

## مدل‌بندی بیزی تاثیر نوآوری بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه‌یافته<sup>۱</sup>

سمیه ریاضی‌نیا

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران  
[S.riazinia1991@gmail.com](mailto:S.riazinia1991@gmail.com)

منیره دیزجی (نویسنده مسئول)

عضو هیئت علمی، گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران  
[dizaji@iaut.ac.ir](mailto:dizaji@iaut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۱

### چکیده

در علم آمار دو رویکرد کلی کلاسیک و بیزی برای برآورد وجود دارد. در رویکرد بیزی علاوه بر اطلاعات نمونه تصادفی، از اطلاعات پیشین درباره پارامترها نیز برای برآورد استفاده می‌شود. به عبارت دیگر در رویکرد بیزی برای استنباط از ترکیبی از اطلاعات نمونه تصادفی و اطلاعات پیشین استفاده می‌شود. بنابراین هدف این مطالعه بررسی رابطه بین شاخص توسعه انسانی و نوآوری در کشورهای منتخب توسعه‌یافته بر اساس رویکرد بیزی است. در این مطالعه برای سنجش شاخص نوآوری از تعداد اختراعات، تعداد محققین استفاده شده است. علاوه بر عامل نوآوری، متغیرهای نرخ تورم، هزینه‌های آموزشی و بهداشتی دولت نیز به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته شده است. نمونه آماری شامل ۲۲ کشور منتخب توسعه‌یافته در بازه زمانی ۲۰۱۵ - ۱۹۹۶ می‌باشد. نتایج تحلیل نشان داد که نوآوری و شاخص‌های آن و همچنین تورم و هزینه‌های آموزشی و بهداشتی دولت نقش معنی‌داری در تبیین شاخص توسعه انسانی در رویکرد بیزی دارند که منطبق بر مبانی نظری بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی و در زمینه‌های مختلف پژوهشی از رویکرد بیزی برای برآورد استفاده شود و نتایج با رویکرد کلاسیک مقایسه شوند.

طبقه‌بندی *JEL*: B41, E22, E43, G21

واژه‌های کلیدی: شاخص توسعه انسانی، نوآوری، رویکرد بیزی، توزیع پیشین، توزیع پسین

<sup>۱</sup> این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه آزاد تبریز می‌باشد.

## ۱. مقدمه

از هنگامی که اقتصاددانان به بررسی مسائل توسعه کشورهای در حال توسعه پرداختند، رشد اقتصادی (رشد تولید ناخالص داخلی) به عنوان بهترین شاخص رشد و توسعه اقتصادی کشورها مقبولیت عام یافت. ولی تجربه کشورها در طی چند دهه گذشته نشان داد که اگر چه رشد اقتصادی شرط لازم برای بهبود زندگی افراد جامعه است، ولی شرط کافی نیست. شاخص توسعه انسانی<sup>۱</sup> شاخصی است که هر ساله توسط برنامه توسعهی ملل متحد<sup>۲</sup> برای تمامی کشورهای جهان با سه نماگر شامل امید به زندگی، پیشرفت تحصیلی و تولید ناخالص داخلی ارائه می‌شود و بر اساس این شاخص، کشورها رتبه‌بندی می‌شوند (اکبری، مقیمی، موذن جمشیدی، ۱۳۹۰).

مشکلات اقتصادی و مشکلات مربوط به دیگر جنبه‌های توسعه انسانی به عنوان مشکلات درگیر شاخص توسعه انسانی معرفی شده است. چنانچه در حال حاضر اندازه شاخص توسعه انسانی کمتر از میانگین ملی می‌باشد. در واقع، شرایط برای تمرکززدایی مالی در بخشهای درآمد، هزینه، قدرت خودگردانی می‌بایستی مهیا شود تا توسعه شاخصهای عملکردی اقتصادی در کشور بهبود یابد (نقیبی، تنهایی دیلمقانی، ۱۳۹۶).

ناکافی بودن معیار درآمد سرانه و رشد اقتصادی در تبیین رفاه شهروندان موجب شد که برخی از اقتصاددانان توجه خود را به شاخص‌هایی معطوف سازند که علاوه بر متغیرهای اقتصادی دربرگیرنده متغیرهای اجتماعی و انسانی نیز باشد. یکی از مهم‌ترین این شاخص‌ها شاخص توسعه انسانی است (پرمانیر<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). شاخص توسعه انسانی سه عنصر امید به زندگی، دانش و تولید ناخالص داخلی سرانه را دربر می‌گیرد. هر یک از این عناصر با یکدیگر ارتباط دارند و همدیگر را تقویت می‌کنند (کاوسی و احمدی، ۱۳۸۹).

نقش نوآوری در توسعه و پیشرفت کشورها، ضرورت تعریف شاخص‌های مناسب و تحلیل جایگاه کشورها بر اساس این شاخص‌ها را به فعالیتی مهم تبدیل نموده است. هم‌اکنون بسیاری از سازمان‌ها در برنامه‌ریزی و استراتژی‌های رشد خود، توجه به نوآوری را اساسی‌ترین هدفشان می‌دانند،

1. human development index

2. united nation development program

3. Permanyer

لذا با توجه به اهمیت این عامل برای کشورها، موسسه‌ی مطالعات اقتصادی<sup>۱</sup> از سال ۲۰۰۷ به اندازه‌گیری شاخص نوآوری در سراسر جهان پرداخت. مدل‌های مختلفی برای ارزیابی نوآوری کشورها تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل‌ها سعی داشته‌اند عوامل و مؤلفه‌های تاثیرگذار بر نوآوری یک کشور را مد نظر داشته و از طریق شاخص‌های کمی اقدام به ارزیابی آن مؤلفه‌ها نمایند. از آنجا که هدف از این مدل‌ها در نهایت رتبه‌بندی کشورهای مختلف بوده است، لذا سعی بر این بوده که در انتخاب ابعاد و مؤلفه‌های موثر در نوآوری و همچنین انتخاب شاخص‌های مربوطه، محدودیت‌های موجود در دسترسی به آمار را مدنظر قرار دهند. مقایسه‌ی مدل‌های ارائه شده به خوبی نشان می‌دهد که این مدل‌ها متناسب با ساختار کشورهای هدف تدوین شده‌اند و لذا برداشت یکسانی از قابلیت ملی نوآوری ندارند. برای مثال مدل‌های استفاده شده برای کشورهای پیشرفته تفاوت‌های بیشتری با مدل‌های استفاده شده برای کشورهای در حال توسعه دارند.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### ۲-۱. مبانی نظری

تحقیق و توسعه کلید اصلی رشد فناوری محسوب می‌شود و امروزه بیشتر فناوری‌های جدید به وسیله سازمان‌ها یا موسسات تحقیق و توسعه انجام می‌گیرد و یکی از نتایج مهم پژوهش در هر بخش اقتصادی، افزایش قابل ملاحظه بهره‌وری عوامل تولید است. در چارچوب نظریات رشد اقتصادی نیز می‌توان به این موضوع اشاره کرد که محور اصلی نظریات رشد درون‌زا دو مقوله سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه هستند و تجربیات رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته نیز نشان می‌دهد که این دو عامل نقش بسیار مهم و اساسی در ارتقای نرخ رشد اقتصادی این کشورها داشته‌اند. برخی مدل‌های رشد، فعالیت‌های تحقیق و توسعه<sup>۲</sup> (R&D) را به عنوان منبع رشد مورد توجه قرار می‌دهند که در آن دولت‌ها می‌توانند با تدارک دیدن مشوق‌های بازاری برای سرمایه‌گذاری تجاری در زمینه R&D، باعث کسب حق امتیازها و برنامه کارهای جدیدی شوند که بر نرخ بلند مدت اقتصاد تاثیرگذار باشند. ابداعات صنعتی جدید با انگیزه‌ی کسب سود که نتیجه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه هستند، منجر به انباشت دانش و تکنولوژی

<sup>۱</sup>. institut européen d'Administration des affaires

<sup>۲</sup>. Research and Development

می‌شود و به این دلیل که تا حدودی انحصاری هستند، منبعی برای رشد و توسعه کشورها می‌شوند (نوشه، ۱۳۹۰).

