

## عوامل مؤثر بر بیکاری تکنولوژیکی و دلالت‌های آن برای چشم‌انداز اقتصاد کلان ایران

رضا حمیدی کیا<sup>۱</sup>  
عزت‌اله عباسیان<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۲

### چکیده

طی دهه‌های اخیر، تغییرات تکنولوژی گسترده و قابل توجهی در کشورهای، جهان به وقوع پیوسته است. کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران نیز همگام با پیشرفت‌های تکنولوژیکی در جهان، البته با چند دوره تأخیر، شاهد گسترش تکنولوژی در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور بوده‌اند. با وجود مزایا و منافع مختلفی که پیشرفت تکنولوژی بر اقتصاد دارد، اثرات آن بر نرخ بیکاری، آشکار نیست. از یک طرف، پیشرفت تکنولوژی منجر به خلق و ایجاد مشاغل جدید شده و از طرف دیگر، برخی مشاغل قدیمی را از بین می‌برد. اختراع ماشین‌آلات و تجهیزات جدید، نیاز به نیروی کار در برخی از بخش‌ها را کاهش داد؛ چرا که این ابزارها و تجهیزات با سرعت و بازدهی بیشتری، کار و فعالیت مذکور را انجام می‌دهند. اگر پیشرفت‌های تکنولوژی با ساختار بازار کار متناسب باشد و مبتنی بر نیازهای فعالیت‌های اقتصادی کشور باشد، می‌تواند بیکاری در کشور را کاهش دهد. از طرف دیگر، در صورتی که گسترش تکنولوژی و فن‌آوری با نیازها و ساختار اقتصادی کشور متناسب نباشد، می‌تواند اثر منفی بر اشتغال داشته باشد. بر همین اساس، در این مطالعه اثرات پیشرفت تکنولوژی بر نرخ بیکاری در کشور ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفته است. به منظور برآورد الگوهای پژوهش، از روش اقتصادسنجی ARDL استفاده شده است. شواهد تجربی حاصل از برآورد مدل‌های پژوهش، نشان داد که پیشرفت‌های تکنولوژیکی در اقتصاد ایران، منجر به افزایش نرخ بیکاری شده است؛ چراکه ساختارهای اقتصادی کشور متناسب با پیشرفت‌های تکنولوژیکی، نبوده است.

**واژه‌های کلیدی:** بیکاری تکنولوژیکی، بهره‌وری کل عوامل تولید، ICT.

**طبقه‌بندی JEL:** O33, O47, J64, E66.

**Email:** rezahamidikia@ut.ac.ir

۱. دانشجوی دکتری رشته مدیریت تکنولوژی پردیس البرز دانشگاه تهران

**Email:** abbasian@basu.ac.ir

۲. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا (\*نویسنده مسئول)

## ۱. مقدمه

نرخ بیکاری یکی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان (به همراه تولید ناخالص داخلی و نرخ تورم) است و حجم وسیعی از ادبیات اقتصادی به توضیح علل وجود آن و تحلیل تغییرات نرخ بیکاری طی زمان و مکان اختصاص یافته است. طی چند دهه اخیر، تغییرات تکنولوژیکی چشمگیری در جهان رخ داده است. نمونه‌ی بارزی از تغییرات تکنولوژی، انقلابی است که با ورود رایانه‌ها و تلفن‌های همراه در صنعت ارتباطات و اطلاعات به وقوع پیوسته است. این تغییرات تکنولوژی منجر به ایجاد، تحولات گسترده‌ای در بخش‌های اقتصادی شده و از یک‌سو، بسیاری از مشاغل سنتی را از بین برده و از طرفی دیگر مشاغل جدیدی خلق کرده است. تغییرات ناشی از تکنولوژی‌های مدرن، به قدری سریع است که بسیاری از کارگران نمی‌توانند با آن هماهنگ شوند. پیشرفت فن‌آوری‌های اخیر در داده‌های بزرگ، یادگیری ماشین و رباتیک، تأثیر منفی بر فرصت‌های شغلی موجود برای انسان گذاشته است. مطالعات متعدد، کاهش نگران‌کننده در مشاغلی با درآمد کم و متوسط را ناشی از جایگزینی نیروی کار انسانی با ماشین نشان داده‌اند. با ورود اتوماسیون صنعتی و اداری به چرخه تولید و سازمان‌ها، کارگران و کاربران فاقد مهارت‌های لازم، شغل خود را از دست می‌دهند و از طرفی استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته باعث کاهش نیاز به نیروی انسانی (از نظر تعداد) شده و مدیران و صاحبان صنایع را بر آن می‌دارد تا جهت تقلیل هزینه‌های خود به کاستن از نیروی انسانی شاغل اقدام کنند. مطالعه‌ی اولیه‌ای که توسط فری و اسبرن<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۳ انجام شد، نشان داد که حدود ۴۷ درصد از ۷۰۲ مشاغل آزمایش شده در امریکا، به دلیل استفاده از رایانه با افزایش خطر ریسک کاهش اشتغال مواجه شده‌اند. کلینگر<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) معتقد است که اثر ICT بر اشتغال در هر کشور با توجه به دو رویکرد زیر می‌تواند مثبت یا منفی باشد:

الف- استفاده از ICT نوآوری‌های جدید به همراه دارد که موجب افزایش رشد و اشتغال می‌شود. ایجاد تغییرات اساسی در نحوه کسب‌وکار از جمله پدید آمدن تجارت الکترونیکی و تجارت‌های مرتبط با ICT و صنایع را به همراه داشته است. در این شرایط نه تنها هزینه‌های تولید بنگاه‌های اقتصادی کاهش می‌یابد، بلکه افزایش کارایی تجاری و انجام مبادلات به روش‌های الکترونیکی باعث افزایش ارزش افزوده و سود بنگاه‌ها می‌شود و با ایجاد صنایع تولیدی و خدماتی در اقتصاد و تولید محصولات نوین فرصت‌های شغلی جدیدی را به وجود خواهد آورد (هریسن و همکاران، ۲۰۱۴: ۳۵).

ب- استفاده از ICT موجب می‌شود تولید با نیروی کار کمتری انجام گرفته و اشتغال کاهش یابد، بنابراین IC علاوه بر آثار مثبتی که بر اشتغال دارد می‌تواند اشتغال‌زدا نیز باشد. برای مثال در سال‌های

1. Frey & Osborne  
2. Koellinger

اخیر، ورود نرم افزارهایی چون اسنپ و تپسی به صنعت حمل و نقل، از یک طرف منجر به بیکاری برخی از رانندگانی شد که فاقد مهارت لازم برای کار با این تکنولوژی بودند و از طرف دیگر زمینه اشتغال برخی افراد را فراهم آورد.

با توجه به این که تغییرات تکنولوژیکی از کانال های متعددی بر نرخ بیکاری اثرگذار است و برخی از کانال ها، اثر مثبت و برخی دیگر اثر منفی دارند، لذا ضرورت پژوهش حاضر در این است که اثرات کلی تغییرات تکنولوژی بر نرخ بیکاری را شناسایی و اندازه گیری کند؛ بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی این مسأله است که آیا توسعه فن آوری، بیکاری در کشور ایران را تحت تأثیر قرار می دهد؟ علاوه بر این، در این مطالعه به تجزیه و تحلیل مکانیسمی که از طریق آن پیشرفت های تکنولوژیکی می تواند بر بیکاری تأثیر بگذارد، پرداخته می شود. برای دستیابی به این اهداف، در قسمت دوم مقاله به چارچوب نظری موضوع پژوهش و قسمت سوم به روش شناسی پژوهش اختصاص یافته است. قسمت چهارم و پنجم مقاله به ترتیب به برآورد مدل های پژوهش، جمع بندی و پیشنهادها اختصاص دارد.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

جایگزینی نیروی کار انسان با ماشین در سال ۱۹۳۰ توسط جان مینارد کینز در مقاله ای تحت عنوان «شرایط احتمالی اقتصاد برای نوه های ما»، بیکاری تکنولوژیک، نامیده شده است. البته کینز بیکاری تکنولوژیک را شرایطی انتقالی می دانست که «مرحله ای موقت از تنظیم نادرست» ناشی از «یافتن راه کارهای مؤثر برای اقتصادی نمودن کاربرد نیروی کار است؛ با سرعتی که بتوان برای این نیرو کاربردهای تازه ای پیدا کرد». به طور مثال، در ایالات متحده مکانیزاسیون راه آهن در زمانی که کینز مقاله بالا را به نگارش درآورد، حدود نیم میلیون کارگر را از کار بی کار کرد. به صورت مشابه، ظهور سیستم تلفن های خودکار به بیکاری اپراتورهای تلفن انجامید و ماشین های خودکار برداشت محصول و کمباین ها با نیروی کار سنتی جایگزین شد، درست به مانند یک قرن پیش که نخستین تراکتورهای مبتنی بر موتور بخار نیروی اسب و گاو را بلااستفاده ساختند. در واقع کارایی ماشین ها به حدی بود که رئیس جمهور روزولت در سال ۱۹۳۵ اعلام کرد که اقتصاد کشور احتمالاً قادر نخواهد بود نیروی کار جایگزین شده را در بخش های دیگر بازجذب نماید. شومپیتر با استفاده از عبارت «بیکاری تکنولوژیکی» نشان داد، تکنولوژی، بازار کار را دستخوش تغییر می کند.

رشد بهره وری به عنوان نیروی اصلی برای بهبود عملکرد کلی اقتصاد به رسمیت شناخته شده است؛ به عنوان مثال از طریق افزایش تولید و افزایش دستمزد واقعی و کاهش هزینه های واقعی تولید، به اقتصاد کمک می کند و منبع اصلی افزایش در استانداردهای زندگی است (لندس<sup>۱</sup>، ۱۹۶۹: ۳۲۵).

اقتصاددانان در گذشته، از ریکاردو تا شومپتتر و هیکس، راجع به این پدیده که "آیا فناوری جدید و بهره‌وری در واقع بیکاری را افزایش می‌دهد یا خیر"، مطالعه کرده‌اند. اگرچه اکثر اقتصاددانان عموماً در مورد تأثیرات مثبت بهره‌وری نیروی کار در بلندمدت بر اشتغال، توافق دارند، اختلافات قابل توجهی در مورد این موضوع وجود دارد که آیا رشد بهره‌وری و تکنولوژی در کوتاه‌مدت، بیکاری را افزایش می‌دهد یا خیر؟

پیشرفت تکنولوژی، این امکان را می‌دهد که بنگاه با مقدار کمتری از عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار)، همان میزان تولید را داشته باشد. با این حال این اثر، تنها اثر مستقیم تغییر تکنولوژی است. از سوی دیگر، برخی از مطالعات، تلاش کرده‌اند تا اثرات منفی تکنولوژی بر اشتغال را با بیان برخی از مزایای تکنولوژی کاهش دهند. این مکانیسم‌ها به‌عنوان "تئوری جبرانی" شناخته می‌شوند و با استفاده از مواردی که مارکس در بحث‌های خود در صنایعی با مقیاس بزرگ و معرفی ماشین‌آلات ارائه داده است، توضیح داده می‌شوند (مارکس، ۱۹۶۱: ۴۸۱). به‌طور کلی ۶ مکانیسم جبرانی وجود دارد: الف) اثرات جبرانی از طریق اشتغال اضافی در بخش کالاهای سرمایه‌ای: همان فرآیند تکنولوژیکی که منجر به اخراج کارگران از برخی صنایع می‌شود، مشاغل تازه‌ای را در بخش‌های سرمایه‌ای که در آن ماشین‌آلات جدید تولید می‌شوند، ایجاد می‌کند (تانسونی و سیمونتی، ۲۰۰۲: ۱۹۴).

