هوشمند، تأکید کردند. **راکساس (۲۰۲۵)** استدلال کرد که دولت الکترونیک، تنها در بستر نهادی

1. Rizkallah
2. Rahmani, Behbahaninia, Parsaei & Mahmoudkhani
3. Simaei Chafi & Memarzadeh Tehran
4. Nasiri, Yamani Douzi Sorkhabi, Zaker-Salehi & Abolghasemi
5. Kaiser
6. Tan & Taihagh

مناسب، توسعه پایدار راه تقویت می‌کند. در ایران، طاهرپور کالانتاری، رهنورد و حسینی مرام^۱ (۲۰۱۲) موانع پیاده‌سازی دولت الکترونیک راه تحلیل کردند و المسوری، رضاییان، نضافتی و اوتارخانی^۲ (۲۰۲۰) نقش فناوری اطلاعات، در تقویت حکمرانی داده‌محور راه تأیید کردند. این پژوهش، با تحلیل غیرخطی هم‌افزایی دولت الکترونیک با سایر شاخص‌ها، این شکاف را رفع می‌کند.

جمع بندی نظری

ادبیات نظری بر نقش جداگانه توسعه انسانی، حکمرانی اثربخش و دولت الکترونیک تأکید دارد. برای مثال، ابوالفول و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که فناوری اطلاعات اثر مثبتی، بر رشد اقتصادی دارد، اما به کیفیت نهادی وابسته است. با این حال، تحلیل‌های خطی مانند گروزینا و همکاران (۲۰۲۱)، رحمان و همکاران (۲۰۲۰) و فواز و همکاران (۲۰۲۱) تعاملات غیرخطی را نادیده گرفته‌اند. در ایران، محمودی (۲۰۲۱) و رحمانی و همکاران (۲۰۲۳) به اثر تک‌متغیره پرداخته‌اند. این پژوهش، با ادغام این شاخص‌ها در چهارچوبی غیرخطی با روش سطح پاسخ، نه تنها شکاف‌های نظری را پر می‌کند، بلکه چهارچوبی نوآورانه برای سیاست‌گذاری، در شرایط محدودیت‌های نهادی ایران، ارائه می‌دهد.

پیشینه پژوهش

مطالعات خارجی

پژوهش‌های خارجی، اثر شاخص‌های نهادی و توسعه‌ای بر رشد اقتصادی را تأیید کرده‌اند. برای مثال، لویز، پکهام و والثر^۳ (۲۰۲۳) با تحلیل داده‌های چندکشوری، نشان دادند که کیفیت حکمرانی اثر بلندمدت بر رشد اقتصادی دارد، به ویژه در کشورهای در حال توسعه. رحمان و همکاران (۲۰۲۰) با مدل داده‌های تابلویی^۴، اثر مثبت سرمایه‌گذاری در توسعه انسانی راه، بر رشد آسیایی تأیید کردند. الرفاعی^۵ (۲۰۲۰) نیز نشان داد که دولت الکترونیک، با کاهش هزینه‌های مبادله، رشد اقتصادی را تقویت می‌کند. با این حال، این مطالعات، به مدل‌های خطی محدود بودند.

1. Taherpour Kalantari, Rahnavard & Hoseini Maram
2. Al-Masouri, Rezaeian, Nezafati & Avtar-Khani
3. Lopes, Packham & Walther
4. Panel Data
5. Al-Refai

کیم^۱ (۲۰۱۸) با مدل پویایی سیستم، روابط غیرخطی را در کره جنوبی، تحلیل کرد و نقش تقویت‌کننده عوامل نهادی را نشان داد. الخریسی و داهیش^۲ (۲۰۲۵) نیز با ترکیب روش سطح پاسخ و یادگیری ماشین، دقت مدل‌سازی غیرخطی را تأیید کردند. پیدوبنا و همکاران^۳ (۲۰۲۴) بر اهمیت تحلیل‌های غیرخطی در شاخص‌های اقتصاد کلان، تأکید کردند. با این حال، این مطالعات، تعاملات غیرخطی بین توسعه انسانی، حکمرانی و دولت الکترونیک را به صورت جامع، بررسی نکرده‌اند که این پژوهش، آن را پوشش می‌دهد.

مطالعات داخلی

در ایران، پژوهش‌ها بیشتر بر اثر تک‌متغیره متمرکز هستند. برای مثال، محمودی^۴ (۲۰۲۱) با مدل حسابداری رشد، نقش سرمایه انسانی در بهره‌وری را تأیید کرد. رحمانی و همکاران^۵ (۲۰۲۳) چالش‌های نهادی مانند ضعف پاسخ‌گویی را مانع رشد، دانستند. طاهرپور کلانتری و همکاران^۶ (۲۰۱۲) موانع دولت الکترونیک را تحلیل کردند و المسوری و همکاران^۷ (۲۰۲۰) نقش فناوری اطلاعات در حکمرانی داده‌محور را تأیید کردند.

جمال‌الدینی، حسین‌زاده و شجاعی^۸ (۲۰۲۲) اثر مدیریت مبتنی بر وب را بر بهره‌وری، بررسی کردند و خدابنده، منوریان و نرگسیان^۹ (۲۰۲۲) مدل حکمرانی شبکه‌ای را برای پیشگیری از فرار مالیاتی، پیشنهاد کردند. رهنورد^{۱۰} (۲۰۲۲) نیز سیاست‌های توسعه را تحلیل کرد، اما این مطالعات، عمدتاً کیفی یا خطی بودند و به تعاملات غیرخطی توجه نکردند. این پژوهش، با مدل‌سازی غیرخطی و تعاملی، این شکاف را پر می‌کند.

مدل مفهومی پژوهش

مدل مفهومی این پژوهش که در شکل (۱) ارائه شده است، با الهام از نظریه‌های اقتصاد نهادی، سرمایه انسانی و حکمرانی دیجیتال طراحی شده است. این مدل، با اتکا به پیشینه نظری و تجربی، چهارچوبی جامع برای تحلیل تأثیر سه شاخص نهادی-توسعه‌ای (توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و دولت الکترونیک) بر تولید ناخالص داخلی ایران، فراهم می‌کند. برای مثال، پیدوبنا و همکاران^{۱۱} (۲۰۲۴) بر اهمیت مدل‌های غیرخطی در تحلیل شاخص‌های اقتصاد کلان، تأکید کردند. این مدل، با تأکید

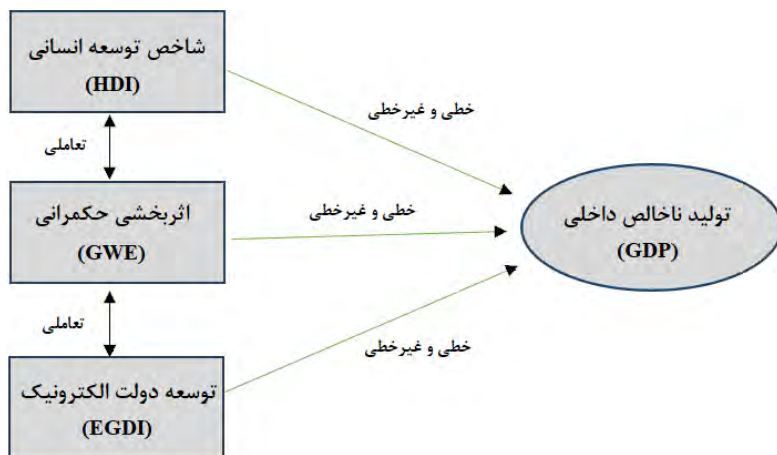
1. Kim
2. Alkharisi & Dahish
3. Jamaldini, Hosseinzadeh & Shojaee
4. Khodabandeh, Monavarian & Nargesian

بر روابط غیرخطی و تعاملی، از رویکردهای سنتی خطی متمایز است و چهارچوبی نظری برای آزمون فرضیه‌های پژوهش در بستر محدودیت‌های نهادی ایران، ارائه می‌دهد، برخلاف مدل‌های خطی پیشین که تعاملات پیچیده را نادیده می‌گیرند، این مدل، با الهام از نظریه‌های رشد درون‌زا و نقش فناوری در حکمرانی، امکان تحلیل رفتار سیستمی شاخص‌ها را، فراهم می‌سازد.

