

تحلیل تأثیر و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه‌ای در ایران

زهرا دهقان‌شیبانی*

چکیده

جمعیت و چگالی جمعیت، یکی از متغیرهای اثرگذار بر تغییرات فناوری در مناطق است. جمعیت بیشتر، نوآوران بیشتری دربر دارد؛ همچنین با فرض ثابت بودن اندازه زمین، چگالی جمعیت بالاتری ایجاد می‌شود و این چگالی جمعیت نیز ارتباطات و مبادله را تسهیل می‌کند، اندازه بازارها و امکان تخصصی شدن آنها را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تقاضا برای ابداعات می‌شود. همه این عوامل خلق و انتشار تکنولوژی‌های جدید را ترغیب می‌کند؛ بنابراین جمعیت و چگالی جمعیت هر دو توسعه تکنولوژی را تقویت می‌کنند. هدف این نوشتار، تحلیل تأثیر متغیر جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری استان‌های ایران است و در آن از چارچوب مدل کلاسن و نستمن (۲۰۰۶) بهره گرفته می‌شود. الگوی اقتصادسنجی براساس مدل کلاسن و نستمن طراحی شده است که برای ۲۸ استان ایران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۸۰) با روش داده‌های تابلویی پویا برآورد می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از برآورد الگوی اقتصادسنجی حاکی از تأثیر مثبت جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری استان‌ها در ایران است. کلیدواژه‌ها: چگالی جمعیت، داده‌های تابلویی پویا، رشد اقتصادی منطقه.

از دیرباز بررسی نقش جمعیت و آثار آن بر اقتصاد جوامع مختلف، کانون توجه اندیشمندان بوده است. بر همین اساس، نظریات مختلفی ارائه شده که معروف‌ترین آن نظریهٔ جمعیتی *مالتوس* است. بیشتر نگرانی‌ها دربارهٔ آثار منفی رشد جمعیت، مستقیم یا غیرمستقیم، بر اساس ایده‌های *توماس مالتوس* است. وی بر آن بود که اگر رشد جمعیت بیش از تغییرات تکنولوژی باشد آن‌گاه جامعه هرگز نخواهد توانست به سطحی از درآمد برای امرار معاش خود دست یابد. *مالتوس* سه اثر منفی برای جمعیت بیان می‌کند که عبارتند از: گسترش فقر از نظر کمی و کیفی، محدودیت منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست و عدم بهبود در کیفیت زندگی، که همهٔ این آثار بر رفاه، رشد و فناوری مناطق اثر منفی دارد.

اما آنچه که امروزه در بحث‌های نئومالتوسی در نظر گرفته نمی‌شود این است که میان آثار جمعیت بزرگتر بر درآمد سرانه و رشد فناوری، در اقتصاد روستایی سنتی زمان *مالتوس* و اقتصاد مدرن و دانش‌بنیان تفاوت فراوانی وجود دارد. *اورت (Everett)* با توجه به شواهد ایالات متحده بیان می‌کند که افزایش جمعیت در یک منطقهٔ خاص سبب تقسیم کار می‌شود که به نوبهٔ خود سبب ایجاد راهکارهایی جدید می‌شود که بهبود روش‌های گوناگون صنعتی و بهبود تکنولوژی را همراه خواهد داشت (*اورت*، ۱۹۷۰). *بکر (۲۰۰۵)* بیان می‌کند که «افزایش اندازهٔ بازار اجازهٔ تخصصی‌تر شدن بیشتر را می‌دهد و نرخ نوآوری افزایش می‌یابد؛ چون هزینه‌های ثابت نوآوری بین تعداد زیادی سرشکن می‌شود».

همچنین ذخیرهٔ ایده‌ها که سبب تغییرات فناوری و رشد منطقه می‌شود، به‌طور مستقیم سهمی از تلاش تحقیقاتی در سراسر جهان است که تابعی از همهٔ جمعیت نواحی نوآور است (*Jones, ۲۰۰۲*). بر اساس نظریهٔ اندیشه‌محور به‌سادگی استدلال می‌شود که طبق اصول آمار و احتمال وجود جمعیت بالاتر، احتمال پیدایش نخبگان در جامعه افزایش می‌یابد که این موضوع سبب افزایش نوآوری و تغییرات فناوری در هر منطقه می‌شود (*دلالی و اسماعیلی، ۱۳۸۶*).

باید توجه داشت که نه تنها جمعیت، بلکه چگالی جمعیت نیز در هر منطقه سبب پیشرفت تکنولوژی می‌شود. نواحی پر چگالی از شبکه‌های اجتماعی متراکم و نهادهایی بهره‌مندند که امکان مبادلهٔ اطلاعات و ایده‌ها و در نتیجه فعال‌سازی نوآوری و پیشرفت فنی را ایجاد می‌کنند و انتشار و تغییرات تکنولوژی را افزایش می‌دهند. چگالی جمعیت نه تنها سبب انتشار تکنولوژی می‌شود، بلکه نیاز و توانایی استفاده از تکنولوژی جدید را نیز فراهم می‌سازد؛ زیرا چگالی جمعیت ویژه‌ای در ایجاد تقاضا برای تغییرات تکنولوژی لازم است که بازار محلی لازم را برای آن به وجود آورد. این

چگالی جمعیت تغییر تکنولوژی را، به‌ویژه در کشورهای با سطح تکنولوژی پایین، تقویت می‌کند (Klasen & Nestmann, ۲۰۰۶).

بنابراین، جمعیت و چگالی جمعیت سبب پیشرفت تکنولوژی می‌شود، پس می‌تواند به کشورها برای رهاشدن از دام *مالتوس* کمک کند. پرستی که در اینجا مطرح می‌شود این است که آیا متغیرهای جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری در مناطق ایران نیز اثرگذارند؟ این مقاله با هدف پاسخ‌گویی به این پرسش در پنج بخش اصلی سازماندهی شده است؛ در بخش نخست تأثیر چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه بررسی شده است، در بخش دوم، مروری بر تحقیقات انجام‌شده صورت گرفت. الگوی نظری این مقاله در بخش سوم توضیح داده می‌شود و در بخش چهارم طراحی الگوی سنجی و برآورد مدل آورده شده است. نتایج و پیشنهادها در بخش پنج مقاله ارائه شده است.

۱. مبانی نظری تأثیر متغیر جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه

۱-۱. مبانی نظری تأثیر متغیر جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه

دو پارادایم اصلی در زمینه اثر جمعیت بر دیدگاه‌های اقتصادی وجود دارد. در پارادایم *مالتوسین* (Malthusian paradigm)، چنانچه رشد جمعیت بیش از تغییرات تکنولوژی باشد آن‌گاه جامعه هرگز نخواهد توانست به سطحی از درآمد برای امرار معاش خود دست یابد. پارادایم *بوسرایی* (Boserupian paradigm) که در برخی مدل‌های رشد درون‌زا دیده شده است. در این پارادایم سطح جمعیت، سرعت تغییرات تکنولوژی را تعیین می‌کند؛ بنابراین، می‌تواند به کشورها برای رهایی از دام *مالتوس* کمک کند. در دیدگاه *بوسرایی*، که امروزه این دیدگاه بیشتر کانون توجه اقتصاددانان است، ذخیره ایده‌هایی که سبب تغییرات فناوری و رشد منطقه می‌شود، به‌طور مستقیم سهمی از تلاش تحقیقاتی در سراسر جهان است که تابعی از کل جمعیت نواحی نوآور است (Jones, ۲۰۰۲).

رومر اندیشه را یکی از داده‌های تولید می‌داند. براساس مدل رشد رومر برای ایجاد رشد، شمار اندیشه‌های جدید باید در طول زمان افزایش یابد. در مدل رشد رومر رشد اندیشه‌ها به رشد جمعیت وابسته است (جونز، ۱۳۷۹). بنابراین با توجه به بحث رومر می‌توان چنین نتیجه گرفت که هرچه جمعیت در یک منطقه افزایش یابد اندیشه نیز در منطقه افزایش یابد.

