Agricultural and Rural Economics

Vol. 3, No. 8, Autumn 2025

Scientific Paper

Nexus of Agricultural Policies and Environmental Sustainability: The Interrelationship between Agricultural Sector Support and Greenhouse Gas Emissions in Iran

E. Mehrparvar Hosseini [1], *N. Shahnabati* [2]

Received: 19 May, 2026 Accepted: 4 July, 2026

Introduction: Over recent decades, growing concerns over climate change and the environmental consequences of economic growth have made the reassessment of sectoral policies a key priority for governments. The agricultural sector, due to its central role in food security, employment, and rural development, has traditionally been at the core of public support policies. At the same time, agriculture is a significant source of greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide, as a result of intensive energy use, reliance on chemical inputs, and extensive exploitation of natural resources. In Iran, agricultural support policies implemented across successive development plans have largely focused on increasing production and achieving self-sufficiency, while environmental considerations have received relatively limited and unsystematic attention. Against this background, empirically examining the relationship between government support for agriculture and carbon dioxide emissions can provide valuable insights into the extent to which existing support policies are aligned with the objectives of sustainable development. This study aimed at investigating the dynamics of the relationship between total support to the agricultural sector and the carbon dioxide emissions in Iran.

Materials and Methods: In order to analyze the dynamic relationship between the agricultural support policies and the environmental performance, this study adopted a set of dynamic econometric methods. The empirical analysis was based

1. Corresponding Author and Research Assistant Professor, Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran (e.mehrparvar@agri-peri.ac.ir).
2. PhD Graduate in Agricultural Economics, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

DOI: 10.30490/etr.2026.367668.1077

on a time-series dataset covering the period from the First to the Fifth Economic, Social and Cultural Development Plans of Iran. Government support to the agricultural sector was measured using the Total Support Estimate (TSE), which provided a comprehensive indicator of policy-induced transfers to agriculture, while environmental pressure was proxied by carbon dioxide emissions. The econometric analysis was implemented in two main stages. In the first stage, the Toda- Yamamoto augmented Granger causality approach was employed to investigate the direction of causality between the agricultural support and the carbon dioxide emissions. In the second stage, a Vector Autoregression (VAR) framework was estimated to capture the dynamic interactions between the variables and to assess their responses to exogenous shocks over time. The appropriate lag length of the VAR model was determined using standard information criteria, including the Akaike and Schwarz criteria. To ensure the validity and robustness of the results, several diagnostic tests, such as tests for serial correlation, heteroskedasticity, and model stability, were conducted.

Results and Discussion: The results of the Toda-Yamamoto Granger causality test indicated the existence of bidirectional causality between total agricultural support and carbon dioxide emissions in Iran. This finding suggests that changes in the level and composition of government support to agriculture can significantly influence the trajectory of carbon dioxide emissions. More specifically, increases in production-oriented support—particularly those that encourage greater use of energy-intensive and chemical inputs— tend to exacerbate the environmental pressures and contribute to higher emissions. Conversely, the results also showed that variations in carbon dioxide emissions were, to some extent, associated with changes in agricultural support policies; however, the magnitude and statistical strength of this effect were considerably weaker than the reverse relationship. The estimation of the VAR model and the analysis of impulse response functions provided further evidence of this asymmetry. A positive shock to total agricultural support generated a statistically significant and relatively persistent response in the carbon dioxide emissions, with the effects extending over several periods. This pattern indicated that support policies influenced the environmental outcomes through their impact on production structures, input use, and energy intensity in agriculture. In contrast, shocks associated with rising the carbon dioxide emissions exerted only a limited and short-lived influence on the level of agricultural support and did not lead to substantial or lasting adjustments in policy orientation. Taken together, these results clearly demonstrate that environmental considerations have not yet been fully internalized into the agricultural policy-making process in Iran. Policy

responses to signals of environmental degradation appear weak and largely non-systematic. In other words, although the environmental consequences of agricultural activities are observable, they rarely translate into meaningful revisions of support objectives or instruments. This pattern reflects the dominance of short-term production, economic, and food security objectives over long-term environmental sustainability goals, a bias that may ultimately result in higher social and economic costs associated with environmental degradation.

Conclusion and Suggestions: Overall, the study findings suggest that while agricultural support policies in Iran have a significant impact on carbon dioxide emissions, they have not been designed within a coherent framework consistent with the principles of sustainable development. The presence of bidirectional causality between support measures and emissions highlights the potential of agricultural support policies as an effective leverage for steering the sector toward a low-carbon development pathway— a potential that has so far remained largely underutilized. Accordingly, there is a clear need to systematically integrate environmental considerations into the design and implementation of agricultural support policies. Establishing comprehensive systems for monitoring and evaluating the environmental impacts of support measures, reforming the composition of support in favor of low-carbon technologies and environmentally friendly production practices, and expanding education and extension programs on sustainable agriculture alongside financial support can all contribute to reducing the environmental pressures.