توجه به حقوق مالکیت و شناخت ظرفیت‌های رو افزون آن در کشورهای در حال توسعه می‌تواند یکی از محورهای اصلی پیشرفت های اقتصادی و اجتماعی در این گروه از کشورها باشد. محافظت قوی و موثر از حقوق ثبت اختراع به لحاظ برتری این دارایی‌ها بر دارایی‌های مادی باعث درخشش فکر و اندیشه نوآوران و در نتیجه ایجاد انگیزه برای ادامه فعالیت‌های تحقیقاتی آنها می‌شود. افزایش فعالیت‌های تحقیقاتی موجب افزایش نوآوری، بهبود تکنولوژی‌های موجود و یا ایجاد تکنولوژی‌های بهتر می‌شود. بهبود روز افزون یا خلق تکنولوژی باعث افزایش عامل بهره‌وری در تابع تولید می‌شود و تابع تولید را به سمت بالا انتقال می‌دهد و در نتیجه افزایش رشد اقتصادی را در پی خواهد داشت که این خود منجر به بهبود توسعه انسانی می‌گردد (پوریس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

از آغاز قرن گذشته، زمانی که از روش‌ها و مدل‌های کمی به عنوان یک ابزار اصلی برای کمک به فرمول‌بندی استراتژی‌های سرمایه‌گذاری و اقتصادی استفاده شد، چارچوبی که در اقتصاد به کار گرفته شده است، چارچوب کلاسیک است. اساس چارچوب کلاسیک، و مسائل مختلف برآورد، مانند برآورد نقطه‌ای، فاصله‌ای و آزمون فرض بر اساس تابع چگالی نمونه تصادفی<sup>۲</sup> استوار است. علی‌رغم معرفی چارچوب بیزی حدود ۲۵۰ سال پیش توسط توماس بیز<sup>۳</sup>، وزیر و ریاضیدان بریتانیایی، استفاده از چارچوب بیزی در مسائل اقتصادی در دو دهه اخیر مطرح شده است. کاربرد چارچوب بیزی در مطالعات اقتصادی، به دلیل قدرت محاسباتی بالا و همچنین توسعه روش‌های محاسباتی جدید، روندی رو به افزایش داشته است (اسوتلوزر<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

## ۲-۱-۱. مفهوم شاخص توسعه انسانی

ناکافی بودن معیار درآمد سرانه و رشد اقتصادی در تبیین رفاه شهروندان موجب شد که برخی از اقتصاددانان توجه خود را به شاخص‌هایی معطوف سازند که علاوه بر متغیرهای اقتصادی دربرگیرنده متغیرهای اجتماعی و انسانی نیز باشد. یکی از مهم‌ترین این

<sup>۱</sup>. Pouris

<sup>۲</sup>. likelihood function

<sup>۳</sup>. Thomas Bayes

<sup>۴</sup>. Svetlozar

شاخص‌ها " شاخص توسعه انسانی " است. حداقل سه دلیل وجود دارد که درآمد سرانه بالاتر ممکن است لزوماً به معنای درآمد بالاتر برای همه یا حتی اکثر خانوارها نباشد: دولت‌ها ممکن است منافع حاصل از رشد اقتصادی و درآمد سرانه بالاتر را صرف بهبود رفاه شهروندان نکنند، بلکه برای تقویت قدرت سیاسی خود، درآمد را صرف هزینه‌های نظامی و یا پروژه‌های جاه‌طلبانه‌ی پرهزینه کنند.

دولت‌ها ممکن است با سرکوب کردن میل به مصرف، منابع تحصیل‌شده از رشد اقتصادی را صرف سرمایه‌گذاری‌های آینده نمایند، به‌گونه‌ای که افزایش مصرف در دوره‌های بعد امکان‌پذیر شود که در این صورت نسل حال از سطح رفاه پایین‌تری برخوردار خواهند شد.

حتی اگر میانگین درآمد و مصرف جامعه افزایش یابد با توجه به وجود شکاف درآمدی بسیار محتمل خواهد بود که آنانی که وضع رفاهی بهتری دارند، بخش اعظم منافع حاصل از رشد را به خود اختصاص دهند و سهم گروه‌های فقیر بسیار کمتر از گروه‌های دیگر افزایش یابد (ولی بیگی و پناهی، ۱۳۸۹).

شاخص توسعه انسانی سه عنصر امید به زندگی، دانش و تولید ناخالص داخلی سرانه را دربر می‌گیرد. هر یک از این عناصر با یکدیگر ارتباط دارند و همدیگر را تقویت می‌کنند. در محاسبه این شاخص سه بعد آموزشی بهداشتی و درآمدی لحاظ شده است که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته اند.

شاخص آموزش دو معیار نرخ با سواد بزرگسالان و نرخ ناخالص ثبت‌نام را به صورت ترکیبی از نرخ ثبت‌نام در آموزش ابتدایی، متوسطه و تحصیلات عالی دربر می‌گیرد. سازمان ملل سواد را اولین گام برای یادگیری و پایه‌ریزی دانش لحاظ کرده و در محاسبه شاخص آموزش به نرخ باسواد بزرگسالان وزن بیشتری داده شده است، یعنی در محاسبه شاخص آموزش، نرخ باسواد بزرگسالان با نرخ ترکیبی ثبت‌نام ناخالص با ضریب دوسوم در نظر گرفته می‌شود. مقدار حداقل و حداکثر هر دو معیار آموزش به ترتیب برابر صفر و ۱۰۰ می‌باشد (کاوسی و احمدی، ۱۳۸۹).

سازمان بهداشت جهانی، سلامت را وضع مطلوب جسمی، روحی و روانی و اجتماعی یک فرد تعریف کرده است (عباس پور، ۱۳۸۳). از تعریف مذکور چنین استنباط می‌شود که انسان و سلامتی وی از جنبه‌های سه‌گانه "جسم، روان و روابط اجتماعی" تامین یا تهدید می‌شود. سلامتی روان قسمتی از سلامتی کلی است. منظور از سلامتی روان،

سلامتی ابعاد خاصی از انسان مثل هوش، ذهن، حالت و فکر او می‌باشد. شاخص مورد نظر برای ارزیابی سلامت امید به زندگی می‌باشد (کاوسی و احمدی، ۱۳۸۹). همچنین سطح پایین زندگی به نوعی به پایین بودن سطح درآمد مربوط می‌شود که خود از پایین بودن متوسط بهره‌وری نیروی کار ناشی می‌شود. بنابراین هر یک از این عناصر می‌تواند تاثیر بسزایی در ساختار اقتصادی یک کشور داشته باشد و منابع انسانی آگاه و سالم و نیز منابع درآمدی کافی لازمه ی رسیدن به رشد اقتصادی است (نوجوان، ۱۳۹۳).

**۲-۱-۲. مفهوم نوآوری و بررسی مدل‌های بین‌المللی ارزیابی توان نوآوری کشورها**

تغییر در فرآیند تفکر برای انجام کاری یا چیزهای جدیدی که ساخته شده است را نوآوری گویند. نوآوری، عملی کردن اندیشه‌های نو و بدیعی است که از خلاقیت ناشی می‌شود. متخصصان مدیریت، نوآوری را مترادف با ابداع می‌دانند و معتقدند نوآوری فرآیند پایانی خلاقیت و به عبارتی جلوه و نمود بیرونی آن می‌باشد که به صورت یک محصول یا تولید بدیع و تازه آشکار می‌شود. به زعم آنان، آنچه موجب نوآوری می‌شود، توان خلاقیت فرد است که او را به سوی نوآوری در کار و تولید می‌کشاند. در واقع، نوآوری تبدیل خلاقیت و ایده‌های نو به عمل و نتیجه است. پشتوانه‌ی اصلی نوآوری در همه‌ی ابعاد آن داشتن و آرایه‌ی ایده‌های نو است. غالباً نوآوری‌ها از جستجوی آگاهانه و هدفمند به دنبال فرصت‌های جدید حاصل می‌شوند و این فرآیند با تحلیل این فرصت‌ها آغاز می‌شود (لی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

در موقعیت امروزی نوآوری اهمیت بسیار زیادی برای پیروزی و بقای شرکت‌ها در امر رقابت دارد، زیرا نوآوری به مثابه‌ی عنصری تعیین‌کننده برای شرکت‌ها در این موقعیت عمل می‌کند. نوآوری چیز نو و یا ارتقایافته‌ای است که در یک سازمان به منظور ایجاد ارزش افزوده چه به طور مستقیم برای سازمان و چه به طور غیرمستقیم برای مشتریان انجام می‌پذیرد. بر این مبنا، نوآوری می‌تواند جنبه‌های مختلفی به خود بگیرد. از جمله اینکه می‌توان نوآوری را به عنوان فرآیند ایجاد فناوری جدید، فرآیند بهبود و ارتقای فناوری موجود و فرآیند تبدیل فرصت‌ها به بهره‌برداری عملی دانست. اساساً نوآوری از دیدگاه مدیریتی، فرآیندی است که از ایده شروع و به انتشار تجاری بهبود رویه‌ها و روش‌های نو در تولید محصول یا خدمت جدید خاتمه می‌یابد. لذا به دلایل فوق نوآوری از اهمیت چشمگیری برخوردار است.

