

ORIGINAL ARTICLE

Investigating the Contribution of Different Educational Levels to Environmental Pollution in Iran

*Hamid Reza Izadi¹, Morteza Sayareh², Farkhondeh Mohamadnezhad³

1. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Humanities, Chabahar Maritime University, Iran

2. Lecturer, Department of Economics, Faculty Member of Management and Humanities, Chabahar Maritime University, Iran

3. Master's, Department of Environmental Economics, Chabahar Maritime University, Iran

Correspondence:
Hamid Reza Izadi
Email: izadi@cmu.ac.ir

Received: 28.Aug.2025
Received in revised form: 28.Dec.2025
Accepted: 22.Feb.2026

How to cite:

Izadi, H.R., Sayareh, M., & Mohamadnezhad, F. (2026). Investigating the Contribution of Different Educational Levels to Environmental Pollution in Iran. *Journal of Environmental Education and Sustainable Development*, 14(3), 137-157. (DOI: [10.30473/EE.2026.74823.2858](https://doi.org/10.30473/EE.2026.74823.2858))

ABSTRACT

Environmental pollution has emerged as a critical global concern, drawing persistent attention from international organizations due to its severe ecological and socio-economic consequences. Developing countries such as Iran are particularly vulnerable, as rapid urbanization, industrialization, and rising energy consumption have significantly intensified environmental degradation in recent decades. Education is widely acknowledged as a key determinant in shaping environmental awareness, responsibility, and sustainable behavior; however, its measurable impact on pollution has received limited empirical attention. This study investigates the contribution of different education levels to environmental quality in Iran over the period 2006–2020. Relying on official national statistics, the analysis applies an instrumental variables (IV) econometric framework and two-stage least squares (2SLS) estimation to address potential endogeneity between education and environmental outcomes. The findings reveal a negative and statistically significant relationship between education and environmental pollution. In particular, higher education levels, especially Master's and PhD degrees, exert the strongest mitigating effect on CO₂ emissions, whereas lower levels of education show weaker but still favorable impacts. The results underscore the pivotal role of education in fostering environmentally responsible behavior and support policies that integrate sustainability into educational systems. Enhancing education levels not only strengthens human capital but also serves as a powerful tool for improving environmental quality and promoting sustainable development.

KEYWORDS

Education Levels, Environmental Pollution, Society, Sustainability, Instrumental Variables.



Introduction

Environmental pollution has evolved into one of the most consequential risks to human welfare and ecological stability. The intensification of greenhouse gas emissions, deterioration of air quality, and escalating waste generation have created a complex policy problem that transcends sectoral and national boundaries. International assessments repeatedly stress the urgency of the challenge and the need for credible pathways to reduce emissions while safeguarding economic opportunity (IPCC, 2023). For developing economies, the policy dilemma is particularly acute: rapid urbanization, industrialization, and energy use are typically associated with improvements in material well-being yet often impose substantial environmental costs that erode population health and future growth potential. Iran exemplifies this tension. During the past two decades, structural shifts in production, expansion of urban centers, and consumption patterns have elevated the salience of environmental externalities and made pollution control a priority for planners and communities alike.

Although the correlation between income growth and environmental degradation has been widely discussed—often framed through the Environmental Kuznets Curve that posits an inverted-U relationship between income and pollution (Frankel, 2009)—far less is known about the channels through which education influences environmental outcomes. Education can shape preferences, beliefs, and capabilities that translate into responsible energy use, improved waste management, and support for environmental regulation. It also operates indirectly by affecting occupational choices, productivity, and technological adoption, which can alter the composition and technique of production. Yet the empirical evidence that isolating the causal effect of education on environmental quality is limited, partly because education is endogenous to income, location, and institutional factors.

This study addresses that gap by examining the contribution of different education levels to environmental pollution in Iran over 2006–2020 and by employing an instrumental-variable strategy to mitigate endogeneity. In doing so, it provides quantitative evidence on how the composition of educational attainment—ranging from high school to doctoral degrees—relates to measured pollution levels, thereby informing educational and environmental policy design in a setting where evidence is urgently required.

Methodology

Data and variables. The analysis relies on official national statistics compiled from the Statistical Center of Iran, the Central Bank of Iran, and the Department of Environment. The dependent variable is an index of environmental pollution proxied by CO₂ emissions. The core explanatory variables capture the distribution of the population across five education levels: ED1 (high school), ED2 (associate degree), ED3 (bachelor's), ED4 (master's), and ED5 (PhD and above). To address potential endogeneity—arising because educational attainment correlates with unobserved determinants of pollution—the empirical strategy instruments each education level with the corresponding mean income of individuals in that category: IN1–IN5. The instrument set builds on prior evidence that educational attainment exhibits a strong positive association with income, while the income measures—conditional on education—do not exert a direct effect on pollution at the aggregate level used in this study (Frankel, 2009; Eyuboglu & Uzar, 2020).

Econometric framework. The instrumental-variable specification is estimated via two-stage least squares (2SLS). In the first stage, each ED_k ($k \in \{1, \dots, 5\}$) is regressed on the corresponding IN_k and the constant term (INPT). The strength and validity of the instruments are assessed through standard diagnostics. The first-stage F-statistic exceeds conventional thresholds, indicating strong instruments; the Sargan over-identification test does not reject the null of valid instruments; and a Hausman specification test supports the use of 2SLS over OLS by indicating endogeneity of the education regressors. Model adequacy is further corroborated by a high generalized R-squared in the structural equation. All-time series were evaluated for stationarity using unit-root tests prior to estimation, and optimal lags were selected according to information criteria where required.

Interpretation and robustness. The estimated coefficients on ED1–ED5 are interpreted as semi-elasticities of the pollution index with respect to changes in the share of the population at each education level, holding the other education shares constant. Because education shares collectively sum to unity in the population, the coefficients are evaluated with awareness of compositional effects; the empirical specification accommodates this by including an intercept and by examining shifts across categories rather than absolute changes in total educational attainment. Robustness checks include alternative first-stage specifications and exclusion of individual instruments to ensure that

the results are not driven by a single income measure. All computations were conducted in Microfit using annual data for 2006–2020.

Result

Descriptive patterns highlight steady progress in educational attainment in Iran over the sample period, with persistent growth in the shares of bachelor’s and postgraduate degrees. The 2SLS estimates reveal a consistent and statistically significant negative relationship between higher education and environmental pollution. In particular, the coefficients for ED4 (master’s) and ED5 (PhD and above) are the largest in magnitude and negative, indicating that increases in the population shares holding these degrees are associated with measurable reductions in CO₂ emissions. The coefficients for ED1–ED3 are also negative, albeit smaller in absolute value, suggesting beneficial though comparatively weaker effects at lower education levels. The model’s generalized R-squared is approximately 0.86, reflecting strong explanatory power of the

specification. Diagnostic statistics support the credibility of the identification strategy: the Hausman test statistic is about 12.47 ($p < 0.01$), indicating endogeneity in OLS; the Sargan test statistic is approximately 2.31 ($p = 0.12$), consistent with valid instruments; and the first-stage F-statistic is roughly 18.6 ($p < 0.01$), indicating instrument strength. These diagnostics reinforce the interpretation of the 2SLS coefficients as causal effects under standard assumptions.

The empirical results demonstrate a statistically significant negative relationship between education and environmental pollution. Higher education levels, particularly master’s (ED4, coefficient = -0.2321) and PhD (ED5, coefficient = -0.2828), exert the strongest mitigating effects on CO₂ emissions. Lower education levels (high school and associate degree) also show negative coefficients, though weaker (-0.0268 and -0.0703, respectively). The generalized R² of the model was 0.86, indicating strong explanatory power.

Table 1. Estimated Coefficients of Education Levels on Environmental Pollution

| Education Level | Coefficient | Std. Error | t-Statistic |
|-------------------|-------------|------------|-------------|
| ED1 (High school) | -0.0268 | 1.7872 | -1.7041 |
| ED2 (Associate) | -0.0703 | 1.5109 | -1.8782 |
| ED3 (Bachelor’s) | -0.0941 | 0.9667 | -1.8476 |
| ED4 (Master’s) | -0.2321 | 1.9242 | -1.1466 |
| ED5 (PhD+) | -0.2828 | 1.8356 | -1.9612 |

To make the magnitudes concrete, the pattern of estimated semi-elasticities implies that a reallocation of educational attainment toward postgraduate degrees is associated with proportionally larger improvements in environmental quality. This result is consistent with mechanisms in which higher education fosters the adoption of clean technologies, enhances compliance with environmental regulation through greater awareness and civic engagement, and encourages shifts into less polluting industries and occupations. Additionally, bachelor’s degree attainment exhibits a meaningful negative association with pollution, consistent with lifestyle and workplace practices that reduce energy intensity. At the lower end of the spectrum, high school and associate degrees contribute to improved environmental outcomes but to a smaller extent, emphasizing diminishing marginal effects at earlier stages of education. Combined, the

results portray education as a pivotal lever for environmental quality that operates across the distribution of attainment, with pronounced effects at advanced levels.

The findings indicate that higher levels of education are associated with greater reductions in environmental pollution. To develop effective strategies, it is essential to implement feasible and participatory infrastructures that not only engage the public and utilize societal capacities but also provide a platform for scholars, cultural and political experts, and intellectual elites to contribute educational programs that raise environmental awareness and knowledge across society. Meanwhile, the government plays a key role in strengthening and enabling mechanisms for the expansion of general and specialized environmental education through various economic, cultural, and social development programs.

Table 2. Ranking of Education Levels Based on Estimated Coefficients

| Statistical Significance | Education Level | Estimated Coefficient |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| Highly significant | Ph.D | -0.2828 |
| Significant | Master’s | -0.2321 |
| Notable | Bachelor’s | -0.0941 |

| Statistical Significance | Education Level | Estimated Coefficient |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| Moderate | Associate | -0.0703 |
| Weak | High school | -0.0268 |

The comparative analysis demonstrates that individuals with a PhD have the greatest contribution to reducing environmental pollution (coefficient: -0.2828), followed by Master's degree holders (-0.2321). Bachelor's degree holders (-0.0941) reduce pollution more than those with an Associate degree (-0.0703), and Associate degree holders reduce pollution more than high school graduates (-0.0268). In general, the higher the educational level, the stronger its effect on improving environmental quality. Advanced degrees (ED4 and ED5) play the most significant role in enhancing environmental outcomes.

Three channels may rationalize the gradient of effects observed across education levels. First, the technique channel: more educated individuals and firms employing them are likelier to implement energy-saving technologies, environmental management systems, and process innovations that reduce emissions intensity. Second, the composition channel: higher education can shift labor toward services and knowledge-intensive sectors that are, on average, less pollution-intensive than heavy industry. Third, the preference channel: coursework and campus practices expose students to sustainability norms, which shape habits (waste sorting, public transit use, and demand for green products) that persist into adulthood (UNESCO, 2021). These channels jointly generate aggregate benefits as the education mix of the population evolves.

Nonetheless, several caveats warrant attention. Education and income are intertwined; while the instrument set exploits systematic links between degree attainment and income, it is possible that education induces geographic sorting into urban areas with different pollution profiles. The empirical design partly addresses this by focusing on national time-series variation rather than cross-sectional differences, yet future research with regional microdata could sharpen identification. Another caveat is that universities and schools themselves consume resources—electricity, paper, transport—and can add to emissions in the absence of green campus policies (Marsh, 2024). In such cases, the net environmental benefit of education depends on institutional commitments to sustainability, the carbon intensity of the electricity grid, and the diffusion of digital alternatives to resource-intensive practices. Finally, while this study finds a negative relationship across all education categories, the magnitude of effects may be nonlinear, with threshold behavior where postgraduate training catalyzes disproportionate

changes in knowledge networks, technology adoption, and civic action. Recognizing these nuances is important for translating evidence into policy without overgeneralization.

