



## **The Effects of Information and Communication Technology on Employment and Sustainable Development of the Agricultural Sector in Iran during 1991-2021**

**Yaser Rakhshan<sup>1</sup>, Karim Emami Jaze<sup>2\*</sup>, Kambiz Peykarjoo<sup>3</sup>**

1-Department of Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: rakhshan2000@gmail.com

2- Department of Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Corresponding Author) E-mail: rakhshan2000@gmail.com

3- Department of Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: kambiz@gmail.com

---

<b>Article Info</b>	<b>Abstract</b>	
<b>Article type:</b> Research Article	One of the important issues that have been paid attention to in recent decades is the issue of employment. Different societies are looking for ways to promote employment and make better use of human resources available to them. In doing so, new technologies play an important role both in creating or eliminating employment and in the process of sustainable development in the agricultural sector in countries. In recent years, the application of information and communication technology (ICT) has exerted effects on various aspects of human life and brought about tremendous changes in the economic and social dimension. ICT has extensive effects on the type of work and employment structure, which has brought many changes and developments to employment at all levels. This technology has also affected the structure of jobs and has changed the nature of jobs in societies by reducing the average difficulty of work, making jobs more intellectual, unstable and specialized. In this research, in order to investigate the effects of information and communication technology on the employment and sustainable development of Iran's agricultural sector in the period of 1370 to 1400, among the variables of agricultural sector employees, the production value of the agricultural sector, the capital stock of the agricultural sector, and the share of ICT costs in the gross domestic product of the agricultural sector, under the labor demand function, have been used and the coefficients have been estimated using the soft transition regression model approach. The estimation results of the model indicate that with the increase and development of information and communication technology indicators, employment in the agricultural sector has improved.	
<b>Article history:</b> Received: 2023/07/29 Acceptance: 2024/03/03 Published online: 2024/03/18		
<b>Key words:</b> Business, Information and Communications Technology, Employment, Agriculture, Threshold Approach Model.		
<b>Cite this article:</b>		Rakhshan, Y., Emami Jaze, K., & Peykarjoo, K. (2024). The Effects of Information and Communication Technology on Employment and Sustainable Development of the Agricultural Sector in Iran during 1991-2021. <i>Green Management</i> , 3(4), 103-122.
<b>Publisher:</b> Islamic Azad University, Aliabad Katoul Branch.		<b>ISSN:</b> 2821-0050

---

## مطالعه تأثیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۴۰۰

یاسر رخشان<sup>۱</sup>، کریم امامی جزه<sup>۲\*</sup>، کامبیز پیکارجو<sup>۳</sup>

- ۱- گروه اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: [rakhshan2000@gmail.com](mailto:rakhshan2000@gmail.com)  
۲- گروه اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: [rakhshan2000@gmail.com](mailto:rakhshan2000@gmail.com)  
۳- گروه اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: [kambiz@gmail.com](mailto:kambiz@gmail.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	یکی از مسائل مهمی که در دهه های اخیر مورد توجه بوده، بحث اشتغال است. جوامع مختلف در جستجوی راه هایی برای افزایش اشتغال و بهره گیری بهتر از منابع انسانی در دسترس خود هستند و در این راستا تکنولوژی های جدید نقش مهمی را هم بر ایجاد یا حذف اشتغال و هم بر روند توسعه پایدار در بخش کشاورزی کشورها ایفا می کنند. در سال های اخیر به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) ابعاد مختلف زندگی بشری را متأثر ساخته و تحولات شگرفی را در بعد اقتصادی و اجتماعی به وجود آورده است. ICT آثار گسترده ای بر نوع ساختار کار و اشتغال دارد که در همه ی سطوح اشتغال را دست خوش تغییر و تحولات زیادی کرده است. این فناوری بر ساختار مشاغل نیز تاثیر گذاشته و ماهیت مشاغل در جوامع را از طریق کاهش متوسط سختی کار، فکری تر شدن، ناپایدارتر شدن و تخصصی تر شدن مشاغل، متحول کرده است. در این تحقیق بمنظور بررسی تأثیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰ از متغیرهای شاغلین بخش کشاورزی، ارزش تولیدات بخش کشاورزی، موجودی سرمایه بخش کشاورزی و سهم هزینه های ICT از تولید ناخالص داخلی بخش کشاورزی تحت تابع تقاضای کار ماتیوسی و استرالاچینی استفاده شده است و با استفاده از رهیافت مدل های رگرسیونی انتقال ملایم ضرایب برآورد شده است. نتایج تخمین مدل حکایت از آن دارد که با افزایش و توسعه شاخص های فناوری اطلاعات و ارتباطات اشتغال بخش کشاورزی بهبود یافته است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸	
کلمات کلیدی: کسب و کار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، اشتغال، کشاورزی، مدل رویکرد آستانه ای.	
<b>استناد:</b> رخشان، یاسر؛ امامی جزه، کریم، و پیکارجو، کامبیز (۱۴۰۲). مطالعه تأثیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۴۰۰. مدیریت سبز، ۳(۴)، ۱۰۳-۱۲۲.	
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول.	شاپا الکترونیکی: ۲۸۲۱-۰۰۵۰

## مقدمه

فناوری اطلاعات شامل همه اشکال فناوری ساخت، ذخیره سازی، تبادل و به کارگیری اطلاعات در شکل‌های گوناگونی چون اطلاعات تجاری، مکالمات صوتی، تصاویر ساکن و متحرک و ارائه چند رسانه‌ای است، که نوع و ساختار اشتغال را در همه سطوح تحت تاثیر قرار می‌دهد. مشکلات متعدد اشتغال در ایران، می‌طلبد که کارشناسان و سیاستگذاران اقتصادی کشور، به دنبال بررسی عوامل مؤثر بر اشتغال باشند. حال با توجه به اینکه عصر اطلاعات با ویژگی‌های خاص خود، ساختار کار و اشتغال را دستخوش تغییر و تحولات زیادی می‌کند و با تغییر در نوع و ماهیت اشتغال، ساختار کار و اشتغال را تحت تاثیر قرار می‌دهد، لازم است اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در سطح تجربه سایر کشورها و سپس ایران بررسی شود و زیر ساخت‌های ICT<sup>۱</sup> لازم برای کشور برای اثرگذاری کارا تر بر اشتغال، مورد توجه قرار گیرند (عمادزاده و دیگران ۱۳۸۵).

بی تردید بخش کشاورزی به عنوان یک بخش مهم، تاثیر مستقیمی در توسعه پایدار جامعه دارند. کشاورزان یکی از مهم ترین گروه‌های اجتماعی متاثر از کیفیت زندگی و در عین حال موثر بر آن می‌باشند. این گروه عظیم اجتماعی از آنجا که ارتباط موثری با دیگر گروه‌های اجتماعی جامعه دارند، علاوه بر وظایف تامین غذای جامعه نقش موثری را در پویایی و رونق دیگر بخش‌های اقتصادی ایفا می‌کنند. به همین دلیل کشورهایی که در مسیر توسعه سازنده قرار دارند؛ به این امر پی برده‌اند که ایجاد یک اقتصاد قوی تا حد بالایی متاثر از دارا بودن بخش کشاورزی پویا و پر رونق می‌باشد (باصری، ۱۳۸۴). از سویی دیگر، در کنار توسعه اشتغال نیروی انسانی، بحث جهانی شدن و پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز به طور گسترده طی سال‌های اخیر مطرح شده است به گونه‌ای که این مسائل به جزء جدایی ناپذیر ابعاد توسعه کشورها بدل گشته اند (صیمی و هژبرکیانی، ۱۳۹۳). امروزه این فناوری با دقت و سرعت بالای خود باعث پویایی و انعطاف پذیری در امور مختلف زندگی شده است (هژبرکیانی و نعمتی، ۱۳۹۲).