ب) اثرات جبرانی از طریق کاهش قیمت‌ها: تکنولوژی‌های جدید، منجر به کاهش قیمت‌ها می‌شوند، زیرا هزینه‌های تولید کل را کاهش می‌دهد. این مکانیسم، در یک چارچوب نئوکلاسیکی، باعث تحریک تقاضا و منجر به افزایش در تولید می‌شود و به‌نوبه خود تقاضا برای نیروی کار اضافی را افزایش می‌دهد و اجازه می‌دهد مشاغل از دست رفته از طریق پیشرفت تکنولوژی، تا حدودی جبران می‌شود. کلارک (۱۹۰۷)، پیگو (۱۹۶۲) و استوارت (۱۹۶۶) از حامیان این مکانیسم هستند.

ج) اثرات جبرانی از طریق سرمایه‌گذاری جدید: این مکانیسم از طریق سود اضافی که شرکت‌های نوآور در نتیجه کاهش قیمت‌ها و افزایش تقاضا به‌دلیل نوآوری تکنولوژیکی به‌دست می‌آورند، عمل می‌کند. براساس این کانال، چنین شرکت‌هایی، سود حاصل را به‌عنوان سرمایه‌گذاری برای گسترش ظرفیت تولید خود استفاده کرده که منجر به ایجاد اشتغال اضافی خواهد شد. این مکانیسم توسط نهاییونی مثل مارشال (۱۹۶۱) و داگلاس (۱۹۳۰) پذیرفته شده بود.

د) اثرات جبرانی ناشی از کاهش دستمزدها: این مکانیسم از طریق جانشینی بین نیروی کار و سرمایه، عمل می‌کند. نئوکلاسیک‌های سنتی نشان می‌دهند که بیکاری را می‌توان از طریق مکانیسم‌های تعدیل قیمت کاهش داد، به‌طوری‌که کاهش در دستمزد منجر به افزایش در تقاضا برای نیروی کار می‌شود. ویکسل (۱۹۶۱) اولین اقتصاددانی بود که چنین استدلال را برای بیکاری تکنولوژیکی به‌کار برد. به‌هرحال این مکانیسم با اصل تقاضای مؤثر کینزی در تناقض است زیرا کاهش تقاضای کل

می‌تواند انتظارات بنگاه‌ها را کاهش دهد و آنها را از استخدام نیروی کار اضافی، دلسرد کند (ویوارلی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴: ۷۹).

ه) اثرات جبرانی از طریق افزایش درآمد: این مکانیسم، منطقی مخالف با استدلال قبلی داشته و رویکرد کینزی دارد. این مکانیسم نشان می‌دهد که اتحادیه‌ها نقش مهمی در توزیع منافع حاصل از نوآوری و دستیابی به افزایش دائم در دستمزدهای واقعی بازی می‌کند. در این رابطه، صرفه‌جویی در هزینه ناشی از معرفی فن‌آوری‌های جدید منجر به درآمد و سطوح بالاتر مصرف می‌شود. افزایش در تقاضا نیز منجر به افزایش در تولید و اشتغال می‌شود (پاسینتی، ۱۹۸۱: ۴).

ی) اثرات جبرانی از طریق کالاهای جدید: تغییرات تکنولوژیکی منجر به ایجاد محصولات جدید، فعالیت‌های جدید اقتصادی و بازارهای جدید شده و در نتیجه شاخه‌های جدید اشتغال را ایجاد می‌کند. از طرف دیگر، دو نظریه منحنی فیلیپس و قانون اوکان نیز تلاش‌های علمی دیگری برای توضیح علل رفتار بیکاری از بعد نظری می‌باشند. منحنی فیلیپس نشان‌دهنده ارتباط تبدلی بین نرخ بیکاری با نرخ تورم است. به این معنی که برای کاهش نرخ بیکاری باید، نرخ تورم بالاتری را پذیرفت. این رابطه بر پایه این ایده است که یک مقدار تعادلی برای نرخ بیکاری وجود دارد که در این سطح از نرخ بیکاری، نرخ تورم تمایل به ثبات دارد. هرگاه نرخ بیکاری پایین‌تر از نرخ تعادلی باشد نرخ تورم افزایش خواهد یافت و در صورتی که نرخ بیکاری بالاتر از مقدار تعادلی باشد نرخ تورم نزول پیدا خواهد کرد. نرخ بیکاری تعادلی "ناپرو"<sup>۲</sup> نامیده می‌شود.

ارتباط منفی بین رشد حقیقی تولید ناخالص داخلی و تغییر در میزان نرخ بیکاری، به قانون اوکان<sup>۳</sup> شهرت دارد که اولین بار توسط آرتور اوکان در سال ۱۹۶۲ معرفی شد. قانون اوکان توضیح می‌دهد که در ازای هر ۲٫۵ درصد رشد حقیقی تولید ناخالص داخلی که به مدت یک سال ادامه یابد، نرخ بیکاری، یک درصد، کاهش می‌یابد.

در این راستا، نتایج مطالعات تجربی در خصوص ارتباط تکنولوژی و بیکاری به یک نتیجه‌ی واحد دست نیافته و برآیند نتایج مطالعات، پیچیده بوده است.

دیوید<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی اثرات تکنولوژی رایانه‌ای را بر احتمال از دست دادن شغل در کشور ژاپن بررسی کرد. براساس روش یادگیری ماشین، این محقق نشان داد که نزدیک ۵۵ درصد از مشاغل در سال آینده نسبت به سرمایه رایانه‌ای حساسیت بالایی دارند. ارجی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای تجربی اثرات ICT را بر نرخ بیکاری در کشور نیجریه طی دوره ۱۹۸۵-۲۰۱۵ برآورد کردند. نتایج تجزیه و تحلیل آنها به روش رگرسیون نشان داد که طی دوره‌ی مورد بررسی ICT، اثر

1. Vivarelli
2. Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment
3. Okun's Law
4. David
5. ORJI

مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری در کشور نیجریه داشته است. کپینده<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش دیگری که با استفاده از داده‌های کیفی (که از طریق مصاحبه جمع‌آوری شده بود) در کشور نیجریه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که توسعه ICT می‌تواند به بهبود اشتغال جوانان در بخش کشاورزی کمک کند. فری و اسبورن<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) با استفاده از داده‌های وزارت کار ایالات متحده، پیش‌بینی می‌کند که ۴۷٪ از مشاغل، در معرض خطر خودکار شدن هستند. فلدمن<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی بیکاری تکنولوژیکی در کشورهای صنعتی می‌پردازد. با به‌کارگیری داده‌های سالانه ۲۱ کشور صنعتی طی دوره ۱۹۸۵-۲۰۰۹ و روش رگرسیونی محقق به این نتیجه می‌رسد که تغییرات تکنولوژی به طرز قابل چشمگیری بیکاری را طی سه سال اخیر افزایش داده است، اما تکنولوژی اثر بلندمدتی بر نرخ بیکاری ندارد. یافته‌های محقق نشان می‌دهد که پیشرفت تکنولوژی حداقل در طی دوره‌ی گذار، بیکاری را افزایش می‌دهد. شریبر<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) با استفاده از داده‌های کشور آمریکا، ارتباط بلندمدت بین بهره‌وری و نرخ بیکاری در کشور آمریکا را مورد مطالعه قرار داد. شواهد حاصل از تحلیل‌های محقق، حکایت از رابطه منفی بین بهره‌وری و نرخ بیکاری داشت. ویوالی<sup>۵</sup> (۲۰۰۷) معتقد است که ICT از راه‌های مختلف بر اشتغال اثر می‌گذارد. به‌عبارت‌دیگر، استفاده از ICT اتوماسیون بخش‌های اقتصادی را در پی دارد. برای ایجاد اتوماسیون نیاز به نیروی کار متخصص است. از این نظر با افزایش استفاده از ICT تقاضا برای نیروی کار متخصص افزایش می‌یابد. به‌علاوه، گسترش ICT شاخه‌های اقتصادی جدیدی را به‌وجود می‌آورد که به‌نوبه خود شغل‌های متنوعی را نیز ایجاد می‌کند. تریپیر<sup>۶</sup> (۲۰۰۶)، هم‌حرکتی بین بهره‌وری و ساعات کاری را در تواتر مختلف از طریق تجزیه و تحلیل طیفی بررسی کرد و به این نتیجه می‌رسد که بین بهره‌وری و نرخ بیکاری در کوتاه‌مدت و بلندمدت ارتباط منفی برقرار است؛ اما در طی سیکل‌های تجاری بین این دو متغیر ارتباط، مستقیمی وجود دارد.