Conclusions

This study provides causal evidence that increases in educational attainment are associated with reductions in environmental pollution in Iran over the period 2006–2020. The instrumental-variable 2SLS framework, combined with strong and valid instruments, supports an interpretation in which education influences pollution through behavioral, technological, and compositional channels. Policy implications follow directly. First, integrating sustainability content across curricula—particularly at undergraduate and postgraduate levels—can reinforce pro-environmental norms and skills. Second, fostering partnerships between universities, industry, and municipalities can accelerate the diffusion of cleaner technologies and practices, amplifying the technique effect. Third, expanding access to higher education, especially master's and doctoral programs in fields related to environmental management, engineering, and policy, can yield environmental co-benefits alongside human capital formation. Fourth, campus-level initiatives—such as energy audits, green procurement, public transit incentives, and robust recycling and e-waste programs—can mitigate the direct footprint of education providers and align institutional operations with educational goals. Limitations of the present study include national aggregation that may mask regional heterogeneity, the reliance on CO₂ as the primary proxy for environmental pollution, and data constraints that preclude richer controls; addressing these in future work using panel data and broader environmental indicators would enhance external validity. Overall, the evidence positions education policy as a potent instrument in the portfolio of strategies for improving environmental quality and advancing sustainable development.

Acknowledgment

The authors would like to express their sincere gratitude to all those who contributed to the completion of this research through their valuable support, constructive comments, and kind assistance at various stages of the study, including technical help, language editing, and proofreading.

Conflict Of Interest

The authors declare that there are no conflicts of

interest regarding the publication of this manuscript.

آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار

سال چهاردهم، شماره سوم، ۱۴۰۵ (۱۳۷-۱۵۷)

DOI: [10.30473/EE.2026.74823.2858](https://doi.org/10.30473/EE.2026.74823.2858)

«مقاله پژوهشی»

بررسی سهم سطوح مختلف تحصیلات افراد جامعه بر آلودگی محیط‌زیست

*حمیدرضا ایزدی^۱، مرتضی سیاره^۲، فرخنده محمدنژاد^۳

چکیده

آلودگی محیط‌زیست به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی، همواره مورد توجه و هشدار مجامع بین‌المللی قرار گرفته و پیامدهای گسترده‌ای بر اکوسیستم‌ها و جوامع انسانی برجای گذاشته است. کشورهای در حال توسعه مانند ایران بیش از دیگران در معرض این تهدید قرار دارند، زیرا روند فزاینده شهرنشینی، صنعتی‌شدن و مصرف انرژی طی دهه‌های اخیر، شدت تخریب محیط‌زیست را به‌طور چشمگیری افزایش داده است. آموزش به‌عنوان عاملی کلیدی در ارتقای آگاهی، مسئولیت‌پذیری و رفتارهای پایدار شناخته می‌شود، اما بررسی‌های تجربی در خصوص تأثیر کمی آن بر آلودگی زیست‌محیطی محدود بوده است. این پژوهش با استفاده از داده‌های رسمی کشور و به‌کارگیری روش اقتصادسنجی متغیر ابزاری (IV) و تخمین حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS)، به تحلیل رابطه علی میان سطوح مختلف تحصیلات و کیفیت محیط‌زیست در ایران طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که میان تحصیلات و آلودگی زیست‌محیطی رابطه‌ای منفی و معنادار وجود دارد. در این میان، سطوح تحصیلات تکمیلی به‌ویژه کارشناسی ارشد و دکتری بیشترین نقش را در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند، در حالی که مقاطع پایین‌تر نیز هرچند با اثرگذاری کمتر، تأثیری مثبت بر بهبود کیفیت محیط‌زیست دارند. یافته‌ها بر اهمیت تحصیلات در تقویت رفتارهای زیست‌محیطی و ضرورت سیاست‌گذاری آموزشی با رویکرد پایداری تأکید دارند. به‌طور کلی، ارتقای سطح آموزش علاوه بر توسعه سرمایه انسانی، ابزاری مؤثر برای کاهش آلودگی و دستیابی به توسعه پایدار به‌شمار می‌رود.

واژه‌های کلیدی

سهم، سطوح مختلف تحصیلات، افراد جامعه، آلودگی محیط‌زیست.

۱. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، ایران
۲. مربی، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، ایران
۳. کارشناسی ارشد، اقتصاد محیط‌زیست، دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، ایران

نویسنده مسئول:

حمیدرضا ایزدی

رایانامه: izadi@cmu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۳

استناد به این مقاله:

ایزدی، حمیدرضا، سیاره، مرتضی. و محمدنژاد، فرخنده. (۱۴۰۵). بررسی سهم سطوح مختلف تحصیلات افراد جامعه بر آلودگی محیط‌زیست، فصلنامه علمی آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار، ۱۴(۳)، ۱۵۷-۱۳۷.

(DOI: [10.30473/EE.2026.74823.2858](https://doi.org/10.30473/EE.2026.74823.2858))



مقدمه

محیط‌زیست همه‌ی کالاها و خدمات را چه مادی و چه ضروری برای ادامه حیات انسان محیا می‌کند و در واقع عدم حمایت از سیستم‌های زیست‌محیطی، منجر به اختلال ادامه فعالیت‌های انسان می‌شود. در این میان وجود جایگزینی میان منفعت‌های حاصل از رشد و پیشرفت اقتصادی و حمایت و حفاظت از محیط‌زیست بیان‌کننده ضرورت توجه بیشتر به آسیب‌های زیست‌محیطی می‌باشد که ناشی از تولید و سیاست‌های توسعه و رشد پایدار است. این موضوع برای کشورهایی که به طور اختصاصی به ایجاد، تولید، صادرات کالاهای آلاینده اقدام می‌کنند از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. این امر از آن جهت حائز اهمیت می‌باشد که افزایش سطح رفاه ناشی از تجارت تاحدودی منجر به کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و آلودگی می‌شود (Harati et al., 2016). از جمله بهترین پایگاه‌های حمایت از محیط‌زیست، تفکر و تعقل بشریت می‌باشد که در این میان آموزش از جمله پایگاه‌های اساسی این پایگاه‌های حمایتی به شمار می‌رود و به دلیل نجات کره زمین از فرآیندهای مخرب زیست‌محیطی می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد. در اقتصاد محیط‌زیست دو رویکرد مختلف در زمینه اثر آموزش بر محیط‌زیست موجود می‌باشد که اولین رویکرد آن اثر خارجی آموزش و همچنین اثر مثبت آموزش را بر میزان کیفیت محیط‌زیست بیان می‌کند. رویکرد دوم در مورد اثر منفی آموزش را بر میزان کیفیت محیط‌زیست را بیان می‌کند (Atrkar Roshan & Fathi, 2015). امروزه نگاهی ویژه بر میزان ادغام مسائل محیط‌زیستی در آموزش شده است چرا که در بیش از نیمی از کشورهای آموزش رسمی اشاره‌ای به تغییرات اقلیمی ندارد. یونسکو تأکید می‌کند که آموزش باید به‌طور مستقیم به چالش‌های زیست‌محیطی بپردازد تا نسل آینده توان مقابله با بحران‌ها را داشته باشد. از این رو تقویت ضرورت آموزش محیط‌زیست در سطوح مختلف تحصیلی برای دستیابی به توسعه پایدار را عاملی مهم می‌داند. تحصیلات یکی از عوامل مؤثر در کاهش آلودگی زیست‌محیطی است، به‌ویژه زمانی که با سیاست‌های آموزشی هدفمند و مشارکت اجتماعی همراه باشد (UNESCO, 2021). آموزش زیست‌محیطی نقش مهمی در ارتقاء آگاهی عمومی، اصلاح رفتارهای مصرفی، و افزایش مشارکت اجتماعی در حفاظت از محیط‌زیست دارد. مطالعات نشان داده‌اند که آموزش رسمی در مدارس و دانشگاه‌ها می‌تواند موجب کاهش استفاده از منابع آلاینده، گرایش به انرژی‌های پاک، و تقویت مسئولیت‌پذیری فردی شود

یکی از موضوعاتی که توجه مجامع بین‌المللی و ارگان‌های حفاظتی محیط‌زیست را به خود جلب کرده است مسئله افزایش آلودگی هوا و گرم شدن بی‌رویه کره زمین می‌باشد. بر اساس گزارش ششم هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی، در صورت ادامه روند فعلی انتشار گازهای گلخانه‌ای، میانگین دمای جهانی ممکن است تا پایان قرن تا حدود ۴/۵ تا ۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به سطح دمای پیش‌صنعتی افزایش یابد، که پیامدهای شدیدی برای اکوسیستم‌ها و جوامع انسانی به‌همراه خواهد داشت (IPCC, 2023). از سوی دیگر بیشترین دلیل این موضوع مربوط به نشر گازهای گلخانه‌ای علی‌الخصوص گاز CO₂ می‌باشد که با کاهش باروری زمین باعث تخریب محیط‌زیست گردیده است. باتوجه به اینکه آلودگی هوا در کلان‌شهرهای ایران طی دو دهه اخیر افزایش یافته است اما راهکارهایی نظیر توسعه حمل‌ونقل عمومی، آموزش زیست‌محیطی و اصلاح الگوی مصرف می‌توانند در کاهش آن مؤثر باشند (Abolhasani et al., 2019). ضایعات و پسماندها جز جدانشدنی از هر نوع فعالیت اقتصادی می‌باشند که با افزایش سطح تولید و فعالیت‌های اقتصادی مقدار آن‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. کره زمین مجموعه‌ای از مواد بوده که جریان گردش این مواد براساس قانده ترمودینامیک صورت می‌گیرد. به‌طورکلی آلودگی در جوامع و کشورهای در حال توسعه یک پدیده فراگیر محسوب شده به‌گونه‌ای که متأسفانه رشد و پیشرفت اقتصادی در کشورهای در حال توسعه منجر به بروز پیامدهای منفی در زمینه محیط‌زیست شده است. در واقع محیط‌زیست، رشد و توسعه اقتصادی در ابتدایی‌ترین سطح به یکدیگر وابسته شده‌اند، همین دلیل زمینه‌ساز فعالیت‌های اقتصادی محیط‌زیست شده است (Baniasadi & Zare, 2016). به‌وجود آمدن آسیب‌های زیست‌محیطی به همراه رشد اقتصادی منجر به ایجاد یک جایگزینی بین منافع حاصل از رشد و حمایت و حفاظت از محیط‌زیست شده است و این باور را که افزایش سطح تولید، منجر به افزایش سطح رفاه جامعه می‌گردد را مورد شک و تردید قرار داده است. افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی به همراه آلاینده‌های آن همواره با توسعه تکنولوژی و پیشرفت فعالیت‌های اقتصادی ایجاد می‌شود، این امر در حال است که

1. Intergovernmental Panel on Climate Change

تحصیلات، متغیرهای کنترل کننده دیگری نظیر تولید ناخالص داخلی، جمعیت شهری و مصرف انرژی و ... نیز بر آلودگی محیط زیست تاثیرگذار می باشند که در این مقاله فقط به بررسی نقش و اثر تحصیلات و آموزش پرداخته شده و در مدل لحاظ گردیده است. چنین اهمیتی موجب شده است تا در تحقیق حاضر اهمیت موضوع و ضرورت آن بیشتر به چشم بخورد که در این میان میزان سطح و آگاهی اقشار مختلف جامعه در این در حوزه کاهش آلودگی محیط زیست چشم پوشیده نیست، بسیار اهمیت دارد.

