



تحلیلی جامع بر رشد بهره‌وری نیروی کار در ایران با بکارگیری الگوریتم‌های فرا ابتکاری*

فرخ نوروزی^۱

مسعود نونژاد^۲

مهرزاد ابراهیمی^۳

جلیل خداپرست شیرازی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۰

چکیده

این پژوهش به بررسی شناسایی عوامل موثر بر رشد بهره‌وری و چپستی این موضوع در مسیر نیل به رشد و توسعه اقتصادی می‌پردازد. طیف وسیعی از متغیرهای موثر بر رشد بهره‌وری در مطالعات مختلف معرفی ولی در عمل به دلیل محدودیت ابزارها و موضوعاتی مانند درونزایی متغیرهای اقتصادی و تاثیر ناخواسته تغییر در این متغیرها، لازم است عوامل اساسی موثر در رشد بهره‌وری شناسایی و سیاستگذار بر این عوامل به شکل مشخص تمرکز نماید. با استفاده از منطق انتخاب ویژگی (الگوریتم ژنتیک دو هدفه) عوامل موثر بر رشد بهره‌وری نیروی کار شناسایی و سپس با استفاده از شبکه‌های عصبی مدل انتخابی را برای دوره زمانی ۱۳۷۰-۱۳۹۵ تخمین و در نهایت با استفاده از شاخص گارسن، تحلیل حساسیت عوامل موثر بر رشد بهره‌وری را به انجام رسانده ایم. براساس نتایج حاصل از منطق انتخاب ویژگی برای مدل بهره‌وری نیروی کار از میان بیست متغیر مورد استفاده، دوازده متغیر از مدل حذف شدند. مدل شبکه عصبی دارای قدرت پیش‌بینی ۰/۹۹ و حداقل خطا مدل ۰/۰۱۷ به عنوان بهترین خروجی انتخاب شد. براساس نتایج شاخص گارسن در میان آن‌ها سرمایه انسانی، دستمزد نیروی کار و کنترل فساد بیشترین تاثیرات را بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارند و متغیرها حاکمیت قانون، تحقیق و توسعه و انباشت سرمایه فیزیکی کمترین تاثیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری نیروی کار، شبکه‌های عصبی، الگوریتم فرا ابتکاری.

طبقه بندی JEL: C61, C45, O4

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی مسعود نونژاد از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز است.

۱- گروه اقتصاد، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران، Farrokh_am2009@yahoo.com

۲- گروه اقتصاد، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران، نویسنده مسئول، masoudnonejad@yahoo.com

۳- گروه اقتصاد، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران، Mhrzad@yahoo.com

۴- گروه اقتصاد، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران JKshirazi@iaushiraz.ac.ir

۱- مقدمه

انسان از دیر باز در اندیشه استفاده مفید، کارا و ثمربخش از تواناییها، امکانات و منابع دسترس خود بوده است. در عصر کنونی این امر بیش از هر زمان دیگری مورد توجه جدی قرار گرفته است. محدودیت منابع قابل دسترس، افزایش جمعیت و رشد نیازها و خواسته‌های بیشتری باعث شده که دست‌اندرکاران عرصه اقتصاد، سیاست و مدیریت جامعه و سازمانها، در همه کشورها به‌ویژه جوامع صنعتی، افزایش بهره‌وری در همه بخشها را در اولویت‌برنامه‌های خود قرار دهند (انصاری و نسب و نامداری، ۱۳۹۵: ۱۵۵). کلارک^۱ سطح زندگی بالای مردم آمریکا را ثمره مستقیم بهره‌وری بیشتر اقتصاد آمریکا می‌داند. استاینر و گلدنر^۲ رؤیای زحمت‌کشان جهان، یعنی دستمزد بیشتر و ساعات کار کمتر را با افزایش بهره‌وری تحقق‌پذیر می‌دانند (کیم و همکاران^۳، ۲۰۰۷: ۴).

به طور کلی بهره‌وری را می‌توان ترکیبی از کارآیی و اثربخشی دانست. کارآیی به مفهوم صحیح انجام دادن کار است و با استفاده مفید از منابع ارتباط دارد، یعنی اینکه از حداقل نهاده‌ها حداکثر محصول برداشت شود. اثر بخشی به مفهوم کار صحیح می‌باشد. (شاه آبادی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵).

بهره‌وری به‌عنوان بهترین روش، جهت دستیابی به رشد اقتصادی مستمر مورد توجه بوده است. الگوهای رشد درون‌زا مطرح گردید. الگوهای رشد درون‌زا با حذف بازدهی کاهنده، فناوری درون‌زا را باعث رشد اقتصادی می‌دانند و با نگاهی متفاوت به سرمایه انسانی ضعف مدل‌های نئوکلاسیکی را برطرف کردند. طبق این الگو سرمایه انسانی در مفهوم محدود خود، با ایجاد بازدهی صعودی به مقیاس تولید (به‌عنوان یک عامل تولیدی) و در مفهوم وسیع، با ایجاد صرفه خارجی (سرمایه انسانی به‌عنوان دانش و انباشت آن در اقتصاد و از طریق افزایش بهره‌وری تحقیق و توسعه داخلی و جذب تحقیق و توسعه خارجی) باعث افزایش و بهبود بهره‌وری عوامل تولید گردیده و بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت خواهد گذاشت (آذربایجانی و نجفی، ۱۳۹۶: ۸).

بنابراین جهت دستیابی به رشد اقتصادی درون‌زا و پایدار و افزایش سهم بهره‌وری در رشد اقتصادی به شناخت علمی از عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیاز است. با سیری در مطالعات گذشته مشخص می‌شود که بهره‌وری به دلیل اهمیتش، از جمله موضوعاتی است که بشدت مورد توجه پژوهشگران اقتصادی است، در این مطالعات متغیرهای متنوعی در راستای تبیین عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری مورد بررسی قرار گرفته است؛ بنابراین در عمل طیف وسیع از متغیرها به سیاست‌گذار اقتصادی عرضه می‌شود که هم‌زمان با کمک کردن برای روشن‌تر شدن موضوع، سیاست‌گذاران را دچار سردرگمی و گمراهی می‌نماید. لذا پژوهشگر اقتصادی باید به دنبال بررسی و شناخت عوامل

مهم‌تر برای کمک به امر سیاست‌گذاری باشد. همچنین در مطالعات صورت گرفته با روش‌های اقتصادسنجی مرسوم، نه تنها اهمیت و وزن عوامل مختلف در مطالعات گوناگون متفاوت بوده‌اند، بلکه این عوامل در مواردی نیز دارای معنی‌داری متفاوتی نیز بوده‌اند. در نتیجه برای کمک به امر سیاست‌گذاری باید مطالعات به سمتی بروند که این عوامل در کنار یکدیگر و در قالب یک مدل واحد قدرت پیش‌بینی‌شان موردسنجش قرار گیرد؛ اما واقعیت این است که روش‌های اقتصادسنجی معمول به دلیل محدودیت‌های خاصشان و به وجود آمدن تورش در نتایج، توانایی چینش این همه عوامل را در کنار یکدیگر ندارند.

بنابراین، این پژوهش در نظر دارد تا در ابتدا عوامل اصلی مؤثر بر رشد بهره‌وری نیروی کار را بر اساس مبانی نظری و مطالعات تجربی شناسایی کند، سپس با استفاده از روش شبکه مصنوعی، کلیه متغیرهایی را که در قالب مدل توانایی پیش‌بینی رشد بهره‌وری نیروی کار را دارند، یکجا شناسایی کند و سپس میزان و اهمیت هر عامل را در پیش‌بینی رشد بهره‌وری بررسی نماید.

۲- ادبیات موضوع

در نظریات رشد درون‌زا با تأکید بر تحقیق و توسعه نیز که به، اقتصاد دانش‌بنیان شهرت دارند (مطالعات آقین و هویت^۴، ۱۹۹۲؛ کو و هلپمن^۵، ۱۹۹۵) به تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه در پیشرفت فناوری به‌عنوان سازوکار درونی اقتصاد در خلق اندیشه‌های جدید و موتور رشد اقتصادی تأکید داشته است. همچنین مطالعات تجربی کوی و مقدم^۶ (۱۹۹۳) نیز حاکی از آن است که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده رشد بهره‌وریکل عوامل تولید یک اقتصاد است.

لذا تجربه تاریخی نشان می‌دهد مدل‌های رشد اقتصادی عمدتاً با تحلیل‌های ساده، که تنها به‌نقش عوامل تولیدی کار، سرمایه و نهاده‌های واسطه (زمین، انرژی) و ... تأکید داشته‌اند، آغاز گردیده و در طول زمان به جنبه‌های دیگر از منابع رشد، که عمدتاً دارای ویژگی‌های نرم درپروسه تولید تلقی می‌گردند، تأکید می‌کنند. از جمله این عوامل می‌توان به سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه، سرمایه اجتماعی، اندوخته دانش و ... اشاره نمود. (لسگنی و همکاران^۷، ۲۰۱۵: ۷۷۸).

در دهه‌های اخیر در کنار تکامل نظریه‌های رشد درون‌زا، مطالعات تجربی نیز به عوامل دیگری غیر از عوامل مورد اشاره در نظریات رشد تأکید دارند. اما در مطالعات جدید سعی بر این است که تغییرات بهره‌وری را به‌عنوان پیشرفت فنی، تغییر ترکیب نیروی کار، سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی، تخصیص مجدد منابع و هدایت آن‌ها از فعالیت‌هایی که بهره‌وری آن‌ها پایین

است به سمت فعالیت‌های با بهره‌وری بالا و صرفه‌های مقیاس معرفی کنند، به طور نمونه می‌توان به مطالعات، یونگ^۸ (۱۹۹۵)، کروگمن^۹ (۱۹۹۴)، اویونگ و تانگلو^{۱۰} (۲۰۰۱)، استرلی و لیوین^{۱۱} (۲۰۰۱) و ... اشاره نمود.

