

تحلیل فضایی اثر سرریز نوآوری و تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای در ایران

مریم امینی*^۱، شکوفه فرهمند^۲

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان،

g.amini29070@gmail.com

۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، sh.farahmand@ase.ui.ac.ir

نوع مقاله: علمی پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۲

چکیده

افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می‌تواند به‌عنوان عاملی برای زیاد شدن بهره‌وری در تولید منطقه‌ای و رشد نواحی نوآور باشد. هدف این مقاله تحلیل فضایی تأثیر افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای در رتبه‌های مختلف همسایگی است. برای این منظور از یک مدل ترکیبی برای برآورد اثر سرریز تحقیق و توسعه و دانش در ۳۱ استان ایران استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در هر سه رتبه همسایگی، متغیرهای لگاریتم طبیعی نرخ تولید ناخالص داخلی، درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای، متوسط سال‌های تحصیل و ساختار جمعیتی، به‌صورت مستقیم بر رشد منطقه‌ای اثر دارند، این در حالی است که وقفه فضایی متغیر لگاریتم طبیعی نرخ تولید ناخالص داخلی و وقفه فضایی متغیر ساختار جمعیتی به‌صورت معکوس بر رشد منطقه‌ای مؤثر هستند.

طبقه بندی JEL: R11, C31, Q4, O39

واژه‌های کلیدی: اقتصادسنجی فضایی، تحقیق و توسعه داخلی، رشد اقتصادی منطقه،

سرریز

۱- مقدمه

بیشتر شدن سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، سبب رشد خلاقیت و زیاد شدن ثبت اختراعات می‌شود و رشد شبکه‌های نوآوری بین منطقه‌ای را تسهیل می‌کند (رودریگز، کرسنزی^۱، ۲۰۱۰). تقویت شبکه‌های نوآوری می‌تواند بر بهره‌وری منطقه‌ای اثرگذار باشد و در نهایت تولید را در آن منطقه تحت تأثیر قرار دهد (بوتازی، پری^۲، ۲۰۰۲ و مین، کیم، سانگ^۳، ۲۰۲۰) نتیجه این رویکرد خطی، این است که مسیر رشد اقتصادی تسهیل می‌شود (فاجربرگ^۴، ۲۰۱۸: ۱۳۶ و رومر^۵، ۲۰۱۲: ۱۵۶) و به ساخت نواحی نوآور که هدفش دستیابی به توسعه اقتصادی است؛ کمک می‌کند (نیکیتا و همکاران، ۱۳۹۸: ۶). تمرکز بر سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه مستلزم تقویت تعاملات میان نهاده‌هایی چون دانشگاه و صنعت و دولت (مارپیچ سه گانه^۶) است. این تعامل اولین بار توسط اتزکowitz^۷ (۱۹۹۵) مطرح شد که آن را راهی برای زیاد کردن بازده درون صنایع و ایجاد بهره‌وری می‌دانست. بحث‌های بسیاری در باب نقش نوآوری و تحقیق و توسعه در سطح ملی وجود دارد، اما تمرکز بر نقش تصمیمات محلی و منطقه‌ای به‌عنوان پیش‌نیازی برای دستیابی به شرایط مساعد در رشد و توسعه اقتصادی حائز اهمیت است (بوکار^۸، ۲۰۱۳). درصد بازده سرمایه‌گذاری‌ها، تأمین مالی و اعطای اعتبارات، سطوح آموزش عالی، رشد تحقیق و توسعه، باز بودن بازار داخلی و هنجارهای فرهنگی و اجتماعی (اکرا و نپ^۹، ۲۰۱۸) و حمایت‌ها و وابستگی دولتی کنترل شده (هول، پیترز و رامر^{۱۰}، ۲۰۲۰) از عوامل مؤثر گسترش نوآوری محسوب می‌شوند. سرریز این دانش و نوآوری اجتناب‌ناپذیر است و علت آن چیزی جز ذات دانش نیست (بوتازی و پری، ۲۰۰۲). این مفهوم با اکوسیستم‌های نوآوری (ساکسینیان^{۱۱}، ۲۰۰۶) و سیستم نوآوری منطقه‌ای (کوک^{۱۲}، ۲۰۰۱) نیز مطابقت دارد.

1. Rodriguez & Crescenzi
2. Bottazi & Peri
3. Mim, Kim & Sawng
4. Faferberg
5. Romer
6. Helix triple
7. Etzkowitz & Leydesdorff
8. Bucar
9. Okrah & Nepp
10. Holl, Peters & Rommer
11. Saxenian
12. Cooke

هدف این مقاله تحلیل فضایی اثر سرریز هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای در رتبه‌های مختلف همسایگی است. از این‌رو مدلی با بررسی ادبیات تحقیق، استخراج شده و بعد به کمک اقتصادسنجی فضایی اثر سرریز تحقیق و توسعه و گسترش دانش و نوآوری بر رشد منطقه‌ای در رتبه‌های مختلف جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- پیشینه تحقیق

مارتینز، ماسترانگلو و سوریانو^۱ (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای دانش را یک عامل مثبت مؤثر بر محیط بیرونی می‌دانند. تبدلات نظرات میان سرمایه‌گذاران و دریافت بازخوردها از جامعه مصرف کننده، امکان ارتقاء خدمات توسط کارآفرینان را بیشتر می‌کند؛ که این خود عاملی برای گسترش نوآوری و تقویت پروژه‌های تأمین سرمایه و گسترش رفاه جامعه هدف و سرریز دانش در مناطق مجاور خواهد شد.

ژانگ و همکاران^۲ (۲۰۲۰)، نیز تأکید دارند که تعامل اقتصادی به‌طور عمده از سرریز دانش ناشی می‌شود و تقویت این عامل بر رشد اقتصادی بلندمدت مؤثر است.

پارک^۳ (۲۰۱۹)، با تمرکز بر مدل رومر (۱۹۹۰)، نتایج بالا را تأیید می‌کند و بیان می‌دارد که؛ تولید محصولات واسطه‌ای بیشتر و تعاملات اقتصادی کارا تر عامل‌های تسهیل کننده فرآیند تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی هستند.

لیو و فی فان^۴ (۲۰۲۰)، در پژوهشی با عنوان "اثر سرریز فناوری بین‌المللی بر رشد اقتصادی منطقه‌ای چین"، در تلاش هستند تا اثرات این سرریزها را بر رشد اقتصادی به کمک یک مدل سنجی نشان دهند. آنها تلاش کرده‌اند تا نرخ رشد اقتصادی را به سطوح سرریز فناوری بین‌المللی، توان دوم سطح سرریز فناوری به‌عنوان متغیر کنترل، متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و فاکتور ظرفیت جذب مرتبط کنند. نتایج تحقیق آنها نیز بر اثر سرریز فناوری بر رشد اقتصادی تأکید دارد.