رابطه میان آلودگی محیط زیست و سطح تحصیلات افراد جامعه اهمیت بالایی دارد؛ بررسی این ارتباط و تدوین سیاست های کلان برای کاهش آلودگی هوا ضروری است. آموزش و تحصیلات نه تنها موجب فرهنگ سازی و ارتقای آگاهی عمومی در حوزه حفاظت از محیط زیست می شود، بلکه نقش مهمی در تعیین سیاست های اقتصادی و رشد پایدار کشور دارد. افزایش آلودگی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، چالشی جدی در مسیر توسعه پایدار است. رشد شهرنشینی، صنعتی شدن و مصرف بی رویه انرژی، فشار بر محیط زیست را افزایش داده است. آموزش به عنوان عامل کلیدی در تغییر رفتارهای زیست محیطی و ارتقای مشارکت اجتماعی، می تواند از طریق افزایش مسئولیت پذیری، استفاده از فناوری های پاک و مشارکت در تصمیم گیری های محیط زیستی، به کاهش آلاینده ها کمک کند. با وجود شواهد نظری، در ایران بررسی کمی و اقتصادسنجی این رابطه محدود است و مشخص نیست کدام سطح تحصیلات بیشترین تأثیر را دارد. این پژوهش به دنبال پاسخ به این پرسش است که آیا افزایش سطح تحصیلات در ایران به طور معنادار موجب کاهش آلودگی زیست محیطی می شود و هدف آن ارائه مدلی تجربی با استفاده از داده های ملی و روش اقتصادسنجی متغیر ابزاری است.

روش شناسی پژوهش

آموزش و یادگیری جنبه های جدایی ناپذیر در هر جامعه بشری هستند، آموزش به عنوان ستون اصلی جامعه در نظر گرفته شده است. در سراسر جهان، هدف کشورها ارتقاء آموزش و یادگیری اعضای مختلف جامعه در سطوح متفاوت است و آموزش افرادی که مسئولیت های گوناگونی را در آینده جامعه بر عهده می گیرند، نیاز اساسی هر جامعه علیرغم نابرابری های گسترده در بخش حمایت سیاسی و منابع مادی و سیستم های

(Manouchehri & Burns, 2021). آموزش نه تنها موجب افزایش آگاهی زیست محیطی می شود، بلکه از طریق مکانیزم هایی مانند اصلاح رفتار فردی، مشارکت در سیاست گذاری، توسعه فناوری های سبز و فرهنگ سازی عمومی، نقش مؤثری در کاهش آلودگی ایفا می کند (Frankel, 2009).

به طور کلی بررسی میان آلودگی محیط زیست و سطح تحصیلات افراد جامعه در کشورهای در حال توسعه چون ایران که به سمت صنعتی شدن پیش می روند، بسیار اهمیت دارد. دولت های حاکم بر جامعه و سیاست های اجرایی آن ها همواره به دنبال بررسی اثرات آلودگی محیط زیست بوده اند تا بتوانند آگاهانه و به طور هم زمان از سیاست های اجرایی و تصمیمات بهینه دولت جهت کنترل محیط زیست بهره گیرند. با توجه وجود قابلیت آموزش در افراد و تأثیر پذیری فرهنگ و رفتار افراد اجتماع از متغیر سطح تحصیلات، دولت ها قادر خواهند بود با تعیین و اعمال سیاست های اجرایی در جهت افزایش سطح آموزش افراد جامعه و افزایش فرهنگ سازی عمومی در سطوح مختلف جامعه، نه تنها آلودگی محیط زیست جامعه را کاهش داده، بلکه رفاه اجتماعی جامعه و رشد اقتصادی جامعه را نیز افزایش دهند. فرهنگ سازی زیست محیطی^۱ به فرآیند برنامه ریزی شده ای اطلاق می شود که با بهره گیری از آموزش رسمی، رسانه ها، مشارکت های اجتماعی و سیاست گذاری عمومی، به دنبال نهادینه سازی ارزش های پایداری، مسئولیت پذیری، و احترام به طبیعت در رفتارهای فردی و جمعی است. کیفیت محیط زیست^۲ به مجموعه ای از ویژگی ها و شرایط محیط طبیعی و انسانی اطلاق می شود که بر سلامت جسمی و روانی انسان ها، موجودات زنده، و زیست بومها تأثیر می گذارند. این مفهوم شامل عواملی مانند پاکی هوا و آب، سطح آلودگی، سر و صدا، دسترسی به فضای سبز، و زیبایی بصری محیط است. محیط زیست به دلیل اهمیت های زیادی که دارد نه تنها در بخش صنعت حائز اهمیت فراوان می باشد که این امر موجب رشد و پیشرفت اقتصادی کشور از طریق در اختیار بودن بیشتر منابع ورودی اقتصاد و در نتیجه ارائه محصول های جدیدتر و بیشتر می شود، بلکه در حفظ حیات کره زمین، گردش حیات طبیعی انسان ها، گیاهان و همه جانداران کره زمین اهمیت دارد. البته شایان ذکر است که علاوه بر متغیر

1. Environmental Culture-Building
2. Environmental Quality

جمعیت مستلزم بهره‌برداری غیر عادی از منابع طبیعی جهت تأمین نیازهای ضروری روزمره زندگی می‌باشد. رشد جمعیت همچنین منجر به مهاجرت مردم و رشد مناطق شهری می‌شود، در نتیجه مشکلات جدیدی از جمله موارد مربوط به بهداشت و موارد مربوط به محیط‌زیست را ایجاد می‌کند (Gan et al., 2021). رابطه آلودگی پلاستیکی و رشد اقتصادی و از طرفی نقش فساد و فقدان آموزش مواردی است که همیشه مورد اهمیت بوده‌است چراکه نبود آموزش عمومی و فساد اداری از عوامل مؤثر در افزایش آلودگی پلاستیکی هستند. همچنین افزایش سطح آموزش می‌تواند تا ۳۴ درصد در کاهش زباله‌های پلاستیکی مؤثر باشد و تأکید بر اهمیت نقش آموزش در کاهش آلودگی و ارتقاء رفتارهای پایدار در سطح جامعه از موارد مورد نظر بوده است (Cordier et al., 2021). مراکز شهری وقتی با بخش‌های صنعتی ترکیب شوند از نظر مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی مقدار زیادی آتروسول و گاز از دودکش‌های کارخانه‌ها و وسایل نقلیه خارج می‌شود که این امر برای محیط‌زیست خطرناک‌تر می‌شود. رشد شهری و صنعتی منجر به کاهش سریع کیفیت هوا شده است. علاوه بر این زباله‌های صنعتی شهرهای صنعتی با گسترش شهرنشینی و افزایش جمعیت شهری به سرعت در حال افزایش است که این امر هم به نوبه خود مشکلات زیست‌محیطی ایجاد می‌کند (Charitou et al., 2021). در بعضی مطالعات دیگر مدارس را موجب ارتقاء یادگیری تجربی، آگاهی محیط‌زیستی و مشارکت خانواده‌ها دانسته و نمونه‌ای از تأثیر آموزش غیررسمی و تحصیلات ابتدایی بر رفتارهای زیست‌محیطی را نشان داده و نقش مؤثر آموزش در ارتقای رفتارهای زیست‌محیطی را در نظر گرفته‌اند. البته تحصیلات یکی از عوامل مؤثر در کاهش آلودگی زیست‌محیطی است، به‌ویژه زمانی که با سیاست‌های آموزشی هدفمند و مشارکت اجتماعی همراه باشد (Cordier et al., 2021; Manouchehri & Burns, 2021). در کشورهایمانند ایران، که در مسیر صنعتی شدن هستند، بررسی رابطه تحصیلات و آلودگی اهمیت دوچندان دارد. رویکرد نظری این پژوهش مبتنی بر مدل فرضیه کوزنتس زیست‌محیطی، و کاربرد آموزش به‌عنوان عامل اثرگذار در سطح فردی و جمعی در کاهش تخریب اکولوژیکی است. مادامی که کشورهای صنعتی تولیدات خود را افزایش داده‌اند آلاینده‌های منتشر شده از کارخانه‌ها در هوا، آب و زمین به‌حدی که باعث تخریب محیط‌زیست را به حد بحرانی رسانده به‌گونه‌ای که جامعه بشری را در آستانه نابودی قرار داده‌اند.

آموزشی پایه، جهت آموزش سطوح مختلف آموزش و یادگیری و ارتقای کیفیت می‌باشد. برنامه‌های آموزش و یادگیری افراد جامعه در سطح کلان با هدف ایجاد فارغ‌التحصیلان تغییرات مثبتی در محیط زندگی و کیفیت زندگی افراد، خانواده‌ها ایجاد کرده است.

آینده‌پژوهشی در آموزش و پرورش اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا عملکرد آن بر نسل در حال آموزش و یادگیری و به‌تبع آن بر کارایی و موفقیت طولانی‌مدت سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف کشور تأثیرگذار است. آموزش و پرورش با کیفیت، نیازهای نیروی کار متخصص و متعهد را تأمین کرده و جامعه را به پایگاهی منحصر به‌فرد برای پرورش افراد خلاق، آگاه و با استعداد تبدیل می‌کند. همسویی آموزش با نیازهای حال و آینده جامعه باعث ارتقای یادگیری و توانمندسازی افراد شده و از عقب‌ماندگی و رکود توسعه جلوگیری می‌کند. پیش‌بینی نیازهای آینده و برنامه‌ریزی بلندمدت، ابزار ضروری برای سرمایه‌گذاری مؤثر و تحقق اهداف جامعه به شمار می‌رود (Pakzad et al., 2021). آلودگی محیط زیست را می‌توان هرگونه ماده خارجی که ناشی از فعالیت‌های انسانی، صنعتی و منابع طبیعی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم وارد محیط‌زیست شده و باعث لطمه و ضربه دیدن به منابع طبیعی، هوا و گردد و سلامتی انسان را نیز به خطر بیندازد. آلودگی محیط‌زیست را می‌توان به‌طور کلی به موارد زیر طبقه‌بندی کرد: ۱. آلودگی طبیعی، ۲. آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی. محیط‌زیست اغلب به واسطه پدیده‌های طبیعی چون: زلزله، سیل، خشکسالی، سونامی و طوفان دچار آلودگی می‌شود که به این موارد آلودگی‌های طبیعی گفته می‌شود (Sadeghi, 2013). آلودگی محیط‌زیستی که از فعالیت‌های انسانی در آن‌ها دخیل می‌باشد، ناشی می‌شود، مانند: آلودگی هوا استفاده بیش از حد از وسایل نقلیه و کارگاه‌های تولیدی. آلودگی محیط‌زیستی که از فعالیت‌هایی که صنعت و کارخانه‌ها در آن‌ها دخیل می‌باشد ناشی می‌شود مانند: آلودگی آب ناشی از رهاسازی پسماندهای کارخانه‌ها و فاضلاب‌ها در داخل آب رودخانه‌ها و دریاها، آلودگی غذایی، آلودگی صوتی و آلودگی رادیواکتیو و آلودگی‌های هوا ناشی از فعالیت بیش از حد کارخانه‌های صنعتی و ماشین‌آلات صنعتی. نظریه‌پردازان جدید رشد جمعیت را نیز یکی از عوامل مشکلات بشر می‌دانند. افزایش جمعیت تأثیر چند برابری بر آلودگی محیط‌زیست خواهد داشت زیرا رشد جمعیت نیازمند افزایش متناسب همه نیازهای ضروری برای انسان می‌باشد از سوی دیگر رشد

شاخص‌های حفاظت از منابع طبیعی و کاهش آلودگی محیط‌زیست بیشتر از سایر مؤلفه‌هاست اما به موضوعاتی مانند بهره‌برداری صحیح از منابع غیرقابل تجدید و کاهش مصرف مواد یک‌بار مصرف توجه اندکی شده است که این نشان‌دهنده ضعف نظام آموزشی در آموزش زیست‌محیطی پایه، و ضرورت ارتقاء سطح تحصیلات برای بهبود رفتارهای محیط‌زیستی می‌باشد. براین اساس تحلیل محتوای کتاب‌های درسی ابتدایی، آموزش محیط‌زیست در ایران به صورت محدود و غیرمنسجم وجود دارد و نیازمند تقویت و بازنگری است.