کميجانی و شاه‌آبادی (۱۳۹۲)، شاه آبادی و رحمانی (۱۳۸۹)، شاه‌آبادی (۱۳۸۶) به تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته‌اند. مطالعات رومر^{۱۲} (۱۹۸۷)، کو و همکاران (۲۰۰۹)، امینی و حجازی (۱۳۸۷)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷) و شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۲) از جمله نمونه‌هایی هستند که بیان می‌دارند سرمایه انسانی تأثیر مهمی در توضیح رشد اقتصادی و بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. کو و هلیمن (۱۹۹۵)، سن حاجی^{۱۳} (۱۹۹۹)، کميجانی (۱۳۸۹)، لطفعلی پور و همکاران (۱۳۹۴) و کریمی تکانلو و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر تجارت بین‌الملل بر رشد بهره‌وری پرداخته‌اند.

بیر و وگارا^{۱۴} (۲۰۰۲)، کميجانی و ابراهیمی (۱۳۹۲)، کریمی تکانلو و همکاران (۱۳۹۶)، در طی مطالعات خود تأکید دارند که نهادها و سیاست‌های اقتصادی به کار گرفته شده به واسطه دولت‌ها می‌توانند با ایجاد پیامدهای مثبت خارجی برای کل تابع تولید و همچنین تأثیرگذاری بر نظام انگیزشی در فرایند رشد اقتصادی عامل تقویتی مهمی در جهت بهبود بهره‌وری می‌باشند. کوردوبا و همکاران^{۱۵} (۲۰۰۹)، کشل^{۱۶} (۲۰۰۴)، سپهردوست و زمانی (۱۳۹۴) نیز بر رابطه جبران خدمات عوامل تولید و بهره‌وری تأکید دارند.

سن حاجی (۱۹۹۹)، کميجانی و ابراهیمی (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات نرخ ارز، تورم، آزادسازی سرمایه، ثبات سیاسی و اجتماعی بر رشد بهره‌وری پرداختند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که همبستگی میان سرمایه فیزیکی و رشد بهره‌وری کل عوامل وجود دارد. بر اساس مطالعات جورگنسون^{۱۷} (۲۰۰۱)، ماتوسی و استرلاچینی (۲۰۰۵)، محمودزاده و رزاقی (۱۳۹۰) فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یکی از عوامل رشد بهره‌وری کل عوامل مورد تأیید قرار گرفته است.

بنابراین بهره‌وری به دلیل اهمیتش، از جمله موضوعاتی است که شدت مورد توجه پژوهش‌گران است و در عمل طیف وسیعی از متغیرها به‌عنوان عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری شناسایی شده‌اند که در عین حال که برای تبیین موضوع بهره‌وری می‌تواند مفید باشد، این طیف وسیع از متغیرها در عمل برای سیاست‌گذاران، پیچیدگی امر را بالاتر برده است. بنابراین، این پژوهش در نظر دارد تا با استفاده از روش شبکه مصنوعی و انتخاب ویژگی کلیه متغیرهایی را که در قالب مدل توانایی

پیش‌بینی رشد بهره‌وری را دارند، یکجا شناسایی کند و سپس میزان و اهمیت هر عامل را در پیش‌بینی رشد بهره‌وری بررسی نماید.

۳- طراحی الگوی مدل

این قسمت از پژوهش با استفاده از روش تحلیل محتوا و مطالعه کتابخانه‌ها انجام می‌گیرد. بعد از شناسایی عوامل موثر بر رشد بهره‌وری با بکارگیری روش انتخاب ویژگی و شبکه‌های عصبی عوامل مهمتر انتخاب می‌شوند و در نهایت تحلیل حساسیت متغیرهایی شناسایی شده انجام می‌گیرد.

در این بررسی از یک مدل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید که گسترش یافته مدل ارائه شده توسط کوون (۱۹۸۶) است، استفاده می‌شود. که به صورت زیر است:

$$RTFP_t = \beta_0 + \beta_1 I_t + \beta_2 Z_t + \beta_3 M_t + U_t \quad (1)$$

با توجه به بهره‌وری کل عوامل تولید از مدل کندریک که مبتنی بر میانگین وزنی کار و سرمایه است شاخص بهره‌وری نیروی کار بر اساس رابطه زیر به دست می‌آید:

$$TPL = \frac{V}{L} \quad (2)$$

با لگاریتم‌گیری از طرفین رابطه بالا فرم خطی آن به صورت زیر است

$$\ln TPL = \ln V - \ln L \quad (3)$$

که در آن TFP بهره‌وری عوامل تولید، V تولید ناخالص داخلی، L نیروی کار است. در ادامه بر اساس مبانی نظری، متغیرهای مورد استفاده در مدل رگرسیونی معرفی می‌شوند. دسته اول متغیرها، شامل موارد زیر است:

توسعه زیرساخت‌های ارتباطی فیزیکی: برای اندازه‌گیری این شاخص از حجم خطوط ریلی کشور به کیلومتر استفاده شده است. که این متغیر در مطالعات پژویان و رئیس‌پور (۱۳۹۳)، آکینلو^{۱۸} (۲۰۰۶) و پسوا^{۱۹} (۲۰۰۵)، تئودر (۲۰۱۸)^{۲۰} استفاده شده است.

توسعه زیرساخت‌های ارتباطی غیر فیزیکی: این متغیر به اندازه‌گیری میزان توسعه زیرساخت‌های ارتباطی در سطح جامعه می‌پردازد. برای محاسبه این شاخص از میزان استفاده از اینترنت در هزار نفر استفاده می‌شود، این متغیر در مطالعات پسوا (۲۰۰۵)، شاه‌آبادی (۱۳۸۶)، عامری و همکاران (۱۳۹۴)، حیدری و همکاران (۱۳۹۵) به کار گرفته شده است.

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بهداشتی: برای اندازه‌گیری این متغیر از اطلاعات مربوط به کل مخارج بهداشتی به تولید ناخالص داخلی استفاده می‌شود. این متغیر در مطالعات فلاحی و همکاران (۱۳۹۴)، جرجرزاده و همکاران (۱۳۹۵)، آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶)، اونیزولا^{۲۱} (۲۰۱۷)، هندرامین^{۲۲} (۲۰۱۹)، و ... به کار گرفته شده است.

دسته دوم متغیرهای کلان اقتصادی (Z) هستند که عبارتند از:

درآمدهای نفتی دولت: این متغیر نیز در مطالعات اثنی عشری و همکاران (۱۳۸۸)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷)، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۰)، مهرآرا (۱۳۹۳) و حیدری و همکاران (۱۳۹۵) استفاده شده است و به نوعی تأکید شده است که درآمدهای ارزی و کمک آن به تثبیت نرخ ارز عامل مثبتی در جهت ورود فناوری‌های و ابزار پیشرفته از دنیای خارج است. برای اندازه‌گیری این شاخص از نسبت درآمدهای دولت به تولید ناخالص ملی استفاده می‌شود.

اندازه دولت: این شاخص اندازه دولت و میزان دولتی بودن اقتصاد را نشان می‌دهد. به دلیل وابستگی بخش‌های مختلف اقتصادی ایران به هزینه‌های دولتی، شاخص بهره‌وری نیز از این عامل می‌تواند تأثیرپذیر باشد این شاخص در مطالعات نیرولا^{۲۳} (۲۰۱۹)، آکینلو (۲۰۰۶) و کوروراتون^{۲۴} (۲۰۰۲) و کاشانی (۱۳۹۸) به کار گرفته شده است. به طور کلی تأثیر اندازه دولت بر رشد بهره‌وری در این مطالعات مبهم است.

توسعه سیاست‌های پولی و مالی: بر اساس تأکید مبانی نظری و مطالعات آفیون و هویت (۱۹۹۲)، کوروراتون (۲۰۰۲)، منیاگو^{۲۵} (۲۰۲۰)، کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۹۲) و ... توسعه سیاست پولی و مالی باعث افزایش سطح بهره‌وری می‌شود. در این مطالعه برای اندازه‌گیری توسعه پولی از نسبت سپرده بانکی به تولید ناخالص ملی و برای اندازه‌گیری توسعه بازار سرمایه از نسبت معاملات به تولید ناخالص ملی استفاده شده است.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: در مطالعات مختلفی ارتباط بین سرمایه‌گذاری خارجی و بهره‌وری مورد بررسی قرار گرفته است. تعدادی از مطالعات سرمایه‌گذاری خارجی را نماد استفاده از فناوری خارجی در تولید قلمداد می‌کنند. بنابراین پیش بینی می‌شود که رابطه بین این متغیر با بهره‌وری مثبت است. برای اندازه‌گیری این متغیر از میزان سرمایه‌گذار خارجی به تولید ناخالص داخلی استفاده می‌شود. این متغیر در مطالعات شاه‌آبادی (۱۳۸۶)، جهانگرد و همکاران (۱۳۹۶)، آمن و ویرمن^{۲۶} (۲۰۱۵)، شیو و حشمتی^{۲۷} (۲۰۰۶)، منیاگو (۲۰۲۰) و اخباری (۱۳۹۹) به کار گرفته شده است.

درجه باز بودن: در بسیاری از مطالعات از جمله مطالعات خشایار و همکاران (۱۳۹۱)، امینی و لطفی‌پور (۱۳۹۳)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷)، شیو و حشمتی (۲۰۰۶)، هوساس و یعقوبی^{۲۸}

(۲۰۰۵) و تئودر (۲۰۱۸) و بونگا^{۲۹} (۲۰۱۹) این متغیر به کار گرفته شده است. این متغیر میزان ارتباط بازار داخلی را با بازارهای خارجی مورد ارزیابی قرار می دهد و همچنین براساس ادبیات نظری، تجارت دروازه ورود سرریزهای دانش و فناوری نیز است. بنابراین این متغیر اهمیت زیادی در انتقال دانش و فناوری دارد. در نتیجه تأثیر این متغیر بر رشد بهره‌وری مثبت ارزیابی می‌گردد. برای محاسبه این شاخص از نسبت مجموع واردات و صادرات به کل تولید ناخالص داخلی استفاده شده است.