زایسمر^۵ (۲۰۲۰)، معتقد است اگر تحقیق و توسعه که سبب رشد اقتصادی می‌شود، آسیب‌پذیرتر از تغییر فنی برون‌زا باشد، نرخ رشد ممکن است کم و حتی منفی شود.

1. Martinez, Mastrangelo & Soriano

2. Zhang, Wan, li & He

3. Park

4. Lio & fifan

5. Ziesmer

اسمیت، مک کان و اوکسلی^۱ (۲۰۱۸)، رشد منطقه‌ای به‌دست آمده از تحقیق و توسعه را با مفهوم اثر خنثی شدن مقیاس تحلیل می‌کنند. رویکرد خنثی شدن مقیاس بدان معناست که مکان فعالیت‌های اقتصادی و رشد فقط توسط مکانیسم منطقه‌ای تعریف خواهد شد؛ به‌گونه‌ای که این رویکرد سبب ایجاد اختلافات بین منطقه‌ای می‌شود. بوتازی و پری (۲۰۰۲)، در پژوهشی تلاش کرده‌اند تا به کمک یک مدل سنجی با محاسبه نرخ رشد منطقه‌ای به تحلیل اثر گسترش تحقیق و توسعه و رابطه آن با فاصله بپردازند. در این حالت نوآوری در منطقه *i* به میانگین سهم ایده‌های ایجاد شده در فاصله‌های مختلف بستگی دارد. نتایج تحقیق آنها نیز، بر اثر سرریزها بر رشد منطقه‌ای تأکید دارد.

آکس، انسلین و وارگا^۲ (۲۰۰۲)، تلاش می‌کنند تا با بررسی زمان و مکان یک فعالیت اقتصادی و پیشرفت‌های نوآورانه فناوری، دلایل رشد منطقه‌ای را توضیح دهند.

۳- چارچوب نظری

تقویت پتانسیل‌های تحقیق و توسعه برای ساخت اقتصاد دانش بنیان از مفاهیمی است که امروزه برای دستیابی به رشد بلندمدت و پایدار اقتصادی به شدت مورد توجه قرار گرفته است (جابلونسکی و فدريکو^۳، ۲۰۱۸). رونق فعالیت‌های اقتصادی، تغییرات تکنولوژی و نوآوری به ساختارهای دانش وابسته هستند (آدریتچ و فلدمن^۴، ۱۹۹۶ و لوکاس^۵، ۱۹۸۸). از سویی بسیاری از نتایج تحقیقات انجام شده در این حوزه، بر نقش مثبت سرریز دانش بنگاه‌ها برای ایجاد رشد اقتصادی تأکید دارند (رومر، ۱۹۸۶؛ کروگمن^۶، ۱۹۹۱ و گروسمن و هلپمن^۷، ۱۹۹۱). رومر (۱۹۸۶)، در مقاله خود با عنوان "بازده فزاینده و رشد بلندمدت"، مدلی را طراحی می‌کند که در آن دانش به‌عنوان یک داده وارد فرآیند تولید می‌شود و بهره‌وری فزاینده‌ای را ایجاد می‌کند. هم‌چنین جونز^۸ (۱۹۹۵)، تلاش می‌کند تا با استفاده از مدل رومر (۱۹۹۰)، تغییر در ذخایر دانش را به

1. Smit, Mccan & Oxley
2. Acs, Anselin & Varge
3. Jablonski & Fedriko
4. Audretsch & Feldman
5. Lucas
6. Krugman
7. Grossman & Helpman
8. Jones

عوامل مؤثر بر نوآوری منطقه‌ای مرتبط سازد. لذا تغییر در ذخایر دانش را به صورت فرمول شماره (۱) تعریف می‌کند.

$$\Delta A_i = B(R\&D)_i^{eR} A_i^{e0} \prod_{j \neq i} A_j^{e(Dist_{ij})} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

ΔA_i ، تغییر در ذخایر دانش در منطقه i یا تعداد ثبت اختراعات جدید اعطا شده محققان در آن منطقه را نشان می‌دهد. فرمول (۱)، بیان می‌کند که نوآوری در منطقه i به صورت یک تابع کاب-داگلاس به منابع تحقیق و توسعه در همان منطقه و ایده‌های موجود برای منطقه در ابتدای دوره بستگی دارد. مقدار B اثر تمامی عوامل مشترک مؤثر بر نوآوری در مناطق را نشان می‌دهد. هم‌چنین مقدار eR نیز کشش نوآوری در منابع تحقیق و توسعه را اندازه‌گیری می‌کند.

از سویی گروسمن و هلپمن، در کتاب خود با عنوان "نوآوری و رشد در اقتصاد جهانی"، بیان می‌کنند که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه سبب ایجاد ستانده‌ای به نام تکنولوژی می‌شود. تکنولوژی، یک فرم خاص از دانش است که با داشتن ویژگی‌های منحصر به فرد به‌عنوان یک کالای عمومی بر رشد اقتصادی مؤثر است (گروسمن و هلپمن، ۱۹۹۱: ۳۶). بازده نسبت به مقیاس در مدل گروسمن و هلپمن ثابت و بازار رقابتی فرض شده است. هم‌چنین مدل دارای سه بخش اصلی است. یک بخش جریان تحقیقی است که توسط نیروی کار به‌عنوان نهاده وارد چرخه تولید می‌شود. در این حالت نرخ نوآوری مثبت خواهد بود ($\gamma > 0$). بخش دوم، کالای واسطه‌ای است که توسط تابع تولید زیر ساخته می‌شود.

