فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق) بهار ۱۴۰۲ ۲۰(۱) ۲۳۱-۱۹۵

فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، حجم حمل و نقل و تخریب زیست‌محیطی در ایران: رویکرد جداسازی

فرشته محمدیان*

* استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (نویسنده مسئول).

ایمیل: F.Mohamadian@ilam.ac.ir

0000-0002-9680-530X

آدرس پستی: ایران، ایلام، دانشگاه ایلام، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه اقتصاد، صندوق پستی ۵۱۶-۶۹۳۱۵

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL	واژگان کلیدی
تاریخ دریافت: ۱ آبان ۱۴۰۰	**R41, Q18, C43**	**جداسازی، تولید ناخالص داخلی، حمل‌و نقل، انتشار دی‌اکسیدکربن، ایران.**
تاریخ بازنگری: ۷ بهمن ۱۴۰۰		
تاریخ پذیرش: ۱۰ بهمن ۱۴۰۰		

قدردانی: از نظرات و پیشنهادات ارزشمند داوران که کیفیت این مقاله را بهبود بخشیده‌اند قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده است.

ارجاع به مقاله:
محمدیان، فرشته. (۱۴۰۲)، بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، حجم حمل و نقل و تخریب زیست‌محیطی در ایران: رویکرد جداسازی. فصلنامه اقتصاد مقداري (بررسي‌هاي اقتصادي سابق)، ۲۰(۱)، ۲۳۱-۱۹۵.
10.22055/jqe.2022.38971.2428

© 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 الزامات رشد اقتصادي، توسعه بخش حمل و نقل و خدمات وابسته به آن است. اما توسعه حمل و نقل، علاوه بر آثار مثبت اقتصادی تاثیر انکارناپذیری بر میزان انتشار آلاینده‌ها دارد. حال این سوال مطرح است که برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل و نقل چه باید کرد به طوری که دستیابی به توسعه اقتصادی مختل نشود. جداسازی انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل و نقل از رشد اقتصادی، کلید ارائه یک راه‌حل عملی برای دستیابی به توسعه اقتصادی کم‌کربن است. مفهوم جداسازی به شرایطی اشاره دارد که رشد اقتصادی افزایش می‌یابد اما تخریب زیست‌محیطی در همان دوره زمانی کاهش می‌یابد. این مفهوم اولین بار به وسیله OECD مطرح شد(OECD,2000). سپس ویهماس و همکاران (۲۰۰۳) جنبه‌های مختلف جداسازی را تشریح کردند و تاپیومدل جداسازی مبتنی بر کشش را ارائه کرد(Vehmas Tapio, 2005 et al., 2003,). متعاقباً جداسازی انتشار دی‌اکسیدکربن از رشد اقتصادی مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفت(Loo & Banister, 2016, Zhang, 2018, Riti et al., 2017, Wu et al.,2018, Wang et al., 2018,). اما در ایران تا کنون مطالعه‌ای در این زمینه انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر بر آن است تا با بررسی این موضوع در ایران سهمی در شناسایی اقدامات مناسب برای دستیابی به کربن‌زدایی در بخش حمل و نقل داشته باشد.

متدولوژی:

برای تجزیه تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن به عوامل مختلف محرک آن تکنیک‌های زیادی از جمله تحلیل تجزیه ساختاری(SDA) و تحلیل تجزیه شاخص (IDA) به کار می‌رود. با این وجود امروزه تجزیه و تحلیل جداسازی، به عنوان یک مفهوم جدیدتر که نیاز به داده‌ها و محاسبه کمتری دارد و در مقابل جزئیات بیشتری در خصوص نوع رابطه بین رشد اقتصادی و نشر کربن در اختیار قرار می‌دهد، مورد توجه ویژه قرار گرفته است. برای انجام تحلیل جداسازی سه رویکرد OECD، ویهماس و همکاران (۲۰۰۳) و تاپیو (۲۰۰۵) وجود دارد. رویکرد OECD دارای معایب مختلفی مانند اندازه‌گیری نادرست و معیارها(سنجه‌های) نامشخص است که باعث شد ویهماس و همکاران (۲۰۰۳) این روش را توسعه دهند و در نهایت تاپیو (۲۰۰۵) با اصلاح دسته‌بندی ویهماس و همکاران (۲۰۰۳) روش آنها را ارتقا بخشید. در انجام این کار تاپیو (۲۰۰۵)، اول، شش حالت ممکن پیوند و جداسازی معرفی شده توسط ویهماس و همکاران (۲۰۰۳) را به هشت حالت منطقی ممکن تغییر داد، دوم، مفهوم جداسازی منفی را مطرح کرد و سوم، با تعریف بازه‌های مشخص برای کشش تخریب محیطزیستی رشد اقتصادی، هر کدام از حالت‌های جداسازی و پیوند را دقیق‌تر مشخص ساخت. بر این اساس در این مقاله برای بررسی جداسازی تخریب محیطزیست از رشد اقتصادی از رویکرد تاپیو (۲۰۰۵) استفاده می‌شود. خلاصه این رویکرد در **جدول 1** آمده است.