نرخ ارز واقعی: براساس ادبیات نظری این متغیر بر دیگر متغیرهای اقتصادی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم اثر می‌گذارد و در مطالعات آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶)، کمیجانی (۱۳۸۹)، شاه‌آبادی (۱۳۸۶)، نظری و مبارک (۱۳۸۶)، آفیون وهویت (۱۹۹۲)، آکینلو (۲۰۰۶) و طلا بیگی (۲۰۱۸) به کار گرفته شده است. با دلیل اینکه ساختار تولید و مصرف در ایران وابسته به بخش خارجی اقتصاد یا واردات است، هر نوع تغییری در نرخ ارز خواسته یا نخواستی بر دیگر متغیرهای اقتصادی (از واردات کالاهای واسطه‌ای تا صادرات، تأمین مالی، بهبود فناوری و حتی ورشکستگی در تولید) تأثیرگذار است (علی و مولایی، ۱۳۹۷: ۸۷). افزایش نرخ ارز حقیقی دو اثر متضاد بر بهره‌وری خواهد داشت. از سویی با فرض ثابت بودن سایر عوامل، می‌تواند باعث تقویت قدرت رقابتی و توسعه صادرات کالاهای داخلی شود که در نهایت می‌تواند منجر به ایجاد حاشیه سود و سرمایه‌گذاری بیشتر برای بهبود فناوری و رشد تحقیق و توسعه بنگاه‌های داخلی گردد. از طرف دیگر افزایش نرخ ارز واقعی باعث افزایش قیمت تمام‌شده کالاهای واسطه‌ای می‌شود و از این جهت که اقتصاد ایران واردکننده کالاها با فناوری و دانش نهفته بالا است، کاهش واردات در اثر افزایش نرخ ارز مانع ورود اثرات سرریز دانش کشورهای توسعه یافته به داخل می‌شود و در نتیجه منجر به کاهش سطح بهره‌وری می‌شود.

نرخ تورم: این شاخص نیز به مانند نرخ ارز از جمله عواملی است که می‌تواند دیگر متغیرهای اقتصادی را به حرکت وادارد. از این متغیرهای در مطالعات محمدزاده و همکاران (۱۳۹۰)، کمیجانی و ابراهیمی (۱۳۹۲)، آفیون و وهویت (۱۹۹۲) و تئودر (۲۰۱۸) به کار گرفته شده است. در این مطالعات اثر این متغیر مبهم است. تورم می‌تواند هزینه جبران خدمات نیروی کار را افزایش، حاشیه سود واحدها را کاهش و در نتیجه باعث کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه شود. از سوی دیگر تورم ملایم می‌تواند هم‌زمان با افزایش قیمت کالاهای تولید شده باعث افزایش حاشیه سود بنگاه‌ها و در نتیجه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه شود. بنابراین جهت اثرگذاری تورم بر بهره‌وری بستگی به نسبت هزینه دستمزد در کل هزینه تولید دارد. هرچه این نسبت بیشتر باشد

باعث کاهش بیشتر سود و در نتیجه کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می‌شود. برای محاسبه این شاخص در این مطالعه شاخص قیمتی مصرف‌کننده مورد استفاده قرار گرفته است. دسته سوم عبارتند از:

سرمایه فیزیکی: در قریب به اتفاق مطالعات سنتی این متغیر را به‌عنوان یکی از عوامل توضیح‌دهنده رشد بهره‌وری عنوان کرده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده هر چه سرمایه فیزیکی بیشتر باشد، بهره‌وری تمام عوامل نیز در کل اقتصاد ارتقا پیدا می‌کند. این متغیر در مطالعاتی از جمله ترپسکی^{۳۰} (۲۰۱۹)، جرجزاده و همکاران (۱۳۹۵)، سادیو همکاران^{۳۱} (۲۰۱۰)، شاه‌آبادی (۱۳۹۰)، سوری و همکاران (۱۳۸۷) به کار گرفته شده است. در این مطالعه از نسبت سرمایه خالص به نیروی کار برای نشان دادن این متغیر استفاده می‌شود.

دستمزد حقیقی: این متغیر نیز در بیشتر مطالعات به عنوان متغیر توضیحی به کار گرفته شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات بهرا و همکاران^{۳۲} (۲۰۱۲)، آپاریسیو^{۳۳} (۲۰۱۶)، اولانیزولا (۲۰۱۷)، کاتوویچ^{۳۴} (۲۰۱۸)، سرافراز (۲۰۱۸) و آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶) اشاره نمود. بر اساس این مطالعات هر چه دستمزد حقیقی فرد بالاتر باشد از آنجا که باعث انگیزش فرد می‌شود باعث تاثیر مثبت بر رشد بهره‌وری خواهد داشت. در این مطالعه از شاخص دستمزد حقیقی نیروی کار برای نشان دادن این متغیر استفاده شده است.

تحقیق و توسعه: همان‌گونه که در قسمت‌های قبلی نیز اشاره شد بر اساس نظریه‌های جدید رشد اقتصادی، یکی از اصلی‌ترین مسیرهای رشد بهره‌وری، رشد دانش و فناوری است؛ در نتیجه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه منجر به بهبود فناوری تولید و یافتن مسیرهای کم‌هزینه‌تر تولید می‌شود. بنابراین با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه رشد بهره‌وری نیز افزایش می‌یابد. این شاخص در مطالعات اسنوکین و ماتوزیسیت^{۳۵} (۲۰۱۸)، آپاریسیو و همکاران (۲۰۱۶)، آمن و ویرمنی (۲۰۱۵)، دیپه و موتل^{۳۶} (۲۰۱۳)، زمان^{۳۷} (۲۰۱۸)، زارع (۱۳۹۹)، امینی و لطفی پور (۱۳۹۳)، امینی و مصلی (۱۳۹۰) و ... به کار گرفته شده است.

شاخص نوآوری: این شاخص با بسط دانش در ساختار تولید منجر به بهبود بهره‌وری می‌شود. این شاخص در مطالعات زارع (۱۳۹۹)، آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶)، امینی و لطفی پور (۱۳۹۳)، شاه‌آبادی (۱۳۹۰)، آمن و ویرمنی (۲۰۱۵)، اسنوکین و کتوزیسیت (۲۰۱۸) و فضلیوگلا^{۳۸} (۲۰۱۹) جهت برآورد بهره‌وری به کار گرفته شده است. در این مطالعه برای محاسبه این متغیر از شاخص میزان اختراع در یک‌میلیون نفر برای محاسبه این متغیر استفاده می‌شود.

سرمایه انسانی: بر اساس نظریه‌های جدید رشد اقتصادی، انسان ظرف رشد و تولید دانش است در نتیجه به هر میزان این ظرف آماده‌تر و مناسب‌تر باشد، ظرفیت جذب و رشد علم نیز بالاتر می‌رود. براساس تاکیدات ادبیات نظری با افزایش سرمایه انسانی، بهره‌وری عوامل تولید ارتقا پیدا می‌کند. در این مطالعه از شاخص سرمایه انسانی که توسط بانک جهانی محاسبه می‌شود، جهت اندازه‌گیری این متغیر استفاده شده است. این شاخص در مطالعات اسنوکین و کتوزیسیت (۲۰۱۸)، دیپه و موتل (۲۰۱۳)، آپاریسیو و همکاران (۲۰۱۶)، هندارمین (۲۰۱۹)، منیاگو (۲۰۲۰) جاتوگابریل^{۳۹} (۲۰۲۰)، آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷)، امینی و لطفی (۱۳۹۳) و لطفعلی پور و همکاران (۱۳۹۴) به کار گرفته شده است.

عوامل نهادی: یکی از مهم‌ترین عواملی که در مطالعات جدید به آن توجه زیادی می‌شود عوامل نهادی هستند به‌طور کلی این عوامل زیرساخت‌های تاریخی، قانونی و سیاسی هستند که قواعد بازی اقتصادی را تعیین می‌کنند. در فضای اقتصادی، هرچه مخاطرات تولید و مبادله کاهش یابد، انگیزه انسان برای کار و رقابت نیز بیشتر می‌شود و بهبود فضای کسب‌وکار، باعث مشارکت بیشتر انسان‌ها در بازار می‌شود و بدین‌صورت پروسه تخصصی شدن شغل بیشتر و دقیق‌تر شکل می‌گیرد که این نیز به‌نوبه خود باعث توسعه بهتر و بیشتر شیوه‌های مختلف تولید و در نتیجه ارتقای بهره‌وری می‌شود. برای اندازه‌گیری کیفیت نهادی در مطالعات از متغیرهای مختلف استفاده می‌شود که در ادامه مجموعه‌ای از این عوامل معرفی می‌شوند این متغیرها به خصوص در مطالعات خارجی از جمله لسگنی و همکاران (۲۰۱۵) و ایوانو^{۴۰} (۲۰۱۲)، نیرولا (۲۰۱۹) زارع (۱۳۹۹) و برهانی پور (۱۳۹۹) به کار گرفته شده است.

کنترل فساد: یکی از متغیرهایی که به‌خوبی می‌تواند بیانگر کیفیت نهادی باشد میزان شیوع فساد در جامعه است، در حقیقت هر چه فساد در جامعه شایع‌تر باشد انگیزه انسان‌ها برای کار و رقابت اقتصادی کاهش می‌یابد و انسان‌ها به‌جای کار مولد به دنبال کار نامولد خواهند بود. بنابر این کنترل فساد با بهره‌وری رابطه مستقیم دارد و اشاعه آن بر رشد بهره‌وری اثر محدودکننده دارد. در این مطالعات از اطلاعات مربوط به شاخص کنترل فساد بانک جهانی استفاده می‌شود.

حاکمیت قانون: یکی از متغیرهای اصلی که می‌تواند بر نظام انگیزشی افراد تأثیر زیادی داشته باشد حاکمیت قانون است. در صورتی که قانون برای همه افراد در یک اجتماع به شکل یکسان و به دور از روابط خاص و کاملاً غیرشخصی انجام شود، انگیزه فرد برای کار و تلاش نیز افزایش می‌یابد و بستر مناسب‌تری برای رقابت اقتصادی فراهم می‌شود. در نتیجه بهبود شاخص حاکمیت قانون تأثیر مثبت در رشد بهره‌وری خواهد داشت. در این مطالعه از اطلاعات مربوط به شاخص حاکمیت قانون بانک جهانی برای این متغیر استفاده می‌شود.