تحولات جدید اقتصادی به صورت وسیع بر گسترش ICT به ویژه استفاده از اینترنت در فعالیتهای اقتصادی تاکید می‌ورزند (برنس، ۲۰۰۷) در خصوص نحوه اثر گذاری ICT بر اشتغال لازم است ابتدا چگونگی اثر گذاری آن بر رشد اقتصادی بررسی شود. اثر ICT بر رشد و توسعه اقتصادی از هر دو سمت تقاضا و عرضه قابل بررسی است. در طرف عرضه، رشد ICT و مهارت‌های آن منجر به افزایش بهره وری فعالیتهای اقتصادی و در نتیجه رشد اقتصادی خواهد شد و از سمت تقاضا نیز منجر به افزایش تقاضا برای محصولات و خدمات جدید

می‌شود. چنانچه تابع تولید یک بنگاه اقتصادی متأثر از نهاده‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (C)، نیروی کار (L) و دیگر انواع سرمایه فیزیکی (K) فرض شود، معادله زیر بیانگر تابع تولید بنگاه مزبور است:

$$Q_t = A_t f(C_t, L_t, K_t)$$

$Q_t$  نشان دهنده ارزش افزوده یا تولید کل است. طبق معادله افزایش ارزش افزوده فناوری اطلاعات و ارتباطات ( $C_t$ ) به طور مستقیم ارزش افزوده کل را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان نهاده  $C_t$  در فرآیند تولید سایر محصولات و خدمات اثر گذار بوده و در نتیجه رشد ICT به طور غیر مستقیم رشد تولید کالاها و خدمات را منجر می‌شود. همچنین ICT به طور خاص سبب ارتقا دانش تولید و ارائه خدمات نوین در سایر بخش‌ها شده و از طریق شاخص تغییرات تکنولوژی  $A_t$  بر تولید تاثیر گذار خواهد بود (عمادزاده، ۱۳۸۵).

بحث‌های زیادی در مورد اثر فناوری بر نرخ رشد تولید و اشتغال وجود دارد. آزمون تجربی الگوی سولو و طرح نظریه رشد درونزا از تحولات مهم در این عرصه است، که نشان داد می‌توان از طریق سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه، میزان رشد نوآوری و فناوری را در عرصه‌های مختلف تولید گسترش داد. فناوری می‌تواند از طریق تغییر در فرآیندهای تولیدی نیاز به نیروی کار را کاهش داده و بر اشتغال نیروی انسانی تاثیر بگذارد و نیز به عنوان ابزار تولید باعث تغییر در دستمزد نیروی کار، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و تغییر ترکیب شاغلان شود. دو نوآوری فرآیندی و تولیدی از دو طریق بر اشتغال تاثیر می‌گذارند. از یک طرف نوآوری فرآیندی باعث کاهش تقاضا برای نیروی کار می‌شود و از طرف دیگر، نوآوری تولیدی از طریق آثار جبرانی با خلق فرصت‌های جدید شغلی موجب افزایش تقاضای نیروی کار می‌شود. از دیدگاه کلان اقتصادی، این دو اثر باید مقایسه شوند و برای تبیین این مساله لازم است رفتار بنگاه‌های اقتصادی نسبت به بکارگیری ICT و نیروی کار تحلیل شود (محمود زاده و اسدی، ۱۳۸۴). از نگاهی دیگر می‌توان تاثیر ICT بر اشتغال را از ۳ زاویه دیگر مورد بررسی قرار داد. اول، تولید محصولات ICT با ارزش افزوده بالا می‌تواند منجر به افزایش میزان استفاده از نیروی کار در بخش نرم افزاری و سخت افزاری شود. دوم، اشتغال زایی ICT تاثیری است که به صورت نهاده در تولیدات صنایع دیگر دارد. ICT می‌تواند تاثیر شگرف در خصوص تسهیل در فرآیند تولید، توزیع، فروش و خدمات پس از فروش کالاها و خدمات داشته باشد که این موضوع می‌تواند به عنوان یک عامل مهم نقش قابل توجهی در جذب نیروی کار متخصص داشته باشد. سوم، ظرفیت اشتغال زایی این فناوری و ایجاد بازارهای جدید و محصولات جدید است. ICT با توجه به تنوع پذیری بسیار بالای محصولات بازارهای جدید، این قابلیت را دارد که به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و بسیار زیاد منجر شود. عمده ترین این نوع بازارها مربوط به بخش خدمات است، زیرا با بکارگیری این

فناوری در بخش‌های مختلف اقتصادی به دلیل تسریع، ارزانی و کاهش هزینه‌ها، بهره‌وری کل افزایش می‌یابد و افزایش بهره‌وری به معنای افزایش دستمزدهای واقعی عوامل تولید و در نتیجه افزایش تقاضای کالاهای خدماتی است. این نوع خدمات شامل خلق شرکت‌های خدمات پس از فروش، شرکت‌های خدمات صادراتی، بازاریابی و شرکت‌های مجازی و غیره است (رحمانی، ۱۳۸۶). همچنین بر پایه‌ی نگرش‌ها و نظریات رشد اقتصادی، افزایش عوامل تولید تنها می‌تواند تا زمانی به افزایش تولید و اشتغال بیانجامد و پس از آن، در نبود پیشرفت فن آوری، تولید بازدهی کاهنده خواهد داشت. از این رو، افزایش عوامل تولید نمی‌تواند به تنهایی تولید را افزایش دهد. پیشرفت فن آوری اما پیرو قانون بازده کاهنده نیست و با انتقال تابع تولید می‌تواند رشد تولید و اشتغال، و بدین ترتیب کاهش بیکاری را در پی داشته باشد (افشاری و رضانی، ۱۳۸۵).

همچنین استفاده از این تکنولوژی باعث حذف بسیاری از مشاغل می‌شود، ولی در مقابل مشاغل جدیدی بوجود می‌آیند. با تحقیق و بررسی این مشاغل در می‌یابیم که بطور معمول مشاغلی که نیاز به مهارت خاص و تجربه بالایی ندارند، کم‌کم جای خود را به نرم افزارها و سخت افزارهای طراحی شده می‌دهند و در مقابل مشاغلی عمیق‌تر، با سطح تخصص بالاتر بوجود می‌آیند. که البته نباید این مهم را فراموش کرد که همین مسئله خود به عنوان عاملی موثر در رشد و پیشرفت کشور خواهد شد. بنابراین در حالت کلی بکارگیری فناوری‌های مدرن موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر می‌شود (افشاری و رضانی، ۱۳۸۵). که این نتیجه در کشورهایی مانند ایران و استان گلستان بصورت یک نمونه از کل کشور که با بیکاری گسترده مواجه هستند، می‌تواند نقش قابل توجهی در رشد اشتغال این گروه ایفا کند که در مطالعه حاضر به تفصیل به بررسی موضوع حاضر پرداخته می‌شود.

### ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

تاثیرگذاری مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال، رشد و توسعه اقتصادی کشورها و به خصوص بخش صنعت، نیازمند فراهم شدن تمام زیر ساخت‌ها و پرورش و تربیت نیروی کار تحصیل کرده و به عبارتی آماده بودن تمام شرایط برای پذیرش این تکنولوژی در سطوح مختلف می‌باشد که با مثبت فرض کردن شرایط بالا برای کشور، نحوه اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و رشد بخش کشاورزی به شکل زیر می‌باشد (دقیقی اصلی و همکاران؛ ۱۳۹۲).

اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد و توسعه اقتصادی از هر دو سمت تقاضا و عرضه قابل بررسی است. در طرف عرضه، رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات و مهارت‌های آن منجر به افزایش بهره‌وری فعالیت‌های اقتصادی و در نتیجه رشد اقتصادی خواهد شد و از سمت تقاضا نیز منجر به افزایش تقاضا برای محصولات و خدمات جدید می‌شود. چنانچه تابع تولید یک بنگاه اقتصادی متأثر از نهاده‌های

فناوری اطلاعات و ارتباطات (C)، نیروی کار (L) و دیگر انواع سرمایه های فیزیکی (K) باشد، معادله زیر بیانگر تابع تولید بنگاه مزبور است (کیانی، ۱۳۸۵):

$$Q_t = A_t f(C_t, L_t, K_t)$$

$Q_t$ : نشان دهنده ارزش افزوده کل بخش کشاورزی است. همانطور که مشاهده می شود، افزایش ارزش افزوده فناوری اطلاعات و ارتباطات  $C_t$  به طور مستقیم از طریق افزایش تولیدات این بخش، ارزش افزوده کل را تحت تأثیر قرار می دهد. همچنین فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان نهاده  $C_t$  در فرآیند تولید سایر محصولات و خدمات اثرگذار بوده و در نتیجه رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور غیر مستقیم رشد تولید کالاها و خدمات را منجر می شود. دیگر اینکه فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور خاص سبب ارتقا دانش تولید و ارائه خدمات نوین در سایر بخش ها شده و از طریق شاخص تغییرات تکنولوژی  $A_t$  بر تولید بخش کشاورزی اثرگذار خواهد بود.

اولین ظرفیت اشتغال زایی (ICT)؛ تولید محصولات فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش ارزش افزوده می باشد، که می تواند نیروی کار زیادی را در بخش نرم افزاری و سخت افزاری مشغول به کار نماید. ظرفیت دوم اشتغال زایی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)؛ تأثیری است که به صورت نهاده در تولیدات صنایع دیگر دارد. تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات با تسهیل تولید، توزیع، فروش و خدمات پس از فروش و غیره می تواند نقش قابل توجهی در جذب نیروی کار ماهر به عهده گیرد، که بیشترین ایجاد فرصت های شغلی، مربوط به نیروی کار ماهر و نیمه ماهر است. سومین ظرفیت اشتغال زایی این فناوری، ایجاد بازارهای جدید و محصولات جدید است که به دلیل تنوع پذیری بسیار بالای محصولات بازارهای جدید، ایجاد فرصت های شغلی از این طریق، بسیار قابل توجه است. عمده ترین این نوع بازارها مربوط به بخش خدمات است، زیرا با به کارگیری این فناوری در بخش های مختلف اقتصادی به دلیل تسریع، ارزانی و کاهش هزینه ها، بهره وری کل افزایش می یابد و افزایش بهره وری به معنای افزایش دستمزدهای واقعی (TFP) عوامل تولید و در نتیجه افزایش تقاضای کالاهای خدماتی است. این نوع خدمات شامل خلق شرکت های خدمات پس از فروش، شرکت های خدمات صادراتی، بازاریابی و شرکت های مجازی و غیره است (نیل، ۲۰۲۰). با بررسی یافته های پیشین در می یابیم ICT می تواند تأثیرات متفاوتی بر روی اشتغال به خصوص در بخش کشاورزی ایجاد کند چراکه توسعه این فناوری هم می تواند با بکارگیری بعنوان مثال ربات ها در صنایع مختلف باعث کاهش نیاز به استخدام نیروی کار شود و هم از طریق ایجاد نوآوری های جدید که خود منجر به تولید کالاهای جدید می شود باعث ایجاد شغل شود. بنابراین تأثیر حقیقی توسعه ICT بر اشتغال بخش کشاورزی بستگی به این دارد قدرت کدامیک از اثرات فوق قوی تر است.

غلبه هر اثر وابسته به قابلیت‌های جامعه مورد بررسی است. اثر خالص فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بازار کار نامشخص است. بسیاری محققین تا کنون در مورد بازده اینگونه سرمایه‌گذاری‌ها بر اساس عملکرد بنگاه‌ها به توافق کلی نرسیده‌اند. به عقیده برخی صاحب نظران فناوری جدید موجب سردرگمی شده و هرگز موجب رشد بهره‌وری و بهبود عملکرد نمی‌شود و حجم داده‌هایی که این فناوری بر افراد تحمیل می‌نماید، اغلب باعث کاهش بهره‌وری نیروی انسانی در محیط کار می‌شود. همچنین بر اساس آنچه که (ماجد، ۲۰۱۸) در مطالعه‌ای از تابع تولید ترانزلاگ یا تابع تولید با کاهش جانشینی ثابت استخراج نموده است، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای نیروی کار به طور کلی تابعی از عوامل زیر است:

الف) کاهش تقاضای قیمتی محصول، بصورتی که افزایش حساسیت مصرف‌کننده در مقابل قیمت محصول و در نتیجه به کارگیری ICT بیشتر می‌شود؛ در این شرایط افزایش بیکاری در نتیجه به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات کاهش می‌یابد.

ب) قدرت انحصاری در بنگاه‌های تولیدی باعث می‌شود اثر افزایش اشتغال با افزایش در به کارگیری فناوری‌های نوین، کاهش یابد.

ج) افزایش کاهش جانشینی بین سرمایه و نیروی کار احتمال کاهش بیکاری را در اثر به کارگیری فناوری‌های نوین کم می‌کند.

د) همچنین صرفه جویی در مقیاس باعث کاهش بیکاری می‌شود.

همچنین (ماجد، ۲۰۱۸) معتقد است که در مجموع فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به طرق مختلفی منجر به افزایش اشتغال شود که از جمله:

الف) استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات اتوماسیون بخش‌های اقتصادی را به همراه دارد. برای ایجاد اتوماسیون نیروی متخصص نیاز است، بنابراین تقاضا برای نیروی کار متخصص افزایش می‌یابد.

ب) استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در یک بازار رقابتی، با کاهش هزینه‌های تولید موجب کاهش قیمت‌ها می‌شود. کاهش قیمت‌ها، تقاضا برای محصول، تولید و اشتغال بیشتر را به همراه دارد.

ج) استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب ایجاد سرمایه‌گذاری‌های جدید می‌شود. هنگامی که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات کاهش هزینه‌ها و قیمت‌ها را به وجود می‌آورد، افزایش سود برای سرمایه‌گذاران را به دنبال دارد، که سرمایه‌گذاری جدید ناشی از این افزایش سود، محصول و شغل‌های جدید ایجاد می‌کند.

د) استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب خلق محصولات جدید می‌شود. گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات شاخه های اقتصادی جدیدی را به وجود می‌آورد که به نوبه خود شغل های جدید را به همراه دارد.

البته بسیاری از صاحب نظران اقتصادی، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال را قابل پیش بینی نمی دانند، برای مثال هارچونی و همکاران ۲۰۰۲ معتقد است که اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در هر کشوری، با توجه به دو رویکرد زیر می تواند مثبت یا منفی باشد:

استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات نوآوری های جدید را به دنبال دارد، که موجب افزایش رشد و اشتغال می‌شود.

استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب می‌شود که تولید با نیروی کار کمتری انجام گیرد و به موجب آن، اشتغال کاهش می‌یابد.