جدول 1. درجات مختلف پیوند و جداسازی بر اساس رویکرد تاپیو (۲۰۰۵)
ماخذ:جمع‌بندی محقق بر اساس دسته‌بندی Tapio, 2005

Table 1. Degrees of the coupling and decoupling process based on Tapio (2005) approach
Source: Researcher Conclusion Based on Tapio(2005) Classification

درجات پیوند و جداسازی	ΔVOL		ΔGDP		$\%\Delta VOL/\%\Delta GDP$
	< 0	> 0	< 0	> 0	
جداسازی ضعیف[1]		*		*	*[0-0.8]*
جداسازی ضعیف منفی[2]	*		*		*[0-0.8]*

[1] Weak decoupling

[2] Weak negative decoupling

جداسازی قوی[۳]	*			*	$\%\Delta VOL/\%\Delta GDP < 0$
جداسازی قوی منفی[۴]		*	*		$\%\Delta VOL/\%\Delta GDP < 0$
جداسازی منفی رو به رشد[۵]			*	*	$\%\Delta VOL/\%\Delta GDP > 1.2$
جداسازی بازگشتی[۶]	*			*	$\%\Delta VOL/\%\Delta GDP > 1.2$
پیوند رو به رشد/ توسعه[۷]			*	*	*[0.8-1.2]*
پیوند بازگشتی[۸]	*			*	*[0.8-1.2]*

داده‌های مورد استفاده در این مقاله از مرکز آمار ایران و ترازنامه‌های انرژی وزارت نیرو طی دوره ۹۷-۱۳۷۹ استخراج شده است. انتخاب دوره زمانی به گونه‌ای است که ده سال قبل و بعد از اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها را پوشش می‌دهد زیرا تغییر قیمت انرژی در این دوره می‌تواند فعالیت‌های بخش حمل و نقل کشور، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن را تحت تاثیر قرار دهد. متغیرهای این تحقیق شامل ارزش افزوده زیربخش‌های بخش حمل و نقل(حمل و نقل جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی)، *GDP* بدون نفت به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰، کل حجم مسافر و بار بخش حمل و نقل و زیربخش‌های آن و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بخش حمل و نقل و زیربخش‌های آن است.

یافته‌ها:

نتایج وضعیت جداسازی حمل و نقل بار و مسافر از رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن به ترتیب در **جدول 2** و

[3] Strong decoupling
[4] Strong negative decoupling
[5] Expansive negative decoupling
[6] Recessive decoupling
[7] Expansive coupling
[8] Recessive coupling

جدول 3 آمده است. در جداول مذکور برای نشان دادن حمل و نقل بار، حمل و نقل مسافر، تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن بخش حمل و نقل به ترتیب از نمادهای TG، TP، GDP و CO2 استفاده شده است.

نتایج مربوط به جداسازی حمل و نقل مسافر و بار از رشد اقتصادی در **جدول 2** نشان می‌دهد که افزایش قیمت حامل‌های انرژی در سال‌های ابتدایی هدفمندی یارانه‌ها (۹۳-۱۳۸۹) منجر به جداسازی قوی رشد حمل و نقل بار و مسافر از رشد اقتصادی شده است، به این معنی که علی‌رغم رشد اقتصادی مثبت رشد حمل و نقل منفی بوده است. اما میزان تاثیر پذیری حمل‌و نقل مسافر به میزان قابل توجهی بیش از حمل و نقل بار بوده است. پس از آن وضعیت جداسازی در بخش حمل و نقل بار به جداسازی منفی رو به رشد تغییر یافته در حالی‌که در بخش حمل و نقل مسافر همچنان جداسازی قوی برقرار است.