این دیدگاه با مدل‌های تغییرات تکنولوژی درون‌زا مانند *اقیون* و *هویت* (Aghion & Howitt)

(۱۹۹۲) و *گروسمن* و *هلپمن* (Grossman & Helpman) (۱۹۹۱) سازگار است. براساس این مدل‌ها

جمعیت بیشتر، تغییرات تکنولوژی را تقویت می‌کند. این مفهوم از ویژگی رقابت‌پذیر نبودن (Non-rivalry) تکنولوژی برخاسته است. همان‌گونه که ارو (۱۹۶۲) و رومر (۱۹۹۰) اشاره می‌کنند، هزینه سرمایه‌گذاری در تکنولوژی جدید مستقل از شمار افرادی است که از آن بهره می‌برند؛ بنابراین، با ثابت در نظر گرفتن سهم منابع که مختص تحقیقات است، افزایش در جمعیت به افزایش در تغییرات تکنولوژی منجر می‌شود (Kremer, ۱۹۹۳).

از سوی دیگر، جمعیت بیشتر تقاضای مصرف بیشتری دارد. براساس مدل‌های جدید جغرافیای اقتصادی جدید، افزایش اندازه تقاضای محلی (تقاضای سرانه ضرب در چگالی جمعیت) در یک منطقه، موجب جذب بنگاه‌های صنعتی به سوی آن منطقه می‌شود (Fujita & Krugman, ۱۹۹۵). چنانچه بخش ابداعات از محصولات بخش صنعتی به‌مثابه مواد واسطه استفاده کند، به دلیل وجود هزینه حمل‌ونقل، بخش ابداعات ترغیب به استقرار در منطقه‌ای می‌شود که بنگاه‌های صنعتی در آن مستقرند. با تجمع بخش ابداعات در منطقه، حق ثبت اختراعات، سرریزهای دانش و تغییرات فناوری منطقه افزایش می‌یابد (Ottaviano, ۲۰۱۰; Baldwin & Martin, ۲۰۰۳).

حتی اگر افزایش جمعیت نتواند صرفه‌جویی ناشی از مقیاس ایجاد کند، افزایش چگالی جمعیت با فرض ثابت بودن صرفه‌جویی ناشی از مقیاس، موجب کاهش حیطه نفوذ بنگاه می‌شود که با کاهش حیطه نفوذ بنگاه، شمار بنگاه‌ها در منطقه افزایش می‌یابد (صباغ کرمانی، ۱۳۸۰). زمانی که بنگاه‌های مشابه مجاور همدیگر مستقر شوند و سبب تمرکز یک صنعت در یک منطقه گردند، سرریزهای دانش و تکنولوژی در میان آنها افزایش می‌یابد و موجب افزایش سطح فناوری در منطقه می‌شوند (هریس و اونایداس، ۲۰۰۰).

۱-۲. مبانی نظری تأثیرمتغیر چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه

با تمرکز بر تحلیل‌های منطقه‌ای این امکان به‌دست می‌آید که مناطقی با چگالی جمعیت بالا که عموماً تجمیع‌های شهری‌اند، شبکه‌های اجتماعی متراکم و نهادهایی داشته باشند که فضایی برای مبادله اطلاعات، ایده‌ها و در نتیجه فعال‌سازی نوآوری و پیشرفت فنی فراهم سازند و امکان تخصصی شدن آن را افزایش دهند (Martin & et al, ۲۰۰۹, p. ۱۹)؛ بدین ترتیب، این‌گونه مناطق موجب افزایش بهره‌وری نیروی کار و نیز افزایش تقاضا برای ابداعات و رشد منطقه می‌شوند (Ciccone & Hall, ۱۹۹۶).

کارلینو، کاتاجری و هانت (۲۰۰۷) در مقاله‌ای با عنوان «چگالی شهری و نرخ ابداعات» دریافت‌اند که با دو برابر شدن چگالی اشتغال، شدت حق ثبت اختراع (حق ثبت اختراع سرانه) بیست درصد افزایش می‌یابد.

کیکونی و هال (۱۹۹۶) نشان دادند که چگالی می‌تواند بازدهی فزاینده‌ای در تولید و در نتیجه تنوع بیشتر محصولات واسطه‌ای در دسترس، در نواحی با چگالی بالا ایجاد کند. به گونه‌ای که با دو برابر شدن چگالی اشتغال، متوسط بهره‌وری نیروی کار تقریباً شش درصد افزایش می‌یابد.

همچنین تراکم فراوان جمعیت هزینه سرانه ثابت ایجاد زیرساخت‌های لازم برای پیشرفت تکنولوژی را کاهش می‌دهد. همه این آثار موجب ترغیب خلق و انتشار تکنولوژی‌های جدید می‌شود (کلاسن و نستمن، ۲۰۰۶). این دیدگاه با بحث‌های بوسراپ (۱۹۸۱)، کوزنتس (۱۹۶۰)، آقیون و هوات (۱۹۹۲)، گروسمن و هلمپن (۱۹۹۱) و بکر (۱۹۹۹) سازگار است که همگی به‌طور مستقیم و ضمنی بر اهمیت چگالی جمعیت بر رشد تکنولوژی تأکید دارند. بوسراپ معتقد است که نیاز به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی جدید در منطقه‌ای که چگالی جمعیت بالاتری دارد، بیشتر است. افزایش بازدهی ابداعات در مناطق با چگالی بالا عدم مزیت کمبود به‌طور مطلق مخترعان را جبران می‌کند (Boserup, ۱۹۸۱). چگالی جمعیت نه تنها موجب انتشار تکنولوژی می‌شود، بلکه نیاز و توانایی استفاده از تکنولوژی جدید را نیز ایجاد می‌کند؛ زیرا چگالی جمعیت ویژه‌ای برای ایجاد تقاضای تغییرات تکنولوژی لازم است که بازار محلی لازم را برای آن به‌وجود آورد. این چگالی جمعیت تغییر تکنولوژی را بخصوص در کشورهای با سطح تکنولوژی پایین تقویت می‌کند (Klasen & Nestmann, ۲۰۰۶).

سیمون و گلاور (۱۹۷۵) یک تئوری پایه‌ای درباره اثر چگالی جمعیت بر رشد زیرساخت‌ها در یک منطقه ارائه دادند. آنان بیان کردند که اگر منافع سرانه حاصل از سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، صرف‌نظر از میزان چگالی جمعیت، با دیگر سرمایه‌گذاری‌های مشابه باشد و هزینه سرانه سرمایه‌گذاری با افزایش افراد به دلیل صرفه‌جویی ناشی از مقیاس کاهش یابد، نسبت هزینه به منفعت یک سرمایه‌گذاری با افزایش چگالی جمعیت کاهش می‌یابد؛ بنابراین با افزایش چگالی جمعیت، نسبت هزینه به منفعت در ارائه زیرساخت‌ها به‌ویژه حداقل به اندازه سرمایه‌گذاری در دیگر منابع مشابه خواهد بود؛ از این رو، با افزایش چگالی جمعیت زیرساخت‌ها (در حمل‌ونقل و ارتباطات) رشد می‌یابد و سبب ترغیب خلق و انتشار تکنولوژی‌های جدید می‌شود.

