Urban Economics
Vol. 5, No. 1,(2020)
http://ue.ui.ac.ir
Doi: 10.22108/ue.2023.134737.1225

اقتصاد شهری
دوره ۵، شماره ۱، توالی ۷، سال ۱۳۹۹
صص: ۱۱۴- ۹۵

Explanation of endogenous growth model based on smart cities

Fatemeh Asayesh[1], Mansour Mahinizadeh[2*]

[1] PHD student in Urban and Regional Economics, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
[2] Assistant Professor of Economics, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

Abstract: In recent years the business model has been attracted researchers' and practitioners' attention due to its impact on the success of every business. A collection of research in the field of art shows little attention to the selection and design of the art business model, and this issue can be considered as one of the reasons for not doing the right thing in the business of this area. This subject has been grounded to investigate business models to identify suitable methods for Iranian handicraft activities in the present study. Using mixed-method, after reviewing the literature related to the topic, the theoretical framework was identified. Then, in the quantitative section, using the Correlation method, we studied a set of methods used in the Laljin pottery business based on the Osterwalder model. We found that the Osterwalder model, does not cover handicraft business in several elements and there is a need for a different business model. In the qualitative section using grounded theory, based on the effectuation theory, we propose a new efficient business model, called "Fish Business Model". In this model, entrepreneurs are like fishes moving in the wavy sea, and using their real capabilities they build their business model. This model presents suitable managerial and executive methods of a business of production and supplying handicraft products as a coherent process and covers all international rules and regulations.
Key Words: Business model effectuation, handicrafts, Fish Business Model, lalejin world city.

تبیین الگوی رشد درون‌زا مبتنی بر شهر هوشمند

فاطمه آسایش [۱]، منصور مهینی زاده*[۲]

۱- دانشجوی دکترا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲- استادیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۳۰

چکیده

سیاست‌های شهر هوشمند در سال‌های اخیر توجه خاصی را به خود جلب کرده است؛ بنابراین، توسعه سیستم‌های نوآوری برای رشد و توسعه شهری ضروری است؛ زیرا عواملی مانند شهر هوشمند بر مفهوم نوآوری برای ترویج یک پیشرفت هوشمندانه در مناطق شهری بنا شده‌اند. نوآوری شهر هوشمند می‌تواند زمینه هوشمندی شهرها و مناطق را فراهم کند و به‌عنوان موتور محرکه رشد اقتصادی آنها شناخته شود. متغیر شهر هوشمند که مؤلفه‌های زیادی را در خود گنجانده است، می‌تواند به‌عنوان متغیر مؤثر بر پیشرفت فنی تلقی شود. در این پژوهش برای بررسی تأثیر میزان هوشمندی شهرها بر رشد اقتصادی، تابع تولیدی پیشنهاد شده است تا رشد اقتصادی مناطق شهری را تحلیل و ارزیابی کند؛ ازاین‌رو، نخست با به‌کارگیری الگوهای مناسب تصمیم‌گیری چندمعیاره و ترکیب زیرشاخص‌های شهر هوشمند، یک شاخص عددی حاصل می‌شود که معرف میزان هوشمندی شهر است. به دنبال آن، در چارچوب مدل‌های رشد، جایگاه شاخص شهر هوشمند در تابع تولید مشخص شده است و تأثیر شاخص شهر هوشمند در کنار سرمایه فیزیکی و نیروی کار بر رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای تحلیل و بررسی می‌شود. تحلیل‌های نظری و تئوری در این پژوهش حاکی از آن است که رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای در وضعیت پایا متناسب با مجموع نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند افزایش می‌یابد. براساس این، اگر نرخ رشد جمعیت، صفر و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند مثبت باشد، نرخ رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای برحسب سطح تولید فقط معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند خواهد بود و اگر نرخ رشد جمعیت، مثبت و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند صفر باشد، رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای برحسب سطح تولید فقط معادل نرخ رشد جمعیت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: شهر هوشمند، رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای، تولید سرانه، وضعیت پایا.

*** Corresponding Author**: Mansour Mahinizadeh
E-mail address: asayesh_1385@yahoo.com**.** mahinizadeh@yazd.ac.ir
Copyright2021@University of Isfahan. All rights reserved

مقدمه

کشورهای مختلف طی دهه‌های گذشته نرخ رشد اقتصادی متفاوتی داشته و از حیث درآمد سرانه دارای اختلاف بوده‌اند. تئوری‌های رشد کوشیده‌اند اختلاف میان نرخ رشد اقتصادی کشورها و پایداری و عدم پایداری آن که ناشی از عوامل مختلف است را به روش‌های مختلف توضیح دهند و به همین سبب باعث توسعه مدل‌های رشد شده‌اند. مسیر حرکت نظریه‌های رشد اقتصادی و نیز معرفی نظریه‌های رشد درون‌زا نشان می‌دهند سیستم‌های اقتصادی برای دستیابی به اهداف رشد اقتصادی بلندمدت خود به نیروی محرکه و بهبود پارامترهای درون‌زایی نیاز دارند که از درون همین سیستم‌ها تکامل می‌یابد. به عقیده رومر (۱۹۹۰)، از اواخر قرن هجدهم تاکنون، میزان رشد اقتصادی همواره به‌عنوان یکی از وجوه تمایز بین کشورهای جهان بوده است. متوسط مقادیر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه طی نیم قرن گذشته تغییرات چشمگیری داشته و این عامل سبب افزایش تفاوت‌ها در استاندارد زندگی و متوسط درآمد واقعی بین کشورهای جهان و همچنین، تغییر در درآمد نسبی و توزیع درآمد در جهان شده است. در این میان، بسیاری از اقتصاددانان بین عوامل اثرگذار بر رشد اقتصادی، بر اهمیت عوامل ایده و نوآوری به‌عنوان عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی درون‌زا تأکید فراوان داشته‌اند و این عوامل در سیستم‌های مختلف اقتصادی به یک موضوع قابل توجه در محافل اقتصادی جهان تبدیل شده است. این ایده‌ها مواردی همچون رفتار رقابتی، پویایی‌های تعادلی، نقش بازدهی کاهنده در انباشت سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی، اثر پیشرفت فنی بر تخصص‌گرایی فزاینده نیروی کار، اثر متقابل میان درآمد سرانه و میزان رشد جمعیت و کشف ابزارها و روش‌های جدید تولید و نیز نقش قدرت انحصاری به‌عنوان انگیزه تلاش برای دستیابی به پیشرفت‌های تکنولوژیک و نوآوری را در بر دارند (ثمری و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۵۳). علاوه بر این، ازجمله این عوامل، به تجزیه و تحلیل‌هایی می‌توان اشاره کرد که براساس تابع تولید کل، اختلاف بین کشورها را توضیح می‌دهند که عموماً از پژوهش کلاسیک سولو (۱۹۵۹) پیروی می‌کنند. سولو در مطالعه خود بعضی از دلایل اختلافات عملکرد اقتصادی بین کشورها را شناسایی کرده است. منکیو، رومر و ویل[1] (۱۹۹۲) در مطالعه خود با الهام از مدل رشد سولو سرمایه انسانی را عامل این اختلاف می‌دانند.

در سال‌های اخیر رشد سریع شهری و افزایش شهرنشینی باعث ایجاد مسائل پیچیده زیرساختی و اجتماعی در محیط شهری و در سطح جهانی شده و بر رشد اقتصادی مؤثر بوده است. برخی شاخص‌های عددی دربارهٔ شهرهای سراسر جهان شایان توجه است. براساس اطلاعات سازمان ملل متحد، در سال ۱۹۵۰ میزان شهرنشینی حدود ۳۰ درصد بوده که این میزان در سال ۲۰۲۰ به ۵۶ درصد رسیده است. سازمان ملل متحد تخمین زده است که جمعیت جهان در مناطق شهری تا سال ۲۰۵۰، به ۶۸ درصد خواهد رسید؛ براساس این، این شهرها بر محیط زیست اثر می‌گذارند و حدود ۷۰ درصد از منابع جهان را مصرف خواهند کرد. همچنین، به‌دلیل جمعیت متراکم شهری و تشدید فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، منابع انرژی به شدت مصرف می‌شوند و گازهای گلخانه‌ای به‌طور چشمگیری انتشار می‌یابند (Zheng et al., 2020: 2). انتشار جهانی دی‌اکسیدکربن بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ بالغ بر ۴۵ درصد افزایش یافته که تا حدود زیادی ناشی از رشد شهرها است (Habitat, 2015: 2)؛ بنابراین، مسیر رشد سریع جمعیت شهری و سطح بی‌سابقه شهرنشینی و فعالیت های مرتبط با آن در شهرهای موجود موجب شده است اهمیت نقش پایداری در برنامه‌ریزی و توسعه شهری درخور توجه قرار گیرد؛ ازاین‌رو، شهر هوشمند به‌عنوان مفهومی جدید در طول سال‌های اخیر، برای مقابله با مشکلات شهری و بهبود زندگی شهرهای آینده شایان توجه است (Zheng et al., 2020: 2). بنابراین، انتظار بر آن است که با ایجاد یک سیستم مناسب هوشمندی و نوآوری شهری براساس شرایط خاص هر شهر، امکان تبدیل چالش های موجود اجتماعی – اقتصادی به فرصت های ارزشمند توسعه‌یافتگی و زمینه‌ای برای رشد اقتصادی فراهم شود. برای ارتقای توسعه شهری، یک جامعه اطلاعاتی با یک اقتصاد اطلاعاتی و دانش‌محور باید به جای منابع‌محور[2]، اطلاعات‌محور[3] باشد. اقتصاد منابع‌محور متکی به منابع مادی و انرژی است؛ حال آنکه اقتصاد اطلاعات‌محور متکی به منابع اطلاعاتی است (Guo et al., 2016: 203). این در حالی است که در جامعه اطلاعاتی، کسب، ذخیره، انتقال و استفاده از اطلاعات برای یک شهر بهتر، با نشاط‌تر و با شرایط زندگی بهتر چالش‌هایی را ایجاد می‌کند؛ ازاین‌رو، برای رفع این چالش به روش هوشمندانه، از فناوری اطلاعات و ارتباطات[4] (ICT) می‌توان استفاده کرد و از ایجاد دانش جدید در شهرها به‌منظور شتاب‌بخشیدن به فرایند رشد اقتصادی حمایت کرد. برای توسعه پایدار شهری و تسریع رشد اقتصادی، شهرها تحت فشار رقابت جهانی هستند و بنابراین، شهرهایی موفق خواهند بود که بتوانند زمینه نوآوری و سازگاری با

[1] Mankiw-Romer-Weil

[2] Resource-Oriented
[3] Information-Oriented
[4] Information & Communication Technology

هوشمندسازی را ایجاد کنند (Zheng et al., 2020: 2). لازم به توضیح است، هوشمندسازی فرایندهای شهری صرفاً به معنای الکترونیکی شدن کلیه فرایندهای شهری نیست و به عبارتی، استفاده از کلیه بسترهای موجود (دنیای مجازی و واقعی) در جهت ارتقای کیفیت زندگی است که می‌توان از فناوری اطلاعات به‌عنوان یکی از عوامل سرعت‌بخشیدن برای دستیابی به هدف شهر هوشمند استفاده کرد (پوراحمد و همکاران (ب)، ۲۰۱۸: ۲). ارزیابی شاخص‌های هوشمندی شهر برای بهبود یا اصلاح شاخص‌ها، به رشد سریع فرایند شهر هوشمند کمک خواهد کرد؛ زیرا هر نهادی که در این فرایند تأثیرگذار است، برای انجام رسالت خود به پشتوانه قوی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی نیاز دارد که با شناسایی و ارزیابی شاخص‌های مربوط به حوزه فعالیت خود، این نیاز می‌تواند مرتفع شود. در این میان مشکلاتی برای ارزیابی این شاخص‌ها وجود دارد که ازجمله آنها وجود پراکندگی، عدم انسجام، ناهماهنگی در آمارها و اطلاعات، نادیده‌گرفتن نیاز کاربران و عدم توجه به جنبه کاربردی و عدم اطلاع از نقش این آمار در برنامه‌ریزی‌ها است؛ بنابراین، نبود معیارهای مشخص برای سنجش میزان هوشمندی شهر، عدم اطلاع از وضعیت موجود و نبود چارچوب مناسب برای پایش مکرر از مسائل مهم درخور توجه است. براساس این، شناسایی شاخص‌های هوشمندی که بتواند تمام ابعاد هوشمندی شهر را ارزیابی کند، اهمیت دارد؛ زیرا شهرها برای رشد اقتصادی، علاوه بر پیشرفت های صورت‌گرفته در فناوری اطلاعات و ارتباطات، به کاهش مشکلات شهری ناشی از عوامل مختلف برای حرکت به سمت هوشمندی نیاز دارند (پوراحمد و همکاران (الف)، ۲۰۱۸: ۸).

از اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی، تحقیقات زیادی در حوزه الگوهای رشد انجام شده که بیان‌کنندهٔ اثر عوامل مختلف بر رشد اقتصادی است؛ اما در این راستا الگو یا مدلی منسجم از سیستم هوشمندی و نوآوری شهری وجود ندارد که مناسب با مقتضیات هر شهر یا مناطق شهری باشد و بتواند اثر هوشمندشدن شهرها را بر رشد اقتصادی بسنجد. این در حالی است که شواهد آماری یک ارتباط مثبت بین اجرای سیاست‌های شهر هوشمند و عملکرد اقتصادی شهری را نشان می‌دهند که چگونگی آن به‌طور دقیق مشخص نیست و باید اینکه آیا چنین سیاست‌هایی تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی کشور دارند یا خیر بررسی شود (Caragliu & Del Bo, 2018: 1). تاکنون تحقیقات متعددی در خصوص نحوه عملکرد نوآوری انجام شده و نوآوری به عنوان یک عامل تولید براساس یک مبانی نظری قوی در الگوهای رشد اقتصادی مطرح شده است؛ بنابراین، در نظر گرفتن آن در مدل‌های رشد اهمیت درخور توجهی دارد. بسیاری از محققان نظریات مدرن رشد اقتصادی، عامل نوآوری را در تفاوت رشد اقتصادی کشورهای مختلف دارای اهمیت می‌دانند و حتی در مدل رشد رومر، بیان شده است که اگر یک کشور منابع بیشتری را به نوآوری و لزوماً ترجیحات خلق ایده ها اختصاص دهد، می‌تواند از رشد اقتصادی بالاتری نسبت به دیگر کشورها برخوردار باشد (ثمری و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۵۶). یکی از کانال‌های ممکن برای تأثیر مثبت سیاست‌های شهر هوشمند بر عملکرد و رشد اقتصادی، ازطریق تقویت نوآوری شهری است. درواقع، پروژه های شهر هوشمند اغلب نتیجه تعامل استراتژیک بین شرکت های چندملیتی بزرگی است که روی این فناوری‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند و مقامات شهری و منطقه‌ای به دنبال ارتقای عملکرد محلی ازطریق تطبیق چنین فناوری‌هایی با نیازهای محلی هستند؛ بنابراین، از موضوع های مهم در زمینهٔ ادبیات تحلیل های بحث شده، نقش مناطق شهری به‌عنوان مهد نوآوری و نیز نقشی است که شهرها از نظر تسهیل در تولید، انتشار و انباشت دانش دارند که تا امروز توجه کافی به پیامدهای نوآورانه احتمالی سیاست‌های شهر هوشمند صورت نگرفته است. از لحاظ نظری، مفهوم کلیدی که شهرهای هوشمند را با نوآوری پیوند می‌دهد، مفهوم صرفه‌های تجمیع[1] است[2]. به‌دلیل ساختار متراکم‌تر و متمرکزتر تولید و مصرف، مناطق شهری هزینه‌های تولید و مصرف را کاهش می‌دهند؛ بنابراین، شهرها مکان‌های بالقوه جذابی را برای مصرف کنندگان و تولیدکنندگان نشان می‌دهند. مدیریت شهری که در سیاست‌های شهر هوشمند سرمایه‌گذاری می کند، واکنش‌های زنجیره‌ای را ایجاد می‌کند که در نهایت به رشد سریع‌تر منجر می‌شود؛ اما اینکه چگونه این اتفاق می‌افتد باید به‌طور تجربی براساس مبانی نظری صحیح تأیید شود (Caragliu & Del Bo, 2018: 3). برخی از محققان[3] نیز تفاوت رشد در میان کشورهای مختلف را ناشی از تمایز نوآوری می‌دانند که به‌دلیل تفاوت در کیفیت منابع انسانی است. درک و پذیرش عامل نوآوری ازطریق

[1] Agglomeration Economies

[2] این صرفه‌ها به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند. دسته اول، صرفه‌های ناشی از محلی‌شدن (Localization Economies) است که به تمرکز فعالیت‌های مربوط به یک صنعت خاص در محدوده مشخص مکانی اشاره دارد و بیشتر مرتبط با پدیده‌های تخصصی است و زمانی رخ می‌دهد که هزینه‌های تولید بنگاه‌ها در یک صنعت خاص، با افزایش تولید آن صنعت کاهش یابد. دسته دوم، صرفه‌های ناشی از شهرنشینی (Urbanization Economies) است و زمانی رخ می‌دهد که هزینه تولید یک بنگاه با افزایش کل تولید شهر و اندازه آن کاهش یابد (اندرسون و لوف، ۲۰۱۱).