Keywords: *Agricultural Support Policies, CO_2 Footprint, Climate Change, Greenhouse Gases, Vector Auto-Regression (VAR) Model.*

JEL Classification: Q1, Q18, Q30, Q38

اقتصاد کشاورزی و روستایی

سال ۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴

مقاله علمی

پیوند سیاست‌های کشاورزی و پایداری زیست‌محیطی: رابطه متقابل حمایت از بخش کشاورزی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران

الهام مهرپرور حسینی[۱]، نرگس شاه‌نباتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۳

چکیده

در شـرایطی که کشـاورزی هم‌زمان تأمین‌کننده امنیت غذایی و یکی از منابع فشـار بر محیط زیسـت محسوب می‌شود، بررسی نحوه اثرگذاری حمایت‌های دولتی بر پیامدهای زیست‌محیطی از اهمیت ویژه برخوردار است؛ از این‌رو، با توجه به تشدید چالش‌های زیست‌محیطی و نقش تعیین‌کنندهٔ بخش کشاورزی در تحقق توسعه پایدار، پژوهش حاضر، با هدف تبیین پیوند میان سیاست‌های حمایتی بخش کشاورزی ایران و میزان انتشار گاز دی‌اکسـید کربن به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای انجام شد. بدین منظور، از چارچوب‌های اقتصـادسـنجی سـری زمانی شـامل الگوی خودتوضـیح برداری (VAR) اسـتفاده شـد و دوره زمانی برنامه‌های اول تا پنجم توسـعه اقتصـادی، اجتماعی و فرهنگی کشـور مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج برآوردها حاکی از وجود رابطه علیت دوطرفه

۱- نویسندهٔ مسئول و استادیار پژوهشی، مؤسسهٔ پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعهٔ روستایی، تهران، ایران.
(e.mehrparvar@agri-peri.ac.ir)

۲- دانش‌آموختهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

DOI: 10.30490/etr.2026.367668.1077

میان شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی (TSE) و انتشار دی‌اکسید کربن بود، بدین معنی که سیاست‌های حمایتی می‌توانند بر روند انتشار آلاینده‌ها اثرگذار باشند و در عین حال، تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن نیز تا حدی، با تحولات حمایت‌ها همراه است؛ با این همه، شدت اثرگذاری متغیر زیست‌محیطی بر تصمیمات حمایتی به‌مراتب ضعیف‌تر است و نشان می‌دهد که ملاحظات زیست‌محیطی هنوز جایگاهی برجسته در فرآیند سیاست‌گذاری حمایتی بخش کشاورزی ندارند و اولویت اصلی همچنان بر اهداف تولیدی و اقتصادی متمرکز است. بر پایه این یافته‌ها، پژوهش حاضر بر ضرورت بازطراحی سیاست‌های حمایتی تأکید می‌کند، به‌گونه‌ای که معیارهای زیست‌محیطی، به‌طور نظام‌مند، در آنها ادغام شود. بنابراین، ایجاد سامانه‌های منظم برای پایش و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سیاست‌های کشاورزی، اصلاح ترکیب حمایت‌ها به نفع فناوری‌ها و نهاده‌های کم‌کربن، و توسعه برنامه‌های آموزشی در زمینه کشاورزی پایدار، در کنار حمایت‌های مالی، از جمله پیشنهادهای کلیدی مطالعهٔ حاضر است. در مجموع، نتایج پژوهش می‌تواند چارچوبی تحلیلی برای بازنگری سیاست‌های حمایتی و حرکت به‌سوی الگوی توسعه کم‌کربن و پایدار در کشاورزی ایران فراهم آورد.

کلیدواژه‌ها: *سیاست‌های حمایت از بخش کشاورزی، ردپای دی‌اکسید کربن، تغییرات اقلیمی، گازهای گلخانه‌ای، الگوی خودتوضیح برداری (VAR).*

طبقه‌بندی JEL : Q1, Q18, Q30, Q38

مقدمه

در دهه‌های اخیر، فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی بشر به یکی از عوامل اصلی افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو زمین تبدیل شده است. گازهای گلخانه‌ای شامل بخار آب، دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروز (N_2O)، هیدروفلوئوروکربن‌ها (HFCs)، پرفلوئوروکربن‌ها (PFCs) و هگزافلوئوراید گوگرد (SF_6) با جذب و بازگسیل تابش فروسرخ، بر موازنه تابشی زمین اثر می‌گذارند و موجب تقویت نگهداشت گرما در جو می‌شوند (IEA, 2025). با وجود سهم زیاد بخار آب در جو زمین، از آنجا که غلظت آن عمدتاً تابع دما و چرخه‌های هیدرولوژیک است و فعلیت‌های انسانی بر آن تاثیر کمتری دارد، در ادبیات تغییر اقلیم و محاسبات شاخص‌هایی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) در نظر گرفته نمی‌شود (Held & Soden, 2000). فرآیند صنعتی شدن جوامع و رشد سریع مصرف سوخت‌های فسیلی، از جمله زغال‌سنگ، نفت و گاز، در بخش‌های مختلف تولید و حمل‌ونقل، به افزایش چشمگیر انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای در سطح جهانی انجامیده است (Erfanian et al., 2025). سهم بخش کشاورزی در این افزایش، به‌ویژه به‌دلیل استفاده گسترده از انرژی فسیلی برای ماشین‌آلات کشاورزی، سامانه‌های آبیاری، حمل‌ونقل و فرآوری محصولات، قابل توجه است. سوخت مصرفی در این بخش نه‌تنها موجب انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود، بلکه سایر گازهای اثرگذار بر گرمایش جهانی مانند متان و اکسید نیتروز نیز از طریق فعالیت‌های کشاورزی از