متغیرهای مستقل این مدل، شامل شاخص توسعه انسانی، شاخص توسعه دولت الکترونیک و اثربخشی حکمرانی هستند. شاخص توسعه انسانی، نماینده سرمایه‌گذاری ملی در آموزش، سلامت و استاندارد زندگی است که برای مثال، رحمان و همکاران (۲۰۲۰) اثر مثبت آن را بر رشد اقتصادی، تأیید کردند. شاخص توسعه دولت الکترونیک، سطح دیجیتالی‌شدن خدمات عمومی و ظرفیت‌های فناورانه دولت را، نشان می‌دهد؛ به طوری که سوکارنو و نورماندی (۲۰۲۳) و راکاساس (۲۰۲۵) نقش آن را در بهبود عملکرد اقتصادی و شفافیت، تأیید کردند. اثربخشی حکمرانی، توانایی دولت در ارائه خدمات و اجرای سیاست‌ها را، منعکس می‌کند و فواز و همکاران (۲۰۲۱) آن را عامل کلیدی تفاوت‌های اقتصادی دانستند.

متغیر وابسته، تولید ناخالص داخلی، به عنوان شاخص کلان عملکرد اقتصادی ملی، در نظر گرفته شده است. این مدل، برخلاف مطالعات پیشین مانند محمودی (۲۰۲۱) که به تحلیل‌های خطی محدود بودند، امکان بررسی اثرات درجه دوم و تعاملی این متغیرها را، فراهم می‌کند. برای مثال، الخریسی و داهیش (۲۰۲۵) دقت روش سطح پاسخ را، در مدل‌سازی روابط غیرخطی، تأیید کردند.

اهمیت این مدل، در ارائه چهارچوبی نوآورانه برای تحلیل غیرخطی و ترکیبی شاخص‌های نهادی-توسعه‌ای نهفته است. برای مثال، ابوالفول و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که اثر فناوری اطلاعات بر رشد اقتصادی به کیفیت نهادی وابسته است که این مدل، با ادغام این دیدگاه، هم‌افزایی بین شاخص‌ها را بررسی می‌کند. استفاده از روش سطح پاسخ، امکان شناسایی نقاط بهینه سیاست‌گذاری را، در شرایط محدودیت‌های نهادی ایران، مانند ناکارآمدی بوروکراتیک و فساد مالی، فراهم می‌کند. این مدل نه تنها شکاف‌های نظری ناشی از فقدان تحلیل‌های غیرخطی در مطالعات پیشین مانند رحمان و همکاران (۲۰۲۰) و فواز و همکاران (۲۰۲۱) را پر می‌کند، بلکه با ارائه توصیه‌های سیاستی، راهکارهایی عملی برای رشد اقتصادی پایدار در ایران، پیشنهاد می‌دهد. این چهارچوب، با پشتیبانی داده‌های معتبر (۲۰۲۴-۲۰۱۰)، ابزاری برای سیاست‌گذاران جهت بهینه‌سازی تخصیص منابع ارائه می‌کند.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

با پشتوانه پیشینه پژوهش و در چهارچوب مدل مفهومی سه فرضیه زیر مطرح می شوند.

فرضیه اول: رابطه توسعه انسانی با تولید ناخالص داخلی ایران، به صورت غیرخطی (شکل سهمی معکوس) است؛ به گونه ای که در سطوح پایین، افزایش توسعه انسانی، رشد تولید ناخالص داخلی را افزایش می دهد، اما در سطوح بالا اثر کاهنده دارد.

فرضیه دوم: توسعه دولت الکترونیک رابطه ای غیرخطی و فزاینده با تولید ناخالص داخلی دارد؛ به گونه ای که در سطوح بالاتر، اثرات مثبت آن، بر رشد تولید ناخالص داخلی تشدید می شود.

فرضیه سوم: اثربخشی حکمرانی، دارای رابطه خطی و درجه دوم مثبت با تولید ناخالص داخلی است؛ یعنی هرچه کیفیت حکمرانی افزایش یابد، رشد تولید ناخالص داخلی نیز با شتاب بیشتری تقویت می شود.

فرضیه چهارم: میان توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و توسعه دولت الکترونیک، اثرات تعاملی معناداری، در تبیین تولید ناخالص داخلی ایران وجود دارد.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش، با فلسفه اثبات گرایی طراحی شده است که طبق ساندرز، لويس و ثورنهی^۱ (۲۰۱۹)، بر وجود واقعیتهایی عینی و قابل سنجش، تأکید دارد. این رویکرد، برای تحلیل روابط علی بین

1. Saunders, Lewis & Thornhill

شاخص‌های نهادی-توسعه‌ای (شاخص توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و توسعه دولت الکترونیک) و تولید ناخالص داخلی مناسب است. روش پژوهش، ترکیبی از قیاس نظری و استقرای تجربی است: قیاس نظری فرضیه‌ها را بر اساس چهارچوب‌های نظری شکل داده و استقرای تجربی با تحلیل داده‌های سری‌زمانی ایران (۲۰۲۴-۲۰۱۰) این فرضیه‌ها را، آزمون می‌کند. این ترکیب، امکان کشف الگوهای اثرگذاری و ارائه توصیه‌های سیاستی را فراهم می‌کند. این روش‌شناسی، با تکیه بر تحلیل‌های کمی و استنتاج آماری، چهارچوبی منسجم برای مطالعه ارائه می‌دهد.

داده‌های پژوهش از منابع معتبر بین‌المللی گردآوری شده‌اند تا قابلیت اتکا و تعمیم‌پذیری تضمین شود. شاخص توسعه انسانی از گزارش‌های برنامه توسعه سازمان ملل^۱ (۲۰۲۴)، شاخص‌های اثربخشی حکمرانی و توسعه دولت الکترونیک از پایگاه داده‌های بانک جهانی^۲ (۲۰۲۴، a, b) و تولید ناخالص داخلی، به قیمت جاری دلار هر سال از داده‌های باز بانک جهانی (۲۰۲۴، c) استخراج شدند. این منابع، به دلیل استانداردسازی جهانی و به‌روزرسانی منظم، انتخاب شدند. داده‌ها برای بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ به صورت سری زمانی جمع‌آوری شدند. بررسی نرمی داده‌ها، نشان داد که مقادیر گم شده کمتر از ۵ درصد بودند که با روش میان‌بایی خطی در نرم‌افزار مینی‌تب^۳ تکمیل شدند. این فرآیند، مطابق با استانداردهای متیوز^۴ (۲۰۰۵)، انسجام سری زمانی و دقت تحلیل‌ها را تضمین کرد. راکساس (۲۰۲۵) نیز از روش‌های مشابه برای پیش‌پردازش داده‌های سیاستی استفاده کرد.

تحلیل اولیه با نرم‌افزار مینی‌تب انجام شد که به دلیل دقت بالا و رابط کاربری ساده، برای تحلیل‌های رگرسیونی مناسب است. در این مرحله، مدل‌های رگرسیون خطی و درجه دوم برآورد شدند تا الگوهای پایه روابط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته شناسایی شود. متیوز (۲۰۰۵) تأکید کرد که مینی‌تب برای استخراج مدل‌های اولیه و ایجاد شالوده برای تحلیل‌های پیشرفته، مناسب است. نتایج اولیه، وجود روابط غیرخطی (مانند اثرات درجه دوم) را تأیید کرد که ضرورت استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر را، نشان داد. این مدل‌های اولیه، بدون کدگذاری یا طراحی آزمایش، چهارچوبی برای تحلیل‌های بعدی در نرم‌افزار دیزاین‌اکسپرت فراهم کردند. این مرحله، با ارائه نتایج اولیه قابل تفسیر، پایه‌ای شفاف برای طراحی سناریوهای آزمایشی، ایجاد کرد.

برای تحلیل‌های پیشرفته، روش سطح پاسخ با نرم‌افزار دیزاین‌اکسپرت^۵ (نسخه ۱۳) به کار

1. United Nations Development Programme (UNDP)
2. World Bank
3. Minitab
4. Mathews
5. Design Expert

رفت که برای طراحی آزمایش‌ها و مدل‌سازی غیرخطی، توسعه یافته است. طرح باکس-بنکن انتخاب شد، زیرا طبق مایرز، مونتگومری و اندرسون-کوک^۱ (۲۰۱۶)، این طرح در داده‌های واقعی کارآمد است و از ترکیبات حدی متغیرها اجتناب می‌کند که برای تحلیل‌های سیاست‌محور، مناسب است. متغیرهای مستقل در سه سطح کم (-۱)، متوسط (۰) و زیاد (+۱) کدگذاری شدند تا اثرات خطی، مربعی و تعاملی مدل‌سازی شوند. این رویکرد، امکان شبیه‌سازی دقیق روابط غیرخطی را فراهم کرد. مدل برازش‌شده، شامل اثرات خطی، مربعی و تعاملی بود که با داده‌های سری‌زمانی ایران، سازگار شد.