علاوه بر آنچه تاکنون ذکر شد نتایج مطالعات تجربی نشان داده است، به علت استفاده از معیارهای متفاوت در اندازه گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات، شواهد تجربی در این خصوص واضح و روشن نمی‌باشد. در حالت کلی فن آوری اطلاعات و ارتباطات، یکی عوامل مهم در متحول نمودن حیات بشر طی دهه های اخیر بوده است و تقریباً نمی‌توان بخشی از زندگی امروزه بشر (به صورت مستقیم یا غیرمستقیم) را یافت که از قابلیت های این فن آوری بهره مند نشده باشد (امامی و رخشان، ۱۳۹۹). در چارچوب حسابداری رشد شکل تابع تولید به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

که در آن  $Y$  نشان دهنده ارزش افزوده کل،  $Y$  ICT ارزش افزوده کالاها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات است و  $Y_0$  نشان دهنده دیگر تولیدات است. تولید با نهاده های سرمایه ای فناوری اطلاعات و ارتباطات  $C$  و دیگر انواع سرمایه فیزیکی  $K$  (غیر از فناوری اطلاعات و ارتباطات)، سرمایه انسانی  $H$  و  $N$  نیروی کار انجام می‌گیرد. با فرض سطح فناوری به صورت هیکسی - خنثی یا شکل تولید افزا این متغیر توسط پارامتر  $A$  ارایه می‌گردد. طبق نظریه، فناوری اطلاعات و ارتباطات به سه روش اساسی بر رشد اقتصادی، تولید و بهره‌وری تاثیر می‌گذارد:

تولید کالاها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات  $Y$  ICT بخشی از ارزش افزوده اقتصاد هستند. بکارگیری سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات  $C$ ، به عنوان نهاده در تولید همه کالاها و خدمات باعث ایجاد رشد اقتصادی می‌گردد. فناوری اطلاعات و ارتباطات چنانچه



باعث افزایش رشد اقتصادی از طریق کمک بخش های این فناوری بر اساس منافع کارایی و بهره وری در این فعالیت ها باشد، بنابراین باعث افزایش و کمک به رشد بهره‌وری در سطح کلان اقتصادی نیز خواهد شد.

به دوروش تولید فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد اقتصادی کمک خواهد کرد:

روش مستقیم: از طریق تولید کالاها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ به گونه‌ای که با مشتق گیری نسبت به زمان از معادله زیر به دست می‌آید:

که در آن سهم تولید اسمی فناوری اطلاعات و ارتباطات و  $w_0$ ، نیز سهم تولید اسمی دیگر کالاها و خدمات است. کمک مستقیم فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی توسط قسمت اول معادله مذکور بدست می‌آید (باسوم، ۲۰۱۸).

#### کمک بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات به پیشرفت های فناوری

تخمین تاثیر سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در ادبیات اقتصادی بر رشد، با استفاده از روش تخمین تابع تولید و تئوری رشد کاربردی، صورت می‌گیرد؛ که به ترتیب به شرح آن پرداخته می‌شود:

الف) روش تابع تولید:

با فرض اینکه تابع تولید به شکل کاب داگلاس باشد، بنابراین:

به منظور خطی نمودن از تابع فوق، لگاریتم طبیعی گرفته می‌شود:

این تابع برای تحلیل های سری زمانی برای یک کشور و تحلیل های بین کشوری برای گروهی از کشورها قابل تخمین می‌باشد. بایستی توجه نمود که تخمین در سطح، باعث بروز بسیاری از مشکلات در رابطه با رشد اقتصادی خواهد شد.

مشتق معادله بر حسب زمان به صورت زیر خواهد شد:

با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید و چنانچه پرداخت به عوامل تولید به اندازه تولید نهایی باشد، ضریب  $\alpha$  سهم عوامل در کل درآمد را بیان می‌کند (بارو، ۲۰۱۲).

ب) روش تئوری رشد در مطالعات کاربردی

در مطالعات کاربردی با توجه به کمبود آمار و اطلاعات در زمینه موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سهم آن در درآمد ملی، پژوهشگران از فرض های ساده سازی و منابع اطلاعات جایگزین در برآورد تاثیر سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات، قیمت و موجودی سرمایه رجوع می‌کنند (کیانی، ۱۳۹۰).

با در نظر گرفتن تغییرات فناوری در معادله زیر خواهیم داشت:

در این تابع فرض بر آن است که تغییرات از نوع کارافزا و بازده نسبت به مقیاس ثابت باشد. الگوی مذکور دارای سه نوع سرمایه: انسانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و فیزیکی است. در حوزه مطالعه تاثیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در ایران و جهان پژوهش های مختلفی صورت گرفته که در ادامه به بخشی از آن تحقیقات خواهیم پرداخت:

#### الف) مطالعات داخلی

رحمانی (۱۳۸۶) در مطالعه ای با عنوان تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال غیر رسمی ایران با استفاده از رهیافت تعادل عمومی پویا به این نتیجه رسیدند که با توسعه ICT ابتدا اشتغال هر دو بخش رسمی و غیر رسمی افزایش پیدا نموده ولی در ادامه اشتغال رسمی کاهش و اشتغال غیررسمی افزایش پیدا می کند. همچنین یافته های این تحقیق موید این مطلب است که تکانه های توسعه ICT با ترغیب جمعیت غیر فعال اقتصادی برای یافتن شغل مناسب سبب افزایش عرضه نیروی کار می شود.

رخشان و امامی (۱۳۹۹) در یک تحقیق به بررسی سازوکار اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال ایران در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۷ با استفاده از مدل رویکرد آستانه ای پرداختند نتایج این تحقیق موید این است که با توسعه ICT اشتغال افزایش می یابد. رحمانی و معتمدی (۱۳۹۷) در مطالعه ای به بررسی تأثیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی و فناوری بر تشکیل سرمایه، بهره وری نیروی کار و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه با روش داده های ترکیبی (پانل) در دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۳ در قالب سه معادله به صورت سیستم معادلات همزمان برای سه گروه مختلف از ۱۱۱ کشور در حال توسعه و با استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله ای (SLS<sub>2</sub>) می پردازد. بر این اساس، نتایج تجربی پژوهش نشان می دهد در این گروه از کشورها، بهره وری و فناوری تأثیر بیشتری بر رشد اقتصادی نسبت به تشکیل سرمایه داشته است. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه سرمایه گذاری مستقیم خارجی از طریق افزایش بهره وری بر رشد اقتصادی اثر مثبت می گذارد تأیید گردید.

باصری (۱۳۸۴) در مطالعه ای به بررسی اثر تجارت تکنولوژی، فناوری ارتباطات و هزینه های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه با تأکید بر ایران و ۱۵ کشور منتخب در حال توسعه طی دوره ی زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۰ پرداختند. نتایج برآورد مدل با استفاده از روش اثرات ثابت داده های پانل نشان داد که تجارت تکنولوژی و هزینه های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی، اثر مثبت و معنادار ولی تکنولوژی با فناوری بالا بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب، اثر منفی داشته است.

## مفهوم توسعه پایدار

مفهوم توسعه پایدار به طور رسمی از سال ۱۹۸۷، پس از طرح آن در مجمع عمومی سازمان ملل و مورد پذیرش قرار گرفتن از سوی اکثر کشورهای عضو، رایج شد. بر این اساس در گزارش نیل، ۲۰۱۹ کمیسیون توسعه و محیط زیست سازمان ملل، توسعه پایدار اینگونه تعریف شده است: «بر آوردن نیازهای نسل کنونی بدون به خطر انداختن توانایی نسل های آینده دربر آوردن نیازهای شان» (صلاح الدین، ۲۰۱۶).