جدول 2. وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل مسافر از رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن
ماخذ: یافته‌های پژوهش

Table 2. Decoupling of transport volumegrowth from economic growth
Source: Research Findings

وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل مسافر از رشد اقتصادی				
ادوار زمانی	(ΔTP)	(ΔGDP)	$\%\Delta TP/\%\Delta GDP$	وضعیت جداسازی
۸۳-۱۳۷۹	۲٫۰٤	۲۹٫٦٤	۰٫۰۷	جداسازی ضعیف
۸۸-۱۳۸۴	۲۳٫٦۸	۲۵٫۷٤	۰٫۹۲	پیوند رو به رشد
۹۳-۱۳۸۹	-۱۵٫۱۷	۲٫۲۸	-٦٫٦٦	جداسازی قوی
۹۷-۱۳۹۴	-۱۰٫۱٦	۱۳٫۹۷	-۰٫۷۳	جداسازی قوی
وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل بار از رشد اقتصادی				
ادوار زمانی	(ΔTG)	(ΔGDP)	$\%\Delta TG/\%\Delta GDP$	وضعیت جداسازی
۸۳-۱۳۷۹	٤۲٫۳۷	۲۹٫٦٤	۱٫٤۳	جداسازی منفی رو به رشد
۸۸-۱۳۸۴	۲۲٫٦۱	۲۵٫۷٤	۰٫۸۸	پیوند رو به رشد
۹۳-۱۳۸۹	-۷٫۰٦	۲٫۲۸	-۳٫۱۰	جداسازی قوی
۹۷-۱۳۹۴	۲۱٫۱۳	۱۳٫۹۷	۱٫۵۱	جداسازی منفی رو به رشد

جدول 3. وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل بار و مسافر از انتشار دی‌اکسیدکربن
ماخذ: یافته‌های پژوهش

Table 3. Decoupling of transport volume growth from co2 emission
Source: Research Findings

وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل مسافر از انتشار دی‌اکسیدکربن				
ادوار زمانی	(ΔTP)	$(\Delta CO2)$	$\%\Delta CO2/\%\Delta TP$	وضعیت جداسازی
۸۳-۱۳۷۹	۲٫۰٤	۲۷٫۲۵	۱۳٫۳٤	جداسازی منفی رو به رشد
۸۸-۱۳۸۴	۲۳٫٦۸	۲۷٫۲۹	۱٫۱۵	پیوند رو به رشد
۹۳-۱۳۸۹	-۱۵٫۱۷	۱۲٫۱۹	-۰٫۸۰	جداسازی منفی قوی
۹۷-۱۳۹۴	-۱۰٫۱٦	۳٫۹۲	-۰٫۳۹	جداسازی منفی قوی
وضعیت جداسازی رشد حجم حمل و نقل بار از انتشار دی‌اکسیدکربن				
ادوار زمانی	(ΔTG)	$(\Delta CO2)$	$\%\Delta CO2/\%\Delta TG$	وضعیت جداسازی
۸۳-۱۳۷۹	۴۲٫۳۷	۲۷٫۲۵	۰٫٦٤	جداسازی ضعیف
۸۸-۱۳۸۴	۲۲٫٦۱	۲۷٫۲۹	۱٫۲۱	جداسازی منفی رو به رشد
۹۳-۱۳۸۹	-۷٫۰٦	۱۲٫۱۹	-۱٫۷۳	جداسازی منفی قوی
۹۷-۱۳۹۴	۲۱٫۱۳	۳٫۹۲	۰٫۱۹	جداسازی ضعیف