اعتبارسنجی مدل با تحلیل واریانس، شاخص‌های برازش و تحلیل باقی‌مانده‌ها انجام شد تا دقت و قابلیت تعمیم مدل تأیید شود. برای بهینه‌سازی، تابع مطلوبیت در دیزاین‌اکسپرت استفاده شد: مقادیر پیش‌بینی‌شده متغیر وابسته به بازه [۰,۱] نرمال‌سازی شدند، توابع مطلوبیت، برای هر متغیر تعریف شد و میانگین هندسی مطلوبیت‌ها مقدار بهینه کلی را، تعیین کرد. این روش، ترکیب بهینه متغیرها برای بیشینه‌سازی رشد اقتصادی را شناسایی کرد. برای صحت‌سنجی نهایی، نرم‌افزار جی‌ام‌پی^۲ به کار رفت که طبق گفته انلیفت^۳ (۲۰۲۵)، در تحلیل‌های غیرخطی و همبستگی، در حوزه‌های بین‌المللی، کاربرد دارد. جی‌ام‌پی تطابق پیش‌بینی‌ها با داده‌های واقعی را، تأیید کرد و دقت مدل را تقویت کرد.

اهمیت این روش‌شناسی، در تلفیق داده‌های معتبر، تحلیل‌های چندمرحله‌ای و ارائه راهکارهای سیاستی نهفته است. استفاده از مینی‌تب برای تحلیل اولیه، دیزاین‌اکسپرت برای مدل‌سازی غیرخطی و جی‌ام‌پی برای اعتبارسنجی، چهارچوبی جامع برای تحلیل روابط پیچیده، فراهم کرد. این روش‌شناسی، با تمرکز بر روابط غیرخطی و تعاملی، شکاف‌های روش‌شناختی مطالعات خطی را پر کرده و با ارائه سناریوهای بهینه‌سازی، راهکارهایی برای سیاست‌گذاری در شرایط محدودیت‌های نهادی ایران (مانند ناکارآمدی بوروکراتیک) پیشنهاد می‌دهد. این رویکرد، چهارچوبی داده‌محور برای رشد اقتصادی پایدار ارائه می‌کند.

1. Myers, Montgomery, & Anderson-Cook
2. John's Macintosh Project (JPM)
3. Enlyft



تجزیه و تحلیل یافته‌ها

برای مدل‌سازی روابط، میان متغیرهای «تولید ناخالص داخلی^۱»، «شاخص توسعه انسانی^۲»، «اثربخشی حکمرانی^۳» و «شاخص توسعه دولت الکترونیک^۴»، از داده‌های ثانویه طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ استفاده شده است. این داده‌ها، از منابع معتبر و معتبر بین‌المللی جمع‌آوری شده‌اند و ویژگی‌های اصلی آن‌ها، شامل میانگین، سقف و کف مقادیر در طول دوره زمانی بررسی شده است. **جدول (۱)** ویژگی‌های آماری مهم این داده‌ها را، به صورت خلاصه و قابل مقایسه، نمایش می‌دهد. این ویژگی‌ها، به منظور تحلیل‌های بعدی و مدل‌سازی روابط غیرخطی، میان متغیرها، مورد استفاده قرار گرفتند. این جدول، شامل میانگین، سقف و کف ۱۵ ساله برای سه شاخص اصلی پژوهش است. این داده‌ها، مبنای طراحی سطوح کدگذاری در مدل سطح پاسخ، قرار گرفته‌اند.

جدول ۱: خلاصه داده‌های اولیه تحلیل آماری

شاخص	میانگین (۱۵ ساله)	سقف	کف
توسعه انسانی	۰/۷۷۹	۰/۷۸۸	۰/۷۵۶
اثربخشی حکمرانی	-۰/۶۱۴	-۰/۲۳۸	-۱/۰۲۲
توسعه دولت الکترونیک	۰/۵۵۰	۰/۶۵۹	۰/۴۲۳
تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار)	۴۴۵/۵۰	۶۴۴/۰۲	۲۶۲/۱۹

برای انتخاب مناسب‌ترین مدل رگرسیونی، چهار نوع مدل، شامل مدل خطی، مدل اثرات متقابل، مدل درجه دوم و مدل درجه سوم با یکدیگر مقایسه شدند. بر اساس نتایج **جدول (۲)**، مدل درجه دوم کامل، به دلیل برخورداری از بالاترین ضریب تبیین (۰/۹۹۵۰) و ضریب تبیین تعدیل‌شده (۰/۹۸۸۵)، مجموع مربعات خطای کمتر و عدم برازش غیرمعنادار، در سطح ۵ درصد، به عنوان بهترین مدل، انتخاب شد. تمامی ضرایب این مدل، در سطح ۱ درصد معنادار بودند. نزدیکی ضریب تبیین تعدیل‌شده، به ضریب تبیین، بیانگر پایداری و دقت بالای مدل، در تبیین تغییرات متغیر وابسته، بر اساس سطوح متغیرهای مستقل است. با این حال، با توجه به احتمال بیش‌برازش، تفسیر نتایج باید با دقت صورت گیرد.

1. Gross Domestic Product (GDP)
2. Human Development Index (HDI)
3. Effectiveness of Governance
4. Electronic Government Development Index (EGDI)

جدول ۲: آنالیز تعیین بهترین مدل آماری

منبع	سطح معنی داری	انحراف استاندارد	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل یافته	ضریب تبیین پیش بینی	مجموع مربعات خطاهای پیش بینی شده
مدل خطی	۰/۰۰۲۵	۲۵/۰۵	۰/۶۵۵۷	۰/۵۷۶۲	۰/۴۰۹۸	۱۳۹۸۳/۵۶
مدل اثر متقابل	۰/۹۹۵۷	۲۸/۴۷	۰/۶۵۷۸	۰/۴۵۲۵	-۰/۲۱۵۴	۲۸۱۹۷/۹۳
مدل درجه ۲	<۰/۰۰۰۱	۴/۱۲	۰/۹۹۵۰	۰/۹۸۸۵	۰/۹۴۶۴	۱۲۷۰/۲۷
مدل درجه ۳	۰/۲۲۱۵	۳/۱۲	۰/۹۹۸۱	۰/۹۹۲۶	-	-

برای ارزیابی معنی داری کلی مدل رگرسیون، از تحلیل واریانس استفاده شد. جدول (۳) نتایج این تحلیل را برای مدل درجه دوم نشان می دهد.

جدول ۳: تحلیل واریانس مدل

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
مدل	۶	۲۳۵۲۵/۲۶	۳۹۲۰/۰۸	۲۳۱/۹۴	<۰/۰۰۰۱
توسعه انسانی، A	۱	۳۲۵۳/۰۲	۳۲۵۳/۰۲	۱۹۲/۴۳	<۰/۰۰۰۱
اثربخشی حکمرانی، B	۱	۳۰۳۱/۰۹	۳۰۳۱/۰۹	۱۷۹/۳۰	<۰/۰۰۰۱
دولت الکترونیک، C	۱	۹۲۵۲/۰۸	۹۲۵۲/۰۸	۵۴۷/۳۱	<۰/۰۰۰۱
A ²	۱	۱۰۳/۵۲	۱۰۳/۵۲	۶/۱۲	۰/۰۳۲۸
B ²	۱	۲۰۷۲/۵۹	۲۰۷۲/۵۹	۱۲۲/۶۰	<۰/۰۰۰۱
C ²	۱	۵۵۲۵/۷۲	۵۵۲۵/۷۲	۳۲۶/۸۸	<۰/۰۰۰۱
باقی مانده	۱۰	۱۶۹/۰۵	۱۶/۹۰	-	-
عدم برازش	۶	۱۲۵/۱۰	۲۰/۸۵	۱/۹	۰/۲۷۸۶
خطای خالص	۴	۴۳/۹۵	۱۰/۹۹	-	-

جدول (۳) نتایج تحلیل واریانس مدل درجه دوم را، ارائه می دهد. اثرهای خطی هر سه متغیر، توسعه انسانی (A)، اثربخشی حکمرانی (B) و دولت الکترونیک (C) در سطح ۵ درصد معنی دار بوده اند. همچنین مؤلفه های درجه دوم (A²، B²، C²) نیز به صورت معنادار، در مدل ظاهر شده اند. این نتایج، نشان می دهد که هر سه متغیر مستقل، نه تنها تأثیر مستقیم، بلکه تأثیرات غیرخطی قابل توجهی، بر تولید ناخالص داخلی داشته اند. علاوه بر این، آزمون عدم برازش مدل، در سطح

1. F-value

۵ درصد معنادار نبود که گویای برآزش مناسب، دقت بالا و کفایت ساختاری مدل نهایی، است. برای اطمینان از پایداری مدل، از آزمون ناهمسانی واریانس استفاده شد که نتایج، حاکی از برآزش مناسب مدل بود. مدل رگرسیون درجه دوم، برای متغیر وابسته «تولید ناخالص داخلی» به صورت کدگذاری شده، در قالب رابطه (۱) نمایش داده شده است.