کیفیت قوانین: این شاخص نیز از جمله شاخص‌هایی است که می‌تواند نمایانگر کیفیت نهادی در جامعه است. کیفیت بهتر قوانین نیز باعث کاهش بسیاری از موانع و منازعات در فرایند رقابت اقتصادی می‌شود. بنابراین این عامل رابطه مستقیم با رشد بهره‌وری دارد. در این مطالعه برای محاسبه این عامل از اطلاعات مربوط به شاخص حاکمیت قانون بانک جهانی استفاده می‌شود.

ثبات سیاسی و کنترل خشونت: ثبات سیاسی و انحصار به کارگیری خشونت در جامعه از سوی حکومت می‌تواند بر فعالیت بخش خصوصی تأثیر مثبت مضاعف داشته باشد. رابطه بین کنترل خشونت و جلوگیری از اشاعه خشونت در جامعه کاملاً واضح و روشن است و اساسی‌ترین پیش‌فرض برای هر فعالیت اقتصادی در هر جامعه می‌باشد. در نتیجه انحصار خشونت در حکومت به شرطی که به حکم قانون محدود شده باشد، باعث افزایش انگیزه بخش خصوصی برای فعالیت اقتصادی خواهد شد. همچنین عدم ثبات سیاسی می‌تواند فرایند ارائه خدمات و زیرساخت‌ها را توسط دولت مختل نماید. در این مطالعه برای محاسبه این عامل نیز از اطلاعات مربوط به شاخص حاکمیت قانون بانک جهانی استفاده می‌شود. بنابراین و پس از مطالعه مطالعات صورت گرفته و با بررسی مبانی نظری عوامل مذکور شناسایی شدند که در جدول ۱ خلاصه‌ای از این عوامل ذکر می‌شود.

جدول ۱- عوامل شناسایی شده مؤثر بر رشد بهره‌وری

منبع آماری	تعریف عملیاتی	تعریف متغیر
سازمان ملی بهره‌وری	میانگین وزنی بهره‌وری محاسبه شده در ۶ بخش (کشاورزی، صنعت و معدن، حمل و نقل و انبارداری، آب و برق و گاز، ساختمان، سایر خدمات)	بهره‌وری نیروی کار
بانک جهانی و وزارت راه و ترابری	مجموع آزادراه‌ها و خطوط ریلی کشور برحسب کیلومتر	زیرساخت فیزیکی ارتباطات
بانک جهانی	میزان دسترسی به اینترنت در هزار نفر	زیرساخت ارتباطی غیر فیزیکی
بانک جهانی	میزان کل هزینه‌های بهداشتی مصرفی به تولید ناخالص ملی	زیرساخت بهداشتی
بانک جهانی	کل درآمدهای نفتی دولت بر تولید ناخالص ملی	درآمدهای نفتی دولتی
بانک جهانی	هزینه‌های مصرفی دولت از تولید ناخالص ملی	اندازه دولت
بانک جهانی	نسبت سپرده‌های بانک به تولید ناخالص ملی	سیاست توسعه پولی
بانک جهانی	ویرایش‌خصوصی‌توسعه‌یازار سرمایه‌از نسبت حجم معاملات به تولید ناخالص ملی	سیاست توسعه مالی
بانک جهانی	کل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انجام شده در یک سال به تولید	سرمایه‌گذاری مستقیم

منبع آماری	تعریف عملیاتی	تعریف متغیر
	ناخالص ملی	خارجی
بانک جهانی	نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص ملی	درجه باز بودن
بانک جهانی	نرخ ارز واقعی	نرخ ارز واقعی
بانک جهانی	نرخ تورم بر اساس شاخص قیمتی مصرف کننده	نرخ تورم
بانک جهانی	میزان انباشت سرمایه در زمان موردنظر	سرمایه
بانک جهانی	دستمزد حقیقی نیروی کاری در زمان موردنظر	دستمزد حقیقی
بانک جهانی	کل هزینه صرف شده در تحقیق و توسعه به تولید ناخالص ملی در طرف یک سال	تحقیق و توسعه
بانک جهانی	میزان ثبت اختراع در یک میلیون نفر	ثبت نوآوری
بانک جهانی	شاخص سرمایه انسانی	سرمایه انسانی
بانک جهانی	شاخص کنترل فساد	کنترل فساد
بانک جهانی	شاخص حاکمیت قانون	حاکمیت قانون
بانک جهانی	شاخص کیفیت قوانین	کیفیت قوانین
بانک جهانی	شاخص ثبات سیاسی و کنترل خشونت	ثبات سیاسی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

پس از بررسی مبانی و مطالعات تجربی صورت گرفته به‌طور کلی ۲۰ متغیر مجزا از میان مطالعات به‌عنوان عوامل اصلی مؤثر بر رشد بهره‌وری شناسایی شده است.

۳-۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی نحوه عملکرد مغز انسان را تقلید می‌کنند و توانایی آن‌ها در استخراج الگوها در داده‌های مشاهده‌شده بدون نیاز به داشتن مفروضاتی در مورد روابط بین متغیرهاست. آن‌ها توابعی جامع و انعطاف‌پذیر و ابزاری قدرتمند برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی روابط غیرخطی، با درجه صحت بالا هستند. یکی از متداول‌ترین شبکه‌های عصبی مورد استفاده، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه^۴ است (که در این پژوهش نیز مورد استفاده است). (هراوی و همکاران^{۴۲}، ۲۰۰۴: ۴۴۰).

پیش‌بینی مدل‌ها توسط شاخص‌های عملکرد مختلفی سنجیده می‌شود، چون هیچ‌گونه اجماع کلی‌تری روی بهترین معیار عملکرد، برای ارزیابی مدل پیش‌بینی وجود ندارد. در این پژوهش به منظور ارزیابی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی از پارامترهای ضریب کفایت (R^2) و

مجدور میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شده است. برای استاندارد سازی داده‌ها از رابطه زیر استفاده می‌شود (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۴).

$$y = \frac{Xi - Xmin}{Xmax - Xmin}$$

که در آن $Xmin$ کوچک‌ترین داده و $Xmax$ بزرگ‌ترین داده سری داده‌های ورودی است. به علت کارایی، سادگی و سرعت بالا در این پژوهش از الگوریتم آموزشی لونیبرگ-مارکوارت^{۴۳} استفاده است.

فرایند انتخاب ویژگی معمولاً برای مسائلی استفاده می‌شود که داده‌ها شامل ویژگی‌های زیادی هستند و با حذف ویژگی‌های غیر ضروری و انتخاب ویژگی‌های ضروری برای یادگیری مدل، بهبود دقت پیش‌بینی را به همراه دارد (ارسکی^{۴۴} و ارسکی، ۲۰۱۴: ۲۰۵۷).

در این پژوهش برای بهینه‌سازی در منطق انتخاب ویژگی از الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی نا مغلوب نسخه دوم^{۴۵} (NSGA-II) استفاده می‌شود.

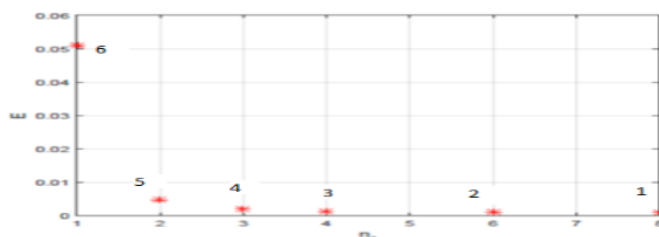
تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت، در واقع روشی است که در آن با ایجاد تغییر در ورودی‌ها میزان تغییر در خروجی تحلیل می‌شود. این مسئله نشان‌دهنده آن است که کدام ورودی بیشترین تأثیر را بر روی خروجی خواهد داشت. به عبارتی در اینجا به مانند روش‌های مرسوم اقتصادسنجی پس از شناسایی عوامل به شدت مرتبط و انتخاب کاراترین ترکیب از ورودی‌ها برای تعیین خروجی، میزان تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای بر توضیح تغییرات بهره‌وری نیز مشخص می‌شود اما با این تفاوت که در تحلیل حساسیت فرض بر این است که مدل انتخابی تمام تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهد؛ بنابراین منطق تحلیل حساسیت سطح خطای مدل را صفر در نظر می‌گیرد (لووه‌مکاران، ۲۰۰۱: ۳۰۱).

۴- ارائه نتایج و یافته‌ها

در ادامه نتایج حاصل از منطق انتخاب ویژگی ارائه می‌شود. در این پژوهش، پژوهش‌گر با در نظر گرفتن دو هدف، کمترین تعداد متغیر (برای سادگی بیشتر) و معیار حداقل خطا (کارایی) مدل خروجی را که در برگیرنده این دو معیار باشد ارائه می‌کند؛ نتایج حاکی از آن است که برای رسیدن

به بهترین نتایج (سادگی بیشتر و خطای کمتر) در نهایت در این مدل ۶ نقطه به عنوان نقاط بهینه انتخاب شده است و بر روی یک منحنی بی تفاوتی قرار دارد.



شکل ۱- مجموع نقاط بهینه در منطق انتخاب ویژگی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

این نقاط هرکدام دارای تعدادی مشخص متغیر با سطح خطای مشخص است. همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود نقاط شماره ۱، ۲ و ۳ دارای کمترین سطح خطا هستند که در میان آن نقطه شماره ۱ کمترین سطح خطا را نشان می‌دهد. تعداد متغیرهای انتخابی و سطح خطا در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که بیان شد بر اساس منطق انتخاب ویژگی، نقاط به دست آمده دارای سطح مطلوبیت یکسان است بنابراین نقطه شماره ۱ دارای کمترین سطح خطا و همچنین تعداد متغیر مناسب هستند لذا نتایج نقطه ۱ به عنوان نتیجه بهینه انتخاب می‌گردد.