$$D = A_D X \quad (2)$$

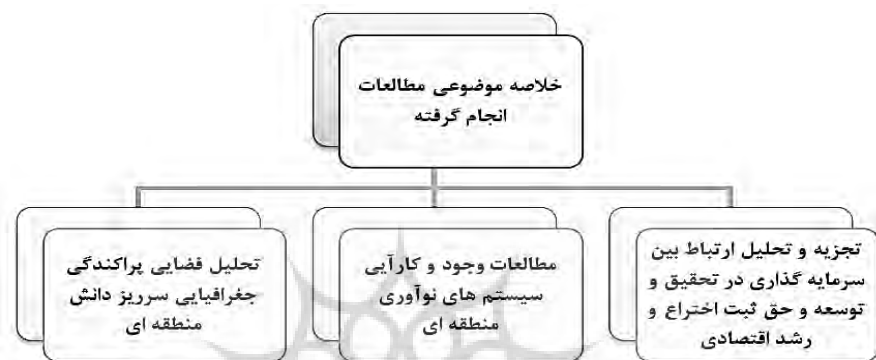
در فرمول (۲) مقادیر D ، A_D ، X به ترتیب نشان‌دهنده تولید کالای واسطه‌ای، مقدار نیروی کار در این بخش و شاخص بهره‌وری هستند. نرخ رشد بهره‌وری برابر است با:

$$\frac{\dot{A}_D}{A_D} = \mu \gamma \quad (3)$$

مقدار پارامتر تخصص مثبت است ($\mu > 0$)، این یعنی که فعالیت‌های تحقیق و توسعه که سبب زیاد شدن نرخ نوآوری می‌شوند، بهره‌وری تولید کالاهای واسطه‌ای را بهبود می‌بخشند. سرانجام بخش سوم به کمک فرمول (۴) مورد محاسبه قرار می‌گیرد:

$$Y = A_Y K^\beta D^\eta L_Y^{1-\beta-\eta} \quad \text{if: } \beta, \eta > 0, \beta + \eta < 1 \quad (4)$$

مقدار A_T نشان‌دهنده یک پارامتر ثابت از بهره‌وری است؛ که مثبت می‌باشد. مقادیر D ، K و L_T به ترتیب نشان‌دهنده، ذخیره سرمایه کل، شاخص ورودی کالای واسطه‌ای و مقدار نیروی شاغل در این بخش است. در مجموع بیشتر مطالعات در این حوزه به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند؛ که در شکل (۱) به نمایش درآمده است:



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

شکل ۱. خلاصه موضوعی مطالعات

اما نکته مهم این است که مطالعات کمی وجود دارند که هر سه موضوع مطرح شده در شکل (۱) را در قالب یک مدل بررسی کرده باشند. رودریگز (۲۰۰۷)، با استفاده از مدل‌های گروسمن، هلپمن و رومر، مدلی را برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی منطقه‌ای با ترکیب سه موضوع اصلی مطرح شده ارائه کرده است. رودریگز، هم‌چون گروسمن و هلپمن، چارچوب بنیادین مدل خود را براساس سه شاخص اصلی بنیان نهاده است. شاخص‌های این مدل شامل تلاش‌های نوآورانه داخلی، عوامل اجتماعی و سرریز منطقه‌ای هستند.

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-T}} \right) = \alpha + \beta_1 \ln(Y_{i,t-T}) + \beta_2 RD_{i,t-T} + \beta_3 SocFilter_{i,t-T} + \beta_4 Spilov_{i,t-T} + \beta_5 ExtSocFilter_{i,t-T} + \beta_6 ExtGDPcap_{i,t-T} + \varepsilon \quad (5)$$

در فرمول (۵)، مقدار $\frac{\ln(Y_{i,t}/Y_{i,t-T})}{T}$ لگاریتم طبیعی نرخ تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای سرانه در منطقه i در دو حد از دوره تحلیل $[t-T, t]$ و مقدار T نشان‌دهنده طول دوره تحلیل است. هم‌چنین مقدار α ثابت می‌باشد. مقدار $\ln(Y_{i,t-T})$ برابر

لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای برای منطقه i در ابتدای دوره است. مقدار RD_{t-T} هزینه در R&D به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی در منطقه i در دوره زمانی $(t-T)$ می‌باشد. در اصل ورود هزینه‌های تحقیق و توسعه در چنین مدل‌هایی به دلیل آن است که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در منطقه i عاملی برای جذب تحقیق و توسعه در همان منطقه خواهد شد و از سویی دانش فعلی به شدت به سطح دانش و تحولات فناوری قبلی بستگی دارد (کوهن، لوینتال^۱، ۱۹۹۰). $SocFilter_{i,t-T}$ نماینده‌ای برای شرایط اجتماعی-اقتصادی منطقه i می‌باشد. متغیرهای اجتماعی در قالب سه دسته کلی، دستاوردهای آموزشی، اشتغال مولد نیروی انسانی و ساختار جمعیتی طبقه‌بندی شده‌اند. متغیر دستاوردهای آموزشی به کمک درصدی از جمعیت که دارای تحصیلات آموزش عالی هستند؛ تعریف می‌شود. حتی در تعدادی از تحقیقات نشان داده شده است که مسئله مکان‌یابی این جمعیت تحصیل کرده نیز به‌عنوان عاملی برای ایجاد پایگاه دانش محلی و تضمین فرآیند تحقیق و توسعه در سیستم‌های نوآوری منطقه‌ای^۲ دارای اهمیت می‌باشد (پولو، یوا، اندوس و الی^۳، ۲۰۱۵ و کولیمپیریس، کالایزاندوناک^۴، ۲۰۱۵). غلظت مکانی این سرمایه انسانی جذابیت را برای ورود بخش‌های خصوصی به فرآیند تحقیق و توسعه فراهم می‌کند (آهارسون، بوم و فلدمن^۵، ۲۰۰۴). برای ساختار جمعیتی نیز از ذخیره افراد با سنین ۱۵ تا ۲۴ سال استفاده شده است. ورود این متغیر به مدل به این دلیل است که یکی از زیرساخت‌های مهم محلی برای ایجاد محیط نوآورانه، ساختار جمعیتی است (چین^۶، ۲۰۱۹). لذا این دو پروکسی به‌عنوان ذخیره جریان ساز در منابع انسانی و پتانسیلی برای رشد منطقه‌ای وارد مدل شده‌اند (رودریگز، ۲۰۰۷). $Spillov_{i,t-T}$ نماینده‌ای برای سرریز منطقه‌ای (برای دسترسی به منابع خارج از مرزها) است. هم‌چنین مقدار $ExtSocFilter_{i,t-T}$ اندازه‌ای برای متغیر اجتماعی برای مناطق مجاور می‌باشد. مقدار $ExtGDPcap_{i,t-T}$ نشان‌دهنده تولید ناخالص داخلی سرانه برای مناطق مجاور است. سرمایه‌گذاری منطقه‌ای تحقیق و توسعه نه تنها به کمک تلاش‌های نوآورانه محلی بلکه از سرریز نوآوری بین منطقه‌ای نیز تأثیر می‌پذیرد. شاخص دسترسی به سطوح دانش و تحقیق و توسعه بین مناطق به کمک فرمول (۶) به دست می‌آید:

1. Cohen & Levithal
2. Regional Innovation System
3. Polonyava, Ondos & Ely
4. Kalaympirise & Kalaitzando
5. Aharson, Baum & Feldman
6. Chin

$$A_i = \sum_j g(r_j) f(c_{ij}) \quad (۶)$$

مقادیر A_i ، r_j و c_{ij} ، به ترتیب نشان‌دهنده دسترسی به منطقه i ، فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای در منطقه j و هزینه‌های عمومی رسیدن به منطقه j از منطقه i می‌باشد.

$$f(c_{ij}) = \begin{cases} w_{ii} = 0 & \text{if: } i = j \\ w_{ij} = \frac{1/d_{ij}}{\sum_j 1/d_{ij}} & \text{if: } i \neq j \end{cases} \quad (۷)$$

بر اساس فرمول (۷)، هزینه‌های سفر بستگی به فاصله میان دو منطقه d_{ij} دارد؛ چون فرض اساسی این است که برای انتقال دانش و نوآوری نیازمند تماس‌های چهره به چهره هستیم (رودریگز، ۲۰۰۷). تعاملات چهره به چهره به‌عنوان عامل مهم در نظام‌های نوآوری منطقه‌ای نیز مطرح است، که رشد و توسعه منطقه‌ای را تسهیل می‌کند (استام^۱، ۲۰۱۵). ایده اصلی فرمول (۶) بر اساس ایده اصلی رومر (۱۹۸۶) طراحی شده است. او بیان می‌کند که فعالیت‌های تحقیق و توسعه تابعی از هزینه‌های تحقیق و توسعه در آن منطقه می‌باشد.

$$g(r_j) = (\text{R\&D expenditure})_j \quad (۸)$$

در مجموع بررسی ادبیات تحقیق و پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که هزینه‌های تحقیق و توسعه و سرریز دانش عواملی مهم برای رشد منطقه‌ای محسوب می‌شوند.

۴- مواد و روش‌ها

این پژوهش در تلاش است تا اثر سرریز دانش بر رشد منطقه‌ای در استان‌های ایران را به کمک فرمول (۵) که توسط رودریگز (۲۰۰۷) ارائه شده است، مورد بررسی قرار دهد. لذا با توجه به مکان‌مند بودن داده‌های تحقیق، باید ارتباطات فضایی نیز به‌صورت ماتریس مجاورت W وارد مدل شود.

برای بررسی وجود سرریز فضایی در ابتدا باید از آزمون Moran-I و Geary's index استفاده شود. شاخص موران و گری سی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (گاتان، جیون^۲، ۲۰۱۰: ۱۸۳).

1. Stam

2. Gaetan & Guyon

$$I_n^M = \frac{n \sum_{i,j \in D_n} W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S_{0n} \sum_{i \in D_n} (X_i - \bar{X})^2} \quad (9)$$

جایی که $S_{0n} = \sum_{i,j \in D_n} W_{ij}$ و $S_{1n} = \sum_{i,j \in D_n} (W_{ij}^2 + W_{ij}W_{ji})$ باشند، مقدار آماره موران به صورت فرمول (۱۰) به دست خواهد آمد:

$$I_n^M = \frac{S_{1n}^{1/2}}{S_{0n}} \{\widehat{\text{Var}}(\hat{C}_n)\}^{-1/2} \quad C_n = \frac{S_{1n}^{1/2}}{S_{0n}} \hat{I}_n \quad (10)$$

مقدار آماره گری سی نیز به صورت فرمول (۱۱) مورد محاسبه قرار می‌گیرد:

$$I_n^G = \frac{(n-1) \sum_{i,j \in D_n} W_{ij} (X_i - X_j)^2}{2S_{0n} \sum_{i \in D_n} (X_i - \bar{X})^2} \quad (11)$$

از سویی در داده‌های مکانی با مسئله وابستگی میان مشاهدات و ناهمسانی فضایی مواجه هستیم. این مسئله سبب نقض قضیه گاس-مارکف می‌شود. بر طبق قضیه گاس-مارکف، متغیرهای توضیحی در نمونه‌های تکراری ثابت هستند و یک رابطه خطی یکه بین داده‌های مشاهدات نمونه وجود دارد (اکبری، ۱۳۸۲). در این صورت با ورود عامل وابستگی مکانی مشاهدات، نتایج تخمین‌های معمول حداقل مربعات، ناسازگار و تورش‌دار خواهند شد (انسلین، ۱۹۸۸). بالتاجی^۱ (۲۰۰۳)، اولین کسی است که اثرات متقابل فضایی را در یک مدل داده پانل فضایی در نظر گرفته است. الهورث^۲ (۲۰۱۲)، مدل فضایی عمومی را به صورت زیر معرفی می‌کند:

$$Y_{it} = \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt} + \alpha + x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N W_{ij} x_{ijt} \theta + u_{it} \quad (12)$$

$$\text{if: } u_{it} = \lambda W u + \varepsilon$$

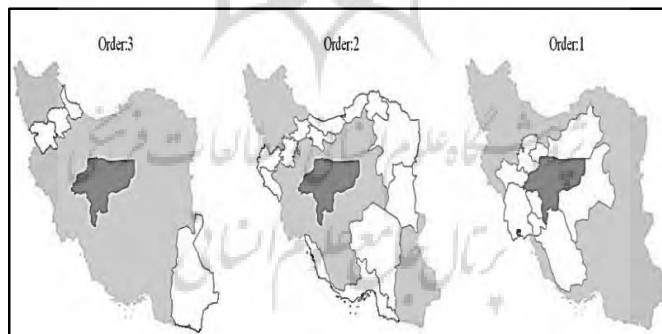
در رابطه بالا مقدار Y_{it} متغیر وابسته برای سطح i در زمان t است. مقدار $\sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt}$ نشانگر اثرات متقابل متغیر وابسته همسایه بر متغیر وابسته در منطقه i می‌باشد. مقدار W_{ij} ماتریس مجاورت است؛ که ارتباط میان مناطق همسایه را نشان می‌دهد (الهورث، ۲۰۱۲).

اگر $\theta = 0$ باشد، مدل به خودرگرسیون فضایی (SAR) تبدیل خواهد شد. همچنین اگر مقدار $\lambda = 0$ باشد، با یک مدل دوربین فضایی مواجه هستیم. از سویی در حالت پانل احتیاج به ماتریس مجاورت با ابعاد $NT \times NT$ احتیاج است. بدین منظور

1. Baltagi
2. Elhorst

باید این ماتریس مجاورت درون کرونگر یک ماتریس همانی ضرب شود (لسیج، ۱۳۹۷). مقدار ε_{it} نشان‌دهنده جز خطاست که دارای واریانس σ^2 و میانگین صفر است. مقدار μ_i و λ_t به ترتیب نشانگر یک اثر خاص فضایی و اثر خاص برای دوره زمانی انتخابی می‌باشد.