جمله تولیدات دامی و فرآیند مدیریت خاک و ... منتشر می‌شوند. بر اساس آمار ترازنامه انرژی ایران، در سال ۱۴۰۱، بیش از ۹۷ درصد گازهای گلخانه‌ای تولیدشده ناشی از مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی را دی‌اکسید کربن تشکیل داده است (MOE, 2024). مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهد که بر اثر افزایش غلظت این گازها، تغییرات اقلیمی گسترده و گرم شدن سطح زمین تشدید می‌شود، که خود با پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی شدید از جمله کاهش بهره‌وری منابع طبیعی، افزایش هزینه‌های تولید و تهدید امنیت غذایی همراه است (Nsabiyeze et al., 2024). در همین حال، سیاست‌های حمایت از بخش کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، به‌عنوان ابزارهای کلیدی اقتصادی، در تأمین امنیت غذایی، ایجاد اشتغال، افزایش صادرات و پیشبرد اهداف توسعه پایدار، نقش حیاتی ایفا می‌کنند (Hosseini & Mehrparvar Hosseini, 2014). در بسیاری از کشورها، این حمایت‌ها شامل یارانه انرژی، تسهیلات مالی، تعرفه‌های حمایتی و کمک‌های مستقیم به کشاورزان می‌شود. ایران نیز نمونه‌ای بارز از این رویکرد بوده که بخش قابل توجه بودجه دولت را به‌ویژه از طریق یارانه سوخت برای ماشین‌آلات کشاورزی و سایر فرآیندهای مرتبط، به حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کشاورزی اختصاص داده است (Hosseini & Shahnabati, 2015). این سیاست‌ها با هدف افزایش تولید و بهبود درآمد کشاورزان طراحی شده‌اند؛ اما در عین حال، می‌توانند مصرف انرژی را تشویق کرده، به‌طور غیرمستقیم، موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شوند. با توجه به این تعارض بالقوه، بررسی رابطه میان حمایت‌های دولتی از کشاورزی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای اهمیت فزاینده یافته است. تحلیل این رابطه می‌تواند مبنایی برای طراحی سیاست‌های هدفمند باشد که ضمن تأمین امنیت غذایی و حمایت از کشاورزان، از هدررفت انرژی و اثرات زیست‌محیطی بخش کشاورزی بگاهد. از یک سو، حمایت‌های مالی و یارانه‌ای می‌توانند ظرفیت تولید را افزایش دهند و از سوی دیگر، مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی و انرژی باعث تشدید تغییرات اقلیمی می‌شود. بنابراین، سیاست‌گذاری در این حوزه نیازمند یک رویکرد متوازن و مبتنی بر داده است که تعامل میان اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی را در نظر گیرد.

در سال‌های اخیر، مطالعات متعدد به بررسی رابطه کشاورزی و انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته و نشان داده‌اند که این رابطه هم‌زمان دارای ابعاد کوتاه‌مدت و بلندمدت و همچنین، جهت‌های علیتی متفاوت است. پژوهش‌ها در کشورهای سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی و بریکس نشان می‌دهد که سیاست‌های حمایتی می‌توانند هم از طریق تشویق به تولید و مصرف بالای نهاده‌های آلوده‌کننده مانند سوخت و انواع کود، شدت انتشار CO_2 را افزایش دهند و هم با هدایت

منابع به سمت فناوری‌های کم‌کربن، به کاهش انتشار کمک کنند (Ganda, 2023; Bagci et al., 2025). بر اساس نتایج مطالعات دیگری با استفاده از الگوهای پانلی و سری زمانی (Hosseini et al., 2019; Balogh, 2022)، متغیرهای مرتبط با کشاورزی در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌توانند علیت دوسویه یا یک‌سویه با انتشار CO_2 را نشان دهند. در تحقیقات دیگری در ایران و جهان (Pakrooh et al., 2020; Wang et al., 2023; Khan et al., 2022; Rafiee et al., 2022)، اهمیت ترکیب نهاده‌ها و ساختار تولید در انتشار کربن برجسته شده و بر ضرورت جهت‌گیری سیاست‌ها به‌سوی اصلاح مصرف نهاده‌ها تأکید شده است.

در ادبیات پژوهشی ایران نیز در سال‌های اخیر، مطالعات متعدد به جنبه‌های مرتبط با انتشار دی‌اکسید کربن و بخش کشاورزی پرداخته‌اند. در این مطالعات، اگرچه به‌طور مستقیم، به سیاست‌های حمایتی کشاورزی پرداخته نشده، اما به پیامدهای زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی و ظرفیت‌ها یا موانع کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اشاره شده است، که بسیاری از این فعالیت‌ها توسط سیاست‌های حمایتی کشاورزی جهت‌دهی می‌شوند. برای نمونه، نتایج مطالعه علی‌پور و همکاران (Alipour et al., 2015) نشان داد که در صورت انجام فعالیت‌های حمایت‌گرایانه کنترل گازهای گلخانه ای و آلاینده در بخش کشاورزی ایران، به‌طور متوسط، در هر سال، به ازای هر تن از مجموع این آلاینده‌ها، بیش از نوزده میلیون ریال یارانه زیست‌محیطی مورد نیاز است. شعبانی و همکاران (Shabani et al., 2021) نیز با استفاده از یک مدل چندگانه فراگیر، به پیش‌بینی انتشار CO_2 در بخش کشاورزی ایران پرداختند و نشان دادند که روش‌های رایج کشاورزی مبتنی بر مصرف سوخت‌های فسیلی با روند افزایشی انتشار همراه است و مدل‌های پیش‌بینی پیچیده می‌توانند به تصمیم‌گیری برای سیاست‌های کاهش آلودگی کمک کنند. علاوه بر این، پژوهش‌های مرتبط با مفاهیم کشاورزی هوشمند اقلیمی در ایران مانند پژوهش معمارباشی و همکاران (Memarbashi et al., 2022) نیز به‌عنوان راهبردی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین، مؤمن‌پور و همکاران (Momenpour et al., 2024) به بررسی عوامل مؤثر بر تمایل کشاورزان به اتخاذ فناوری‌های کم‌کربن پرداختند و دریافتند که نگرش‌ها، عادات و محدودیت‌های عینی کشاورزان تأثیر قابل توجه بر پذیرش فناوری‌های کم‌انتشار (آلاینده‌ها) دارد، که نتیجه آن می‌تواند راهنمایی برای طراحی مشوق‌های سیاست‌محور باشد.