جدول ۲- حداقل میانگین خطا و تعداد متغیرها در منطق انتخاب ویژگی

بهره وری نیروی کار		
تعداد متغیر	MSE	شماره
۸	۰,۰۰۰۱۰	۱
۶	۰,۰۰۰۱۲	۲
۴	۰,۰۰۰۱۳	۳
۳	۰,۰۰۰۱۹	۴
۲	۰,۰۰۰۴۸	۵
۱	۰,۰۰۰۵۰۹	۶

منبع: یافته‌های پژوهشگر

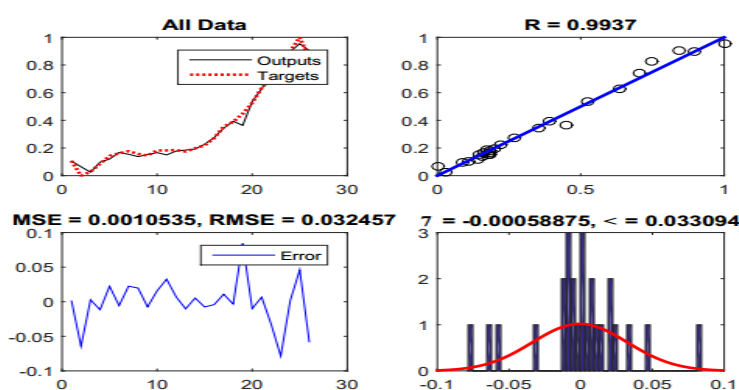
نتایج به دست آمده از معیار انتخاب ویژگی در جدول ۳ ارائه شده است. همان گونه که در جدول واضح است، از میان متغیرها شناسایی شده ۸ متغیر تورم، اندازه دولت، دستمزد نیروی کار، سرمایه انسانی، انباشت سرمایه فیزیکی، تحقیق و توسعه، حاکمیت قانون و کنترل فساد به عنوان عوامل موثر بر رشد بهره‌وری شناسایی شده‌اند. نکته قابل توجه عدم حذف متغیرهای هماهنگ با مبانی نظری بهره‌وری نیروی کار مانند سرمایه انسانی، دستمزد و تورم است و حذف متغیرهایی مانند سرمایه گذاری در بهداشت که مبانی نظری بر اهمیت آن برای بهره‌وری نیروی کار تاکید دارند.

جدول ۳- متغیرهای انتخاب شده بر اساس معیار انتخاب ویژگی

نام متغیر	انتخاب در مدل بهره‌وری کار
درجه باز بودن	۰
دسترسی به اینترنت	۰
تورم	۱
اندازه دولت	۱
درآمدهای نفتی	۰
دستمزد نیروی کار	۱
سرمایه انسانی	۱
توسعه مالی	۰
توسعه پولی	۰
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۰
نرخ ارز	۰
انباشت سرمایه	۱
سرمایه‌گذاری در زیرساخت (راه‌آهن)	۰
شاخص نوآوری	۰
تحقیق و توسعه	۱
سرمایه‌گذاری در بهداشت	۰
حاکمیت قانون	۱
کنترل فساد	۱
کیفیت قوانین	۰
ثبات سیاسی	۰

منبع: یافته‌های پژوهشگر

پس از تعیین تعداد متغیرهای بهینه و حذف متغیرها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل با تعداد بهینه متغیر و سطح خطای حداقل تخمین زده می‌شود. بر اساس نتایج، مدل شبکه عصبی با تابع فعال سازی ست لاین و با یک لایه پنهان و تعداد چهار نورن بهترین نتیجه را بدست می‌دهد. براساس نتایج، همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود این تابع سطح خطای ۰/۰۰۱۰ و معیار کفایت ۰/۹۹۳۷ را ارائه می‌دهد.



شکل ۲- بهترین خروجی‌ها بعد از انتخاب ویژگی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در جدول ۴ مقایسه بهترین نتایج خروجی با شبکه عصبی نشان داده شده است. همچنین بر اساس نتایج شبکه عصبی و منطق انتخاب ویژگی، علی‌رغم حذف متغیرهای اضافی از میان متغیرهای شناسایی‌شده، هم سطح خطای و هم معیار کفایت مدل انتخابی از حالتی که ۲۰ متغیر است، بهتر توانایی پیش‌بینی را دارند

جدول ۴- مقایسه بهترین نتایج خروجی با شبکه عصبی

مدل	نوع تابع	تعداد نورون	کفایت	میانگین حداقل خطا	تعداد متغیر
بهره وری نیروی کار	$\text{logsig}(n) = 1 / (1 + \exp(-n))$	۸	۰/۹۹۳۶	۰/۰۰۱۷	۲۰
	$\text{satlin}(n) = 0, \text{ if } n \leq 0$ $n, \text{ if } 0 < n \leq 1$ $1, \text{ if } 1 < n$	۴	۰/۹۹۳۷	۰/۰۰۱۰	۸

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در ادامه کار پژوهشی اکنون باید موضوع تحلیل حساسیت و وزن متغیرهای انتخابی مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش تحلیل حساسیت در مدل مناسب نهایی، بر اساس شبکه عصبی و معادله گارسن^{۴۶} انجام می‌شود؛ که معادله گارسن بر اساس پارتیشن‌بندی وزن‌های اتصالی به‌دست‌آمده از شبکه عصبی به‌صورت رابطه (۴) است.

$$I_j = \frac{\sum_{m=1}^{m=N_h} (W_{jm}^{ih} / \sum_{k=1}^{N_i} |W_{km}^{ih}|) \cdot |W_{mn}^{ho}|}{\sum_{k=1}^{N_i} \left\{ \sum_{m=1}^{m=N_h} (|W_{km}^{ih}| / \sum_{k=1}^{N_i} |W_{km}^{ih}|) \cdot |W_{mn}^{gi}| \right\}}$$

که در آن اهمیت نسبی J امین متغیر ورودی بر روی خروجی است. N_i و N_h به ترتیب تعداد نرون‌های ورودی و مخفی و W وزن بین لایه‌ها بوده و اندیس‌های o, h, i به ترتیب به لایه‌های ورودی، مخفی و خروجی اشاره دارد و اندیس‌های k, m, n به ترتیب به نرون‌های ورودی، مخفی و خروجی را نشان می‌دهد (گارسن، ۱۹۹۱: ۴۱۵). روش گارسن روش مناسب برای تعیین تأثیر کلی هر کدام از متغیرهای تخمین‌گر بر روی متغیر خروجی است، ولی اطلاعات دقیق در خصوص برهم‌کنش متغیرهای تخمین‌گر باهم دیگر ارائه نمی‌دهند. علاوه بر این، الگوریتم گارسن زمانی که تأثیر نسبی متغیرهای ورودی را محاسبه می‌کند از مقدار مطلق وزن‌ها بهره می‌گیرد؛ بنابراین جهت رابطه را نشان نمی‌دهد. در نتیجه میزان حساسیت به‌دست‌آمده با این فرض به‌دست‌آمده و با ضریب به‌دست‌آمده در مدل‌های سنجی کمی متفاوت‌تر است. تایج حاصل از کشش حساسیت در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج مدل گارسن

متغیر	بهره‌وری کار	متغیر	بهره‌وری کار
اندازه دولت	۱۱/۵	هزینه بهداشتی	حذف
درجه باز بودن	حذف	سرمایه انسانی	۱۸/۷
درآمد نفتی	حذف	تحقیق و توسعه	۹/۲
تورم	۱۱/۷	کنترل فساد	۱۴/۵
توسعه مالی	حذف	ثبات سیاسی	۱۴/۴
توسعه پولی	حذف	دستمزد پرداختی	۱۰
سرمایه‌گذاری خارجی	حذف	کیفیت قوانین	۹/۷
نرخ ارز	حذف	تشکیل سرمایه	حذف
دسترسی به اینترنت	حذف	حاکمیت قانون	حذف
زیرساخت فیزیکی	حذف	شاخص نورآری	حذف

منبع: یافته‌های پژوهشگر

بر اساس نتایج حاصل از کشش حساسیت، سرمایه انسانی حدود ۱۸ درصد کل تغییرات بهره‌وری را نشان می‌دهد. متغیر دستمزد نیروی کار و کنترل فساد هر کدام با حدود ۱۴ درصد دارای تاثیر بعدی هستند. تورم و اندازه دولت نیز تاثیر حدودی ۱۱ درصد بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارند و در نهایت ۳ متغیر حاکمیت قانون، تحقیق و توسعه و انباشت سرمایه فیزیکی با حدود ۹ درصد تاثیرات بعدی را بر رشد بهره‌وری دارند. بنابراین سرمایه انسانی، دستمزد نیروی کار و کنترل فساد بیشترین تاثیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارند و دو متغیر حاکمیت قانون، تحقیق و توسعه و انباشت فیزیکی سرمایه کمترین تاثیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار در ایران دارند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاکی از آن است که متغیر سرمایه انسانی بیشترین تاثیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارد. این متغیر آمیخته‌ای از وضعیت آموزش، سطح رفاه و بهداشتی کشورها می‌باشد و تأکید دارد که در صورت رفع نیازهای مادی انسان، ایجاد بسترها برای آموزش، پیشرفت در سطح بهداشتی جوامع، نظام انگیزشی در جهت تشویق کار و تلاش بیشتر شکل می‌گیرد و باعث رشد تولیدات انسانی در همان سطح سرمایه و دانش می‌شود. بنابراین این متغیر در ابتدا سطح بهره‌وری نیروی انسانی را از مسیر انگیزش انسان تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نهایت بهبود آن باعث بهبود سطح بهره‌وری در اجتماع می‌شود. سرمایه انسانی باعث می‌شود از سرمایه فیزیکی مناسبتر استفاده کرد و همچنین سرمایه انسانی با ایجاد تخصص و ایجاد درآمد بیشتر و پس انداز بیشتر سبب بالا رفتی کیفیت نیروی کار می‌گردد که این خود باعث می‌شود نیروی کار از سرمایه فیزیکی و طبیعی بیشتری استفاده کنند که این به نوبه خود سبب افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌گردد. هرچند که فرم و نحوه این پژوهش به‌طوری کلی با مطالعات پیشین خود کاملاً متفاوت است اما از جهت تأکید بر اهمیت مضاعف عامل سرمایه انسانی نتایج این مطالعه با مطالعات راجیو کی گوئل و همکاران (۲۰۰۸)، چانگو و همکاران (۲۰۱۱)، فیصل سلطان و همکاران (۲۰۱۴)، رضا قلی زاده و همکاران (۱۳۹۶)، اسنوکین و کتوزیسیت (۲۰۱۸)، آپاریسیو و همکاران (۲۰۱۶)، نجفی و آذربایجانی (۱۳۹۶)، امینی و حجازی (۱۳۸۷)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷) و شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۲) هماهنگی دارد.