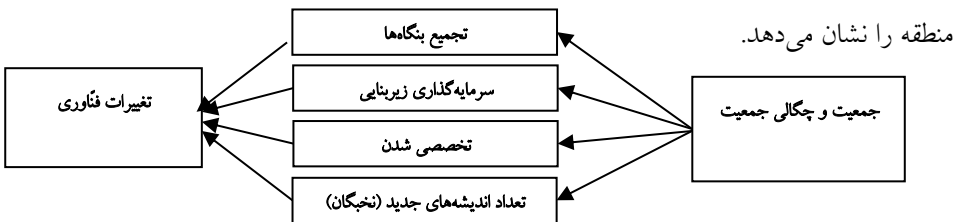
همچنین چگالی جمعیت بازدهی سرمایه‌گذاری در کالاهای عمومی، مانند برق و دیگر زیرساخت‌ها را افزایش می‌دهد (Simon, ۱۹۷۷; Frederiksen, ۱۹۸۱) و این سرمایه‌گذاری می‌تواند به‌مثابه کاتالیزوری برای نرخ تغییر تکنولوژی باشد. یک‌بار که زیرساخت‌ها ساخته شود، تأثیر چگالی جمعیت فقط بر فرایند نشر متمرکز می‌شود و کمتر بر تقاضای عوامل و زیرساخت اصلی که برای

سرریزهای تکنولوژی کارآمد لازم است؛ این موضوع می‌تواند موجب بازدهی نهایی کاهش چگالی جمعیت شود.

در فرهنگ جغرافیای اقتصادی جدید، به آثار جمعیت و چگالی آن بر منطقه، اثر بازار خانگی (ترغیب بنگاه‌ها به مناطق با جمعیت و چگالی بالا) و اثر نوآوری (تأثیر بر نوآوری منطقه) می‌گویند. افزایش چگالی جمعیت اثر دیگری نیز دارد که به نام اثر ازدحام معروف است. این چگالی بیش از اندازه سبب افزایش هزینه حمل‌ونقل و تولید منطقه و گزینش اطلاعات صحیح می‌شود. به‌طور خلاصه، این دو اثر با عنوان فرضیه ویلیامسون در زیر مطرح شده است.

فرضیه ویلیامسون (۱۹۶۵) که در چارچوب توسعه اقتصادی مطرح است در مدل‌های شهری و منطقه‌ای نیز وارد شده است. براساس این فرضیه، درجه بالای تمرکز فضایی یا شهری (جمعیت) در مراحل اولیه توسعه اقتصادی مفید و لازم است. با تمرکز جمعیت، تمرکز فضایی صنایع ایجاد می‌شود و تمرکز صنایع، زیرساخت‌های اقتصادی از جمله سرمایه‌گذاری‌های زیربنایی فیزیکی (در حمل‌ونقل و ارتباطات) و منابع مدیریتی ایجاد می‌کند که باعث افزایش سرریز اطلاعات و انباشت دانش در اقتصاد می‌شود. در نهایت با گسترش توسعه منطقه تمرکززدایی به دو دلیل رخ خواهد داد. نخست منطقه اقدام به پراکنده کردن زیرساخت‌های اقتصادی و منابع اطلاعاتی به مناطق دیگر می‌کند و دیگر اینکه مناطق با تمرکز بالای اولیه به مناطق پرآزدحام و پرهزینه تبدیل می‌شوند و کارایی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در آنها کاهش می‌یابد. تمرکززدایی با انتقال صنایع از مناطق مرکز به مناطق پیرامون که در آنها هزینه دستمزد و زمین کمتر است، می‌گردد (فرهمند، ۱۳۸۶). البته آنچه باید کانون توجه قرار گیرد این است که دلیل اصلی ایجاد آثار ازدحام در مناطق با جمعیت و چگالی جمعیت بالا، خود جمعیت نیست، بلکه مدیریت اقتصاد است. به گفته بکر «... مانع اصلی پیشرفت اقتصادی، رشد جمعیت نبوده، بلکه سیاست‌های بد اقتصادی است...؛ اگرچه رشد جمعیت آثار جانبی منفی نظیر افزایش ازدحام، جرم و جنایت، بخصوص در مراکز شهری را دارد، ولی انسان‌ها برای هزاران سال است که به سمت مراکز پرجمعیت شهری در حرکت‌اند و این مسئله نشان می‌دهد که آثار مثبت جمعیت از آثار منفی آن بیشتر است» (بکر، ۲۰۰۵).

شکل (۱) به‌طور خلاصه مسیرهای اثرگذاری متغیر جمعیت و چگالی جمعیت بر رشد



شکل (۱): مسیرهای اثرگذاری جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری منطقه

منبع: یافته‌های پژوهش

۲- تحقیقات انجام شده

فردریکسون (۱۹۸۱) در مطالعه‌ای با عنوان «شواهدی بر ارتباط میان چگالی جمعیت و زیرساخت‌ها: برق‌رسانی در فیلیپین» به بررسی تأثیر دو متغیر چگالی جمعیت و رشد درآمد سرانه استان‌ها بر میزان برق‌رسانی در استان‌های فیلیپین پرداخت. وی در این مطالعه به پیروی از سیمون و گلاور علیت را از چگالی جمعیت به سمت میزان برق‌رسانی در نظر گرفته است. نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر مثبت چگالی جمعیت بر برق‌رسانی در استان‌های فیلیپین بوده است.

لندن و آندرسون (۱۹۸۵) در مطالعه‌ای با عنوان «چگالی جمعیت، نخبگان و توزیع امکانات زیرساختی در تایلند»، عوامل مؤثر بر توزیع زیرساخت‌ها در استان‌های تایلند را به دو دسته عوامل اقتصادی - سیاسی و اقتصادی - جمعیت‌شناسی تقسیم می‌کند. ایشان در این مقاله عوامل اقتصادی - جمعیت‌شناسی را چگالی جمعیت معرفی کردند و درآمد سرانه هر استان و شاخص شهرنشینی (درصد افرادی که در یک استان ساکن شهرها هستند) را متغیر مجازی استقرار در منطقه مرکز در نظر گرفتند و متغیرهای سیاسی - اقتصادی را نخبگان موجود در جامعه، اختلافات نژادی معرفی کردند.

یافته‌های نوشتار پیش‌رو نشان می‌دهد که متغیرهای اقتصادی - جمعیت‌شناسی که شامل چگالی جمعیت، درآمد سرانه استانی، شاخص شهرنشینی و متغیر مجازی دامی مستقر در مناطق مرکز بر زیرساخت‌ها اثر مثبت دارد، که این نتیجه با مطالعه فردریکسون (۱۹۸۱) سازگار است. متغیرهای سیاسی - اقتصادی که شامل نخبگان می‌شود نیز اثری مثبت بر همه زیرساخت‌ها دارد.

کرمر (۱۹۹۳) در مقاله‌ای با عنوان رشد جمعیت و تغییرات تکنولوژی بر مبنای دو فرض اساسی استوار است؛ نخست، تکنولوژی کالایی عمومی است و دیگر اینکه مرتبط با مقاله مشهور مالتوس است؛ وی بر آن بود که جمعیت با تصاعد هندسی و تولید غذا با تصاعد حسابی رشد می‌کند؛ بدین ترتیب، بحران امرار معاش ایجاد می‌شود و مرگ ناشی از قحطی، گریبان‌گیر جمعیت فراوانی می‌شود و پس از آن نرخ رشد جمعیت و تولید غذا به تعادل می‌رسند؛ بنابراین با تولید غذا (یعنی پیشرفت تکنولوژی) می‌توان مدلی را برای تغییرات فناوری و رشد جمعیت عرضه کرد. نتایج این

تحقیق بیانگر آن است که نرخ رشد تکنولوژی نسبتی از کل جمعیت و نرخ رشد جمعیت سهمی از اندازه جمعیت است.

کلاس و نستمن (۲۰۰۶) در مقاله‌ای با عنوان «جمعیت، چگالی جمعیت و تغییر تکنولوژی با بسط مدل کرم» نشان دادند که افزون بر جمعیت، چگالی جمعیت نیز عامل مؤثر بر تغییر تکنولوژی است. کارلینو، چاترجی و هانت (۲۰۰۷) در مقاله‌ای با عنوان «چگالی شهری و نرخ ابداعات» نشان دادند که چگالی حق ثبت اختراع (نرخ ابداعات سرانه) به‌طور مثبت با چگالی اشتغال (تعداد شغل‌ها در هر مایل) ارتباط دارد، به‌گونه‌ای که چنانچه همه‌چیز در دو شهر یکسان باشد، ولی اشتغال در یک شهر دو برابر شهر دیگر باشد، در آن صورت بیست درصد چگالی حق ثبت اختراع در آن شهر بیشتر خواهد شد. چگالی حق ثبت اختراع در یک شهر با چگالی اشتغال ۲۲۰۰ شغل در هر مایل حداکثر است.