مطالعات یادشده زمینه تحلیل‌های سیاست‌محور انتشار گازهای گلخانه‌ای و حمایت از بخش کشـــاورزی از نظر ادبیات را فراهم می‌کنند و ضـــرورت توجه به پایداری زیســـت‌محیطی در طراحی حمایت‌ها را روشـــن می‌ســـازند. از آنجا که تاکنون درباره ارتباط بین میزان حمایت‌های دولت از بخش کشاورزی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته، در پژوهش حاضر، با تأکید بر کاربردی بودن نتایج مطالعه برای اهداف سیاست‌گذاری، به بررسی رابطه این دو متغیر پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، هدف پژوهش حاضر بررسی پیوند سیاست‌های کشاورزی و پایداری زیســت‌محیطی بوده اســت. از این‌رو، با توجه به داده‌های ســری زمانی، در مطالعهٔ حاضــر، از چارچوب تشخیص و انتخاب الگوهای سری زمانی چندمتغیره برای بررسی رابطه بین متغیرها استفاده شـده اسـت. برای آزمون وجود رابطه علیت بین متغیرها، ابتدا باید متغیرهای مشـخص‌شـده در مطالعه دارای خصوصیات آماری یکسان باشند؛ به دیگر سخن، تمام متغیرها باید ایستا بوده و یا از یک درجه غیرایســتایی برخوردار باشـند (Saleh et al., 2009). برای تعیین نوع الگوی ســری زمانی، در مرحله اول، آزمون‌های ایســـتایی دیکی–فولر تعمیم‌یافته (ADF) انجام می‌پذیرد. همچنین، برای آنکه از الگوهای برداری استفاده شود، لازم است رابطه علیت بین متغیرهای الگو بررسی شود که بدین منظور، از آزمون علیت گرنجر به روش تودا و یاماموتو به شکل رابطه (۱) استفاده می‌شود:

$$y_t = c + \sum_{i=1}^{n} a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} b_j x_{t-j} + e_t \qquad (۱)$$

که در آن، y و x متغیرهای مطالعه، c عرض از مبدأ، a و b ضـــرایب وقفه‌های مختلف و e بردار جملات خطاســـت. این الگو دو بار برآورد می‌شـــود، به‌گونه‌ای که یک بار متغیر x و بار دیگر متغیر y به‌عنوان متغیر وابســته در نظر گرفته می‌شـود و معنی‌دار بودن مجموع ضـرایب وقفه‌های متغیر دیگر نشـــان‌دهنده وجود رابطه علیت از ســوی آن متغیر اســت. این رویکرد امکان آن را می‌دهد که جهت تأثیرگذاری متغیرها برای تصمیم‌گیری سیاستی تحلیل شود (Rossi & Wang, 2019).

در نهایت، چنانچه متغیرها در سـطح ایسـتا بوده و علیت دوطرفه بین آنها برقرار باشـد، الگوی خودتوضیح برداری (VAR) به شکل رابطه (۲) قابل برآورد است:

$$y_t = c + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + a_3 y_{t-3} \ldots . + a_p y_{t-p} + e_t \qquad (۱)$$

که در آن، y بردار متغیرهای مورد مطالعه، c عرض از مبدأ، a ماتریس ضرایب وقفه‌های مختلف و e بردار جملات خطا با توزیع نرمال سفید است (Rossi & Wang, 2019). در ادامه، برای بررسی پویایی‌های میان متغیرها و تحلیل اثر تکانه‌ها، توابع پاسخ واکنش و تجزیه واریانس بررسی می‌شود. همچنین، آزمون‌های تشخیصی نظیر خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس برای اطمینان از اعتبار مدل انجام می‌شود. این رویکرد امکان آن را می‌دهد که نه‌تنها وجود رابطه پویا بین متغیرها بررسی شود، بلکه تحلیل جهت تأثیرگذاری و شدت آن نیز برای تصمیم‌گیری سیاستی صورت گیرد (Kilian, 2006). در مطالعهٔ حاضر، به‌منظور بررسی رابطه حمایت‌ها از بخش کشاورزی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، از شاخص برآورد حمایت کل از بخش کشاورزی (TSE، بر حسب درصد) و آمار انتشار دی‌اکسید کربن (بر حسب تن) در بخش کشاورزی ایران به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای تولیدشده در پی مصرف انرژی، در پنج برنامه نخست توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران استفاده شده است (Hosseini & Mehrparvar Hosseini, 2014; MOE, 2024). از آنجا که محاسبه شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی دارای اجزای بسیار زیاد و متنوع برای محصولات بسیار گوناگون است، دسترسی به داده‌ها و اطلاعات جدید برای محاسبه مجدد آن در پژوهش حاضر امکان‌پذیر نبوده، اما بررسی روندهای سری زمانی در یک دوره ۲۶ساله نشان‌دهندهٔ نوع رابطه متغیرها و پویایی آنها برای سال‌های بعد نیز بوده است. همچنین، برای تخمین‌های اقتصادسنجی، نرم‌افزار Eviews13 به‌کار گرفته شده است.