[3] به مطالعات دخلی و کلرک (۲۰۰٤)، مسینیس و احمد (۲۰۰۹) و تلز و جویوزو (۲۰۱۰) می‌توان اشاره کرد.

سرمایه انسانی، یک جریان اصلی در ادبیات اقتصادی مربوط به اوایل دهه ۱۹۶۰ بوده که در اواخر دهه ۱۹۸۰، سرمایه انسانی به‌عنوان یک عامل تولید وارد الگوهای رشد شده است[1]. گزارش شاخص جهانی نوآوری در سال ۲۰۱٤ نیز با موضوع «عامل انسانی در نوآوری» منتشر شده که نشان دهندهٔ اهمیت عامل انسانی است (Wunsch-Vincent et al., 2015). گزارش مؤسسه مدیریت بازرگانی اروپا[2] در سال ۲۰۱٤ نیز اهمیت عامل منابع انسانی در فرایند نوآوری را بیان کرده است (بشارتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۵).

همچنین، بنا بر مطالب بیان شده و تأکید بر اهمیت فرایند نوآوری و اینکه شاخص‌هایی همچون سرمایه انسانی بر نوآوری و خلاقیت تأثیرگذار هستند و از طرفی، تأثیر مثبتی که سیاست‌های شهر هوشمند بر عملکرد و رشد اقتصادی ازطریق تقویت نوآوری و پیشرفت دارند، در این پژوهش از متغیر شهر هوشمند استفاده شده که مؤلفه‌های زیادی را در خود گنجانده است و در نتیجه مدل رشد براساس این شاخص پردازش می‌شود. پیشرفت فنی نقش مهمی در تأثیرگذاری بر سرعت رشد اقتصادی دارد و به تغییر در عملکرد تولید اشاره دارد که همه تکنیک‌ها را در بر می‌گیرد و این پیشرفت به افزایش تولید در واحد کار منجر می‌شود و به کشف روش‌های جدید و بهبودیافتهٔ تولید کالا اشاره دارد. همچنین، این پیشرفت ممکن است به دنبال تغییر در هریک از متغیرهای تولید رخ دهد و به‌دلیل تغییر در انواع سرمایه فیزیکی، کیفیت کار یا حتی سازماندهی این منابع باشد. ماهیت پیشرفت فنی مهم‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ بهره‌وری عوامل فردی است و افزایش متناسبی در بهره‌وری همه عوامل به همراه دارد. در یک تعریف از پیشرفت فنی، دو نوع تئوری دربارهٔ تأثیر پیشرفت‌های فنی بر رشد اقتصادی وجود دارد که یک گروه تغییرات فنی را خنثی فرض کرده است و گروه دیگر، نقش فعال یا غیرخنثی را برای آن در نظر می‌گیرد. تفکری که در این زمینه وجود دارد این است که تغییر فناوری بر بهره‌وری نهایی نهاده اثر می‌گذارد. در این شرایط اگر بهره‌وری نهایی دو نهاده به یک نسبت تحت‌تأثیر قرار گیرد، نرخ نهایی جانشینی فنی[3] بین دو نهاده در طی زمان تغییر نمی‌کند که تغییر فناوری خنثی تلقی می‌شود؛ بنابراین، منحنی‌های متساوی‌التولید به شکل موازی‌گونه منتقل می‌شوند؛ در نتیجه، تحولات فنی زمانی خنثی است که سرمایه‌اندوز و کاراندوز نیست و زمانی غیرخنثی است که سرمایه‌اندوز و کاراندوز باشد. تعریف دیگری که از پیشرفت فنی وجود دارد این است که تغییر فنی تقویت‌کنندهٔ عامل یا عامل‌افزا است. ایده این بحث این است که کارایی نهایی نهاده را علاوه بر انتقال تابع تولید، بهبود می‌بخشد. براساس این، کیفیت نهاده با گذشت زمان تغییر می‌کند؛ اما جوهره اصلی نهاده تغییر نمی‌یابد و ایستایی بین تولید، نهاده و زمان هنوز وجود دارد (دشتی و همکاران، ۱۳۹۰: ۷٤).

در این پژوهش برای معرفی و انتخاب مدل رشد مناسب از تابع تولید مبتنی بر شهر هوشمند بهره‌گیری شده است. این نوع بررسی باعث تمایز تحقیق حاضر با تحقیقات قبلی شده و ابزار تحلیلی جدیدی فراهم شده است. براساس این، با شناسایی و بررسی عناصر تشکیل دهندهٔ یک مدل رشد متناسب با هدف تحقیق و چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر در یک سیستم مبتنی بر ایده شهر هوشمند، تأثیر هوشمندترشدن شهرها بر رشد اقتصادی بررسی می‌شود. به همین منظور، بخش دوم این پژوهش، مبانی نظری ارتباط شهر هوشمند و رشد اقتصادی را بیان می‌کند و معرفی و محاسبه شاخص ترکیبی شهر هوشمند به بخش سوم این پژوهش اختصاص داده شده است. بخش چهارم به تبیین مدل رشد مبتنی بر شهر هوشمند اختصاص می‌یابد و در نهایت، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌شوند.

مبانی نظری

در تبیین الگوی نظری مدل‌های رشد، یکی از مهم‌ترین مراحل، معرفی تابع تولید است. بر پایه مبانی نظری، تولید با استفاده از نهاده‌های مختلف انجام می‌شود که معمولاً در سه گروه سرمایه فیزیکی، نیروی کار و دانش تقسیم‌بندی می‌شوند. در این پژوهش نیز الگوی نظری رشد متکی بر تابع تولید نئوکلاسیک است و علاوه بر عوامل اصلی رشد نظیر نیروی کار و سرمایه، درجه هوشمندی شهر نیز به‌عنوان یک مؤلفه جدید اضافه می‌شود. نقش و رسالت این مطالعه تبیین یک الگوی نظری با به‌کارگیری ادبیات الگوی رشد و دخالت‌دادن مؤلفه شهر هوشمند است تا با واردکردن موضوع شهر هوشمند در الگوی رشد درون‌زا به‌عنوان پیشرفت فنی، بتواند توضیح‌دهندگی مناسب‌تری را برای رشد اقتصادی نشان دهد؛ زیرا مناطق ایران ازطریق سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند و شاخص‌های هوشمندی می‌تواند بهبود و توسعه یابد. پیشرفت فنی تغییر در فرایند تولید است که به افزایش تولید در هر واحد کار منجر می‌شود و به کشف روش‌های جدید و بهبودیافته تولید کالا اشاره دارد. گاهی‌اوقات این پیشرفت‌ها به افزایش منابع موجود در منابع طبیعی منجر می‌شود؛ اما به‌طور کلی‌تر، پیشرفت

[1] به مطالعات الینگر و همکاران (۲۰۰۲)، بادینگر و توندل (۲۰۰۳)، دخلی و کلرک (۲۰۰٤)، مارول و لامپکین (۲۰۰۷)، دالک و فاستر (۲۰۰۸)، مسینیس و احمد (۲۰۰۹)، تلز و جویوزو (۲۰۱۱)، ون اودن و همکاران (۲۰۱٤) و مک گویرک و همکاران (۲۰۱۵) می‌توان اشاره کرد.

[2] INSEAD

[3] Marginal Rate of Technical Substitution (MRTS)

فنی و تغییرات تکنولوژیکی منجر به افزایش بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و سایر منابع می‌شود. با پیشرفت فنی، تولید محصول بیشتر با منابع مشابه یا همان مقدار محصول با منابع کمتر امکان‌پذیر می‌شود؛ اما سؤال این است که چگونه پیشرفت فنی و تکنولوژی صورت می‌گیرد. در پاسخ به این سؤال گفته می‌شود این پیشرفت ازطریق اختراعات و نوآوری‌ها صورت می‌گیرد. کلمه اختراع برای اکتشافات علمی جدید به کار می‌رود؛ درحالی‌که گفته می‌شود ابداعات تنها زمانی رخ می‌دهند که اکتشافات علمی جدید به‌صورت تجاری برای تولید واقعی کالاها استفاده شوند. منظور ما از پیشرفت فنی در این مقاله استفاده از رشد شاخص‌های شهر هوشمند است که رشد این شاخص علاوه بر پیشرفت دانش و فناوری – که زمینه‌ساز فرایند تولید چیزهای جدید با منابع موجود یا استفاده از منابع موجود به روش‌های جدید است – مؤلفه‌های بیشتر دیگری را در بر دارد که به بهبود روش‌های تولید و افزایش تولید و در نتیجه رشد اقتصادی منجر می‌شود.

در این قسمت، نخست، مفاهیم سرمایه انسانی و نوآوری و ضرورت و اهمیت شهرهای هوشمند مرور شده و سپس به نظریه‌های رشد اقتصادی و هوشمندی شهرها در ابعاد مختلف به‌طور مختصر اشاره شده است. همچنین به دنبال ارائه تحلیلی برای بیان ارتباط هوشمندی شهرها و رشد اقتصادی، از روش‌های تحلیلی استفاده شده است که بتواند چنین ارتباطی را نشان دهد.

نرخ هوشمندی شهر به‌عنوان عامل رشد اقتصادی

از عوامل اصلی پایین بودن سطح رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه، می توان به کمبود نوآوری اشاره کرد. این کشورها برای آنکه بازدهی و کارایی نیروی کار و سرمایه را افزایش دهند، باید نوآوری و آموزش های استفاده از علوم و دانش و سطح مهارت‌های حرفه‌ای را ارتقا دهند تا رشد اقتصادی نه‌تنها کاهش نیابد، بلکه شتاب بیشتری پیدا کند. نوآوری ازطریق سرمایه انسانی می تواند به افزایش بهره وری سرمایه فیزیکی نیز کمک کند. سرمایه انسانی به‌عنوان عامل تولید و براساس مبانی نظری قوی در اواخر دهه ۱۹۸۰، وارد الگوهای رشد اقتصادی شده که در این زمینه مطالعه لوکاس (۱۹۸۸) بسیار شایان توجه است. از دو منظر می‌توان به بیان تأثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی تأکید کرد: نخست، با فرض ثبات سایر شرایط، سرمایه گذاری در منابع انسانی، توان تولید افراد را افزایش می دهد و بنابراین، هر چقدر انباشت سرمایه انسانی بیشتر باشد، انتظار بر آن است که تولیدات با شتاب بیشتری رشد کند. دوم، این سرمایه‌گذاری‌ها براساس انتقال فناوری جدید و کاربرد آن، افزایش تولیدات را ممکن می‌کند؛ ازاین‌رو، به هر میزان بتوان سرمایه انسانی را ازطریق آموزش بیشتر کرد، زمینه لازم برای استفاده از فناوری وارداتی نیز بیشتر می شود. اقتصاددانان طی دهه‌های اخیر همواره بر اهمیت و اثر سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی، آموزش، آموزش شغلی، مهاجرت نیروی کار، بهداشت و نیز افزایش کیفیت نیروی انسانی تأکید داشته‌اند و آن را موجب افزایش بهره‌وری می‌دانند (ربیعی، ۱۳۸۸: ۱۲۶). علاوه بر این، عوامل دیگری بر نوآوری و افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی تأثیر گذاشته‌اند. از آنجا که سطح هوشمندی شهر از عوامل مؤثر بر سطح تولید در تابع تولید معرفی می‌شود، نرخ هوشمندی شهر به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی شناخته می‌شود. سابق بر این، در ادبیات نظری مدل‌های رشد بر اهمیت نقش سرمایه انسانی و نوآوری در رشد اقتصادی به‌طور گسترده اشاره شده است. شاخص شهر هوشمند دربرگیرندهٔ مؤلفه‌های مستقلی ازجمله سرمایه انسانی، همبستگی اجتماعی، اقتصادی، حکومت، شرایط محیطی، تحرک و حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی شهری و دستیابی به فناوری است؛ بنابراین، با توجه به تأثیر مثبتی که سیاست‌های شهر هوشمند بر رشد اقتصادی ازطریق ارتقای نوآوری دارد، این عامل به‌طور چشمگیری بر رشد اقتصادی مؤثر خواهد بود.