بر اساس **جدول 3** در مورد وضعیت جداسازی حمل و نقل بار و مسافر از انتشار دی اکسید کربن می‌توان بیان داشت که افزایش قیمت حامل‌های انرژی در دوره ۹۳-۱۳۸۹ منجر به کاهش بسیاری در حمل و نقل مسافر و بار شده است اما رشد انتشار دی‌اکسیدکربن اگرچه نسبت به دوره پیشین کاهش یافته اما همچنان مثبت است بنابراین رشد انتشار دی‌اکسیدکربن همراه با کاهش حمل و نقل مسافر و بار رخ داده است بنابراین تاثیرگذاری اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها در حمل و نقل بسیار بیشتر از انتشار آلایندگی بوده است که نیاز به اجرای سیاست‌های مکمل را آشکار می‌کند. در دوره ۹۷-۱۳۹۴ نیز اگرچه همچنان بخش حمل و نقل بار از اجرای این قانون تاثیر می‌پذیرد اما در بخش حمل و نقل مسافر این اثر مشاهده نمی‌شود.

نتیجه:

بر اساس نتایج این مطالعه، اصلاح قیمت‌های انرژی در سال ۱۳۸۹ هر چند باعث شد که رابطه بین رشد اقتصادی و رشد حمل و نقل از پیوند رو به رشد (رشد اقتصادی توام با رشد

حجم حمل و نقل) به جداسازی قوی (رشد اقتصادی توام با کاهش حجم حمل و نقل) تغییر یابد اما به دلیل عدم برقراری وضعیت جداسازی قوی بین رشد حمل و نقل و رشد آلودگی، اصلاح قیمت‌های انرژی منجر به کاهش نشر کربن نشده است. از این رو دستیابی به توسعه کم کربن در بخش حمل و نقل کشور تنها با اصلاح قیمت‌های انرژی تحقق نمی‌یابد و مستلزم به‌کارگیری سیاست‌های مرتبط با بهبود کارایی انرژی و تکنولوژی‌های مرتبط با کاهش نشر کربن است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، پیشنهادهای زیر برای تعریف استراتژی‌های کاهش کربن مناسب برای بخش حمل و نقل توصیه می‌شود، اول، قیمت انرژی بخش حمل و نقل اصلاح شود. دوم، منع تردد خودروهای با انتشار کربن بالا در حالی که فناوری‌ها و منابع جدید انرژی متناسب با حمل و نقل مدرن ترویج شود. سوم، بهبود زیرساخت‌های حمل و نقل، به ویژه حمل و نقل جاده‌ای در دستورکار قرار گیرد. چهارم، باید سهم حمل و نقل غیرجاده‌ای (ریلی، هوایی و دریایی) به ویژه حمل و نقل ریلی در بخش حمل کالا به طور اساسی تقویت شود تا حجم بالایی از کالاها با مصرف کمتر انرژی و آلودگی کمتر جابجا شوند.

Reference

Abolhasani, A., Motaghi, S. & Saffarzadeh, S. (2019). Investigating the relationship between investment in transport infrastructure and economic growth of Iran (Application of VAR pattern). *Journal of Transportatin Engineering, 11(1), 239-255. 20.1001.1.20086598.1398.11.1.12.2*[In Persian]

Ahmadian, M., Abdoli, G., Jabalameli, F., Shabankhah, M. & Khorasani, S.A.(2019). Extracting The Dynamic Curve of the Kuznets Environment. *Quarterly Journal of Quantitative Economics(JQE), 16 (2),* 1-36. https://doi.org/10.22055/jqe.2019.25839.1873[In Persian]

Andreoni, V. & Galmarini, S. (2012). Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions: A decomposition analysis of Italian energy consumption. *Energies, 44, 682–691.*

Boqiang, L. & Liu, K. (2017). Using LMDI to Analyze the Decoupling of Carbon Dioxide Emissions from China's Heavy Industry. *Sustainability, 9, 1198.*

Borghesi, S. (1999).The environmental Kuznets curve: a survey of literature. *Fondazioni Eni Enrico Mattei, Working Papers 85.99.*

Daii Karimzadeh, S., Emadzadeh, M. & Kamkar Delakh, H. (2009). Public Investment in the Transportation Sector and Economic Growth in Iran (1970-2008). *Quarterly Journal of Economic Modelling, 3(10), 63-82. http://eco.iaufb.ac.ir/article_555594.html#ar_info_pnl_cite*[In Persian]

De Bruyn, S.M. (2000). Economic growth and the environment. *Dordrect: Kluwer Academic Publishers.*