همان‌طور که بیان شد؛ در این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات سرریز هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای از مدل پانل فضایی ترکیبی رودریگز (۲۰۰۷)، با تعدیلاتی به جهت نبود برخی داده‌های آماری استفاده شده است، لذا متغیر وابسته Y نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی نرخ تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای سرانه در منطقه i است. متغیرهای X_1, X_2, X_3, X_4 ، به‌ترتیب بیانگر، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه‌ای برای منطقه i ، هزینه تحقیق و توسعه به‌صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی در منطقه، متوسط سال‌های تحصیل و ساختار جمعیتی می‌باشند. اطلاعات آماری ۳۱ استان ایران نیز، از سالنامه‌های مرکز آمار ایران بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ استخراج شده است. این پژوهش تحلیل‌های خود را در قالب سه رتبه همسایگی ارائه کرده است. زمانی که رتبه یک مورد تحلیل باشد؛ رابطه فضایی و بررسی سرریزهای یک منطقه با همسایه‌های مجاور آن منطقه که هم مرز هستند؛ مدنظر است، درحالی‌که اگر رتبه دو مدنظر باشد، هدف، بررسی ارتباط فضایی یک منطقه با همسایه‌ی همسایه آن منطقه می‌باشد. در نقشه (۱)، این تفاوت در رتبه‌های همسایگی نشان داده شده است:



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نقشه ۱. سه رتبه همسایگی

یادداشت: برای روشن شدن مفهوم سه رتبه همسایگی مورد استفاده در پژوهش از بخش Connectivity Map نرم‌افزار GeoDa استفاده شده است.

۵- یافته‌های تحقیق

براساس نتایج خلاصه شده در جدول (۱)، فرضیه صفر در سطح معناداری ۵ درصد رد خواهد شد و در هر سه رتبه همسایگی مورد بررسی، با یک مدل فضایی مواجه خواهیم بود. از سویی وابستگی فضایی نیز توسط آماره آزمون LM مورد تأیید است. همچنین با توجه به آماره LM-SAC با احتمال ۰/۰۰۰۰ (در سطح معناداری ۵٪)، در هر سه رتبه همسایگی، با یک همبستگی فضایی عمومی روبه‌رو هستیم. نتایج برای سه رتبه همسایگی در جدول (۱) نشان داده شده است.

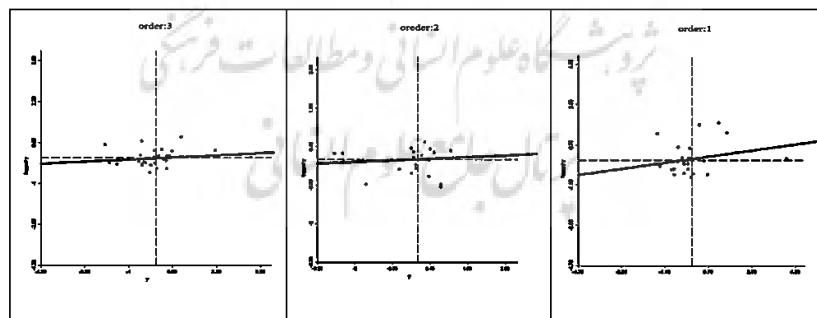
جدول ۱. بررسی تصریح فضایی مدل

رتبه	Moran I	Geary GC	LM Lag(Anselin)	LM Lag(Robust)
I	۰/۴۹۶۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۴۸۷۰ (۰/۰۰۰۰)	۷۰/۹۸۶۸ (۰/۰۰۰۰)	۵۰/۱۴۷۷ (۰/۰۲۳۳)
II	۰/۳۴۶۹ (۰/۰۰۰۰)	۰/۶۲۵۶ (۰/۰۰۰۰)	۶۹/۶۷۱۸ (۰/۰۰۰۰)	۱۱/۶۵۲۴ (۰/۰۰۰۰)
III	۰/۳۵۲۴ (۰/۰۰۰۰)	۰/۶۶۶۰ (۰/۰۰۰۰)	۶۹/۶۹۷۴ (۰/۰۰۰۰)	۶۰/۲۱۵۴ (۰/۰۱۲۷)

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

یادداشت: اعداد درون پرانتز نشان‌دهنده احتمال معناداری در سطح ۵٪ هستند.

براساس اطلاعات جدول (۱)، شیب نمودار موران در هر سه رتبه همسایگی باید مثبت باشد. نمودارهای پراکنش موران ارائه شده در شکل (۲) این شیب مثبت را تأیید می‌کنند.



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

شکل ۲. نمودار پراکنش موران برای سه رتبه همسایگی

براساس نمودار پراکنش موران بیشتر مشاهدات در ناحیه یک و سوم و حول مرکز قرار گرفته‌اند. در رتبه یک، در ناحیه سوم متغیر نرخ رشد خود استان‌ها و مقدار آن متغیر در استان‌های مجاور کمتر از میانگین است. در این حالت بیشتر مشاهدات براساس نمودار پراکنش موران هم نرخ رشد خودشان و هم نرخ رشد همسایه‌هایشان کمتر از میانگین بوده است.

برای دو حالت دیگر نیز شیب کمتر از حالت اول است. به کمک آزمون هاسمن امکان انتخاب مدل با اثرات ثابت و یا اثرات تصادفی را خواهیم داشت. اگر فرضیه صفر رد شود، یعنی مدل با اثرات ثابت است. از سویی برای تعیین تصریح درست مدل از میان مدل‌های خطای فضایی، دوربین فضایی و وقفه فضایی باید از آزمون والد استفاده کرد.

جدول ۲. خلاصه نتایج هاسمن و والد

رتبه	آماره هاسمن	نتیجه آزمون هاسمن	آماره والد	نتیجه آزمون والد
I	۲۶/۹۶ (۰/۰۰۱۴)	فرضیه صفر رد می‌شود و مدل با اثرات ثابت است	۱۴/۲۰ (۰/۰۰۶۷)	SDM (فرضیه صفر رد می‌شود)
II	۳۹,۰۰ (۰/۰۰۰۰)	فرضیه صفر رد می‌شود و مدل با اثرات ثابت است	۱۸,۳۱ (۰/۰۰۱۱)	SDM (فرضیه صفر رد می‌شود)
III	۵۵,۸۴ (۰/۰۰۰۰)	فرضیه صفر رد می‌شود و مدل با اثرات ثابت است	۳۲,۸۹ (۰/۰۰۰۰)	SDM (فرضیه صفر رد می‌شود)

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

یادداشت: اعداد درون پرانتز نشان‌دهنده احتمال معناداری در سطح ۵٪ هستند.