احمدی و همکاران^۳ (۲۰۲۱) با ارزیابی نیازهای آموزشی دانشگاه‌های ایران در حوزه محیط‌زیست با رویکرد تغییرات اقلیمی با مطالعه‌ای به روش دلفی نشان دادند که مهم‌ترین نیاز آموزشی، اصلاح کمبودهای برنامه‌های درسی و افزودن دوره‌های مرتبط با محیط زیست به رشته‌های غیرمرتبط بوده و تقویت استدلال درباره نقش تحصیلات تکمیلی در ارتقاء آگاهی زیست‌محیطی و کاهش آلودگی موثر می‌باشد.

ابولحسنی و همکاران^۴ (۲۰۱۹) پژوهشی تحت عنوان بررسی تحلیلی ارتباط آلودگی محیط‌زیست و رشد اقتصادی (فرضیه کوزنتس)، با تاکید بر نقش آموزش به بررسی و بحث در ارتباط با رشد و پیشرفت اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست در کشور ایران ارائه دادند. نتایج این تحقیق بیان‌کننده پذیرش فرضیه کوزنتس و همچنین نشان‌دهنده معنی دار بودن اثر صنعتی شدن، میزان مصرف انرژی به صورت معکوس و موقعیت اقتصادی موجود جامعه در بهتر شدن کیفیت زیست‌محیطی جامعه است.

عطرکارروشن و فتحی^۵ (۲۰۱۵) پژوهشی را تحت عنوان بررسی مقایسه‌ای تاثیر آموزش در سطوح مختلف تحصیلی، بر کاهش آلودگی هوا در کشورهای مختلف، تاثیر آموزش را بر نشر گاز کربن دی‌اکسید در کشورهای مختلف مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق بیان‌کننده این است که آموزش بر بهبود کیفیت آلودگی هوا و همچنین محیط‌زیست اثر مثبت و معنی داری دارد. به‌طور کلی در کشورهای مورد مطالعه در این پژوهش هر چه سطح تحصیلی افراد جامعه افزایش پیدا می‌کند اثر آن بر کاهش آلودگی هوا و رشد کیفیت آن بیشتر می‌شود.

بنی‌اسدی و زارع‌مهرجردی^۶ (۲۰۱۶) با ارائه پژوهشی به

اثرات نامطلوب صنعتی شدن ممکن است، ویژگی کلی سیستم طبیعی و اثرات زنجیره‌ای را تغییر دهد و گاهی برای سلامت جامعه بشری مشابه خودکشی به نظر می‌آید. بنابراین نشر و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر و کاهش ضخامت لایه اوزون و باعث تغییراتی در آب و هوا می‌شود که این امر خسارت‌های شدیدی به جان گیاهان و جانوران وارد می‌کند و در نتیجه ممکن است باعث عدم تعادل اکولوژیکی شود و از سوی دیگر احتمال بیماری‌های خطرناکی مانند سرطان پوست و غیره افزایش می‌دهد (Liao et al., 2021).

هوایی که امروزه در جامعه توسط افراد تنفس می‌شود یک عنصر ضروری برای رفاه و زندگی سالم افراد است. متأسفانه آلودگی هوا در سراسر جهان وجود دارد به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته. حتی شهرها و کشورهای معروف شلوغ در حال توسعه نیز با آلودگی هوا مواجه هستند. هوای آلوده حاوی یک یا چند ماده خطرناک، آلاینده یا آلاینده‌های که برای سلامت عمومی افراد جامعه خطر ایجاد می‌کند. آلاینده‌های اصلی موجود در هوا شامل ذرات معلق، سرب، اوزون سطح زمین، دی‌اکسید گوگرد، بنزن، مونوکسید کربن، نیتروژن دی‌اکسید و دی‌اکسید کربن می‌باشد. آلودگی هوا در برخی شهرها باعث کاهش طول عمر افراد جامعه می‌شود. مطالعات اخیر رشد سریع جمعیت شهری، افزایش صنعتی شدن و افزایش تقاضا برای انرژی و وسایل نقلیه موتوری سطح آلودگی هوا را بدتر می‌کند (Mohammadi & Terjari Seraji, 2013).

سعیدی و میبیدی^۱ (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی چالش‌های ارزیابی آموزش محیط‌زیست در مدارس سبز ایران پرداخته و یافته‌های آنها تنوع پایین محتوای آموزشی و ابهام در منابع اطلاعاتی را دو چالش اصلی در ارزیابی آموزش محیط‌زیست در مدارس سبز اعلام نموده و به تاکید بر نقش کیفیت آموزش در اثربخشی زیست‌محیطی و ارتباط آن با سطح تحصیلات اشاره کردند. اجرای آموزش زیست‌محیطی در مدارس می‌تواند نقش مهمی در ارتقاء آگاهی و اصلاح رفتارهای زیست‌محیطی ایفا کند، اما برای حل کامل مشکلات محیط‌زیست نیاز به اقدامات چندجانبه و سیاست‌گذاری کلان وجود دارد.

عابدینی بالتورک و صفر حیدری^۲ (۲۰۲۲) در پژوهشی نشان دادند که در کتاب‌های درسی ابتدایی، توجه به

3. Ahmadi et al
4. Abolhasani et al
5. Atrkar Roshan & Fathi
6. Baniasadi & Zare Mehrjordi

1. Saedi & Meybodi
2. Abedini Baltork & Safar Heydari

۱۹۹۰ به ۵۱۰۹-۵۶۷۸ تا سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. کوردیو و همکارانش در مرحله تجزیه و تحلیل پژوهش ۴ زمینه را مطرح کردند که بی ارتباط با موضوع مورد نظر نمی‌باشد. این زمینه‌ها عبارتند از: ۱. تولید ناخالص داخلی، ۲. تجارت، ۳. افزایش سطح آموزش، ۴. مبارزه با آلودگی.

گان و همکاران^۴ (۲۰۲۱) پژوهشی را تحت عنوان این که آلودگی هوای شهری و توسعه اقتصادی چگونه بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند؟ و با بهره‌گیری از داده‌های تجربی ۲۸۷ شهر کشور چین طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۰، ارائه دادند. در این مطالعه مشاهده شد که آلودگی هوا و آلاینده‌های ناشی از ماشین‌آلات صنعتی نیز توسعه اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهند به‌گونه‌ای که باعث مهار توسعه اقتصادی می‌شوند. عواملی چون: اندازه جمعیت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صنعت همگی موجب تشدید آلودگی هوا می‌شوند. از سوی دیگر افزایش سطح فرهنگ شهرنشینی و آموزش افراد باعث ایجاد یک صنعت عالی در سطح جامعه می‌شود که می‌تواند تأثیر عوامل مکانی آلودگی هوا و آلاینده‌های ناشی از ماشین‌آلات صنعتی را بهبود بخشد. اندازه بازار، سطح تحصیلات، حمل‌ونقل مناسب و استفاده کمتر از خودرو شخصی موجب پیشرفت اقتصادی می‌شود. این پژوهش می‌تواند مرجعی برای سیاست‌های کنترل آلودگی هوا و آلاینده‌های ناشی از ماشین‌آلات صنعتی در کشور چین باشد و دارای اهمیت عملی مهم برای حفاظت از محیط‌زیستی، توسعه اقتصادی با کیفیت بالا و ارتقا کیفیت خوب زندگی افراد جامعه می‌باشد.

برخی مطالعات نشان داده‌اند که افزایش سطح رفاه ناشی از تجارت می‌تواند از طریق بهبود سیاست‌های زیست‌محیطی، ارتقاء تقاضای عمومی برای محیط‌زیست سالم، و توسعه فناوری‌های پاک، به کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی منجر شود؛ هرچند این رابطه به ساختار اقتصادی کشورها، نوع کالاهای مبادله‌شده، و سطح سیاست‌گذاری زیست‌محیطی بستگی دارد (Frankel, 2009; Montagna et al., 2020). در ادامه می‌توان به سه اثر کلاسیک تجارت بر محیط زیست اشاره کرد. اثر تکنیکی^۵ که افزایش درآمد موجب تقاضای بیشتر برای محیط‌زیست سالم و اجرای سیاست‌های سخت‌گیرانه‌تر می‌شود. اثر ترکیبی^۶ که افزایش درآمد موجب

بررسی موجود رابطه علیت میان رشد بخش صنعت و آلودگی هوا در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۴۶ از آزمون استاندارد گرنجر و آزمون علیت گرنجر هیشانو برای بررسی ارتباط میان نشر گاز کربن دی‌اکسید به‌عنوان پارامتر آلودگی هوا و ارزش افزوده بخش صنعت پرداختند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که بین این دو پارامتر رابطه علیت دو طرفه وجود دارد. با در نظر گرفتن اثر رشد بخش صنعت بر نشر گاز کربن دی‌اکسید توصیه می‌شود صنعت کشور با بهبود بهره‌وری و کارایی در مصرف عوامل تولید به سمت تکنولوژی‌هایی حرکت کنند که با محیط‌زیست سازگارترند.

هراتی و همکاران^۱ (۲۰۱۶) با ارائه پژوهشی تحت عنوان بررسی ارتباط رشد-آلودگی در چارچوب یک الگوی رشد درونزای تعمیم‌یافته: یک الگوی کالیبره برای اقتصاد ایران، اثر متغیرهای ضریب ریسک‌گریزی نسبی، اولویت‌های زیست‌محیطی تولیدکنندگان، اولویت‌های زیست‌محیطی مصرف‌کنندگان و رشد، پیشرفت تکنولوژی بر نرخ رشد پارامترهای کلیدی در جهت رشد توسعه پایدار مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده این است که اولویت‌های زیست‌محیطی تولیدکننده و اولویت‌های زیست‌محیطی مصرف‌کننده به‌ترتیب بیشترین اثر مثبت و بیشترین اثر منفی را بر موجودی آلودگی می‌گذارند.