<sup>۱</sup>. Lee

نقش نوآوری در توسعه و پیشرفت کشورها، ضرورت تعریف شاخص‌های مناسب و تحلیل جایگاه کشورها بر اساس این شاخص‌ها را به فعالیتی مهم تبدیل نموده است. هم‌اکنون بسیاری از سازمان‌ها در برنامه‌ریزی و استراتژی‌های رشد خود، توجه به نوآوری را اساسی‌ترین هدفشان می‌دانند، لذا با توجه به اهمیت این عامل برای کشورها، موسسه‌ی مطالعات اقتصادی از سال ۲۰۰۷ به اندازه‌گیری شاخص نوآوری در سراسر جهان پرداخت.

از شاخص‌های متداولی که برای ارزیابی قابلیت نوآوری تبیین شده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (ریموند، پیر، ۲۰۱۰):

- شاخص دستیابی به فناوری<sup>۱</sup>: شاخص دستیابی به فناوری برای رتبه‌بندی کشورها، چهار مؤلفه‌ی تولید فناوری (اندازه‌گیری بر اساس میزان ثبت اختراعات ملی و میزان درآمد حاصل از فروش حق اختراع و حق پروانه‌ی بهره‌برداری)، نفوذ فناوری‌های جدید (اندازه‌گیری بر اساس میزان کاربران اینترنت و میزان صادرات محصولات با فناوری متوسط و بالا)، نفوذ فناوری‌های قدیمی (اندازه‌گیری بر اساس خطوط اصلی تلفن و میزان مصرف برق) و مهارت‌های انسانی (اندازه‌گیری بر اساس میزان سال‌های تحصیلی و ثبت‌نام آموزش عالی) مد نظر قرار گرفته شده است.

- نشانگر توسعه‌ی صنعتی<sup>۲</sup>: در شاخص توسعه صنعتی که در گزارش سازمان ملل متحد مورد استفاده قرار گرفته، هشتاد و هفت کشور برای ارزیابی مدنظر قرار گرفته‌اند. از مشخصات اصلی این شاخص وجود مؤلفه‌ای برای نشان دادن فضای رقابت صنعتی است. در شاخص مذکور چهار مؤلفه‌ی فعالیت‌های فناورانه (اندازه‌گیری بر مبنای میزان ثبت اختراعات در آمریکا و میزان اعتبارات اختصاص داده شده به تحقیق و توسعه)، کارایی صنعت رقابتی (اندازه‌گیری بر مبنای ارزش افزوده در تولیدات، سهم فناوری‌های متوسط و بالا در ارزش افزوده تولیدات، صادرات تولیدات و مصنوعات، سهم فناوری‌های متوسط و بالا در صادرات تولیدات و مصنوعات)، واردات فناوری (اندازه‌گیری بر مبنای میزان سرمایه‌گذاری خارجی، میزان پرداخت‌های خارجی برای حق اختراع کالاهای سرمایه‌ای) و مهارت‌ها و زیرساخت‌ها (اندازه‌گیری بر مبنای

1. Raymond & Pierre

2. technology achievement index

3. industrial development scoreboard

میزان ثبت‌نام رشته‌های فنی و مهندسی در آموزش عالی و میزان خطوط اصلی تلفن (لحاظ شده است).

- شاخص ظرفیت علم و فناوری<sup>۱</sup> (موسسه‌ی رند): شاخص وگنر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۴) که برای موسسه‌ی رند تدوین شده و بر مبنای آن هفتاد و شش کشور رتبه‌بندی شده‌اند، شامل هشت شاخص بوده که در سه مؤلفه‌ی اصلی شامل عوامل توانمندساز (اندازه‌گیری بر مبنای تولید ناخالص داخلی و میزان ثبت‌نام آموزش عالی)، منابع (اندازه‌گیری بر مبنای میزان مخارج تحقیق و توسعه، تعداد نهادهای علمی و تعداد دانشمندان و مهندسان) و انباشت دانش (اندازه‌گیری بر اساس ثبت اختراع، انتشارات علمی و میزان مقاله‌های مشترک) تقسیم‌بندی شده است.

- شاخص فناوری<sup>۳</sup> (مجمع جهانی اقتصاد): شاخص فناوری نشسته جهانی اقتصاد شامل سه مؤلفه‌ی ظرفیت نوآوری (اندازه‌گیری بر اساس اختراعات ثبت شده در آمریکا، سهم ثبت‌نام در آموزش عالی و نظر سنجی)، نفوذ فناوری ارتباطات و اطلاعات (اندازه‌گیری بر مبنای نفوذ اینترنت، تلفن، کامپیوتر شخصی و نظرسنجی) و انتقال فناوری (اندازه‌گیری بر مبنای میزان صادرات محصولات غیراولیه و نظرسنجی) می‌باشد.

- شاخص جهانی نوآوری<sup>۴</sup> (سازمان جهانی مالکیت فکری): در شاخص ارائه شده از سوی سازمان جهانی مالکیت فکری در گزارش شاخص جهانی نوآوری به منظور رتبه‌بندی کشورها از دو مؤلفه‌ی کلی ورودی‌های نوآوری و خروجی‌های نوآوری استفاده شده است. هر کدام از این دو مؤلفه شامل زیر شاخه‌هایی است که در زیر بدان اشاره شده است:

الف- مؤلفه‌ی ورودی نوآوری شامل پنج بخش: نهادها (محیط سیاسی، محیط مقررات‌گذاری، محیط کسب و کار)، سرمایه‌ی انسانی و تحقیقات (آموزش، آموزش ابتدایی، تحقیق و توسعه)، زیرساخت (فناوری اطلاعات و ارتباطات، زیرساخت‌های عمومی، پایداری بوم‌شناختی)، بلوغ بازار (اعتبار، سرمایه‌گذاری، تجارت و رقابت)، بلوغ کسب و کار (شاغلین دانش‌بنیان، ارتباطات نوآوری، جذب دانش).

1. science and technology capacity index

2. Wagner

3. Technology Index

4. Global Innovation Index



ب- مؤلفه‌ی خروجی نوآوری شامل دو بخش خروجی دانش و فناوری (خلق دانش، تأثیر دانش، نفوذ دانش)، خروجی‌های خلاقانه (خلاقیت نامشهود، محصولات و خدمات خلاقانه، خلاقیت برخط).

با توجه به مطالب فوق نوآوری‌ها را نمی‌توان دقیق اندازه‌گیری کرد بلکه با استفاده از شاخص‌هایی می‌توان آن را نشان داد. در این مطالعه با لحاظ محدودیت‌های آماری جهت نشان دادن نوآوری از شاخص تعداد اختراعات ثبت شده، تعداد محققین و تعداد مقالات چاپ شده استفاده شده است.

## ۲-۲. پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در زمینه عوامل موثر بر توسعه انسانی در داخل و خارج از کشور انجام شده است، اما مطالعات اندک و انگشت شماری در رابطه با نوآوری و توسعه انسانی و رویکرد بیزی به چشم می‌خورد که در ادامه خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در این زمینه آورده شده است.