۳. الگوی نظری تحقیق

کرم (۱۹۹۳) در مقاله‌ای با عنوان «رشد جمعیت و تغییرات تکنولوژی» به ارائه مدلی برای تغییرات تکنولوژی پرداخت که در آن جمعیت، عامل مؤثر بر تغییرات فناوری است. نسخه ساده مدل کرم بر دو فرض اساسی استوار است؛ نخستین فرض از این ایده گرفته شده که تکنولوژی یک کالای عمومی است که ویژگی رقابت‌ناپذیر - چنانچه رومر (۱۹۹۰) به آن اشاره دارد که ایده‌ها حداقل یک نهاد برای فعالیت تحقیقات آینده است - و استثناپذیری دارند. همچنین کرم در نسخه ساده خود، فرض می‌کند که بهره‌وری تحقیقات هر فرد مستقل از اندازه جمعیت است؛ بنابراین مخترعان بیشتری در جمعیت‌های بزرگتر هستند که این فرض همراه با ویژگی کالای عمومی بودن تکنولوژی، موجب می‌شود که جمعیت بیشتر نرخ رشد بالاتری از تکنولوژی ارائه کنند.

فرض دوم مقاله کرم مرتبط با مقاله مشهور توماس مالتوس (۱۷۹۸) است که پیش‌تر بدان پرداختیم. ترکیب این فرضیه‌ها که جمعیت بزرگتر تغییرات تکنولوژی را تقویت می‌کند با دیدگاه مالتوس که تکنولوژی جمعیت را تعیین می‌کند، منجر به این پیش‌بینی می‌شود که نرخ رشد جمعیت سهمی از اندازه جمعیت است.

در مدل کرم (۱۹۹۳) محصول « Y » توسط یک فرایند تولید کاب داگلاس تولید شده است. زمین « ef » و جمعیت « Z » به‌عنوان نهاده‌ها استفاده شده‌اند. سطح محصول همچنین وابسته به سطح تکنولوژی جاری « A » است.

$$Y = Az^\alpha e^{1-\alpha} \quad (۱)$$

بعد از نرمال کردن « e » به یک و تقسیم دو طرف تساوی بر « Z »، می‌توان محصول سرانه « y » را به دست آورد:

$$y = Az^{\alpha-1} \quad (\text{الف})$$

براساس دیدگاه مالتوس (۱۷۹۸)، درآمد سرانه نمی‌تواند بیش از سطح معاش باشد. در اوضاع اقتصادی خوب، مرگ‌ومیر کاهش می‌یابد و بچه‌های بیشتری به دنیا می‌آیند؛ بنابراین افزایش در محصول منجر به افزایش تولید سرانه نخواهد شد، ولی افزایش اندازه جمعیت را دربر خواهد داشت. در این مدل، کرمر فرض می‌کند که فرایند تعدیل جمعیت نسبت به اوضاع اقتصادی آنی رخ می‌دهد؛ بنابراین درآمد سرانه فرض شده است که مقدار ثابت « \bar{y} » است.

معادله (۱ الف) می‌تواند برای سطح تعادل اندازه جمعیت حل شود:

$$z = \left(\frac{\bar{y}}{A} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (۲)$$

معادله (۳) نشان می‌دهد که اختراع جدید وابسته به اندازه جمعیت و بهره‌وری هر فرد در تحقیقات مشابه است؛ بنابراین سطح جمعیت بالاتر، نرخ رشد تکنولوژی بالاتری خواهد داشت.

$$\frac{\dot{A}}{A} = z * r \quad (۳)$$

که $\frac{\dot{A}}{A}$ نرخ رشد تکنولوژی و « r » بهره‌وری تحقیقات هر فرد است و « Z » اندازه جمعیت است (کرمر، ۱۹۹۳).

این نسخه از مدل کرمر، بر مبنای یک‌سری فرضیات محدودکننده استوار شده است؛ بنابراین کرمر (۱۹۹۳) برخی آنها را کنار گذاشت و مدلی تعمیم‌یافته ارائه کرد. کرمر در گام نخست، بهره‌وری تحقیقات « r » را وابسته به درآمد، یعنی تابعی از درآمد در نظر گرفت؛ به‌ویژه آنکه درآمد بالاتر ممکن است بهره‌وری تحقیقات هر فرد را افزایش دهد. با این گسترش، توضیح اینکه چرا برخی کشورهای با جمعیت بالا، مانند چین و هند به‌طور نسبی سطح تکنولوژی پایینی دارند، ممکن می‌شود؛ دوم، کرمر، دیدگاه جونز (۱۹۹۲، ۱۹۹۵) را در نظر گرفت که براساس آن ارتباطی خطی میان نرخ رشد تکنولوژی و سطح آن وجود دارد؛ سوم، وی این فرضیه که بهره‌وری تحقیقات مستقل از اندازه جمعیت است را کنار گذاشت. وی معادله تحقیقات (۳ الف) را که شامل متغیر « Z » با توان و سطح جمعیت است، فرمول‌بندی کرده است. این مطلب در نتیجه این واقعیت که بهره‌وری تحقیقات با جمعیت افزایش

می‌یابد در بیان کوزنتس (۱۹۶۰)، گروسمن و هلپمن (۱۹۹۱) یا آقیون و هویت (۱۹۹۲) مطرح شده بود؛ بنابراین معادله تغییرات تکنولوژی به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\frac{\dot{A}}{A} = r * z^{\nu} * A^{\rho-1} \quad (۳ \text{ الف})$$

در فرایند تغییر فناوری درون‌زا، که توسط معادله (۳ الف) ارائه شده است، ممکن است چگالی جمعیت نیز مهم باشد؛ برای نمونه، یک کشور (منطقه) با جمعیت بزرگتر ممکن است نسبت به یک کشور (منطقه) با اندازه متوسط، نرخ رشد تکنولوژی بالاتری نداشته باشد، زیرا چگالی جمعیت در کشور (منطقه) دوم در مقایسه با کشور (منطقه) نخست بزرگتر است. این موضوع می‌تواند درست باشد؛ زیرا نیاز به ابداعات جدید از دیدگاه بوسراپ (۱۹۸۱) در کشور (منطقه) دوم بالاتر است؛ چراکه جبران عدم مزیت داشتن به طور مطلق نوآوران است (Klasen & Nestmann, ۲۰۰۶).

همچنین براساس دیدگاه کوزنتس (۱۹۶۰)، بکر و همکاران (۱۹۹۹) و کولاف و ساچز (۱۹۹۸) سرعت ارتباطات، نشر دانش و تنوع نیروی کار در کشور (منطقه) دوم بیشتر است که این موضوع می‌تواند منجر به سرعت بیشتر پیشرفت تکنولوژیک در مقایسه با کشور (منطقه) با جمعیت بیشتر شود یا چگالی جمعیت بالاتر اندازه بازار مؤثر را افزایش می‌دهد و بازدهی ابداعات را ایجاد می‌کند. این موضوع نه تنها از نظر تئوریک اثبات شده است، بلکه از نظر تحقیقات تجربی نیز نشان داده می‌شود؛ برای نمونه، به آثار کولاف و ساچز (۱۹۹۸)، بلوم و همکاران (۱۹۹۹) و نستمن (۲۰۰۰) مراجعه کنید.