بعد از سرمایه انسانی، اندازه دولت بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارای سطح تاثیرگذاری مناسب است. بر اساس مبانی نظری و مطالعات تجربی اختلافات زیادی در مورد میزان دخالت دولت در اقتصاد وجود دارد؛ اما واقعیت این است که در اقتصادهایی مانند اقتصاد ایران با ضعف تاریخی در انباشت سرمایه، ایجاد همه زیرساخت‌ها تا توسعه سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه، کیفیت

حکمرانی و ... تا حدی زیادی به میزان و نحوه دخالت دولت در اقتصاد بستگی دارد. در نتیجه صرف نظر از کیفیت ارائه خدمات دولتی (بحث‌های مربوط به خوب یا بد بودن دخالت دولت در اقتصاد) در صورت کاهش هزینه‌های دولت به دلیل کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، تحقیق و توسعه، افت شاخص توسعه انسانی و ... به‌وضوح می‌تواند رشد بهره‌وری در اقتصاد را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین نتایج بر اهمیت دولت در اقتصاد ایران تأکید دارد و با توجه به وابستگی بسیاری از خدمات اساسی مانند هزینه‌های تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی ایجاد زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های کلان، حفظ نظم، تأمین حقوق مالکیت و ... به‌طور قطع کاهش این هزینه‌ها و تلاش در کوچک کردن حجم دولت حداقل در کوتاه‌مدت باعث کاهش سطح بهره‌وری در اقتصاد خواهد شد. همچنین نتایج تحقیق محمدزاده و همکاران (۱۳۹۰)، اثنی‌عشری و همکاران (۱۳۸۸)، حیدری و همکاران (۱۳۹۵) نیز بر تأثیر مثبت درآمدهای دولتی و نفتی بر رشد بهره‌وری تأکید داشته‌اند.

متغیر تأثیرگذار دیگر، درجه باز بودن است. بر رشد بهره‌وری نیروی کار تأثیر گذار نیست. این متغیر به دلیل حجم زیاد واردات کالاهای واسطه‌ای که اثرات سرریز دانش و فناوری را در خود دارند می‌توانند به رشد و ارتقای بهره‌وری کمک کنند. این نتیجه توسط مطالعات دیگری از جمله امینی و لطفی (۱۳۹۳)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷) مورد تأکید قرار گرفته است. لازم به ذکر است سادیای و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر این عامل را منفی ارزیابی کرده‌اند؛ اما نکته بسیار مهم در مورد متغیرهای مرتبط با تجارت حذف متغیر نرخ ارز از متغیرهای تأثیرگذار بر رشد بهره‌وی نیروکار است. این در حالی است که این متغیر می‌تواند بر تجارت بین کشورها بسیار تاثیر -گذار باشد و مطالعات زیادی از جمله آذربایجانی (۱۳۹۶)، شاه‌آبادی (۱۳۹۰)، نظری و مبارک (۱۳۸۶)، آفیون و هویت (۱۹۹۲)، آکینلو (۲۰۰۶) بر اهمیت این متغیر تأکید داشته‌اند. حذف این متغیر در این مدل به احتمال زیاد ناشی از بی‌تأثیری آن بر بهره‌وری نیست (به دلیل وابستگی اقتصاد ایران چه در حوزه تولید و چه در حوزه مصرف به تجارت و نرخ ارز، این متغیر قطعاً بر فضای کلان اقتصادی ایران بسیار تأثیرگذار است) اما به دلیل میزان وابستگی شدید تولید در ایران به واردات کالاهای سرمایه‌ای و بی‌کشش بودن تقاضای وارداتی آن‌ها (علی و مولایی، ۱۳۹۷: ۹۰) در عمل با تغییر نرخ ارز تغییر چندانی بر تقاضای کالاهای واسطه‌ای و استفاده از سرریز آن در اقتصاد به وقوع نپیوسته است. لذا تغییرات نرخ ارز، تاثیر چندانی بر بهبود سطح بهره‌وری نداشته است.

متغیر مهم دیگر که بر شاخص بهره‌ورینیرووی کار تأثیرگذار قبالتوجه دارد، شاخص اقتصاد دانشی است که از دو متغیر هزینه‌های تحقیق و توسعه و میزان ثبت اختراع تشکیل شده است. برخلاف مطالعات پیشین، بهره‌وری از میزان اختراعات در این مدل تأثیر نپذیرفته است و در مرحله

انتخاب ویژگی از زمره ویژگی‌های تأثیرگذار حذف شده است. این در حالی است که در مطالعات آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶)، شاه‌آبادی (۱۳۹۰)، آمن و ویرمنی (۲۰۱۵)، اسنوکین و کتوزیسیت (۲۰۱۸) بر اهمیت و معنی‌داری آن تأکید شده است. دلیل این بی‌تأثیری می‌تواند پایین بودن تعداد ثبت اختراعات و عدم وجود اختراعات حساس و کاربردی در میان اختراعات ثبت شده باشد. لذا این دو عامل باعث شده است که میزان ثبت اختراعات بر رشد بهره‌وری تأثیر چندانی نداشته باشد. متغیر مهم دیگر در این شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه است. علی‌رغم چشمگیر نبودن میزان هزینه‌های مرتبط با تحقیق و توسعه در اقتصاد ایران (که همین مقدار نیز وابسته به هزینه‌های دولتی است) نتایج نشان می‌دهد که با تغییرات این متغیر بهره‌وری می‌تواند به شدت تحت تأثیر قرار گیرد.

دیگر متغیر تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری کنترل فساد است که بر بهره‌وری نیروی کار تأثیر بسیار زیادی دارد نیروی انسانی سالم، سازمان توانمند را به وجود می‌آورد و مدیران همواره به دنبال نیروی کار آمد و سالم برای افزایش بهره‌وری هستند وجود ساختار سازمانی مناسب، روشهای اجرایی کارآمد، تجهیزات و ابزار کار سالم، فضای کار متعادل و از همه مهمتر نیروی انسانی واجد صلاحیت و شایسته از ضروریاتی می‌باشند که برای رسیدن به بهره‌وری بیشتر نیروی کار همواره باید مورد توجه قرار گیرد. به‌طور کلی در میان متغیرها، مجموعه متغیرهای مربوط به عوامل نهادی که رابطه مستقیم با نظام انگیزشی انسان دارند، همگی از مجموعه متغیرهای تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری بوده‌اند. بعد از کنترل فساد، متغیر دیگر ثبات سیاسی است این متغیر نیز تأثیر بسیار زیاد بر بهره‌وری نیروی کار دارد زیرا ثبات سیاسی از طریق امنیتی که برای نیروی کار فراهم می‌کند منجر به بالا بردن انگیزه و بازدهی نیروی کار می‌شود. کیفیت قوانین بر بهره‌وری نیروی کار تأثیر گذار است متغیر حاکمیت قانون بر بهره‌وری نیروی کار تأثیر ندارد. بنابراین متغیرهای مرتبط با کیفیت نهادی نیز از جمله متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری نیروی کار هستند. این متغیرها در واقع کیفیت حکمرانی در اجتماع را نشان می‌دهد و با توجه به اهمیت دولت در اقتصاد ایران، هر چه این شاخص‌ها بهتر باشند در حقیقت کیفیت خدمات در اقتصاد ایران بهبود می‌یابد و می‌تواند انگیزه انسانی برای کار و تلاش بیشتر و به خصوص صرف بهتر هزینه‌های دولت را باعث شود و در نهایت سطح بهره‌وری در اقتصاد ایران را ارتقا بخشد. لازم به ذکر است نتیجه این پژوهش با مطالعات لسگنی و همکاران (۲۰۱۵) و ایوانو (۲۰۱۲) و شاه‌آبادی (۱۳۹۲) هماهنگی دارد.

متغیر دیگر که بر رشد بهره‌وری نیروی کار تأثیرگذار است دستمزد است. بر اساس مبانی نظری رشد دستمزد از طریق انگیزش انسان می‌تواند سطح محصول تولیدشده را ارتقا بخشد. و اگر دستمزد همسو با عملکرد و توانایی کارکنان باشد سبب افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌گردد.

همچنین دستمزد از طریق ایجاد تغذیه مناسب و آموزش بیشتر و استفاده از امکانات پزشکی بیشتر سبب افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌گردد. نتایج این پژوهش با کارهای آپارسو (۲۰۱۶)، اولانیزولا (۲۰۱۷)، سرافراز (۲۰۱۸)، آذربایجانی و نجفی (۱۳۹۶) هماهنگی دارد. دیگر متغیر تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری کل سرمایه فیزیکی است، نکته قابل‌ذکر در مورد دستمزد و سرمایه فیزیکی این است که هر دو متغیر در مطالعات سنتی بسیار بر اهمیت آنان تأکید شده است این در حالی است که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که از اهمیت این دو متغیر در توضیح رشد بهره‌وری نیروی کار کاسته شده است و قدرت توضیحی متغیرهای جدیدی مانند سرمایه انسانی، کیفیت نهادی، تحقیق و توسعه و هزینه‌های دولتی افزوده شده است. متغیر دیگری که با بحث تأمین مالی و انباشت سرمایه فیزیکی در ارتباط است سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است. مطالعات فراوانی از جمله آمن و ویرمن (۲۰۱۵) و شیو و حکمتی (۲۰۰۶) بر اهمیت این متغیر در رشد بهره‌وری تأکید داشته‌اند. این در حالی است که نتایج این پژوهش تأثیر این متغیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار تایید نمی‌کند همچنین متغیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری در بهداشت از جمله متغیرهایی هستند که در ادبیات بر اهمیت آن‌ها بر رشد بهره‌وری تأکید داشته‌اند، این در حالی است که نتایج این پژوهش اثر این عوامل را بر رشد بهره‌وری کار تایید نمی‌کند

لذا با توجه به درجه اهمیت متغیرهایی مانند سرمایه انسانی و اندازه دولت و عوامل نهادی پیشنهاد می‌گردد. برای ارتقای بهره‌وری دولت نسبت به ارائه زیرساخت‌هایی مانند آموزش رایگان و با کیفیت برای همه، بهداشت، خدمات قضایی باکیفیت، تضمین حقوق مالکیت، کنترل خشونت و ثبات سیاسی، ارائه استانداردهای معتبر و ... در جامعه متعهد بماند و دولت به بهانه کوچک کردن حجم خود نباید کیفیت ارائه این خدمات ر

کاهش دهد. بلکه باید با سرمایه‌گذاری بیشتر در آموزش و دستگاه قضایی، زمینه را برای ارتقای سرمایه انسانی، خدمات قضایی باکیفیت و تعمیق حقوق مالکیت در کشور فراهم آورد.