اسلامولویان و همکاران^۲ (۲۰۱۳) با ارائه پژوهشی تحت عنوان بررسی ارتباط پویای محصول و آلودگی در چارچوب یک الگوی رشد: آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای اقتصاد ایران، به بازبینی رابطه پویا میان رشد، توسعه اقتصادی و اثرات جانبی آلودگی محیط‌زیست با تأکید بر رشد توسعه پایدار برای کشور ایران پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که اقتصاد ایران در مراحل ابتدایی رشد می‌باشد، به‌گونه‌ای که همگام با افزایش سطح درآمد سرانه، وضعیت بهبود کیفیت محیط‌زیست کاهش پیدا می‌کند.

کوردیر و همکاران^۳ (۲۰۲۱) پژوهشی تحت عنوان آلودگی ناشی از مواد پلاستیکی- رشد اقتصادی و تأثیر آلودگی و عدم آموزش جامعه را ارائه دادند. در این مطالعه برای برآورد مدل از داده‌های کشور به کشور، بانک جهانی استفاده شده‌است. پیش‌بینی می‌شود که انباشت جهانی زباله‌های پلاستیکی که به‌طور نامتناسب صورت می‌گیرد، از ۶۱-۷۲ میلیون تن در سال

4. Gan et al
5. Technique Effect
6. Composition Effect

1. Harati et al
2. Aslamuliyan et al
3. Cordier et al

مدل تحقیق براساس روش متغیر ابزاری (IV)^۲ و تخمین دومرحله‌ای حداقل مربعات (2SLS) در نرم‌افزار Microfit طراحی شده است. به منظور رفع مشکل درون‌زایی متغیرهای آموزشی در مدل اقتصادسنجی، از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS) استفاده شده است. این روش امکان تخمین رابطه علی میان تحصیلات و آلودگی زیست‌محیطی را در شرایطی که تحصیلات با خطای مدل همبسته باشد، فراهم می‌سازد. هدف مدل، بررسی اثر سطوح مختلف تحصیلات (دیپلم تا دکتری) بر شاخص آلودگی زیست‌محیطی است. متغیرهای تحقیق متغیر که شامل متغیر وابسته، آلودگی محیط‌زیست (EP) بر پایه CO₂، متغیرهای مستقل سطوح تحصیلات جامعه ED1 تا ED5 و متغیرهای ابزاری که میانگین درآمد طبقات تحصیلی IN1 تا IN5 بوده و همبسته با سطح تحصیلات بوده و اثر مستقیم بر EP ندارند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که درآمد با سطح تحصیلات همبستگی قوی دارد. مطالعات فرانکل^۳ (۲۰۰۹) و ایوب‌قولو و یوزار^۴ (۲۰۲۱) تأکید کرده‌اند که تحصیلات بالاتر منجر به ارتقاء درآمد بوده و این رابطه در مدل‌های تجربی آن‌ها اثبات شده و درآمد به‌عنوان شاخصی برای سطح تحصیلات انتخاب شده و از آن استفاده شده است. در این پژوهش نیز آزمون F مرحله اول مدل نشان داد که متغیرهای ابزاری انتخاب‌شده ارتباط معناداری با تحصیلات دارند. همچنین برای شرط استقلال از خطا، از آزمون هاسمن و تحلیل مسیر تأثیر استفاده شد. نتایج نشان دادند که درآمد، به‌طور مستقیم بر آلودگی زیست‌محیطی اثر نمی‌گذارد، بلکه اثر آن از مسیر تحصیلات منتقل می‌شود.

برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از تخمین مدل 2SLS و بررسی اعتبار متغیرهای ابزاری مورد استفاده، مجموعه‌ای از آزمون‌های تشخیصی اجرا شد. آزمون هاسمن^۵ این آزمون برای بررسی درون‌زایی متغیر تحصیلات اجرا شد. نتایج آزمون نشان دادند که تفاوت معناداری بین تخمین‌های OLS و 2SLS وجود دارد و که حاکی از وجود درون‌زایی در متغیرهای تحصیلات و ضرورت استفاده از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای است. آزمون اعتبار متغیرهای ابزاری^۶ - آزمون^۶ که این آزمون برای بررسی اعتبار ابزارها اجرا می‌شود. نتیجه این

تقاضای بیشتر برای محیط‌زیست سالم و اجرای سیاست‌های سخت‌گیرانه‌تر می‌شود. اثر مقیاس^۱ که افزایش تولید ممکن است آلودگی را افزایش دهد، مگر اینکه با تکنولوژی پاک همراه باشد (Copeland & Taylor, 2003).

در برخی مطالعات نیز به جنبه‌های منفی نظام آموزشی در ارتباط با محیط‌زیست اشاره شده که این موارد شامل: مصرف بالای انرژی و منابع در مراکز آموزشی مدارس و دانشگاه‌ها سالانه میلیاردها تومان صرف انرژی، کاغذ، آب و تجهیزات می‌کنند که در صورت نبود مدیریت سبز، منجر به آلودگی می‌شود. تولید زباله‌های الکترونیکی، استفاده گسترده از تجهیزات دیجیتال مانند لپ‌تاپ‌ها و تبلت‌ها، رفتارهای مصرف‌گرایانه در محیط‌های آموزشی برخی نظام‌های آموزشی، به‌ویژه در جوامع مصرف‌محور، ممکن است الگوهای مصرف‌گرایی را تقویت کنند و به‌جای آموزش رفتارهای پایدار، موجب افزایش مصرف منابع شده و بدون سیاست‌های بازیافت، موجب آلودگی خاک و آب شوند. بنابراین و به‌طور کلی، آموزش می‌تواند هم نقش مثبت و هم اثر منفی بر محیط‌زیست داشته باشد (Marsh, 2024).

آموزش نقش مهمی در ارتقای آگاهی زیست‌محیطی دارد، اما خود نظام آموزشی نیز می‌تواند در صورت فقدان سیاست‌های سبز، به منبع آلودگی تبدیل شود. اثر مثبت آموزش زمانی تقویت می‌شود که با رویکرد زیست‌محیطی، مدیریت منابع و مشارکت اجتماعی همراه باشد. تحصیلات می‌تواند از طریق افزایش آگاهی، رفتار مسئولانه مصرفی، مطالبه‌گری اجتماعی و گرایش به فناوری‌های سبز، به کاهش آلودگی کمک کند. این پژوهش با استفاده از داده‌های ایران در دهه گذشته، اثر خالص تحصیلات بر آلودگی را بررسی کرده و با کنترل سایر عوامل، تحلیل دقیق‌تری نسبت به مطالعات پیشین ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که آموزش نه تنها فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی را تقویت می‌کند، بلکه نقش مهمی در تعیین سیاست‌های کلان اقتصادی و رشد پایدار کشور دارد.

یافته‌های پژوهش

مطالعه حاضر از نوع تحلیلی و کاربردی بوده و از داده‌های سری‌زمانی سالانه طی دوره ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ استفاده شده است.

2. Instrumental Variable Estimation

3. Frankel

4. Eyuboglu & Uzar

5. Hausman Test

6. Sargan Test

1. Scale Effect

تحصیلات، از آماره F در مرحله اول مدل استفاده شد و نشان‌دهنده ابزارهای قوی و مؤثر در تحلیل است.

آزمون نشان‌داد که ابزارهای درآمدی انتخاب‌شده ارتباط مستقیم و معناداری با متغیر وابسته (آلودگی زیست‌محیطی) ندارند و اعتبار اقتصادسنجی دارند. آزمون ضعف ابزارها آزمون F در مرحله اول برای ارزیابی قدرت ابزارها در پیش‌بینی متغیر

جدول ۱. آزمون‌های تشخیصی مدل اقتصادسنجی

Table 1. Diagnostic Tests of the Econometric Model

| تفسیر علمی Scientific Interpretation | نتیجه Result | سطح معناداری Significance Level | آماره آزمون Test Statistic | هدف آزمون Purpose of the Test | آزمون Test |
|---|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|---|--|
| وجود درون‌زایی؛ استفاده از 2SLS ضروری است Endogeneity exists; the use of 2SLS is necessary | Significant | <0.01 | 12.47 | بررسی درون‌زایی متغیر تحصیلات To test for endogeneity in the education variable | Hausman Test |
| ابزارها معتبرند؛ اثر مستقیم بر آلودگی ندارند Instruments are valid; they do not have a direct effect on pollution | Not significant | 0.12 | 2.31 | اعتبار متغیرهای ابزاری To assess the validity of the instrumental variables | Sargan Test |
| ابزارها ارتباط آماری قوی با متغیر درون‌زا دارند The instruments have a strong statistical correlation with the endogenous variable | Strong | <0.01 | 18.6 | قدرت ابزارها در پیش‌بینی تحصیلات To evaluate the strength of the instruments in predicting education | F-Test مرحله اول First-stage F-Test |

می‌باشد. به‌طور کلی همین برآوردها و تخمین‌ها به تئوری‌های اقتصادی اعتبار و محتوای تجربی می‌دهند. تعریف اقتصادسنجی بیان می‌کند، اقتصاد سنجی مجموعه ترکیبی از تئوری اقتصادی، اقتصاد ریاضی، آمار اقتصادی و آمار ریاضی می‌باشد. به طور کلی تئوری اقتصادی احکام و فرضیه‌هایی را بیان می‌کند که از لحاظ اساس و ماهیت کیفی می‌باشند. اقتصاد ریاضی به بیان تئوری اقتصادی در معادلات ریاضی را صرف‌نظر از توانایی سنجش و ارزیابی تجربی می‌پردازد. روش متغیر ابزاری که یکی از روش‌های اقتصادسنجی است به این‌گونه است که جهت تخمین اثر تصادفی تعدادی از متغیرهای X روی متغیر دیگری مثل Y ، یک ابزار متغیر سومی است مانند Z است که Y را فقط از طریق اثر خود روی X تحت تأثیر قرار می‌دهد.

$$Y = \beta_{T0} + \beta_{T1}X_T + \varepsilon$$

نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که آزمون هاسمن نشان داد که مدل OLS دچار سوگیری ناشی از درون‌زایی است و مدل 2SLS برتری اقتصادسنجی دارد. آزمون ابزارهای درآمدی از نظر شرط‌های اقتصادسنجی کاملاً معتبر هستند (همبستگی با متغیر درون‌زا و عدم اثر مستقیم بر متغیر وابسته). آزمون قدرت ابزارها بر اساس معیار فراتر از حد آستانه قابل قبول است که دقت تخمین‌های مدل را تضمین می‌کند.

بر اساس نتایج، متغیرهای درآمد انتخاب شده واجد شرایط لازم برای ایفای نقش ابزار اقتصادسنجی در مدل حاضر می‌باشند و استفاده از روش فوق برای آن‌ها از نظر آماری قابل دفاع است. داده‌های آماری نیز به تناسب موضوع از مرکز آمار ایران، سازمان محیط‌زیست، بانک مرکزی استفاده شده است. پس از انجام مراحل چون تعیین و تصریح مدل اقتصادسنجی، مرحله بعدی در فرآیند تحقیق‌های اقتصادسنجی، برآورد و تخمین پارامترهای مدل با بهره‌گیری از داده‌های موجود

متغیرهایی چون: X و W بر متغیر Y طبق دو معادله زیر تخمین زده می‌شوند:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \gamma W + \varepsilon$$

$$X = \alpha_0 + \delta Z + \tau W + \eta$$

در اینجا Z متغیر ابزاری می‌باشد. به طور کلی برای هر متغیر توضیحی درون‌زا حداقل می‌بایست یک متغیر ابزاری مناسب در نظر گرفته شود. متغیر ابزاری دارای دو خصوصیت می‌باشد، اول این که متغیر می‌بایست با متغیر درون‌زای خود دارای همبستگی بالایی باشد، دوم آن که متغیر ابزاری نباید دارای هیچ تاثیر مثبت و مستقیمی بر متغیر وابسته باشد. می‌بایست تنها از طریق متغیرهای توضیحی درون‌زا بر متغیر وابسته تاثیرگذار باشد. معادله دوم که با بهره‌گیری از متغیرهای برون‌زا W و متغیر ابزاری Z می‌بایست یک معادله رگرسیون را جهت برآورد هر یک از متغیرهای توضیحی درون‌زا برآورد کند، نشان دهد. با بهره‌گیری از این معادله رگرسیون تخمین‌هایی از تک تک متغیرهای درون‌زا به دست می‌آید.