پیشینه و مفاهیم شهر هوشمند

ریشه های معاصر شهر هوشمند، به جنبش «رشد هوشمندانه» در اواخر دهه ۱۹۹۰ باز می‌گردد که به شهرنشینی پایدار[1] اشاره دارد (Eger, 2009: 48; Harrison & Donnelly, 2011: 2; Susanti et al., 2016: 195). مفاهیم موجود برای تعریف شهر هوشمند طی سال های اخیر توسط نهادهای استانداردسازی تکمیل شده است. سازمان استاندارد بین‌المللی[2] (ISO) (۲۰۱٤)، اتحادیه بین‌المللی ارتباطات از راه دور[3] (ITU) (۲۰۱٤)، مؤسسه استاندارد انگلیس[4] (BSI) (۲۰۱٤) و مؤسسه ملی استاندارد و فناوری ایالات متحده[5] (NIST) (۲۰۱٤) شهر هوشمند را نوآوری مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات عنوان کرده که هدف آن ارتقای زندگی شهری از نظر مردم، اقتصاد، دولت، تحرک، محیط زیست و زندگی است. درواقع به استانداردسازی براساس شش بُعد مردم، حکومت، تحرک، اقتصاد، محیط زیست و کیفیت زندگی توجه شده است. علاوه بر این، برخی از استانداردهای موجود برای تعریف شهر

[1] Sustainable Urbanization
[2] International Standards Organization
[3] International Telecommunications Union
[4] British Standards Institute
[5] The Us National Institute of Standards and Technology

هوشمند بر پایداری و تاب‌آوری شهری متمرکز است که نشان می‌دهد شهرهای هوشمند بر ابعاد ذکرشده تأکید دارند. این در حالی است که برخی محققان ابعاد دیگری مانند انرژی، بهداشت و غیره را نیز در نظر می‌گیرند (Anthopoulos et al., 2016: 11). یکی از عناصر اصلی یک شهر هوشمند، تغییر اساسی در نحوه ارائه خدمات است و ارائه شهر هوشمند در درجه اول مربوط به فناوری نیست؛ بلکه دربارهٔ تحول و بهبود خدمات است. در نهایت، برای اینگونه شهرها چشم‌اندازی برای آینده بهتر متصور است. به طور کلی یک شهر هوشمند باید افراد هوشمند، حکومت هوشمند، تحرک هوشمند، اقتصاد هوشمند، محیط زیست هوشمند و زندگی هوشمند را مدنظر قرار دهد. نوآوری صرفاً به «نوآوری در عمل» و «ایده های جدید مؤثر» اشاره دارد. این تعاریف کوتاه معمولاً نه‌تنها بر یک ایده جدید، بلکه بر یک عمل جدید تأکید دارند. هنگامی که یک شهر هوشمند نه به‌عنوان وضعیت هوشمندبودن یک شهر، بلکه تلاش یک شهر برای هوشمندکردن خود در نظر گرفته شود، مفهوم شهر هوشمند نشان‌دهندهٔ نوآوری شهر است. هر شهر زمینه‌های منحصربه‌فردی در رابطه با نوآوری برای یک شهر هوشمند دارد و روشی که هر شهری استراتژی خود را طراحی می‌کند می‌تواند منحصربه‌فرد باشد (Nam & Pardo (a), 2011: 189).

براساس تعریف رابینسون[1] (۲۰۱۵)، نوآوری شهری به معنای رهایی از رویه معمول برای ایجاد تحولات طولانی مدت در جوامع، محله‌ها و شهرها است. گودین[2] (۲۰۱۵) بیان می‌کند در قرن نوزدهم، نوآوری دارای مفاهیم مثبتی همچون خلاقیت، ابتکار، اختراع و اصلاحات بود. در اوایل قرن بیستم نیز شومپیتر[3] که اکنون به‌عنوان «پیامبر نوآوری»[4] شناخته می‌شود، نوآوری را با اصطلاح «تخریب خلاق»[5] مطرح کرد و استدلال او این بود که اختلال در نوآوری برای ادامه رقابت، رشد و ایجاد اشتغال ضروری است. در همه تصورات موجود، شهر محیطی را فراهم می‌کند که در آن بسیاری از عوامل می‌توانند نوآور باشند. در این میان، گوتزمر[6] (۲۰۱۶) بیان می‌کند «شهر یک منبع استراتژیک است»؛ بنابراین، این تعریف با مفاهیم دیگر مانند «شهر هوشمند»، «شهر باهوش» یا «شهر خلاق» تفاوت دارد که در آن نوآوری به نوعی در کالبد شهر نهفته است (Harrison & Rubin, 2018: 4).

تعریف اصلی شهرهای هوشمند توسط هانکه و همکاران[7] در سال ۲۰۱۳ ارائه شده است که براساس این، «شهر هوشمند شهری است که با یکپارچه‌سازی تمام زیرساخت‌ها و خدمات خود در یک مجموعه منسجم و استفاده از دستگاه‌های هوشمند برای نظارت و کنترل، به‌منظور حفظ پایداری و کارایی به شیوه‌ای پایدار و هوشمند عمل می‌کند». شهر هوشمند بر این مبنا است که استفاده از فناوری‌های جدید الکترونیکی، دیجیتالی و سایر موارد، زندگی مردم شهر را دگرگون کرده و کیفیت خدمات مانند آب، انرژی، جمع‌آوری زباله، مراقبت‌های بهداشتی و آموزش را تقویت کرده است و باعث بهبود ارتباط بین مقامات محلی و شهروندان آن می‌شود. اصطلاح «هوشمند» برگرفته از جنبش‌های «شهرسازی هوشمند» و «رشد هوشمند» است که در ایالات متحده در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ رایج بود. شهر هوشمند زمانی در دهه ۱۹۹۰ ظاهر شد که ارتباط بین مدیریت شهری و فناوری های جدید مانند سنسورهای دیجیتال، شبکه‌های بی‌سیم و الگوریتم‌های مدیریت اطلاعات ایجاد شد. همان‌طور که هریسون و دانلی (۲۰۱۱) بیان می‌کنند «رویکرد شهرهای هوشمند به‌عنوان یک تلاش عملی و مبتنی بر مهندسی برای بهبود عملکرد زیرساخت‌ها و خدمات شهری شهروندان آغاز شد»؛ برای مثال، فناوری‌های جدید این پتانسیل را دارند که اطلاعاتی دربارهٔ وضعیت ترافیک و جاده ها، مصرف انرژی و رفتارهای مجرمانه در زمان واقعی ارائه دهند. این ویژگی می‌تواند پاسخ‌های تصمیم‌گیری شهری خانوارها و سازمان‌های دولتی را بهبود بخشد (hancke et al., 2013: 12). هولندز[8] (۲۰۰۸) چارچوبی را برای بازسازی شهر هوشمند پیشرو تعیین کرد. براساس این، طبق دیدگاه او در وهله اول، شهرهای هوشمند پیشرو باید به‌طور جدی از مردم و سرمایه انسانی استفاده کنند؛ نه اینکه کورکورانه بر این باور باشند که فناوری اطلاعات خودبه‌خود می‌تواند شهرها را دگرگون کند و بهبود بخشد. در وهله دوم، شهر هوشمند پیشرو نیاز به ایجاد یک تغییر واقعی در موازنه قدرت در استفاده از فناوری اطلاعات توسط مشاغل، دولت، جوامع و مردم عادی دارد که در شهرها زندگی می‌کنند و همچنین به دنبال ایجاد توازن بین رشد اقتصادی و پایداری است. تعدادی از محققان (شاپیرو[9] (۲۰۰۶)، دیکین و وائرب[10] (۲۰۱۱)، وینترز[11] (۲۰۱۱)، آلوینکل و کرویکشانک[12] (۲۰۱۱)، کاراگلیو و همکاران[13] (۲۰۱۱)، پاسکالوا[14] (۲۰۱۱)، لیددورف و دیکین[15] (۲۰۱۱) و نم و پاردو

[1] Robinson
[2] Godin
[3] Schumpeter
[4] Prophet of Innovation
[5] Creative Disruption
[6] Gutzmer
[7] Haneke et al.

[8] Hollands
[9] Shapiro
[10] Deakin and Waerb
[11] Winters
[12] Allwinckle and Cruickshank
[13] Caragliu et al
[14] Paskaleva
[15] Leydesdorff and Deakin

(ب)، (۲۰۱۱)) پیشنهاد کرده‌اند مفهوم شهر هوشمند را به ایده‌های حکمرانی مشارکتی نزدیک کنیم که مفهوم شبکه های یادگیری مشارکتی در نوآوری شهری را دربرمی‌گیرد. در رابطه با مفهوم نوآوری شهری، چندین عنصر برجسته از کار آنها پدیدار می‌شود؛ از جمله آنکه سرمایه انسانی به‌عنوان پشتوانه ساخت شهر هوشمند تلقی می شود. با توجه به این موضوع، تمرکز شدید بر این مفهوم وجود دارد که روابط، شبکه‌ها و زیرساخت‌های اجتماعی امکان یادگیری و انتقال دانش را فراهم می‌کند. نم و پاردو (ب، ۲۰۱۱) این فرض را تأیید می‌کنند؛ زیرا آنها ادعا می‌کنند هوشمندی یک شهر از «ادغام زیرساخت‌ها و خدمات مبتنی بر فناوری، یادگیری اجتماعی برای تقویت انسان، زیرساخت ها و حکومت برای بهبود نهادی و مشارکت شهروندان» ناشی می شود. لیددورف و دیکین (۲۰۱۱) یک «مدل مارپیچ سه‌گانه» با هوشمندی ناشی از شبکه‌های متراکم و تعاملات بین «سرمایه فکری دانشگاه ها، تولید ثروت صنایع و دولت دموکراتیک جامعه مدنی» ارائه می دهند. این مقدمه گفتمانی، شهر هوشمند را به ایده های نوآوری شهری نزدیک می‌کند. هولندز (۲۰۰۸)، به‌عنوان یک استثنا، به روشی اشاره می‌کند که در آن شهر بریزبن استرالیا، یک دستور کار شهر هوشمند را ارائه می دهد که با غلبه بر شکاف دیجیتال، ازطریق دسترسی به اطلاعات، شمول اجتماعی و یادگیری مادام‌العمر مرتبط است. ابتکار شهر هوشمند توسط رئیس جمهور سابق آمریکا (اوباما) ممکن است تعدیلی در دستور کار شهر هوشمند در جهت حکومت مشارکتی باشد. نقل قول آغازین اوباما در برگه اطلاعات رسمی (کاخ سفید، ۲۰۱۵) دربارهٔ این ابتکار آموزنده به این شرح است «هر جامعه ای متفاوت است، با نیازهای متفاوت و رویکردهای متفاوت؛ اما جوامعی که بیشترین پیشرفت را در این موضوعات دارند، دارای برخی از موارد مشترک هستند. آنها به دنبال یک گلوله نقره ای نمی گردند؛ بلکه آنها دولت محلی و سازمان های غیرانتفاعی و مشاغل و معلمان و والدین را حول یک هدف مشترک گرد هم می‌آورند» (Harrison & Rubin, 2018: 5).

رابطه بین شهر هوشمند با نوآوری شهری به وضوح ساده نیست؛ زیرا لایه های مختلف برای شهر هوشمند و نوآوری شهری وجود دارد و همچنین، گفتمان و عمل درحال تکامل است. شهر هوشمند در شکل «تقلیل گرای فنی» خود به وضوح با مفاهیم نوآوری شهری که از ایده های نوآوری اجتماعی و حکومت مشارکتی تبعیت می کند، در تضاد است. این زمینه واقعاً درحال تغییر است و بنابراین شاید بهتر باشد یک «مشاهده مختصر» اتخاذ شود تا این امکان را ایجاد کند که مرزهای بین مفاهیم در نهایت حل شود. زیگیاریس[1] (۲۰۱۳) استدلال می کند همه مفاهیم شهر هوشمند در لایه های سبز، به‌هم‌پیوسته، ابزاری، باز، یکپارچه، هوشمند و نوآور جمع‌آوری می‌شوند و ممکن است این مسیری باشد که ما به سمت آن می‌رویم. همچنین، نم و پاردو (ب ۲۰۱۱) مبنایی را برای تلاقی و اتصال این دو مفهوم ارائه می‌دهند و پیشنهاد می کنند «شهر هوشمند را می توان به‌عنوان یک تعامل زمینه‌ای میان نوآوری های فناوری، نوآوری های مدیریتی و سازمانی و نوآوری سیاست در نظر گرفت».

ضرورت و اهمیت شهر هوشمند

آدام اسمیت (۱۷٦٦) برای نخستین‌بار بیان کرد حرکت استعدادها و مشاغل از حومه شهرها به درون شهرها است و شهرها درحال تبدیل به هسته قدرت سیاسی و اقتصادی جوامع هستند. وی بر این عقیده بود چنانچه این روند در آینده نیز ادامه یابد (به‌دلیل تقسیم نیروی کار به‌صورت متراکم و بازار بزرگ‌تر) به استقرار و شکوفایی کسب‌وکارها و نوآوری‌های جدید در مناطق شهری منجر می‌شود؛ بنابراین، مناطق شهری برای رشد اقتصادی ملی ضروری‌اند؛ زیرا مولد و دارای کارایی پویا هستند. بنابراین، اقتصادهای شهری قوی برای فراهم‌کردن منابع مورد نیاز سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی و دولتی در زیرساخت ها، آموزش و سلامت، بهبود شرایط زندگی و فقر لازم هستند. وجود یک شهر یا مناطق وسیع شهری با دارایی‌ها، مهارت‌ها و کسب‌وکارهای مختلف، لزوماً به سطوح بالایی از نوآوری منجر نمی‌شود؛ اما یکی از عوامل مؤثر بر نوآوری محسوب می شود؛ زیرا متغیرهای بسیاری هستند که بر نوآوری در سطوح شهری مؤثرند؛ اما برای رسیدن به نتیجه بهتر باید مقیاس بررسی برای رسیدن به سیستم‌های نوآوری شهری را کوچک‌تر کنیم (ثمری و همکاران، ۱۳۹۹: ۲٥٤). سطح بی‌سابقه شهرنشینی و رشد سریع شهری و فعالیت‌های مرتبط با آن در شهرهای موجود به‌دلیل ایجاد آشفتگی و بی‌نظمی باعث ایجاد مسائل پیچیده زیرساختی و اجتماعی شده و موجب شده است اهمیت نقش پایداری در برنامه‌ریزی و توسعه شهری شایان توجه قرار گیرد. برای توسعه پایدار شهری، شهرها در فشار رقابتی جهانی هستند و بنابراین، شهرهایی موفق خواهند بود که بتوانند زمینه نوآوری و سازگاری با هوشمندسازی را ایجاد کنند (Zheng et al., 2020: 2). این مشکل ازطریق یک رویکرد سیستماتیک می‌تواند حل شود؛ ازاین‌رو، شهر هوشمند به‌عنوان مفهومی جدید در طول سال‌های اخیر، برای مقابله با مشکلات شهری و بهبود زندگی شهرهای آینده در صدر گفتمان شهری قرار گرفته است و ازجمله مباحث نوین در

[1] Zygiaris

حوزه مطالعات شهری است که پرداختن بـه آن در ابعـاد گونـاگون به‌ویژه از حیث تأثیر آن بر رشد اقتصادی جامعه حائز اهمیت است. شهرها برای توسعه اقتصادی، علاوه بر پیشرفت‌های صورت‌گرفتـه در فناوری اطلاعات و ارتباطات، نیاز دارند برای کاهش مشـکلات شهری و ایجاد محیطی مناسب بـا کیفیـت بـالایی از زنـدگی بـرای جذب طبقه خلاق به‌منظـور تولیـد ثـروت بیشـتر و رقابـت‌پـذیری اقتصادی، مطابقت و سازگاری زیرساخت‌های زیربنایی با تغییـرات جمعیتی، مراقبت‌های بهداشـتی، مهـاجرت مغزهـا و ایجـاد فضـای مناسب برای جذب آنها در شهرها، اتلاف منابع ناشی از بوروکراسی اداری پیچیده، اتلاف سایر منابع مانند آب، برق، انرژی و غیره و نیز ضرورت استفاده بهینه از ایـن منـابع و لـزوم مـدیریت مناسـب در مسائل دیگر ازجمله در حمل‌ونقل، به سـمت هوشـمندی حرکـت کنند (پوراحمد و همکاران (الف)، ۱۳۹۷: ۹). بـه همـین دلیـل، در سال‌های اخیر بسیاری از دولت‌ها در سطوح مختلف (بـین‌المللـی، ملی، منطقه‌ای و محلی) استراتژی‌های شهر هوشمند را در پاسخ بـه چالش‌ها و فرصت‌های پـیش‌روی شـهرهای آینـده آغـاز کـرده‌انـد (Zheng et al., 2020: 2)؛ امـا لازم بـه توضـیح اسـت، هوشمندسازی فرایندهای شهری صرفاً به معنای الکترونیکـی‌شـدن کلیه فرایندهای شهری نیست و به عبارتی، استفاده از کلیه بسترهای موجود (دنیای مجازی و واقعی) در جهت ارتقـای کیفیـت زنـدگی است که می‌تـوان از فنـاوری اطلاعـات بـه‌عنـوان یکـی از عوامـل سرعت‌بخشیدن برای دستیابی به هدف شهر هوشمند اسـتفاده کـرد (پوراحمد و همکاران (ب)، ۱۳۹۷: ۲).