تغییر و تحولات سریع در طی چند دهه گذشته در کره زمین رخ داد که ناشی از پیشرفت علوم و تکنولوژی و به کارگیری ابزارهای جدید جهت بهره گیری از منابع محیط پیرامون بوده است. معضلات زیست محیطی سبب شد تا اولین کنفرانس جهانی در سال ۱۹۷۲ (استکهلم) و به دنبال آن تشکیل کمیته محیط زیست در سال ۱۹۸۷ و شورای دیگری بوجود آید. یکی از اجلاس مهم در سال ۱۹۹۲ کنفرانس زمین بود که دستور کار ۲۱ و نظریه توسعه پایدار بطور جدید مطرح شد. توسعه پایدار، جزو جدا نشدنی مراقبت-های زیست محیطی است و بهبود در کیفیت زندگی و حیات بشری، با در نظر داشتن ظرفیت تحمل اکوسیستم می باشد و نوعی از توسعه است که بر اساس مساوات بین نسل ها، گروه ها و گونه ها یعنی انتقال منابع طبیعی مشابه، یا بهبود یافته به نسل های آینده که وارث آن هستند می باشد. توسعه پایدار، روندی است که به دنبال تحقق یک استاندارد بالاتر زندگی (ولو تفسیری) برای ابناء بشر می باشد و این را تشخیص می دهد که این امر نباید به اصالت محیط زیست آسیب وارد سازد. (رخشان، ۱۳۹۹) از زمانی که پسوند پایداری برای توسعه مطرح شد، دیدگاه های تازه ای در زمینه توسعه شکل گرفت که در بخش هایی به عنوان های توسعه پایدار منابع آب، توسعه پایدار کشاورزی، توسعه پایدار جنگل ها، شهرها، روستاها نام گرفته است. به طور کلی رویکردها و راهبردهای توسعه روستایی رامی توان بدین شرح بیان نمود: (جهرمی، ۱۳۹۵) رویکرد فیزیکی کالبدی (شامل راهبرد بهبود زیرساختمان ۲- رویکرد اقتصادی شامل راهبردهای انقلاب سبز، اصلاحات ارضی، صنعتی شدن و نیازهای اساسی ۳- رویکرد اجتماعی\_ فرهنگی شامل راهبردهای توسعه جامعه ای و مشارکت مردمی ۴- رویکرد فضایی ناحیه ای و منطقه ای (شامل راهبردهای تحلیل مکانی، آگروپلیتن، نظام سلسله مراتبی سکونت گاه ها، توسعه یک پارچه ناحیه ای و توسعه زیست ناحیه و توسعه پایدار. رویکرد توسعه پایدار آخرین رویکرد مورد قبول در عرصه برنامه ریزی روستایی می باشد. در راستای رسیدن به توسعه پایدار، چالش های زیادی وجود دارند که مانع از تحقق توسعه پایدار می گردد. این چالش ها شامل چالش های مدیریتی، اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی و کالبدی می باشد لذا در برنامه ریزی توسعه پایدار تمامی مولفه ها در چهار نظام محیطی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی باید مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس در مطالعات و برنامه ریزی توسعه پایدار باید نگرش سیستمی مورد توجه باشد و از آنجایی که ارزیابی توان اکولوژیکی نقش زیر بنایی در توسعه پایدار دارد. البته باید توجه داشت که تحقق توسعه پایدار مستلزم رعایت پیش شرط

هایی نیز می باشد که مهمترین آن ها مشارکت مردمی، فعالیت های آموزشی و تقویت نقش تشکل های مردمی در فرایند توسعه پایدار می باشد. (افناری، ۱۳۸۵).

#### ب) مطالعات خارجی

یانگ چن و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه ای به بررسی رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات، توسعه مالی و رشد اقتصادی در ۷۲ کشور منتخب و با به کارگیری مدل گشتاور تعمیم یافته برای دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ پرداختند. نتایج مطالعه گویای این مطلب می باشد که؛ (۱) توسعه اقتصادی همیشه برای رشد اقتصادی نامطلوب است، اما این تأثیر منفی در کشورهای با درآمد بالا بیشتر است. (۲) انتشار فناوری اطلاعات و ارتباطات می تواند رشد اقتصادی را در کشورهای با درآمد بالا بهبود بخشد، اما تأثیر آن در کشورهای متوسط و کم درآمد مبهم است. در کشورهای با درآمد متوسط و کم درآمد، تنها رشد استفاده از اینترنت می تواند رشد اقتصادی را افزایش دهد. (۳) سرانجام، اثرات متقابل بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه اقتصادی در هر دو کشور با سطح درآمد بالا و متوسط، مثبت است. به عبارتی دلالت بر اثرات متقابل فناوری اطلاعات و ارتباطات و امور مالی می تواند اثرات منفی توسعه مالی را کاهش دهد، اما این تأثیرات فقط برای کشورهای پردرآمد قابل توجه است.

کلینالمپو و همکاران (۲۰۱۹) اثرات ICT بر اشتغال تایلند را با استفاده از الگوی DSGE در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۷م. مورد مطالعه قرار دادند. داده های مطالعه برای برآورد پارامتر ICT شامل مقادیر ارتباطات، رایانه، اطلاعات و سایر خدماتی که مرتبط با این حوزه است. نتایج برآورد شده نشان داد که سرمایه گذاری ICT می تواند به افزایش مصرف و سرمایه گذاری آتی کمک و بر روند اشتغال تایلند مفید واقع شود.

کلچ اسلان و تونگور (۲۰۱۸) در مطالعه ای به بررسی استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد اشتغال پرداختند. نتایج مطالعه گویای این مطلب می باشد که، ۵۷ درصد کارگران کشورهای OECD در ۲۰ سال آینده به دلیل اتوماسیون و رایانه در معرض خطر از دست دادن شغل خود قرار دارند. اما این برنامه هنوز در ترکیه عملی نشده است. نتایج نشان داد که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در صنعت تولید ترکیه، به ویژه در بخش های فشرده با فناوری پایین و متوسط، اثر اشتغال زایی دارد. اگرچه تأثیرات افزایش اشتغال از نظر تجربی برای سرمایه ICT مشهود و نامشهود تأیید می شود، اما یافته ها نشان می دهد که سرمایه ICT محسوس دارای تأثیر اشتغال زایی

قوی تری نسبت به سرمایه ICT ناملموس است. همچنین سهم کارگران ماهر با استفاده از ICT افزایش می‌یابد. بنابراین نیاز به تشویق استفاده از ICT در صنایعی است که فناوری برای تقویت رشد و ایجاد مشاغل جدید، اشتغال را افزایش دهد.

### ساختار مدل و داده‌ها

در این تحقیق به دنبال بررسی اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال بخش صنایع تبدیلی بخش کشاورزی ایران با به کارگیری مدل رگرسیون انتقال ملایم با پیروی از مطالعه یانگ چن و همکاران (۲۰۲۰) و کلیچ اسلان و تونگور (۲۰۱۸) هستیم. الگوی تجربی تحقیق

به شکل زیر معرفی می‌گردد:

در معادلات بالا:

IEMPL: لگاریتم شاغلین در بخش کشاورزی

Y: لگاریتم ارزش تولیدات بخش کشاورزی

ICT: سهم هزینه ict از تولید ناخالص داخلی بخش کشاورزی ((ICT % total Expenditures GDP)،

PC: لگاریتم تشکیل سرمایه فیزیکی بخش کشاورزی ((Gross capital formation (constant LCU)،

همچنین بازه زمانی مطالعه حاضر، داده‌های سالانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰ می‌باشد و همه داده‌های مطالعه از مرکز آمار ایران و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان برنامه و بودجه و دیگر نهاد‌های مربوطه استخراج شده است.

### مدل رگرسیون انتقال ملایم (STAR)

در این مطالعه به منظور مدل‌سازی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی از مدل خودرگرسیون انتقال ملایم استفاده می‌شود که توسط تراسورتا و اندرسون، ۱۹۹۲ و تراسورتا، ۱۹۹۴ گسترش یافته است. بر خلاف مدل‌های TAR که از تابع نشانگر جهت کنترل پروسه تغییر رژیم استفاده می‌کنند، در مدل STAR از توابع نمایی و لجستیک برای این منظور استفاده می‌شود. بنا به گفته ون دجیک و تراسورتا، ۲۰۰۲ این مدل‌ها جهت تحلیل سیکل‌های نامتقارن متغیرها بسیار مناسب هستند و مطالعات زیادی نشان داده‌اند که برای بررسی پویای غیر خطی متغیرها به خوبی مکانیزم تغییر رژیم را برازش می‌کنند. طبق گفته مالادا و کیم، ۱۹۹۸ در مقایسه مدل‌های خطی و مدل‌های تغییر رژیم آنی، مهمترین دلایل استفاده از مدل خودرگرسیونی انتقال ملایم (STAR) به عنوان یک مدل تغییر رژیم تدریجی، به این شرح می‌باشد: اگر فرض نماییم که در زمان  $t$  یک تغییر سیاستی اتفاق افتد، در عمل تغییر به یک رژیم جدید لازم نیست در همان زمان  $t$  صورت گیرد. به عبارت ساده‌تر لزومی ندارد که تغییر آنی و ناگهانی باشد و دلایل مختلفی برای این مسأله