نتیجه آزمون هاسمن نشان می‌دهد که مدل اثرات ثابت است. از سویی نتیجه آزمون والد نشان می‌دهد که تصریح درست برای هر سه رتبه همسایگی به صورت دوربین فضایی می‌باشد، این بدان معناست که سرریز فضایی در هر سه رتبه همسایگی وجود دارد. براساس نتایج آزمون‌های وایت و بروش گادفری با احتمال معناداری ۰/۰۰۰۰ (در سطح معناداری ۵٪)، در هر سه رتبه ناهمسانی معمولی در داده‌ها وجود دارد. با برآورد مدل فضایی در صورت وجود ناهمسانی، نتایج به صورت جدول (۳) خواهد شد.

جدول ۳. برآورد مدل دوربین فضایی برای سه رتبه همسایگی

متغیر	I مرتبه	II مرتبه	III مرتبه
X_1	۰/۰۹۹۱ (۰/۰۱۶)	۰/۰۰۷۶ (۰/۰۱۴)	۰/۰۱۲۷ (۰/۰۲۱)
X_2	۰/۰۱۹۱ (۰/۰۰۴)	۰/۰۱۸۴ (۰/۰۰۳)	۰/۰۱۵۶ (۰/۰۰۰)
X_3	۰/۰۱۲۴ (۰/۰۲۲)	۰/۰۱۱۶ (۰/۰۲۱)	۰/۰۱۶۷ (۰/۰۲۹)
X_4	۰/۰۷۱۵ (۰/۰۰۰)	۰/۰۴۷۴ (۰/۰۲۴)	۰/۰۴۸۸ (۰/۰۲۷)
WX_1	-۰/۰۰۶۷ (۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۶۹ (۰/۰۰۱)	-۰/۰۰۶۴ (۰/۰۰۴)
WX_2	۰/۰۲۲۴ (۰/۰۰۵)	۰/۰۳۴۸ (۰/۰۴۲)	۰/۰۳۰۳ (۰/۰۰۳)
WX_3	۰/۰۲۰۱ (۰/۰۰۱)	۰/۰۱۹۵ (۰/۰۴۱)	۰/۰۱۰۹ (۰/۰۰۱)
WX_4	-۰/۱۰۴۱ (۰/۰۲۸)	-۰/۵۰۰۱ (۰/۰۳۷)	-۰/۰۰۷۲ (۰/۰۳۱)
cons	۰/۰۳۶۱ (۰/۰۱۱)	۰/۱۵۹۸ (۰/۰۳۴)	۰/۰۴۸۱ (۰/۰۱۶)
R^2	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۳
F-Test	۵۰/۴۰۴۳ (۰/۰۰۰)	۷/۹۲ (۰/۰۰۰)	۶/۴۲ (۰/۰۰۰)
Wald-Test	۴۳/۲۳ (۰/۰۰۰)	۶۳/۳۸ (۰/۰۰۰)	۵۱/۴۲ (۰/۰۰۰)

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

یادداشت: اعداد درون پرانتز نشان‌دهنده احتمال معناداری در سطح ۵٪ هستند.

۶- تحلیل و نتیجه‌گیری

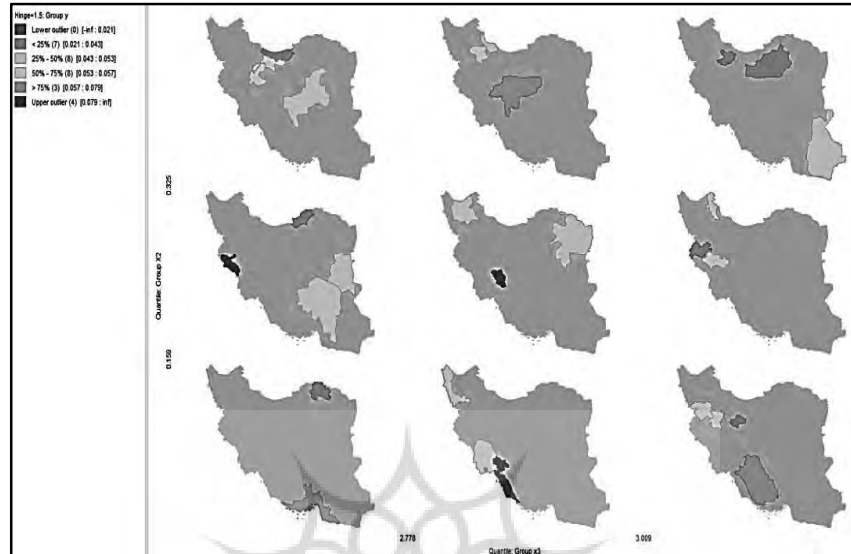
سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه عاملی است که بهره‌وری منطقه‌ای و در نهایت رشد شبکه‌های نوآوری را فراهم می‌کند. سرریز دانش و نوآوری مفهومی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد و علت آن چیزی جز ذات دانش نیست؛ که آن را تبدیل به یک کالای عمومی مؤثر از مکان کرده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد اگر رتبه همسایگی برابر یک (I) باشد، تمامی ضرایب در سطح معناداری ۵٪ معنادار خواهند بود. متغیر درصد هزینه تحقیق و توسعه به تولید

ناخالص داخلی منطقه‌ای برای هر سه رتبه همسایگی به صورت مستقیم بر رشد منطقه‌ای اثر گذاشته است. از سویی وقفه فضایی همین متغیر نیز به صورت مستقیم با ضریب بزرگ‌تری بر رشد منطقه‌ای مؤثر بوده است، یعنی برای مثال اگر یک درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای در استان‌های مجاور اضافه شود، رشد منطقه‌ای با ضریب $0/0224$ افزایش می‌یابد، درحالی‌که اگر یک درصد تغییر در همین متغیر برای همان استان صورت بپذیرد؛ با ضریب کمتری معادل $0/0191$ بر رشد منطقه‌ای اثر خواهد گذاشت. این نکته به نوعی تأکید نتایج دیگر پژوهش‌ها مبنی بر اثرات مثبت سرریز فضایی تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای را نشان می‌دهد. ضریب تعیین در حالتی که رتبه مورد بررسی برابر یک باشد؛ بیشترین مقدار و برابر $0/28$ خواهد بود و کمترین مقدار نیز مربوط به رتبه همسایگی سوم (III) است.