نظریه‌های رشد اقتصادی و هوشمندی شهر در ابعاد مختلف

از گذشته همواره متخصصان اقتصاد کلان به مطالعـه و تبیـین ادوار تجاری توجه کرده‌اند؛ اما از زمانی کـه اخـتلاف شـدید در درآمـد سرانه و رشد بلندمـدت اقتصـادی کشـورها مـدنظر قـرار گرفـت، دیدگاه‌ها به تدریج بیشتر به عوامل این اخـتلاف معطـوف و باعـث شده است مدل‌های رشد توسـعه یابنـد. تـاکنون هـیچ اقتصـاددانی ادعایی در این خصوص نداشته است که می‌توان یـک مـدل نظـری رشد اقتصادی ارائه داد که بتواند همـه حقـایق و شـواهد آمـاری و ویژگی‌های رشد اقتصـادی تمـام کشـورها و هـر آنچـه در جامعـه می‌گذرد و همه شرایط بیرونی که به‌صورت عوامـل بـرون‌زا بـر آن تحمیل می‌شود را توضیح دهـد؛ زیـرا عوامـل بسـیاری در رشـد و توسعه دخالت دارند کـه حتـی بـه گفتـه لوکـاس[1] (۱۹۸۸) «رشـد اقتصادی یک جامعه وابسته به هر آن چیزی است که در آن جامعـه می‌گذرد»؛ اما این عامل سـبب نمـی‌شـود دسـت از مـدل‌سـازی و نظریه‌پردازی در زمینهٔ رشد و توسعه اقتصـادی برداشـت (یـاوری، ۱۳۹۶: ۱۳). برای رسیدن به رشد اقتصادی چشمگیر و پایـدار بایـد مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی مشـخص شـوند و بـه آنهـا توجه شود؛ ازاین‌رو، اقتصاددانان همواره در راستای یـافتن راه‌حلـی برای این موضوع، نظریه‌های اقتصادی را بررسی می‌کنند. از اواخـر دهه ۱۹۸۰ میلادی، تحقیقات زیادی در حوزه الگوهای رشد انجـام شده و بیان‌کنندهٔ آن است که عوامل مختلفی در رشد اقتصادی نقش دارنـد؛ بـا وجـود ایـن، هنـوز الگـو یـا مـدلی منسـجم از سیسـتم هوشمندی و نوآوری شهری وجود ندارد که مناسب مقتضـیات هـر شهر باشد و بتواند اثر هوشمندشدن شـهرها را بـر رشـد اقتصـادی بسنجد و درحالی‌که شواهد آماری وجـود یـک ارتبـاط مثبـت بـین اجرای سیاست‌های شهر هوشـمند و عملکـرد اقتصـادی شـهری را نشان می‌دهد، چگونگی این امر دقیقاً مشخص نیسـت (Caragliu & Del Bo, 2018: 1). در هر الگویی انضباط فکری خاصی نهفته است که تأثیرات غیرمستقیم، اما با اهمیت بر سیاست‌های اقتصـادی دارند و این الگوها به این دلیل طرح‌ریزی شدند کـه بـه‌طـور ویـژه مسئله‌ای خاص از سیاست اقتصادی را بررسی و به آن توجه کننـد؛ هرچند ممکن است در نگاه اول به شدت متناقض بـه نظـر برسـد؛ بنابراین، این الگوها می‌توانند ابـزاری فـراهم کننـد تـا ازطریـق آن، امکان تخمـین منـابع رشـد اقتصـادی جامعـه فـراهم آیـد و رشـد اقتصادی آینده نیز پیش بینی شود. با توجه به اینکـه در هـر کشـور، وضعیت شهرها و مناطق مختلف از حیـث رشـد و توسـعه یـافتگی متفاوت است، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان باید بـا شـناخت دقیـق وضعیت آنها، الگوی مناسب را انتخاب کنند. طرح الگـوی مناسـب مستلزم شناخت و آگاهی از توانمندی‌ها، ظرفیت‌ها و ابعاد مختلـف پتانسیل‌های توسعه‌ای شهرها و منـاطق مختلـف اسـت. امـروزه بـا توجه به اهمیت ایده و نوآوری در فضای کسب‌وکار و تولید و نیـز رقابت فزاینده برای دستیابی به مزیت‌های رقابتی پایدار ناشی از آن، بسیاری از کشورها از مـدل صـنعتی تولیـد دور شـده و بـه سـمت اقتصاد دانش‌بنیان حرکت کرده‌اند. در ایـن میـان، سـؤال ایجادشـده برای اندیشمندان این حـوزه ایـن اسـت کـه چـرا برخـی کشـورها فعالیت‌های نوآورانه بهتری دارند کـه در نهایـت منجـر بـه رشـد و توسعه اقتصـادی مـی شـود و برخـی اینگونـه نیسـتند. ایـن سـؤال تئـوری‌هـای جدیـد رشـد را بـه وجـود آورد کـه در آن تغییـرات تکنولوژی درون‌زا در نظر گرفتـه مـی‌شـوند. عـلاوه بـر ایـن، طـی دهه‌های گذشته، محققان در حوزه‌های مطالعات اقتصاد و مـدیریت منطقه‌ای و نیز پژوهش‌های حوزه جغرافیای اقتصادی، شواهد مبنـی

[1] Lucas

بر اینکه افزایش بهره وری، عاملی برای دستیابی و حفظ سطح بالای درآمد و اشتغال است و رشد بهره‌وری نیز با نوآوری حاصل می‌شود، به دست آورده‌اند. همچنین، به این نتیجه رسیده‌اند که عواملی همچون آموزش، سطح مناسبی از علم و مهارت، پژوهش، نوآوری و غیره در رشد اقتصادی نقش دارند. در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی، نوآوری به‌عنوان یک عامل تولید براساس یک مبانی نظری قوی در الگوهای رشد اقتصادی مطرح شده و تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است که نوآوری چگونه کار می‌کند و نوآوران و سیاست‌گذاران چگونه می‌توانند میزان نوآوری را افزایش دهند؛ بنابراین، توضیح بخش چشمگیری از رشد اقتصادی توسط عامل نوآوری صورت می‌گیرد و ازاین‌رو، در نظر نگرفتن نوآوری نه‌تنها به رکود اقتصادی، بلکه به سقوط اقتصادی منجر می‌شود. پل رومر[1] (۱۹۹۰) در مدل رشد درون‌زای خود علاوه بر بخش تولید کالاهای فیزیکی، بخشی با عنوان تحقیق و توسعه دارد که نتیجه آن دانش، اکتشاف و ایده‌های جدید است که آن را فناوری یا نوآوری می‌نامد. براساس مدل رومر، یک کشور می‌تواند از رشد اقتصادی بالاتری نسبت به دیگر کشورها برخوردار باشد؛ اگر منابع بیشتری را به نوآوری اختصاص دهد و لزوماً ترجیحات خلق ایده‌ها، این تخصیص را تعیین می‌کنند. همچنین، بسیاری از محققان نظریات مدرن رشد اقتصادی، عامل نوآوری را در تفاوت رشد اقتصادی کشورهای مختلف دارای اهمیت می‌دانند؛ بنابراین، بررسی چگونگی سازوکار خلق نوآوری در سیستم های اقتصادی مختلف به‌عنوان یک موضوع درخور توجه در محافل اقتصادی جهان به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه تبدیل شده است؛ اما در این میان هدف نظریه‌پردازان رشد، عدم توجه به عوامل سرمایه و فناوری نیست، بلکه آنها بر این عقیده اند که هر دوی این موارد از اجزای ضروری رشد هستند و به کار بستن عوامل نوآوری و سرمایه انسانی در کنار سرمایه فیزیکی و فناوری ضروری است. پذیرش عامل نوآوری ازطریق سرمایه انسانی به عنوان یک جریان اصلی در ادبیات اقتصادی مربوط به اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی است که در آن زمان اقتصاددانان کوشیدند توضیحی قانع‌کننده برای آن بخش از رشد اقتصاد ارائه دهند که بدون توضیح باقی مانده بود (ثمری و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۵۶). ازجمله مطالعات این حوزه مربوط به منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) است که سرمایه انسانی را به‌عنوان عامل تعیین‌کنندهٔ ستانده وارد تابع تولید کرده و متغیر آموزش را جایگزین سرمایه انسانی کرده‌اند و دریافتند سرمایه انسانی یک پیش‌بینی‌کنندهٔ مناسب برای نشان‌دادن تفاوت‌های درآمدی بین کشورها است.

سیستم نوآوری شهری به‌عنوان یکی از سیستم‌های مهم طراحی‌شده در فضای شهری بوده و ازاین‌رو، اثرگذاری فعالیت‌های اقتصاد شهری بر اقتصاد ملی انکارناپذیر است. استقرار، پایه‌ریزی و تقویت سیستم نوآوری شهری و به‌خصوص اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن، به توجه سیاست‌گذاران کلان اقتصادی کشور در این حوزه نیاز دارد.

جانسون[2] (۲۰۰۸) ارتباط شهرها، سیستم‌های نوآوری و توسعه اقتصادی را بررسی کرده و بر این عقیده است که وجود شهرهای نوآور برای رشد و توسعه اقتصادی کشورها ضرورت دارد. سیستم‌های نوآور برای شناخت عواملی که بر فرایند نوآوری تأثیر می‌گذارند و نیز عواملی که می‌توانند راه‌حلی برای مشکلات ناشی از رشد اقتصادی شهرها باشند، بسیار مؤثر هستند. طبق نظر جانسون، قدرت نوآوری در شهرها به‌خصوص شهرهای بزرگ باعث بهبود رشد و توسعه اقتصادی شهری می‌شود و همچنین، نوآوری‌های سیاسی و نهادی نیز همانند نوآوری‌های فنی اهمیت دارند.

گاستافسون و کلی[3] (۲۰۱۲) در پژوهشی عملکرد سیستم نوآوری شهری در شهر کوریتیبا را بررسی کرده‌اند. براساس این مطالعه، با توجه به اینکه این شهر یکی از رشدهای سریع شهری را طی نیم قرن گذشته داشته است، ازطریق مستقربودن سیستم نوآوری شهری و به‌واسطه ابزارهای مختلف مانند حمل‌ونقل شهری، استفاده راهبردی از زمین، پایداری محیط زیست و همکاری اجتماعی به‌طور مؤثر توانسته است مشکلات رشد سریع شهری را تعدیل و با رسیدن به توسعه فراپایدار، رشد شهری در آینده را به وضوح مشخص کند. آنها بر این عقیده‌اند که در ایجاد سیستم‌های نوآوری شهری، ایجاد پارک طراحی‌های راهبردی، سیستم‌های حمل‌ونقل سریع همچون سامانه اتوبوس‌های تندرو[4] (BRT)، به‌کارگیری سیستم‌های بازیافت شهری و سایر اقدامات صورت‌گرفته مؤثر هستند.

وزارت توسعه و همکاری اقتصادی آلمان[5] (۲۰۱۵)، توسعه سیستم‌های نوآوری برای توسعه شهری را ضروری می‌داند؛ زیرا سایر استراتژی‌ها و مفاهیم مانند شهر هوشمند، شهر سبز و شهر خلاق روی مفهوم نوآوری برای ترویج یک پیشرفت هوشمندانه، سبزتر یا خلاق‌تر در مناطق شهری بنا شده‌اند.

[1] Paul Romer

[2] Johnson
[3] Gustafsson and Kelly
[4] Bus Rapid Transit (BRT)
[5] Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (Bmz), Germany

لازم به توضیح است شهر هوشمند بر مفهوم نوآوری بنا شده و عامل نوآوری ازطریق سرمایه انسانی پذیرفته شده است. با توجه به اینکه سیاست‌های شهر هوشمند در سال‌های اخیر توجه و بودجه مربوطه را به خود جلب کرده‌اند، به نظر می رسد اکنون زمان برای نتیجه‌گیری فرا رسیده است که آیا چنین سیاست‌هایی تأثیر مثبتی بر رشد اقتصاد شهری دارند یا خیر. براساس مطالب بیان‌شده، این پژوهش از شاخص شهر هوشمند استفاده کرده است که ازطریق تأثیر بر مؤلفه‌هایی ازجمله سرمایه انسانی، فناوری و غیره باعث رشد اقتصادی می‌شود. در این بخش، به مرور خلاصه تئوری‌های مربوط به مدل‌های رشد برون‌زا و تبیین نظریه‌های رشد درون‌زا پرداخته شده است.

مبانی نظری مدل‌های رشد برون‌زا

سولو[1] (۱۹۵۶): مدل رشد سولو یکی از مدل‌های پایه در اقتصاد محسوب می‌شود و مرجعی برای اکثر مدل‌های رشد اقتصادی است. سولو، رشد اقتصادی با فرض بازده کاهشی نسبت به سرمایه را در یک تابع تولید استاندارد نئوکلاسیک مطالعه کرده است. او با در نظر گرفتن نرخ پس‌انداز و رشد جمعیت به‌طور برون‌زا نشان داد این دو متغیر، سطح پایا[2] از درآمد سرانه را تعیین می‌کنند. از آنجایی که نرخ پس‌انداز و رشد جمعیت در مناطق مختلف متفاوت است، مناطق مختلف به حالت‌های پایا متفاوتی می‌رسند. مدل سولو پیش‌بینی‌های ساده و قابل آزمونی را دربارهٔ اینکه چگونه این متغیرها بر سطح درآمد پایا تأثیر می‌گذارند، ارائه می‌کند. براساس این، هرچه میزان پس‌انداز بیشتر باشد، کشور ثروتمندتر و هرچه نرخ رشد جمعیت بیشتر باشد، کشور فقیرتر است (Mankiw et al., 1992: 407). ویژگی این مدل تابع تولید آن است که تولید در شرایطی با نسبت‌های ثابت صورت نمی‌گیرد و این باعث می‌شود بین مدل سولو و مدل‌های رشد قبلی نظیر مدل رشد هارود–دومار تمایز قائل شد (solow, 1956: 66). سولو، تغییرات در سرمایه سرانه و نیروی کار مؤثر را بر تغییر در تولید سرانه مؤثر می‌داند و معتقد است رشد نیروی کار مؤثر می‌تواند باعث رشد دائمی و تفاوت چشمگیر در تولید سرانه شود. نتیجه‌گیری اصلی مدل سولو بر این مبنا است که تغییرات در انباشت سرمایه فیزیکی به تنهایی پاسخگوی تفاوت در درآمدها و تولید سرانه نیست و عامل دیگری در آن مؤثر است که آن عامل ناشناخته، رشد برون‌زای فناوری است. در این مدل، عامل رشد اقتصادی برون‌زا در نظر گرفته شده و مشخص نیست چه عواملی بر فناوری مؤثر است (Romer, 2018).