De Bruyn, S.M. (2002). Dematerialization and rematerialization as two recurring phenomena of industrial ecology, in: Ayres, R.U., Ayres, L.W. (Eds.), A Handbook of Industrial Ecology. *Edward Elgar, Cheltenham, pp. 209–222.*

De Bruyn, S.M. & Opschoor, J.B. (1997). Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. *Ecological Economics; 20:255e68.*

De Bruyn, S.M., van den Bergh, J.C.J.M. & Opschoor, J.B. (1998). Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. *Ecological Economics 25 (2), 161–175.*

Dinda, S. (2004). Environmental kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics; 49:431e55.*

Delangizan,S., Khanzadi,A. & Heidarian,M. (2015). Studying the effects of fuel price changes on greenhouse gas emissions in the road transportation sector of Iran; approach of Robust Least Squares. *Quarterly Journal of Quantitative Economics(JQE), 11(4*), 47-77. https://jqe.scu.ac.ir/article_11873.html?lang=en [In Persian]

Engo, J. (2019). Decoupling analysis of CO2 emissions from transport sector in Cameroon. *Sustainable Cities and Society 51,101732.*

Fan, F.Y. & Lei, Y.L. (2017). Responsive relationship between energy-related carbon dioxide emissions from the transportation sector and economic growth in Beijing—Based on decoupling theory. *Int. J. Sustain. Transp., 11, 764–775.*

Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics; 110:353e77.*

Hinterberger, F. & Schmidt-Bleek, F. (1999). Dematerialization, MIPS and Factor 10: physical sustainability indicators as a social device. *Ecological Economics 29 (1), 53–56.*

International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook (2021). *IEA Publication: Paris, France.*

International Energy Agency (IEA). CO2 Emissions from Fuel Combustion (2021). *IEA Publication: Paris, France.*

Janicke, M. (1988). Okologische Modernisierung, Optionen und Restriktionen praventiver Umweltpolitik, in: Simonis, U.E. (Ed.), Praventive Umweltpolitik. *Campus, Frankfurt am Main, pp. 13–26.*

Kharbach, M. & Chfadi, T. (2017). CO2 Emissions in Moroccan Road Transport sector: Divisia, Cointegration, and EKC analyses. *Sustainable Cities and Society http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.016.*

Loo, B.P.Y. & Banister, D. (2016). Decoupling transport from economic growth: Extending the debate to include environmental and social externalities. *J. Transp. Geogr, 57, 134–144.*

Ma, M. & Cai, W (2019). Do commercial building sector-derived carbon emissions decouple from the economic growth in tertiary industry? A case study of four municipalities in china. *Sci. Total Environ, 650, 822–834.*

Maddah, M., jafari, A. (2019). Factors Affecting Air Pollution Created in the Transportation Sector of Iranian Provinces. *Journal of Environmental Studies, 45(1), 77-86. 10.22059/JES.2019.263277.1007714*[In Persian]

Magnani, E. (2001).The environmental Kuznets curve: development path or policy result?. *Environmental Modelling & Software; 16:157e65.*

Muradov, N. (2013). Decarbonization at crossroads: The cessation of the positive historical trend or a temporary detour?. *Energy Environ. Sci., 6, 1060–1073.*

Naqvi, A. & Zwickl, K. (2017). Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sectors and air pollutants. *Ecol. Indic., 133, 111–126.*

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2000). Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. *OECD: Paris, France.*

Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2001). Decoupling: A Conceptual Overview. *OECD Pap, 5, 1–31.*

Pahlavani, M., Mehrabi Boshrabadi, H., Afshar pour, M. (2014). The Study of Transportation Infrastructures Development's Effect on Economic Growth in Iran’s Provinces .The Journal of Economic Modeling

Research (JEMR), 4(16), 99-127. 20.1001.1.22286454.1393.4.16.7.6[In Persian]

Panayotou, T. (1993). Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *World Employment Research Programme, Working Paper. Geneva: International Labour Office.*

Riti, J.S., Song, D.Y., Shu, Y. & Kamah, M. (2017). Decoupling CO2 emission and economic growth in China: Is there consistency in estimation results in analyzing environmental Kuznets curve?. *J. Clean. Prod., 166, 1448–1461.*

Rothman, D.S. & De Bruyn S.(1998). Probing into the environmental Kuznets curve hypothesis. *Ecological Economics; 25:143e5.*