زرزوی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه خود نقش تکانه‌های قیمت و درآمد نفت در نرخ بیکاری ایران در قالبی متقارن (خطی) و نامتقارن (غیرخطی) را مورد بررسی قرار می‌دهند. به این منظور بر اساس داده‌های فصلی ۲۰۰۱:۲ تا ۲۰۱۷:۴، در برآورد الگو از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی خطی و غیرخطی استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در قالب متقارن قیمت نفت بر نرخ بیکاری به‌طور معکوس مؤثر بوده و درآمد نفتی اثری بر نرخ بیکاری ندارد. همچنین مطابق با قالب نامتقارن در کوتاه مدت قیمت و درآمد نفت اثری نامتقارن بر نرخ بیکاری

1. Kehinde *et. al*
2. Frey & Osborne
3. Feldmann
4. Schreiber
5. Vivarel
6. Tripier

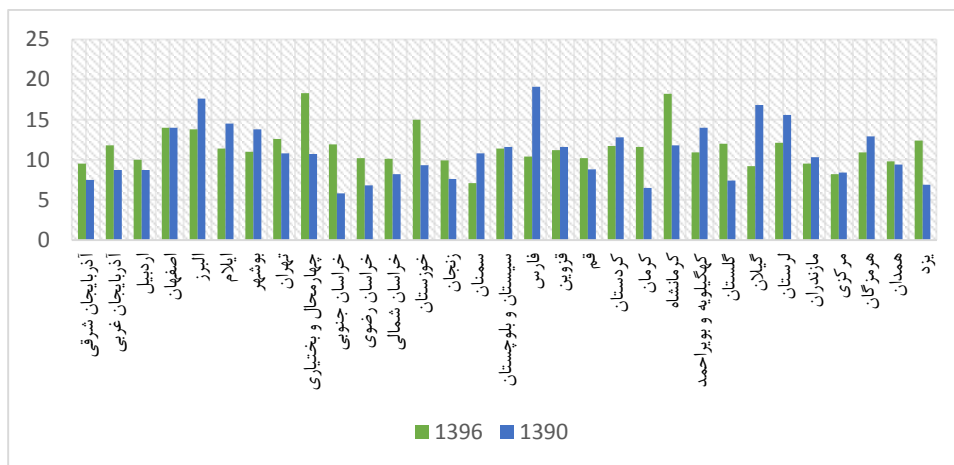
دارد. به‌نحوی که روند کاهش‌ها در قیمت نفت با یک فصل وقفه با اثری معکوس بر نرخ بیکاری همراه بوده و افزایش‌ها در قیمت نفت مؤثر نیست. ابونوری و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به بررسی وجود رابطه علیت بین نرخ بیکاری و نرخ تورم در کشور ایران پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد رابطه منحنی فیلیپس طی دوره ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۰ در ایران برقرار است. به‌عبارت‌دیگر، هر چه نرخ بیکاری بیشتر باشد، نرخ افزایش در تورم دستمزدی، پایین‌تر است و هر چه نرخ بیکاری پایین‌تر باشد؛ افزایش در تورم دستمزدی (یعنی افزایش دستمزدها) با شتاب بیشتری صورت خواهد گرفت. صمیمی و هژبرکیانی (۱۳۹۳) در پژوهش خود، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۸ بررسی کردند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد، فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال کل نیروی کار و نیروهای متخصص اثر مثبت و بر اشتغال نیروی کار ساده اثر منفی دارد. شهبازی و نظریور (۱۳۹۳)، در مطالعه خود نشان دادند که در جریان تجارت خارجی فعالیت‌هایی که از توان رقابتی برخوردار نباشند، امکان بقا را از دست داده و سطح بیکاری را افزایش می‌دهند. اما اگر تجارت خارجی از طریق توسعه و رونق صادرات افزایش یابد به ایجاد فرصت‌های شغلی دارای کارایی بالاتر منجر می‌شود. این پژوهش به بررسی تأثیر رونق صادراتی بر نرخ بیکاری در ایران می‌پردازد. بدین منظور از داده‌های سالیانه دوره‌ی زمانی ۱۳۹۰-۱۳۵۳، روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده، آزمون همجمعی باند و آزمون علیت گرنجر استفاده شده است. نتایج نشان دهنده‌ی وجود رابطه همجمعی بین متغیرهای تحقیق بوده و حاکی از این است که رونق صادراتی در هر دو دوره کوتاه مدت و بلندمدت بر نرخ بیکاری تأثیر منفی و معنی‌داری داشته است. سرلک (۱۳۹۱) در پژوهشی اثر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات را بر اشتغال در بخش صنعت استان مرکزی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که ICT بر کل اشتغال بخش صنعت استان مرکزی و همچنین اشتغال نیروی کار ماهر، نیروی کار تکنسین و نیروی کار مهندس دارای اثر مثبت و بر اشتغال نیروی کار ساده اثر منفی داشته است. محمودی و محمودی (۱۳۹۰) در پژوهشی با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده (ARDL) به بررسی اثر ICT بر اشتغال در بخش خدمات طی دوره ۱۳۵۰-۱۳۸۵ در کشور ایران پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که ICT اثر مثبت و معنادار بر اشتغال دارد. رسولی‌نژاد (۱۳۸۸) با بررسی اثر ICT بر اشتغال ایران با رهیافت تصحیح خطای برداری (VECM) برای کشور ایران طی سال‌های (۱۳۸۵-۱۳۳۷) نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت ICT اثر منفی بر اشتغال دارد، اما در بلندمدت این اثر مثبت خواهد شد. همچنین اثر ICT بر نیروی کار ماهر در ایران در بلندمدت مثبت و بر نیروی کار غیرماهر منفی است. بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که در داخل کشور پژوهشی با موضوع پژوهش حاضر انجام نشده است. تفاوت مطالعه حاضر با مطالعات خارجی نیز این است که مطالعه حاضر از چند معیار جهت

بررسی اثرات تکنولوژی استفاده کرده و بیکاری گروه‌ها و بخش‌های مختلف اقتصادی را مطالعه کرده است.

### ۳. روش‌شناسی پژوهش و مروری بر وضعیت بیکاری در ایران

نمونه آماری پژوهش حاضر، اقتصاد کشور ایران است. با توجه به لزوم پژوهش‌های کاربردی در کشور در حوزه‌های مختلف و استفاده از نتایج آن در راستای پیشرفت اقتصادی و رسیدن به اهداف برنامه‌های توسعه، کشور ایران به‌عنوان مطالعه موردی و نمونه انتخاب شده است. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از روش کتابخانه‌ای و از منابع آماری ثانویه جمع‌آوری و اخذ شده است. اطلاعات و ارقام مورد نیاز این پژوهش از منابع مختلفی چون مرکز آمار ایران، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سازمان فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، سازمان ملی بهره‌وری کشور و بانک جهانی و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اخذ می‌شود.

براساس اطلاعات اخذ شده از طرح‌های آمارگیری نیروی کار که توسط مرکز آمار ایران منتشر شده است، می‌توان نرخ بیکاری استان‌های کشور را به تصویر کشید. در نمودار ۱ نرخ بیکاری استان‌های کشور در دو مقطع زمانی شامل تابستان ۱۳۹۰ و تابستان ۱۳۹۶ مقایسه شده‌اند.



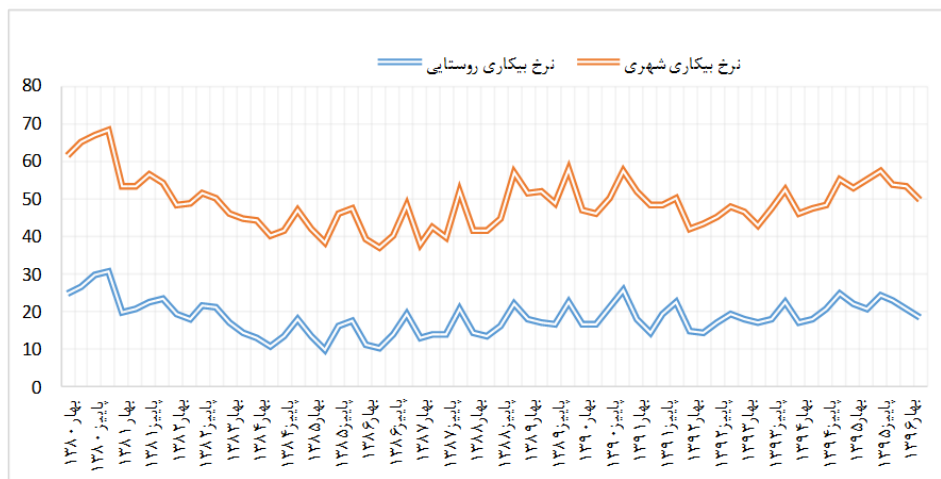
نمودار ۱: تغییرات نرخ بیکاری در استان‌های کشور طی ۱۳۹۰-۱۳۹۶

منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱ نشان می‌دهد که نرخ بیکاری در استان‌های آذربایجان شرقی، غربی، اردبیل، چهارمحال و بختیاری، خراسان رضوی، جنوبی و شمالی، تهران، خوزستان، زنجان، قم، کرمان، کرمانشاه، گلستان، همدان و یزد در سال ۱۳۹۶ نسبت به سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است و در سایر استان‌ها کاهش یافته است (به‌جز اصفهان که ثابت مانده است). بیشترین نرخ بیکاری در سال ۱۳۹۶ مربوط به



استان‌های چهارمحال و بختیاری و کرمانشاه به ترتیبی ۱۸,۳ و ۱۸,۲ درصد و کمترین نرخ بیکاری مربوط به استان سمنان و مرکزی است، به ترتیب ۷,۱ و ۸,۴. در خصوص بیکاری در نقاط شهری و روستایی نیز می‌توان براساس نمودار ۲ اظهارنظر کرد. براساس نمودار مذکور، نرخ بیکاری روستایی و شهری الگوهای نسبتاً مشابهی دارند. با این وجود، نرخ بیکاری در نقاط شهری به‌طور متوسط حدود ۱۲ درصد بیشتر از نقاط روستایی است.



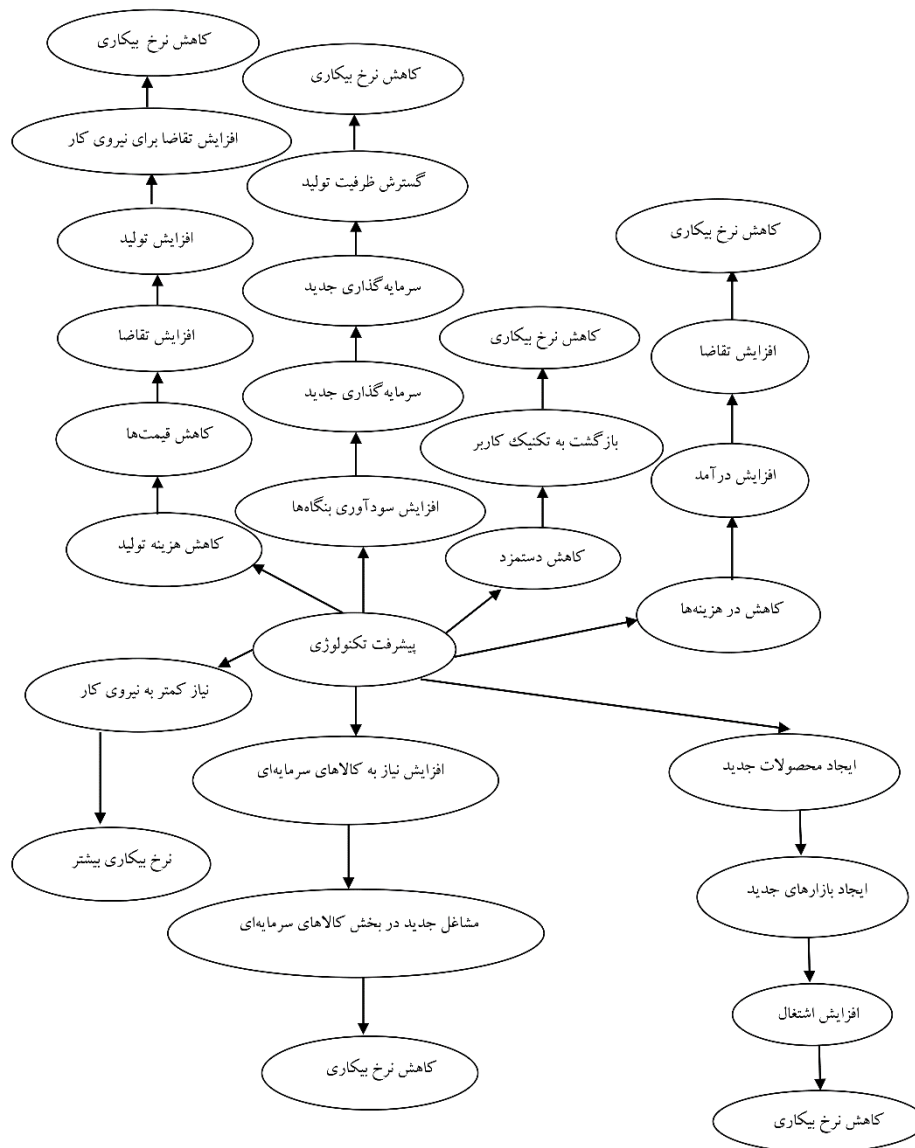
نمودار ۲: تغییرات نرخ بیکاری در نقاط شهری و روستایی کشور