تئوری‌های پایه‌ای رشد را می‌توان مبتنی بر دو فرض در نظر گرفت. نخست، سرمایه متجانس است و دوم، جریان پیشرفت فنی بدون هیچ هزینه‌ای از بیرون تأمین می‌شود؛ اما در مطالعات بعدی مشاهده شد که نه سرمایه متجانس است و نه به دست آوردن یک تکنولوژی جدید بدون هزینه است. این ویژگی که بنگاه‌ها در دنیای واقعی، تکنولوژی جدید را با صرف سرمایه‌گذاری جدید به دست می‌آورند، در مطالعات اولیه‌ای که از روش نئوکلاسیک (۱۹۵۶) تبعیت می‌کرد، نادیده گرفته شده بود.

مبانی نظری مدل‌های رشد درون‌زا

مدل رشد سولو با وجود اینکه نقطه عطفی در ادبیات رشد اقتصادی محسوب می‌شود و ویژگی‌ها و ظرافت‌های خاصی دارد؛ اما نتوانسته است اختلاف کشورهای جهان در سطح درآمد سرانه و نرخ رشد اقتصادی را به درستی توجیه و تفسیر کند. براساس پیش‌بینی مدل سولو، منبع رشد اقتصادی دو عامل انباشت سرمایه سرانه و رشد فناوری در نظر گرفته می‌شود. براساس شواهد آماری، اختلاف کشورها در عامل اول آنقدر نیست که بتواند اختلاف آنها را در رشد و توسعه نشان دهد؛ بنابراین، فقط عامل رشد فناوری در توضیح این اختلاف مؤثر است. انتقاداتی که به مدل رمزی و نئوکلاسیک گرفته شده، مربوط به دلالت این مدل‌ها بر نقش پس‌انداز در اقتصاد است. در این مدل‌ها سیاست‌های اقتصادی دولت برای تجهیز پس‌انداز ملی و افزایش نرخ پس‌انداز، تأثیری بر نرخ رشد بلندمدت اقتصادی ندارد. نتیجه این انتقاد، تلاش برخی اقتصاددانان برای تعبیه سازوکاری در مدل‌های رشد بود که بر مبنای آن تغییر نرخ پس‌انداز نه‌تنها بر سطح درآمد، بلکه بر نرخ رشد اقتصادی بلندمدت نیز مؤثر باشد. براساس این، توجیه و تفسیر الگوی رشد و توسعه فعلی جهان، به تلاش نظری مضاعف و توسعه مدل‌های جدیدتر نیاز داشته و مدل‌های رشد درون‌زا حاصل این تلاش‌ها است. مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی در مدل‌های رشد درون‌زا به شکل برون‌زا تعیین نمی‌شود؛ بلکه ازطریق خود مدل تعیین می‌شود. با وجود اینکه تابع تولید استفاده‌شدهٔ سولو از ارکان و زیربنای این مدل‌ها است، زیربنای اصلی مدل‌های رشد درون‌زا، نظریه رشد درون‌زا است. براساس این نظریه، سرمایه‌گذاری در دانش، ابداعات و سرمایه انسانی مهم‌ترین عوامل رشد محسوب می‌شوند. همچنین، این نظریه بر نقش برون‌زایی مثبت و آثار سرریز اقتصادهای مبتنی بر دانش و نقش مثبت سیاست‌های اقتصادی نظیر یارانه بر بخش تحقیق و توسعه و آموزش در بهبود رشد بلندمدت اقتصادی تأکید دارد (یاوری، ۱۳۹۶: ۱۳۵). همچنین، زمانی که

[1] Solow
[2] steady-state

تئوری همگرایی بین کشورهای فقیر و ثروتمند با شکست مواجه شد، این معما که چرا کشورهای فقیر به کشورهای ثروتمند نرسیده‌اند، همچنان وجود داشته است و باعث شد تئوری‌های جدید رشد مطرح شود که در آن تغییرات تکنولوژی درون‌زا در نظر گرفته شده است (ابراهیمی، ۱۳۸۸: ۲۶). این تئوری‌ها توسط افرادی همچون ارو[1] (۱۹۶۲)، چیپمن[2] (۱۹۷۰)، لوکاس (۱۹۸۸)، رومر[3] (۱۹۹۴، ۱۹۹۰، ۱۹۸۶)، منکیو[4] (۱۹۸۸)، آقیون و هویت[5] (۱۹۸۸)، گروسمن[6] (۱۹۹۱)، هلپمن[7] (۱۹۹۱)، بارو (۱۹۹۱) و ایچر[8] (۱۹۹۶ و ۱۹۹۹) ارائه شده‌اند که از پیشگامان این نظریه هستند.

ارو (۱۹۶۲) پیشرفت تکنولوژی را نتیجه آموزش ضمن کار در بخش کالاهای سرمایه‌ای دانسته است. در مدل ارو برعکس اکثر مدل‌های دیگر، تنها یک نسبت کارآمد سرمایه به نیروی کار برای سرمایه گذاری جدید در هر لحظه از زمان وجود دارد. در این مدل، مانند مدل‌های سولو و یوهانسن، یادگیری فقط در صنعت کالاهای سرمایه‌ای انجام می‌شود و پس از ساخته‌شدن کالای سرمایه‌ای هیچ یادگیری صورت نمی‌گیرد. به عبارت دیگر، یک کالای سرمایه‌ای جدید تا زمانی متضمن متغیر دانش است که وارد فرایند تولید شود؛ اما هر زمان که استفاده شود دیگر نیازی به آموزش بیشتر ندارد.

چیپمن (۱۹۷۰) معتقد است منابعی که به تحقیق و توسعه – ازجمله تعداد مهندسان، محققان، برنامه‌نویسان کامپیوتر، آزمایشگاه و ... – اختصاص می‌یابد، به‌طور مستقیم باعث پیشرفت درون‌زای تکنولوژی می‌شود. این تحقیق و توسعه توسط دولت صورت می‌گیرد که درواقع کل نیروی کار جامعه برای تولید کالاهای همگن، توسط بنگاه‌ها و یا دولت برای انجام فعالیت‌های تخصصی به استخدام درمی‌آیند.

رومر (۱۹۸۶ و ۱۹۹۰) طلیعه‌دار نظریه رشد درون‌زا است. سهم اساسی رومر (۱۹۸۶ و ۱۹۹۰) در ادبیات مربوط به رشد اقتصادی، درون زایی تغییرات تکنولوژیکی در یک اقتصاد در یک مدل تعادل عمومی با اشکال مشخص بازار، عوامل خودخواه، پیش بینی درست و تسویه بازارها بود. این توضیح واقع بینانه تری از رشد اقتصادی نسبت به نظریه نئوکلاسیک ارائه می‌دهد که بر نقش سرمایه‌گذاری در سرمایه فیزیکی، افزایش عرضه نیروی کار و تغییر برون‌زایی در فناوری تمرکز دارد. به گفته رومر (۱۹۹۶) نظریه پردازان رشد جدید، جهان را به دو نوع نهاده مولد متفاوت تقسیم می‌کنند که می‌توان آنها را «ایده‌ها»[9] و «اشیا»[10] نامید. ایده‌ها کالاهای غیررقابتی هستند که می‌توانند ذخیره شوند و اشیا کالاهای رقابتی با حجم (انرژی) هستند. با ایده‌ها و اشیا می‌توان نحوه عملکرد رشد اقتصادی را توضیح داد (Romer, 1996: 204). به عبارت دیگر، رومر با استفاده از یک اقتصاد دوبخشی شامل بخش کالا و تحقیق و توسعه – که محصول آن دانش، اکتشاف و ایده‌های جدید است و به اختصار فناوری نامیده می‌شود – و بهره‌گیری از فروض مختلف در خصوص بازده به مقیاس، وجود یا عدم وجود سرمایه فیزیکی و نرخ رشد جمعیت، طیف وسیعی از مدل‌های رشد اقتصادی ارائه داده است. برخی از این مدل‌ها نیمه‌درون‌زا هستند؛ به این معنی که نرخ رشد اقتصادی با توجه به اینکه به‌طور درون‌زا تعیین می‌شود، تابعی از برخی پارامترهای مدل و مستقل از برخی دیگر از پارامترهای آن است. موتور اصلی رشد درون‌زا در نگاه رومر به بازده سرمایه مربوط می‌شود. رومر در مدل خود نشان داد حاصل بازده نزولی به مقیاس در اقتصاد، ثبات نرخ رشد اقتصادی در چارچوب مدل‌های رشد نیمه‌درون‌زا است. همچنین، او با تعمیم سرمایه به سرمایه انسانی و دانش، فرض بازده نزولی مدل رشد برون زای نئوکلاسیک را با فرض بازده صعودی جایگزین کرد که به این ترتیب، می‌توان مدل‌های رشد نیمه‌درون‌زا را به مدل‌های کاملاً درون‌زا مبدل کرد. در مدل‌های رشد کاملاً درون‌زا، نرخ رشد اقتصادی تأثیرگرفته از همه پارامترهای مدل ازجمله نرخ پس‌انداز و جابه‌جایی بین‌بخشی عوامل تولید است (یاوری، ۱۳۹۶: ۱۵۷). در این مدل مانند مدل سولو، نرخ پس‌انداز برون‌زا و ثابت است. در این مدل، نیروی کار و سرمایه کل به نسبت ثابت بین دو بخش تولید و تحقیق و توسعه تقسیم می‌شوند. سطح موجود فناوری در تابع تولید هر دو بخش به‌عنوان یک عامل وارد شده است؛ زیرا فناوری به سرعت در کل اقتصاد انتشار می یابد. در تابع تولید تحقیق و توسعه نیز یک پارامتر ثابت به کار رفته است که نشان‌دهندهٔ عوامل ناشناخته دیگری است که در تولید ایده و دانش مؤثرند (همان: ۱۳۶).

مدل لوکاس (۱۹۸۸) با تکیه بر مدل استاندارد نئوکلاسیک سولو و دنیسون بر این عقیده است که دو نوع سرمایه در سیستم وجود دارد: سرمایه فیزیکی که تحت یک فناوری آشنای نئوکلاسیک در تولید انباشته شده است و استفاده می‌شود و سرمایه انسانی که بهره‌وری نیروی کار و سرمایه فیزیکی را افزایش می‌دهد و براساس آن انباشته می‌شود. او با حفظ چارچوب مدل رشد نئوکلاسیک، دانش را یک کالای عمومی محض در نظر گرفته و از

[1] Kenneth J. Arrow
[2] John S. Chipman
[3] Paul M. Romer
[4] Mankiw
[5] Aghion and Howitt
[6] Grossman
[7] Helpman
[8] Eicher

[9] Ideas
[10] Things

رشد فناوری برون‌زا فاصله گرفته است. همچنین، بیان می‌کند کشورهایی که از حیث اقتصادی در ابتدا فقیر هستند، نسبتاً فقیر باقی خواهند ماند؛ اگرچه نرخ رشد درآمد بلندمدت آنها با کشورهای ثروتمند یکسان خواهد بود. این مدل امکان وجود تفاوت‌های گسترده و پایدار در نرخ‌های رشد بین کشورها را می‌پذیرد؛ تفاوت هایی که انتظار نمی‌رود به طور سیستماتیک با سطوح سرمایه اولیه هر کشور مرتبط باشد.

آقیون و هویت (۱۹۸۸) بر پایه نظریه رشد شومپیتری بر این باورند که انباشت سرمایه و نوآوری در فرایند رشد باعث افزایش تحقیق و توسعه می‌شود. این مدل در یک چارچوب ساده، عناصر اساسی مدل سولو انباشت سرمایه را دربرمی‌گیرد. برخلاف دیدگاه نظریه رشد نئوکلاسیک و سایر نظریه های رشد درون زا، پرداخت یارانه به انباشت سرمایه، چه فیزیکی و چه انسانی، تأثیر دائمی بر نرخ رشد اقتصاد خواهد داشت و در پیشرفت و رشد فناوری مؤثر است. همچنین، در مدل خود از سهم سرمایه گذاری در تحقیق و آموزش به‌جای استفاده از تعداد دانشمندان و مهندسان، در GDP استفاده کرده‌اند (Howitt & Aghion, 1998: 113).

منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) مدل سولو را تعمیم داده و بر این عقیده‌اند که تولید از سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و نیروی کار به دست می‌آید و برای سرمایه‌گذاری در سرمایه فیزیکی، باید سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و مصرف انجام شود؛ بنابراین، عامل سرمایه انسانی را در مدل خود گنجانده اند که این عامل باعث تسریع رشد اقتصادی می‌شود. نتایج مطالعات آنها نشان داده‌اند انباشت سرمایه فیزیکی اثرات خارجی درخور توجهی ندارد و کشش درآمد با توجه به موجودی سرمایه فیزیکی تفاوت اساسی با سهم سرمایه در درآمد ندارد. همچنین، با توجه به وجودنداشتن عوامل خارجی و در نظر گرفتن سرمایه انسانی در مدل، انباشت سرمایه فیزیکی تأثیر بیشتری بر درآمد سرانه نسبت به مدل سولو اولیه دارد. نرخ پس انداز بالاتر منجر به درآمد بالاتر در حالت پایا می‌شود که به‌نوبه‌خود به سطح بالاتری از سرمایه انسانی منجر می‌شود؛ حتی اگر نرخ انباشت سرمایه انسانی بدون تغییر باشد؛ بنابراین، پس‌انداز بیشتر، بهره‌وری کل عوامل را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، در مدل آنها رشد جمعیت نیز تأثیر بیشتری بر درآمد سرانه نسبت به مدل سولو اولیه دارد.

ایچر (۱۹۹۶ و ۱۹۹۹) معتقد است تعامل بین انباشت سرمایه انسانی درون‌زا و تغییرات تکنولوژیکی بر دستمزد نسبی و رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد و جذب فناوری‌های جدید در تولید نیازمند مهارت است. برخلاف مدل‌های اخیر رشد درون‌زا، نرخ‌های بالاتر رشد فناوری ممکن است با دستمزد نسبی بالاتر، اما عرضه نسبی کمتر نیروی کار ماهر همراه باشد؛ بنابراین، مدل ایچر یک پایه نظری برای رابطه مشاهده‌شدهٔ تجربی بین تغییرات تکنولوژیکی و تقاضای نسبی، عرضه و دستمزد نیروی کار ماهر فراهم می‌کند.

براساس موارد عنوان‌شده، طرفداران مدل‌های رشد درون‌زا بر پیشرفت درون‌زای فناوری تأکید دارند. در این الگوها، نقش فناوری توسط ویژگی‌های مختلف اقتصادی ازجمله ویژگی‌های شخصی، آموزش، مخارج تحقیق و توسعه، آگاهی های انباشته و میزان منابع پایان‌پذیر و پایان‌ناپذیر تعیین شده است. از ویژگی‌های اصلی در مدل‌های رشد درون‌زا، حذف بازدهی‌های نزولی نسبت به مقیاس است که برخلاف مدل‌های رشد برون‌زا بوده است که قانون بازدهی نزولی را در نظر می‌گیرند و این باعث شد تا اقتصاد برحسب مقادیر سرانه در بلندمدت رشد کند. ازجمله مدل‌های رشد درون‌زا می‌توان به مدل AK، مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه و مدل‌های مبتنی بر سرمایه انسانی اشاره کرد (Baroo & Sala-i- Martin, 2003: 51-53).