Sajadi, M., Taghvaee, M. (2016). Evaluation and Analysis of Sustainable Urban Transport Indicators. Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 4(1), 1-18. 20.1001.1.25886274.1395.4.1.1.8[In Persian]

Schmidt-Bleek, F. (2000) Luonnon uusi laskuoppi, Gaudeamus, Helsinki. [Finnish translation of two books: Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS—das Mass fu¨r o¨kologisches Wirtschaften (orig. 1994) and Das MIPS-Konzept. *Weniger Naturverbrauch—mehr Lebensqualita¨t durch Faktor 10 (orig. 1998).*

Sharify, N. (2012). Transport Position and Its Effect on the Other Economic Sectors in Iran: An Input-Output Analysis. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research, 2(5), 207- 238. 20.1001.1.22285954.1390.2.5.7.6*[In Persian]

Talbi, B (2017). CO2 emissions reduction in road transport sector in Tunisia. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews. 69: 232 -238.*

Tapio, P. (2002a). The Limits to Traffic Volume Growth, The Content and Procedure of Administrative Futures Studies on Finnish Transport CO2 Policy, Acta Futura Fennica 8, Finnish Society for Futures Studies & Finland Futures Research Centre, Turku, Doctorate thesis. *Summary (148 p.) available at http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/limno/vk/ tapio.*

Tapio, P. (2005). Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001, *Transport Policy 12 . 137–151*

Vehmas, J., Malaska, P., Luukkanen, J., Kaivo-oja, J., Hietanen, O., Vinnari, M. & Ilvonen, J (2003). Europe in the Global Battle of Sustainability: Rebound Strikes Back?. *Advanced Sustainability Analysis; Series Discussion and Working Papers; Turku School of Economics and Business Administration: Turku, Finland.*

Wang, Q., Hang, Y., Zhou, P. & Wang, Y (2016). Decoupling and attribution analysis of industrial carbon emissions in Taiwan. *Energy, 113, 728–738.*

Wang, Y., Zhou, Y., Zhu, L., Zhang, F. & Zhang, Y.C (2018). Influencing factors and decoupling elasticity of China's transportation carbon emissions. *Energies, 11, 1157.*

Wu, Y., Zhu, Q.W. & Zhu, B.Z (2018). Comparisons of decoupling trends of global economic growth and energy consumption between developed and developing countries. *Energy Policy, 116, 30–38.*

Xu, S., He, Z., Long, R., Chen, H. & Zhang,W. (2016). Comparative analysis of the regional contributions to carbon emissions in China. *J. Clean. Prod, 127, 406–417.*

Yandle, B., Vijayaraghavan, M. & Bhattarai, M. (2002). The environmental Kuznets curve: a primer. *PERC research study 1e02. Available from: <http:// www.perc.org/pdf/rs02_1.pdf>.*

Yang, H. & Ma, X. (2019). Uncovering CO2 Emissions Patterns from China-Oriented International Maritime Transport: Decomposition and Decoupling Analysis. *Sustainability, 11, 2826; doi:10.3390/su11102826.*

Yavari, K., Khodabakhsh, M. & Najarzadeh, R. (2021). Estimation of Resource Allocation Inefficiency in the Iranian Manufacturing Sector. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE), 18(4),* 71-84. 10.22055/JQE.2021.27519.1964 [In Persian]

Zhang, k., Liu, X. & Yao, J. (2019). Identifying the driving forces of CO2 emissions of China's transport sector from temporal and spatial decomposition perspectives. *Environmental Science and Pollution Research https://doi.org/10.1007/s11356-019-05076-3.*

Zhang, Z.L., Xue, B., Pang, J.X. & Chen, X.P (2018). The decoupling of resource consumption and environmental impact from economic growth in China: Spatial pattern and temporal trend. *Sustainability, 8, 2-22.*

Zhao, X., Zhang, X., Li, N., Shao, S. & Geng, Y (2017). Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China: A sectoral factor decomposition analysis. *J. Clean. Prod, 142, 3500–3516.*

Zheng, J., Hu, Y., Dong, S. & Li, Y (2019). The Spatiotemporal Pattern of Decoupling Transport CO2 Emissions from Economic Growth across 30 Provinces in China. *Sustainability 2019, 11, 2564; doi:10.3390/su11092564.*