مارتینز و ویگا<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) در مطالعه خود با استفاده از اطلاعات ۱۸۷ بین سال‌های ۱۹۷۶ - ۲۰۱۰ و روش برآوردگر گشتاورهای تعمیم‌یافته به بررسی رابطه اندازه دولت با شاخص توسعه انسانی پرداختند. نتایج بیانگر این است که افزایش در هزینه‌های عمومی می‌تواند منجر به افزایش توسعه انسانی گردد.

اوخانا<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) در تحقیقی به برآورد بیزی مدل‌های DXGE در روسیه پرداخت. به منظور برآورد مدل از اثرات کمی پویایی قیمت کالا استفاده کرد. در این تحقیق به برآورد اثر قیمت نفت بر اقتصاد روسیه در یک چارچوب تعادل عمومی پرداخته شد. علی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود با بررسی اثر سیاست مالی بر HDI کشور پاکستان نشان دادند که افزایش در درآمد سرانه و هزینه‌های آموزش و پرورش اثر مثبت و مخارج جاری اثر منفی بر توسعه انسانی دارد.

گوسیان و اکسپوزیتو<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) رابطه میان هزینه‌های آموزشی و بهداشتی دولت با شاخص‌های مختلف اجتماعی و کیفیت زندگی را در کشورهای آفریقایی و آسیایی بررسی کرده‌اند. آنان برای بهبود کارکرد هزینه‌های بهداشتی، افزایش هزینه‌های آموزشی در کشورهای مورد مطالعه را توصیه می‌نمایند.

1. Mattins and viga

2. Oxana

3. Ali

4. Guisan & Exposito

نقیبی و تنهایی دیلمقانی (۱۳۹۶) در تحقیقی اثر تمرکززدایی مالی را روی بهبود شرایط شاخص توسعه انسانی، با بهره‌گیری از رهیافت خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده طی سالهای ۱۳۹۱-۱۳۷۱ برای داده‌های کشور ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج تخمین مدل نشان داد که بخش‌های تمرکززدایی مالی (شامل تمرکززدایی سهم هزینه، تمرکززدایی سهم درآمد و قدرت خودگردانی) بر شاخص توسعه انسانی تأثیر معنی‌دار داشتند.

التجائی و حسینی (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای که برای دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۰ با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی بر پایه‌ی نظری الگوی رشد درون‌زا و با استفاده از دو شاخص گینارت - پارک و حق ثبت اختراع موثر، به بررسی تاثیر حق ثبت اختراع به عنوان معیاری از شاخص نوآوری بر رشد اقتصادی پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر تاثیر مثبت و معنی‌دار حق ثبت اختراع بر رشد اقتصادی هر دو گروه کشورها می‌باشد. همچنین یافته‌های تحقیق بیانگر قوی‌تر بودن اثر حق ثبت اختراع بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته نسبت به در حال توسعه است.

دیزجی و آهنگری گرگری (۱۳۹۴) در تحقیقی تاثیر توسعه مالی بر توزیع درآمد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه را انجام دادند. نتایج تجربی حاصل برای کشورهای توسعه یافته نشان داد که مجذور مربعات توسعه مالی در قیمت نزولی منحنی U معکوس قرار دارد. برای کشورهای در حال توسعه نتایج برآوردهای روش حداقل مربعات تعمیم یافته منحنی U معکوس را برای متغیرهای توسعه مالی و درآمد سرانه را تایید کرده است، در حالی که در روش گشتاورهای تعمیم یافته رابطه خطی توسعه مالی و U معکوس برای درآمد سرانه تایید شده است.

میرباقری و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای که برای کشورهای منتخب عضو منا طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۲ با به‌کارگیری داده‌های تابلویی پویا و گشتاورهای تعمیم یافته عوامل موثر بر توسعه انسانی را با تاکید بر حجم تجارت بررسی کردند. بدین منظور از سه مدل جداگانه برای متغیرهای مربوط به تجارت به صورت واردات سرانه، صادرات سرانه، تجارت سرانه استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل توسط برآوردگر گشتاورهای تعمیم یافته، نشانگر این است که در تمام مدل‌ها تجارت تاثیر مثبت و معنادار بر توسعه انسانی دارد، همچنین مخارج آموزش، مخارج بخش سلامت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت و معنادار بر توسعه انسانی دارند.

احمدی و ح‌ضار مقدم (۱۳۹۲) در مطالعه خود به بررسی تاثیر آزاد سازی تجاری روی شاخص توسعه انسانی ۱۴۴ کشور در حال توسعه در دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۲ پرداخته‌اند. مدل رگرسیون مورد نظر در قالب الگوی داده‌های تابلویی و با به‌کارگیری نرم‌افزار استاتا تخمین زده شده است. لازم به ذکر است از شاخص توسعه انسانی منتشر شده توسط سازمان ملل متحد به عنوان معیاری برای نشان دادن سطح توسعه‌یافتگی کشورها استفاده شده و طبق نتایج بدست آمده آزادسازی تجاری و افزایش حجم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تاثیر مثبت بر توسعه انسانی دارد.

خوشنویس و پژوهان (۱۳۹۱) در تحقیقی تاثیر آلودگی زیست محیطی بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته را با استفاده از روش داده‌های تابلویی طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در کشورهای توسعه یافته اثرات مستقیم و غیرمستقیم آلودگی بر شاخص توسعه انسانی دارای پیامد منفی غیرقابل اغماض است.

افشاری و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه خود با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته دومرحله‌ای برای ۳۰ کشور توسعه یافته و ۳۴ کشور در حال توسعه در بازه سال‌های ۲۰۰۹ - ۱۹۸۰ نشان دادند که هزینه‌های مصرفی و سرمایه‌گذاری دولت بر HDI متفاوت است.

### ۳. روش‌شناسی تحقیق

این مطالعه از نوع تحقیقات کاربردی بوده و به لحاظ روش تحقیق از نوع علی-تحلیلی بود. ابزار گردآوری اطلاعات استفاده از بانک‌های اطلاعاتی بوده، داده‌های مربوط به متغیرها از داده‌های سایت WDI و UNDP برای کشورهای منتخب جهان استفاده گردیده است. برآورد مدل در رویکرد بیزی با استفاده از نرم‌افزار R و پکیج بیز<sup>۱</sup> انجام شد.

#### ۳-۱. جامعه و نمونه آماری

نمونه آماری تحقیق حاضر شامل ۲۲ کشور منتخب توسعه یافته است که بر اساس آخرین برنامه گزارش توسعه انسانی سازمان ملل<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۴ انتخاب شدند. نمونه شامل کشورهای نروژ، آمریکا، فنلاند، دانمارک، سوئد، آرژانتین، ژاپن، انگلستان، استرالیا،

<sup>۱</sup> bayess

<sup>۲</sup> United Nations Human Development Program (UNDP)

سوئیس، هلند، آلمان، نیوزلند، کانادا، سنگاپور، ایرلند، ایسلند، لوکزامبورگ، هنگ‌کنگ، کره جنوبی، لیختن‌اشتاین، فرانسه می‌باشد. اطلاعات مربوط به متغیرهای تحقیق در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۶ برای کشورهای منتخب استخراج و برای برآورد مدل استفاده شده است.