نتایج و بحث

در پژوهش حاضر، برای بررسی رابطه میزان حمایت دولت از بخش کشاورزی و انتشار دی‌اکسید کربن حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی در این بخش، از الگوهای سری زمانی استفاده شده است. قبل از بررسی علیت متغیرهای یادشده، چنان‌که پیش‌تر نیز گفته شد، ابتدا بررسی ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون دیکی–فولر تعمیم‌یافته صورت گرفته، که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نتایج آزمون ایستایی دیکی–فولر تعمیم‌یافته ایستا بودن میزان حمایت دولت از بخش کشاورزی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی ایران را به‌ترتیب، در سطوح یک، پنج و ده درصد نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج آزمون ایستایی دیکی-فولر تعمیم‌یافته برای متغیرهای ارزش حمایت کل از بخش کشاورزی و میزان اننتشار دی‌اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران

متغیر	آماره بحرانی (۱٪)	آماره بحرانی (۵٪)	آماره بحرانی (۱۰٪)	آماره محاسباتی	نتیجه ایستایی
حمایت از بخش کشاورزی	-۴/۶۶	-۳/۷۳	-۳/۳۱	-۳/۹۲	I(0)
انتشار دی‌اکسید کربن	-۴/۷۲	-۳/۷۵	-۳/۳۲	-۳/۶۲	I(0)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به ایســـتایی متغیرها، در مرحله بعد، به‌منظور تعیین تعداد مناســـب وقفه‌ها، الگوی خودتوضیح برداری (VAR) برآورد شده که بر اساس آماره شوارتز، تعداد یک وقفه مناسب تشخیص داده شـدا اسـت. از این‌رو، رابطه علیت با یک وقفه برآورد شـده که با توجه به نتایج جدول ۲، فرضـیه صـفر در این آزمون رد شـده و علیت دو متغیر ارزش کل حمایت از بخش کشـاورزی و میزان انتشـار دی‌اکسـید کربن از این بخش دوسـویه اسـت. بنابراین، بر اسـاس نتایج به‌دسـت‌آمده از فرض اول، می‌توان گفت که حمایت‌های دولت از بخش کشـاورزی به‌ویژه حمایت از تولیدکنندگان محصـولات کشاورزی (شامل یارانه‌های تولیدی مانند یارانهٔ سوخت) می‌تواند در میزان انتشار دی‌اکسید کربن این بخش تاثیرگذار باشد. میزان انتشار دی‌اکسید کربن بخش کشاورزی نیز بر میزان حمایت‌های دولت از بخش موثر است، زیرا فشار بر منابع طبیعی و آلودگی زیست‌محیطی شرایط فعالیت‌های کشاورزی را تضعیف کرده، نیاز به حمایت‌ها را افزایش می‌دهد.

جدول ۲- نتایج مربوط به معیارهای تعیین وقفه بهینه برای متغیرهای ارزش حمایت کل از بخش کشاورزی و میزان اننتشار دی‌اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران

فرضیه	آماره F	آماره P
میزان حمایت از بخش کشاورزی علت انتشار CO_2 بخش نیست.	۲/۶۸	۰/۱۲
انتشار CO_2 بخش کشاورزی علت میزان حمایت از بخش کشاورزی نیست.	۰/۰۴	۰/۸۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به ایسـتایی متغیرهای مورد بررسـی و ارتباط دوسـویهٔ آنها، از مدل خودتوضـیح برداری برای الگوسازی و بررسی رفتار متغیرها در مقابل تکانه‌ها استفاده شده است. بر اساس جدول ۳، مقادیر متغیرهای میزان انتشار دی‌اکسید کربن و حمایت کل از بخش کشاورزی در هر دو رابطه معنی‌دار بوده و