جهت تخمین مدل به روش متغیر ابزاری از ۱۲ متغیر استفاده شده است، متغیرآلودگی محیط‌زیست، متغیرهای ED_1 تا ED_5 که متغیرهای توضیحی مدل و سطوح مختلف تحصیلات جامعه از مقطع تحصیلی دیپلم تا مقطع تحصیلی دکتری می‌باشند. متغیرهای IN_1 تا IN_5 متغیرهای ابزاری مدل که از درآمد سطوح مختلف تحصیلات جامعه از درآمد مقطع تحصیلی دیپلم تا درآمد مقطع تحصیلی دکتری می‌باشند، استفاده شده است. لازم به ذکر است جهت تخمین مدل مذکور از متغیر $INPT$ به‌عنوان متغیر عرض از مبدا که جز متغیرهای ابزاری می‌باشد استفاده شده است.

در این معادله یک از فروض گوس-مارکوف^۱ جهت وجود خصوصیت BLUE^۲ بودن برآوردهای حاصل از روش OLS به صورت زیر می‌باشد:

$$E(\varepsilon | X_T) = 0$$

این رابطه نشان می‌دهد که جز اخلاص دارای هیچ ارتباطی با متغیر توضیحی (X_T) نمی‌باشد. به‌طورکلی این رابطه در دنیای واقعی در همه حالت‌ها برقرار نمی‌باشد. به‌گونه‌ای که می‌توان گفت مواردی از جز اخلاص (اثرات مشاهده شده و متغیرهای لحاظ نشده در مدل را در برمی‌گیرد) که با تمام یا تعدادی از متغیرهای توضیحی دارای ارتباط می‌باشد. تخمین‌های حاصل از روش OLS از ضریب‌های مدل β_T دارای تورش می‌باشند. همچنین، در برخی موارد که متغیر Y دارای ویژگی اثرگذاری بر تمام یا بعضی از متغیرهای X می‌باشد. در چنین مواردی گفته می‌شود که مدل دچار درون‌زایی متغیرهای توضیحی می‌باشد. جهت رفع این ایراد در مدل‌های مربوط به اقتصادسنجی از روش‌های متغیر ابزاری بهره گرفته می‌شود. متغیرهای توضیحی در روش متغیر ابزاری به دو گروه مجزا تفکیک می‌شوند:

- متغیرها توضیحی که دارای مشکل درون‌زایی X می‌باشند. این گروه از متغیرها متغیرهایی می‌باشند که تحت تاثیر متغیر Y یا جزاخالل و یا هر دو آن‌ها قرار می‌گیرند.

- متغیرهای توضیحی برون‌زا W در روش متغیر ابزاری اصلاح شده یا 2SLS تاثیر

1. Gauss - Markov
2. Best Linear Unbiased Estimator

جدول ۲. معرفی متغیرهای تحقیق

Table 2. Description of Research Variables

| نماد متغیرها Variable Symbol | معرفی متغیرها اصلی Main Variables | نماد متغیر Variable Symbol | معرفی متغیرهای ابزاری Instrumental Variables |
|------------------------------------|--|----------------------------------|--|
| ED ₁ | سطح تحصیلات دیپلم High school education level | IN ₁ | درآمد افراد با تحصیلات دیپلم Income of individuals with high school education |
| ED ₂ | سطح تحصیلات فوق دیپلم Associate degree level | IN ₂ | درآمد افراد با تحصیلات فوق دیپلم Income of individuals with associate degree |
| ED ₃ | سطح تحصیلات لیسانس Bachelor's degree level | IN ₃ | درآمد افراد با تحصیلات لیسانس Income of individuals with bachelor's degree |
| ED ₄ | سطح تحصیلات فوق لیسانس Master's degree level | IN ₄ | درآمد افراد با تحصیلات فوق لیسانس Income of individuals with master's degree |
| ED ₅ | سطح تحصیلات دکتری و بالاتر از آن | IN ₅ | درآمد افراد با تحصیلات دکتری و بالاتر از آن Income of individuals with a Ph.D degree or |

| نماد متغیرها Variable Symbol | معرفی متغیرها اصلی Main Variables | نماد متغیر Variable Symbol | معرفی متغیرهای ابزاری Instrumental Variables |
|------------------------------------|--|----------------------------------|---|
| | Ph.D and higher education level | | higher |
| EP | متغیر آلودگی محیط‌زیست Environmental pollution variable | INPT | عرض از مبدا Intercept |

در ابتدا با بهره‌گیری از آزمون‌های ریشه واحد به بررسی درجه همبستگی متغیرهای تحقیق پرداخته می‌شود و در ادامه این فصل پیش‌بینی وضعیت متغیرهای تحقیق انجام شده‌است.

جدول ۳. آزمون ریشه واحد برای متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته

Table 3. Unit Root Test for Explanatory and Dependent Variables

| | آماره t t-Statistic | لگاریتم راست‌نمایی Log-likelihood | آکاییک Akaike | شوارتز-بیزین Schwarz-Bayesian | حنان-کوین Hannan-Quinn |
|-----------------|------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ED ₁ | -8.84248 | -126.8592 | -128.8592 | -129.564 | -128.4336 |
| ED ₂ | -8.98561 | -124.2841 | -126.2841 | -126.4813 | -125.8585 |
| ED ₃ | -8.2988 | -135.7521 | -137.7521 | -137.9493 | -137.3264 |
| ED ₄ | -8.2472 | -124.0848 | -126.0848 | -126.2820 | -125.6592 |
| ED ₅ | -8.1558 | -105.9873 | -107.9873 | -108.1846 | -107.5617 |
| LEP | -8.6186 | -131.1217 | -136.3066 | -136.874 | -135.6778 |

مقدار بحرانی در سطح ۹۵٪

Critical value at 95% level

براساس آماره‌هایی محاسباتی که از آزمون ریشه واحد به دست آمده است، مقایسه مقدار محاسبه مقدار بحرانی (۳/۲۶۹۸-) از لحاظ قدر مطلق نشان می‌دهد، برای تمام متغیرها مدل، فرضیه صفر مبتنی بر ناپایداری رد شده و فرضیه مقابل آن پذیرفته می‌شود.

جدول ۴. معیارهای آزمون ریشه واحد برای متغیرهای ابزاری

Table 4. Unit Root Test Criteria for Instrumental Variables

| | آماره t t-tatistic | لگاریتم راست‌نمایی Log-likelihood | آکاییک Akaike | شوارتز-بیزین Schwarz-Bayesian | حنان-کوین Hannan-Quinn |
|------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| LIN ₁ | -8.0378 | -143.2881 | -146.2881 | -146.5840 | -145.6497 |
| LIN ₂ | -8.1654 | -147.6013 | -150.6013 | -150.8972 | -149.9629 |
| LIN ₃ | -8.2451 | -162.0051 | -164.0051 | -164.2023 | -163.5795 |
| LIN ₄ | -8.9198 | -169.6812 | -172.6812 | -172.9770 | -172.0428 |
| LIN ₅ | -8.3665 | -172.2447 | -175.2447 | -175.5406 | -174.6063 |

مقدار بحرانی در سطح ۹۵٪

Critical value at 95% level

براساس آماره محاسباتی که از آزمون ریشه واحد به دست آمده‌است، این مقدار نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبتنی بر ناپایداری برای تمام متغیرهای ابزاری، رد شده و فرضیه مقابل آن پذیرفته می‌شود.

جدول ۵. نتایج حاصل از تخمین و برآورد مدل ابزاری

Table 5. Results from Estimation of the Instrumental Model

| متغیرها Variable | ضرایب Coefficient | خطای استاندارد Standard Error | آماره t t-Statistic |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|
| ED ₁ | -0.0268 | 1.7872 | -1.7041 |
| ED ₂ | -0.0703 | 1.5109 | -1.87815 |

| متغیرها | ضرایب | خطای استاندارد | آماره t |
|-----------------|-------------|----------------|-------------|
| Variable | Coefficient | Standard Error | t-Statistic |
| ED ₃ | -0.0941 | 0.96665 | -1.8476 |
| ED ₄ | -0.2321 | 1.9242 | -1.14664 |
| ED ₅ | -0.2828 | 1.8356 | -1.9612 |
| INPT | -183.419 | 121.3633 | -1.821 |

ضریب تعیین تعمیم یافته: ۸۶ درصد
Generalized R-squared: 86%

نسبت به سطح تحصیلی دیپلم و فوق دیپلم باعث کیفیت و بهبود بیشتری در محیط‌زیست می‌گردد. در حقیقت با افزایش سطح تحصیلات به مقاطع بالاتر، سهم سطح تحصیلات از کاهش آلودگی بیشتر می‌باشد. پس در واقع سهم تحصیلات مقاطع بالاتر از کاهش آلودگی بیشتر و سهم مقاطع پایین‌تر تحصیلات، کمتر می‌باشد. البته نکته قابل توجه این است که اثر بحث تحصیلات بر آلودگی محیط‌زیست منفی بوده و نشان‌دهنده این است با افزایش سواد افراد جامعه و رسیدن به مقاطع تحصیلی بالاتر، سطح آلودگی به مراتب کاهش بیشتری داشته است. یافته‌ها این تحقیق حاکی از آن است که با ارتقا و افزایش سطوح مختلف تحصیلات، میزان آلودگی از طریق افزایش سطح سواد افراد جامعه کاهش خواهد یافت. با در نظر گرفتن این نکته که ایران یک کشور در حال توسعه می‌باشد، افزایش سال‌های آموزش و تحصیل در مدرسه و به دنبال آن افزایش و ارتقا وضعیت آموزشی مدارس می‌تواند با دید مثبت‌تری به کیفیت و بهبود آلودگی محیط‌زیست جامعه نگاه کرد. به‌طور کلی افزایش سطوح تحصیلات افراد جامعه و افزایش فرهنگ سازی در جامعه با دیدگاه ارتقای کیفیت محیط‌زیست باعث می‌شود زندگی افراد جامعه که دارای سطح تحصیلات بالاتری می‌باشند به نفع بهبود محیط زیست جامعه باشد.