از سویی یک درصد زیاد شدن متغیر متوسط سال‌های تحصیل و وقفه فضایی آن در هر سه رتبه همسایگی به صورت مستقیم بر رشد منطقه‌ای اثر دارند. در حقیقت این نتیجه نشان می‌دهد که متغیر متوسط سال‌های تحصیل هم برای منطقه و هم برای واحدهای مختلف همسایگی به عنوان یک نیروی محرک مؤثر و جریان ساز نیروی انسانی عمل کرده است. بررسی نرخ رشد استان‌ها براساس دو متغیر X_2 و X_3 نشان می‌دهد که؛ استان ایلام، با میزان متوسط سال‌های تحصیل کمتر از $02/778$ و متوسط درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی بیشتر از مقدار $0/159$ ، نرخ رشد منطقه‌ای بسیار بیشتر از میانگین داشته است. هم‌چنین در سه استان بوشهر، چهارمحال، کهگیلویه و بویراحمد نیز با متوسط سال‌های تحصیل در بازه $3/009$ - $2/778$ و مقدار متوسط درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی کمتر از $0/325$ و نرخ رشد استانی بسیار بیشتر از میانگین بوده است.

از این میان ۷ استان نیز نرخ رشدی کمتر از میانگین در بازه‌های مختلفی از X_2 و X_3 داشته‌اند. از جمله این استان‌ها، قزوین، سمنان، کرمانشاه و قم، خراسان شمالی، مازندران و گلستان هستند. استان‌های قزوین و سمنان در هر دو متغیر متوسط سال‌های تحصیل و متوسط درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند.

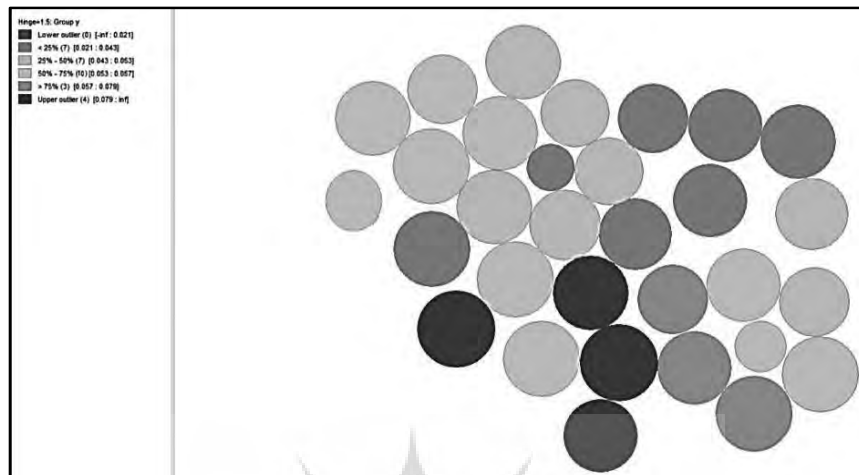


منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نقشه ۲. نقشه شرطی با دو متغیر X_2 و X_3 برای نرخ رشد منطقه‌ای

یادداشت: نقشه بالا بر اساس دو متغیر X_2 و X_3 با تم اصلی متغیر نرخ رشد منطقه‌ای رسم شده است.

زیاد شدن جمعیت بین ۱۵ تا ۲۴ سال برای هر استان میزان رشد منطقه‌ای را در همان استان به صورت مستقیم تغییر داده است. این نتیجه به نوعی نشان می‌دهد که در این استان‌ها که عموماً استان‌های جنوبی و برخی استان‌های شمال غربی ایران هستند، اندوخته سرمایه انسانی حرکت دانش را تسهیل و در نهایت بر بهره‌وری تولید اثر مثبت گذاشته‌اند؛ اما وقفه فضایی متغیر ساختار جمعیتی در هر سه رتبه همسایگی اثر معکوسی بر رشد منطقه‌ای داشته است. یکی از دلایل آن، اثر مهاجرت و آسیب‌های ناشی از آن مثل تشدید بیکاری در مقصد می‌باشد. کار توگرام جمعیتی نشان می‌دهد که استان‌های جنوبی و برخی استان‌های شمال غربی که جمعیت ۱۵ تا ۲۴ سال بیشتری دارند، نرخ رشد منطقه‌ای بالاتری را نیز تجربه کرده‌اند. این نتیجه حاکی از آن است که تغییر ساختارهای جمعیتی بر دستیابی رشد منطقه‌ای مؤثر خواهد بود.



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

شکل ۳. کار توگرام جمعیتی برحسب نرخ رشد منطقه‌ای

۷- پیشنهادها

در ایران به علت عدم وجود سیستم مدیریت ریسک، نبود ابزارهای مالی مطمئن و عدم ارتباط درست در مارپیچ سه‌گانه (دانشگاه و صنعت و دولت)، ناخواسته با مخاطراتی نامطلوب برای سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تحقیق و توسعه مواجه هستیم؛ که تأثیر تحقیق و توسعه بر رشد منطقه‌ای را کمرنگ‌تر کرده است. از سویی باز شدن دریچه جمعیتی برای برخی از استان‌ها می‌تواند عاملی برای رشد سریع‌تر آنان باشد. هرچند رشد جمعیت بدون در نظر گرفتن زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی خود زمینه‌ای برای بروز آثار مخرب مثل آلودگی محیط‌زیستی، جرم و جنایت و... است. برای تسهیل بهره‌مندی از سرریز نوآوری و تحقیق - توسعه بر رشد منطقه‌ای سیاست‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ایجاد زیر ساخت‌های لازم استانی جهت تسهیل فعالیتهای شرکت‌های دانش بنیان و بنگاه‌هایی که با تولید نوآوری درگیر هستند. یکی از این رویکردها افزایش مشارکتهای عمومی و خصوصی (PPP) است. این رویکرد سبب ایجاد هم‌افزایی میان دانشگاه‌ها، صنعت و دولت می‌شود.

- استفاده از ظرفیت‌های بالقوه منطقه‌ای برای هر استان برای سرعت بخشیدن به کسب و کارهای نوآورانه

- ایجاد نواحی نوآور، اکوسیستم‌های کارآفرینی و تقویت رابطه مارپیچ سه گانه نوآوری (صنعت- دانشگاه- دولت) در استان‌ها

- جذب بنگاه‌های لنگر در نواحی نوآور استانی با توجه به زیر ساخت‌های هر استان یکی دیگر از سیاست‌های پیشنهادی می‌باشد. منظور از مؤسسات لنگر، بنگاه‌های فناورانه‌ای است که دارای یک حداقل مقیاس تضمین‌کننده برای استمرار فعالیت خود هستند.