همچنین با توجه به اهمیت متغیرهایی مانند کنترل فساد و اندازه دولت و همچنین اجتناب‌ناپذیر بودن بسیاری از هزینه‌های دولت برای فراهم آوردن زیرساخت‌ها جهت ارتقای بهره‌وری، ضمن تأکید بر تقویت دستگاه‌های نظارتی باید در مبارزه با فساد به ابعاد فرهنگی این موضوع نیز تأکید شود و از ظرفیت مدارس در جهت هوشیاری و مبارزه با فساد بهره برد. با توجه به اهمیت تحقیق و توسعه در ارتقای سطح بهره‌وری، باید از مراکز دانشگاهی و دیگر مراکز پژوهش حمایت کافی شود و هم‌زمان باید با طراحی مکانیسم‌هایی، تحقیقات دانشگاهی بیشتر در خدمت نیازهای اجتماع و بخش صنعت باشد.

فهرست منابع

- ۱) آذربایجان، کریم و نجفی، زهرا (۱۳۹۶). "بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار در چارچوب تابع تولید". فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بهره‌وری، دوره ۱۱، شماره ۴۲، ۳۵-۷.
- ۲) اثنی عشری، هاجر؛ کرباسی، علیرضا و مسنن مظفری، مهدیه (۱۳۸۸). "بررسی رابطه تجارت خارجی و بهره‌وری عامل‌های تولید در بخش کشاورزی ایران". مجله پژوهش‌های نوین اقتصاد کشاورزی، جلد ۲، شماره ۱، ۱۱۱-۱۰۵.
- ۳) امینی، علیرضا و حجازی، زهره (۱۳۸۷). "نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دهم، شماره ۳۵، ۳۰-۱.
- ۴) امینی، علیرضا و لطفی‌پور، مریم (۱۳۹۳). "اثر آزادسازی تجارت خدمات مالی بر بهره‌وری کل عوامل تولید". فصلنامه علوم اقتصادی، دوره ۱۹، شماره ۷۵، ۱۱۳-۸۹.
- ۵) امینی، علیرضا و مصلی، شهرام (۱۳۹۰). "نقش سرمایه انسانی از نوع تجربه در بهره‌وری کل عوامل تولید در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران". فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال نوزدهم، شماره ۵۷، ۱۳۲-۱۰۵.
- ۶) انصاری نسب، مسلم و نامداری، سیمین (۱۳۹۵). "بررسی تأثیر جهانی‌شدن و آزادسازی تجاری بر رشد بهره‌وریکل عوامل". فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال چهارم، شماره ۱۴، ۱۷۰-۱۵۱.
- ۷) پژویان، جمشید و رئیس‌پور، علی (۱۳۹۳). "تبیین آثار سرمایه‌گذاری‌های بهداشتی دولت بر بهره‌وری عوامل تولید با رویکرد منطقه‌ای". فصلنامه اقتصاد کاربردی، سال چهارم، ۶۸-۴۳.
- ۸) تقی‌زاده، روح‌الله؛ فاضل یزدی، علی و محبی، رضا (۱۳۹۵). "عنوان مدل‌سازی و پیش‌بینی کارایی بانک‌های دولتی و خصوصی ایران با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک". فصلنامه مدیریت دارایی و تأمین مالی، سال اول، شماره ۲، ۱۲۶-۱۰۳.
- ۹) جرجرزاده، علیرضا؛ خیری‌زاده، شقایق و بصیرت، مهدی (۱۳۹۵). "رابطه بین سلامت و بهره‌وری نیروی کار در کشورهای درحال توسعه". فصلنامه مدیریت بهره‌وری، سال دهم، شماره ۳۷، ۸۰-۷۱.
- ۱۰) جکسون، تیوبیل، آر (۱۳۸۸). "آشنایی با شبکه‌های عصبی". ترجمه محمودالبرزی، تهران: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف چاپ دوم.

- (۱۱) جهانگرد، اسفندیار، دانشمند، آراین، پناهی، سامان، نیک بین، بهنام، (۱۳۹۶). اثر سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی ایران بسط مدل پاچولا، فصلنامه اقتصاد مالی، سال یازدهم، شماره ۴۰، صص ۹۵-۱۱۶.
- (۱۲) حیدری، حسن؛ فرخ نهاد، پروانه و محمدزاده، یوسف (۱۳۹۵). "نقش تحقیق و توسعه و ظرفیت جذب در بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب درحال توسعه". فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، دوره ۲۲، شماره ۳، صص ۳۷-۶۲.
- (۱۳) خشایار، سید شکری، میرباقری، عاطفه السادات، (۱۳۹۱). اثر آزادسازی تجاری بر رشد اقتصاد غیرنفتی کشورهای عضو اوپک، فصلنامه اقتصاد مالی، سال ششم، شماره ۲۰، صص ۱۹۴-۱۷۳.
- (۱۴) رحیمی راد، سحر، حیدری، حسن، نجارزاده، رضا. (۱۳۹۷). بررسی عوامل موثر بر شدت هزینه‌های تحقیق و توسعه در کارگاه‌های صنعتی ایران. پژوهشنامه اقتصادی. 18(71), 53-90, doi: 10.22054/joer.2018.9829
- (۱۵) سپهردوست و حمید، زمانی صابر (۱۳۹۴). "بررسی اثر جبران خدمات بر بهره‌وری نیروی کار تعاونی‌های صنعتی کشور"، پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار سال شانزدهم زمستان ۱۳۹۵ شماره ۴، صص ۲۱-۳۷.
- (۱۶) سوری، علی؛ ابراهیمی، محسن و حسینی دوست، احسان (۱۳۸۷). "رابطه بهره‌وری و دستمزد با تأکید بر تحصیلات نیروی کار (مطالعه موردی صنعت ایران)". پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳۱۱، ۳۱۱-۳۲۹.
- (۱۷) شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۶). "اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین‌الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران". فصلنامه علمی پژوهشی جستارهای اقتصادی، سال چهارم، شماره هفتم، ۱۳۴-۹۹.
- (۱۸) شاه‌آبادی، ابوالفضل؛ کیمیایی، فاطمه و ارباب‌افضلی، محمد (۱۳۹۲). "تأثیر مؤلفه دانش بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشورهای منتخب عضو کنفرانس اسلامی". فصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، سال بیستم، شماره ۵، صص ۴۲-۵۸.
- (۱۹) شاه‌آبادی ابوالفضل و رحمانی امید (۱۳۸۹). "بررسی نقش تحقیق و توسعه بر بهره‌وری بخش صنعت اقتصاد ایران، مجله رشد فناوری"، دوره ۷، شماره ۲۵، صص ۲۸-۳۸.
- (۲۰) طیبی، سیدکمیل؛ عمادزاده، مصطفی و شیخ بهایی، آریتا (۱۳۸۷). "تأثیر صادرات صنعتی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری عوامل تولید و رشد اقتصادی در کشورهای عضو کنفرانس اسلامی". فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره ۵، شماره ۲، صص ۸۵-۱۰۶.

- (۲۱) عامری، سهیلا؛ زارع مهرجویی، محمدرضا و ضیاءآبادی، مریم (۱۳۹۴). "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات و آزادسازی تجاری بر بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران". فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی، شماره هفدهم، ۱۱۶-۱۰۵.
- (۲۲) فلاحی، محمدعلی؛ جندقی میبیدی، فرشته و اسکندری‌پور، زهره (۱۳۹۴). "تأثیر ابعاد سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران". فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصاد کاربردی ایران، سال چهارم، شماره ۱۶، ۱۰۶-۸۱.
- (۲۳) کریمی تکانلو، زهرا؛ حقیقت، جعفر و بخشی‌پور، جواد (۱۳۹۶). "بررسی اثر رقابت وارداتی بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع ایران". فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۳۸، سال ۲۵، ۲۸۵-۲۶۵.
- (۲۴) کمیجانی، اکبر (۱۳۸۹). "بهره‌وری و رشد اقتصادی در برنامه چهارم و سند چشم انداز". انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی، ۳۸-۱۵.
- (۲۵) کمیجانی، اکبر و ابراهیمی، سجاد (۱۳۹۲). "اثر نوسانات نرخ ارز بر رشد بهره‌وری در کشورهای درحال توسعه با لحاظ توسعه مالی". فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصاد کاربردی ایران، سال دوم، شماره ۶، ۳۹-۲۴.
- (۲۶) کمیجانی، اکبر و شاه‌آبادی، ابولفضل (۱۳۹۲). "بررسی اثر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی از طریق تجارت خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید". فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۱۸، ۴۱-۲۵.
- (۲۷) لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ فلاحی، محمدعلی و حسینی، سیدسعید (۱۳۹۴). "اثر باز بودن تجاری بر بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع بزرگ ایران". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال پانزدهم، شماره دوم، ۱۱۶-۹۵.
- (۲۸) محمدزاده، پرویز؛ محسنی زنوزی، فخری سادات و رهنمای قراملکی، غلامحسین (۱۳۹۰). "تأثیر سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع متوسط و بزرگ ایران". فصلنامه اقتصاد و الگوسازی، سال پنجم، شماره ۳، ۱۴۷-۱۱۷.
- (۲۹) محمودزاده، محمود؛ (۱۳۹۰) "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران". فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی، سال سوم، شماره ۴۳، ۱۵-۲۹.
- (۳۰) محمدی پیراسته، سیدمحمدباقر؛ جلیلیان، حمیدرضا؛ میرزایی، حبیب (۱۳۹۱). "رابطه سرمایه فکری و بهره‌وری در صنعت بانکداری (مطالعه مورد: بانکهای استان لرستان)". فصلنامه پول و اقتصاد. سال سوم، شماره ۷، صص ۲۳۴-۲۰۳.