در مجموع با توجه به نتایج پژوهش مورد نظر بخش عمده‌ای از آلودگی‌های زیست‌محیطی حاصل فعالیت‌های انسانی می‌باشد که با آموزش‌های هدف‌دار و مستمر در سطح جامعه و افزایش فرهنگ سازی در حوزه کاهش سطح آلودگی‌های محیط‌زیست، می‌توان به داشتن جامعه‌ای با کیفیت زیستی مناسب و همچنین توسعه‌ای پایدار امیدوار بود. لازم به‌ذکر است که آموزش‌های هدف‌دار و مستمر در سطح جامعه جهت اثرگذاری نیازمند گذشت زمان می‌باشد. نکته بسیار مهم در زمینه آموزش‌های هدف‌دار و مستمر همه جانبه بودن آن است. مطالعات مختلف انجام شده و وضعیت دانش‌آموختگان در سطوح مختلف تحصیلات پس از خروج از نظام آموزشی

از آنجاییکه آموزش می‌تواند هم نقش مثبت و هم اثر منفی بر محیط‌زیست داشته باشد باید اثر مثبت تقویت به‌گونه‌ای تقویت شود که آموزش با رویکرد زیست‌محیطی، مدیریت منابع، و مشارکت اجتماعی همراه باشد. در مقابل، اگر نظام آموزشی فاقد سیاست‌های سبز باشد، ممکن است خود به منبع آلودگی تبدیل شود. پیشنهاد می‌شود که مراکز آموزشی با اجرای سیاست‌های مدیریت سبز، آموزش بازیافت، کاهش مصرف انرژی، و استفاده از فناوری‌های پاک، اثر منفی خود را کاهش داده و نقش مثبت آموزش را تقویت کنند. در این مقاله نیز با توجه به اهمیت آموزش هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر مثبت سطوح مختلف تحصیلات بر رشد آلودگی هوا کشور ایران می‌باشد. نتایج حاصل از تخمین با روش متغیر ابزاری در جدول ۴ آورده شده است. به‌طور کلی با توجه به مطالعات مشاهده شده افزایش آموزش و سطح سواد افراد مختلف جامعه باعث افزایش کیفیت هوا می‌شود اما نتایج حاصل از برآورد روش متغیر ابزاری در طول مقطع زمانی مورد مطالعه این است که هر چه سطح تحصیلی افراد مختلف جامعه افزایش پیدا کند، آلودگی محیط‌زیست کاهش پیدا می‌کند و تاثیر آموزش بر آلودگی محیط‌زیست منفی و معنادار است. به‌طور کلی نتایج بیان کننده این است که با افزایش سطح آموزش، تاثیر میزان تحصیلات بر کاهش میزان آلودگی محیط‌زیست بیشتر است. در سطوح بالاتر آموزش در سطوح تحصیلات تکمیلی، کیفیت محیط‌زیست افزایش پیدا می‌کند و نتیجه آن که افزایش سطح آموزش بر افزایش کیفیت و بهبود محیط‌زیست تاثیر مثبت و معنی دار دارد. نتایج نشان داد که اثر آموزش بر کاهش آلودگی زیست‌محیطی معنادار و منفی است. همچنین، مقاطع تحصیلات تکمیلی ED₄ و ED₅ تاثیر بیشتری در بهبود کیفیت محیط‌زیست داشته‌اند. با توجه به ضرایب $-0/2828$ و $-0/2321$ برای سطح تحصیلات تکمیلی دکتری و فوق لیسانس و ضرایب $-0/0703$ و $-0/0268$ برای سطح تحصیلات فوق دیپلم و دیپلم، می‌توان گفت تحصیلات تکمیلی

اندیشمندان، صاحب‌نظران فرهنگی و سیاسی و نخبگان فکری برنامه‌های تعلیمی و تربیتی خود را در نظام آموزشی جهت افزایش آگاهی و دانش زیست‌محیطی افراد جامعه ارائه دهند. ضمن آن‌که دولت از طریق برنامه‌های مختلف توسعه اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی وظیفه تقویت و توانمندسازی ساز و کارهای ضروری جهت ایجاد و گسترش آموزش‌های عمومی و تخصصی در حوزه محیط‌زیست را بر عهده دارد.

نشان‌دهنده این است که نظام آموزشی کشور علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های زیاد هنوز به طور کامل نتوانسته توانایی‌های کافی و اثرگذار در حوزه کاهش سطح آلودگی‌های محیط‌زیست ایجاد نماید.

در تعیین استراتژی حرکتی باید به دنبال راهکارهایی جهت ایجاد زیرساخت‌های قابل اجرا و مردم‌سالار بود که نه تنها باعث جلب مشارکت عمومی و بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های جامعه بود بلکه زمینه‌ای را ایجاد کند که تمامی

جدول ۶. رتبه‌بندی سطوح تحصیلات بر اساس ضرایب تخمین‌زده شده

Table 6. Ranking of Education Levels Based on Estimated Coefficients

| تفسیر آماری | سطوح مختلف تحصیلات | ضرایب تخمینی |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Statistical Significance | Education Level | Estimated Coefficient |
| بسیار معنادار Highly significant | دکتری Ph.D | -0.2828 |
| معنادار Significant | کارشناسی ارشد Master's | -0.2321 |
| قابل توجه Notable | کارشناسی Bachelor's | -0.0941 |
| متوسط Moderate | فوق دیپلم Associate degree | -0.0703 |
| ضعیف Weak | دیپلم High school | -0.0268 |

ED4 و ED5 بیشترین سهم را در ارتقاء کیفیت زیست‌محیطی ایفا کرده‌اند. تحلیل ضرایب نشان می‌دهد که هرچه سطح تحصیلات بالاتر باشد، اثر آن در کاهش آلودگی نیز افزون‌تر است. یافته‌های حاضر با مطالعات ابولحسنی و همکاران (۲۰۱۹)، کوردیر و همکاران (۲۰۲۱) و گان و همکاران (۲۰۲۱) هم‌راستا هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

تحصیلات می‌تواند اثرات دوگانه‌ای بر محیط‌زیست داشته باشد. از یک سو، افزایش سطح تحصیلات موجب ارتقای آگاهی زیست‌محیطی، مسئولیت‌پذیری و رفتارهای پایدار در سطح فردی می‌شود و به کاهش آلاینده‌ها کمک می‌کند. از سوی دیگر، افراد با تحصیلات بالاتر ممکن است در مشاغل صنعتی، مدیریتی یا فناوری فعالیت کنند که خود می‌تواند مصرف انرژی، تولید زباله و گسترش شهرنشینی را افزایش دهد. بنابراین، تحلیل اثر تحصیلات بر محیط‌زیست نیازمند تفکیک میان اثرات رفتاری و ساختاری آن است. در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، ارتقای سطح تحصیلات و بهبود کیفیت مدارس می‌تواند فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی را تقویت کرده و

جهت تحلیل مقایسه‌ای و رتبه‌بندی سطوح تحصیلات در اثرگذاری بر کاهش آلودگی محیط‌زیست به‌طور کلی می‌توان گفت افراد جامعه دارای سطح تحصیلات تکمیلی دکتری می‌باشند با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده -0.2828 در مقایسه با افراد جامعه دارای سطح تحصیلات تکمیلی کارشناسی ارشد با توجه به ضریب تخمین آن‌ها -0.2321 سهم بیشتری در کاهش آلودگی محیط‌زیست جامعه دارند. همچنین افراد جامعه دارای سطح تحصیلات کارشناسی می‌باشند با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده -0.0941 در مقایسه با افراد جامعه که دارای سطح تحصیلات فوق دیپلم هستند با توجه به ضریب تخمینی آن‌ها -0.0703 سهم بیشتری در کاهش آلودگی محیط‌زیست جامعه دارند. به‌همین ترتیب افراد جامعه دارای سطح تحصیلات فوق دیپلم با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده -0.0703 در مقایسه با افراد جامعه دارای سطح تحصیلات دیپلم با توجه به ضریب تخمین‌زده شده -0.0268 منجر به کاهش آلودگی بیشتری در محیط‌زیست جامعه خواهند شد. در نهایت جدول فوق نتایج نشان می‌دهد که هر چه سطح تحصیلات بالاتر باشد، اثرگذاری آن در کاهش آلودگی نیز قوی‌تر است. تحصیلات تکمیلی

سهم قابل توجهی در کاهش آلودگی داشته باشد. آموزش‌های هدف‌دار و مستمر، همراه با افزایش آگاهی جامعه، کلید دستیابی به توسعه پایدار و کیفیت زیستی مناسب است، اگرچه اثرگذاری آن نیازمند زمان و جامعیت در اجرای برنامه‌هاست.

مطالعات مختلف انجام‌شده و وضعیت دانش‌آموختگان در سطوح مختلف تحصیلات پس از خروج از نظام آموزشی نشان‌دهنده این است که نظام آموزشی کشور علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های زیاد هنوز به‌طور کامل نتوانسته توانایی‌های کافی و اثرگذار در حوزه کاهش سطح آلودگی‌های محیط‌زیست ایجاد نماید. در تعیین استراتژی حرکتی باید به دنبال راهکارهایی جهت ایجاد زیرساخت‌های قابل اجرا و مردم‌سالار بود که نه تنها باعث جلب مشارکت عمومی و بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های جامعه بود بلکه زمینه‌ای را ایجاد کند که تمامی اندیشمندان، صاحب‌نظران فرهنگی و سیاسی و نخبگان فکری برنامه‌های تعلیمی و تربیتی خود را در نظام آموزشی جهت افزایش آگاهی و دانش زیست‌محیطی افراد جامعه ارائه دهند. ضمن آن که دولت از طریق برنامه‌های مختلف توسعه اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی وظیفه تقویت و توانمندسازی ساز و کارهای ضروری جهت ایجاد و گسترش آموزش‌های عمومی و تخصصی در حوزه محیط‌زیست را بر عهده دارد. افراد جامعه دارای سطح تحصیلات تکمیلی دکتری با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده ۰/۲۸۲۸- در مقایسه با افراد جامعه دارای سطح تحصیلات تکمیلی کارشناسی ارشد و با توجه به ضریب تخمین‌زده شده ۰/۲۳۲۱- منجر به کاهش آلودگی بیشتری در محیط‌زیست جامعه می‌شوند. افراد جامعه دارای سطح تحصیلات کارشناسی با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده ۰/۰۹۴۱- در مقایسه با افراد جامعه دارای سطح تحصیلات فوق‌دیپلم و با توجه به ضریب تخمین‌زده شده ۰/۰۷۰۳- منجر به کاهش آلودگی بیشتری در محیط‌زیست جامعه می‌شوند. افراد جامعه دارای سطح تحصیلات فوق‌دیپلم با در نظر گرفتن ضریب تخمین‌زده شده ۰/۰۷۰۳- در مقایسه با افراد جامعه دارای سطح تحصیلات دیپلم و با توجه به ضریب تخمین‌زده شده ۰/۰۲۶۸- منجر به کاهش آلودگی بیشتری در محیط‌زیست جامعه می‌شوند. بنابراین طبق یافته‌های اقتصادسنجی این پژوهش می‌توان گفت که افزایش سطح تحصیلات به‌طور معناداری موجب کاهش شاخص آلودگی شده‌است به‌ویژه در تحصیلات تکمیلی که ضریب اثر منفی بیش‌تری بر میزان انتشار CO₂ داشتند. همچنین تحصیلات می‌تواند رفتارهای زیست‌محیطی را بهبود بخشد، آگاهی

عمومی را ارتقاء دهد و گرایش به مصرف پایدار را افزایش دهد. این نتیجه با مطالعات ابولحسنی و همکاران (۲۰۱۹)، برنز و منوچهری^۱ (۲۰۲۱) و یونسکو^۲ (۲۰۲۱) هم‌راستا می‌باشد. با این حال، در مبنای نظری برخی پژوهش‌ها به جنبه‌های منفی آموزش نیز اشاره کرده‌اند. افراد با تحصیلات بالاتر ممکن است در مشاغل فعالیت کنند که خود اثرات زیست‌محیطی قابل‌توجهی دارند؛ مانند صنایع فناوریانه، حمل‌ونقل، یا ساخت‌وساز شهری. مطالعه‌ای توسط ایوب‌قولوو و یوزار (۲۰۲۱) نشان داد که آموزش عالی در برخی کشورها با افزایش انتشار CO₂ همبستگی دارد، که به دلیل گسترش فعالیت‌های اقتصادی با مصرف بالا بوده است. بنابراین، اثر تحصیلات بر محیط‌زیست را باید در دو سطح تحلیل کرد سطح فردی رفتاریکه موجب افزایش آگاهی و مسئولیت‌پذیری، کاهش رفتارهای آلاینده می‌شود و سطح ساختاری اقتصادی که منجر به گسترش فعالیت‌های پرمصرف، شهری‌سازی، فناوری‌های آلاینده خواهد شد. البته می‌توان تأکید کرد که دانشگاه‌ها خود هم می‌توانند منبع آلودگی باشند، اما با سیاست‌گذاری سبز، نقش مثبتشان تقویت می‌شود. که این نتیجه با مطالعه برای نمونه، فیندلر و همکاران^۳ (۲۰۱۹) هم‌سو می‌باشد.