وجود دارد. برخی از کارگزاران اقتصادی ممکن است تغییر سیاستی را پیش بینی نمایند و قبل از وقوع آن، خود را با آن سیاست تطبیق دهند. یا برخی نیز ممکن است تغییر سیاستی را باور نداشته باشند و یا برای درک و اطلاع از آن نیاز به زمان داشته باشند. هم چنین هزینه های تعدیل برای دیرکردها و تأخیرها وجود خواهد داشت علاوه بر این یکی دیگر از محدودیت های روش های معمول اقتصادسنجی سری زمانی خصوصاً در مباحث مربوط به بررسی وجود رابطه هم جمعی میان متغیرها بحث آزمون ریشه واحد در متغیرهای سری زمانی است. به گونه ای که آزمون ریشه واحد تقریباً در اقتصاد کاربردی اجباری شده است. با این حال، در بسیاری از مواقع این آزمون غیر ضروری گمراه کننده می باشد. هاروی، ۱۹۹۷ در مطالعه خود در مورد الگوهای سری زمانی ساختاری، اشاره می کند که در چارچوب الگوهای ساختاری، تعیین درجه جمعی متغیر سری زمانی لزوماً مهم و حیاتی نیست. به عنوان یک حالت ویژه، حذف الگوی روند تصادفی و تبدیل آن به الگویی با سطح شیب قطعی، به ندرت اتفاق می افتد. عوامل فوق سبب پیشنهاد الگوی تغییر رژیم تدریجی شده اند. مدل رگرسیون انتقال ملایم از جمله الگوهای تغییر سیستمی تدریجی به شمار می آیند. این الگوها تحت عنوان مدل STAR نام گذاری شده اند.

### روش شناسی

در این مطالعه به منظور شناسایی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران از مدل تقاضای اشتغال ماتیوسی و استرالاچینی بهره گرفته شده است و در نهایت با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی رگرسیون انتقال ملایم استفاده متغیرهای مدل برازش شده است. بدین منظور داده های مربوط به متغیرهای مختلف مدل از سازمان های مربوطه استخراج گردید و به برآورد مدل پرداخته شد. برای این منظور از شاغلین بخش کشاورزی بعنوان متغیر اشتغال، ارزش کل تولیدات بخش کشاورزی بعنوان متغیر تولید، سهم هزینه ICT از تولید ناخالص داخلی بخش کشاورزی بعنوان متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و لگاریتم تشکیل سرمایه فیزیکی بخش کشاورزی بعنوان متغیر سرمایه استفاده شده است.

ماتیوسی و استرالاچینی طی تحقیقی با عنوان اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال ایتالیا فرض کردند که ICT سبب افزایش اشتغال و تولید شده و از این رو با ارائه یک الگوی اقتصادی در چارچوب ارزیابی عوامل مؤثر بر اشتغال و با یک مدل لگاریتمی به بررسی اثر ICT بر میزان اشتغال می پردازند. شکل کلی تابع تولید در مدل ارائه شده توسط این مؤلفین به صورت زیر است:

$$y = y(l, k, ICT)$$

در این مدل،  $y$  تولید،  $L$  نیروی کار،  $K$  ذخیره سرمایه و فناوری اطلاعات و ارتباطات فناوری اطلاعات و ارتباطات است. اگر با فرض ثابت بودن تولید، هزینه به دست آمده برای تولید را، حداقل کنیم، تابع هزینه‌ای به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$c = c(w, r, y, ICT)$$

که در این تابع،  $w$  دستمزد نیروی کار و  $r$  سود سرمایه است. با استفاده از لم‌شپارد و مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به  $w$  و  $r$ ، می‌توان تابع تقاضای نیروی کار و سرمایه را از تابع هزینه استخراج کرد.

$$\frac{\partial c(w, r, y, ICT)}{\partial w} = L$$

$$\frac{\partial c(w, r, y, ICT)}{\partial r} = K$$

تقاضای نیروی کار استخراج شده از تابع هزینه، به صورت زیر است

$$L = L(w, r, y, ICT)$$

در این مدل، مشخص است که تقاضای نیروی کار، تابعی از دستمزد نیروی کار، هزینه اجاره سرمایه، مقدار تولید و تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات است. در شرایط رقابت کامل و با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس در تولید، می‌توان به جای قیمت عوامل تولید ( $w, r$ ) از نسبت  $L$  و  $K$  استفاده کرد. به عبارت دیگر می‌توان تابع تقاضای نیروی کار را به صورت زیر نوشت

$$L = L\left(\frac{K}{L}, y, ICT\right)$$

وابستگی  $L$  به  $\frac{K}{L}$  از نظر تئوریک کاملاً معنی‌دار است. به عبارت دیگر میزان سرانه سرمایه، بر تقاضای اشتغال به‌طور کامل اثرگذار است. اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای نیروی کار نیز، با توجه به مباحث بیان شده قبلی که فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر اشتغال اثرگذار است، توجه می‌شود. با توجه به مباحث بالا، مدلی که این مؤلفین برای آزمون فرضیه خود مورد استفاده قرار دادن به شرح زیر است:

$$\log(L)_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \log(k/L)_{it} + \alpha_2 \log(y)_{it} + \alpha_3 \log(ICT)_{it} + \mu_i$$

از آنجا که مدل به صورت لگاریتمی است، ضرایب، کشش اشتغال به ازای هر یک از متغیرها را نشان می‌دهند.

معادله ککش	نوع ککش
$\alpha_1 = \frac{d \log(L)}{d \log(K/L)}$	رابطه ککش اشتغال به سرمایه سرانه
$\alpha_2 = \frac{d \log(L)}{d \log(Y)}$	رابطه ککش اشتغال به میزان تولید
$\alpha_3 = \frac{d \log(L)}{d \log(ICT)}$	رابطه ککش اشتغال به هزینه‌های ICT

از این رو ضریب، از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا علاوه بر نشان دادن اثر مثبت یا منفی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و معنی داری یا غیرمعنی داری آن، بیانگر ککش اشتغال نسبت به هزینه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است. به عبارت دیگر، نشان می‌دهد، یک درصد افزایش در هزینه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات چه مقدار اشتغال را تحت تأثیر قرار می‌دهد. وجود دو متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و K در مدل این مؤلفین به عنوان متغیر مستقل، شاید این شبهه را ایجاد کند که دو متغیر با یکدیگر هم‌خطی دارند. برای رفع این شبهه، از چند آزمون می‌توان استفاده کرد. اولین راه کشف هم‌خطی، این است که میزان  $R^2$  بالا بوده و  $t$ ها به‌طور انفرادی معنی‌دار نباشند. روش دیگر تشخیص هم‌خطی، رگرس کردن یکی از متغیرهای مستقل روی سایر متغیرهای مستقل است، اگر ارتباط متغیرها معنی‌دار باشد، بیانگر وجود هم‌خطی است. هم‌چنین یکی از راه‌های رفع هم‌خطی که گجراتی به نقل از توبین بیان می‌کند، استفاده از داده‌های تابلویی است اما با توجه به اینکه در این تحقیق همانگونه که بعداً گفته خواهد شد از مدل‌های غیرخطی استفاده خواهیم کرد بنابراین خیلی نگران عارضه هم‌خطی نخواهیم بود.