در همین باره، کلاسن و نستمن (۲۰۰۶) در مقاله‌ای با عنوان «جمعیت، چگالی جمعیت و تغییر تکنولوژی» با بسط مدل کرمر نشان دادند که افزون بر جمعیت، چگالی جمعیت نیز عاملی مؤثر در تغییر تکنولوژی است. ایشان در این مقاله استدلال می‌کنند که چگالی جمعیت ارتباطات و مبادله را تسهیل می‌سازند، اندازه بازارها را گسترش و امکان تخصصی شدن را افزایش می‌دهد؛ موجب افزایش تقاضا برای ابداعات می‌شود و همه این عوامل، خلق و انتشار تکنولوژی‌های جدید را ترغیب می‌کند. این دو برای نشان دادن تأثیر چگالی جمعیت بر تغییرات تکنولوژیکی، از تابع تولید زیر استفاده کردند که در آن تولید وابسته به پارامتر تکنولوژی « A »، جمعیت « Z » و زمین « e » است. در این مدل به عکس مدل کرمر متغیر زمین به یک نرمالایز نشده است.

$$Y = Az^{\alpha} e^{1-\alpha} \quad (۴)$$

بعد از تقسیم معادله بالا به جمعیت و مرتب کردن عبارت‌ها تابع تولید سرانه به دست می‌آید که وابسته به چگالی جمعیت است و به صورت زیر بیان می‌شود:

$$y = A \left(\frac{Z}{e} \right)^{\alpha-1} \quad (5)$$

این معادله را می‌توان بدین شکل تفسیر کرد که چنانچه افراد بیشتری بر یک قطعه زمین ثابت کار کنند، بهره‌وری نهایی هر نفر کاهش خواهد یافت و به عکس. در این مدل نیز مانند مدل کرم‌ر فرض می‌شود که جمعیت بی‌درنگ با شرایط اقتصادی تعدیل شود. چگالی جمعیت تعادلی به صورت زیر دارد:

$$\frac{Z}{e} = \left(\frac{\bar{y}}{A} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (6)$$

در این مدل نرخ رشد تکنولوژی $\left(\frac{\dot{A}}{A} \right)$ بستگی به بهره‌وری تحقیق هر فرد « Z »، اندازه جمعیت « Z »، سطح تکنولوژی « A » و متغیر اضافی چگالی جمعیت « d » دارد که به صورت زیر مشاهده شدنی است:

$$\frac{\dot{A}}{A} = rz^\psi d^\beta A^{\phi-1} \quad (7)$$

در معادله بالا $1 > \beta > 0$ فرض شده است. تأثیر چگالی جمعیت بر تغییر تکنولوژی بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس را عرضه می‌کند که اثر آن مثبت است؛ اما در طول زمان کاهش می‌یابد. معادله (۷) نشان می‌دهد که افزون بر جمعیت، چگالی جمعیت نیز بر نرخ رشد تکنولوژی مؤثر است.

۴. طراحی الگوی سنجی برای تحلیل اثر متغیرهای جمعیت و چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری

برای بررسی اثر متغیر چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری، از الگوی کلاسن و نستمن (۲۰۰۶) استفاده شده است (معادله ۷).

$$A_{it} = f(d, a_{it-1}, pop, pro) \quad (8)$$

بر اساس رابطه فوق، تغییرات فناوری $\left(A_{i,t} = Ln \left(\frac{a_{it}}{a_{it-1}} \right) \right)$ تابعی از چگالی جمعیت « d »، جمعیت

pop ، سطح دانش منطقه a_{it-1} ، بهره‌وری محققان منطقه pro است. در معادله (۵) به پیروی از کوستا و آیزری (۲۰۰۱) فرض می‌شود که فناوری، دانش فنی است که سرمایه انسانی (نیروی کار ماهر) عامل اصلی ایجادکننده آن است؛ بنابراین در این پژوهش سرمایه انسانی پراکسی برای فناوری در یک منطقه در نظر گرفته می‌شود و فناوری دوره قبل منطقه نیز به عنوان سطح دانش موجود در منطقه در نظر

گرفته شده است، معناداری متغیر سطح فناوری دوره قبل بیان می کند که تولید فناوری و ابداعات وابسته به ذخیره دانش گذشته است. علامت این متغیر می تواند منفی یا مثبت باشد، علامت منفی برای ضریب این متغیر حاکی از آن است که در مناطق هرچه ذخیره دانش بالاتر باشد کشف دانش در طول زمان دشوارتر است و علامت مثبت آن به این معناست که در مناطق هرچه ذخیره دانش بالاتر باشد کشف دانش در طول زمان راحت تر است.

با توجه به مباحث بالا الگوی سنجی برای تحلیل تأثیر چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری به صورت زیر است:

$$\ln(A_{i,t}) = [\ln(a_{i,t}) - \ln(a_{i,t-1})] = \beta_1 \ln(a_{i,t-1}) + \beta_2 d_{i,t} + \beta_3 \ln(pop_{i,t}) + \beta_4 \ln(pro_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

که $\varepsilon_{i,t}$ خطای تصادفی است. با استفاده از معادله (۸)، معادله پویای زیر به دست می آید:

$$\ln(a_{i,t}) = \xi_1 \ln(a_{i,t-1}) + \beta_2 d_{i,t} + \beta_3 \ln(pop_{i,t}) + \beta_4 \ln(pro_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

هنگامی که در مدل داده های تلفیقی، متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر می شود، دیگر برآوردهای (OLS) سازگار نیست (هیشائو، آرلانو و باند و بالتاجی، ۱۹۹۵) و باید به روش های برآورد دو مرحله ای (۲۰۰۰) / اندرسون و هشیائو یا گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) / آرلانو و باند (۱۹۹۱) متوسل شد. ماتياس و سوستر بیان می کنند که برآورد (۲۰۰۰) ممکن است به سبب مشکل در انتخاب ابزارها، واریانس های بزرگ برای ضرایب مشکلاتی به وجود آورد و برآوردها از لحاظ آماری معنادار نباشد؛ بنابراین روش (GMM) توسط آرلانو و باند برای حل این مشکل پیشنهاد شده است. این تخمین زن با کاهش تورش نمونه، پایداری تخمین را افزایش می دهد و ضمن اینکه به واسطه انتخاب صحیح و با اعمالی یک ماتریس وزنی می تواند برای شرایط ناهمسانی واریانس و نیز خودهمبستگی ناشناخته، برآوردکننده قدرتمندی شمرده شود.

با توجه به این مباحث، در این مقاله معادله (۷) توسط روش (GMM) برای ۲۸ استان ایران طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ برآورد گردیده است.

اطلاعات و آمار استفاده شده در این پژوهش از آمار حساب های منطقه ای از سایت مرکز آمار ایران گردآوری شده است. برای محاسبه چگالی جمعیت - جمعیت هر استان تقسیم بر مساحت هر استان - از اطلاعات حساب های منطقه ای مرکز آمار ایران استفاده شده است. برای ساختن شاخص سرمایه انسانی هر استان - این شاخص به عنوان میزان ذخیره دانش هر استان در نظر گرفته شده است - از

میزان سطوح تحصیلات نیروی کار در استان‌های مختلف استفاده شده است؛ به طوری که نیروی کار موجود در هر استان بر حسب سطح تحصیلات به پنج دسته تقسیم شد که به هر یک وزن‌های یک تا پنج داده شد؛ بدین ترتیب، میزان ارزش سرمایه انسانی برای استان‌ها در سال‌های مختلف اندازه‌گیری شود. امتیازدهی این پنج‌بخش به این صورت بوده است که مقاطع سوادآموزی و ابتدایی امتیاز یک، مقطع راهنمایی امتیاز دو، دوره متوسطه امتیاز سه، پیش‌دانشگاهی امتیاز چهار و تحصیلات عالی امتیاز پنج گرفتند و عدد به دست آمده بر جمعیت کل استان تقسیم شد؛ بدین ترتیب، میزان سرمایه انسانی سرانه هر استان به دست می‌آید.

برای محاسبه بهره‌وری محققان در هر استان از آمار سرشماری کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه کشور که در سایت مرکز آمار ایران ارائه می‌شود استفاده شده است.

