



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷

شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸



ارزیابی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی گروه‌های مختلف درآمدی کشورهای در حال توسعه (کاربردی از رهیافت هم‌انباشتگی پنل)

ندا لیلیان^{1b} *، مهرزاد ابراهیمی **، هاشم زارع *** و علی حقیقت ****

* دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.
(نویسنده‌ی مسئول)

ایمیل: neda.leylian@gmail.com

^{1b}0000-0001-8413-4580

آدرس پستی: شیراز، شهر صدرا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، دانشکده اقتصاد و مدیریت.
** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

ایمیل: mhrzad@yahoo.com

*** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

ایمیل: hashem.zare@gmail.com

**** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

ایمیل: alihaghighat91@yahoo.com

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL	واژگان کلیدی
تاریخ دریافت: ۲۱ بهمن ۱۳۹۹ تاریخ بازنگری: ۱۱ تیر ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: ۳ مرداد ۱۴۰۰	O13, O47, I20, J24	سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی، توسعه مالی، رشد اقتصادی، کشورهای در حال توسعه

قدردانی: از داوران محترم بابت پیشنهادات ارزنده شان در بهبود این مقاله تشکر می‌کنیم.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

ارجاع به مقاله:

لیلیان، ندا، ابراهیمی، مهرزاد، زارع، هاشم و حقیقت، علی. (۱۴۰۲). ارزیابی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی گروه‌های مختلف درآمدی کشورهای در حال توسعه (کاربردی از رهیافت هم‌انباشتگی پنل). *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ۲۰(۳)، ۷۷-۳۵.

 [10.22055/jqe.2021.36604.2339](https://doi.org/10.22055/jqe.2021.36604.2339)



© 2023 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

چکیده گسترده

معرفی

یکی از مهمترین اهداف کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه رشد و توسعه اقتصادی است. سرمایه گذاری مستقیم خارجی به همراه سرمایه انسانی و توسعه مالی از عوامل مهمی هستند که می‌توانند بر رشد اقتصادی تأثیر بسزایی داشته باشند. سرمایه انسانی می‌تواند به عنوان تسهیل کننده برای انتقال فناوری مربوط به سرمایه گذاری مستقیم خارجی استفاده شود. علاوه بر این، شواهد نشان می‌دهد که سرمایه انسانی نقش مکملی برای تأثیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی دارد. همچنین سرریز فناوری به شرکت‌های داخلی هنگامی کارآمدتر هستند که بازارهای مالی در اقتصاد میزبان توسعه بیشتری داشته باشد. از این رو، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی گروه‌های مختلف درآمدی کشورهای در حال توسعه است.

متدولوژی

در این مطالعه، الگویی برآورد شده است که برای اقتصادهای ناپایدار (کشورهای در حال توسعه) مناسب است. در این الگو، تاثیرات نرخ رشد جمعیت، تکنولوژی، سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، توسعه مالی، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و اثرات تعاملی سرمایه گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی بررسی شده است. جامعه آماری، کشورهای در حال توسعه در دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ هستند. جهت انجام تحقیق، کشورهای در حال توسعه به چهار دسته درآمد پایین، درآمد کمتر از متوسط، درآمد بالاتر از متوسط و درآمد بالا تقسیم‌بندی شدند که در مجموع شامل ۲۷ کشور (۹ کشور آسیایی، ۹ کشور آفریقایی و ۹ کشور آمریکای جنوبی) می‌باشند. در این پژوهش ابتدا مانایی متغیرها برای کشورهای در حال توسعه به تفکیک گروه‌های درآمدی بررسی شد. سپس بر اساس آزمون کائو، وجود روابط تعادلی بلندمدت در میان متغیرهای مربوط به گروه‌های درآمدی کشورهای در حال توسعه تایید گردید. جهت بررسی هم‌انباشتگی، از روش‌های *FMOLS* و *DOLS* استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج تخمین بلندمدت نشان داد که سرمایه گذاری مستقیم خارجی به تنهایی به میزان ۰/۲۷ بر رشد اقتصادی کشورهای درآمد بالا موثر است و هنگامی که با سرمایه انسانی و توسعه مالی ترکیب شود، تاثیر آن بر رشد اقتصادی به ترتیب به میزان ۰/۴۲ و ۰/۱۰۴ خواهد بود. بنابراین اثر تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی و سرمایه انسانی نسبت به تاثیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی به تنهایی بر رشد اقتصادی کشورهای درآمد بالا بیشتر است. اما در سایر گروه‌های درآمدی کشورهای در حال توسعه، تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی با سرمایه انسانی و توسعه مالی تاثیر مثبت بر رشد اقتصادی نداشته است. همچنین نتایج تخمین کوتاه مدت نشان داد که سرمایه گذاری مستقیم خارجی به تنهایی بر رشد اقتصادی کشورهای با درآمد بالا تاثیری ندارد، اما تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی و تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی و سرمایه انسانی به ترتیب به میزان ۰/۴۸ و ۲/۱۳ بر رشد اقتصادی موثر است. این نتیجه نشان می‌دهد که در کوتاه مدت سرمایه گذاری مستقیم خارجی به تنهایی بر رشد اقتصادی تاثیری ندارد اما در کنار سرمایه انسانی