رابطه (۱)

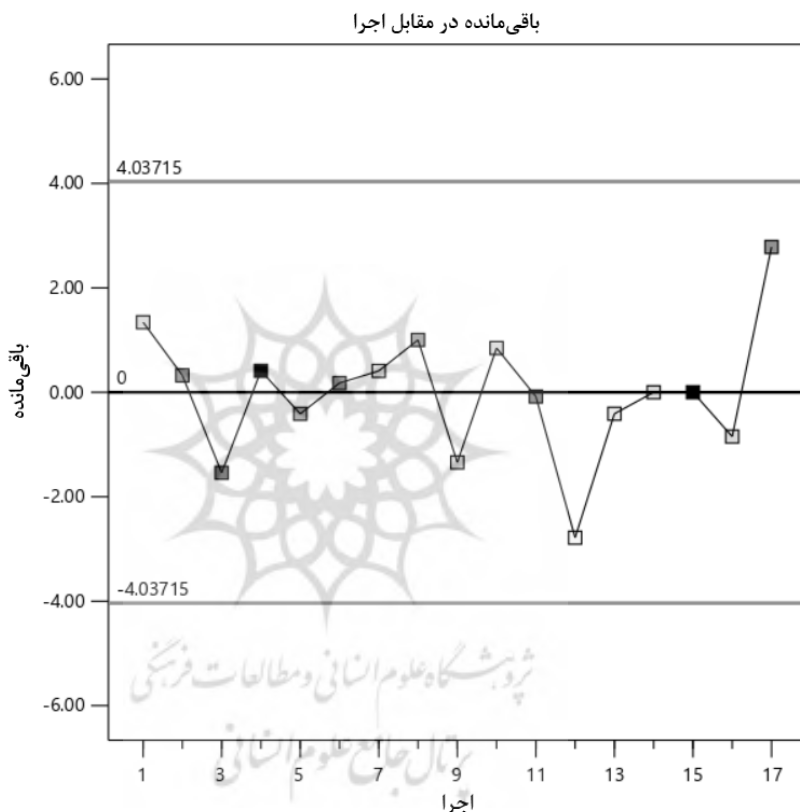
$$Y = 437.31 + 20.17 \times A + 19.47 \times B + 34.01 \times C - 4.96 \times A^2 + 22.19 \times B^2 + 36.23 \times C^2$$

در این معادله، Y بیانگر تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار) است؛ A شاخص توسعه انسانی، B شاخص اثربخشی حکمرانی و C شاخص توسعه دولت الکترونیک را نشان می‌دهد. در رابطه (۱)، ضریب مثبت متغیر B یا بتا نشان‌دهنده تأثیر مثبت افزایش آن بر GDP است؛ با توجه به اینکه میانگین این متغیر در داده‌ها منفی است، حرکت آن به سمت مقادیر کمتر منفی و سپس مثبت، اثر مطلوبی بر رشد اقتصادی خواهد داشت. ضرایب درجه دوم نیز شکل غیرخطی این روابط را مشخص می‌کنند، مثلاً ضریب منفی برای A^2 حاکی از اثر کاهنده و اشباع‌پذیری در سطوح بالا است، درحالی‌که ضریب مثبت B^2 نشان‌دهنده اثری تصاعدی و شتاب‌گیرنده است. این ساختار مدل، امکان تحلیل پیچیده‌تری از تأثیرات غیرخطی شاخص‌ها بر GDP را فراهم می‌سازد. تمام این اثرات در تبیین رابطه (۱) آمده است.

تحلیل ضرایب مدل نشان می‌دهد که از میان مؤلفه‌های خطی، دولت الکترونیک (C) با ضریب $34/01$ بیشترین تأثیر مثبت را بر تولید ناخالص داخلی دارد، پس از آن توسعه انسانی (A) با ضریب $20/17$ و سپس اثربخشی حکمرانی (B) با ضریب $19/47$ قرار دارند. این ترتیب، بیانگر آن است که در شرایط فعلی، افزایش شاخص توسعه دولت الکترونیک، بیش از دو عامل دیگر، بر رشد تولید ناخالص داخلی تأثیر دارد. در بخش ضرایب درجه دوم، ضریب درجه دوم شاخص توسعه انسانی (A2) برابر با $-4/96$ است که اگرچه مقدار آن، نسبتاً کوچک است، اما منفی بودن آن، حاکی از کاهش بازدهی توسعه انسانی در سطوح بالا و امکان بروز اثر اشباع، در این شاخص است. در مقابل، ضرایب درجه دوم اثربخشی حکمرانی ($22/19$) و دولت الکترونیک ($36/23$) مثبت و بزرگ‌اند که نشان می‌دهد، افزایش این دو شاخص، در سطوح بالاتر با رشد تصاعدی و فزاینده‌ای، در تولید ناخالص داخلی همراه است. این ویژگی‌ها، وجود روابط غیرخطی و اثرات تقویت‌شونده در سطوح بالاتر حکمرانی و دیجیتالی شدن دولت را تأیید می‌کند و بر اهمیت راهبردی توسعه کیفی این دو حوزه برای تقویت بنیان‌های اقتصادی کشور تأکید دارد.

برای بررسی صحت مفروضات مدل رگرسیونی، نمودار باقی‌مانده‌ها در برابر اجرا در شکل (۲)

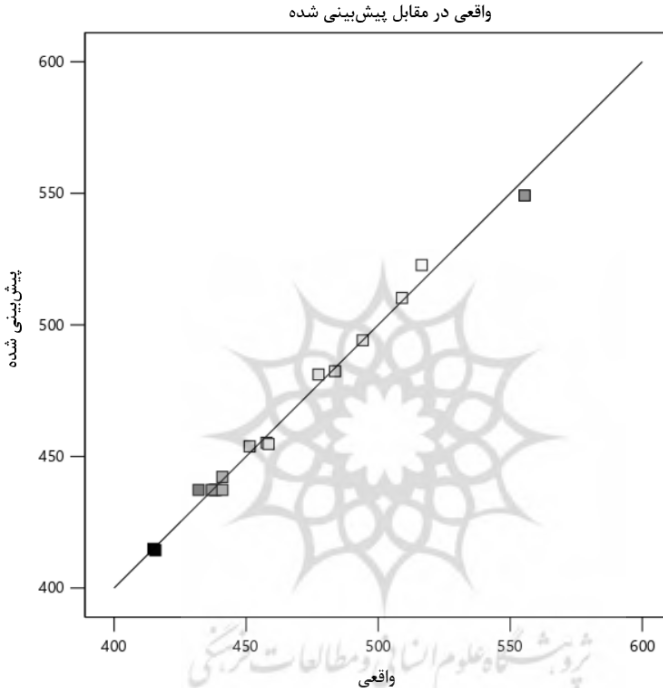
ترسیم شد. پراکنش تصادفی و بدون الگوی مشخص باقی مانده ها، پیرامون محور افقی، نشان می دهد که خطاها از توزیع نرمال و ناهمبسته برخوردارند و نشانه های از واریانس ناهمسان یا ساختار نظام مند، مشاهده نمی شود. این وضعیت بیانگر آن است که مدل، در سطوح مختلف متغیرهای مستقل، عملکردی یکنواخت داشته و از نظر آماری قابل اتکا و پایدار است.