- (۳۱) مهرآرا، محسن، (۱۳۹۳). "اثر درآمدهای نفتی بر رشد اقتصادی ایران مبتنی بر شکست‌های ساختاری، فصلنامه اقتصاد مالی سال هشتم شماره ۲۶، صص ۵۲-۳۳.
- (۳۲) نظری، محسن و مبارک، اصغر (۱۳۸۶). "اثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بر بهره‌وری در صنایع ایران". پژوهشنامه علمی پژوهشی اقتصاد کلان، سال هفتم، شماره ۴، ۱۷۴-۱۵۱.
- 33) Aghion, P. & Howitt, P. (1992). "A Model of Growth Through Creative Destruction". *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- 34) Akinlo, A. E. (2006). "Macroeconomic Factor and Total Factor Productivity in Sub-Saharan African Countries". *International Research Journal of Finance and Economics*, ISSN1450-2887.
- 35) Aman, E. & Virmani, S. (2015). "Foreign Direct Investment and Reverse Technologist Spillovers, The Effect on Total Factor Productivity". *OECD Journal*, 89, 605-618.
- 36) Aparicio, S. D. (2016). "Institutional Factors, Opportunity Entrepreneurship and Economic Growth: Panel Data Evidence". *Technological Forecasting & Social Change*, 102, 45-61
- 37) Beyer, H., & Vergara, R. (2002). Productivity and economic growth: The case of Chile *Journal of Development Economics*, 59(1), 103-123.
- 38) Behera, R.S, Dua, P. Goldar, B. (2012). "Horizontal and Vertical Technology Spillover of Foreign Direct Investment: An Evaluation across Indian Manufacturing Industries". *Munich Personal RePEc Archive Paper No.43293*: pp:1-39
- 39) Cashell, B. W. (2004). "Productivity and Wage; Cornell University; ILR School, Congress Research Service.
- 40) Clark, W. (2000), "Do Trade Patterns and Technology Flows Affect Productivity Growth?" *World Bank Economic Review* 14, 17-47.
- 41) Coe, D. & Helpman, E. (1995). "International R&D Spillovers". *European Economic Review*, 39(2), 859-887.
- 42) Coe, D. T. & Moghadam, R. (1993). "Capital and Trade as Engines of Growth in France: An Application of Johansen's CoIntegration Methodology". *IMF Staff Papers*, 40, 542-666.
- 43) Coe, D. Helpman, E. & Hoffmaister, W. (2009). "International R&D Spillovers and Institutions". *Journal of European Economic Review*, 53(7), 224-225.
- 44) Cordoba, G. F. Perez, J. J. & Torres, J. L. (2009). "Public and Private Sector Sages Interaction a General Equilibrium Model". *Working Paper Serving*, No.9 (October 2009).
- 45) Cororaton, C. B. (2002). Total factor productivity in the Philippines, *Journal of Policy Modeling*, 29(1), 141-163.
- 46) Dieppe, A. & Mutl, J. (2013). "International R&D Spillovers Technology Transfer Vs. R&D Synergies". *European Central Bank Working Paper*, No. 1504.
- 47) Easterly, W, Ross Levine, (2001). "Aid, Policies, and Growth: Comment." *American Economic Review*, 94 (3): 774-780.
- 48) Garson, G. D. (1991). A comparison of neural network and expert systems algorithms with common multivariate procedures for analysis of social science data. *Social Science Computer Review*, 9(3), 399-434.

- 49) Griliches, Z. (1988). Productivity puzzles and R&D: another nonexplanation. *Journal of Economic Perspectives*, 2(4), 9-21.
- 50) Haousas, I. & Yagoubi, T. T. (2005). "Openness and Human Capital as Source of Productivity Growth: An Empirical Investigation from Some MENA Countries". *Journal of International Development*, 17, 527-551.
- 51) Heravi, S., Osborn D. R. & Birchenhall C. R. (2004). "Linear Versus Neural Network Forecasts for European Industrial Production Series". *International Journal of Forecasting*, 20, 435-446.
- 52) Hwang, I. & Wang, E. (2004). "Does Openness to Trade Affect Total Factor Productivity Growth: Evidence from 45 Japanese Manufacturing Industries". *Journal of Economic Research*, 9, 147-173.
- 53) Iwanow, T. (2012). "Institutional Quality, Productivity and Patterns of Comparative Advantage". Research School of Pacific and Asian Studies, ANU.
- 54) Jorgenson, D. W. (2001). "Information Technology and US Economy". *American Economic Review*, 44(91), 1-32.
- 55) Kim, S., Lim, H. & Park, D. (2007). "The Effect of Imports and Exports on Total Factor Productivity in Korea". The Research Institute of Economy, Trade and Industry Discussion, Paper Series, 07- E-022.
- 56) Krugman, P. (1994). "Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade". *The American Economic Review*, 75 (5), 950-959.
- 57) Kwon, J. K. (1986). "Capital Utilization, Economies of Scale and Technical Change in the Growth of Total Factor Productivity". 24, 75-89.
- 58) Lasagni, A., Nifo, A. & Gaetano V (2015). "Firm Productivity and Institutional Quality: Evidence from Italian Industry". *Journal of Regional Science*, Vol. 55, Issue 5, pp. 774-800
- 59) Lu, M., Abourizk, S.M. & Hermann, U.H., (2001) Sensitivity Analysis of neural networks in spool fabrication productivity studies, *J.Comp. in civil engineering*, Vol. 15, No.4, pp 299-308.
- 60) Matteucci, N., & Sterlacchini, A. (2004). ICT, R&D and productivity growth: evidence from Italian manufacturing firms. In Final Conference "Information Technology, Productivity and Growth", London.
- 61) Oluwanisola, A (2017). "Modeling the Effect of Healthcare Expenditure and Education Expenditure On Labour Productivity: A Study On OIC Countries". *Journal of Business and Economics Review*, 2(2), 31-37.
- 62) Oreski, S, & Oreski, G. (2014). "Genetic Algorithm-Based Heuristic for Feature Selection in Credit Risk Assessment". *Expert Systems with Applications*, 41(4), 2052-2064.
- 63) Owyong, D. T., & Thangavelu, S. M. (2001). An empirical study on public capital spillovers from the USA to Canada. *Applied Economics*, 33(11), 1493-1499.
- 64) Pessoa, A. (2005). Foreign direct investment and total factor productivity in OECD countries: evidence from aggregate data. Faculdade de Economia, Universidade do Porto.
- 65) Romer, P. M. (1987). "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization". *American Economic Review*, 77(2), 56-62.

- 66) Sadia, M., Ahmed, Q. M., & Butt, M. S. (2010). Trade liberalization and total factor productivity growth (1971-2007). *Pakistan Economic and Social Review*, 3(4), 61-84.
- 67) Senhadji, A. (1999). Sources of economic growth: An extensive growth accounting exercise. *IMF staff papers*, 47(1), 129-157.
- 68) Serfraz, A. (2018). "Foreign Direct Investment Inflows and Labor Productivity in Pakistan: A Sector-Wise Panel Cointegration Analysis". *Asian Journal of Economics and Empirical Research*, 5(1), 1-18.
- 69) Shiu, A. & Heshmati, A. (2006). "Technical Change and Total Factor Productivity Growth for Chinese Provinces: A Panel Data Analysis". IZA DP, No. 2133
- 70) Sniukine A.M & Matuzeviciute K. (2018). "Impact of Human Capital Development On Productivity Growth in EU Member States", *Business, Management and Education*, 16(1), 1-12.
- 71) Steiner, T. and Goldner, R. (2004), "Is There an Export or Import-Led Productivity Growth in Rapidly Developing Asian Countries? A Multivariate VAR Analysis," *Applied Economics* 36(2): 1083-1093.
- 72) Yong, T. (1995), "Manufacturing Firms in Developing Countries," *Journal of Economic Literature* 33(3). pp 11-44

یادداشت‌ها

- ¹ Clark
- ² Steiner & Goldner
- ³ Kim et al
- ⁴ Aghion & Howitt
- ⁵ Coe & Helpman
- ⁶ Coe & Moghadam
- ⁷ Lasagni et al
- ⁸ Young
- ⁹ Krugman
- ¹⁰ Owyong & Thangavelu
- ¹¹ Easterly & Levine
- ¹² Romer
- ¹³ senhadji
- ¹⁴ Beyer & Vegara
- ¹⁵ Cordoba et al
- ¹⁶ Cashell
- ¹⁷ Jorgenson
- ¹⁸ Akinlo
- ¹⁹ Pessoa
- ²⁰ Toader
- ²¹ Oluwanisola
- ²² Hendarmin
- ²³ Nirola
- ²⁴ Cororaton
- ²⁵ Meniago
- ²⁶ Aman, E. Virmani
- ²⁷ Shiu, A & Heshmati
- ²⁸ Haousas & Yagoubi

فرخ نوروزی، مسعود نوژاد، مهرزاد ابراهیمی و جلیل خداپرست شیرازی / ۲۰۷

- ²⁹ Bonga
- ³⁰ Trpeski
- ³¹ Sadia
- ³² Behera et all
- ³³ Aparicio
- ³⁴ Katovich
- ³⁵ Sniukine&Matuzeviciute
- ³⁶ Dieppe&Mutl
- ³⁷ Zaman
- ³⁸ Fazlıoğlu
- ³⁹ Joao Gabriel
- ⁴⁰ Ivano
- ⁴¹ Multi-Layer Perceptron
- ⁴² Heravi et all
- ⁴³ Marquardt-Levenberg
- ⁴⁴ Oreski
- ⁴⁵ Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II)
- ⁴⁶ Garson