و توسعه مالی تاثیر مثبت بر رشد اقتصادی این کشورها دارند. در سایر گروه‌های درآمدی کشورهای در حال توسعه، تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی با سرمایه انسانی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی تاثیر مثبت نداشته است. همچنین جزء صحیح خطای تعامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی با توسعه مالی و سرمایه انسانی نشان می‌دهد که در هر دوره به ترتیب ۷۸ درصد و ۹۵ درصد از عدم تعادل‌های موجود در سیستم جهت رسیدن به تعادل بلندمدت برطرف می‌شود. اما در سایر گروه‌های درآمدی، سرعت تعدیل بسیار ناچیز است و یا اصلا وجود ندارد.

نتیجه

این نتایج نشان می‌دهد که کشورهای با درآمد بالا دریافته‌اند که با انتقال فناوری‌های جدید و سرریز فناوری، می‌توان بهره‌وری را با توجه به سطح بالای سرمایه انسانی و نیروی کار ماهر افزایش داد و این عاملی مثبت برای بهبود رشد اقتصادی است. همچنین در کشورهای در حال توسعه با درآمد بالا، به دلیل ظرفیت نهادی بالا در ساختار اقتصادی که منجر به کارایی فراگیر در مکانیزم تخصیص اعتبارات این کشورها شده است، اثر تعاملی سرمایه گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی در کوتاه مدت و بلندمدت مثبت است.

Reference

- Ahmed, K.T., Ghani, G.M., Mohamad, N. & Derus, A.M. (2015). Does inward FDI crowd-out domestic investment? Evidence from, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 172, 419-426. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.395>
- Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S. & Sayek, S. (2004). FDI and economic growth: the role of local financial markets, *J. Int. Econ.* 64 (1), 89–112. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(03\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00081-3)
- Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S. & Sayek, S. (2010.) Does foreign direct investment promote growth? exploring the role of financial markets on linkages. *J. Dev. Econ.* 91 (2), 242–256. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2009.09.004>
- Alvarado, R., Iñiguez, M. & Ponce, P. (2017). Foreign direct investment and economic growth in Latin America. *Economic Analysis and Policy*, 56, 176-187. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.09.006>