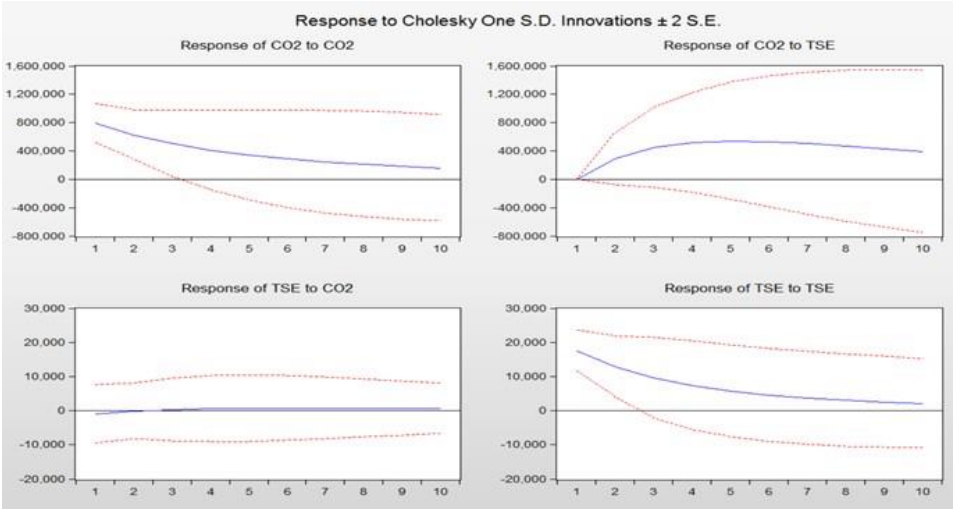
این معنی‌داری دلیلی بر تأیید مجدد علیت دوطرفه بین متغیرهای یادشده است. از آنجا که ضرایب الگوی خودتوضیح برداری، به‌طور مستقیم، قابل تفسیر نبوده، به‌منظور بررسی ارتباط آنها، از توابع واکنش (شکل ۱) و تجزیه واریانس (جدول ۴) استفاده شده است.

جدول ۳- نتایج برآورد الگوی خودتوضیح برداری برای متغیرهای ارزش حمایت کل از بخش کشاورزی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران

متغیر	دی‌اکسید کربن		شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
وقفه اول دی‌اکسید کربن	۰/۸۰	۵/۵۵	۰/۰۰۰۶۶	۳/۲۰
وقفه اول شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی	۱۶/۵۰	۲/۶۳	۰/۷۳	۳/۲۷
عرض از مبدآ	۱۱۶۵۲۷۱	۰/۶۸	۱۲۲۷۵/۹۹	۰/۳۲
R^2	۷۲		۴۴	
آماره F	۱۸/۷۶		۵/۶۵	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، وقتی تکانه‌ای به میزان حمایت کل وارد شود، این تکانه بر متغیر میزان انتشار دی‌اکسید کربن نیز اثرگذار است؛ این اثرگذاری دوام خواهد داشت و در دوره‌های بعد نیز تعدیل نخواهد شد. اما اثر تکانهٔ واردشده به اثرگذاری میزان انتشار دی‌اکسید کربن از بخش کشاورزی بر میزان حمایت دولت از بخش کشاورزی بسیار کم است و در بلندمدت، تعدیل خواهد شد، چراکه واکنش دولت برای سیاست‌گذاری با سرعت بیشتری امکان‌پذیر است، اما تغییر در پدیده‌های زیست‌محیطی، با توجه به پیچیدگی زیست‌بوم طبیعی و پیوند آن با فعالیت‌های اشخاص در گروه‌های بزرگ، از سرعت کمتری برخوردار است.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱- توابع واکنش الگوی خودتوضیح برداری متغیرهای ارزش حمایت کل از بخش کشاورزی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران

بر اساس جدول تجزیه واریانس که سهم و اهمیت نسبی هر کدام از متغیرهای مورد نظر را با استفاده از واریانس جمله خطا نشان می‌دهد، در دوره اول، تمام تغییرات دی‌اکسید کربن ناشی از تغییرات خود متغیر است، اما در دوره‌های بعد، این تغییرات از تکانه‌های واردشده به میزان حمایت کل از بخش کشاورزی نیز ناشی می‌شود. با این همه، انتشار دی‌اکسید کربن نقش کمتری در توضیح متغیر حمایت‌ها دارد؛ به دیگر سخن، میزان وابستگی حمایت کل به میزان انتشار دی‌اکسید کربن کمتر است و در واقع، نشان می‌دهد که انتشار گاز گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن و مسائل زیست‌محیطی در سیاست‌گذاری چندان نقش ندارد.

جدول ۴- تجزیه واریانس الگوی خودتوضیح برداری متغیرهای ارزش حمایت کل از بخش کشاورزی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن در بخش کشاورزی ایران

دوره	دی‌اکسید کربن		شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی	
	دی‌اکسید کربن	شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی	دی‌اکسید کربن	شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی
۱	۱۰۰	۰/۰۰	۰/۳۰	۹۹/۶۹
۲	۹۲/۴۱	۷/۵۸	۰/۲۰	۹۹/۷۹
۳	۸۱/۸۴	۱۸/۱۵	۰/۱۸	۹۹/۸۱
۴	۷۲/۳۴	۲۷/۶۵	۰/۲۱	۹۹/۷۸
۵	۶۴/۸۹	۳۵/۱۰	۰/۲۷	۹۹/۷۲
۶	۵۹/۳۳	۴۰/۶۶	۰/۳۴	۹۹/۶۵
۷	۵۵/۲۲	۴۴/۷۷	۰/۴۱	۹۹/۵۸
۸	۵۲/۱۸	۴۷/۸۱	۰/۴۷	۹۹/۵۲
۹	۴۹/۹۲	۵۰/۰۷	۰/۵۲	۹۹/۴۷
۱۰	۴۸/۲۳	۵۱/۷۶	۰/۵۷	۹۹/۴۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، با توجه به تشدید چالش‌های زیست‌محیطی و نقش تعیین‌کنندهٔ بخش کشاورزی در تحقق توسعه پایدار، پژوهش حاضر با هدف تبیین پیوند میان سیاست‌های حمایتی بخش کشاورزی و میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران انجام شده است. در شرایطی که کشاورزی هم‌زمان تأمین‌کنندهٔ امنیت غذایی و یکی از منابع فشار بر محیط زیست محسوب می‌شود، بررسی نحوه اثرگذاری حمایت‌های دولتی بر پیامدهای زیست‌محیطی از اهمیت ویژه برخوردار است. بدین منظور، در پژوهش حاضر، از چارچوب‌های اقتصادسنجی شامل آزمون علیت گرنجر به روش تودا و یاماموتو و الگوی خودتوضیح برداری (VAR) استفاده شده و دوره زمانی برنامه‌های اول تا پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور مورد تحلیل قرار گرفته است.