منبع: یافته‌های پژوهش

در این پژوهش با توجه به ماهیت سری زمانی داده‌های مدل پژوهش، اقدام به اجرای آزمون ایستایی متغیرها خواهد شد. همچنین به منظور برآورد پارامترهای مدل‌های رگرسیون از روش ARDL استفاده شده است.

#### ۴. مدل پژوهش

براساس مبانی نظری، تکنولوژی شامل یک کانال اثرگذاری مثبت و ۶ کانال اثرگذاری منفی بر نرخ بیکاری است. به‌منظور بررسی اثرات تکنولوژی بر نرخ بیکاری از مدل مفهومی شکل ۱ استفاده می‌شود.



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

منبع: یافته‌های پژوهش

جهت تصریح الگوی اقتصادسنجی نرخ بیکاری در این مطالعه از رویکرد فلدمن (۲۰۰۹) استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر با استفاده از متغیرهای توضیح‌دهنده تکنولوژی، مدل فلدمن گسترش یافته است. این مدل براساس داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ در اقتصاد ایران به روش

ARDL برآورد می‌شود.

$$U_t = \beta_0 + \beta_1 GDP_t + \beta_2 INF_t + \beta_3 Open_t + \beta_4 ED_t + \beta_5 FER_t + \beta_6 Tech_t + \beta_7 oil_t + \epsilon_t \quad (1)$$

که در آن:

U: نرخ بیکاری

GDP: رشد اقتصادی.

INF: نرخ تورم.

Open: شاخص باز بودن اقتصادی.

ED: شاخص تحصیلات.

FER: نرخ باروری.

Tech: شاخص تکنولوژی.

Oil: درآمدهای نفتی کشور.

در این رابطه به جای Tech از شاخص‌های مختلف تکنولوژی استفاده می‌شود. شاخص‌هایی که در این مدل به عنوان شاخص تکنولوژی استفاده می‌شود، بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد کاربران تلفن همراه است. این مدل به روش ARDL برای کل اقتصاد ایران، برآورد خواهد شد.

انتخاب این روش بدان جهت صورت گرفته است که این روش بدون در نظر گرفتن این بحث که متغیرهای مدل از چه مرتبه هم انباشته هستند کاربرد دارد. همچنین با انجام این روش می‌توان تحلیل‌های اقتصادی را در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت انجام داد. استفاده از این روش در حجم نمونه‌های کوچک نیز به دلیل در نظر گرفتن پویایی‌های کوتاه‌مدت بین متغیرها از کارایی بالایی برخوردار است (تشکینی، ۱۳۸۴). همچنین این روش به دلیل در نظر گرفتن واکنش‌های پویای کوتاه‌مدت موجود بین متغیرها منجر به برآورد ضرایب دقیق‌تری می‌شود.

#### ۴-۱. انواع شاخص‌های اندازه‌گیری تکنولوژی

براساس پژوهش‌هایی مختلفی که در توسط نهادهای مختلف بین‌المللی از جمله بانک جهانی<sup>۱</sup>، دانشگاه کرنل<sup>۲</sup>، موسسه اینسید<sup>۳</sup> و موسسه واپیو<sup>۴</sup>، جهت گروه‌بندی کشورها براساس الگوهای ملی یادگیری تکنولوژی صورت گرفته است، می‌توان شاخص‌های مرتبط با اندازه‌گیری سطح تکنولوژی در کشورها را به صورت زیر خلاصه کرد:

1. World Bank
2. Cornell
3. NSEAD
4. WIPO

- ۱- شاخص دستیابی به تکنولوژی<sup>۱</sup>
  - ۲- شاخص عملکرد رقابتی صنعت<sup>۲</sup>
  - ۳- شاخص ظرفیت نوآوری ملی<sup>۳</sup>
  - ۴- شاخص اقتصاد دانش<sup>۴</sup>
  - ۵- شاخص قابلیت نوآوری<sup>۵</sup>
  - ۶- شاخص ظرفیت علوم و تکنولوژی<sup>۶</sup>
  - ۷- شاخص جهانی نوآوری<sup>۷</sup>
  - ۸- شاخص توسعه ارتباطات و تکنولوژی اطلاعات<sup>۸</sup>
- شاخص‌های فوق عمدتاً جهت مقایسه سطوح تکنولوژی در سطح بین‌المللی استفاده شده است. از جمله شاخص‌هایی که برای بررسی سطح تکنولوژی در اقتصاد ملی استفاده می‌شود، می‌توان به بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری نیروی کار اشاره کرد.
- بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)<sup>۹</sup>:** بهره‌وری کل عوامل در واقع میزان بهبود جنبه‌های کیفی نهاده‌های نیروی کار و سرمایه و همچنین میزان کارایی ترکیب این دو را اندازه‌گیری می‌کند. TFP انعکاس‌دهنده کارایی و اثربخشی در استفاده هم‌زمان از عوامل تولید برای تولید کالاها، خدمات بوده و دربرگیرنده تمام عوامل کیفی است که منجر می‌شود منابع موجود به‌طور بهینه استفاده گردد تا خروجی بیشتری به ازای هر یک واحد نهاده حاصل گردد. افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید، به این معنی است:
- ❖ استفاده هوشمندانه‌تر از منابع در دسترس.
  - ❖ به‌کارگیری فناوری جدید و ارتقا سطح فناوری موجود.
  - ❖ نوآوری.
  - ❖ فنون مدیریت بهتر.
  - ❖ تخصص‌گرایی.
  - ❖ بهبود کارایی.
  - ❖ آموزش، مهارت‌ها و تجارب کارکنان.

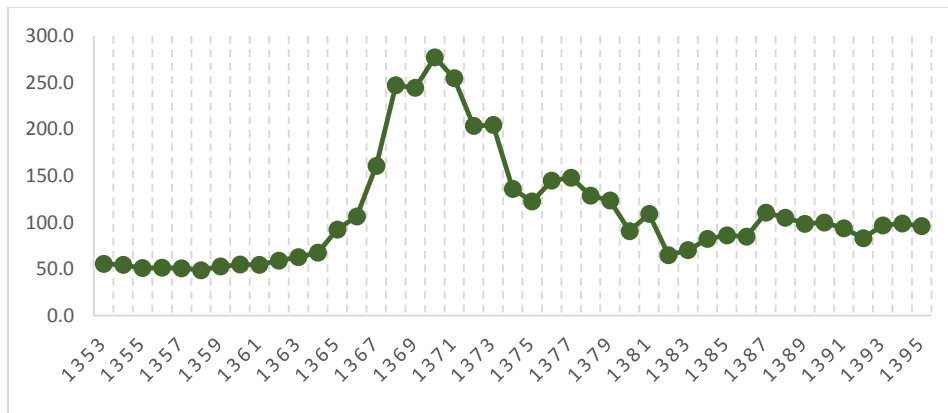
1. Technology Achievement Index
2. Competitive Industrial Performance Index
3. National Innovative Capacity Index
4. Knowledge Economy Index
5. Innovation Capability Index
6. Science and Technology Capacity Index
7. Global innovation Index
8. Information and Communication Technology Development Index
9. Total Factorial Productivity

در علم اقتصاد می‌توان، تغییرات در مقدار موجود سرمایه و نیروی کار را در طول زمان اندازه‌گیری کرد؛ اما تغییرات تکنولوژی یا بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست. به‌هرحال، این امکان وجود دارد که پس از محاسبه سهم نهاده‌های نیروی کار و سرمایه در رشد، تغییرات TFP را به‌عنوان پسماند اندازه‌گیری کرد. در این روش، تغییر تکنولوژی به‌صورت تغییر در تولید منهای مجموع سهم وزنی نهاده‌های کار و سرمایه تعریف می‌شوند. به‌طور خلاصه پسماند آن بخش از تغییرات تولید کل است که نمی‌توان، آن را براساس مقادیر نهاده‌های نیروی کار و موجودی سرمایه تبیین کرد (اسنودان و وین، ۱۳۹۴). TFP را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$TFP = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}} \quad (۲)$$

داده‌های مربوط به تولید کل، نیروی کار و موجودی سرمایه در اقتصاد ایران موجود است. در این پژوهش از جمعیت بین ۱۵-۶۴ سال به‌عنوان متغیر جانشین برای نیروی کار استفاده شده است. این طبقه جمعیتی، در سطح بین‌المللی به‌عنوان طبقه فعال شناخته شده و به‌صورت بالقوه توانایی مشارکت در تولید کالاها و خدمات را دارد. کشش‌های تولیدی نیروی کار و موجودی سرمایه به‌ترتیب، سهم نیروی کار از تولید ملی و سهم سرمایه از تولید ملی هستند. در استاندارد حساب‌های ملی ۱۹۹۳ (SNA 1993) سهم نیروی کار از تولید برابر کل جبران خدمات نیروی کار از تولید و سهم سرمایه برابر سهم تراز عملیاتی کل اقتصاد از تولید است. حساب‌های ملی ایران از سال ۱۳۷۵ براساس استاندارد SNA 1993 توسط بانک مرکزی ایران، منتشر شده است؛ بنابراین می‌توان براساس آن سهم موجودی سرمایه و نیروی کار از تولید ملی را محاسبه کرد. بر این اساس کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه به‌ترتیب به‌طور متوسط برابر ۲۳ و ۷۶ درصد محاسبه می‌شود. بر این اساس مقدار بهره‌وری کل عوامل تولید طی دوره‌ی ۱۳۵۳-۱۳۹۴ محاسبه شده و سپس برحسب قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ اندازه‌گیری می‌شود. روند بهره‌وری کل عوامل تولید طی دوره مورد بررسی در نمودار ۳ نشان داده شده است.