#### یافته‌ها

#### آزمون خطی بودن، انتخاب متغیر انتقال و نوع مدل

برای تخمین مدل رگرسیون انتقال ملایم، به منظور انتخاب متغیر انتقال، تمامی متغیرهای موجود در مدل مورد آزمون قرار داده می‌شوند. از میان متغیرهای آزمون شده، هر متغیری که با احتمال بیشتری فرضیه صفر خطی بودن را رد کند به عنوان متغیر انتقال انتخاب خواهد شد. همچنین لازم به ذکر است که مدل (STAR) پیشنهادی توسط متغیر انتقال انتخاب شده به عنوان مدل بهینه جهت برآورد اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال بخش صنعت در ایران انتخاب می‌شود. نتایج جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که متغیر انتقال در مدل برآورد شده، متغیر ICT بوده و فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن مدل رد شده و مدل (LSTR) مرتبه اول مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۱: آزمون خطی بودن، انتخاب متغیر انتقال و نوع مدل

متغیر	آماره F	آماره ۴F	آماره ۳F	آماره ۲F	مدل پیشنهادی
ICT (t)	۳/۳۵۲۳	۵/۵۳۶۶	۶/۶۲۴۳	۷/۷۵۴۶	1LSTR

مأخذ: یافته‌های تحقیق



## نتایج تخمین مدل

در این مرحله با استفاده از یک مدل LSTR که در آن متغیر انتقال ICT می‌باشد، تابع اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در بخش کشاورزی مدل سازی خواهد شد. برای این منظور ابتدا مقادیر اولیه برای مقدار آستانه‌ای متغیر انتقال (C) و پارامتر شیب (γ) انتخاب و سپس با استفاده از این مقادیر اولیه و الگوریتم نیوتن رافسون<sup>۱</sup> پارامترهای مدل به روش حداکثرسازی راست نمایی<sup>۲</sup> برآورد شده‌اند که نتایج آنها در جدول (۲) نشان داده شده است.

نتایج برآورد قسمت خطی مدل برای اشتغال بخش کشاورزی (رژیم اول) نشان می‌دهد که نتایج برآورد مدل برای اشتغال نشان می‌دهد که متغیرهای لگاریتم تولید، سهم هزینه‌های ICT از GDP و تشکیل سرمایه ثابت در هر دو رژیم دارای تاثیر مثبت و معناداری بر اشتغال هستند. همانطوریکه در مبانی نظری موضوع نیز بحث شد؛ سخن گفتن از آثار فناوری اطلاعات بر مجموعه مشاغل، امر دشواری است. چرا که فناوری اطلاعات در عین اشتغال زایی، اشتغال زدا هم بوده است. لکن در این تحقیق تاثیر همه متغیرهای توضیحی بویژه ICT بر اشتغال مثبت و معنادار برآورد شده است.

جدول (۴). برآورد الگو به وسیله مدل LSTR				
برآورد قسمت خطی مدل				
متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
CONSTANT	۰/۲۴۵۷	۰/۰۵۳۲	۴/۶۱۸۴	۰/۰۰۰۰
Y	۰/۱۸۵۶	۰/۰۱۲۵	۱۴/۸۴۸	۰/۰۰۴۳
ICT	۰/۰۱۳۲	۰/۰۲۳۶	۰/۵۵۹۳	۰/۰۰۳۸
PC	۰/۱۴۲۵	۰/۰۱۷۸	۸/۰۰۵۶	۰/۰۰۰۰
برآورد قسمت غیرخطی مدل				
CONSTANT	۰/۰۷۲۳	۰/۱۵۲۳	۰/۰۴۰۷	۰/۰۰۰۰
Y	۰/۴۵۳۲	۰/۱۵۴۵	۲/۹۳۳۳	۰/۰۰۳۹
ICT	۰/۰۵۴۱	۰/۰۴۳۲	۱/۲۵۲۳	۰/۰۰۲۲
PC	۰/۲۳۶۵	۰/۱۲۵۶	۱/۸۸۲۹	۱/۰۵۲۶
(γ) پارامتر شیب	۰/۲۱۲۳	۰/۰۳۸۵	۵/۵۱۴۲	۰/۰۰۰۰
(C) حد آستانه ای	۵/۲۲۳۶	۱/۳۴۸۹	۴/۵۳۹۶	۰/۰۰۰۰
ضریب تعدیل شده $(R^2) = ۰/۸۸$				

مأخذ: یافته های تحقیق

مقایسه ضرایب در دو رژیم مختلف بر اساس متغیر انتقال و مقادیر آن صورت می‌پذیرد و مقدار متغیر انتقال می‌تواند تابع انتقال و در نتیجه رژیم حاکم را تعیین نماید. در واقع کمتر یا بیشتر بودن متغیر انتقال از حد آستانه می‌تواند دو رژیم مختلف را در تابع برآورد شده ایجاد نماید. در تخمین فوق متغیر انتقال ICT می‌باشد که مقدار حد آستانه برآورد شده برای این متغیر برابر با ۵/۲۲ بوده است. بر اساس فاصله

1 -Newton-Rafson

2 -Maximum Likelihood

ICT از این مقدار آستانه الگو از دو رژیم حدی مختلف تبعیت می‌نماید. با مقایسه ضرایب الگو در دو رژیم مختلف ملاحظه می‌گردد که با عبور ICT، Y و PC از حد آستانه (۵/۲۲) واکنش اشتغال به تغییرات این متغیرها افزایش یافته است.

### آزمون‌های تشخیصی

همانطور که مشاهده می‌شود بر اساس نتایج تخمین به نظر می‌رسد که مدل LSTR مدل مناسبی برای تبیین رفتار برآورد اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال بخش کشاورزی باشد و می‌توان به صحت نتایج حاصل از تخمین این مدل اعتماد کرد.

جدول ۴-۳. آزمون همبستگی سریالی پسماندها		
Testing for Auto Correlation		
lag	F-value	p-value
۱	۰/۷۶۵۹	۰/۴۲۳۶
۲	۰/۸۷۴۳	۰/۳۵۸۷
۳	۰/۸۷۲۶	۰/۳۳۷۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله به منظور برآورد اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و توسعه پایدار بخش کشاورزی ایران طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۷۰، از رویکرد آستانه‌ای ملایم و بر اساس داده‌های سالانه برای ایران بهره گرفته شده است همچنین در این رهیافت از متغیرهای ارزش تولیدات بخش کشاورزی Y، تشکیل سرمایه فیزیکی PC و نیز سهم مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT استفاده شده است. با توجه به اینکه مدل‌های آستانه‌ای دست کم از دو مرحله تشکیل می‌شوند لذا با عنایت به محاسبات تحقیق متغیر ICT به عنوان متغیر انتقال انتخاب شده است به طوریکه با افزایش شاخص ICT از حد معین شده ۵,۲۲ تاثیرات دیگر متغیرها از جمله متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال افزایش یافته است. بنا بر محاسبات انجام گرفته، نتایج برآورد قسمت خطی و غیرخطی مدل نشان می‌دهد که تمام متغیرهای مدل بخصوص متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات تاثیر مثبت و معنادار بر اشتغال دارد و می‌توان گفت در مجموع ICT به عنوان یک فناوری جامع می‌تواند در توانمند کردن سایر عوامل اقتصادی و بهبود کیفیت عوامل تولید موثر باشد و از این طریق بر فرآیند توسعه اقتصادی کشور کمک شایانی نماید. مطابق با محاسبات تحقیق به ازای یک درصد افزایش در ICT اشتغال به میزان ۵ درصد افزایش خواهد یافت همچنین یک درصد افزایش در متغیرهای تولید و تشکیل سرمایه فیزیکی، اشتغال به ترتیب ۴۵ و ۳۳ درصد افزایش خواهد یافت که بیانگر ضریب تاثیر بالای این متغیرها بر اشتغال می‌باشد.