نتایج آزمون علیت گرنجر نشان‌دهنده وجود رابطه علی دوطرفه میان شاخص حمایت کل از بخش کشاورزی و انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد ایران بوده و این یافته بیانگر آن است که سیاست‌های حمایتی کشاورزی می‌توانند بر روند انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی اثرگذار باشند و در

مقابل، تغییرات در میزان انتشـــار دی‌اکســـید کربن نیز تا حدی، با تحولات حمایت‌های دولتی همراه است. با این همه، شدت اثرگذاری انتشار دی‌اکسید کربن بر شاخص حمایت‌ها به‌مراتب ضعیف‌تر از اثر حمایت‌ها بر انتشار دی‌اکسید کربن برآورد شده است. این عدم تقارن نشان می‌دهد که ملاحظات زیست‌محیطی هنوز نقش تعیین‌کننده در فرآیند تصمیم‌گیری و طراحی سیاست‌های حمایتی بخش کشاورزی ندارند. نتایج برآورد الگوی خودتوضیح برداری و تحلیل توابع واکنش آنی نیز این برداشت را تقویت می‌کند، به‌گونه‌ای که تکانه‌های مثبت در حمایت‌های کشـــاورزی منجر به واکنش معنی‌دار در مسـیر انتشـار دی‌اکسـید کربن می‌شـوند، در حالی که تأثیر تکانه‌های زیسـت‌محیطی بر جهت‌گیری حمایت‌ها محدود اســـت. این الگو نشـــان‌دهنده غلبه اهداف تولیدی، اقتصـــادی و امنیت غذایی بر ملاحظات پایداری زیست‌محیطی در سیاست‌گذاری کشاورزی ایران است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادهایی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- ادغام ملاحظات زیست‌محیطی در طراحی سیاست‌های حمایتی: با توجه به اثرگذاری سیاست‌های حمایتی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، باید در تخصیص یارانه‌ها و حمایت‌های کشاورزی بر اساس شاخص‌های زیست‌محیطی (مانند شدت انتشار CO_2، بهره‌وری انرژی و مصرف کود و سوخت) به بهره‌بردارانی اولویت داده شود که روش‌های کم‌کربن یا کشاورزی حفاظتی به‌کار می‌برند.
- تدوین نظام رصد و پایش سیاست‌های کشاورزی و اثرات زیست‌محیطی آنها: همان‌گونه که پیش‌تر گفته شـــد، اکنون چالش فقدان داده‌های کمّی مورد اعتماد و روزآمد به‌ویژه در مورد حمایت‌های کشاورزی در کشور وجود دارد و در مطالعات مختلف نیز به‌دلیل تفاوت در جزییات محاسبه و روش بومی‌سازی شاخص، اعداد متفاوت مشاهده می‌شود. از این‌رو، محاسبه دوره‌ای و مداوم شاخص‌های حمایت از بخش کشاورزی مانند کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) توســـط یک مرجع علمی مورد اعتماد می‌تواند روندها را در طول زمان نشـــان دهد و مبنای تصمیم‌گیری برای اصلاح یا بازنگری سیاست‌های پرمخاطره از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی باشد؛ همچنین، امکان مقایسه روزآمد وضعیت کشور را با سایر کشورهای جهان که از این شاخص‌ها استفاده می‌کنند، فراهم می‌آورد.
- اصـــلاح ترکیب حمایت‌ها به‌نفع فناوری‌های کم‌کربن و ســـازگار با اقلیم: نتایج مطالعاتی مانند پژوهش مهرپرور حســـینی (Mehrparvar Hosseini, 2013) نشـــان می‌دهد که بخش عمده حمایت‌ها در ایران معمولاً به نهاده‌های پرمصـــرف (کود، ســـوخت، آب) با آثار زیســـت‌محیطی اختصـــاص دارد. از این‌رو، شـــایســـته اســـت که با توجه به اثرگذاری حمایت‌ها بر میزان انتشـــار

دی‌اکسید کربن، بخشی از منابع حمایتی به سمت حمایت از فناوری‌های کم‌کربن مثل انرژی خورشیدی در پمپاژ آب، سامانه‌های هوشمند آبیاری و تولید ارگانیک هدایت شود.

- آموزش و ترویج کشاورزی پایدار در کنار سیاست‌های حمایتی: بخشی از حمایت‌ها نیز باید به‌سوی برنامه‌های آموزش و ترویج کشاورزی کم‌کربن هدایت شوند تا کشاورزان بدانند چگونه می‌توان بدون کاهش تولید، انتشار کربن را کاهش داد.