منابع

۱. اکبری، نعمت‌الله، (۱۳۸۰)، مفهوم فضا و چگونگی اندازه‌گیری آن در مطالعات منطقه‌ای. فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد ایران، ۷(۲۳)، ۳۹-۶۸.
۲. رومر، دیوید، (۱۳۹۷)، اقتصاد کلان پیشرفته، مترجم: منصور خلیلی عراقی، علی سوری، تهران: انتشارات نور علم، ۲۰۱۲.
۳. لسیچ، جیمز، (۱۳۹۷)، نظریه و تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی در نرم‌افزار متلب. تهران: انتشارات نور علم.
۴. نیکینا، آنا، پیکه، جوزپ و سنز، لوئیس، (۱۳۹۸)، نواحی نوآوری در عرصه جهانی مفهوم و کاربرد: اثر انتشارات انجمن بین‌المللی پارک‌های علمی و نواحی نوآوری، مترجم: میثم محمدی و حسین زادبر، انتشارات دانشگاه تهران.
5. Acs, Z., & Anselin, L., & Varge, A. (2002). *Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge*. Research Policy, 31, 1069- 1085.
6. Aharonson, S., & Baum J. A, C., & Feldman, P. (2004). *INDUSTRIAL DYNAMICS. INNOVATION AND DEVELOPMENT*. Elsinore, Denmark, June 14-16.
7. Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Model*. Dord Drecht: Kluwer Academic Publishers.
8. Audretsch, D., & Feldman, M. (1996). *R&D Spillovers and the geography of innovation and production*. The American Economic Review, ABI/INFORM Global.
9. Baltagi, B.H., & Song, S.H., & Koh, W. (2003). *Testing panel data models with spatial error correlation*. Journal of Econometrics 117, 123-150.

10. Bottazzi, L., & Peri, G. (2002). *Innovation and Spillovers in Region: Evidence from European Patent Data*. IGIER – Università Bocconi, Via Salasco 5, 20136 Milano –Italy.
11. Bucar, M. (2013). *The role of R&D and innovation in local Economic development*. Local Economic and Infrastructure Development of SEE in the Context of EU Accession, DOI 10.5644/PI2013-153-22.
12. Chin, J.T. (2019). *Location Choice of New Business Establishments: Understanding the Local Context and Neighborhood Conditions in the United States*. Department of City and Regional Planning, School of Urban Affairs and Public Policy. University of Memphis, 208 McCord Hall.
13. Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). *Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*. *Administration Science Quarterly* 35, 128–152.
14. Cooke, P. (2001). *Regional Innovation systems, Clusters and the Knowledge Economy*. Industrial and Corporate Change, Volume 10. Oxford University Press.
15. Elhorst, J.P. (2012). *Matlab Software for Spatial Panels*. *International Regional Science Review*. DOI: 10.1177/0160017612452429
16. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). *The Triple Helix - University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development*.
17. Fagerberg, Jan. (2018). *Innovation, Economic Development and Policy*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK. Northampton MA, USA.
18. Fegerberg, J., & Verspagen, B., & Caniels, M. (1996). *Technology, Growth and Unemployment across European Regions*. *Regional Studies*, Vol. 31.5, pp. 457- 466.
19. Gaetan, C., & Guyon, X. (2010). *Spatial Statistics and Modeling*. Translated by Kevin Bleakley. DOI 10.1007/978-0-387-92257-7. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
20. Grossman, G.M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the global economy*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
21. Holl, A., Peters, B., & Rammer, C. (2020). *Local Knowledge Spillovers and Innovation Persistence of Firms*. *ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research*, Discussion Papers, No. 20-005, <http://hdl.handle.net/10419/214226>
22. Jablonski, L., & Fedirko, O. (2018). *Building Knowledge-Based Economy In The EU: Methodological Background And Policy Solutions*. ISSN 1811-9832. INTERNATIONAL ECONOMIC POLICY. IEPT, 29, 7–33.
23. Jones C. (1995). *R&D based models of economic growth*. *Journal of Political Economy*, 103, 739-784.

24. Kolympiris, C., & Kalaitzandonakes, N., & Miller, D. (2015). *Location choice of academic entrepreneurs: Evidence from the US biotechnology industry*. Journal of Business Venturing 30,227–254.
25. Krugman, P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. Journal of Political Economy, 99(3),483-499.
26. Liu, N., & Fan, F. (2020). *Threshold effect of international technology spillovers on China's regional economic growth*. Technology Analysis & Strategic Management, Rutledge Taylor & Francis Group, <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1729977>.
27. Lucas, R. (1988). *On the Mechanics of Economic Development*. Journal of Monetary Economics, 22: 3–55.
28. Martinez, C., & Mastrangelo, L., & Soriano, D. (2020). *The knowledge spillover effect of crowd funding*. KNOWLEDGE MANAGEMENT RESEARCH & PRACTICE.
29. Min, S., & Kim, J., & Sawng, Y. (2020). *The effect of innovation network size and public R&D investment on regional innovation efficiency*. Technological Forecasting & Social Change, journal homepage: www.elsevier.com/locate/techfore.
30. Okrah, J., & Nepp, A. (2018). *Factors affecting startup innovation and growth*. Journal of Advanced Management Science Vol. 6, No. 1.
31. Park, H. (2019). *Indeterminate Equilibrium Growth with Product and R&D Spillovers*. Journal Pre-Proof, <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.054>
32. Polonyova, E., & Ondos, S., & Ely, P. (2005). *The location choice of graduate entrepreneurs in the United Kingdom*, MISCELLANEA GEOGRAPHICA – REGIONAL STUDIES ON DEVELOPMENT. (19)4: 34-43.
33. Rodriguez, A., & Crescenzi, R. (2010). *Research and Development, Spillover, Innovation Systems, and the Genesis of Regional Growth in Europe*. Regional Studies, Publication details, including instructions for authors and subscription information.
34. Romer, P. (1986). *Increasing returns and long run growth*. Journal of political economy, 94(5):1002-1037.
35. Romer, P. (1990). *Endogenous technological change*. Journal of political Economy, 98(5):71-102.
36. Saxenian, A. (2006). *The New Argonauts: Regional Advantage in Global Economy*. Harvard University press, Cambridge, Massachusetts, Lndon, England.
37. Smith, S., & McCann, P., & Oxley, L. (2020). *A regional model of endogenous growth without scale assumptions*. Spatial Economic Analysis.
38. Stam, E. (2015). *Entrepreneurial ecosystem and regional policy: sympathetic, European planning studies*, 23(9).

39. Zhang, X., & Wan, G., & Li, J., & He, Z. (2020). *Global spatial economic interaction: knowledge spillover or technical diffusion?* SPATIAL ECONOMIC ANALYSIS, <https://doi.org/10.1080/17421772.2019.1578402>
40. Zieseimer, T. (2020). *Semi endogenous growth models with domestic and foreign private and public R&D linked to VECMs with evidence for five countries.* United Nations University.