معرفی و محاسبه شاخص شهر هوشمند

شاخص شهر هوشمند یک شاخص ترکیبی از مجموعه مؤلفه‌هایی است که معرف هوشمندشدن نواحی شهری و منطقه‌ای است و افزایش آن بیان‌کنندهٔ رشد اقتصاد شهری یا منطقه‌ای خواهد بود. این مؤلفه‌ها شامل سرمایه انسانی، همبستگی اجتماعی، اقتصادی، حکومت، شرایط محیطی، تحرک و حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی شهری و دستیابی به فناوری هستند که توسط محققین دانشگاه ناوارا (IESE) معرفی شده و شاخص‌های هوشمندی شهرها را با کیفیت و خواص مناسب در نظر گرفته است و تمامی ابعاد را به‌صورت دقیق بررسی می‌کند (Berrone, 2019: 25). در مرحله نخست لازم است مؤلفه‌های مذکور در شاخص شهر هوشمند با استفاده از الگوهای مناسب تصمیم‌گیری چندمعیاره با یکدیگر تلفیق شوند تا میزان هوشمندی شهرها مشخص شود. ادبیات این حوزه نیز روش‌ها و مدل‌های مختلفی را برای تلفیق داده‌ها پیشنهاد می‌کند که در این میان می‌توان به روش‌های امتیاز استانداردشده[1]، تاکسونومی عددی[2]، آنتروپی[3]، تاپسیس[4]، تحلیل عاملی و ... اشاره کرد. روش‌های تلفیق داده‌ها را در حالت کلی می‌توان به روش‌های مطلق و روش‌هایی تقسیم کرد که در آنها وزن هر شاخص در تحلیل نهایی منظور می‌شود. روش مناسب آن است که شاخص

[1] Standardized Score
[2] Numerical taxonomy
[3] Entropy
[4] Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

ترکیبی شهر هوشمند براساس مدلی از تجمیع وزنی شاخص‌های جزئی محاسبه شود که نمایانگر هریک از ابعاد نُه‌گانه باشد. با توجه به نوع شاخص مدنظر و داده‌های موجود، برای محاسبه شاخص شهر هوشمند می‌توان از روش تاپسیس استفاده کرد که وزن مناسبی به شاخص‌ها می‌دهد. این روش در ادامه توضیح داده شده است.

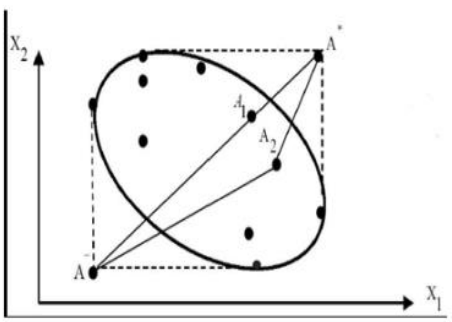
روش تاپسیس

تاپسیس از معروف‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فاصله محور است که هونگ و یون[1] (۱۹۸۱) ارائه کرده‌اند (نصیری قیداری و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۸۸). برای استفاده از این روش کافی است که اطلاعات مربوط به فرایند تصمیم‌گیری در قالب یک ماتریس تصمیم خلاصه شود؛ به‌طوری‌که مطابق با جدول ۱ دربرگیرندهٔ شهرها یا مناطق ، شاخص‌های جزئی شهر هوشمند (X_j)، مقادیر شاخص هوشمندی برای هر شهر یا منطقه $(x)_{ij}$ و وزن شاخص‌ها (w_j) باشد.

جدول ۱- ماتریس تصمیم

وزن‌ها / شاخص / شهر یا منطقه	W_1	W_2	…	W_n
	X_1	X_2	…	X_n
A_1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1n}
A_2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2n}
.	.	.	…	.
.	.	.	…	.
.	.	.	…	.
A_m	X_{m1}	X_{m2}	…	X_{mn}

فاصله هر شهر یا منطقه از ایدئال مثبت (منفی) برحسب هریک از شاخص‌های جزئی به روش فاصله اقلیدسی به‌صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی محاسبه می‌شود که این امر به میزان تبادل و جایگزینی بین شاخص‌ها بستگی دارد (اصغرپور، ۱۳۷۷). با چنین اطلاعاتی می‌توان مراحل روش تاپسیس را به‌صورت زیر بیان کرد:



شکل ۱- فاصله اقلیدسی راه‌حل ایدئال مثبت و منفی در فضای دوبعدی

[1] Hwang and Yoon

الگوریتم تکنیک تاپسیس

مرحله اول: تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری به ماتریس فاقد مقیاس است که با استفاده از رابطه ۱ ازطریق نرمالایزکردن مقادیر شاخص‌ها به روش برداری برای هر ستون از ماتریس تصمیم‌گیری حاصل می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}^2}} . \forall_i = 1.2. \dots . m . j = 1.2. \dots . n \qquad (۱)$$

مرحله دوم: ایجاد ماتریس فاقد مقیاس موزون است. برای این کار ماتریس ایجادشده در مرحله اول در وزن هریک از شاخص‌ها (بردار W) ضرب می‌شود تا ماتریس فاقد مقیاس موزون طبق رابطه ۲ حاصل شود. بدین ترتیب:

$$V_{ij} = W_{ij} . r_{ij} . i = 1.2. \dots . m . j = 1.2. \dots . n \qquad (۲)$$

که در آن، m تعداد سطرهای ماتریس تصمیم‌گیری و n تعداد ستون‌های ماتریس تصمیم‌گیری است.

برای تعیین وزن هریک از شاخص‌ها (w_j)، می‌توان وزن‌های مربوط به شاخص‌های جزئی شهر هوشمند را مستقیماً توسط تصمیم‌گیرنده یا به کمک روش‌های علمی موجود، به شاخص‌ها تخصیص داد. در این پژوهش برای تعیین وزن، روش آنتروپی شانون پیشنهاد می‌شود. بر این اساس:

فاز ۱: ابتدا ماتریس داده‌های شهر هوشمند بی‌مقیاس می‌شود.

فاز ۲: براساس رابطه ریاضی شانون، به‌ازای هر شاخص j –که در رابطه ۱ تعریف شده است – خواهیم داشت:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} [r_{ij} . \ln(r_{ij})] \qquad (۳)$$

که در آن، $k = \frac{1}{\ln m}$ است.

فاز ۳: در این مرحله میزان عدم اطمینان یا درجه انحراف dj از اطلاعات ایجادشده به‌ازای شاخص jام به‌صورت رابطه ٤ به دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j \qquad (٤)$$

فاز ٤: برای محاسبه اوزان (wj) از شاخص‌های هوشمندی موجود، خواهیم داشت:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \qquad (۵)$$

بردار حاصل، وزن شاخص‌های جزئی شهر هوشمند براساس روش ریاضی آنتروپی شانون است که عبارت است از:

مرحله سوم: مشخص‌کردن راه‌حل ایدئال مثبت و منفی است. برای هر شهر یا منطقه ایدئال مثبت A^+ و ایدئال منفی A^- را به تفکیک شاخص‌های جزئی شهر هوشمند تعریف می‌کنیم:

$$\left\{maxV_{ij} \mid j \in J).(minV_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1.2.\ldots.m\right\} = \left(V_1^+.V_2^+.\ldots.V_j^+.\ldots.V_n^+\right) = A^+ \quad (۶)$$

$$\left\{minV_{ij} \mid j \in J).(maxV_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1.2.\ldots.m\right\} = \left(V_1^-.V_2^-.\ldots.V_j^-.\ldots.V_n^-\right) = A^- \quad (۷)$$

به‌طوری‌که J و J' به‌ترتیب بیان‌کنندهٔ شاخص‌های مثبت و منفی در نظر گرفته می‌شوند (شاخص‌های مثبت شاخص‌هایی‌اند که مقدار بیشتر آنها مطلوب‌تر است و شاخص‌های منفی شاخص‌هایی‌اند که مقدار کمتر آنها مطلوب‌تر است).

مرحله چهارم: محاسبه اندازه فاصله است. فاصله شهر یا منطقه iام از ایدئال مثبت (di+) و منفی (di-) با روش اقلیدسی به شکل زیر است:

$$d_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V_j^+)^2} \quad , \quad i = 1.2.\ldots.m \quad (۸)$$

$$d_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij}-V_j^-)^2} \quad , \quad i = 1.2.\ldots.m \quad (۹)$$

مرحله پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی شهر A_i به راه‌حل ایدئال است که با نماد SC_{i+} نمایش داده می‌شود و این نماد بیانگر نزدیکی نسبی شاخص شهر هوشمند به مقدار ایدئال است. نزدیکی نسبی شاخص شهر هوشمند برای هر شهر یا منطقه (SC_{i+}) به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$SC_{i+} = \frac{d_{i-}}{d_{i+}+d_{i-}} \quad , \quad i = 1.2.\ldots.m \quad (۱۰)$$
$$0 \le SC_{i+} \le 1$$

ملاحظه می‌شود چنانچه $A_i = A^+$ باشد، آنگاه $d_{i+} = 0$ خواهد بود و بنابراین، خواهیم داشت $SC_{i+} = 1$ و در صورتی که $A_i = A^-$ باشد، آنگاه $d_{i-} = 0$ و $SC_{i+} = 0$ خواهد شد؛ بنابراین، هر اندازه که شاخص هوشمندی شهر یا منطقه A_i به راه‌حل ایدئال نزدیک‌تر باشد، ارزش SC_{i+} به واحد نزدیک‌تر می‌شود. براساس این، همان‌طور که استنباط می‌شود، SC_{i+} به‌دست‌آمده به‌عنوان شاخص شهر هوشمند هرچه از میزان صفر به مقدار یک نزدیک‌تر شود به معنی هوشمندترشدن شهر یا منطقه مدنظر است. براساس این، دامنه تغییرات SC_{i+} از صفر تا یک است که میزان یک، حالت ایده‌آل و سطح برتر هوشمندی شهر یا منطقه و میزان صفر، پایین‌ترین سطح هوشمندی شهر یا منطقه را نشان می‌دهد.

مرحله پایانی: رتبه‌بندی شهرها یا مناطق برحسب شاخص شهر هوشمند (SC_{i+}) است. در این مرحله شهرها یا مناطق را می‌توان از حیث شاخص هوشمندی به‌ترتیب نزولی از بالاترین سطح هوشمندی تا پایین‌ترین سطح هوشمندی رتبه‌بندی کرد (زیاری و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۵-۲۳).

تبیین مدل رشد مبتنی بر شهر هوشمند

در تحقیق حاضر برای شناسایی و بررسی عناصر تشکیل‌دهندهٔ یک مدل رشد متناسب با هدف تحقیق و چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر در یک سیستم مبتنی بر ایده شهر هوشمند، تابع تولیدی معرفی شده است تا تأثیر میزان هوشمندی شهرها بر رشد اقتصادی بررسی شود. تفاوت مدل تحقیق حاضر در این است که برخلاف مدل‌هایی که متغیر تکنولوژی را در توابع خود تعبیه کردند، متغیر میزان هوشمندی شهر در این نوع از توابع در نظر گرفته شده است که خود مشمول سطح تکنولوژی نیز هست.

در ادبیات کلاسیک مدل‌های رشد، بدون تردید تأثیر نیروی کار و موجودی سرمایه بر سطح تولید همواره دیده شده است و موضوع جدیدی نیست که مجدد دربارهٔ آن توضیح داده شود؛ اما نتایج تجربی رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد برای مثال رشد اقتصادی آمریکا در یکصد سال گذشته از میزان رشد جمعیت و رشد سرمایه فراتر بوده است و برای این مقدار فزونی رشد اقتصادی از مجموع رشد جمعیت و رشد سرمایه، بین صاحب‌نظران اقتصادی اختلاف‌نظر وجود دارد. برخی آن را به رشد تکنولوژی (سولو (۱۹۵۶)، پل رومر (۱۹۸۶) و ...) و برخی مانند لوکاس به توسعه آموزش و رشد سرمایه انسانی و غیره نسبت داده‌اند. در این پژوهش فزونی رشد اقتصادی نسبت به مجموع رشد جمعیت و رشد سرمایه متأثر از شاخص هوشمندی در نظر گرفته شده است. همان‌طور که در توضیحات نظری دربارهٔ شهر هوشمند توضیح داده شد، درجه هوشمندی شهر یا منطقه متأثر از اقدامات متعددی است که از سوی شهروندان و نهادهای بخش خصوصی و عمومی انجام می‌گیرد و قابلیت‌های بهتری را در اختیار سیاست‌مداران و تصمیم‌گیرندگان اقتصادی می‌گذارد و این عامل جدا از نیروی کار و سرمایه قادر است توان رشد اقتصادی را افزایش دهد. به‌منظور تبیین مدل رشد اقتصادی که در آن تابع تولید

علاوه بر عوامل نیروی کار و سرمایه، متأثر از شاخص شهر هوشمند نیز باشد، می‌توانیم به‌طور ضمنی تابع تولید زیر را به‌صورت رابطه ۱۱ معرفی کنیم.

$$Y_t = F[K_t.L_t.SC_t] = SC_t F[K_t.L_t] \quad (۱۱)$$

که در آن، Yt بیان‌کنندهٔ سطح تولید اقتصاد شهری یا منطقه‌ای، Kt میزان سرمایه و Lt میزان نیروی کار است.

این تابع تولید دارای دو قسمت است. یک قسمت به‌صورت $F[K_t.L_t]$ که بیان‌کنندهٔ چگونگی تأثیر عوامل سرمایه و نیروی کار در تولید اقتصاد شهری یا منطقه‌ای است و براساس رابطه ۱۲ به شکل تابع کاب–داگلاس تعریف می‌شود:

$$F[K_t.L_t] = AL_t^{(1-\alpha)}{K_t}^{\alpha} \quad (۱۲)$$

که در آن، A نشان‌دهندهٔ ضریب تکنولوژی بوده و با فرض اینکه ثابت است، معادل یک در نظر گرفته می‌شود. همچنین فرض می‌شود، بازدهی نسبت به مقیاس در این قسمت از تابع تولید، برحسب عوامل سرمایه و نیروی کار ثابت است. قسمت دیگر تابع تولید، متغیر شاخص شهر هوشمند است که در تابع تولید همانند ضریب تکنولوژی به‌صورت مضربی از $F[K_t.L_t]$ عمل می‌کند. نقش شاخص شهر هوشمند در این تابع تولید خنثی است؛ به این معنی که نقش آن در تابع تولید نسبت به عوامل سرمایه و نیروی کار خنثی بوده است و کارافزا یا سرمایه‌افزا نیست. به عبارت دیگر، شاخص شهر هوشمند SC_t نشان می‌دهد هوشمندشدن شهرها با مقادیر معین سرمایه و نیروی کار باعث تولید بیشتر می‌شود. با چنین مشخصاتی از عملکرد تولید، درجه هوشمندی شهر مستقل از عامل سرمایه و نیروی کار بر رشد اقتصادی مؤثر واقع می‌شود و همچنین، هوشمندشدن شهرها تأثیر یکسانی بر بهره‌وری هر دو عامل نیروی کار و سرمایه دارد و به همین دلیل خنثی خوانده می‌شود.

در مدل معرفی‌شده، متغیر شاخص شهر هوشمند (SC) – که با ترکیب زیرشاخص‌های شهر هوشمند و با استفاده از روش تاپسیس و روش وزن‌دهی آنتروپی شانون محاسبه می‌شود – جایگاه ویژه‌ای به‌عنوان مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی در بلندمدت دارد.