منابع

1. Alipour, A. R., Allah Mosavi, S. H., & Khalilian, S. (2015). Environmentally subsidies, an approach to control greenhouse and pollutants gases in the economic sectors of Iran (case study: agricultural sector). *Agricultural Economics and Development*, 23(2), 165-189. [In Persian]
2. Bagci, A., Sogut, Y., Bozatli, O., & Degirmenci, T. (2025). Policy support and agricultural greenhouse gas emissions in BRICS-T countries: the role of financial development, markets, and institutions. *Borsa Istanbul Review*, 5(25), 886-894.
3. Balogh, J. M. (2022). The impacts of agricultural development and trade on CO_2 emissions: evidence from the Non-European Union countries. *Environmental Science & Policy*, 137, 99-108.
4. Erfanian, S., Mehrparvar Hosseini, E., Chizari, A. H., Noroozi, H., & Aminizadeh, M. (2025). Assessing the effects of economic structural changes and trade openness on ecological sustainability: the case of the MENA region. *Journal of Agricultural Science and Technology*, e27981.
5. Ganda, F. (2023). The influence of agricultural policy on carbon emissions in selected OECD countries. *Heliyon*, 9(9), e19881. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e19881.
6. Held, I. M., & Soden, B. J. (2000). Water vapor feedback and global warming. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 441-475.
7. Hosseini, S. M., Saifoddin, A., Shirmohammadi, R., & Aslani, A. (2019). Forecasting of CO_2 emissions in Iran based on time series and regression analysis. *Energy Reports*, 5, 619-631.

8. Hosseini, S. S., & Mehrparvar Hosseini, E. (2014). Effects of exchange rate policy on Iran's agricultural subsections support estimates. *Agricultural Economics*, 8(Special Issue), 4-29. [In Persian]
9. Hosseini, S. S., & Shahnabati, N. (2015). Considering the distributional effect of agricultural policies in privinces of Iran. *Agricultural Economics*, 9(1), 1-18. [In Persian]
10. IEA (2025). World energy outlook 2025. International Energy Agency (IEA) Report, Licence: CC BY 4.0. Paris, France. Available at https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025.
11. Khan, R., Zhuang, W., Najumddin, O., Butt, R. S., Ahmad, I., & Al-Faryan, M. A. S. (2022). The impact of agricultural intensification on carbon dioxide emissions and energy consumption: a comparative study of developing and developed nations. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1036300.
12. Kilian, L. (2006). New introduction to multiple time series analysis, by Helmut Lütkepohl, Springer, 2005. *Econometric Theory*, 22(5), 961-967. DOI: 10.1017/S0266466606000442.
13. Memarbashi, P., Mojarradi, G., & Keshavarz, M. (2022). Climate-smart agriculture in Iran: strategies, constraints and drivers. *Sustainability*, 14(23), 15573. DOI: 10.3390/su142315573.
14. Mehrparvar Hosseini, E. (2013). Investigating the factors affecting the behavior of the trade balance of agriculture in Iran. MSc. Thesis, Department of Agricultural Economics and Development, University of Tehran, Iran. [In Persian]
15. MOE (2024). Energy balance sheets of various years. Ministry of Energy (MOE), Deputy of Electricity and Energy Affairs, Tehran, Iran. [In Persian]
16. Momenpour, Y., Choobchian, S., & Haji, L. (2024). Farmers' intention to adopt low-carbon agricultural technologies to mitigate climate change. *Environmental and Sustainability Indicators*, 23, 100432.
17. Nsabiyeze, A., Ma, R., Li, J., Luo, H., Zhao, Q., Tomka, J., & Zhang, M. (2024). Tackling climate change in agriculture: a global evaluation of the

effectiveness of carbon emission reduction policies. *Journal of Cleaner Production*, 468, 142973.

18. Pakrooh, P., Hayati, B., Pishbahar, E., Nematian, J., & Brännlund, E. R. (2020). Focus on the provincial inequalities in energy consumption and CO_2 emissions of Iran's agriculture sector. *Science of the Total Environment*, 715, 137029.
19. Rafiee, H., Aminizadeh, M., Hosseini, E. M., Aghasafari, H., & Mohammadi, A. (2022). A cluster analysis on the energy use indicators and carbon footprint of irrigated wheat cropping systems. *Sustainability*, 14(7), 4014. DOI: 10.3390/su14074014.
20. Rossi, B., & Wang, Y. (2019). Vector autoregressive-based Granger causality test in the presence of instabilities. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 19(4), 883-899. DOI: 10.1177/1536867X19893631.
21. Saleh, I., Shabani, Z., Sadat Barikani, H., & Yazdani, S. (2009). Investigation of causality between GNP and greenhouse gases (case study: dioxide carbon in Iran). *Agricultural Economics and Development*, 17(2), 19-41. DOI: 10.30490/aead.2009.126298. [In Persian]
22. Shabani, E., Hayati, B., Pishbahar, E., Ghorbani, M. A., & Ghahremanzadeh, M. (2021). A novel approach to predict CO_2 emission in the agriculture sector of Iran based on Inclusive Multiple Model. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123708.
23. Wang, D., Hussain, R. Y., & Ahmad, I. (2023). Nexus between agriculture productivity and carbon emissions, a moderating role of transportation: evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1065000.