- Arcand, J.L., Berkes, E. & Panizza, U. (2015). Too much finance? *J. Econ. Growth*, 20(2), 105–148. <https://doi.org/10.1007/s10887-015-9115-2>
- Arvin, M.B., Pradhan, R.P. & Nair, M. (2021). Uncovering Interlinks Among ICT Connectivity and Penetration, Trade Openness, Foreign Direct Investment, and Economic Growth: The Case of the G-20 Countries, *Telematics and Informatics*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101567>
- Azman-Saini, W.N.W., Law, S.H. & Ahmad, A.H. (2010). FDI and economic growth: new evidence on the role of financial markets. *Econ. Lett.* 107 (2), 211–213. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2010.01.027>
- bahrambeigi, F., fotros, M. H., haji, G., & torkamani, E. (2023). The Effect of Financial Development Regimes on Energy Intensity in Iran: Markov-Switching Approach. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 20(2), 32-71. doi: 10.22055/jqe.2021.36681.2345
- Barkhordari, S., Abrishami, H. & Zolfaghari, M., (2019). The impact of financial development on human development in developing countries with a focus on institutional, social and economic characteristics, *Journal of Financial Economics*, 48, 217-237. (In Persian) <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25383833.1398.13.48.8.3>
- Beck, R., Georgiadis, G., & Straub, R. (2014). The finance and growth nexus revisited. *Econ.Lett.* 124 (3), 382–385. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2014.06.024>
- Bilir, K., Chor, D., Manova, K. (2014). Host-country Financial Development and Multinational Activity. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series* No. 20046. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2019.02.008>
- Blomstrom, M., Lipsey, R.E., & Zejan, M. (1992). What Explains Developing Country Growth? *National Bureau of Economic Research Working Paper Series* No. 4132. <http://www.nber.org/papers/w4132>
- Blomstrom, M., Kokko, A. & Globerman, S. (2001). The Determinants of Host Country Spillovers from Foreign Direct Investment: Review and Synthesis of the Literature. *Inward Investment Technological Change and Growth*, 239, 34-65. http://dx.doi.org/10.1057/9780230598447_2
- Bluedorn, J., Duttagupta, R., Guajardo, J. & Topalova, P. (2013). Capital Flows Are Fickle: Anytime, Anywhere. *International Monetary Fund, Research Department*. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Capital-Flows-are-Fickle-Anytime-Anywhere-40885>

- Borensztein, E., De Gregorio, J. & Lee, J.W. (1998). How does foreign direct investment affect economic growth?, *J. Int. Econ.* 45 (1), 115–135. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0)
- Brida, J.G., Carrera, E. & Segarra, V. (2020). Clustering and regime dynamics for economic growth and income inequality. *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 99-108. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.09.010>
- Ciesielska, D. & Kołtuniak, M. (2017). Outward foreign direct investments and home country's economic growth. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 482: 127-146. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.04.057>
- Creane, S., A. Rishi Goyal, M. Moshfigh & S. Randa (2004). Financial Sector Development in the Middle East and North Africa, *IMF Working Paper*, 04/201 (Washington: International Monetary Fund). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/med/2003/eng/creane/>
- Dadgar, Y. & Nazari, R. (2009). Evaluation of Financial Development Indicators in Iran, International Conference on Financing System Development in Iran (with Financial Innovation Approach), *Sharif University of Technology Studies Center*. 1. (In Persian) <https://civilica.com/doc/72379/>
- Fotros, M., Aghazadeh, A. & Jabraili, S. (2011). The effect of economic growth on renewable energy consumption Comparative comparison of selected member countries of the Organization for Economic Cooperation and Development and non-members (including Iran). *Quarterly Journal of Research and Policy Economic*, 60, 98-81. (In Persian) <http://qjerp.ir/article-1-187-en.html>
- Ford, T.C., Rork, J.C. & Elmslie, B.T. (2008). Foreign direct investment, economic growth, and the human capital threshold: evidence from us states. *Rev. Int. Econ.* 16 (1), 96–113. 10.1111/j.1467-9396.2007.00726.x
- Ghafari, H., Jalooli, M., & Changi Ashtiani, A. (2015). Social instability and economic growth, Analysis based on ARDL Model, *Quarterly Journal of Economic Reseach (Sustainable Growth and Development)*, 15(4): 25-50. (In Persian) <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-10064-fa.html>
- Griliches, Z. (1964). Research expenditures, education, and the aggregate agricultural production function. *The American Economic Review*, 961-974. <https://www.jstor.org/stable/1809481>