در این الگوی رشد، شکل صریح تابع تولید براساس رابطه ۱۱ و ۱۲ و همچنین، فرض ثابت‌بودن سطح تکنولوژی و برابری A=۱ به‌صورت زیر است:

$$Y_t = SC_t L_t^{(1-\alpha)}{K_t}^{\alpha} \quad (۱۳)$$

فرض بر این است که متغیر نیروی کار و شاخص شهر هوشمند هر دو متغیر برون‌زا بوده و در طول زمان به‌ترتیب با نرخ ثابت n و sc رشد می‌کنند. براساس این، روابط ۱٤ و ۱۵ به‌ترتیب مسیر زمانی این دو متغیر را نمایش می‌دهد:

$$L_t = L_0 e^{n.t} \quad (۱٤)$$

$$SC_t = SC_0 e^{sc.t} \quad (۱۵)$$

که در آن، SC_t شاخص شهر هوشمند در زمان t، SC_0 شاخص شهر هوشمند در زمان صفر، sc نرخ رشد شاخص شهر هوشمند، L_t میزان نیروی کار در زمان t، L_0 میزان نیروی کار در زمان صفر، K_t میزان سرمایه در زمان t، n نرخ رشد جمعیت و t زمان است.

اما در رابطه ۱۳ میزان سرمایه K_t در طول زمان براساس معادله حرکت ۱٦ رشد می‌یابد. براساس این معادله رشد سرمایه به‌صورت خالص محاسبه می‌شود؛ به این معنی که در هر دوره از زمان t، درصد ثابتی از تولید، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری می‌شود و در نتیجه به موجودی واقعی سرمایه می‌افزاید و در همان دوره درصد ثابتی از موجودی سرمایه مستهلک می‌شود و از موجودی سرمایه می‌کاهد؛ بنابراین، داریم:

$$\dot{K}_t = sY_t - \delta K_t \quad (۱٦)$$

که در آن، K_t موجودی واقعی سرمایه در زمان t، $\dot{K}_t$ میزان سرمایه‌گذاری در زمان t یا همان تغییرات موجودی واقعی سرمایه $\frac{dK_t}{dt}$ طی دوره زمانی t و Y_t سطح تولید شهری یا منطقه‌ای در زمان t، s نرخ پس‌انداز و δ نرخ استهلاک است.

براساس رابطه ۱۱ و ویژگی بازدهی نسبت به مقیاس ثابت برای قسمت $F[K_t.L_t]$ نسبت به عوامل نیروی کار و سرمایه می‌توان تولید سرانه را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$\frac{Y_t}{L_t} = SC_t.\frac{1}{L_t}F[K_t.L_t] = SC_t.f(k_t) \quad (۱۷)$$

براساس رابطه ۱۷ شکل صریح تابع تولید سرانه با استفاده از رابطه ۱۲ به‌صورت زیر است:

$$\frac{Y_t}{L_t} = SC_t\frac{1}{L_t}L_t^{(1-\alpha)}{K_t}^{\alpha} = SC_t(\frac{K_t}{L_t})^{\alpha} \quad (۱۸)$$

در نتیجه به شکل فشرده، تابع تولید سرانه را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$y_t = SC_t(k_t)^{\alpha} \quad (۱۹)$$

حال با جایگذاری رابطه ۱٤ در رابطه ۱۹، داریم:

$$y_t = SC_0 e^{sc.t}(k_t)^{\alpha} \quad (۲۰)$$

با گرفتن لگاریتم طبیعی از طرفین رابطه ۲۰، داریم:

$$lny_t = lnSC_0 + sc.t + \alpha lnk_t \quad (۲۱)$$

در صورتی که از رابطه ۲۱ دیفرانسیل کلی گرفته شود، با توجه به اینکه عبارت اول سمت راست رابطه ۲۱ مقداری ثابت بوده و دیفرانسیل آن معادل صفر است، داریم:

$$\hat{y}_t = sc + \alpha\hat{k}_t \quad (۲۲)$$

که در آن، $\hat{y}_t$ نرخ رشد تولید سرانه، sc نرخ رشد شاخص شهر هوشمند و $\hat{k}_t$ نرخ رشد سرمایه فیزیکی سرانه است.

براساس رابطه ۲۲، رشد تولید سرانه در کوتاه‌مدت شامل دو بخش است؛ بخش اول معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند و بخش دوم معادل حاصل‌ضرب نرخ رشد سرمایه سرانه در کشش تولید نسبت به عامل سرمایه است؛ اما در بلندمدت در وضعیت پایا کافی است به‌جای مقادیر $\hat{k}_t$ و $\hat{y}_t$، به‌ترتیب مقادیر ${}^{*}\hat{k}_t$ و ${}^{*}\hat{y}_t$ در وضعیت پایا جایگذاری شود؛ بنابراین، داریم:

$${}^{*}\hat{y}_t = sc + \alpha{}^{*}\hat{k}_t \quad (۲۳)$$

با توجه به اینکه در بلندمدت، سطح متغیرهای سرمایه و نیروی کار در وضعیت پایا با نرخ رشد ثابت و یکسانی معادل نرخ رشد جمعیت n رشد می‌کنند، نرخ رشد سرمایه سرانه در وضعیت پایا معادل صفر خواهد بود؛ ازاین‌رو همان‌طور که در رابطه ۲٤ استنتاج شده است، نرخ رشد تولید سرانه اقتصاد شهری یا منطقه‌ای صرفاً معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند sc خواهد بود.

$${}^{*}\hat{y}_t = sc \quad (۲٤)$$

براساس این، رابطه ۲٤ بر تأثیر بلندمدت شاخص شهر هوشمند بر رشد اقتصادی شهری یا منطقه‌ای برحسب تولید سرانه تأکید دارد.

از طرفی با استفاده از معادله بنیادی حرکت سولو نیز می‌توان تأثیر بلندمدت شاخص شهر هوشمند بر رشد اقتصاد شهری یا منطقه‌ای را تجزیه و تحلیل کرد. با جایگذاری رابطه ۱۱ در رابطه ۱٦، $\dot{K}_t$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\dot{K}_t = s.SC_tF[K_t.L_t] - \delta K_t \quad (۲۵)$$

چنانچه رابطه ۲۵ به‌صورت سرانه محاسبه شود، داریم:

$$\frac{\dot{K}_t}{L_t} = s.SC_t.f(k_t) - \delta k_t \quad (۲٦)$$

از طرفی مقدار $\dot{k}_t$ را می‌توان از یک مشتق‌گیری ساده به دست آورد. پس داریم:

$$\dot{k}_t = \frac{dk_t}{dt} = \frac{d\left(\frac{K}{L}\right)}{dt} = \frac{\dot{K}_t}{L_t} - nk_t \quad (۲۷)$$

اکنون با جایگزین‌کردن رابطه ۲٦ به‌جای عبارت اول سمت راست رابطه ۲۷، داریم:

$$\dot{k}_t = s.SC_t.f(k_t) - (n+\delta)k_t \quad (۲۸)$$

در ادامه به‌منظور تحلیل بلندمدت رشد اقتصادی در وضعیت پایا می‌توان از رابطه ۲۸ کمک گرفت.

وضعیت پایا

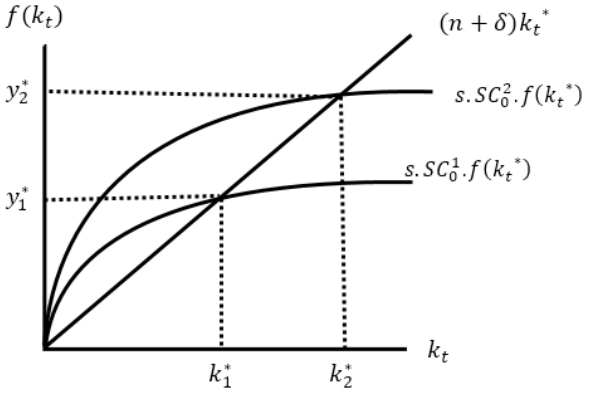
وضعیت پایا به وضعیتی گفته می‌شود که در آن سطح متغیرهای مختلف با نرخ‌های ثابت و یکسانی رشد می‌کنند. بر پایه این مفهوم اگر مقدار سرمایه سرانه در وضعیت پایا معادل $\mathbf{k_t}^{*}$ در نظر گرفته شود، به‌دلیل آنکه هر دو متغیر سرمایه و نیروی کار با نرخ رشد ثابت و یکسان n رشد می‌کنند، مقدار k_t در وضعیت پایا، ثابت و در نتیجه میزان تغییرات آن در طول زمان $\dot{k}_t$ مساوی صفر می‌شود؛ ازاین‌رو با برابر قرار دادن مقدار صفر به‌جای $\dot{k}_t$ در معادله ۲۸، داریم:

$$s.SC_t.f({k_t}^{*}) = (n+\delta){k_t}^{*} \quad (۲۹)$$

که در آن، SC_t شاخص شهر هوشمند در زمان t، δ نرخ ثابت استهلاک، s نرخ پس‌انداز، n نرخ رشد جمعیت و $\mathbf{k_t}^{*}$ میزان سرمایه سرانه در وضعیت پایا است.

چون مقدار $\dot{k}_t$ در وضعیت پایا ثابت است، میزان تولید سرانه y^{*} و مصرف سرانه c^{*} نیز به‌ترتیب در مقادیر $y^{*} = SC_t.f({k_t}^{*})$ و $c^{*} = (1-s)SC_t.f({k_t}^{*})$ ثابت‌اند؛ ازاین‌رو، در مدل نئوکلاسیک مقادیر سرانه k_t, y_t, c_t در وضعیت پایا ثابت هستند؛ بنابراین، ثابت‌بودن مقادیر سرانه به این معنی است که سطح متغیرهای K_t, Y_t, C_t در وضعیت پایا با نرخ رشد جمعیت رشد می‌کند. با توجه به اینکه نرخ رشد سرمایه سرانه $\hat{k}_t$ در وضعیت پایا معادل صفر است، از رابطه ۲٤ می‌توان نتیجه گرفت رشد درآمد سرانه در وضعیت پایا فقط معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند خواهد بود.

همان‌طور که بیان شد، وضعیت پایا در شرایط $\dot{k}_t = 0$ حاصل می‌شود و این وضعیت با توجه به رابطه ۲۹، از برابری و تلاقی منحنی $s.SC_t.f({k_t}^{*})$ با خط $(n+\delta){k_t}^{*}$ به دست می‌آید که در شکل ۲ نیز نمایش داده شده است. حال با توجه به شکل ۲، کاملاً پیدا است که تغییر در میزان شاخص شهر هوشمند SC_t باعث تغییر مکان تابع تولید و افزایش ${k_t}^{*}$ و ${y_t}^{*}$ در وضعیت پایا می‌شود.



شکل ۲- اثر افزایش نرخ رشد شاخص شهر هوشمند بر سرمایه سرانه و تولید سرانه در وضعیت پایا

در صورتی که هدف بررسی و تحلیل اثر شاخص شهر هوشمند بر وضعیت رشد اقتصادی در وضعیت پایا برحسب سطح تولید باشد، می‌توان از رابطه ۳۰ کمک گرفت و در ادامه به نتیجه رسید.

$$y_t^* = SC_t.f(k_t^*) \qquad (۳۰)$$

در نگاه نخست رابطه ۳۰ بیان‌کنندهٔ رابطه تولید سرانه با شاخص شهر هوشمند و سرمایه سرانه است. این رابطه وضعیت رشد اقتصادی در وضعیت پایا برحسب تولید سرانه را به‌ازای مقدار ثابت k_t^* (مقدار k_t در وضعیت پایا) نمایش می‌دهد. براساس این، میزان تولید سرانه در وضعیت پایا به نرخ رشد شاخص شهر هوشمند sc بستگی دارد. همان‌طور که در شکل ۲ نمایش داده شده است، چنانچه شاخص شهر هوشمند SC_t در طول زمان با نرخ sc افزایش یابد (رابطه ۱۵)، تولید سرانه در وضعیت پایا نیز معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند افزایش خواهد یافت؛ اما در این وضعیت سطح تولید Y_t با نرخی معادل مجموع نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند افزایش می‌یابد. این نتایج را می‌توان طی مراحل زیر استنتاج کرد؛ به این ترتیب که رابطه ۳۰ را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\frac{Y_t^*}{L_t^*} = SC_t.(\frac{K_t^*}{L_t^*})^{\alpha} \qquad (۳۱)$$

در صورتی که از رابطه ۳۱ لگاریتم طبیعی گرفته شود، داریم:

$$lnY_t^* - lnL_t^* = lnSC_t + \alpha \ln K_t^* - \alpha \ln L_t^* \qquad (۳۲)$$

سپس با دیفرانسیل‌گیری کلی از رابطه ۳۲ به رابطه ۳۳ می‌رسیم:

$$\widehat{Y_t}^* = \widehat{SC^*}_t + \alpha\widehat{K_t}^* + (1-\alpha)\widehat{L_t}^* \qquad (۳۳)$$

که در آن، $\widehat{Y_t}^*$ بیان‌کنندهٔ رشد اقتصادی در وضعیت پایا برحسب سطح تولید، $\widehat{SC^*}_t$ نشان‌دهندهٔ رشد شاخص شهر هوشمند در وضعیت پایا، $\widehat{K_t}^*$ حاکی از رشد سرمایه سرانه، $\widehat{L_t}^*$ معرف رشد نیروی کار و α و $1-\alpha$ به‌ترتیب بیان‌کنندهٔ کشش تولید نسبت به نیروی کار و سرمایه است. از آنجا که در وضعیت پایا مقدار k_t^* ثابت است، سطح موجودی سرمایه باید هم‌اندازه و یکسان با نرخ رشد سطح نیروی کار رشد یابد؛ یعنی معادل نرخ رشد جمعیت n. پس داریم:

$$\widehat{K_t}^* = n \qquad (۳۴)$$

بنابراین، با جایگزین‌کردن رابطه ۳۴ در رابطه ۳۳ و قراردادن نرخ رشد جمعیت n و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند sc به‌ترتیب به‌جای $\widehat{L_t}^*$ و $\widehat{SC^*}_t$، داریم:

$$\widehat{Y_t}^* = sc + \alpha n + (1-\alpha)n \qquad (۳۵)$$

در نتیجه، داریم:

$$\widehat{Y_t}^* = sc + n \qquad (۳۶)$$

براساس رابطه ۳۶ استنتاج می‌شود نرخ رشد سطح تولید در وضعیت پایا معادل مجموع نرخ رشد شاخص شهر هوشمند و نرخ رشد جمعیت است. حال اگر شاخص شهر هوشمند در خلال زمان هیچ رشدی نداشته باشد و $sc = 0$ باشد، نرخ رشد اقتصادی برحسب سطح تولید فقط معادل نرخ رشد جمعیت خواهد بود؛ اما اگر نرخ رشد شاخص شهر هوشمند sc نیز مثبت باشد، بدان معنی است که رشد اقتصادی برحسب سطح تولید در وضعیت پایا معادل مجموع نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد شهر هوشمند است. همچنین بر پایه این الگوی رشد، چنانچه حتی نرخ رشد جمعیت معادل صفر باشد (n=0)، نرخ رشد اقتصادی برحسب سطح تولید (رابطه ۳۶) و همچنین برحسب تولید سرانه (رابطه ۲۴) معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند خواهد بود.