۱-۴. برآورد مدل

روش برآورد در این تحقیق، روش داده‌های تابلویی پویاست. پیش از برآورد مدل، لازم است که مانایی متغیرها بررسی شوند. برای بررسی مانایی داده‌های پانل می‌توان از آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولی تعمیم‌یافته (ADF)، لوین، لین و چو (LLC)، دیکی فولر تعمیم‌یافته فیشر (ADFF) و فیلیپس، پرون، فیشر (FPF)، ایم پسران شین (IPS) و بریتانگ و هادری و... استفاده کرد. اما در این مقاله به سبب کوتاه بودن بعد زمانی داده‌های پانل، نتایج آزمون ریشه واحد معتبر نیست (Baltagi, ۲۰۰۵, p. ۲۴۱, ۲۴۳, ۲۴۷)؛ بنابراین نیازی به آزمون ریشه واحد نبود.

نتایج برآورد مدل فناوری (۷) در جدول (۱) ارائه شده است. در تخمین این مدل برای بررسی معتبر بودن ماتریس ابزارها از آزمون سارگان استفاده شده است. در این آزمون فرضیه صفر حاکی از عدم هم‌بستگی ابزارها با اجزای اخلال است. مقدار احتمال آماره آزمون سارگان در هر دو مدل به ترتیب برابر با یک است؛ بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم هم‌بستگی ابزارها با اجزای اخلال را نمی‌توان رد کرد و می‌توان چنین نتیجه گرفت که ابزارهای استفاده شده برای تخمین اعتبار لازم را دارند.

در مدل فناوری، چهار متغیر، لگاریتم چگالی جمعیت (Ld)، لگاریتم جمعیت (Lpop)، لگاریتم سطح دانش منطقه (La(t-1))، لگاریتم بهره‌وری محققان در استان‌های مختلف (Lpro(t-1)) بر فناوری مؤثرند. براساس جدول (۱) متغیر لگاریتم جمعیت و چگالی جمعیت اثر مثبت بر فناوری منطقه و از نظر آماری به ترتیب در سطح هفت درصد و پنج درصد اهمیت معنادار هستند. ضریب این متغیرها نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد جمعیت، فناوری منطقه ۰/۸ درصد و با افزایش

یک درصدی چگالی جمعیت ۹۸ درصد فناوری تغییر می‌یابد. علامت این متغیرها مطابق با پیش‌بینی‌های تئوریک است.

بدین صورت که اندازه جمعیت بزرگتر، نوآوران بیشتری ایجاد می‌کند؛ همچنین با فرض ثابت بودن اندازه زمین، چگالی جمعیت بیشتری ایجاد می‌کند و چگالی جمعیت نیز ارتباطات و مبادله را تسهیل می‌سازد، اندازه بازارها را گسترش و امکان تخصصی شدن را افزایش می‌دهد و موجب افزایش تقاضا برای ابداعات می‌شود و همه این عوامل خلق و انتشار تکنولوژی‌های جدید را ترغیب می‌کند؛ بنابراین جمعیت و چگالی جمعیت هر دو توسعه تکنولوژی را تقویت می‌کنند.

متغیر سطح دانش موجود در منطقه که اثری مثبت و معنادار بر تغییرات فناوری دارد، بیان می‌کند که تولید فناوری و ابداعات وابسته به ذخیره دانش گذشته است و علامت مثبت آن به این معناست که در مناطق هرچه ذخیره دانش بالاتر باشد کشف دانش در طول زمان راحت‌تر است.

متغیر بهره‌وری نیروی کار دوره قبل در هر منطقه اثری مثبت بر تغییرات فناوری منطقه در دوره جاری است و از نظر آماری در سطح پنج درصد اهمیت معنادار است. بدین صورت که هرچه بهره‌وری محققان در دوره قبل بیشتر باشد، باعث افزایش بیشتر تغییرات فناوری خواهند شد.

جدول (۱): نتایج برآورد مدل تغییرات فناوری برای ۲۸ استان ایران طی دوره (۱۳۸۰-۱۳۸۸) به روش (GMM)

متغیرها	مدل I
C	۰/۶۱۵
	۱/۶۱ (۰/۱۰۸)
La(t-1)	۰/۱۹۷
	۷/۸۷ (۰/۰۰۰)
LPOP	۰/۰۰۸
	۱/۸۷ (۰/۰۷۶)
Ld	۰/۹۸۹
	۱۰/۴۴ (۰/۰۰۰)
Lpro(t-1)	۰/۱۴۸
	۱۶/۲۱ (۰/۰۰۰)
آزمون سارگان	۲۵/۵۹
	۱/۰۰۰
والد	۳۷/۵۱

مقادیر ردیف اول هر متغیر، ضریب متغیر در مدل، و مقادیر ردیف دوم مقدار آمارة F و مقادیر داخل پرانتز مقدار احتمال است.

تعداد مشاهدات = ۱۶۸

منبع: محاسبات پژوهش.

جمع بندی

در این مقاله، نخست مبانی نظری اثرگذاری متغیر جمعیت و سپس متغیر چگالی جمعیت بر تغییرات فناوری بررسی شد سپس الگوی کلاسن و نستمن (۲۰۰۶) که بسط الگوی کرممر (۱۹۹۳) است مطرح

شد و بر مبنای الگوی کلاسن و نستمن الگوی اقتصادسنجی طراحی گردید که در آن دو متغیر جمعیت و چگالی جمعیت متغیرهای اثرگذار بر تغییرات فناوری‌اند. سپس الگوی طراحی شده، برآورد گردید که نتایج حاصل از برآورد الگوی اقتصادسنجی در استان‌های ایران در جدول (۱) نمایش داده شد. براساس مباحث تئوریک و همچنین نتایج برآورد الگوی سنجی، افزایش جمعیت و چگالی جمعیت هر دو سبب افزایش تغییرات فناوری می‌شود؛ بنابراین به کشورها برای رهاشدن از دام *مالتوس* کمک می‌کند. به بیان فلیس «...فکر کنم به‌سختی بتوان تصور کرد که امروزه چقدر بدبخت بودیم اگر رشد سریع جمعیت در گذشته را که تکنولوژی‌های بی‌شمار امروزمان را مدیون آن هستیم وجود نداشت» (دلالی و اسماعیلی، ۱۳۸۶، به نقل از فلیس، ۱۹۶۶).

اما باید توجه داشت که حتی با اینکه *مالتوس* بعدها بسیاری از عقاید خود را تعدیل و اصلاح کرد، امروزه هنوز بسیاری از سیاست‌گذاران و حتی اقتصاددانان بر نخستین نظریات او تأکید دارند. در نقد دیدگاه *مالتوس* و بسیاری از اقتصاددانان همین بس که او فقر و رنج توده مردم را ناشی از قوانین طبیعی و رشد جمعیت می‌پنداشت، نه از بی‌عدالتی اجتماعی یا نبود و کمبود نهادهای اصلاح‌گرایانه در درون جوامع مختلف. بنابراین با توجه به مبانی نظری و نتایج برآوردها در این مقاله، توصیه می‌شود که سیاست‌مداران و سیاست‌گذاران در ایران نباید با پنداری بدبینانه به اندازه جمعیت با فراموش کردن یا کنار گذاشتن مشکلات اصلی، منابع را در جایی صرف کنند (کنترل جمعیت) که موفقیت در صرف آن نتیجه‌ای جز ایجاد مشکلات بسیار مهم‌تر در آینده برای جامعه نخواهد داشت.