- Gui-Diby, S.L. (2014). Impact of foreign direct investments on economic growth in Africa: Evidence from three decades of panel data analysis, *Research in Economics*, 68, 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2014.04.003>
- Han, J. & Lee, J. (2020). Demographic change, human capital, and economic growth in Korea, *Japan and the World Economy*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2019.100984>
- Hosseini, S.M., Ashrafi, Y., Siami araqi, E. (2011). Investigating the Relationship between Financial Development and Economic Growth in Iran with the Introduction of New Variables, *Journal of Economic Research and Policy*, 19(60), 126-113. (In Persian) <http://qjerp.ir/article-1-184-fa.html>
- Hosseini, S.S. & Molaei, M. (2006). The Impact of Foreign Direct Investment on Economic Growth in Iran. *Economic Research Journal*, 6(2), 57-80. (In Persian) https://joer.atu.ac.ir/article_3367.html
- Iamsiraroj, S. (2016). The Foreign direct investment -economic growth nexus. *International Review of Economic & Finance*, 42, 116-133.
- Kao, C. & Chiang, M.H. (2000). On the estimation and inference of a cointegrated regression in panel data. *Advances in Econometrics*, 15, 179-222. [https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1016/S0731-9053\(00\)15007-8/full/html](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1016/S0731-9053(00)15007-8/full/html)
- Karimi, M. & Heidarian, M. (2017). A Study of Short-Term and Long-Term Effects of Electricity Consumption on Economic Growth in Iranian Provinces (Analysis of FMOLS-PMG and VECM Causality Models). *Econometric Modeling Quarterly*, 2(2), 149-117. (In Persian) <https://doi.org/10.22075/jem.2018.2881>
- Khalili araqi, M. & Salimi Shendi, R. (2014), The Relationship between Foreign Direct Investment, Financial Development and Economic Growth: A Case Study of Selected Asian Countries. *Journal of Economic Research and Policy*, 22(71), 156-143. (In Persian)
- Kong, Q., Guo, R., Wang, Y., Sui, X. & Zhou, S. (2020). Home-country environment and firms' outward foreign direct investment decision: evidence from Chinese firms. *Economic Modelling*, 85, 390-399. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.11.014>
- Kottaridi, C. & Stengos, T. (2010). Foreign direct investment, human capital and non-linearities in economic growth. *Journal of Macroeconomics*, 32(3), 858-871. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2010.01.004>

- Law, S.H. & Singh, N. (2014). Does too much finance harm economic growth? *J. Bank. Finance*, 41 (Suppl. C), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.12.020>
- Levine, R., (1997). Financial development and economic growth: views and agenda. *Journal of Economic Literature*, 35 (2), 688–726. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-1678>
- Leylian, N., Ebrahimi, M., Zare, H., & Haghghat, A. (2021). Investigating the Effect of Foreign Direct Investment and Human Capital on Agricultural Economic Growth in Selected Asian Developing Countries, *Journal of Agricultural Economics Research*, 13(2), 109-126. (In Persian) <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086407.1400.13.2.6.7>
- Li, X. (2001). Government revenue, government expenditure, and temporal causality: Evidence from China. *Applied Economics*, 33(4), 485-497. <https://doi.org/10.1080/00036840122982>
- Li, G. & Wei, W. (2021). Financial development, openness, innovation, carbon emissions, and economic growth in China. *Energy Economics*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105194>
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22: 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Makiela, K. & Ouattara, B. (2018). Foreign direct investment and economic growth: exploring the transmission channels. *Economic Modelling*, 72, 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.02.007>
- Mohamandzadeh Asl, N. (2002). Testing the theory of neoclassical growth, *Economic Research*, 14. (In Persian). https://joer.atu.ac.ir/article_3185.html
- Molaei, H., Golkhandan, A. & Golkhandan, D. (2014). Asymmetry of the effects of oil shocks on the economic growth of oil exporting countries: An application of the nonlinear approach of hidden panel integration. *Iranian Journal of Energy Economics*, 3(10). 229 -201. (In Persian) https://jjee.atu.ac.ir/article_539.html
- Moosavi Jahromi, Y. (2018). *Economic Development and planning*. Payame noor University Press, Tehran. (In Persian).
- Morrissey, O. & Udomkerdmongkol, M. (2016). Response to Institutions, Foreign Direct Investment, and Domestic Investment: Crowding Out or Crowding In?. *World Development*, 88, 10-11. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.001>