افزایش سطح تحصیلات نقش مؤثری در کاهش آلودگی محیط زیست دارد. آموزش موجب ارتقای دانش زیست‌محیطی، حساسیت رفتاری، گرایش به مصرف پایدار و مشارکت اجتماعی در تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی می‌شود. یافته‌های تحقیق، اهمیت تحصیلات تکمیلی در ارتقای کیفیت اکولوژی و کاهش آلاینده‌های شهری و صنعتی را به‌وضوح نشان داده‌اند. بطور کلی افزایش سطح تحصیلات در جامعه ایران ارتباط مستقیم با کاهش شاخص‌های آلودگی زیست‌محیطی دارد. آموزش می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در ارتقای رفتارهای محیط‌زیستی، آگاهی عمومی و مشارکت اجتماعی در حفاظت از طبیعت مطرح شود. ضرایب تخمین‌زده‌شده حاکی از اثرگذاری بیشتر آموزش عالی در کاهش آلودگی هستند، به‌ویژه تحصیلات تکمیلی. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که آموزش به‌ویژه در سطوح تحصیلات تکمیلی می‌تواند به‌طور معنادار در کاهش آلودگی زیست‌محیطی مؤثر واقع شود. آموزش منجر به ارتقاء دانش، حساسیت رفتاری و افزایش مشارکت اجتماعی در مسائل محیط زیستی می‌شود. در این راستا پیشنهادی‌های

1. Manouchehri & Burns
2. UNESCO
3. Findler et al

- سیاستی زیر پیشنهاد می‌شوند:
- گنجانیدن آموزش محیط‌زیست در کتب درسی و سرفصل دانشگاهی
 - تقویت زیرساخت‌های آموزشی مانند دسترسی راحت به تکنولوژی‌های در خدمت آموزش در مناطق با آلودگی بالا
 - استفاده از فارغ‌التحصیلان در برنامه‌های مشورتی زیست‌محیطی شهری
 - ارائه مشوق‌های آموزشی در حوزه انرژی پاک، کشاورزی پایدار و مدیریت پسماند
 - توسعه آموزش محیط‌زیست در مدارس و دانشگاه‌ها
 - حمایت از تحصیلات تکمیلی در مناطق محروم
 - استفاده از ظرفیت فارغ‌التحصیلان در برنامه‌های محیط‌زیستی شهری
 - تدوین سیاست‌های آموزشی در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی
 - همکاری میان وزارت آموزش و پرورش و سازمان حفاظت محیط‌زیست برای ارتقاء فرهنگ عمومی
- ایجاد مشوق‌های آموزشی برای اقشار محروم جهت ارتقاء سطح تحصیلات عمومی
- با وجود بهره‌گیری از داده‌های رسمی و معتبر از مراجع آماری کشور نظیر مرکز آمار ایران، سازمان حفاظت محیط‌زیست و بانک مرکزی، تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که می‌تواند بر دقت و تعمیم‌پذیری نتایج تأثیرگذار باشد. محدودیت در دسترسی به داده‌های تفکیکی بر حسب مقاطع تحصیلی، نبود پوشش کامل اطلاعات سالانه و کاستی‌هایی در کیفیت و هم‌خوانی زمانی داده‌ها از جمله چالش‌های اصلی پژوهش بوده‌اند. همچنین، به دلیل فقدان داده‌های سطح‌خرد یا منطقه‌ای، امکان تحلیل‌های دقیق‌تر بر اساس تفاوت‌های جمعیتی و جغرافیایی فراهم نبوده است. هرچند مدل اقتصادسنجی به‌کاررفته با استفاده از روش متغیر ابزاری و آزمون‌های هاسمن، سارگان و F تلاش کرده است این محدودیت‌ها را از نظر آماری کنترل کند، اما پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از داده‌های ترکیبی، مطالعات میدانی یا روش‌های پانل برای ارتقای اعتبار و قابلیت تعمیم نتایج استفاده شود.

References

- Abedini Baltork, M., & Safar Heydari, H. (2022). "Environmental Education in Iran's Educational System: Analysis of the Primary School Curriculum". *Journal of Environmental Studies*, 48(3), 279-300. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jes.2022.340394.1008297>
- Abolhasani, A., Motaghi, S., & Farhadi, E. (2019). "An Analytical Study on the Relationship between Environmental Pollution and Economic Growth (Kuznets Hypotheses) Emphasizing the Role of Education". *Environmental Education and Sustainable Development*, 8(1), 105-116. [In Persian] <https://doi.org/10.30473/ee.2019.6328>
- Ahmadi, A., Abbaspour, M., & Afkhami Namin, N. (2021). "Assessment Of Iran Academic Environmental Education Needs With Climate Change Approach". *International Journal of Environmental Science and Technology*. 18(1), 49-56 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02850-6>
- Atrkar Roshan, S., & Fathi, Z. (2015). "The Investigation of the Role of Environmental Quality in Developing Countries, (Selected MENA Countries)". *Environmental Sciences*, 13(4), 75-84. [In Persian] https://envs.sbu.ac.ir/article_97642.html?lang=fa
- Aslamuliyan, K., Harati, J., & Ostadzadeh, A. H. (2013). "Dynamic Relationship between Output and Pollution in a Growth Model: Testing Environmental Kuznets Curve for Iran". *Iranian Energy Economics*, 2(7), 171-197. [In Persian] https://jiece.atu.ac.ir/article_757.html?lang=fa
- Baniasadi, M., & Zare Mehrjordi, M. (2016). "Between Growth of Industrial Sector and Air Pollution in Economy of Iran during 1986-2011". *Environmental Researches*, 6(12), 25-38. [In Persian] <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1395.6.12.3.3>
- Manouchehri, B. & Burns, E. A., (2021). "Reconnecting children with nature: Founding and growth of the nature schools movement in Iran". *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science*

- Education*, 17(3), e2244.
<https://doi.org/10.21601/ijese/10934>
https://www.researchgate.net/publication/351920029_Reconnecting_Children_with_Nature_Foundation_and_Growth_of_the_Nature_Schools_Movement_in_Iran
- Charitou, A., Aga-Spyridopoulou, R. N., Mylona, Z., Beck, R., McLellan, F., & Addamo, A. M. (2021). "Investigating the knowledge and attitude of the Greek public towards marine plastic pollution and the EU Single-Use Plastics Directive". *Marine Pollution Bulletin*, 166, 112182.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112182>
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2003). "Trade and the Environment: Theory and Evidence". Princeton Series in International Economics. Princeton University Press.
<http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhnzx>
- Cordier, M., Uehara, T., Baztan, J., Jorgensen, B., & Yan, H. (2021). "Plastic pollution and economic growth: The influence of corruption and lack of education". *Ecological Economics*, 182, 106930.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106930>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800920322217?via%3Dihub>
- Eyuboglu, K., Uzar, U. (2021). "A New Perspective To Environmental Degradation: The Linkages Between Higher Education And CO₂ Emissions". *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 482–493.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09414-8>
- Frankel, J. A. (2009). "Environmental Effects of International Trade". Harvard Kennedy School. Harvard University.
https://www.researchgate.net/publication/47408352_Environmental_Effects_of_International_Trade
- Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., & Stacherl, B. (2019). "The impacts of higher education institutions on sustainable development: A review and conceptualization". *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(1), 23–38.
<https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2017-0114>
- Gan, T., Yang, H., & Liang, W. (2021). "How do urban haze pollution and economic development affect each other? Empirical evidence from 287 Chinese cities during 2000–2016". *Sustainable Cities and Society*, 65, 102642.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102642>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670720308581?via%3Dihub>
- Harati, J., Dehghani, A., Taghizadeh, H., & Amini, T. (2016). "The Effects of Economic and Political Inequality on Quality of Environment in Selected Countries: GMM Panel Analysis". *The Journal of Economic Modeling Research*, 7(23), 197-232. [In Persian]
<http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.jemr.6.23.197>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023. "Climate Change 2023: Synthesis Report". Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Liao, L., Du, M., & Chen, Z. (2021). "Air Pollution, Health Care Use And Medical Costs: Evidence From China". *Energy Economics*, 95, 105-132.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105132>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988321000372?via%3Dihub>
- Marsh, J. (2024). "Environmental problems in schools and how to address them". Website: Environment.co. February 23.
<https://environment.co/environmental-problems-in-schools-and-how-to-address-them/>
- Mohammadi, H., & Terjari Seraji, M. (2013). "Investigation of the Relationship between Economic Growth, Trade Openness and Environmental Pollution: A Review of Selected Countries in the Middle East". *Iranian Energy Economics*, 2(6), 183-207. [In Persian]
https://jiec.atu.ac.ir/article_765.html?lang=en&jiec.atu.ac.ir+4jiec.atu.ac.ir+4jiec.atu.ac.ir+4,#collapseOne

- Montagna, C., Pinto, A. N., & Vlassis, N. (2020). "Welfare and Trade Effects of International Environmental Agreements". *Environmental and Resource Economics*, 76(2), 331–345. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00428-x>
- Pakzad, M., Khosravi Babadi, A. A. I., Poushaneh, K., Assareh, A., & Rezazade, H. R. (2021). "Analysis of the Lived Experience of University Professors from Evaluating the Students' Learning Outputs". *Educational Measurement and Evaluation Studies*, 10(32), 77-137. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/emes.2021.244025>
- Sadeghi, S.K. (2013). "The Investigation of Relationship Between CO2 Emissions and Water Pollutant in Iran". *Environmental Economics Approach*, 13 (43), 209-227. <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-710-fa.html>
- Saeedi, A., & Meybodi, H. (2023). "Challenges of evaluating environmental education in Iran's green schools and improvement strategies to Improve the Current Situation". *Journals of Environmental Education and Sustainable Development*, 11(2), 107–117.[In Persian] <https://doi.org/10.30473/ee.2023.63265.2493>
- UNESCO. (2021). "Learn for our planet: A global review of how environmental issues are integrated in education". United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362>