منابع

- او سولیوان، آرتور (۱۳۸۶)، *مباحثی در اقتصاد شهری*، ترجمه جعفر قادری و علی قادری، تهران، نور علم.
- جونز، چارلز آی. جونز (۱۳۷۹)، *مقدمه‌ای بر رشد اقتصادی*، ترجمه حمید سهرابی و غلامرضا گرایبی نژاد، تهران، سازمان مدیریت و برنامه ریزی.
- دلایلی اصفهانی، رحیم و رضا اسماعیل‌زاده، «نگرشی نو بر ایده‌های جمعیتی (بازبینی اندیشه‌های مالتوس، کینز و بکر)» (بهار و تابستان ۱۳۸۶)، *علوم اجتماعی*، ش ۱، ص ۹۷-۱۲۰.
- دهقان شبانی، زهرا (۱۳۹۰)، *تحلیل منطقه‌ای رشد اقتصادی در ایران*، پایان‌نامه دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان.
- ساسان، عبدالحسین (۱۳۶۴)، *اقتصاد جایجایی (حمل و نقل) و بررسی راههای اصفهان*، تهران، جهاد دانشگاهی.
- صباغ کرمانی، مجید (۱۳۸۰)، *اقتصاد منطقه‌ای*، تهران، سمت.
- فرهمند، شکوفه (۱۳۸۶)، *تحلیل فضایی توسعه شهری در ایران (تعامل شهر و اقتصاد)*، پایان‌نامه دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان.
- مومنی، مهدی (۱۳۷۷)، *اصول و روش‌های برنامه ریزی ناحیه‌ای*، تهران، گویا.
- Aghion, P. and P. Howitt (1992), A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica*, 60, p. 323-52.
- Baltagi, B. (۱۹۹۵), *Econometric analysis of panel data*, Wiley. com.
- Baltagi, B. (۲۰۰۵), *Econometric analysis of panel data*, Wiley. com.
- Baldwin, R., R. Forslid, P. Martin, G. Ottaviano and Robert-Nicoud, (۲۰۰۳), *Economic Geography and Public Policy*, forthcoming, Princeton University Press.
- Baldwin, R. E., & Martin, P. (2004), "Agglomeration and regional growth", *Handbook of Regional and urban Economics*, ۴, p. ۲۶۷۱-۲۷۱۱.
- Beker, Gary and Richard Posner Blog.,(2005), Reteried, Dec. 10 from <http://www.becker-posner-blog.com>.
- Becker, G. S., Glaeser, E. L., & Murphy, K. M. (1999), "Population and economic growth", *The American Economic Review*, ۸۹(۲), p. ۱۴۵-۱۴۹.
- Boserup, E., & Boserup, E. (1981), *Population and technological change: A study of long-term trends* (p. 194). Chicago, University of Chicago Press.
- Carlino, G. A., Chatterjee, S., & Hunt, R. M. (2007), "Urban density and the rate of invention", *Journal of Urban Economics*, ۶۱(۳), p. ۳۸۹-۴۱۹.
- Ciccone, A. and R. Hall, (۱۹۹۶), "Productivity and the density of Economic Activity", *American Economic Review*, ۸۷, p. 54-70
- Conroy, H. V., & Demombynes, G. (2008), Density, Distance, and Division in Latin America and the Caribbean: Analysis with a Unified Local-Level Economic Welfare Map.
- Everett, A. H. (۱۸۲۳), *New ideas on population: with remarks on the theories of Malthus and Godwin*, John Miller.
- Frederiksen, P. C. (1981), "Further Evidence on the relationship between Population Density and Infrastructure: the Philippines and electrification", *Economic Development and cultural Change*, ۲۹(۴), p. ۷۴۹-۷۵۸.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1993), *Endogenous innovation in the theory of growth* (No. w4527), National Bureau of Economic Research.
- Harris, Richard (2008), *Models of Regional Growth: Past, Present and Future*, Center for Public Policy for Regions.

- Jones, C.I. (2002), "Sources of US Economic Growth in a World of Ideas", *American Economic Review*, 92 (March), p. ۲۲۰-۲۳۹.
- Kremer, M. (1993), "Population growth and technological change one million b. C. to 1990", *Quarterly Journal of Economics*, 108, p. 681-716.
- Keynes, John Mynard (1937), "Some Economic Consequences of a Declining Population", *Eugenics Review*, 29, p. 3-17.
- Klasen, S. and T. Nestmann (2006), "Population, Population Density and Technological Change", *Journal of Population Economics*, v. 19, n. 3, p. 611-626.
- Martin, P. and G. Ottaviano, (۱۹۹۹), "Growing locations: Industry location in a model of Endogenous growth", *European Economic Review* 43, p. 281-302.
- Martin, R., Finglaton, B and Garretsen (2009), *Analysis of the Main Factors of Regional Growth: An in-depth study of the best and worst performing European regions*, Cambridge Econometrics
- Martin, P. and G. Ottaviano (۲۰۰۱), "Growth and agglomeration", *International Economic Review*, ۴۲, p. ۹۴۷-۹۶۸.
- Nestmann, T. (2000), *Der Einfluss von Bevölkerungsdichte auf das Wirtschaftswachstum: Theorie und Empirie. MA Thesis, Department of Economics*, University of Munich.
- Ottaviano, JP. (2010), *Regional Convergence: The new Economic Geography Perspective, Final Open Conference COST A-17*, Prime Minister's Office, Helsinki
- Richardson, H.W. (1973), *Regional Growth Theory*, London, Macmillan.
- Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, p. 71-102.
- Todaro, M. P. (1995), *Population growth and Economic Development: Causes, Consequences, and Controversies*, In M.P. Todaro (Ed.), *Reflections on Economic Development: The selected essays of Michael P. Todaro*, Aldershot, Hants:Edward Elgar.
- Venables, P. and A. Patacchini (2006), "Spatial determinants of Productivity: Analysis for the Regions of Great Britain". *Regional Science and Urban Economics*, v. 36, p. 727-752.
- World Bank (2009), *World development Report: Reshaping economic geographic*, Washington DC press.

ld1 | .9896113 .0947659 10.44 0.000 .8038734 1.175349
 lpop | .0089252 .0050374 1.77 0.076 -.0009479 .0187983
 lpro |
 L1. | .1488632 .0091847 16.21 0.000 .1308616 .1668649
 | cons | .6157899 .382631 1.61 0.108 -.134153 1.365733

Warning: gmm two-step standard errors are biased; robust standard errors are recommended.

Instruments for differenced equation
 GMM-type: L(2/).lhum L(1/).ld1 L(1/).lpop
 L(2/).L.lpro

Standard: D.lpop D.ld1
 Instruments for level equation
 Standard: cons
 . estat sargan

Sargan test of overidentifying restrictions
 H0: overidentifying restrictions are valid
 chi2(59) = 23.59268
 Prob > chi2 = 1.0000

5.51986	12.1248 1	4.369147	14.8988 7	1387	اردبیل
5.533073	12.2908 8	4.383067	14.9127 9	1388	
5.16307		4.209424	13.9963 8	1380	
5.16307	10.8255 5	4.213696	14.0006 5	1381	
5.196838	10.6972 7	4.218247	14.0052	1382	
5.39771	10.5689 8	4.22304	14.0099 9	1383	
5.45361	10.9472 8	4.228126	14.0150 8	1384	
5.511718	11.3255 8	4.23407	14.0210 2	1385	
4.770346	11.7038 7	4.237354	14.0243 1	1386	
4.455045	12.0821 7	4.240638	14.0275 9	1387	
4.297285	12.4604 6	4.243922	14.0308 8	1388	
5.424994		3.680208	15.7849 5	1380	
5.479388	11.9064 8	3.694485	15.7992 2	1381	
5.442851	12.1340 3	3.708724	15.8134 6	1382	
5.474369	12.3615 9	3.722957	15.8276 9	1383	
5.238036	12.3061 6	3.737094	15.8418 3	1384	
5.200645	12.2507 3	3.751815	15.8565 5	1385	

xtabond lhum lpop ld1, lags(1) twostep pre(ld1 lpop)
 endog(lpro, lagstruct(1,
 >)) artests(2)

note: lpop dropped because of collinearity
 note: ld1 dropped because of collinearity
 Arellano-Bond dynamic panel-data estimation Number of
 obs = 168