- Nair-Reichert, U. & Weinhold, D. (2001). Causality tests for cross-country panels: a new look at FDI and economic growth in developing countries. *Oxf. Bull., Econ. Stat.* 63(2), 153–171. 10.1111/1468-0084.00214
- Najarzadeh, R. & Maleki, M. (2005). Investigating the Impact of Foreign Direct Investment on Economic Growth with Emphasis on Oil Exporting Countries. *Iranian Journal of Economic Research*, 7(23), 163-147. (In Persian) https://ijer.atu.ac.ir/article_3769.html
- Osei, M.J. & Kim, J. (2020). Foreign direct investment and economic growth: Is more financial development better?. *Economic Modelling*, 93, 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.07.009>
- Phillips, P. C. B. & Hansen, B.E. (1990). Statistical inference in instrumental variable regression with I (1) processes, *Review of Economic Studies*, 57, 99–125. <https://doi.org/10.2307/2297545>
- Poorshahabi, F. & Esfandiyari, M. (2017). The role of financial development in attracting foreign direct investment and promoting economic growth, *Journal of Economic growth and development research*. 7(28), 113-126. (In Persian) <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22285954.1396.7.28.7.1>
- Romer, D. (1986). *Advanced macroeconomics*, McGraw Hill.
- Sajadieh, F., Bakhtiari, S., & ghobadi, S. (2022). Evaluation the Role of Household Risk Management on Economic Growth: Case Study of Selected OIC Member Countries with emphasis on Iran. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 19(3), 93-124. doi: 10.22055/jqe.2020.32698.2219
- Samargandi, N., Fidrmuc, J. & Ghosh, S. (2015). Is the relationship between financial development and economic growth monotonic? evidence from a sample of middle-income countries. *World Dev.* 68, 66–81. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.11.010>
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American economic review*, 51(1): 1-17. <https://www.jstor.org/stable/1818907>
- Singh, T. (2007). Financial development and economic growth nexus: time series evidence from India. *Applied economics*, 1, 13. <https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1080%252F00036840600892886;h=repec:taf:applec:v:40:y:2008:i:12:p:1615-1627>
- Souri, A. (2015). *Econometrics*. 2nd edition, Cultural Studies Publishing. (In Persian)

- Stock, J.H. & Watson, M.W. (1993). A simple estimator of co-integrating vectors in higher order integrated systems, *Econometrica*, 61, 783-820. <https://doi.org/10.2307/2951763>
- Su, Y. & Liu, Z. (2016). The impact of foreign direct investment and human capital on economic growth: Evidence from Chinese cities. *China Economic Review*, 37, 97-109. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2015.12.007>
- Sunde, T. (2017). Foreign direct investment, exports and economic growth: ADRL and causality analysis for South Africa. *Research in International Business and Finance*, 41, 434-444. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.04.035>
- Vischer, T. (2012). *Individual preferences, Human capital, and economic development*, Dissertation of the University of St. Gallen.
- Walters, P. B. & Rubinson, R. (1983). Educational expansion and economic output in the United States, 1890-1969: A production function analysis. *American Sociological Review*, 480-493. <https://doi.org/10.2307/2117716>
- Wang, J. Y. (1990). Growth, Technology Transfer and the Long-Run Theory of International Capital Movements. *Journal of International Economics*, 29, 255-71. <https://doi.org/10.2307/2117716>
- Xu, Y. & Li, A. (2019). The relationship between innovative human capital and interprovincial economic growth based on panel data model and spatial econometrics. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 365. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.112381>