شکل ۲: تغییرات باقیمانده در مقابل اجرا

در شکل (۳)، نمودار مقایسه ای، بین مقادیر واقعی تولید ناخالص داخلی و مقادیر پیش بینی شده توسط مدل رگرسیون درجه دوم، ارائه شده است. در این نمودار، خط ۴۵ درجه نمایانگر وضعیتی ایده آل است که در آن پیش بینی های مدل، دقیقاً با داده های واقعی، برابر باشند. همان طور که مشاهده می شود، اکثر نقاط به این خط، نزدیک هستند که نشان دهنده دقت پیش بینی بالای مدل

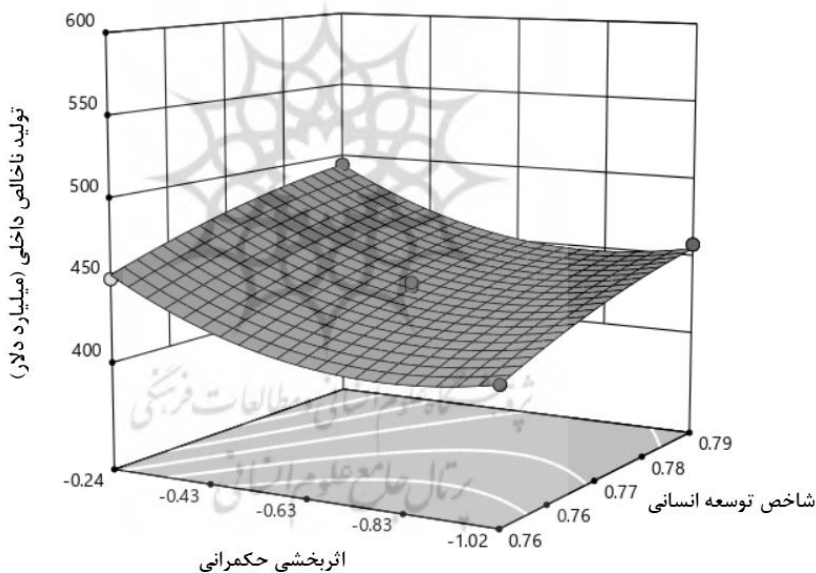
و برازش مطلوب آن است. این انطباق، حاکی از آن است که مدل رگرسیون، توانسته است بر اساس سطوح مختلف، شاخص توسعه انسانی (A)، اثربخشی حکمرانی (B) و توسعه دولت الکترونیک (C)، تغییرات تولید ناخالص داخلی را به خوبی، تخمین بزند؛ بنابراین، عملکرد آماری مدل، از نظر قدرت پیش‌بینی و کفایت ساختاری، قابل‌اتکا ارزیابی می‌شود.



شکل ۳: مقدار متغیر تولید ناخالص داخلی پیش‌بینی شده در مقابل واقعی

در شکل (۴)، نمودار سه‌بعدی تأثیر شاخص توسعه انسانی و اثربخشی حکمرانی بر تولید ناخالص داخلی، ترسیم شده است. در این نمودار، مقدار شاخص توسعه دولت الکترونیک (C) به صورت ثابت و برابر با $0/541365$ در نظر گرفته شده است تا تأثیر دو متغیر دیگر، به صورت دقیق‌تری قابل بررسی باشد. همان‌طور که مشخص است، افزایش شاخص توسعه انسانی (A) در ابتدا، تأثیر مثبتی بر تولید ناخالص داخلی (Y) دارد، اما با عبور از یک آستانه، شیب این تأثیر کاهش یافته و به حالت اشباع نزدیک می‌شود. این روند، نشان‌دهنده اثر بازگشت نزولی در سطوح بالای

توسعه انسانی است؛ به گونه ای که افزایش بیشتر آن، رشد تولید را با شدت کمتری، دنبال می کند. در مقابل، اثربخشی حکمرانی (B) دارای رابطه ای قوی تر و غیرخطی، با تولید ناخالص داخلی است. با افزایش مقادیر این شاخص، نه تنها سطح تولید ناخالص داخلی، به طور مداوم افزایش می یابد، بلکه شیب صعودی آن نیز، در سطوح بالاتر شدت می گیرد. این الگو، بیانگر آن است که تقویت حکمرانی اثربخش، به ویژه در سطوح بالاتر، می تواند به رشد تولید ناخالص داخلی، شتاب بیشتری بدهد. در مجموع، انحنا موجود در سطوح دو متغیر توسعه انسانی و اثربخشی حکمرانی، نشان دهنده وجود اثرات درجه دوم است. بیشترین مقدار پیش بینی شده برای تولید ناخالص داخلی، در نواحی ای از سطح نمودار، مشاهده می شود که هم اثربخشی حکمرانی و هم شاخص توسعه انسانی، در سطوح بالا قرار دارند، این نتایج، بر اهمیت خط مشی گذاری، توأمان در ارتقای کیفیت حکمرانی و توسعه انسانی، برای دستیابی به رشد تولید ناخالص داخلی پایدار، تأکید دارد.



شکل ۴: تأثیر شاخص توسعه انسانی و اثربخشی حکمرانی بر تولید ناخالص داخلی

بر اساس جدول (۴)، نتایج تحلیل تابع مطلوبیت رشد تولید ناخالص داخلی ایران، طی ۱۵ سال گذشته، در قالب دو سناریوی اصلی ارائه شده اند. این تحلیل ها، نه تنها با داده های آماری تجربی هم راستا هستند، بلکه با چهارچوب های نظری مطالعات پیشین نیز، تطابق دارند.

در سناریوی نخست، ترکیب بهینه‌ای از سه شاخص کلیدی شامل توسعه انسانی با مقدار ۰/۷۸۸، توسعه دولت الکترونیک با مقدار ۰/۶۵۹ و اثربخشی حکمرانی با مقدار منفی ۰/۲۳۸ - مشاهده می‌شود. این ترکیب به تولید ناخالص داخلی معادل ۵۶۴/۴ میلیارد دلار، منجر شده است که نسبت به میانگین تاریخی ۴۴۵/۵ میلیارد دلار، رشدی معادل ۲۶/۷ درصد را نشان می‌دهد. مقدار تابع مطلوبیت این وضعیت، برابر با ۰/۶۵۳ برآورد شده و نشان‌دهنده نزدیکی ۸۹/۹ درصدی به وضعیت ایده‌آل رشد تولید ناخالص داخلی است. این سطح را می‌توان به عنوان «سقف تاریخی» عملکرد تولید ناخالص داخلی ایران، در چهارچوب محدودیت‌های ساختاری و حکمرانی موجود، تلقی کرد؛ همان‌طور که برخی پژوهش‌ها مانند **گروزینا و همکاران (۲۰۲۱)** و **بیدانه، علام و کیتنگه (۲۰۱۷)**، نیز بر وجود این سقف عملکردی، در اقتصادهای نوظهور، تأکید کرده‌اند.

در سناریوی دوم، تحلیل‌ها به صورت فرضی، به سوی شکستن این سقف تاریخی و دستیابی به سطح بالاتری از تولید ناخالص داخلی، جهت‌گیری یافته‌اند. در این ترکیب، شاخص توسعه انسانی تا سطح ۰/۸۰۵ افزایش یافته، که بر اساس شبیه‌سازی مدل، در آستانه اشباع قرار دارد؛ چراکه افزایش بیشتر آن، با توجه به هزینه‌های اجتماعی، آموزشی و توزیعی، موجب کاهش بازده نهایی خواهد شد که هم‌راستا با مطالعات **بانرجی و چودری (۲۰۲۰)** است. در این سناریو، علیرغم سطح پایین اثربخشی حکمرانی، توسعه فناورانه و دیجیتالی‌سازی دولت نقشی جبرانی ایفا کرده و با تمرکز بر ظرفیت‌های فناوری، موجب جهش تولید ناخالص داخلی، به سطح ۶۵۷/۵ میلیارد دلار شده است. مقدار تابع مطلوبیت در این سناریو، برابر با ۱ برآورد شده که به معنای تحقق کامل هدف رشد تولید ناخالص داخلی، در چهارچوب مدل است. این تنظیمات، نشان‌دهنده نوعی خنثی‌سازی آثار منفی حکمرانی ناکارآمد و تمرکز بر ظرفیت‌های فناورانه توسعه است؛ این یافته‌ها، حاکی از آن هستند که در چهارچوب داده‌های تجربی ایران، افزایش هدفمند شاخص‌های توسعه انسانی و دیجیتالی‌سازی دولت، در صورت مدیریت اثرات منفی ناشی از ناکارآمدی حکمرانی، می‌تواند مسیر عبور از سقف‌های تاریخی رشد را هموار سازد. این ترکیب، به‌ویژه با توجه به محدودیت‌های نهادی ایران از جمله نوسانات سیاستی و وابستگی بالای درآمدهای دولت به نفت، می‌تواند نشان‌دهنده ظرفیت واقعی رشد در چهارچوب قیود داخلی باشد. چنین برداشتی با دیدگاه پژوهش‌هایی همچون **فواز و همکاران (۲۰۲۱)**، **لوپس و همکاران (۲۰۲۳)**، **الرفاعی (۲۰۲۰)** و **پیدوبنا و همکاران (۲۰۲۴)** هم‌راستا است.