Group variable: id Number of groups = 28

Time variable: yr

Obs per group: min = 6

avg = 6

max = 6

Number of instruments = 65 Wald chi2(5) = 376.51

Prob > chi2 = 0.0000

Two-step results

lhum | Coef. Std. Err. z P>|z| [95% Conf. Interval]

lhum	لگاریم سرمایہ انسائی	لگاریم بهره‌وری	لگاریم چگالی جمعیت	لگاریم جمعیت	سال	ستان
L1. .1976583 .0251243 7.87 0.000 .1484155 .246901	5.123369		4.329679	15.0584 4	1380	آذربایجان شرقی
	5.200705	11.4296 5	4.336976	15.0657 3	1381	
	5.212759	11.2669 1	4.344465	15.0732 2	1382	
	5.233779	11.1041 6	4.352136	15.0808 9	1383	
	5.387701	11.3125 1	4.359994	15.0887 5	1384	
	5.440567	11.5208 6	4.368645	15.0974	1385	
	5.19379	11.7292 1	4.375259	15.1040 2	1386	
	5.439383	11.9375 5	4.381874	15.1106 3	1387	
	5.341856	12.1459	4.388488	15.1172 5	1388	
	5.014627		4.272945	14.8026 6	1380	
	5.116795	10.4401 2	4.286168	14.8158 9	1381	
	5.055609	10.9503 2	4.299487	14.8292 1	1382	
	5.191845	11.4605 2	4.312881	14.8426	1383	
	5.095589	11.6265 9	4.326395	14.8561 2	1384	
	5.111781	11.7926 7	4.340612	14.8703 3	1385	
	5.493434	11.9587 4	4.355227	14.8849 5	1386	

5.697429	11.7505 1	6.546323	18.8227 4	1384	
5.703997	11.8417 9	6.570076	18.8464 9	1385	
5.758271	11.9330 7	6.58684	16.4292	1386	
5.712742	12.0243 6	6.603604	16.4459 6	1387	
5.712412	12.1156 4	6.620368	16.4627 2	1388	
5.205873		3.903373	15.0695 3	1380	
5.292802	11.3061 2	3.914484	15.0806 4	1381	
5.360353	11.1138 9	3.925782	15.0919 4	1382	
5.337057	10.9216 7	3.937224	15.1033 8	1383	
5.308763	11.1726 8	3.948906	15.1150 6	1384	چهارمحال و بختیاری
5.329341	11.4236 9	3.961373	15.1275 3	1385	
5.546349	11.6747	3.969896	13.6707 8	1386	
5.41343	11.9257 1	3.97842	13.6793	1387	
5.465948	12.1767 2	3.986944	13.6878 3	1388	
5.479388		3.290391	15.1893 7	1380	
5.442851	11.2944 9	3.305722	15.2047	1381	
5.474369	11.0389	3.321069	15.2200 5	1382	
5.238036	10.7833 1	3.33642	15.2354	1383	
5.238036	10.7182 7	3.351801	15.2507 8	1384	خراسان
5.189766	10.6532 3	3.367813	15.2667 9	1385	
5.297317	10.5881 9	3.38108	15.7805 5	1386	
5.354225	10.5231 5	3.394363	15.7938 3	1387	
5.343291	10.4581 1	3.407648	15.8071 2	1388	
5.419118		4.137413	14.4171 8	1380	خوزستان

5.511411	12.1953	3.765384	15.3462 4	1386	
5.44803	12.1398 7	3.778953	15.3598 1	1387	
5.506144	12.0844 4	3.792522	15.3733 8	1388	
5.270946		3.245588	15.0127 6	1380	
5.270946	10.3315 6	3.256005	15.0231 8	1381	
5.400874	10.8919 7	3.266586	15.0337 6	1382	
5.332719	11.4523 9	3.277307	15.0444 8	1383	
5.331752	11.5791	3.288207	15.0553 8	1384	ایلام
5.343913	11.7058	3.299869	15.0670 4	1385	
5.426711	11.8325 1	3.304151	13.2142 7	1386	
5.426711	11.9592 2	3.308433	13.2185 5	1387	
5.536547	12.0859 3	3.312715	13.2228 3	1388	
5.478971		3.579169	15.0666 8	1380	
5.478971	11.3716 1	3.595816	15.0833 3	1381	
5.529826	11.3506 2	3.612441	15.0999 6	1382	
5.443283	11.3296 4	3.62903	15.1165 5	1383	
5.467216	11.5228 9	3.645604	15.1331 2	1384	بوشهر
5.464865	11.7161 4	3.662761	15.1502 8	1385	
5.624739	11.9094	3.693392	13.7254	1386	
5.484797	12.1026 5	3.724023	13.7560 4	1387	
5.549854	12.2959	3.754654	13.7866 7	1388	
5.664591		6.449184	18.7256	1380	
5.678806	12.1516 7	6.474191	18.7506 1	1381	
5.741078	11.9054 5	6.498695	18.7751 1	1382	تهران
5.711751	11.6592 2	6.522776	18.7991 9	1383	

5.561066	11.9077 3	1.827112	13.3146 3	1387	
5.622934	12.1232 5	1.840705	13.3282 2	1388	
4.970785		2.429682	12.6800 9	1380	
4.970785	12.6534 9	2.461463	12.7118 7	1381	
4.970785	12.0047 7	2.492546	12.7429 5	1382	
4.970785	11.3560 6	2.522948	12.7733 5	1383	
4.970785	11.2446 1	2.552831	12.8032 4	1384	سیستان ویلوچستان
4.970785	11.1331 6	2.581218	12.8316 2	1385	
4.949469	11.0217 2	2.593351	14.7037 8	1386	
5.119191	10.9102 7	2.603765	14.7142	1387	
5.529826	10.7988 2	2.614179	14.7246 1	1388	
5.420977		3.504376	13.7318 7	1380	
5.420977	12.5747	3.516325	13.7438 1	1381	
5.457882	12.0600 2	3.528392	13.7558 8	1382	
5.516247	11.5453 5	3.540562	13.7680 5	1383	
5.420977	11.5942 9	3.552873	13.7803 6	1384	فارس
5.420977	11.6432 3	3.565918	13.7934 1	1385	
5.51986	11.6921 7	3.577553	15.2943	1386	
5.569298	11.7411 1	3.589188	15.3059 4	1387	
5.594005	11.7900 5	3.600823	15.3175 7	1388	
5.275714		4.218337	14.3448 9	1380	
5.331268	10.4824 8	4.234088	14.3606 4	1381	
5.353752	10.8646 6	4.249831	14.3763 8	1382	
5.332236	11.2468 4	4.265559	14.3921 1	1383	قزوین

5.42495	12.2581 6	4.149806	14.4295 7	1381	
5.428029	12.3022 2	4.162278	14.4420 4	1382	
5.460861	12.3462 7	4.174829	14.4545 9	1383	
5.377591	12.3625 6	4.187461	14.4672 3	1384	
5.369285	12.3788 5	4.199572	14.4793 4	1385	
4.55965	12.3951 5	3.801374	15.2799 5	1386	
5.432848	12.4114 4	3.811705	15.2916 2	1387	
5.44975	12.4277 4	3.822035	15.3032 8	1388	
5.006828		3.757593	14.0370 1	1380	
5.115596	11.3025 3	3.763664	14.0430 8	1381	
5.156754	10.8287 5	3.769995	14.0494 2	1382	
5.202357	10.3549 7	3.776548	14.0559 7	1383	
4.997212	10.6932 3	3.783378	14.0628	1384	زنجان
4.995289	11.0315	3.789594	14.0690 2	1385	
5.210578	11.3697 6	3.801374	13.7898	1386	
5.398615	11.7080 2	3.811705	13.8001 3	1387	
5.259577	12.0462 8	3.822035	13.8104 6	1388	
5.299816		1.722651	11.9779 9	1380	
5.110179	11.7796 9	1.738052	11.9933 9	1381	
5.529826	11.4126 6	1.753417	12.0087 6	1382	
5.619313	11.0456 3	1.76876	12.0241	1383	سمنان
5.507362	11.2611 5	1.784047	12.0393 9	1384	
5.548871	11.4766 8	1.798874	12.0542 1	1385	
5.613493	11.6922	1.813518	13.3010 3	1386	