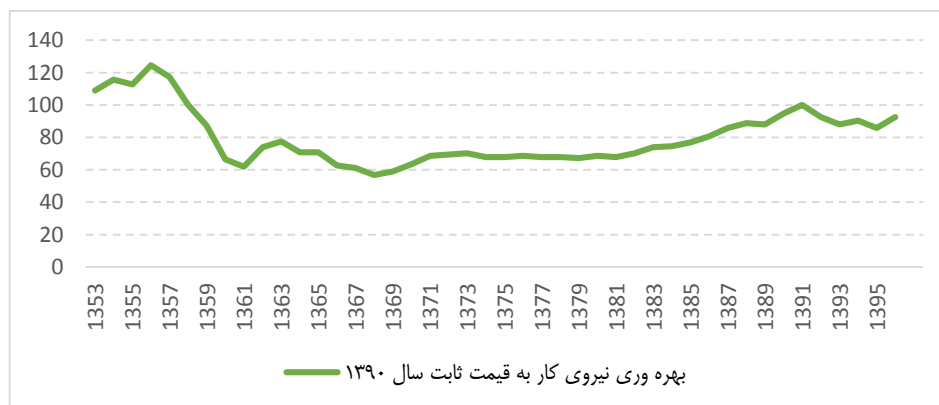
**شاخص بهره‌وری نیروی کار:** یکی از شاخص‌هایی که نمود سطح تکنولوژی در اقتصاد است، شاخص بهره‌وری نیروی کار است. این شاخص از تقسیم ارزش‌افزوده کل اقتصاد بر تعداد شاغلان، به‌دست می‌آید. با افزایش بهره‌وری نیروی کار، تعداد شاغلین مورد نیاز به ازای هر یک از سطوح تولید کاسته می‌شود و باثبات سایر شرایط (اگر سطح عرضه در اقتصاد ثابت بماند) زمینه برای افزایش نرخ بیکاری، فراهم می‌شود. به هر حال الزاماً افزایش بهره‌وری نیروی کار، منجر به افزایش بیکاری نمی‌شود.



نمودار ۳: بهره‌وری کل عوامل تولید به قیمت ثابت ۱۳۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در صورتی که با افزایش بهره‌وری نیروی کار، بنگاه‌های اقتصادی ظرفیت تولید خود را بالا ببرند، نرخ بیکاری افزایش نخواهد یافت. همچنین در صورتی که اقتصاد از نظر تجاری، باز باشد، افزایش بهره‌وری نیروی کار، هزینه هر واحد تولید را کاهش خواهد داد و زمینه رقابت‌پذیری بیشتر تولیدات داخلی در عرصه بین‌المللی فراهم می‌شود. این امر منجر به گسترش صادرات شده و افزایش صادرات، بازار جدیدی برای محصولات داخلی فراهم خواهد کرد. افزایش تقاضا برای محصول داخلی، منجر به تحریک عرضه کل در اقتصاد شده که خود مستلزم افزایش تقاضا برای نیروی کار است. در نمودار ۴ روند بهره‌وری نیروی کار طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ ترسیم شده است.



نمودار ۴: بهره‌وری نیروی کار به قیمت ثابت ۱۳۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش

منظور از تحلیل توصیفی متغیرها، محاسبه شاخص‌هایی از قبیل میانگین، میانه، انحراف معیار و... است. به‌طور کلی یک تحلیل توصیفی مناسب باید مرکزیت، پراکندگی و توزیع داده‌ها را با چند

شاخص ساده نشان دهد. در جدول ۱، میانگین، انحراف معیار و آماره جاک-برا و ضریب چولگی متغیرها محاسبه شده است.

جدول ۱: خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی متغیرها

متغیرهای مطالعه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	جاک-برا	احتمال
رشد اقتصادی	۳,۱۰	۳,۷	-۰,۸۳	۳,۹۲	۰,۱۴
نرخ تورم	۱۹,۷۸	۹,۷۷	۱,۷۷	۱۷,۱۵	۰,۰۰۰
نرخ بیکاری	۱۱,۷۶	۱,۴۷	۰,۱۱	۰,۸۰۹	۰,۶۶
بهره‌وری نیروی کار	۷۹,۳۵	۸۱,۴۲	۰,۳۰	۱,۸۷	۰,۳۹
بهره‌وری کل عوامل تولید	۱۰۳,۸	۲۳,۱۴	۰,۳۷	۰,۸۹	۰,۶۳
نرخ باروری	۲,۰۶	۰,۴۵	۱,۳۷	۶,۹۷	۰,۰۳
باز بودن اقتصاد	۴۳,۶۶	۷,۲۱	-۰,۳۶	۱,۲۲	۰,۵۴
رشد درآمد نفتی	۲۴,۲۳	۴۵,۳۲	۱,۷۹	۲۶,۴	۰,۰۰۰
تحصیلات عالی	۳۲,۵۶	۱۷,۵۲	۰,۹۹	۳,۵۹	۰,۱۶
رشد کاربران موبایل	۶۶,۷۹	۸۱,۴۲	۱,۹۱	۲۰,۲۲	۰,۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

آماره جاک-برا، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن متغیرهای پژوهش را آزمون می‌کند. براساس این آماره و با تکیه بر شواهد داده‌ها، متغیرهای رشد اقتصادی، نرخ بیکاری، بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری کل عوامل تولید، شاخص باز بودن اقتصاد (مجموع صادرات و واردات تقسیم بر تولید ناخالص داخلی کشور) و میزان تحصیلات عالی در کشور، نرمال بوده و سایر متغیرها شامل رشد درآمد نفتی، رشد کاربران موبایل، نرخ باروری و نرخ تورم نرمال نیستند. با توجه به نرمال بودن توزیع نرخ بیکاری و میانگین و انحراف معیار ۱۱,۷۶ و ۱,۴۷ واحدی آن، می‌توان استنباط کرد، احتمال این که نرخ بیکاری در کشور بین ۸,۸۲ و ۱۴,۷ (دو انحراف معیار) قرار بگیرد، برابر ۹۵ درصد است.

متغیرهای نرخ تورم، رشد درآمد نفتی و رشد کاربران تلفن همراه چولگی مثبت نسبتاً شدیدی دارند که نشان از این حقیقت دارد که این شاخص‌ها روند فزاینده‌ای طی زمان دارند.

- بررسی ایستایی متغیرهای پژوهش

در این بخش از پژوهش، مبتنی بر آزمون ریشه‌ی واحد و آماره‌ی دیکی فولر تعمیم یافته، ایستایی متغیرهای پژوهش در داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ و مدل ARDL مورد بررسی قرار می‌گیرد. در جدول ۲ نتایج آزمون ایستایی متغیرهای پژوهش، براساس آماره دیکی فولر تعمیم یافته ارائه شده است.

جدول ۲: بررسی ایستایی متغیرهای پژوهش

آماره‌ی دیکی- فولر تعمیم‌یافته				
نتیجه	تفاضل مرتبه اول	مقدار بحرانی ۰,۰۵	در سطح	متغیرها
ایستا	-	-۲,۹۲	-۴,۴۲	رشد اقتصادی
ایستا	-	-۲,۹۲	-۳,۱۲	نرخ تورم
I(1)	-۴,۴۸	-۲,۹۲	-۱,۷۵	بهره‌وری نیروی کار
I(1)	-۴,۴۸	-۲,۹۲	-۰,۷۹	نرخ باروری
I(1)	-۴,۸۸	-۲,۹۲	-۲,۳۹	شاخص تجاری
ایستا	-۴,۶۰	-۲,۹۲	-۶,۸۲	رشد درآمد نفتی
I(1)	-۳,۷۴	-۳,۵۳	-۱,۵۳	تحصیلات عالی
I(1)	-۵,۱۲	-۲,۹۳	-۱,۴۷	بهره‌وری کل عوامل تولید
I(1)	-۶,۵۳	-۲,۹۲	-۲,۴۲	نرخ بیکاری
ایستا	-	-۳,۶۴	-۳,۷۲	رشد کاربران موبایل

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس آماره‌ی دیکی فولر تعمیم‌یافته، متغیرهای رشد اقتصادی، نرخ تورم، رشد درآمدهای نفتی و رشد کاربران تلفن همراه در کشور در مقادیر سطح خود ایستا بوده و سایر متغیرهای پژوهش غیرایستا و انباشته از مرتبه اول هستند و با یک‌بار تفاضل گیری ایستا می‌شوند.

## ۵. یافته‌های پژوهش

همان‌طور که بیان شد، برآورد اثرات تکنولوژی بر نرخ بیکاری براساس داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ و روش ARDL اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت شاخص‌های تکنولوژی، برآورد می‌شود. نکته‌ای که باید به آن اشاره شود این است که اطلاعات نرخ بیکاری در کشور قبل از سال ۱۳۷۵ بسیار ناقص بوده و مبتنی بر سرشماری‌های ده‌ساله بوده است؛ اما بعد از سال ۱۳۷۵ با اجرای طرح‌های آمارگیری نیروی کار، اطلاعات بیکاری ب صورت سالانه موجود است. برای حل این مشکل، برای سال‌های قبل از ۱۳۷۵ داده‌ها براساس روش درون‌یابی و الگوهای مشاهده شده در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ داده‌ها، برآورد شده‌اند.

### ۵-۱. برآورد مدل ARDL

در این قسمت براساس روش ARDL، الگوهای کوتاه‌مدت، تصحیح خطا و بلندمدت اثر تکنولوژی روی نرخ بیکاری به‌همراه چندین متغیر کنترلی، برآورد شده است. در این روش، مقادیر جاری و با وقفه‌ی متغیرها وارد الگو می‌شوند. برای تعیین وقفه بهینه می‌توان از آماره‌های شوارتز-بیزین (SBC)، آکائیک، هنان-کوبین و ... استفاده کرد. معمولاً برای نمونه‌های نسبتاً کوچک، از معیار SBC استفاده می‌شود؛ زیرا این معیار نسبتاً به سایر معیارها، از تعداد وقفه‌ی کمتری استفاده می‌کند و بنابراین، درجه‌ی آزادی کمتری از دست می‌رود. در این‌جا از معیار شوارتز-بیزین استفاده شده است.