در شرایط فعلی (۳۰ شهریور ۱۴۰۴) و با فعال شدن مکانیزم ماشه، در یک سناریو، این اتفاق

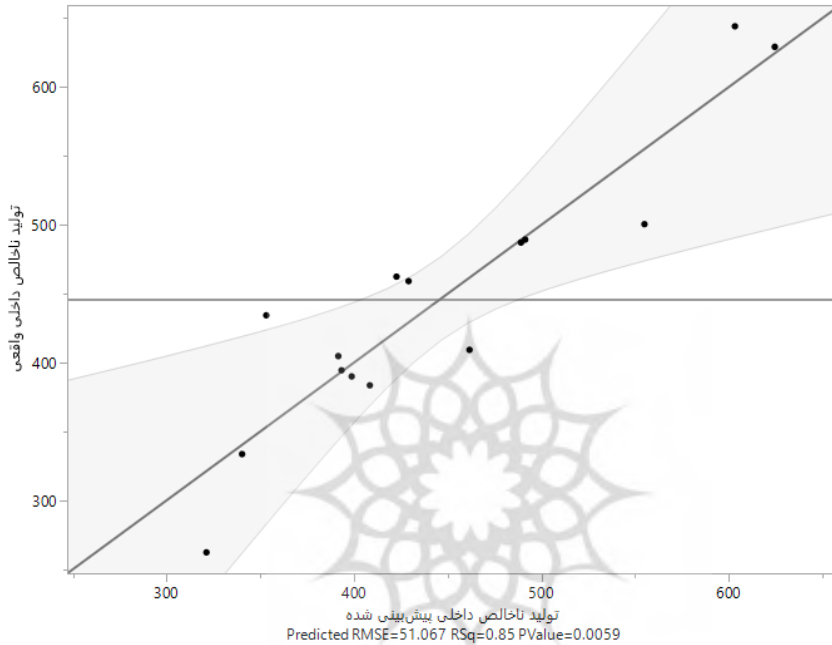
ممکن است باعث کاهش سطح شاخص توسعه انسانی و اثربخشی دولت شود، با در نظر گرفتن این دو شاخص در سطح میانه تاریخی و حفظ سطح فعلی توسعه دولت الکترونیک، در ۰/۶۵۶ ردیف ۳، می توان شاهد تولید ناخالص داخلی ۵۰۴/۹ میلیارد دلاری و مطلوبیت ۷۹/۲ درصدی بود. سناریوهای مختلف با توجه به داده های جدید، می تواند در این بستر بررسی شود. به طور خلاصه، یافته های جدول (۴) مطلوبیت در این مطالعه، بر اهمیت تعیین نقطه توقف بهینه، برای توسعه انسانی، خنثی سازی ناکارآمدی حکمرانی و تقویت زیرساخت های دولت الکترونیک، برای دستیابی به رشد تولید ناخالص داخلی پایدار، دلالت دارد.

جدول ۴: شرایط بهینه تابع مطلوبیت

ردیف	تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار)	شاخص توسعه انسانی	توسعه دولت الکترونیک	اثربخشی حکمرانی	مطلوبیت
۱	۵۶۴/۴۰۴	۰/۷۸۸	۰/۶۵۹	-۰/۲۳۸	۰/۸۹۹
۲	۶۵۷/۵۴۵	۰/۸۰۵	۰/۷	۰/۰	۱
۳	۵۰۴/۹۴۱	۰/۷۷۲	۰/۶۵۶	-۰/۶۳۰	۰/۷۹۲

به منظور راستی آزمایی مستقل، مدل استخراج شده از طریق نرم افزار دیزاین اکسپرت، تحلیل مکملی با استفاده از نرم افزار جی پی ام انجام شد. در این مرحله، داده های واقعی و خام، بدون اعمال کدگذاری یا طراحی آزمایش، وارد نرم افزار شده و مدل سازی رگرسیونی، از نوع درجه دوم بر اساس سه متغیر مستقل صورت گرفت. همان طور که در شکل (۵) دیده می شود، باز شدن ناحیه فاصله اطمینان در دو سر نمودار، نشان می دهد که مدل خطی، دقت کافی در پیش بینی مقادیر بالا و پایین ندارد. این الگو، بیانگر وجود رابطه ای غیرخطی میان متغیرهاست و لزوم به کارگیری مدلی از نوع رگرسیون درجه دوم را تقویت می کند. خروجی تحلیل، نشان داد که مدل پیشنهادی در سطح ۱ درصد معنی دار بوده و توانسته با ضریب تبیین بالا (۰/۸۵)، تغییرات تولید ناخالص داخلی را بازنمایی کند که بیانگر قدرت بالای برازش کلی مدل است. همچنین، مقدار ضریب تبیین تعدیل شده برابر با ۰/۷۳۷ برآورد شد که با توجه به استفاده از داده های ثانویه و بدون طراحی خاص، قابل قبول و حاکی از اتکا پذیری نتایج است. این یافته، به صورت مستقل از مدل سازی اولیه، وجود رابطه ای غیرخطی و از نوع درجه دوم، میان شاخص های توسعه انسانی، دولت الکترونیک و اثربخشی حکمرانی با تولید ناخالص داخلی ایران را، نشان می دهد؛ همچنین از منظر تجربی و

آماری، نوعی تطابق و شباهت ساختاری، میان دو مسیر تحلیلی مستقل را به نمایش می‌گذارد. این هم‌راستایی، تقویت‌کننده اعتبار مدل سطح پاسخ و نشان‌دهنده قابلیت تعمیم‌پذیری آن، به شرایط واقعی تصمیم‌سازی در سطح کلان کشور، است.



شکل ۵: مقایسه مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تولید ناخالص داخلی

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش، با هدف بررسی روابط غیرخطی و ترکیبی، میان سه شاخص نهادی و توسعه‌ای، شامل شاخص توسعه انسانی (شامل آموزش، سلامت)، اثربخشی حکمرانی (شامل شفافیت، پاسخگویی و کیفیت خدمات دولتی) و توسعه دولت الکترونیک (شامل دیجیتالی شدن خدمات عمومی) بر تولید ناخالص داخلی ایران، در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ انجام شد. یافته‌های پژوهش، نشان داد که شاخص توسعه انسانی، در سطوح پایین اثر مثبتی، بر رشد تولید ناخالص داخلی دارد، اما در سطوح بالا، به دلیل بازدهی کاهشی، اثر آن کاهش می‌یابد. این الگو، با نظریه‌های سرمایه انسانی، مانند

مطالعه بانرجی و چودری (۲۰۲۰)، هم‌خوانی دارد که محدودیت‌های نهادی، مانند ضعف در جذب و نگهداشت نیروی انسانی را، عامل کاهش بازدهی می‌دانند. در مقابل، توسعه دولت الکترونیک و اثربخشی حکمرانی، اثرات مثبت و فزاینده‌ای دارند، به طوری که با افزایش این شاخص‌ها، رشد تولید ناخالص داخلی، شتاب بیشتری می‌گیرد. این نتایج با یافته‌های سوکارنو و نورماندی (۲۰۲۳) و الرفاعی (۲۰۲۰) که بر نقش فناوری دیجیتال و کیفیت حکمرانی در رشد اقتصادی تأکید کردند، سازگار است. این پژوهش، با بهره‌گیری از روش سطح پاسخ، چهارچوبی نوین برای تحلیل روابط پیچیده و غیرخطی، ارائه داد که از مدل‌های تک‌متغیره پیشین، مانند مطالعه محمودی (۲۰۲۱)، متمایز است.

برخلاف پژوهش‌های خطی، مانند مطالعه رحمان و همکاران (۲۰۲۰) که اثر شاخص توسعه انسانی را در کشورهای آسیایی، یکنواخت فرض کردند، این پژوهش، نشان داد که در ایران، افزایش شاخص توسعه انسانی پس از یک آستانه (حدود ۰/۸) به دلیل محدودیت‌هایی، مانند مهاجرت نخبگان و ناکارآمدی نظام آموزشی، اثر کاهشی بر تولید ناخالص داخلی دارد. این یافته، با مطالعه گروزینا و همکاران (۲۰۲۱) هم‌سو است که بازدهی کاهشی توسعه انسانی را، در اقتصادهای نوظهور تأیید کردند. درباره اثربخشی حکمرانی، نتایج این پژوهش، با مطالعه فواز و همکاران (۲۰۲۱) که کیفیت حکمرانی را، عامل اصلی رشد اقتصادی دانستند، هم‌خوانی دارد، اما تحلیل غیرخطی این پژوهش، نشان داد که اثربخشی حکمرانی در سطوح بالا، اثر تصاعدی دارد. در زمینه توسعه دولت الکترونیک، یافته‌ها با سوکارنو و نورماندی (۲۰۲۳) و راکساس (۲۰۲۵) که بر نقش فناوری دیجیتال، در بهبود شفافیت و کارایی تأکید کردند، هم‌سو است، اما این پژوهش، با مدل‌سازی، اثر فزاینده نوآوری بیشتری ارائه داد. در ایران، برخلاف مطالعات تک‌متغیره مانند محمودی (۲۰۲۱) که اثر سرمایه انسانی را بررسی کرد یا رحمانی و همکاران (۲۰۲۳) که بر چالش‌های نهادی، متمرکز بودند، این پژوهش، با تحلیل ترکیبی و غیرخطی، شکاف‌های موجود در ادبیات داخلی را پر کرد. این پژوهش در سه سطح، نوآوری ارائه می‌دهد: ۱. نظری: استفاده از روش سطح پاسخ برای مدل‌سازی روابط غیرخطی، میان شاخص‌های توسعه انسانی، اثربخشی حکمرانی و توسعه دولت الکترونیک، شکاف تحلیل‌های خطی مانند رحمان و همکاران (۲۰۲۰) را پر کرد. این رویکرد، با نظریه‌های رشد درون‌زا و حکمرانی دیجیتال در پژوهش راکساس (۲۰۲۵) هم‌سو است و چهارچوبی برای تحلیل پیچیدگی‌های نهادی، فراهم می‌کند. ۲. تجربی: ارائه سناریوهای بهینه‌سازی با استفاده از تابع مطلوبیت، امکان شناسایی ترکیب‌های بهینه متغیرها را فراهم کرد که در مطالعات داخلی مانند ظاهرپور کلاتری و همکاران (۲۰۱۲) غایب بود. ۳. روش‌شناختی: کاربرد روش سطح

پاسخ و طرح باکس-بنکن، برخلاف مدل‌های اقتصادسنجی سنتی، روابط غیرخطی را با دقت بالا، مدل‌سازی کرد. این روش، مشابه مطالعه **الخریسی و داهیش (۲۰۲۵)**، ابزار قدرتمندی برای سیاست‌گذاری داده‌محور در ایران، ارائه می‌دهد.

اگرچه اثرات ترکیبی برخی متغیرها از نظر آماری، معنادار نبودند، تحلیل سناریوهای بهینه‌سازی، نشان داد که ترکیب شاخص توسعه انسانی=۰/۷۸۸ و توسعه دولت الکترونیک=۰/۶۵۹، حتی با اثربخشی حکمرانی پایین (۰/۲۳۸-)، رشد ۲۶/۷ درصدی تولید ناخالص داخلی (۵۶۴/۴ میلیارد دلار) ایجاد کرد. این نتیجه، نشان می‌دهد که توسعه دولت الکترونیک می‌تواند ناکارآمدی‌های حکمرانی، مانند بوروکراسی ناکارآمد را در ایران جبران کند که با یافته‌های **راکساس (۲۰۲۵)** همسو است. در سناریوی دوم، با افزایش شاخص توسعه انسانی به ۰/۸۰۵ و توسعه دولت الکترونیک به ۰/۷، تولید ناخالص داخلی به ۶۵۷/۵ میلیارد دلار رسید، اما افزایش بیش‌ازحد توسعه انسانی، به دلیل ضعف نظام جذب نیروی انسانی (مثل مهاجرت نخبگان) به اتلاف منابع، منجر می‌شود. این یافته‌ها، بر ضرورت سیاست‌گذاری ترکیبی، برای بهره‌برداری از اثرات مکمل این شاخص‌ها، تأکید دارند.

نتایج این پژوهش، برای سیاست‌گذاری در ایران حیاتی است، زیرا چهارچوبی داده‌محور برای بهینه‌سازی رشد اقتصادی در شرایط محدودیت‌های نهادی، مانند فساد، ناکارآمدی بوروکراتیک و مهاجرت نخبگان، ارائه می‌دهد. برخلاف مطالعات خطی که راهکارهای ساده‌انگارانه پیشنهاد می‌کنند، این مطالعه، با شناسایی نقاط بهینه (مانند شاخص توسعه انسانی=۰/۷۸۸) از اتلاف منابع جلوگیری می‌کند. همچنین، تأکید بر توسعه دولت الکترونیک، با هدف شانزدهم توسعه پایدار (نهادهای قوی و عادلانه) و برنامه ششم توسعه ایران، هم‌سو است. این یافته‌ها، به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا با تمرکز بر فناوری دیجیتال و اصلاحات نهادی، چالش‌های شفافیت و پاسخگویی را برطرف کنند.

این پژوهش، نشان داد که بدون درک روابط غیرخطی و ترکیبی شاخص‌های نهادی و توسعه‌ای، سیاست‌گذاری در ایران، با خطر ساده‌سازی و کاهش کارایی مواجه است. روش سطح پاسخ، چهارچوبی دقیق برای بهینه‌سازی رشد اقتصادی، در شرایط محدودیت منابع ارائه داد. تقویت زیرساخت‌های دیجیتال، مدیریت هدفمند توسعه انسانی و اصلاح ساختارهای حکمرانی، می‌تواند رشد پایدار تولید ناخالص داخلی را تضمین کند. این یافته‌ها، نه تنها شکاف‌های نظری و تجربی را پر می‌کنند، بلکه راهکارهای عملی برای سیاست‌گذاران ایرانی فراهم می‌کنند.

با توجه به یافته‌ها، توصیه‌های زیر برای سیاست‌گذاران کشور ارائه می‌شود: برای تقویت

زیرساخت های دیجیتال، پیشنهاد می شود بودجه ای سالانه، برای توسعه سامانه های یکپارچه مانند سامانه شفاف بودجه ریزی عمومی و خدمات آنلاین دولتی (مانند ثبت اسناد دیجیتال) تخصیص یابد. بر اساس یافته های راکساس (۲۰۲۵)، اجرای پایلوت^۱ این سامانه ها در یک استان کلیدی (مانند تهران) ظرف ۱۲ ماه و آموزش ۵۰۰۰ کارمند دولتی، در حوزه فناوری اطلاعات طی دو سال، می تواند شفافیت و اثربخشی حکمرانی را بهبود بخشد. همچنین، تقویت شورای هماهنگی مبارزه با فساد اقتصادی با ابزارهای نظارت دیجیتال، مطابق با پژوهش رحمانی و همکاران (۲۰۲۳)، گامی مؤثر برای کاهش فساد و هزینه های مبادله خواهد بود. در حوزه توسعه انسانی و اصلاح حکمرانی، تمرکز بر مناطق کمتر توسعه یافته با تخصیص ۲۰ درصد از بودجه آموزش و بهداشت به این مناطق، توصیه می شود. بر اساس مطالعات بانرجی و چودری (۲۰۲۰)، ارائه مشوق هایی مانند تسهیلات مسکن و پاداش مالی، برای بازگشت ۱۰۰۰ متخصص ایرانی طی ۱۸ ماه، از اتلاف سرمایه انسانی جلوگیری می کند. همچنین، ساده سازی فرآیندهای بوروکراتیک، مانند ایجاد پنجره واحد الکترونیکی برای صدور مجوزهای کسب و کار تا پایان سال ۱۴۰۵، همراه با راه اندازی سامانه گزارش دهی مردمی، برای فساد بر اساس مطالعات رحمانی و همکاران (۲۰۲۳)، پاسخگویی را تقویت کرده و با کاهش اتلاف منابع، رشد پایدار را تسهیل می کند.

پیشنهاد های پژوهشی، برای آینده به این شرح است؛ ۱. استفاده از مدل های یادگیری ماشین، مانند شبکه های عصبی، برای کشف الگوهای غیر خطی پنهان؛ ۲. گسترش تحلیل به سطح استانی یا بخشی (مانند آموزش یا صنعت) برای بررسی تفاوت های نهادی؛ ۳. شبیه سازی سناریوهای ترکیبی با مدل های پویا، یا داده های تابلویی برای تحلیل اثرات زمانی؛ ۴. بررسی اثر سیاست های ترکیبی (مانند توسعه دولت الکترونیک و اصلاح حکمرانی) در چهارچوب های کل نگر. این پژوهش، محدودیت هایی نیز داشت، از جمله، بر داده های کلان ملی (۲۰۲۴-۲۰۱۰) متکی بود و امکان تحلیل تفاوت های منطقه ای یا بخشی (مانند آموزش یا بهداشت) نداشت. تغییرات ناگهانی نهادی، مانند تحریم ها، ممکن است در نتایج، لحاظ نشده باشند. همچنین، روش سطح پاسخ در شبیه سازی پویایی های بلندمدت، محدودیت هایی دارد. این موارد باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند.

اظهاریه قدردانی

نویسندگان این پژوهش، نهایت قدردانی و سپاس ویژه خود را از همکاری مشارکت کنندگان،

۱. راه اندازی آزمایشی و محدود برای ارزیابی یک طرح یا سامانه در محیط واقعی اما با دامنه محدود.