### ۳-۲. تصریح مدل

در این قسمت برای بررسی ارتباط شاخص توسعه انسانی با نوآوری فرم تابعی مدل مورد نظر معرفی شده است. برای آنکه رابطه بین متغیرهای موجود تبیین شود، شاخص توسعه انسانی تابعی از نوآوری در نظر گرفته می‌شود. از جمله متغیرهایی که برای سنجش شاخص نوآوری در این مطالعه استفاده شده است می‌توان به تعداد پتنت‌های (اختراعات) ثبت شده، تعداد محققین اشاره نمود. علاوه بر تاثیر عامل نوآوری بر شاخص توسعه انسانی، متغیرهای دیگری با توجه به ماهیت و شرایط ساختار اقتصادی، اجتماعی و سیاسی وجود دارند که همواره بر شاخص توسعه انسانی تاثیرگذار هستند. بنابراین در ارزیابی عوامل موثر بر مقدار متغیر وابسته علاوه بر نوآوری، متغیرهای تورم، هزینه‌های آموزشی دولت و هزینه‌های بهداشتی دولت به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته شده است. بنابراین در این پژوهش، به منظور برآورد تاثیر عوامل موثر بر شاخص توسعه انسانی به ویژه نوآوری از مدل ارایه شده توسط یاکونینا و بایچو<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) با تعدیلاتی به شرح ذیل استفاده می‌شود:

$$HDI_{it} = \alpha_{0j} + \alpha_{1j}PAT_{it} + \alpha_{2j}RES_{it} + \alpha_{3j}INF_{it} + \alpha_{4j}GE_{it} + \alpha_{5j}GH_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

در مدل فوق، متغیرهای به کار گرفته شده به شرح زیر می‌باشد:

HDI: شاخص توسعه انسانی،

PAT: تعداد اختراعات ثبت شده،

RES: تعداد محققین،

INF: نرخ تورم (شاخص قیمتی مصرف‌کننده)،

GE: هزینه‌های آموزشی دولت،

GH: هزینه‌های بهداشتی دولت،

$\varepsilon_{it}$ : جملات خطا؛

$\alpha_k$ : ضریب  $k$  امین متغیر توضیحی؛

<sup>1</sup>. Yakunina & Bychkov

زیر نویس  $i$  کشور و  $t$  زمان می‌باشد.

در ادامه به بیان مبانی چارچوب بیزی پرداخته شده است.

### ۳-۳. قانون بیز

قانون بیز روشی برای محاسبه‌ی احتمال یک پیشامد بر اساس احتمال قبلی‌اش، احتمال مشاهده‌ی داده‌های سازگار با فرض درستی این پیشامد و احتمال خود داده‌های مشاهده شده را ارائه می‌کند. در واقع قانون بیز، یک پل و موازنه میان گذشته و حال است؛ چیزی که همیشه در قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌های ما هم مسأله مهمی است و به این صورت مطرح می‌شود:

فرض کنید  $A_1, \dots, A_n$  یک افراز از فضای نمونه‌ای، و  $E$  یک پیشامد دلخواه باشد؛ قانون بیز به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P(A_i|E) = \frac{P(E|A_i)P(A_i)}{\sum_{j=1}^n P(E|A_j)P(A_j)} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

در واقع این قانون یک روش رسمی برای به‌روز رساندن شانس پیشامد  $A_i$  از  $P(A_i)$  به  $P(A_i|E)$ ، وقتی پیشامد  $E$  مشاهده شده است، می‌باشد.  $P(A_i)$  را احتمال پیشین و  $P(A_i|E)$  را احتمال پسین می‌نامیم. این قانون برای توزیع احتمال (مدل آماری) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\pi(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)\pi(\theta)}{\int f(x|\theta)\pi(\theta)d\theta} \quad (3)$$

که در آن  $\pi(\theta)$  توزیع پیشین  $\theta$ ، بیان‌کننده‌ی اعتقادات و اطلاعات پیشین ما درباره‌ی مقدار مجهول پارامتر  $\theta$  است؛ و  $\pi(\theta|x)$  توزیع پسین پارامتر  $\theta$ ، بیان‌کننده‌ی اعتقادات و اطلاعات درباره‌ی  $\theta$  بعد از مشاهده‌ی نمونه‌ی  $x$  می‌باشد. دقت کنید قانون بیز بیانگر چگونگی تلفیق اطلاعات پیشین و اطلاعات حاصل از مشاهده‌ی جدید می‌باشد. در واقع اگر  $\pi(\theta)$  و  $f(x|\theta)$  نشان‌دهنده‌ی اطلاعات شخصی مستدل و منطقی باشند، قانون بیز یک بهینه برای به‌روز رسانی اطلاعات شخصی درباره‌ی  $\theta$ ، بعد از اطلاع جدید  $x$  می‌باشد. از آنجایی که مقدار انتگرال  $\int f(x|\theta)\pi(\theta)d\theta$  مستقل از  $\theta$  بوده و حاصل آن یک عدد ثابت می‌باشد، در محاسبه  $\pi(\theta|x)$  معمولاً از محاسبه‌ی انتگرال خودداری کرده و توزیع پسین را به صورت زیر بیان می‌کنند (هوف<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹):

$$\pi(\theta|x) \propto f(x|\theta)\pi(\theta) \quad (4)$$

که علامت  $\propto$  به معنی متناسب بودن است.

<sup>1</sup>. Hoff

### ۳-۴. مدل رگرسیونی بیزی

مدل آماری مورد استفاده در این مقاله رگرسیون خطی چندگانه می‌باشد که یکی از اساسی‌ترین ابزارهای آماری در مدل کردن و ارتباط دادن مجموعه‌ای از متغیرهای توضیحی یا پیشگو با یک متغیر پاسخ است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mathbf{y} = \alpha 1_n + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\epsilon} \quad (۵)$$

که در آن

$$\mathbf{X} = [x_1, \dots, x_p] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ x_{31} & x_{32} & \dots & x_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (۶)$$

،  $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ ، و  $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ ،  $\boldsymbol{\epsilon} = (\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n)$  بوده و بردار  $\boldsymbol{\epsilon}$  دارای توزیع نرمال  $n$  متغیره،  $N_n(0, \sigma^2 I_n)$ ، است. این مدل شامل  $p + ۲$  است که بایستی با استفاده از داده‌ها برآورد شوند. از آنجایی که استنباط آماری مدل رگرسیونی با شرطی کردن روی ماتریس طرح  $\mathbf{X}$  صورت می‌گیرد، برای سادگی محاسبات و قابل مقایسه کردن ضرایب رگرسیونی معمولاً این ماتریس را استاندارد می‌کنند به طوری که ستون‌های آن دارای میانگین صفر و واریانس یک باشند (رابرت<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

به دست آوردن و انتخاب توزیع‌های پیشین یکی از مهم‌ترین و پربحث‌ترین مسایل در استنباط بیزی است. در ادبیات آماری روش‌های مختلفی برای انتخاب توزیع‌های پیشین پیشنهاد شده است. در این مقاله از خانواده‌ای از توزیع‌های پیشین مزدوج استفاده شده است که در ادامه به طور مختصر توضیح داده می‌شوند. بنابراین تفاوت مدل رگرسیونی کلاسیک و بیزی در این است که در رویکرد کلاسیک پارامترهای مدل مقادیر ثابت و نامعلوم هستند اما در رویکرد بیزی پارامترهای مدل کمیت‌های تصادفی نامعلومی هستند که خود دارای توزیع احتمال می‌باشند (رابرت، ۲۰۰۷).

### ۳-۵. توزیع‌های پیشین و پسین

یک خانواده از توزیع‌های پیشین رایج در تحلیل بیزی رگرسیون چندگانه،  $G$ -پیشین زلنر است که توسط آرنولد زلنر به صورت زیر پیشنهاد شده است (مارین، رابرت<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸):

<sup>۱</sup> . Robert

<sup>۲</sup> . Marin, Robert

$$\begin{aligned} \beta | \alpha, \sigma^2 &\sim N_p(\tilde{\beta}, g\sigma^2(X^T X)^{-1}). \\ \pi(\alpha, \sigma^2) &\propto \sigma^{-2} \end{aligned} \quad (7)$$

که اولی یک توزیع نرمال و دومی یک توزیع ناسره است. پارامترهای توزیع پیشین ابرپارامتر نامیده می‌شوند و بایستی مقادیر آن‌ها قبل از تحلیل تعیین شوند. در این مقاله به تبعیت از بسیاری آماردانان مقدار  $\tilde{\beta} = 0$  و  $g = n$  انتخاب می‌کنیم (مارین، رابرت، ۲۰۰۸). با در نظر گرفتن توزیع پیشین فوق، توزیع پیشین توام پارامترهای مدل به صورت

$$f(\alpha, \beta, \sigma^2) \propto (\sigma^2)^{-p/2-2} \exp\left[-\frac{1}{2n\sigma^2}\{\beta^T X^T X \beta\}\right] \quad (8)$$

خواهد بود و با استفاده از قانون بی‌ز، توزیع پسین پارامترهای مدل به صورت

$$\begin{aligned} f(\alpha, \beta, \sigma^2 | y) &\propto f(y | \alpha, \beta, \sigma^2) f(\alpha, \beta, \sigma^2) \\ &\propto (\sigma^2)^{-n/2-p/2-1} \exp\left\{-\frac{1}{2n\sigma^2}[(n+1)\beta^T X^T X \beta - 2ny^T X \beta]\right\} \times \\ &\quad \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2}(y - \bar{y}1_n)^T (y - \bar{y}1_n)\right\} \times \exp\left\{-\frac{n}{2\sigma^2}(\bar{y} - \alpha)^2\right\} \end{aligned} \quad (9)$$

خواهد بود. با توجه به سطر سوم توزیع پسین فوق معلوم می‌شود که توزیع‌های  $\alpha$  و  $\beta$  به شرط  $\sigma^2, X, y$  مستقل بوده و خواهیم داشت:

$$\alpha | \sigma^2, y \sim N(\bar{y}, \sigma^2/n) \quad (10)$$

$$\beta | y, \sigma^2 \sim N_p\left(\frac{n}{n+1}\tilde{\beta}, \frac{n}{n+1}\sigma^2(X^T X)^{-1}\right) \quad (11)$$

که در آن  $Lg$  برآورد کلاسیک  $\beta$  است. همچنین توزیع پسین  $\sigma^2$  یک توزیع گامای وارون به صورت

$$\sigma^2 | y \sim Lg\left(\frac{n-1}{2}, k\right) \quad (12)$$

می‌باشد که در آن  $k = S^2 + \frac{\tilde{\beta}^T X^T X \tilde{\beta}}{n+1}$  و  $S^2 = (y - \bar{y}1_n - X\hat{\beta})^T (y - \bar{y}1_n - X\hat{\beta})$  است.

توزیع‌های پسین (۱۰) و (۱۱) به شرط پارامتر نامعلوم  $\sigma^2$  است که خود بایستی برآورد شود. با انتگرال‌گیری روی این پارامتر می‌توان توزیع‌های پسین حاشیه‌ای را به صورت زیر به دست آورد:

$$f(\beta|y) \propto \left[1 + \frac{n(\alpha - \bar{y})^2}{k}\right]^{-n/2} \quad (13)$$

که یک توزیع  $t$  غیرمرکزی با  $n - 1$  درجه آزادی، پارامتر مکان  $\bar{y}$  و پارامتر مقیاس  $\frac{k}{n(n-1)}$  است. همچنین توزیع پسین حاشیه‌ای  $\beta$  نیز یک توزیع  $t$  چندمتغیره با  $n - 1$  درجه آزادی، پارامتر مکان  $\frac{n}{n+1}\hat{\beta}$  و پارامتر مقیاس  $\frac{nk}{n^2-1}(X^T X)^{-1}$  خواهد بود. با در نظر گرفتن تابع ضرر درجه دوم، برآورد بیزی پارامترها، میانگین توزیع پسین متناظر آن‌ها خواهد بود (رابرت، ۲۰۰۷)، یعنی خواهیم داشت:

$$\hat{\alpha}_{Bayes} = \bar{y}, \quad \hat{\beta}_{Bayes} = \frac{n}{n+1}\hat{\beta}, \quad \hat{\sigma}^2_{Bayes} = \frac{s^2 + \hat{\beta}^T X^T X \hat{\beta}}{n-3}. \quad (14)$$

واریانس این برآوردگرها نیز برابر با واریانس توزیع پسین متناظر آن‌ها است.

#### ۴. تخمین مدل و تحلیل نتایج

در این قسمت با استفاده از رویکرد بیزی به برآورد مدل رگرسیونی تحقیق پرداخته شده است. ابتدا برای اینکه در تخمین‌ها دچار رگرسیون کاذب و ساختگی نشویم، بایستی از پایا بودن متغیرها اطمینان حاصل کنیم. به عبارت دیگر وقتی رگرسیون کاذب به وجود می‌آید، در عین حالی که هیچ رابطه‌ی معنی‌داری بین متغیرها وجود ندارد، ولی ضریب تعیین بزرگ به دست می‌آید و این ممکن است باعث استنباط‌های غلط در مورد میزان ارتباط بین متغیرها به دست آید.

جهت بررسی پایایی متغیرها از آزمون لوین، لین و چو استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول (۱) ارائه گردیده است. طبق نتایج، برای گروه کشورهای منتخب توسعه‌یافته تمامی متغیرها در سطح و با عرض از مبدا پایا بوده است؛ به غیر از متغیر  $GH$  که در سطح و با عرض از مبدا و روند پایا گردیده است. بنابراین نیازی به بررسی هم‌انباشتگی بین متغیرها نمی‌باشد.



جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو

متغیر	آماره	Prob	وضعیت
HDI	-۸/۰۳۴	۰/۰۰۰۰*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
PAT	-۳/۲۰۷	۰/۰۰۰۷*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
ART	-۳۳/۹۳	۰/۰۰۰۰*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
RES	-۴/۹۷	۰/۰۰۰۰*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
INF	-۲/۸۳۵	۰/۰۰۲۳*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
GE	-۳۶/۰۷	۰/۰۰۰۰*	پایا در سطح و با عرض از مبدا
GH	-۳/۱۴۹	۰/۰۰۰۸*	پایا در سطح و با عرض از مبدا و روند

\*:معناداری در سطح بحرانی کمتر از یک درصد

منبع: یافته‌های محقق

در ادامه نتایج برآورد مدل در رویکرد بیزی را در جدول شماره ۲ مشاهده می‌کنید.

جدول ۲: برآورد بیزی مدل رگرسیونی تحقیق

متغیرهای تحقیق	میانگین پسین	انحراف معیار پسین	لگاریتم فاکتور بیزی	سطح معنی‌داری
PAT	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۳/۵۴۶	***<۰/۰۰۱
RES	۰/۲۳۱	۰/۰۸۵	۸/۵۴۶	***<۰/۰۰۱
INF	-۰/۵۹۸	۱/۵۹۴	۶/۹۰۴	***<۰/۰۰۱
GE	۰/۰۳۴	۱/۰۶۵	۳/۵۹۰	***<۰/۰۰۱
GH	۰/۰۴۹	۰/۰۵۶	۵/۷۸۰	***<۰/۰۰۱

منبع: یافته‌های محقق

\* : لگاریتم فاکتور بیزی بین ۰ و ۰/۵ باشد، شواهد برای تایید مدل ضعیف است.

\*\* : لگاریتم فاکتور بیزی اگر بین ۰/۵ و ۱ باشد، شواهد برای تایید مدل قابل توجه است.

\*\*\* : لگاریتم فاکتور بیزی اگر بین ۱ و ۲ باشد، شواهد برای تایید مدل قوی است.

\*\*\*\* : لگاریتم فاکتور بیزی اگر بیشتر از ۲ باشد، شواهد برای تایید مدل شواهد قطعی است (مارین، رابرت، ۲۰۰۸).

همان‌طور که مشاهده می‌کنید مقدار میانگین پسین متغیر تعداد اختراعات ثبت شده برابر ۰/۰۳۲، مقدار میانگین پسین متغیر تعداد محققین برابر ۰/۲۳۱، مقدار میانگین پسین متغیر نرخ تورم برابر -۰/۵۹۸، مقدار میانگین پسین متغیر هزینه‌های آموزشی و بهداشتی دولت به ترتیب برابر ۰/۰۳۴ و ۰/۰۴۹ به‌دست آمده است. همچنین مقدار لگاریتم فاکتور بیزی برای تمامی متغیرهای مستقل بیشتر از ۲ به‌دست آمده است که نتیجه گرفته می‌شود که تمامی متغیرهای مستقل نقش معنی‌داری در تبیین شاخص توسعه انسانی در رویکرد بیزی دارند. در جدول شماره ۳ انتخاب مدل بیزی را برای چهار مدل اول مشاهده می‌کنید.

جدول ۳: نتایج انتخاب مدل بیزی

شماره مدل	متغیرهای اصلی مدل	احتمال پسین
۱	۵-۴-۳-۲-۱	۰/۶۷۸۶
۲	۵-۳-۲	۰/۲۲۱۳
۳	۳-۲	۰/۰۵۴۶
۴	۵-۲	۰/۰۴۵۵

منبع: یافته‌های محقق

۱- تعداد اختراعات ثبت شده

۲- تعداد محققین

۳- نرخ تورم

۴- هزینه‌های آموزشی دولت

۵- هزینه‌های بهداشتی دولت

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، بر اساس انتخاب مدل بیزی، با احتمال ۰/۶۸ بهترین مدل برای تبیین تغییرات شاخص توسعه انسانی شامل همه متغیرهای مستقل تحقیق می‌باشد. به عبارت دیگر بر اساس مدل انتخابی بیزی، حضور تعداد اختراعات ثبت شده، تعداد محققین، نرخ تورم، هزینه‌های آموزشی و بهداشتی دولت نقش معنی‌داری در تبیین مدل دارند.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف این مطالعه بررسی تاثیر نوآوری بر شاخص توسعه انسانی در رویکرد بیزی بود. در این راستا برای سنجش شاخص نوآوری از تعداد اختراعات، تعداد محققین استفاده شد. به دلیل محدودیت آماری، ۲۲ کشور منتخب توسعه‌یافته با نام‌های نروژ، آمریکا، فنلاند، دانمارک، سوئد، آرژانتین، ژاپن، انگلستان، استرالیا، سوئیس، هلند، آلمان، نیوزلند، کانادا، سنگاپور، ایرلند، ایسلند، لوکزامبورگ، هنگ‌کنگ، کره جنوبی، لیختن‌اشتاین، فرانسه بر اساس گزارش توسعه انسانی ۲۰۱۴ که آخرین برنامه توسعه انسانی سازمان ملل می‌باشد، انتخاب شدند و مدل معرفی شده برای آنها با استفاده از رگرسیون بیزی در نرم‌افزار R با استفاده از پکیج بیز برآورد گردید. نتایج نشان داد که در رویکرد بیزی ضرایب برآوردی معنادار و علامت آنها منطبق با مبانی تئوریک بود. نتایج بیانگر تاثیر مثبت شاخص‌های نوآوری، هزینه‌های آموزشی و هزینه‌های بهداشتی دولت و تاثیر منفی نرخ تورم بر شاخص توسعه انسانی بود.

ضریب برآوردی برای اختراعات ثبت شده مثبت، معنی‌دار و برابر با ۰/۰۳۲ می‌باشد. علامت مثبت این ضریب بیانگر تاثیر مستقیم تعداد اختراعات ثبت شده بر شاخص توسعه انسانی می‌باشد. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که افزایش اختراعات ثبت شده منجر به ایجاد انگیزه برای نوآوری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مشارکت در بازرگانی می‌گردد که از چند جهت باعث افزایش بهره‌وری و به دنبال آن، رشد اقتصادی و لذا بهبود در توسعه انسانی می‌گردد. اولاً واردات کالاها و خدمات تولید شده از سوی طرف تجاری، باعث استفاده موثرتر از منابع موجود کشور وارد کننده می‌شود و در نتیجه سبب افزایش بهره‌وری عوامل تولید آن کشور می‌گردد. ثانیاً هرچه بخش‌های بیشتری از اقتصاد در معرض رقابت بین‌المللی قرار گیرند، میزان برخورد با فناوری برتر و فشار برای ایجاد تطبیق چنان فناوری جهت حفظ قدرت رقابتی بیشتر خواهد بود. لذا محافظت از حق ثبت اختراع که ریسک تقلید از تکنولوژی را برای کشور صادر کننده کاهش می‌دهد، باعث افزایش صادرات تکنولوژی‌های جدید می‌شود. افزایش تکنولوژی، افزایش بهره‌وری عوامل تولید را در پی خواهد داشت و افزایش بهره‌وری، تابع تولید را به سمت بالا انتقال داده و در نتیجه رشد اقتصادی را موجب خواهد شد (التجائی و حسینی، ۱۳۹۵). رشد اقتصادی با بهبود در بعد رفاه منجر به رشد شاخص توسعه انسانی می‌گردد. ضریب برآوردی برای متغیر تعداد محققین مثبت، معنی‌دار و برابر با ۰/۲۳۱ می‌باشد. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که افزایش تعداد محققین یک کشور موجب افزایش نوآوری، بهبود تکنولوژی‌های موجود و یا ایجاد تکنولوژی‌های بهتر می‌شود. بهبود روزافزون یا خلق تکنولوژی باعث افزایش عامل بهره‌وری در تابع تولید می‌شود و تابع تولید را به سمت بالا انتقال می‌دهد و در نتیجه افزایش رشد اقتصادی را در پی خواهد داشت. لذا افزایش تعداد محققین منجر بر بهبود شاخص توسعه انسانی می‌گردد. از آنجایی که دو متغیر تعداد اختراعات ثبت شده، تعداد محققین به عنوان معیاری برای فعالیت‌های نوآورانه در این پژوهش معرفی شده‌اند و از آنجایی که ضرایب تمامی این متغیرها مثبت و معنی‌دار بوده‌اند، پس می‌توان گفت که فعالیت‌های نوآورانه‌ی مؤسسه‌های تولیدی نه تنها منجر به تولیدات جدید می‌شود و بنگاه‌ها از مزایای آن بهره می‌برند بلکه بستری جهت ایجاد نوآوری‌های بعدی ایجاد می‌کند. به عبارتی دیگر نوآوری با تخصصی کردن تولید و صرفه‌جویی‌های حاصل از اندازه منجر به کاهش هزینه‌ها شده و سبب افزایش تولید می‌گردد. نوآوری دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته را افزایش می‌دهد و همچنین مهارت‌ها، یادگیری بر اساس

آموزش و تجربه، تکنیک‌های مدیریتی و فعالیتهای اقتصادی کارآفرین را تشویق کرده و به حل مشکلات مربوط به تولید کمک می‌کند که همه این موارد افزایش در شاخص توسعه انسانی را در پی خواهد داشت. نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج بدست آمده از مطالعات یاکونینا و بایجو (۲۰۱۵)، التجائی و حسینی (۱۳۹۵) سازگار می‌باشد. ضریب برآوردی برای متغیر تورم منفی، معنادار و برابر با  $0/598-$  می‌باشد. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که افزایش تورم منجر به کاهش شاخص توسعه انسانی می‌گردد. به عبارتی دیگر تورم به دلیل پیامدهای منفی اقتصادی، از یک طرف بر سطح درآمد سرانه خانوارها تاثیر منفی گذاشته که خود با تاثیر منفی بر سطح رفاه به طور مستقیم منجر به کاهش شاخص درآمد سرانه می‌گردد و از طرف دیگر حتی با فرض ثابت ماندن سطح درآمد، قدرت خرید خانوارها را کاهش می‌دهد. این امر منجر می‌گردد تا تمایل خانواده‌ها به سرمایه‌گذاری در بعد آموزش و بهداشت کاهش یابد که خود دوباره کاهش بیشتر شاخص توسعه انسانی را در پی خواهد داشت. ضرایب برآورد شده برای متغیر مخارج آموزشی دولت مثبت، معنی‌دار و برابر با  $0/034+$  است. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌کند که مخارج آموزشی دولت با بهبود در شاخص توسعه انسانی همراه بوده است. چرا که هرگونه مخارج آموزشی، از یک سو قابلیت‌های انسانی را ارتقا می‌بخشد و از سوی دیگر، نیروی کار را برای استفاده از فناوری جدید تولید مهیا می‌کند و به این ترتیب راه رشد و توسعه اقتصادی را برای کشورها هموار می‌سازد. به عبارتی دیگر هرگونه مخارج آموزشی، نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی را افزایش می‌دهد. این ارتباط مثبت ابتدا بر سودآوری سرمایه‌گذاری در آموزش و در مرحله بعد، در کل اقتصاد آشکار می‌گردد. بنابراین شاخص توسعه انسانی را هم بطور مستقیم از بعد نرخ باسوادی و هم از بعد رفاه با تاثیر بر سطح تولید ناخالص داخلی تحت تاثیر قرار می‌دهد. ضریب برآوردی برای هزینه‌های بهداشتی مثبت، معنادار و برابر با  $0/049+$  می‌باشد. علامت مثبت این ضریب بیانگر تاثیر مستقیم مخارج دولت در حیطه بهداشت بر شاخص توسعه انسانی می‌باشد. بدین معنی که هرگونه مخارج بهداشتی، نرخ مرگ و میر را کاهش داده و نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی را افزایش می‌دهد. این ارتباط منفی ابتدا بر سودآوری سرمایه‌گذاری در بهداشت و آموزش و در مرحله بعد، در کل اقتصاد آشکار می‌گردد. بنابراین مخارج دولت در امر آموزش و بهداشت می‌تواند منجر به بهبود در شاخص توسعه انسانی یک‌بار بصورت مستقیم از بعد

بهداشت و بار دیگر با بهبود کیفیت نیروی کار به‌عنوان یکی از عوامل تولید با تحت تاثیر قرار دادن میزان تولید ناخالص داخلی گردد.

با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش، موارد زیر به‌عنوان پیشنهادها سیاستی ارائه می‌شود: به منظور بهبود شاخص توسعه انسانی، حمایت و حفاظت از حقوق ثبت اختراع به صورت فراهم آوردن زمینه‌های لازم از جمله قوانین و مقررات و سایر زیرساخت‌های ضروری، در دستور کار سیاستگذاری اقتصادی کشور قرار گیرد. با توجه به تاثیر مثبت تعداد محققین بر شاخص توسعه انسانی، دولت‌ها می‌توانند با ایجاد شرایط مناسب از قبل بورسیه، شناسایی نخبگان علمی و پژوهشی و حمایت مالی جهت کاربردی کردن ایده‌های پژوهشی آنان در راستای تنوع بخشی به تولیدات بنگاه، زمینه رقابت با رقبای بین‌المللی را فراهم آورند. همچنین سیاستگذاران با کنترل تورم و بی‌ثباتی محیط اقتصادی، راه را برای ورود سرمایه‌گذاران خصوصی به بازار هموار نمایند. از سوی دیگر دولت‌ها می‌توانند با سرمایه‌گذاری در زمینه آموزش و بهداشت و با بهبود کیفیت نیروی کار به‌عنوان یکی از عوامل تولید موجب افزایش سطح شاخص توسعه انسانی، افزایش رشد اقتصادی و درآمد ملی گردند.

در نهایت به پژوهشگران گرامی پیشنهاد می‌شود که در تحلیل‌های خود از رویکرد بیزی استفاده کنند. از آنجایی که در رویکرد بیزی علاوه بر اطلاعات نمونه تصادفی از یک سری اطلاعات بیشتری نیز استفاده می‌شود، بنابراین انتظار وجود دارد که رویکرد بیزی، رویکرد مناسبی برای تحلیل باشد. در نهایت برای بررسی کارایی این رویکرد پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی از دو رویکرد کلاسیک و بیزی برای تحلیل استفاده شود و نتایج به دست آمده با همدیگر مقایسه شود.

### فهرست منابع:

احمدی، علی محمد و حصار مقدم، نسرین (۱۳۹۲)، بررسی اثر آزاد سازی تجاری روی شاخص توسعه انسانی در کشورهای در حال توسعه، فصلنامه مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی، ۴(۱۱): ۱۰۹-۱۳۴.

اکبری، نعمت‌الله، مقیمی، مریم و موذن جمشیدی، سیده هما (۱۳۹۰)، تحلیل تاثیر اندازه دولت بر توسعه انسانی در کشورهای OIC (رهیافت رگرسیون وزنی جغرافیایی)، مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه‌ای، ۲(۸): ۹۵-۱۱۶.

افشاری، زهرا، شیرین بخش، شمس اله و ابراهیمی، سیده نثار (۱۳۹۱)، بررسی مقایسه ای اثر اندازه بهینه هزینه های مصرفی و سرمایه گذاری دولت بر شاخص توسعه انسانی ( مطالعه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه )، فصلنامه پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی، ۲(۸): ۳۷-۵۰.

التجائی، ابراهیم و حسینی، راحله (۱۳۹۵)، اثر حق ثبت اختراع بر رشد اقتصادی در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، اقتصاد تطبیقی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۳(۱): ۲۲-۱.

انو شه، شهرزاد (۱۳۹۰)، اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی به تفکیک بخش های سرمایه گذار (مطالعه موردی کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی (OIC))، فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۲(۷): ۷۸-۵۹.

خوشنویس، مریم و پژویان، جمشید (۱۳۹۱)، بررسی تاثیر آلودگی محیط زیست بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته، فصلنامه اقتصاد مالی ۶(۲۰): ۳۹-۶۷.

دیزجی منیره و آهنگری گرگری، محدثه (۱۳۹۴)، تاثیر توسعه مالی بر توزیع درآمد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، فصلنامه اقتصاد مالی و توسعه، ۹(۳۳): ۷۵-۱۰۳.

کاوسی، اسماعیل و احمدی، فخرالدین (۱۳۸۹)، جهانی شدن و توسعه منابع انسانی (مقایسه تطبیقی ۶۲ کشور جهان، فصلنامه مطالعات راهبردی جهانی شدن، ۱(۱): ۱۰۸-۷۹.

ولی بیگی، حسن و پناهی، فاطمه (۱۳۸۹)، جایگاه ایران در اقتصاد جهانی در مقایسه با کشورهای منتخب (از منظر شاخص توسعه انسانی، آزادی اقتصادی و فضای کسب و کار)، بررسی های بازرگانی، ۴۳(۱): ۴۲-۲۷.

میرباقری هیر، میرنا صر، رحیم زاده، فرزاد و صفوی، سیدرا شد (۱۳۹۳)، بررسی تاثیر تجارت بر توسعه انسانی در کشورهای منتخب عضو منا، پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی، ۴(۱۶): ۱۲۰-۱۰۵.

نقیبی، محمد و تنهایی دیلمقانی، مجید (۱۳۹۶)، اثرات تمرکززدایی مالی بر شاخص توسعه انسانی در ایران، فصلنامه اقتصاد مالی، ۱۱(۳۸): ۱۶۹-۱۴۸.

نوجوان، رامین (۱۳۹۳)، بررسی اثرات توسعه انسانی بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب جهان، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد تبریز.

Ali, S. A., Hasan, R, & Muhammad, U.Y. (2012), The Role of Fiscal Policy in Human Development: The Pakistan's Perspective, The Pakistan Development Review, 51(4): 67-86.

Guisan, M. & Exposito, P. (2010), Health Expenditure, Education, Government Effectiveness and Quality of Life in Africa and Asia, Regional and Sectoral Economic Studies, 10(1): 115-126.

Hoff, P. D. (2009), A First Course in Bayesian Statistical Methods. Springer.

Lee, S., Park, G., Yoon, B. & Park, J. (2010), Open innovation in SMEs: an intermediated network model. Research Policy, 39(2): 290-300

- Michel, M.J. & Robert. C.P. (2008), *Bayesian Core: A Practical Approach to Computational Bayesian Statistics*, Springer.
- Michel, M.J. & Robert. C.P. (2014), *Bayesian Essentials with R*, Springer.
- Oxana, M. & Alexey, M. (2014), Are commodity price shocks important? A Bayesian estimation of a DSGE model for Russia, *Int. J. Computational Economics and Econometrics*, 4(1/2): 148-180.
- Permanyer, I. (2013), Using Census Data to Explore the Spatial Distribution Human Development, *World Development*, 46(C): 1-13.
- Pouris, A. & Pouris, A. (2011), Patent and economic development in South Africa: Managing intellectual property rights, *South African Journal of Science*, 107: 1-10.
- Raymond, L. & St-Pierre, J. (2010), R&D as a determinant of innovation in manufacturing SMEs: an attempt at empirical clarification. *Technovation*, 30(1): 48-65.
- Robert. C.P. (2007), *The Bayesian Choice From Decision-Theoretic Foundations to Computational Implementation*, Springer.
- Svetlozar, T. R., John, S.J.H., Biliiana, S.B. & Frank J.F. (2009), *Bayesian Methods in Finance*, John Wiley & Sons, Inc.
- Yakunina R.P. & Bychkov G.A. (2015), Correlation Analysis Of The components Of The Human Development Index Across Countries, *Procedia Economics and Finance*, 24(1): 766-771.