در جدول ۳ نتایج برآورد اثرات تکنولوژی روی نرخ بیکاری به روش ARDL ارائه شده است. نتایج جدول ۳ حکایت از این حقیقت دارد که کلیه متغیرها (به جز نرخ باروری) در سطح اطمینان ۹۵ درصد، روی نرخ بیکاری اثرگذار هستند. با توجه به این که اثرات متغیرها شامل اثر آنی متغیر و اثر وقفه‌ی آنهاست، شناسایی اثر کل، براساس ضرایب بلندمدت، صورت می‌گیرد. ضرایب بلندمدت، برآوردی در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج برآورد مدل نرخ بیکاری به روش ARDL

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره T	سطح معناداری
وقفه ۱ نرخ بیکاری	۰,۸۹	۰,۰۷۳	۱۲,۲۹	۰,۰۰۶
بهره‌وری نیروی کار	۰,۵۹	۰,۰۶	۹,۴۸	۰,۰۱۱
وقفه ۱ بهره‌وری نیروی کار	-۰,۵۴	۰,۰۶۹	-۷,۷۵	۰,۰۱۶۲
نرخ تورم	-۰,۱۳	۰,۰۰۶	-۲۱,۷	۰,۰۰۲
وقفه ۱ نرخ تورم	۰,۰۸	۰,۰۰۳	۲۲,۶	۰,۰۰۱
نرخ باروری	۰,۰۳	۱,۰۲	۰,۳۳	۰,۹۷۶
شاخص تجارت	۰,۱۵	۰,۰۱۶	۹,۷۱	۰,۰۱۰
وقفه ۱ شاخص تجارت	-۰,۲۹	۰,۰۱۷	-۱۶,۷۷	۰,۰۰۳
رشد درآمد نفتی	-۰,۰۱	۰,۰۰۱۷	-۶,۳۴	۰,۰۲۴
وقفه ۱ رشد درآمد نفتی	-۰,۰۲	۰,۰۰۲	-۸,۰۲	۰,۰۱۵
رشد اقتصادی	-۰,۳۸	۰,۰۳۶	-۱۰,۵۹	۰,۰۰۸
وقفه ۱ رشد اقتصادی	۰,۰۵۹	۰,۰۱۵	۳,۸۵	۰,۰۶۱
تحصیلات دانشگاهی	-۰,۳۳	۰,۰۳۴	-۹,۵۹	۰,۰۱۱
وقفه ۱ تحصیلات دانشگاهی	۰,۳۹	۰,۰۴۶	۸,۴۹	۰,۰۱۳
رشد کاربران موبایل	۰,۱۸	۰,۰۰۰۵	۳۲,۲۲	۰,۰۰۱
وقفه ۱ رشد کاربران موبایل	-۰,۰۰۸	۰,۰۰۲	-۴,۷	۰,۰۴۲
عرض از مبدأ	۲,۷۸	۴,۲۳	۰,۶۶	۰,۵۷۸
ضریب تعیین تعدیل شده: ۰,۹۵		آماره F: ۲۳,۴۶		

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴: نتایج برآورد اثرات بلندمدت متغیرها بر نرخ بیکاری به روش ARDL

متغیر	ضریب بلندمدت	انحراف معیار	آماره T
بهره‌وری نیروی کار	۰,۵۶	۰,۱۸	۳,۱۲
نرخ تورم	-۰,۴۸	۰,۱۴	-۳,۴۴
شاخص تجارت	-۱,۲۹	۰,۳۹	۳,۲۸
رشد درآمد نفتی	-۰,۲۹	۰,۱۱	-۲,۷۹
رشد اقتصادی	-۳,۱۷	۱,۰۴۷	-۳,۰۲۸
تحصیلات دانشگاهی	۰,۶۵	۰,۲۳	۲,۸۳
رشد کاربران موبایل	۰,۰۹۴	۰,۰۳	۳,۰۹
عرض از مبدأ	۲۸,۵	۶,۴۱	۴,۴۴

منبع: یافته‌های پژوهش

بررسی اثرات بلندمدت متغیرهای پژوهش، نشان می‌دهد که متغیرهای نرخ تورم، شاخص تجارت، رشد درآمدهای نفتی و رشد اقتصادی، ارتباط منفی و معناداری با نرخ بیکاری در کشور دارند؛ به عبارت دیگر افزایش این متغیرها منجر به کاهش نرخ تورم شده و کاهش آن‌ها می‌تواند سبب افزایش بیکاری در کشور شود. از طرف دیگر، متغیرهای بهره‌وری نیروی کار، رشد کاربران تلفن همراه و تحصیلات دانشگاهی اثر مثبتی بر نرخ بیکاری در کشور طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ داشته‌اند. رابطه‌ی دیگری که در برآورد مدل ARDL برآورد می‌شود، الگوی تصحیح خطاست. رابطه تصحیح خطا، نحوه‌ی ارتباط الگوی ARDL و رابطه بلندمدت را نشان می‌دهد. رابطه تصحیح خطای این مدل در جدول ۵ ارائه شده است.

ضریب همه متغیرهای پژوهش در رابطه‌ی تصحیح خطا از سطح معناداری بالایی برخوردار است. جمله تصحیح خطا در این رابطه برابر ۰,۱۰- است که نشان می‌دهد در هر دوره ۱۰ درصد خطای پیش‌بینی در کوتاه‌مدت، تعدیل شده است؛ این نشان از سرعت نسبتاً اندک تصحیح خطا در بازار کار دارد. علت این امر وجود قوانین و مقررات مختلف از جمله قوانین حداقل دستمزدها، قوانین بیمه بیکاری و تأمین اجتماعی و قراردادهای کاری است که تحرک نیروی کار را کند می‌کند.

جدول ۵: نتایج برآورد الگوی تصحیح خطا

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره T
تغییرات بهره‌وری نیروی کار	۰,۵۹	۰,۰۱۹	۳۰,۶
تغییرات نرخ تورم	-۰,۱۳	۰,۰۰۴	-۳۰,۵۸
تغییرات شاخص تجارت	۰,۱۶	۰,۰۳۹	۱۶,۲۴
تغییرات رشد درآمد نفتی	۰,۰۱	۰,۰۰۰۷	-۱۵,۷۳
تغییرات رشد اقتصادی	-۰,۳۸	۰,۰۱	-۳۶,۱۵
تغییرات تحصیلات دانشگاهی	-۰,۳۳	۰,۰۱۲	-۲۸,۱۶
تغییرات رشد کاربران موبایل	۰,۰۱۸	۰,۰۰۰۷	۲۷,۱۵
جمله تصحیح خطا	-۰,۱۰	۰,۰۰۳	-۳۱,۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در برآوردهای قبل از شاخص بهره‌وری نیروی کار به عنوان شاخص خروجی تکنولوژی استفاده شده است؛ در این صورت به طور ضمنی فرض شده است که بهبود تکنولوژی منجر افزایش بهره‌وری نیروی کار شده است. به هر حال همیشه تغییرات تکنولوژی، منجر به بهبود بهره‌وری نیروی کار نمی‌شود و ممکن است روی بازدهی سایر عوامل تولید مؤثر باشد. در این صورت، اثراتی که در حالت قبل، برآورد شدند، اعتبار لازم را نخواهند داشت. شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید که به صورت پسماند از الگوی رشد سولو محاسبه می‌شود، به صورت ضمنی تغییرات کلی تکنولوژی در اقتصاد را اندازه‌گیری می‌کند.

در جدول ۶ اثر بهره‌وری کل عوامل تولید به همراه سایر متغیرهای کنترل بر نرخ بیکاری به روش ARDL برآورد شده است. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، با وارد کردن متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید به‌عنوان شاخص تکنولوژی (به‌همراه رشد کاربران تلفن همراه)، ضرایب متغیرها، تغییر کرده است. در این مدل نیز، اثرات بهره‌وری کل عوامل تولید مشابه بهره‌وری نیروی کار بر نرخ بیکاری مثبت بوده است.

جدول ۶: نتایج برآورد مدل نرخ بیکاری به روش ARDL با حضور بهره‌وری کل عوامل تولید

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره T	سطح معناداری
وقفه ۱ نرخ بیکاری	۰,۲۳	۰,۰۲۴	۹,۳۳	۰,۰۰۰
بهره‌وری کل عوامل	۰,۰۰۷	۰,۰۰۱	۴,۴	۰,۰۰۳
وقفه ۱ بهره‌وری کل عوامل	۰,۰۶	۰,۰۰۲۷	۲۳,۶۲	۰,۰۰۰۰
نرخ تورم	-۰,۱۵	۰,۰۱۱	-۱۴	۰,۰۰۰۰
شاخص تجارت	-۰,۳۱	۰,۰۲۱	۱۴,۴۰	۰,۰۰۰۰
وقفه ۱ شاخص تجارت	-۰,۱۱	۰,۰۱۱	-۱۰,۰۴	۰,۰۰۰۰
رشد درآمد نفتی	۰,۰۱	۰,۰۰۰۸	۱۳,۵۰	۰,۰۰۰۰
وقفه ۱ رشد درآمد نفتی	۰,۰۰۸	۰,۰۰۰۶	۱۴,۰۴	۰,۰۰۰۰
رشد اقتصادی	-۰,۱۵	۰,۰۱۹	-۷,۸۹	۰,۰۰۰۱
تحصیلات دانشگاهی	۰,۰۴۷	۰,۰۰۳	۱۲,۹۲	۰,۰۱۱
رشد کاربران موبایل	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰۵	۳۲,۲۲	۰,۰۰۳
وقفه ۱ رشد کاربران موبایل	۰,۰۱۱	۰,۰۰۱	۱۱,۲۸	۰,۰۰۰
عرض از مبدأ	-۶,۴۶	۰,۹۷	-۶,۶۷	۰,۰۰۰۳
ضریب تعیین تعدیل شده:	۰,۸۱		آماره F:	۷,۹۴

منبع: یافته‌های پژوهش

اثرات بلندمدت متغیرها در این حالت، در جدول ۷ ارائه شده است. براساس برآورد جدول ۷ اثر متغیرهای نرخ تورم، رشد اقتصادی و شاخص تجارت بر نرخ بیکاری منفی و اثر متغیرهای بهره‌وری کل عوامل تولید، تحصیلات دانشگاهی، رشد کاربران موبایل بر نرخ بیکاری مثبت بوده است؛ بنابراین در اینجا نیز شاخص‌های تکنولوژی اثر مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری در کشور داشته‌اند. الگوی تصحیح خطا با حضور، بهره‌وری کل عوامل تولید به‌عنوان متغیر توضیحی در جدول ۸ ارائه شده است. در این حالت ضریب تصحیح خطا برابر  $-۰,۷۷$  است که نشان می‌دهد سرعت تعدیل روابط کوتاه‌مدت به بلندمدت با حضور بهره‌وری کل عوامل تولید، افزایش یافته است.

جدول ۷: نتایج برآورد اثرات بلندمدت متغیرها بر نرخ بیکاری به روش ARDL

متغیر	ضریب بلندمدت	انحراف معیار	آماره T
بهره‌وری کل عوامل تولید	۰,۰۹	۰,۱۸	۳,۱۲
نرخ تورم	-۰,۲	۰,۱۴	-۳,۴۴
شاخص تجارت	-۰,۵۴	۰,۳۹	۳,۲۸
رشد درآمد نفتی	۰,۰۲۵	۰,۱۱	-۲,۷۹
رشد اقتصادی	-۰,۲	۱,۰۴۷	-۳,۰۲۸
تحصیلات دانشگاهی	۰,۰۶	۰,۲۳	۲,۸۳
رشد کاربران موبایل	۰,۰۹۴	۰,۰۳	۳,۰۹
عرض از مبدأ	۲۸,۵	۶,۴۱	۴,۴۴

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸: نتایج برآورد الگوی تصحیح خطا با حضور بهره‌وری کل عوامل تولید

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره T
تغییرات بهره‌وری کل عوامل	۰,۰۰۷	۰,۰۱۹	۱,۱۶
تغییرات شاخص تجارت	-۰,۳	۰,۰۴	۷,۶۹
تغییرات رشد درآمد نفتی	۰,۰۱۱	۰,۰۰۱	۷,۷۷
تغییرات رشد کاربران موبایل	۰,۰۲	۰,۰۰۱	۲,۲۲
جمله تصحیح خطا	-۰,۷۷	۰,۰۶	۱۲,۴۲

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۵-۲. آزمون‌های تشخیص در مدل‌های ARDL

به‌منظور اطمینان از صحت برآوردهای ARDL باید فرض رگرسیون خطی برقرار باشد. این آزمون‌ها شامل آزمون همسانی واریانس، عدم‌وجود خودهمبستگی، نرمال بودن باقیمانده‌های رگرسیون، آزمون ثبات ضرایب و آزمون کرانه‌های پسران است. در ادامه به بررسی این فرض، پرداخته می‌شود.

### ➤ آزمون همسانی واریانس در مدل برآوردی

برآورد مدل خودرگرسیونی برداری با وقفه گسترده، مبتنی بر فرض ثابت بودن واریانس اجزای اخلال طی زمان است. در صورت نقض این فرض، انحراف معیار ضرایب به درستی محاسبه نشده و برآوردها کارایی لازم را نخواهد داشت. به‌منظور بررسی فرض همسانی واریانس در این پژوهش از آزمون وایت استفاده شده است.

با توجه به آزمون وایت در مدل‌های برآوردی فرض ثابت بودن واریانس اجزای اخلال را نمی‌توان رد کرد؛ بنابراین برآورد ضرایب فاقد ناهمسانی واریانس بوده و از کارایی لازم برخوردار است.

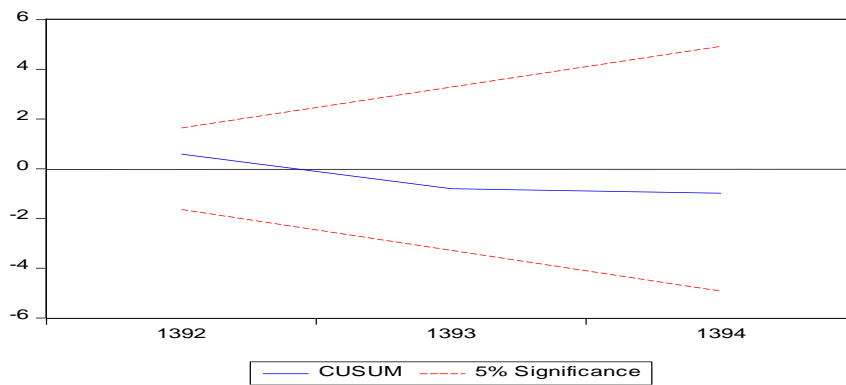
### ➤ آزمون عدم وجود خودهمبستگی در مدل‌های برآوردی

مسئله‌ی دیگری که به‌عنوان یکی از موارد نقض فرض رگرسیون رایج است، مسئله خودهمبستگی است. به‌منظور کارایی برآوردهای رگرسیون باید این فرض نیز آزمون شود. به‌منظور، آزمون این فرض در مدل‌های پژوهش از آزمون برونش-گادفری استفاده شده که به LM نیز شهرت دارد.

نتایج آزمون LM نشان می‌دهد که فرضیه عدم‌وجود خودهمبستگی در هیچ‌کدام از الگوهای برآوردی به روش ARDL رد نشده و این مشکل در الگوها وجود ندارد.

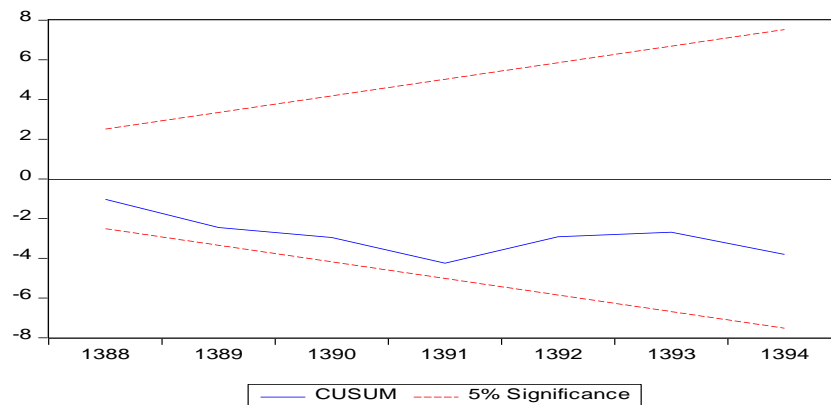
### ➤ آزمون ثبات ضرایب الگوهای پژوهش

یکی دیگر از آزمون‌هایی که در روش ARDL رایج است، آزمون ثبات پارامترهاست. نتایج این آزمون در نمودارهای ۱ و ۲، مشاهده می‌شود.



نمودار ۱: آزمون پایداری باقیمانده‌های مدل بهره‌وری نیروی کار

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۲: آزمون پایداری باقیمانده‌های مدل بهره‌وری کل عوامل تولید

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس آزمون‌های CUSUMQ می‌توان اظهار کرد که مدل‌های برآورد شده از پایداری مناسبی برخوردار است، زیرا در این آزمون نمودار باقیمانده‌های بازگشتی بین فواصل اطمینان قرار دارند؛ بنابراین پارامترهای برآوردی از ثبات مناسبی برخوردار بوده و نتایج مدل قابلیت تعمیم به آینده را نیز داراست.

#### ➤ آزمون نرمال بودن باقیمانده‌های رگرسیون

در صورتی که توزیع باقیمانده‌های رگرسیون نرمال نباشد، استفاده از آماره‌های استاندارد جهت قضاوت در خصوص معناداری ضرایب امکان‌پذیر نخواهد بود؛ بنابراین پس از برآورد مدل باید، نرمال بودن خطاهای رگرسیون آزمون شود. برای آزمون نرمال بودن خطاها از آماره جاک-برا استفاده شده است. براساس سطح معناداری آماره‌ی جاک-برا در سطح اطمینان ۹۵ درصد فرض نرمال بودن باقیمانده-های رگرسیون در هیچ از مدل‌های پژوهش، رد نمی‌شود.

#### ➤ آزمون کرانه‌های پسران

آزمون، کرانه‌ها به منظور وجود رابطه تعادلی بلندمدت، در روش ARDL توسط پسران و همکاران، معرفی شده است. نتایج این آزمون در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹: بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت در الگوهای پژوهش

متغیر	آماره F	مقدار بحرانی
مدل بهره‌وری نیروی کار	۳۰٫۸۴	۳٫۲۱
مدل بهره‌وری کل عوامل تولید	۷٫۹۹	۳٫۲

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس آزمون کرانه‌های پسران، وجود روابط تعادلی بلندمدت در هر دو الگوی پژوهش مورد تأیید، قرار می‌گیرد.

#### نتیجه‌گیری

با گذشت هر سال، سطح تکنولوژی و اتوماسیون، بالاتر می‌رود و قدرت و قابلیت ماشین‌ها و ربات‌ها برای انجام کارآمد وظایفی که پیش‌تر بر عهده نیروی کار بود بیشتر می‌شود. از آن‌جا که جایگزینی نیروی کار با ماشین‌ها صرفاً آسیبی حاشیه‌ای نیست، هر زمان که نیروی کار با اتوماسیون مواجه شود، بیکاری تکنولوژیک در کوتاه و بلندمدت پیامد اجتناب‌ناپذیر، خواهد بود. به هر حال، جهت بررسی اثرات تغییرات تکنولوژی بر نرخ بیکاری، مطالعات تجربی اندکی انجام شده است؛ بنابراین لزوم بررسی و ارزیابی تغییرات بازار کار و واکنش آن به پیشرفت‌های تکنولوژی، امری الزامی است.

### نتایج اصلی پژوهش

۱. شواهد تجربی حاصل از برآوردهای پژوهش نشان داد، ارتباط منفی بین نرخ تورم و بیکاری در کشور ایران وجود دارد؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که کارکردهای منحنی فیلیپس در ایران وجود دارد ولی باید توجه داشت که شدت ارتباط بین این دو متغیر به حدی که توسط فیلیپس ارائه شده است، در ایران وجود ندارد.
۲. شاخص باز بودن اقتصادی که نشان از میزان تجارت بین‌المللی در سطح کشور دارد با نرخ بیکاری در کشور، رابطه‌ی منفی و معناداری داشته است؛ بنابراین با افزایش تجارت بین‌الملل، می‌توان نرخ بیکاری در کشور را کاهش داد.
۳. افزایش تحصیلات دانشگاهی به‌عنوان یک از متغیرهای ورودی تکنولوژی، با نرخ بیکاری در کشور طی دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۵ رابطه مثبت داشته است. به‌عبارت‌دیگر با افزایش فارغ‌التحصیلان دانشگاهی، نرخ بیکاری در کشور افزایش یافته است. علت این امر این است که یکی از انگیزه‌های افراد برای تحصیل (مخصوصاً تحصیلات عالی) دستیابی به مشاغل با سطح درآمد بالاست؛ حال آن‌که ساختار بازار کار در ایران متناسب با تغییرات ساختاری در فرآیند آموزشی افراد متناسب نبوده است. زمانی که سطح تحصیلات افراد بالا می‌رود، افراد حاضر به پذیرش هر شغلی نخواهند بود و تحرک این افراد در بازار نیروی کار، کاهش می‌یابد.
۴. رشد کاربران تلفن همراه نیز به‌عنوان یکی دیگر از شاخص‌های تکنولوژی، اثر مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری در کشور داشته است.
۵. بهره‌وری نیروی کار که از تقسیم ارزش‌افزوده کل کشور به تعداد شاغلان حاصل می‌شود با نرخ بیکاری در کشور رابطه مثبت و معناداری داشته است. با افزایش بهره‌وری نیروی کار، تعداد کارگر کمتری برای انجام یک کار مشخص نیاز خواهد بود و از این کانال، منجر به افزایش بیکاری می‌شود. البته اگر متناسب با افزایش بهره‌وری نیروی کار، هزینه‌های تولید بنگاه‌ها افزایش نیابد، سودآوری بنگاه‌ها به ازای هر واحد نیروی کار افزایش می‌یابد و انگیزه آن‌ها برای افزایش ظرفیت تولید و استفاده بیشتر از نیروی کار، افزایش خواهد یافت. به هر حال در اکثر کشورهای جهان، قوانینی و مقرراتی وجود دارد که منجر می‌شود دستمزدها از بهره‌وری نیروی کار تبعیت نکنند. ازجمله‌ی این قوانین، می‌توان به قوانین حداقل دستمزد اشاره کرد.
۶. بهره‌وری کل عوامل تولید نیز مشابه بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری داشته است. بهره‌وری کل عوامل تولید به تعبیری حاصل ترکیب بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است و به‌عنوان یکی از شاخص‌های رایج در توضیح تغییرات تکنولوژیکی استفاده می‌شود. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به بهره‌وری نیروی کار ضریب بلندمدت کمتری دارد. ضریب بهره‌وری کل عوامل تولید برابر ۰,۰۹ و ضریب بهره‌وری نیروی کار ۰,۰۵۶ است. از این یافته می‌توان نتیجه گرفت که اگر در اقتصاد، بهره‌وری کلیه عوامل

تولید، به صورت همزمان افزایش یابد، اثر تخریبی تکنولوژی بر اشتغال به مراتب کمتر خواهد بود. حتی ممکن است با لحاظ عواملی چون انرژی و سرمایه‌ی انسانی و اجتماعی به عنوان عوامل تولید، بهبود تکنولوژی منجر به بهبود اشتغال شود.

۷. براساس نتایج برآورد مدل‌های پژوهش، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، شاخص  $IDI$  و رشد کاربران تلفن همراه به عنوان شاخص‌های پیشرفت تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات، اثر مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری در کشور داشته‌اند؛ بنابراین با پیشرفت تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات، تعداد مشاغل ایجاد شده به نسبت مشاغل تخریب شده کمتر بوده است و منجر به افزایش نرخ بیکاری شده است؛ بنابراین این شواهد نشان می‌دهد که گسترش تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات بر نرخ بیکاری، تأثیرگذار است.

### پیشنهاد‌های پژوهش

براساس نتایج که از برآورد مدل‌های پژوهش، حاصل شد و به صورت خلاصه در قسمت قبل بررسی گردید، می‌توان پیشنهادات و توصیه‌هایی جهت، سیاست‌گذاری در بازار کار ارائه داد.

۱. با توجه به این که افزایش تحصیلات دانشگاهی اثر مثبت و معناداری بر نرخ بیکاری داشته است، می‌توان به این نکته رسید که ساختار بازار کار در ایران متناسب با بخش آموزش شکل نگرفته است و در نتیجه کشور نتوانسته است از هزینه‌های که دولت در بخش آموزش متحمل می‌شود در مسیر، ایجاد کسب و کار، استفاده کند. استفاده از پتانسیل‌هایی که به صورت بالقوه در بخش آموزشی کشور وجود دارد مستلزم، ارتباط بیشتر بخش‌های اقتصادی کشور با دانشگاه‌هاست. در این زمینه پیشنهاد می‌شود که در درجه اول، نظام آموزشی کشور متناسب با نیازهای کشور، سامان‌دهی شده و در درجه دوم با ایجاد زنجیره ارتباطی بین دانشگاه و بازار کار، از اتلاف منابع با ارزش انسانی جلوگیری شود.

۲. نتایج نشان داد که کلیه شاخص‌های تکنولوژی که در پژوهش استفاده شده است، اثر مثبتی بر نرخ بیکاری داشته است. سیاستی که در کشور طی دهه‌های اخیر وجود داشته است، واردات تکنولوژی و استفاده مصرفی از آن بوده است و در بخش تولیدی، به طرز مناسبی از تکنولوژی استفاده نشده است. بسیاری از تکنولوژی‌های که در صنایع کشور، استفاده می‌شوند، قدیمی بوده و کارایی پایینی دارند. در این زمینه پیشنهاد می‌شود، تکنولوژی‌های جدیدی که در سطح جهانی در تولید استفاده می‌شوند، بررسی و شناسایی شده و طی جلساتی به صنعتگران معرفی شوند. در گام اول دولت می‌تواند با گسترش دولت الکترونیک، خدمات دولتی را با هزینه اندک در اختیار افراد جامعه قرار دهد.

۳. بهبود روابط بین‌المللی با کشورهای جهان منجر به افزایش اشتغال و کاهش نرخ بیکاری می‌شود. با باز شدن اقتصاد تحرک عوامل تولید، افزایش می‌یابد و منجر به بهره‌مندی کشور از منافع حاصل از تجارت می‌شود. نیروهای تحصیل‌کرده‌ی کشور ممکن است با ساختار اقتصادی کشور ایران



همخوانی نداشته باشد؛ اما با باز شدن اقتصاد، ضمن ورود تکنولوژی‌های جدید، زمینه ورود مازاد نیروی کار کشور، به سایر کشورها فراهم می‌شود. همچنین، باز شدن اقتصاد کشور و تبدیل به یک اقتصاد درون‌زای برون‌نگر، بازارهای جدیدی را برای محصولات تولیدی ایجاد می‌کند؛ بنابراین با توجه به اثرات اشتغال‌زایی برون‌گرایی اقتصاد، پیشنهاد می‌شود روابط تجاری با کشورهای جهان، افزایش یابد.

## منابع

- ابونوری، عباسعلی؛ محمدی، تیمور و محمدنژاد، رویا (۱۳۹۴). «تحلیل رابطه علی بین نرخ تورم و بیکاری در اقتصاد ایران»، *فصلنامه علوم اقتصادی*، ۹(۳۰)، ۴۷-۲۹.
- اسنودن، برایان و هوارد آر وین (۱۳۹۴). اقتصاد کلان جدید (منشاء، سیر تحول و وضعیت فعلی)، ترجمه منصور خلیلی عراقی و علی سوری، ناشر: سمت.
- زروکی، شهریار، یوسفی بارفروشی، آرمان و فتح‌الل‌زاده، امیرحسین (۱۳۹۷). «تحلیل نامتقارنی تکانه‌های قیمت و درآمد نفت در نرخ بیکاری ایران کاربردی از الگوی NARDL»، *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، دوره ۷(۲۷)، ۲۳-۴۹.
- سرلک، احمد (۱۳۹۱). «تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در بخش صنعت استان مرکزی»، *فصلنامه اقتصاد کاربردی*، ۳(۸)، ۷۹-۱۰۹.
- شهبازی، کیومرث و نظریور، شهریانو (۱۳۹۳). «تأثیر رونق صادراتی بر بیکاری در ایران»، فصل نامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، ۳(۱۱)، ۱۵۹-۱۸۵.
- صمیمی، سحر؛ هژبرکیانی، کامبیز (۱۳۹۳). «اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۲(۷۰)، ۷۴-۵۵.
- محمودی، مجید و محمودی، الهه (۱۳۹۰). «تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات روی اشتغال بخش خدمات در ایران»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۹(۵۸)، ۲۱۵-۲۳۶.
- مرکز آمار ایران. *طرح‌های آمارگیری نیروی کار*، ۱۳۸۴-۱۳۹۶.
- David, B. (2017). "Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation". *Journal of the Japanese and International Economies*, 43, 77-87.
- Feldmann, H. (2013). "Technological Unemployment in Industrial Countries". *Journal of Evolutionary Economics*, 23(5), 1099-1126.
- Frey, C. B., Osborne, M. A. (2017). "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?". *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Koellinger, P. (2006). *Impact of ICT on Corporate Performance, Productivity and Employment Dynamics, European Commission, DG Enterprise and Industry, Sectoral E-Business Watch Special Report No. 01/2006*. Berlin and Brussels: European Commission.
- Harrison, Rupert & Jaumandreu, Jordi & Mairesse, Jacques & Peters, Bettina, 2014. *Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries*, *International Journal of Industrial Organization*, Elsevier, Elsevier, vol. 35(C), 29-43.
- Landes, D. (1969). *The Unbound Prometheus: Technical Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to Present*, Cambridge University Press.
- Orji, A., Nwosu, E. O. (2016). ICT Usage and Unemployment Rate Nexus in Nigeria: An Empirical Analysis. *The Journal of Internet Banking and Commerce*, 2016.

- Pasinetti, L. L. (1983). *Structural change and economic growth: a theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations*. CUP Archive.
- Schreiber, S. (2009). *Explaining shifts in the unemployment rate with productivity slowdowns and accelerations: a co-breaking approach (No. 1505)*. Kiel Working Paper.
- Tancioni, M., Simonetti, R. (2002). "A macroeconometric model for the analysis of the impact of technological change and trade on employment". *Journal of Interdisciplinary Economics*, 13(1-3), 185-221.
- Tolulope Kehinde, K. A., Agwu, D., Edwin, M. (2015). *Application of ICT to Agriculture as a Panacea to Unemployment in Nigeria*.
- Tripier, F. (2006). "Sticky prices, fair wages, and the co-movements of unemployment and labor productivity growth". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 30(12), 2749-2774.
- Vivarelli, Marco. (2014). *Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature*. *Journal of Economic Issues* 48, 123-154.



## Factors Affecting Technological Unemployment and Its Implications for the Macroeconomic Outlook of Iran

Hamidikia, R.<sup>2</sup>, Abbasian, E.<sup>1\*</sup>

### Abstract

Over the past decades, there has been widespread and significant technological change in countries around the world. Developing countries, including Iran, have been witnessing the spread of technology in various parts of the economy, with several delays, along with technological advances in the world. Despite the benefits of technology advancement to the economy, its effects on unemployment are not obvious. On the one hand, technological advancement leads to the creation of new businesses and, on the other hand, destroys some of the old professions. The invention of new machinery and equipment reduce the need for labor in some parts, because these tools and equipment performed more efficiently and quickly and efficiently. If technological advances are appropriate to the structure of the labor market and are based on the needs of the country's economic activities, it can reduce unemployment in the country. On the other hand, if the expansion of technology does not fit into the needs and economic structure of the country, it can have a negative effect on employment. Accordingly, in this study, the effects of technological progress on unemployment rate in Iran using time series data during 1395-1353 is evaluated. In order to estimate the research model, the ARDL econometric methods have been used. The empirical evidence from the estimation of research models show that technological progress in the Iranian economy led to an increase in unemployment, as the country's economic structures did not fit into technological advancements.

**Keywords:** technological unemployment, total factor productivity, ICT.

**JEL Classification:** E66, J64, O47, O33.

---

1. Ph.D. student of technology management, Pardis Alborz University of Tehran

**Email:** rezahamidikia@ut.ac.ir

2. Associate Professor of Economics at Bu-Ali Sina University

**Email:** abbasian@basu.ac.ir