حمایت فکری داوران ناشناس و ویراستار علمی و ادبی فصلنامه "فرایند مدیریت و توسعه" اعلام می‌کنند.

منابع

- Abu Alfoul, M. N., Tajaddini, R., Gholipour, H. F., Bashar, O., & Jamaani, F. (2024). The impacts of ICT on economic growth in the MENA countries: Does institutional matter? *Politická ekonomie*, 72(3), 446-477. <https://doi.org/10.18267/j.polek.1409>
- Al-Refai, M. (2020). The impact of e-government on economic growth in GCC countries. *International Review*, 1(1), 18-28. <https://doi.org/10.5937/intrev2001018A>
- Alkharisi, M. K., & Dahish, H. A. (2025). The application of response surface methodology and machine learning for predicting the compressive strength of recycled aggregate concrete containing polypropylene fibers and supplementary cementitious materials. *Sustainability*, 17(7), 2913. <https://doi.org/10.3390/su17072913>
- Al-Masouri, K., Rezaeian, A., Nezafati, N., & Avtar-Khani, A. (2020). Designing and explaining an IT capability-based model to measure organizational intelligence for improving the status of e-government (Case study: A public university in Iran). National Conference on Civil Engineering, Architecture and IT in Urban Life, Mashhad. (In Persian) <https://civilica.com/doc/1134723>
- Banerjee, P., & Choudhury, S. (2020). Agent-based computational model aided approach to improvise the inequality-adjusted human development index (IHDI) for greater parity in real scenario assessments. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.03677>
- Bedane, B. G., Alam, M. R., & Kitenge, E. (2017). Government effectiveness and economic growth. *Economics Bulletin*, 37(1), 222-227.
- Bhunia, A., & Dean, J. (2020). Inequality adjusted human development index: A method for the economics of frustration and the computation of its model. Research Gate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22613.65768>
- Enlyft. (2025). Companies using JMP. Retrieved May 16, 2025. <https://enlyft.com/tech/products/jmp>
- Fawaz, F., Mnif, A., & Popiashvili, A. (2021). Impact of governance on economic growth in developing countries: A case of HIDC vs. LIDC. *Journal of Social and Economic Development*, 23(2), 1-15.

- <https://doi.org/10.1007/s40847-021-00149-x>
- Gruzina, Y., Firsova, I., & Strielkowski, W. (2021). Dynamics of human capital development in economic development cycles. *Economies*, 9(2), 67. <https://doi.org/10.3390/economies9020067>
- Jamaldini M, Hosseinzadeh B, Shojaee A A. (2022). Investigating the effect of web-based management on organizational time management. *Management and Development Process (JMDP)*, 35(3), 197-219. (In Persian) <https://doi.org/10.52547/jmdp.35.3.197>
- Kaiser, Z. R. M. A. (2024). Smart governance for smart cities and nations. *Journal of Economy and Technology*, 2(1), 216-234. <https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.07.003>
- Khodabandeh R, Monavarian A, Nargesian A. (2024). A Model for Tax Evasion Prevention in Iran, Based on Preventive Network Governance Approach. *Management and Development Process (JMDP)*. 36(4), 3-33. (In Persian) <https://doi.org/10.61186/jmdp.36.4.3>
- Kim, D. (2018). A nonlinear economic growth model: A system dynamics perspective. *Korean System Dynamics Review*, 19(1), 31-56. <https://doi.org/10.32588/ksds.19.1.2>
- Lopes, L. E. M., Packham, N., & Walther, U. (2023). The effect of governance quality on future economic growth: An analysis and comparison of emerging market and developed economies. *SN Business & Economics*, 3(6). <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00488-3>
- Mathews, P. G. (2005). Design of experiments with MINITAB. ASQ Quality Press.
- Mahmoudi, M. (2021). Identifying the main factors of Iran's economic growth using growth accounting framework. *European Journal of Business and Management Research*, 6(5), 239-245. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2021.6.5.1099>
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments (4th ed.). Wiley.
- Nasiri H, Yamani Douzi Sorkhabi M, Zaker-Salehi G, Abolghasemi M. (2022). Analysis of predicted interactions of science and technology stakeholders in upstream laws and documents. *Management and Development Process (JMDP)*, 35(3), 165-195. (In Persian) <https://doi.org/10.52547/jmdp.35.3.165>
- Piddubna, L., Dybach, I., Krasovskiy, V., Pliekhanov, K., & Mogylevskiy, R. (2024). Analysis of the impact of digital development on a country's economic growth. *Economics of Development*, 23(2), 38-46.

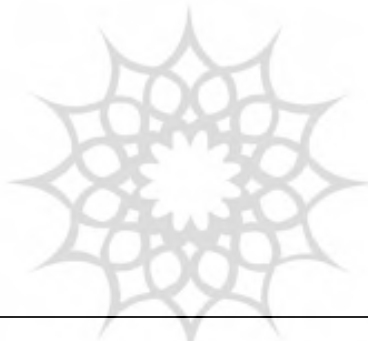
- <https://doi.org/10.57111/econ/2.2024.38>
- Rahman, R. A., Raja, M. A., & Ryan, C. (2020). The impact of human development on economic growth: A panel data approach. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3526909>
- Rahmani, A., Behbahaninia, P. S., Parsaei, M., & Mahmoudkhani, M. (2023). A public sector financial management maturity model for developing countries: The case of Iran. *International Review of Administrative Sciences*, 90(3), 581-598. <https://doi.org/10.1177/00208523231195707>
- Rahnaward, F. (2022). Mega-Policies of The Development Plan: A Case Study of Iran. *Management and Development Process (JM DP)*, 35(3), 3-56. (In Persian) <https://doi.org/10.52547/jmdp.35.3.3>
- Rizkallah, W. W. A. (2020). The relationship between good governance and sustainable human development in Egypt. *International Journal of Advanced Engineering and Business Sciences*, 1(1), 25-40. <https://doi.org/10.21608/ijaabs.2021.43833.1003>
- Roxas, B. (2025). E-governance and sustainable human development in Asia: A dynamic institutional path perspective. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 32(1), 15-27. <https://doi.org/10.1108/JABES-02-2024-0076>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). Research methods for business students (8th ed.). Pearson.
- Simaei Chafi, H., & Memarzadeh Tehran, G. (2022). Designing a capacity-building model for network governance. *Management and Development Process (JM DP)*, 35(1), 25-52. (In Persian) <https://doi.org/10.52547/jmdp.35.1.25>
- Sukarno, M., & Nurmandi, A. (2023). E-government development index impact on world governance indicator index in Southeast Asian countries. *Journal of Contemporary Governance and Public Policy*, 4(1), 97-114. <https://doi.org/10.46507/jcgpp.v4i1.106>
- Taherpour Kalantari, H., Rahnaward, F., & Hoseini Maram, S. M. T. (2012). Identifying barriers to the implementation of e-government in governmental organizations in Qom province. *Management and Development Process (JM DP)*, 25(4), 87-112. (In Persian) <http://jmdp.ir/article-1-1344-fa.html>
- Tan, S. Y., & Taihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(3), 899. <https://doi.org/10.3390/su12030899>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2024). Human development indicators: Iran (Islamic Republic of). Humanitarian Data Exchange. Retrieved May 14, 2025. <https://data.humdata.org/dataset/hdro-data-for-iran-islamic-republic-of>

World Bank. (2024a). Worldwide governance indicators: (Islamic Republic of Iran). Data Bank. Retrieved May 14, 2025. <https://databank.worldbank.org/iran/id/d73269b2>

WorldBank.(2024b).E-GovernmentDevelopmentIndex(EGDI).Data360.Retrieved May 14, 2025. https://data360.worldbank.org/en/dataset/UN_EGDI

World Bank. (2024c). GDP (current US\$) - Iran (Islamic Republic of). World Bank Open Data. Retrieved May 14, 2025. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=IR>



**نحوه ارجاع به مقاله:**

عبدشاهی، علی اصغر، و رضایی ارجمند، حجت (۱۴۰۴). مدل‌سازی غیرخطی اثر شاخص‌های نهادی-توسعه‌ای بر تولید ناخالص داخلی ایران با بهره‌گیری از روش سطح پاسخ. نشریه فرابند مدیریت و توسعه، ۳۸(۲)، ۱۲۸-۱۰۱.

Abdeshahi, A.A. & RezaeiArjmand, H. (2025). Nonlinear Modeling of the Impact of Institutional-Developmental Indicators on Iran's Gross Domestic Product Using the Response Surface Methodology. *Management and Development Process*, 38(2), 101-128.

DOI: [10.52547/jmdp.38.2.101](https://doi.org/10.52547/jmdp.38.2.101)

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Management and Development. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