در نهایت پیشنهاداتی در راستای تخمین مدل در ادامه ارائه می‌گردد:

با توجه به اینکه عمده موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات وارداتی است به منظور تحقق تعمیق سرمایه بیشتر در این بخش توصیه می‌گردد تعرفه کالاهای وارداتی در حوزه ICT کاهش یابد

مطابق با نتایج این مطالعه با توجه به اینکه هنوز بخش زیادی از هم وطنان فعال در بخش کشاورزی آشنایی و اطلاعات لازم بمنظور کسب درآمد و ایجاد شغل پایدار از طریق فناوری اطلاعات و ارتباطات را ندارند توصیه می‌شود دولت تدابیر لازم برای آموزش شهروندان کشور بخصوص روستاییان بمنظور استفاده بهتر از این فناوری را اتخاذ نماید.

بر اساس نتایج این پژوهش یکی از متغیرهایی که بر اشتغال بخش کشاورزی اثر مثبت داشت میزان مخارج و سرمایه گذاری در بخش ICT است. ضریب این متغیر در این تحقیق مطابق داده‌های آماری حدود ۰/۰۵ تعیین شده، که بر این اساس توصیه می‌شود با توجه به اینکه یکی از شاخص‌های توسعه پایدار میزان برخورداری فعال‌های اقتصادی از خدمات ICT می‌باشد. لذا با برگزاری دوره‌های آموزشی برای بهره برداران بخش کشاورزی و همچنین توسعه خطوط فیبر نوری تلفن و پوشش آنتن و اینترنت تلفن همراه در اقصا نقاط کشور مهارت‌های ایشان را نسبت به بکارگیری بهینه این موهبت به منظور برخورداری بیشتر از عواید آن در ایجاد اشتغال و کارافرینی ارتقا داد. همچنین در این تحقیق از آنجا که افزایش هزینه‌های ICT اثر مثبتی بر اشتغال بخش کشاورزی دارد، دولت زمینه عرضه مستقیم تولیدات بخش کشاورزی را از راه فضای مجازی و تجارت الکترونیک فراهم سازد تا فعال‌های این بخش با اختصاص سهم بیشتری به هزینه‌های ICT در ایجاد اشتغال بیشتر بکوشند.

## منابع

- افشاری، زهرا و رضایی، فرح. ۱۳۸۵. تاثیر فناوری اطلاعات بر اشتغال زنان، بررسی مقطعی بین کشوری. مجله مطالعات زنان، ۴(۱): ۲۳-۳۶.
- امامی، کریم و رخشان، یاسر. ۱۳۹۹. بررسی سازوکار اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و امنیت ملی ایران سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۷. مجله امنیت ملی، ۲(۱): ۳۳-۵۰.
- باصری، بیژن. ۱۳۸۴. جهانی شدن، اقتصاد نوین و بازار کار ایران. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، ۱(۱): ۲۵-۴۴.
- تفصلی، فریدون. ۱۳۸۳. ظهور اندیشه‌ها، مکاتب فکری و نظریات اقتصادی جدید در دوران انقلاب صنعتی. پژوهشنامه اقتصادی، ۴(۱۳): ص ۲۹.
- راسخی جهرمی، عرفانه. ۱۳۹۵. بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و بهره‌وری نیروی کار در ایران. فصلنامه مدیریت اطلاعات و دانش‌شناسی، ۱(۳): ۷۹-۷۳.
- رسولی نژاد، احسان. ۱۳۸۸. اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، ۲۳(۸۹): ۸۷-۱۰۷.
- رحمتی، محمد. ۱۳۹۵. اهمیت فناوری اطلاعات در ایجاد اشتغال و ارائه راهبردهای ممکن با استفاده از سیستم‌های قاعده بنیان فازی. فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، ۲(۸): ۸۵۲-۸۳۳.
- رحمانی، تیمور و حیاتی، سارا. ۱۳۸۶. بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید؛ مطالعه بین کشوری. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۹(۳۳): ۴۰-۵۶.
- رسولی نژاد، احسان. و نوری، مهدی. ۱۳۸۷. اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، ۲۳(۸۹).
- دقیقی اصلی، علیرضا، پژویان، جمشید و سادات حاج موسوی، سارا. ۱۳۹۲. بررسی اثر هزینه‌های تحقیق و توسعه در بخش آموزش عالی بر رشد اقتصادی کشورهای اتحادیه اروپا. نشریه اقتصاد مالی، ۷(۲۴): ۷۳-۱۰۰.
- عمادزاده، مصطفی، شهنازی، روح‌الله، محمدزاده، عباس، بابکی، رامین. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال. مجله تحقیقات اقتصادی، ۱۱(۴۱): ۲۱۸-۱۹۷.
- فقیه نصیری، مرجان و گودرزی، آتوسا. ۱۳۸۴. فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب: روش داده‌های پانل. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، ۱(۳): ۱۵-۳۴.

- عصاری آرانی، عباس و آقایی خوندایی، مجید. ۱۳۸۶. اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، (۲)۱.
- عمادزاده، مصطفی. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال (مطالعه موردی با رهیافت پنل دیتا). تحقیقات اقتصادی، (۷)۲: ۲۵-۳۹.
- کمیجانی، اکبر و محمودزاده، محمود. ۱۳۸۷. نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی ایران (رهیافت حسابداری رشد). پژوهشنامه اقتصادی، (۲۹)۸: ۷۵-۱۰۷.
- مشیری، سعید. و نیک پور، سمیه. ۱۳۸۶. تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای آن بر رشد اقتصادی کشورهای جهان. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، (۳۳)۹: ۵۰-۷۸.
- میرزایی، محمد. ۱۳۸۶. بررسی اثرات اشتغالزایی بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات در اقتصاد ایران. مجله دانش و توسعه، (۲۰)۵: ۳۵-۵۱.
- Busom, I. (2000). An Empirical Evaluation of the Effects of R and D Subsidies. *Economics of Innovation and New Technology*, 9(2): 111-148.
- Barro Robert J, Jong – Whole. (1993). International Comparisons of Educational Attainment. *Journal of Monetary. Economics* 32:PP. 263-394.
- Blanch Flower D. and Burgess S. (1999). New Technology and Jobs: Comparative Evidence from a Two Country Study. *Economics of Innovation and New Technology* 6(1/2).
- Bassanini, A., Scarpetta, S. & Visco, I. (2000). Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries, OECD. Economics Department Working Papers, No 259, OECD Publishing.
- Cardona, M., Kretschmer, T., & Strobel, T. (2013). ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature. *Information Economics and Policy*, 25(3): 109-125.
- Harchaoui, Tarek M. et al. (2002). Information Technology and Economic Growth in Canada and the U.S. *Monthly Labour Review*, 125(10): 3-12.
- Hall, B.H., Lotti, F. and Mairesse, J. (2013). Evidence on the Impact of R and D and ICT Investments on Innovation and Productivity in Italian Firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 22(3): 300-328.
- Hulya, U. (2003). R&D, Invention and Economic Growth: an Empirical Analysis, Retrieved from <http://www.ecomod.net/conferences/ecomod2003>.
- Higon, D.A. (2011). The Impact of ICT on Innovation Activities: Evidence for UK SMEs. *International Small Business Journal*, 30(6): 684-699.
- Harchaoui, Tarek M. et al. (2002). Information Technology and Economic Growth in Canada and the U.S. *Monthly Labour Review*, 125(10): 3-12.
- Latif, Z.; Latif, S.; Ximei, L.; Pathan, Z.H.; Salam, S.; Jianqiu, Z. (2018). The dynamics of ICT, foreign direct investment, globalization and economic growth: Panel estimation robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Telemat*, 35(89): 318-328.
- Majeed, M.T., Ayub, T. (2018). Information and Communication Technology (ICT) and Economic Growth Nexus: A Comparative Global Analysis. *Pak. Commer. Soc. Sci.*, 3(12): 443-476.
- Niebel, T. (2018). ICT and economic growth—Comparing developing, emerging and developed countries. *World Dev.*, 26 (104): 197-211.
- Salahuddin, M.; Gow, J. (2016). The effects of Internet usage, financial development and trade openness on economic growth in South Africa: A time series analysis