نتیجه پایانی که از این الگوی رشد می‌توان گرفت آن است که میزان رشد تولید سرانه در وضعیت پایا معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند است و به این ترتیب این مدل به خوبی قادر است رشد درآمد سرانه در کشورهای توسعه‌یافته مانند آمریکا را در یکصد سال گذشته تبیین کند.

نتیجه‌گیری

تحقیقات زیادی در حوزه الگوهای رشد انجام شده‌اند که بیان‌کنندهٔ اثر عوامل مختلف بر رشد اقتصادی‌اند؛ اما در این راستا الگو یا

مدلی منسجم از سیستم هوشمندی و نوآوری شهری وجود ندارد که مناسب با مقتضیات هر شهر و هر منطقه باشد و بتواند اثر هوشمندشدن شهرها را بر رشد اقتصادی بسنجد. یکی از کانال های ممکن برای تأثیر مثبت سیاست‌های شهر هوشمند بر عملکرد و رشد اقتصادی، ازطریق تقویت نوآوری شهری است. کمبود نوآوری یکی از عوامل اصلی پایین‌بودن سطح رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه است. این کشورها باید نوآوری و آموزش‌های استفاده از علوم و دانش و سطح مهارت‌های حرفه‌ای را برای بالابردن بازدهی و کارایی نیروی کار و سرمایه ارتقا دهند تا رشد اقتصادی افزایش یابد. نوآوری و پیشرفت سطح هوشمندی شهری و منطقه‌ای نقش مهمی در تأثیرگذاری بر سرعت رشد اقتصادی دارد و به تغییر در عملکرد تولید اشاره دارد که همه تکنیک‌ها را دربرمی‌گیرد و این پیشرفت منجر به افزایش تولید در واحد کار می‌شود. ماهیت این پیشرفت مهم‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ بهره‌وری عوامل فردی است و افزایش متناسبی در بهره‌وری همه عوامل به همراه دارد. با توجه به اینکه شهرها به‌عنوان اجزای تقسیمات جغرافیایی هر کشور اغلب مهد خلاقیت و محیط‌های نوآورانه مدنی محسوب می‌شوند، نوآوری و پیشرفت در شهرها و متعاقباً هوشمندشدن آنها برای رشد و توسعه اقتصادی کشورها ضروری هستند. این پژوهش، شاخص هوشمندی شهری و منطقه‌ای را عاملی قدرتمند برای تبیین رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای معرفی کرده است. به عبارتی برای بررسی تأثیر سطح هوشمندی شهری و منطقه‌ای بر رشد اقتصادی، تابع تولیدی را پیشنهاد کرده است تا به این بررسی بپردازد و تأثیر شاخص شهر هوشمند در کنار سرمایه فیزیکی و نیروی کار بر رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای تحلیل و بررسی شود. شاخص شهر هوشمند، براساس تعریف محققان دانشگاه ناوارا که شاخص های هوشمندی شهرها را با کیفیت و خواص مناسب در نظر گرفته است، با استفاده از داده‌های مربوط به ۹ مؤلفه سرمایه انسانی، همبستگی اجتماعی، اقتصادی، حکومت، شرایط محیطی، تحرک و حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی شهری، دستیابی و فناوری به دست آمده است که این مؤلفه‌ها را می‌توان با استفاده از روش‌های مناسب تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر روش تاپسیس با یکدیگر تلفیق کرد تا شاخص شهر هوشمند مشخص شود.

یافته‌ها بر پایه نتایج نظری بیان می‌کنند در تأثیر هوشمندی شهری و منطقه‌ای بر رشد اقتصادی اگر درجه هوشمندی شهر رو به افزایش باشد، مقدار تولید سرانه براساس میزان نرخ رشد شاخص شهر هوشمند افزایش می‌یابد و این بدان معنی است که سطح تولید با مجموع نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد شهر هوشمند افزایش می‌یابد. همچنین، اگر نرخ رشد جمعیت، صفر و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند مثبت باشد، نرخ رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای برحسب سطح تولید فقط معادل نرخ رشد شاخص شهر هوشمند خواهد بود و از سوی دیگر، اگر نرخ رشد جمعیت، مثبت و نرخ رشد شاخص شهر هوشمند صفر باشد، رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای برحسب سطح تولید تنها معادل نرخ رشد جمعیت است؛ بنابراین، از آنجایی که اثر هوشمندشدن شهرها در رشد اقتصادی انکارناپذیر است، گسترش شهرهای هوشمند و ارتقای مؤلفه‌های تشکیل‌دهندهٔ این شاخص باید شایان توجه سیاست‌گذاران کلان اقتصادی کشور به‌ویژه متخصصان برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای قرار گیرد.

منابع

ابراهیمی سالاری، تقی (۱۳۸۸). **اثرات مخارج (R&D) بر اختراعات و رشد اقتصادی (در سطح کلان و بخشی): یک تحلیل مقایسه‌ای بین کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته (۱۹۸۱-۲۰۰٤)**. پایان‌نامه دکتری تخصصی، دانشگاه علامه طباطبائی.

اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۷). ***تصمیم‌گیری‌های چند معیاره***، تهران: دانشگاه تهران.

بشارتی، فهیمه، محمدعلی، مرادی و مرتضی اکبری (۱۳۹۷). تأثیر سرمایه انسانی بر نوآوری: مطالعه تطبیقی کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته. ***سیاست‌های راهبردی و کلان***، دوره ٦، شماره ۲۲، ص ۲۳-٤٦.

پوراحمد، احمد و همکاران (الف) (۱۳۹۷). تبیین مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. ***باغ نظر***، دوره ۱۵، شماره ۵۸، ص ۵-۲٦.

پوراحمد، احمد و همکاران (ب) (۱۳۹۷). شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی. ***نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی***، دوره ۱۰، شماره ۲، ص ۱-۲۲.

ثمری، هانیه، دل‌انگیزان، سهراب و کیومرث سهیلی (۱۳۹۹). طراحی سیستم نوآوری شهری (UIS) در بستر رشد اقتصادی درون‌زا. ***اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری***، دوره ۹، شماره ٤، ص ۲٦۵-۲۵۲.

دشتی، نادر، یاوری، کاظم و حسین صادقی (۱۳۹۰). بررسی ماهیت و روند تغییر فناوری در صنعت ایران (۱۳۸۷-۱۳۵۰). ***پژوهشنامه اقتصادی***، دوره ۱۱، شماره ۱ (پیاپی ٤۰)، ص ۷۱-۹۵.

ربیعی، مهناز (۱۳۸۸). اثر نوآوری و سرمایه انسانی بر رشد

اقتصادی در ایران. ***دانش و توسعه***، دوره ۱۶، شماره ۲۶، ص ۱۴۲-۱۲۲.

زیاری، کرامت‌الله، زنجیرچی، سید محمود و کبری سرخ کمال (۱۳۸۹). بررسی و رتبه‌بندی درجه توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان خراسان رضوی، با استفاده از تکنیک تاپسیس. ***پژوهش‌های جغرافیای انسانی***، دوره ۷۲، شماره ۴۲، ص ۱۷-۳۰.

شاکری، عباس و تقی ابراهیمی سالاری (۱۳۸۸). اثر مخارج تحقیق و توسعه بر اختراعات و رشد اقتصادی (تحلیل مقایسه ای بین کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته). ***دانش و توسعه***، دوره ۱۶، شماره ۲۹، ص ۸۸-۱۲۵.

نصیری قیداری، امید، منتظر، علی‌اصغر و منصور مؤمنی (۱۳۸۹). کاربرد ترکیبی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تکنیک تاپسیس در تعیین ارزش وزنی معیارها و ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی: نواحی سه‌گانه شبکه آبیاری سفیدرود). ***مجله آبیاری و زهکشی ایران***، دوره ٤، شماره ۲، ص ۲۸٤-۲۹٦.

یاوری، کاظم (۱۳۹٦). ***مدل‌های پیشرفته رشد اقتصادی***. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم‌انسانی.

هوشمند، محمود، محمدعلی، شعبانی و اعظم ذبیحی (۱۳۸۷). نقش سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران با استفاده از الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توزیعی. ***فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)***، دوره ۵، شماره ۲، ص ۸۳-۶۳.

Allwinkle, S., & Cruickshank, P. (2011). Creating smart-er cities: An overview. ***Journal of urban technology***, 18(2), 1-16.

Andersson, M., & Lööf, H. (2011). Agglomeration and productivity: evidence from firm-level data. ***The annals of regional science***, 46(3), 601-620.

Anthopoulos, L., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2016). A Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking. ***International Journal of Electronic Government Research***, 12.

Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. ***Review of Economic Studies*(June)**, 155-173.

Badinger, H., & Tondl, G. (2003). Trade, human capital and innovation: the engines of European regional growth in the 1990s. ***European regional growth*** (pp. 215-239): Springer.

Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. I. (2003). ***Economic growth***: MIT press.

Berrone, P., Ricart, J., Carraso, C., & Ricart, R. (2014). Cities in Motion Index 2014 [1-36].

Caragliu, A., & Del Bo, C. F. (2019). Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. ***Technological Forecasting & Social Change***, 142, 373-383.

Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. ***Journal of urban technology***, 18(2), 65-82.

Chipman, J. S. (1970). Induced technical change and patterns of international trade. ***The technology factor in international trade*** (pp. 95-142): NBER.

Dakhli, M., & De Clercq, D. (2004). Human capital, social capital, and innovation: a multi-country study. ***Entrepreneurship regional development***, 16(2), 107-128.

Deakin, M., & Al Waer, H. (2011). From intelligent to smart cities. ***Intelligent Buildings International***, 3(3), 140-152.

Dulleck, U., Foster, N., & Policy. (2008). Imported equipment, human capital and economic growth in developing countries. ***Economic Analysis***, 38(2), 233-250.

Eger, J. M. (2009). Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump a worldwide phenomenon. ***E-Government Policy and Regulation***, 32(1), 47-53.

Eicher, T. S. (1996). Interaction between endogenous human capital and technological change. ***The Review of Economic Studies***, 63(1), 127-144.

Eicher, T. S. (1999). Trade, development and converging growth rates: dynamic gains from trade reconsidered. ***Journal of International Economics***, 48(1), 179-198.

Ellinger, A. D., Ellinger, A. E., Yang, B., & Howton, S. W. (2002). The relationship between the learning organization concept and firms' financial performance: An empirical assessment. ***Human resource development quarterly***, 13(1), 5-22.

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). (2015). Available at https://www.bmz.de/ en/: Germany.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities: Ranking of european medium-sized cities. vienna, austria: Centre of regional science (srf), ***vienna university of technology***. www. smart-cities. eu/download/smart cities final report. pdf.

Godin, B. (2015). ***Innovation contested: The idea of innovation over the centuries***. New York and London: Routledge.

Guo, M., Liu, Y., Yu, H., Hu, B., & Sang, Z. (2016). An overview of smart city in China. ***China Communications***, 13(5), 203-211.

Gustafsson, H.-R., Kelly, E. J. E., Community, C. L. C. f., & Economic Development, Y. L. S., USA. (2012). Urban innovations in Curitiba: A case study. ***Eugene and Carol Ludwig Centre for Community and Economic Development***, Yale Law School, USA, 24-25.

Gutzmer, A. (2016). ***Urban innovation networks***: Springer Books.

Hancke, G. P., Silva, B. D. C. e., & Hancke, J., Gerhard P. (2013). The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. 13(1), 393-425.

Harrison, C., & Donnelly, I. (2011). A theory of smart cities. ***55th International Society for the Systems Sciences***. University of Hull Business School, Hull,

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011,b). ***Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions.*** Paper presented at the Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times.

Romer, D. (2018). ***Macroeconomic theory***. University of California, Berkeley.

Romer, P. M. (1996). Why, indeed, in America? ***Theory, history, and the origins of modern economic growth***. In (Vol. 86, pp. 202-206): National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.

Shapiro, J. (2006). Smart cities: quality of life, productivity, and the growth effects of human capital. ***The review of economics statistics***, 88(2), 324-335.

Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. ***The quarterly journal of economics***, 70(1), 65-94.

Solow, R. M. J. T. q. j. o. e. (1956). ***A contribution to the theory of economic growth***. 70(1), 65-94.

Susanti, R., Soetomo, S., Buchori, I., & Brotosunaryo, P. (2016). Smart growth, smart city and density: In search of the appropriate indicator for residential density in Indonesia. ***Procedia-Social Behavioral Sciences***, 227, 194-201.

Teles, V. K., & Joiozo, R. (2011). ***Human capital and innovation: evidence from panel cointegration tests***. Applied Economics Letters, 18(17), 1629-1632.

Van Uden, A., Knoben, J., & Vermeulen, P. (2014). Human capital and innovation in developing countries: A firm level study. Institute for management research, ***Nijmegen institute for management research***. Radboud University. The Netherlands.

Winters, J. (2011). Why are smart cities growing? Who moves and who stays. ***Journal of regional science***, 51(2), 253-270.

Wunsch-Vincent, S., Lanvin, B., & Dutta, S. (2015). The Global Innovation Index 2015: ***Effective Innovation Policies for Development***. Retrieved from

Zheng, C., Yuan, J., Zhu, L., Zhang, Y., & Shao, Q. J. J. o. C. P. (2020). From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. ***Cleaner Production***, 258(120689), 1-24.

Zygiaris, S. (2013). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. ***Journal of the knowledge economy***, 4(2), 217-231.

United Kingdom.

Harrison, P., & Rubin, M. (2018). urban innovation: researching and documenting innovative responses to urban pressure. ***spacial analysis and city planning school of architecture and planning engineering and built environment***, 1-64.

Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? ***City: analysis of urban trends, culture, theory, policy,action***, 12(3), 303-320.

Howitt, P., & Aghion, P. (1998). Capital accumulation and innovation as complementary factors in long-run growth. ***Journal of Economic Growth***, 3(2), 111-130.

ISO. (2014). Smart cities—Preliminary Report 2014.

ITU. (2014). Smart sustainable cities: an analysis of definitions. ***The ITU-T focus group for smart sustainable cities***.

James, A.R. (2015). ***A National Urban Innovation Report***. Retrieved from a report of The Center for Urban Entrepreneurship and Economic Development, Rutgers Business School.

Johnson, B. (2008). Cities, systems of innovation and economic development. ***Innovation, Management, Policy & Practice***, 10(2-3), 146-155.

Leydesdorff, L., & Deakin, M. (2011). The triple-helix model of smart cities: A neo-evolutionary perspective. ***Journal of urban technology***, 18(2), 53-63.

Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. ***Journal of monetary economics***, 22(1), 3-42.

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. ***The quarterly journal of economics***, 107(2), 407-437.

Marvel, M. R., & Lumpkin, G. T. (2007). Technology entrepreneurs' human capital and its effects on innovation radicalness. ***Entrepreneurship Theory Practice***, 31(6), 807-828.

McGuirk, H., Lenihan, H., & Hart, M. (2015). Measuring the impact of innovative human capital on small firms' propensity to innovate. ***Research policy***, 44(4), 965-976.

Messinis, G., & Ahmed, A. (2009). ***Human capital, innovation and technology diffusion***. (CSES Working Paper),

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011,a). ***Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context.*** Paper presented at the Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance.