

Investigating the Mutual Influence of Hidden Curriculum Elements of Professional Ethics among Engineering Students Using Structural Equation Modeling (SEM): A Case Study of Shahid Beheshti University

Parvin Samadi*, Samane Yegane**

* Department of Educational Management and Planning, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran. (Corresponding Author) Email: psamadi@alzahra.ac.ir

** PhD in Curriculum Planning, Faculty of Education and Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. Email: samaneyegane0@gmail.com

Article Info

Abstract

Article type:
Research Article

Key words:
Engineering ethics,
hidden curriculum,
engineering students,
SEM.

Article history:
Received : 27 May 2024
Accepted : 03 August
2025

The curriculum, as one of the most complex domains of education, endeavors to teach various types of knowledge and skills to learners and prepare them to accept responsibility in life. Among these, the hidden curriculum in the field of engineering education, although an important issue, has received less attention. Engineering graduates acquire a major part of their engineering ethics through the hidden curriculum in educational environments; therefore, for the proper formation of the professional ethics of engineers and in order to prevent any ethical challenges, it is necessary to know how the process of the hidden curriculum's influence on the formation of the professional ethics of engineering students occurs. In this regard, this research was conducted with the aim of investigating the mutual influence of the hidden curriculum elements of professional ethics among engineering students. The research method was descriptive-correlational with an emphasis on structural equation modeling. The statistical population of the research was all doctoral students of the engineering faculties of Shahid Beheshti University, numbering 321 individuals, and the sample, according to Cochran's formula, was 176 individuals, selected through proportional stratified sampling. Data collection was carried out based on a researcher-made questionnaire whose Cronbach's alpha coefficient was 0.942, and its face and content validity were confirmed by experts. The findings of the research indicated that the field of practice and the educational system, the educator and the educational system are elements of the hidden curriculum of engineering ethics that have the greatest mutual influence on each other in the implicit teaching of engineering ethics in educational environments. Also, the highest positive and significant influence coefficients of the engineering ethics components of the hidden curriculum were as follows: creating learning motivation on the educator element, empathy on the learning partners element, attention to practical courses on the field of practice element, and preservation of natural and national resources on the educational system element. Also, in general, the results of the research showed that the hidden curriculum is an efficient tool for acquiring engineering ethics and can act as a shield against processes that lead engineering students toward indifference to engineering ethics. The achievements of this research can be used in designing curricula and educational policymaking to strengthen the professional ethics of engineering students.

Cite this Article:

P.Samadi, S.Yeganeh (2025) Investigating the Mutual Influence of Hidden Curriculum Elements of Professional Ethics among Engineering Students Using Structural Equation Modeling (SEM): A Case Study of Shahid Beheshti University. *Journal of Higher Education Curriculum Studies*, *16*(32), 7–32. <https://doi.org/10.22034/hecs.2026.459745.1928>



© 2016 by Iranian Curriculum Association Press Publisher:
Iranian Curriculum Association Press

DOI: <https://doi.org/10.22034/hecs.2026.459745.1928>

Extended Abstract

Introduction

Engineering is not only a technical field, but a human and ethical profession whose decisions can have extensive impacts on society and the environment. For this reason, in recent years, attention to professional ethics education in engineering programs, especially in the face of emerging technological challenges such as artificial intelligence, climate change, and advanced technologies, has intensified (Hardebolle et al., 2024). Engineering ethics refers to the principles and ethical values that engineers must observe in carrying out their professional duties so that their decisions and actions are consistent with social responsibilities, public safety, and human welfare. This field helps engineers to make decisions based on honesty, fairness, and respect for human rights and the environment in the face of technical challenges and complexities. Engineering ethics has a special emphasis on the importance of sustainable development, transparency, and social responsibility and plays an important role in strengthening public trust in the engineering profession (NSPE, 2023).

The components of engineering ethics, as presented by international engineering associations, include the most important professional values common in all engineering disciplines, such as teamwork skills, honesty, safety, correct use of natural and national resources, and responsibility (NSPE, IEEE, & ASCE, 2023). These associations have emphasized that the fundamental principles of engineering ethics are being redefined. Recently, the concept of "ethical competence" and "ability to recognize ethical and professional responsibilities in various situations" has been considered in this regard (ABET, 2025). Given that engineering products and services have a greater impact on human life than ever before, it can be claimed that these influences have made the professional responsibility of an engineer more significant. Therefore, in today's world, engineering education needs to understand various technical and scientific dimensions and the important and complementary dimension of engineering ethics.

Formal educational environments are the most important place for preparing future engineers and are responsible for teaching professional and ethical values. The curriculum, as one of the most important components of education and training, attempts to teach various types of knowledge and skills to learners and prepare them to accept responsibility in life. Curricula are classified by experts into different types, including Posner's classification (1998) and Fathi Vajargah (2021), who have mentioned curriculum types as follows: formal curriculum, which is explicitly stated in the administrative structure of the educational

system; hidden curriculum (implicit and unintended learning that may be learned by students but has not been explicitly stated); and null curriculum, which refers to what is not taught. Some have also referred to the learned curriculum, which means what the learner actually experiences, and the expected curriculum, which means the curriculum that has been anticipated, and the concealed curriculum (Fathi Vajargah & Bazdar, 2021). Fathi Vajargah (2016) has mentioned three types of curriculum: formal, hidden, and null. The formal curriculum includes cases that have been explicitly mentioned, and the null curriculum refers to what has been omitted from the formal curriculum and has not been addressed. Some experts have also considered the hidden curriculum as including all four elements of curriculum: objectives, content, teaching method, and evaluation; however, what learners learn is limited to the formal curriculum and is far beyond it; because learning takes place under the influence of the hidden curriculum, such as classroom atmosphere, lesson order, discipline, and communication and interactions between learners and teachers and other factors (Fathi Vajargah, 2016).

Based on the theories of Baradaran and others, which have been validated in the American education system, all engineering curricula should be a kind of education that enables students to adhere to ABET standards. In this regard, the content of the professional ethics curriculum has not been considered as it should be. Therefore, attention to ethics education through different types of engineering curricula in engineering faculties is necessary (Taebi & Kastenber, 2019). Given this necessity and considering the direct and indirect impacts of engineering on human life and the environment, universities around the world are undergoing changes in engineering education and the integration of engineering ethics in various types of engineering curricula. In this regard, especially Western societies have addressed the capability of the formal and explicit curriculum in teaching engineering ethics, and the growing need to understand ethical, social, economic, and safety considerations in the engineering profession and attention to professional ethics education in engineering faculties and curricula has led to the formation of courses with the subject of engineering ethics at the international level and research has been conducted in the field of selecting appropriate teaching methods and various evaluation methods. There are several methods for incorporating professional ethics into engineering curricula that have been used over the years, including engineering ethics as a separate subject, ethics courses outside the discipline, and across the curriculum. Despite unlimited efforts in this field, including trained and capable instructors in implementing various teaching and evaluation methods, there have always been many obstacles in the formal teaching of engineering ethics that prevent the effectiveness of formal engineering ethics education as a subject.

According to the review of research, around the problems of formal ethics education in engineering, the most important of these problems are as follows: lack of awareness of the results of combining practical skills with theoretical and technical skills; neglect of engineering faculties to the issue of engineering as a profession; lack of interest of engineering students in learning professional needs; ignorance of engineering ethics as a profession; lack of familiarity of students with codes and standards; lack of tolerance for unethical small acts that do not have a professional outlook; students' inability and skill deficit in self-evaluation and continuous engineering becoming; internalization of ethical values during the engineering student period until becoming an engineer; unnecessary focus on engineering matters and not evaluating students' ethical problems; emotional structural tendencies and linearity of the curriculum in the face of ethical issues and structural tendencies of the engineering nature of engineering faculties; and combined curriculum of engineering ethics against engineering nature (Sunderland, 2019; Raja Rosli et al., 2026).

Students are not only confronted with the formal curriculum but also with various types of curricula. Teaching ethics in isolation in the formal curriculum has been rejected, and the institutional integration of engineering ethics throughout the curriculum has been introduced as appropriate (Børsen et al., 2019, Silva et al., 2025). The hidden curriculum is something that is learned neither formally nor intentionally by learners, and includes gaps and distances between what the faculty intends to teach (formal curriculum) and what learners learn in educational environments. It is better to use the hidden curriculum in implicit and deep professional ethics education alongside the formal teaching of engineering ethics (which is expensive and inefficient). The secret of the success of this curriculum is overcoming the resistance of engineering faculties against the importance of ethics education. Such implicit learning comes from the structure of the curriculum (implicit messages about what is neglected and what is considered), from the nature of examinations (implicitly telling students about individualistic and groupist relative values, or about what is considered important as knowledge), or from the role models presented (ignoring their professional role) (Tormey et al., 2015). The role of each type of formal, hidden, and null curricula of engineering faculties in professional ethics education is shown in Figure 1 of the original document (Yegane et al., 2020: 69).

Therefore, the failure of the formal curriculum and the neglect of the null curriculum in teaching engineering ethics indicates the importance of thoughtful integration of the hidden curriculum and engineering ethics and implicit ethics education to students (Polmear, 2019). Faculties can create a suitable path between all different engineering educational contents and the practical application of professional ethics through the hidden curriculum. Engineering faculties, with a postmodern view, equip themselves

with conscious interventions in the hidden curriculum and recognize the elements of the hidden curriculum and their effects on the implicit learning of engineering ethics of students, because the implicit learning of engineering ethics is always in the margins and core of the curriculum (Tormey et al., 2015).

In a local study, Yegane and others (2021), by conducting a phenomenological research, introduced the effective elements of the hidden curriculum in the formation of professional ethics of engineering students from the lived experiences of graduate students of different engineering disciplines and also introduced the components of professional ethics learned from each of these hidden curriculum elements. Figure 2 is from the lived experience of engineering students of the effective elements of the hidden curriculum in the formation of professional ethics and the introduction of ethical components learned from each of the hidden curriculum elements (Yegane et al., 2021).

Engineering students learn important components of professional ethics through the influential elements of the hidden curriculum, including educators, learning partners (same-level and non-same-level), the field of practice, and the educational system. These factors play a significant role in shaping the opportunities and threats of engineering ethics of students; therefore, attention to and examination of the elements of the hidden curriculum, the extent and manner of their influence on each other in planning to improve the level of professional ethics of engineering graduates is of great importance. Among the elements of the hidden curriculum, the "educator" has been identified as the most influential element on students in the implicit acquisition of engineering ethics (Yegane et al., 2021). International engineering associations such as ASCE, NSPE, and IEEE have also referred to engineering faculty professors as professional role models for their students and emphasized their care in their actions and behavior in front of students. Engineering educators have been invited to pay attention to the details of their behavior; because students are placed on the right path with the guidance of professors. Motivation, lifelong learning, design thinking, and engineering dignity have been among the most important components of engineering ethics learned from educators (Yegane et al., 2021). Sellers and colleagues (2023) also showed in their research that informal communications, professors' behavior, and daily interactions are more effective than formal content in shaping the ethical attitudes of future engineers (Sellers et al., 2023). Zhu and colleagues (2024) also addressed the ethical responsibilities of educators in designing and implementing engineering ethics educational programs and pointed to the important role of educators in influencing the ethical attitudes of engineering students (Zhu et al., 2024).

Capabilities beyond technical qualifications and competencies are learned from the behavior, interactions, and attitudes of learning partners who are a source of influence in implicit ethics education. Establishing communication with the real world for the implicit acquisition of engineering ethics in technical students is very practical; therefore, fields of practice in engineering faculties, including laboratories, workshops, and educational camps, are another element of the hidden curriculum that play a significant role in the formation of positive and negative aspects of engineering ethics of students; because students have learned important components of engineering ethics, including honesty, teamwork skills, and attention or inattention to resources, from them. But educators, the educational system, and same-level and non-same-level learning partners have also been recognized as major threats to engineering ethics, while in the meantime, fields of practice have created more opportunities in the implicit teaching of engineering ethics for students (Yegane et al., 2021; Kim et al., 2022; Boni et al., 2019; Rulifson et al., 2021; Magarian et al., 2024) and the emphasis of recent research (Bielefeldt, 2019) in the field of engineering ethics on various internship courses confirms this. In general, it can be stated that the common dimensions of the angles of the hidden curriculum elements of engineering faculties with the acquired professional ethics of engineering students indicate the tremendous implicit influence of the hidden curriculum elements on the engineering ethics of students; therefore, it emphasizes the necessity of examining the neglected angles of the hidden curriculum of engineering faculties to confront the challenges caused by the absence or lack of engineering ethics in the faculty and consequently in society. Proper management and deep attention to the elements of the hidden curriculum can be effective in promoting engineering ethics, so that the educational black box of engineering faculties provides appropriate ethical and professional food for students.

Methodology

The present research is applied in terms of purpose, descriptive-correlational in terms of data collection method, and based on structural equation modeling (SEM), which is recognized as the best tool for analyzing complex variables and tests the correctness of the causal relationship between structural variables. In structural equation modeling, variables are divided into two categories: observable and latent. This method measures the accuracy of observable variables and examines the causal relationships of latent variables and the amount of explained variance (Payandeh Najafabadi & Omid Najafabadi, 2013). In this research, the elements of the hidden curriculum including educator, learning partners, educational system, and field of practice are latent variables, and the components of engineering ethics of each are considered as observable variables. The statistical population of the research was all doctoral students of the engineering faculties of Shahid Beheshti University, whose number was 321 according to statistics. Among

them, using Cochran's formula, 176 individuals were selected as a sample, and their selection was based on simple random sampling. A questionnaire was used to collect information, which had 27 items and 4 components: educator, learning partners, educational system, and field of practice, and was adjusted based on a 5-point Likert scale (very low, low, medium, high, and very high). The content and face validity of the questionnaire were confirmed by experts, and the reliability of the questionnaire was obtained through Cronbach's alpha for the educator item 0.942, and the items of learning partners, educational system, and field of practice, which indicates the desirable reliability of the questionnaire. Data analysis was performed using SPSS 22 and AMOS software.

Findings

Descriptive statistics including gender, age group, faculty, and occupation are presented in Table 1, and descriptive statistics related to mean, standard deviation, and correlation coefficient are presented in Table 2 of the original document. These values show that the means of educator (3.31), learning partners (3.32), field of practice (3.33), and educational system (3.28) are close to the medium value (number 3 on the 5-point scale).

First hypothesis of the research: The elements of the hidden curriculum in the implicit learning of engineering ethics are correlated with each other.

The correlation results show that there is a positive and significant correlation at the 0.01 level between the variable of educator with field of practice ($r=0.326$), with educational system ($r=0.401$), with learning partners ($r=0.357$); also field of practice with educational system ($r=0.394$), with learning partners ($r=0.253$); also learning partners with educational system ($r=0.348$).

Second hypothesis: The components of engineering ethics influence the elements of the hidden curriculum. Due to the significance of the correlation coefficients between the research variables, the possibility of using the structural equation modeling (SEM) technique exists. To determine how and to what extent the latent variables (hidden curriculum elements) and observable variables (engineering ethics components) are influenced, the standard model was used, and to show the significance of these influences, the significance model was used; to evaluate the model fit, fit indices were used. In this research, to evaluate the model, the chi-square index, the ratio of chi-square to degrees of freedom, the Normed Fit Index (NFI), the Comparative Fit Index (CFI), the Incremental Fit Index (IFI), and the Root Mean Square Error of

Approximation (RMSEA) were used (Payandeh Najafabadi & Omid Najafabadi, 2013), the description of which is given in Table 3 of the original document.

As the findings of Table 3 show, the reported value of chi-square divided by degrees of freedom is 1.013, which is less than 5, indicating that the model has a good fit. To compare the performance of the model with other models, the values of the Normed Fit Index (NFI), Incremental Fit Index (IFI), and Comparative Fit Index (CFI) were used. The high value of 0.8 for the NFI index and the value of 0.9 for the IFI and CFI indices indicate a very good fit of the designed model compared to other existing models, and all these values are reported in Table 3, which confirm the good fit of the model. To examine the model in terms of the combination of fit and parsimony, the powerful index of the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) was used. This index is acceptable up to 0.07; if its value is greater than 0.1, it indicates a poor fit of the model. In this model, the RMSEA value is reported as 0.009, which indicates the appropriateness of the model. Therefore, all indices confirm the structural equation model. After examining the fit of the model with the collected data and ensuring the fit of the model, the factor loadings and path coefficients in the structural model were examined. The structural equation model in standard and significance modes is presented in Figure 4 of the original document.

The findings of Figure 5 show the factor loading (Lambda coefficient) of all variables is significant, and most of the observable variables (engineering ethics components) have been able to measure the latent variables (hidden curriculum: educator-learning partners-field of practice-educational system) well. 0.3 and above are considered acceptable. The significance of these influences from the perspective of the research hypotheses was also done at the 95% level, and in examining the significance of the obtained numbers, all relationships of the model are significant, because their C.R. values are higher than 1.96, and their P-value is also less than 0.05. The standard path coefficient shows that A2 (learning motivation) with C3 (lifelong learning) in the hidden curriculum of the educator (0.88), field of practice, educational system are 0.89, 0.86, respectively, and the relationship of the educational system with the field of practice is more than the relationship of the field of practice with learning partners (less than 0.3) and is considered weak. Although the relationship of engineering ethics components in the hidden curriculum of the educational system has a significant and moderate (-0.3 to 0.7) relationship with each other, based on this, both hypotheses of the research are confirmed.

Discussion and Conclusion

The purpose of the present research was to investigate the mutual influence of the hidden curriculum elements of engineering ethics. The findings of the research indicate that the elements of the hidden curriculum of engineering ethics have a positive and significant relationship with each other, and because the relationship between the research variables was significant, structural equation modeling (SEM) was used to investigate their influence on each other. The fit indices of the model indicate that the designed model has a good and appropriate fit. The research hypotheses were confirmed in examining the standardized values of the research variables based on the paths of the structural model.

The first hypothesis indicates the influence of observable variables, which are the components of engineering ethics, on each of the elements of the hidden curriculum of engineering ethics. The results of this hypothesis indicate the positive and significant influence of all components of engineering ethics on all four elements of the hidden curriculum. The position of educators in professional education is very important because their decisions and practices greatly affect the level of learners' skills. When learners feel that educators are weak in their behavior and performance, it affects trust and weakens the opportunities for relationship building and interactive learning. Mutual interactions with learners through effective communication are nurtured by the good practices and work habits of the educator, and ethical behavior is very important. This is what makes the ethical, technical, theoretical, and educational competence of educators the core of meaningful professional education (Jjuuko et al., 2019). The educator plays a role in lifelong learning education, and the selection and implementation of teaching methods is the responsibility of educators. In this regard, Beneroso and Robinson (2022) point out that in this path, students and stakeholders are co-creators (CC), and this method best supports educational and research objectives, meets the basic needs of learners, and promotes intrinsic motivations and communication skills. In the educator element, while all components of engineering ethics, including lifelong learning, learning motivation, materials, discipline, creativity, attention to practical courses, responsibility, attention to general courses, flexibility, bribery, have a positive and significant influence, the component of lifelong learning motivation is the most influential. These results are consistent with the findings of Polmear (2019), Bielefeldt et al. (2019), Troesch (2015), and Avsec and Savec (2019). While it is better for the learner's experience to be a central factor in curriculum revision processes, the inclusion of students as useful advisors in relation to curriculum design and planning remains at the level of research and the voice of learners is not heard (Chadha et al., 2022). In the learning partners element, while all components of engineering ethics, including scientific curiosity,

knowledge dissemination, empathy, cheating, materials, competition, degree orientation, selfishness, and comfort-seeking, have a positive and significant influence, the empathy component is the most influential; this result is consistent with the findings of Sunderland (2019). In the field of practice element, while all components of engineering ethics, including the importance of professional ethics, responsibility, engineering dignity, and practical courses, have a positive and significant influence, the component of attention to practical courses is the most influential; this result is consistent with the findings of Nudelman and English (2019), Hess et al. (2017), and Tormey (2015). In the educational system element, all components of engineering ethics, including teamwork skills, honesty, preservation of natural and national resources, and up-to-date knowledge, have a positive and significant influence, but the component of preservation of natural and national resources is the most influential; these results are consistent with the findings of Maqsoom et al. (2020) and Burke et al. (2018). The results of the second hypothesis also confirm the influence of all four elements of the hidden curriculum of engineering ethics on each other. A wide range of research conducted in the field of engineering ethics has pointed to the implicit learning of various components of engineering ethics through the elements of the hidden curriculum, including the following studies: Corple, McXom et al. (2020), Burke et al. (2018), Polmear (2019), Nudelman and English (2019), Hess et al. (2017), Tormey (2015), Passow and Passow (2017), and Yegane, Samadi, and Ahmadi (2020, 2021).

Given the results of the research, the positive and significant influence of all observable variables, i.e., the components of engineering ethics, on the elements of the hidden curriculum and the positive and significant correlation of the elements of the hidden curriculum with each other, the necessity of attention of engineering educators, educational staff, curriculum planners, and educational policymakers of engineering faculties to all elements of the hidden curriculum (especially the elements of educator-learning partners-field of practice-educational system, which are derived from the lived experiences of engineering students as the main core of engineering education) and their influence on the implicit learning of engineering ethics is important. The results of the research show that among these, the role of the educational system element, due to its influence on both the field of practice and engineering educators, has a more prominent role in the implicit teaching of engineering ethics components. Curriculum planners and educational policymakers of engineering faculties can, by referring to the postmodern and intended hidden curriculum, consciously and intentionally improve the hidden curriculum of the educational system and thus lead to a positive influence and the creation of opportunities for the implicit teaching of engineering ethics components.

Given that the issue of engineering ethics is often a neglected element in formal engineering curricula, and if it enters formal curricula, they are explicit and pre-planned, they are also unable to effectively teach engineering ethics. The implicit learning of students from professional ethics in engineering faculties is an important and challenging issue in the field of engineering education, especially engineering curriculum planning, which can be analyzed with the selection of a broader population and sample and quantitative and qualitative approaches and from the perspective of engineering educators and graduates as one of the most important stakeholders of the curriculum.

بررسی تاثیر عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق حرفه‌ای دانشجویان مهندسی بر یکدیگر با استفاده از مدل یابی معادلات ساختاری (SEM) (مطالعه موردی: دانشگاه شهید بهشتی)

پروین صمدی*، سمانه یگانه**

*گروه مدیریت و برنامه ریزی آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: psamadi@alzahra.ac.ir
**دکتری برنامه ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: samaneyegane0@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

برنامه درسی، از پیچیده ترین حوزه های تعلیم و تربیت، در تلاش است انواع دانش و مهارت ها را به فراگیران آموزش دهد و آنها را برای قبول مسئولیت در زندگی آماده سازد. از این میان، برنامه درسی پنهان در حوزه آموزش مهندسی اگرچه موضوع بااهمیتی است ولی به آن کمتر پرداخته شده است. فارغ التحصیلان رشته مهندسی بخش عمده ای از اخلاق مهندسی خود را از طریق برنامه درسی پنهان در محیط های آموزشی کسب می کنند؛ بنابراین برای شکل گیری مناسب اخلاق حرفه ای مهندسی و به منظور جلوگیری از بروز هرگونه چالش اخلاقی باید دانست فرایند تاثیرگذاری برنامه درسی پنهان در شکل گیری اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی چگونه رخ می دهد. در این راستا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی بر یکدیگر انجام شده است. روش پژوهش توصیفی-همبستگی با تاکید بر معادلات ساختاری، جامعه آماری پژوهش کلیه دانشجویان دوره دکتری دانشکده های مهندسی دانشگاه شهید بهشتی به تعداد ۳۲۱ نفر و نمونه با توجه به فرمول کوکران تعداد ۱۷۶ نفر بودند که گزینش آنها به روش طبقه ای متناسب انجام شد. جمع آوری داده ها بر اساس پرسشنامه محقق ساخته صورت گرفت که ضریب آلفای کرونباخ آن ۰.۹۴۲ به دست آمد و روایی صوری و محتوایی آن توسط متخصصان مورد تایید قرار گرفت. یافته های پژوهش حاکی از آن بود که میدان عمل و سیستم آموزشی، آموزشگر و سیستم آموزشی عناصری از برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی هستند که در آموزش ضمنی اخلاق مهندسی در محیط های آموزشی بیشترین تاثیر را بریکدیگر دارند. همچنین بیشترین ضریب تاثیر مثبت و معنادار مولفه های اخلاق مهندسی برنامه درسی پنهان نیز بدین شرح بود: ایجاد انگیزش یادگیری بر عنصر آموزشگر، همدلی بر عنصر شرکای یادگیری، توجه به دروس عملی بر عنصر میدان عمل و حفظ منابع طبیعی و ملی بر عنصر سیستم آموزشی. همچنین به طور کلی نتایج پژوهش نشان داد که برنامه درسی پنهان ابزاری کارآمد برای اکتساب اخلاق مهندسی است و می تواند به عنوان پادزهری در مقابل فرایندهایی که دانشجویان مهندسی را در مسیر بی تفاوتی نسبت به اخلاق مهندسی سوق می دهد، عمل کند. دستاوردهای این پژوهش می تواند در طراحی برنامه های درسی و سیاست گذاری آموزشی برای تقویت اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی مورد استفاده قرار گیرد.

نوع مقاله:

علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی: اخلاق

مهندسی، برنامه درسی

پنهان، دانشجویان

مهندسی، SEM

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

استناد به این مقاله:

پروین صمدی، سمانه یگانه (۱۴۰۴). بررسی تاثیر عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی بر یکدیگر با استفاده از مدل یابی معادلات ساختاری (SEM) (مطالعه موردی: دانشگاه شهید بهشتی). *دوفصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش عالی*. انجمن مطالعات برنامه درسی ایران؛ ۳۲-۷، (۳۲)، ۱۵۹-۱۹۰.

doi: 10.22034/hecs.2026.459745.1928/



© انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

مقدمه

مهندسی نه تنها یک حوزه فنی، بلکه یک حرفه انسانی و اخلاق‌مدار است که تصمیم‌های آن می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر جامعه و محیط‌زیست داشته باشد. به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه به آموزش اخلاق حرفه‌ای در برنامه‌های مهندسی، به ویژه در مواجهه با چالش‌های فناورانه نوظهور مانند هوش مصنوعی، تغییرات اقلیمی و فناوری‌های پیشرفته، شدت یافته است (Hardebolle et al, 2024). اخلاق مهندسی به اصول و ارزش‌های اخلاقی اطلاق می‌شود که مهندسان باید در راستای انجام وظایف حرفه‌ای خود رعایت کنند تا تصمیمات و اقداماتشان با مسئولیت‌های اجتماعی، ایمنی عمومی و رفاه بشر هم‌خوانی داشته باشد. این حوزه به مهندسان کمک می‌کند تا در برابر چالش‌ها و پیچیدگی‌های فنی، تصمیمات مبتنی بر صداقت، انصاف و احترام به حقوق بشر و محیط‌زیست اتخاذ کنند. اخلاق مهندسی تأکید ویژه‌ای بر اهمیت توسعه پایدار، شفافیت و مسئولیت‌پذیری اجتماعی دارد و نقش مهمی در تقویت اعتماد عمومی به حرفه مهندسی ایفا می‌کند. (NSPE, 2023)

مولفه‌های اخلاق حرفه‌ای مهندسی توسط مجامع بین‌المللی مهندسی ارائه شده‌اند، در این میان می‌توان از ضروری‌ترین ارزش‌های حرفه‌ای اخلاق مهندسی مشترک در تمامی رشته‌های مهندسی به مهارت کار گروهی، صداقت، ایمنی، استفاده صحیح از منابع ملی-طبیعی و مسئولیت‌پذیری اشاره نمود (ASCE, IEEE & NSPE, 2023). البته مولفه‌های اخلاق مهندسی همواره به‌روزرسانی می‌شوند. اخیراً در مورد معیارهای کلی و جزئی اخلاق مهندسی تجدید نظر شده است. در سطح اخلاق کلی "توانایی شناخت مسئولیت‌های اخلاقی و حرفه‌ای مهندسی در شرایط مختلف و قضاوت آگاهانه در این موارد، مسائل زیست محیطی، زمینه‌های اجتماعی" (ABET, 2025). از آنجایی که تولیدات و محصولات مهندسی نسبت به گذشته در حوزه‌های بیشتری از زندگی بشر تأثیر می‌گذارند، می‌توان ادعا کرد که این تأثیرات، مسئولیت حرفه‌ای یک مهندس را بیشتر می‌کند. بنابراین در جهان امروزی، آموزش مهندسی برای ایجاد توانایی مقابله با چالش‌های مختلف این حرفه در دانشجویان، نیاز به فهم و درک ابعاد گوناگون فنی و علمی و بُعد مهم و تکمیل‌کننده اخلاق مهندسی دارد.

محیط‌های رسمی آموزشی مهمترین محل برای آمادگی مهندسين آینده و آشنایشان با مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاق حرفه‌ای است و برنامه درسی در قلب آموزش به عنوان یکی از پیچیده‌ترین مولفه‌های تعلیم و تربیت، در تلاش است تا انواع مختلف دانش و مهارت‌ها را به فراگیران آموزش دهد و آنها را برای قبول مسئولیت در زندگی آماده سازد. طبقه‌بندی‌های گوناگونی از برنامه درسی توسط صاحب‌نظران و متخصصان مختلف این رشته از جمله پوزنر^[۱]، گلاتون^[۲]، نلسون^[۳] و ... ارائه شده است؛ فتحی واجارگاه^[۴] (۱۴۰۰) انواع برنامه درسی را بدین شرح بیان کرده است: برنامه درسی رسمی^[۵] یا آشکار، که در قالب ساختار اداری در سیستم ابلاغ می‌شود؛ برنامه درسی پنهان^[۶] (با دو برداشت مدرن یا سنتی) یادگیری‌های ضمنی و پنهانی که می‌توانند از دید برخی پنهان و از دید برخی آشکار باشند؛ برنامه درسی زائد^[۷]، که به کهنگی و عدم نو سازی و به سازی برنامه‌های درسی اشاره دارد؛ برنامه درسی سایه یا زیرزمینی^[۸]، که بیانگر آموخته‌هایی از محیط آموزشی است که وجود دارد اما مشروعیت ندارد؛ برنامه درسی تجربه‌شده یا زیست‌شده^[۹] به معنای آنچه فراگیر عملاً تجربه می‌کند و شامل برنامه درسی مورد انتظار^[۱۰]، برنامه درسی نهفته^[۱۱]، برنامه درسی تعاملی^[۱۲]، برنامه درسی یاد گرفته شده^[۱۳]، برنامه درسی نهادینه شده یا انتقالی^[۱۴] است (Fathi Vajargah & Bazdar, 2021). از مهم‌ترین آنها می‌توان به طبقه‌بندی آیزنر^[۱۵] اشاره کرد. وی سه نوع برنامه درسی پوچ^[۱۶]، رسمی^[۱۷] و پنهان^[۱۸] را معرفی می‌کند (Fathi Vajargah, 2016. Mehrmohammadi, 2016). برنامه درسی پوچ شامل مواردی است که از آموزش حذف شده‌اند و به آنها پرداخته نمی‌شود؛ برنامه درسی رسمی سند مکتوب و از پیش طراحی شده‌ای است که شامل چهار

عنصر اصلی هدف، محتوا، روش و ارزشیابی است؛ اما آنچه فراگیران می آموزند محدود به برنامه درسی رسمی نبوده و فراتر از آن است؛ این یادگیری ها تحت عنوان برنامه درسی پنهان، می توانند از محیط آموزشی، جو کلاس درس، نظم و ترتیب میز و صندلی های کلاس، تعاملات یادگیرندگان و بسیاری زمینه های نامرئی دیگر باشند (Fathi Vajargah, 2016).

بر اساس تغییر پارادایم و تجدید نظرهایی که در معیار اعتباربخشی برنامه های درسی مهندسی توسط نظام آموزشی آمریکا انجام شده است؛ هم اکنون تمامی برنامه های درسی باید به نوعی آموزش اخلاق مهندسی را برای دانشجویان تدارک ببینند تا استانداردهای ABET رعایت شوند؛ این در حالی است که تا قبل از این محتوای برنامه درسی اخلاق حرفه ای مدنظر نبوده است (Taebi & Kastenber, 2019). لذا توجه به آموزش اخلاق مهندسی از طریق انواع برنامه های درسی در دانشکده های مهندسی ضروری است (NAE, 2017). بنا به این ضرورت و با توجه به تاثیر مستقیم و غیرمستقیم مهندسی برای بشریت و محیط زیست، دانشگاه های سراسر جهان در حال انجام تغییراتی در آموزش مهندسی و ادغام اخلاق مهندسی در انواع برنامه های درسی مهندسی هستند (Birzer & Hamilton, 2019). در این میان به خصوص جوامع غربی به قابلیت برنامه درسی رسمی و آشکار در آموزش اخلاق مهندسی پرداخته اند و نیاز رو به رشد در درک ملاحظات اخلاقی، اجتماعی، اقتصادی و ایمنی در حرفه مهندسی و توجه به آموزش اخلاق حرفه ای در دانشکده ها و برنامه های درسی مهندسی سبب تشکیل کلاس های درس با موضوع اخلاق مهندسی در سطح بین المللی شده و تحقیقاتی در زمینه انتخاب روش تدریس مناسب و روش های ارزشیابی مختلف انجام شده است. روش های متعددی برای گنجانیدن اخلاق حرفه ای در برنامه های درسی مهندسی وجود دارد که در طول سال های گذشته مورد استفاده قرار گرفته اند از جمله اخلاق مهندسی به عنوان یک موضوع درسی مجزا، دوره های اخلاق مهندسی خارج از رشته و اخلاق مهندسی در سراسر برنامه های درسی؛ برخلاف تلاشهای نامحدود در این زمینه اعم از مربیان آموزش دیده و توانا در اجرای روش های تدریس و ارزشیابی مختلف، همواره موانع زیادی در آموزش رسمی اخلاق مهندسی وجود داشته است که مانع ثمربخش شدن آموزش رسمی اخلاق مهندسی به عنوان یک موضوع درسی می شود.

پژوهش های انجام شده حول یافتن معضلات آموزش رسمی اخلاق مهندسی طبق روش مرور نظام مند از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۰، موارد ذیل را به عنوان مهمترین این معضلات ذکر کرده اند: عدم تلفیق مهارت های عملی با مهارت های تئوری و فنی و تخصصی در نتیجه عدم آگاهی از چالش های حرفه ای و عدم کسب تجربیات شغلی؛ غفلت آموزش دانشکده های مهندسی به ذات مهندسی به عنوان یک حرفه؛ لحاظ نشدن نیازهای حرفه ای دانشجویان در نتایج یادگیری؛ غفلت از هرگونه چشم انداز اخلاقی در حرفه مهندسی؛ عدم آشنایی دانشجویان با کدها و قوانین اخلاق مهندسی (Sunderland, 2019, Raja Rosli et al., 2026)؛ کوچک شمردن اعمال غیر اخلاقی که نتیجه سوئی ندارند از سوی الگوهای دانشجویان؛ کمبود مهارت و توانایی خود ارزیابی در دانشجویان مهندسی؛ مداوم نبودن دوره های آموزش اخلاق برای دانشجویان مهندسی، تا زمان درونی شدن ارزش های اخلاقی در ایشان؛ عدم ارزیابی توانایی دانشجویان در مورد استدلال اخلاقی و تمرکز صرف بر اندازه گیری میزان دانش از معضلات و موارد اخلاقی و غیر اخلاقی؛ مشارکت ذهنی در برابر تعاملات احساسی؛ کاهش گرانمایی ساختار برنامه های درسی (اشاره به خطی بودن برنامه های درسی)؛ ماهیت دانشکده های مهندسی؛ مهندسی سازی اخلاق؛ عدم استفاده از برنامه درسی تلفیقی مضمون مدار یا تمثیک برای آموزش مداوم اخلاق مهندسی؛ تاکید بر رویکرد انفرادی آموزش مهندسی و عدم استفاده از رویکردهای گروهی و توأم با همکاری (Conlon and Zandvoort, 2011)؛ ارزشیابی انفرادی و همچنین نحوه تصحیح برگه های امتحانی؛ غافل بودن آموزش مهندسی از مهمترین سطح استدلال اخلاقی یعنی پسا متعارف (Tormey et al, 2015)؛ غفلت از تفاوت در اولویت بندی

مولفه‌های اخلاق مهندسی در میان رشته‌های مختلف مهندسی از سوی آموزش مهندسی (Gernand, 2015)؛ غفلت مربیان مهندسی از نقش الگویی خود؛ غفلت دانشکده‌های مهندسی در نقش عمده و مهمشان در ایجاد و بهبود اخلاق در میان دانشجویان مهندسی؛ عدم ارائه پاداش به دانشجویان اخلاق مدار؛ دسترسی محدود دانشکده‌ها به محتوا و منابع مناسب جهت آموزش؛ عدم آگاهی دانشکده‌های مهندسی از موانع آموزش اخلاق؛ عدم آگاهی دانشکده‌های مهندسی از تأثیر بسیار زیاد برنامه‌های درسی پنهان بر آموزش اخلاق مهندسی؛ توجه زیاد به کمیت و غفلت از کیفیت خروجی‌های دانشکده‌ها؛ در نظر گرفتن آموزش اخلاق به عنوان یک مسئولیت اضافه و عدم وجود برنامه‌ای برای آموزش آن؛ منفعل بودن دانشگاه‌ها نسبت به مولفه‌های تاثیرگذار برنامه‌درسی پنهان در شکل‌گیری اخلاق حرفه‌ای دانشجویان مهندسی (Yegane et al., 2020).

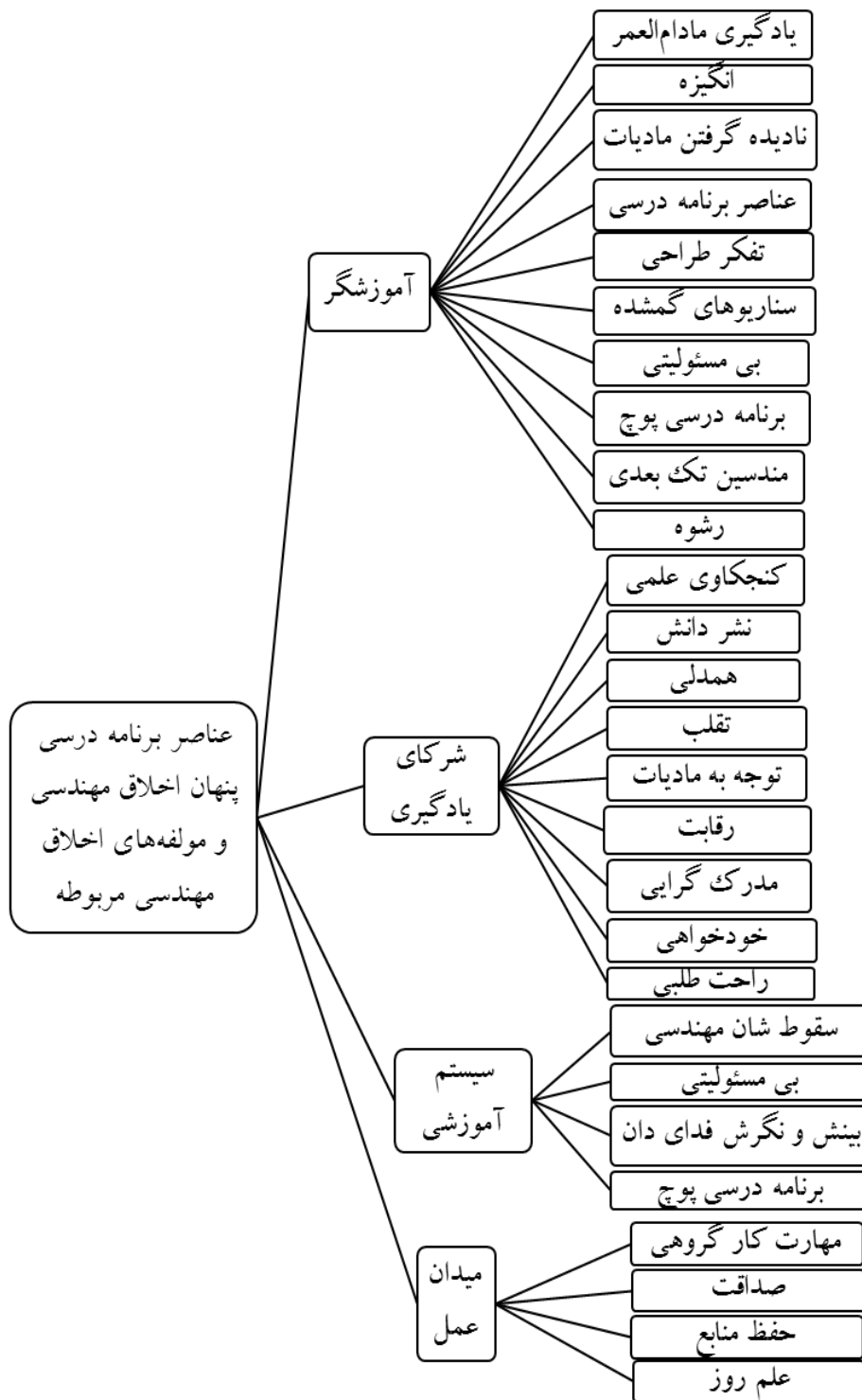
علی‌رغم ناکامی دانشکده‌های مهندسی در تعیین هدف، محتوا، روش تدریس و ارزشیابی در آموزش اخلاق حرفه‌ای و استفاده از برنامه‌درسی رسمی برای آموزش اخلاق مهندسی؛ همچنان دانشکده‌های مذکور نقش کلیدی در آموزش ضمنی "اخلاق مهندسی" در محیط آموزشی و آماده سازی دانشجویان برای درک مسائل و چالش‌های گوناگون حرفه‌ای دارند؛ زیرا دانشجویان را نه تنها با برنامه‌درسی رسمی بلکه با انواعی از برنامه‌های درسی روبه‌رو می‌کنند. آموزش اخلاق به صورت ایزوله در برنامه‌درسی رسمی را مردود و جاری شدن و تلفیق نهادی اخلاق مهندسی در سرتاسر برنامه درسی مناسب معرفی شده است (Børsen et al, 2019, Silva et al., 2025). در این زمینه، مفهوم «برنامه‌درسی پنهان» ایده‌ای کلیدی در مطالعات برنامه درسی و پژوهش حاضر است. برنامه‌درسی پنهان چیزی است که نه به صورت رسمی و نه به صورت قصد شده توسط فراگیران آموخته می‌شود، شامل شکاف‌ها و فاصله‌هایی میان آنچه دانشکده قصد آموزش آن را دارد (برنامه‌درسی رسمی) و آنچه فراگیران در محیط‌های آموزشی یاد می‌گیرند؛ است. بهتر است در کنار آموزش رسمی اخلاق مهندسی (پرهزینه و ناکارآمد) از برنامه‌درسی پنهان در آموزش ضمنی و عمیق اخلاق حرفه‌ای استفاده کنیم. رمز موفقیت این برنامه‌درسی غلبه بر مقاومت دانشکده‌های مهندسی در برابر اهمیت آموزش اخلاق است. چنین یادگیری ضمنی از ساختار برنامه (پیام‌های ضمنی در مورد آنچه مغفول و آنچه مورد توجه است)، از ماهیت امتحانات (به طور ضمنی به دانشجویان در مورد ارزش‌های نسبی فردگرایی و کارگروهي و یا در مورد آنچه به عنوان دانش مهم تلقی می‌شود) و یا از مدل‌های ارائه شده (نقش حرفه‌ای‌شان را گوشزد می‌کند) آمده است (Toremy et al, 2015, Nikolaidis et al., 2024). (Panahi et al., 2026) نقش هر یک از انواع برنامه‌های درسی رسمی، پنهان و پوچ دانشکده‌های مهندسی در آموزش اخلاق حرفه‌ای در شکل زیر نمایش داده شده است (Yegane et al, 2020:69).



شکل ۱ برنامه های درسی اخلاق حرفه ای دانشکده های مهندسی

بنابراین ناکامی برنامه درسی رسمی و غفلت برنامه درسی پوچ در آموزش اخلاق مهندسی مبین اهمیت تلفیق متفکرانه برنامه درسی پنهان و اخلاق مهندسی و آموزش ضمنی اخلاق به دانشجویان است (پولمر، ۲۰۱۹). دانشکده ها می توانند از طریق برنامه درسی پنهان پل مناسبی بین تمامی محتوای آموزشی مختلف مهندسی و کاربرد عملی اخلاق حرفه ای ایجاد کنند. دانشکده های مهندسی با نگاه پست مدرنی، خود را به مداخلات آگاهانه در برنامه درسی پنهان مجهز کنند و عناصر برنامه درسی پنهان و تاثیرات آنها در یادگیری ضمنی اخلاق مهندسی دانشجویان را به رسمیت بشناسند، زیرا یادگیری ضمنی اخلاق مهندسی همواره در جزو و مد برنامه درسی پنهان دانشکده های مهندسی شناور است (Tormey et al, 2015).

در یک مطالعه بومی یگانه و دیگران (۲۰۲۱) با انجام پژوهشی پدیدارشناسانه به معرفی عناصر موثر برنامه درسی پنهان در شکلگیری اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی از تجربیات زیسته دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته های مختلف مهندسی پرداخته و مولفه های اخلاق حرفه ای آموخته شده از هر کدام از این عناصر برنامه درسی پنهان را نیز معرفی کرده اند. شکل ۲ نمایی از تجربه زیسته دانشجویان مهندسی از عناصر موثر برنامه درسی پنهان در شکلگیری اخلاق حرفه ای و معرفی مولفه های اخلاقی یادگرفته شده از هر کدام از عناصر برنامه درسی پنهان است (Yegane et al, 2021).



شکل ۲- مولفه‌های اخلاق حرفه‌ای آموخته شده و عناصر برنامه‌درسی پنهان مربوط به آن

دانشجویان مهندسی مولفه‌های مهم اخلاق حرفه‌ای را از طریق عناصر تاثیرگذار برنامه‌درسی پنهان شامل آموزش‌گران، شرکای یادگیری هم‌ردیف و غیر هم‌ردیف، میدان عمل و سیستم آموزشی می‌آموزند. این عوامل نقش قابل توجهی در شکلگیری فرصت‌ها و تهدیدهای اخلاق مهندسی دانشجویان ایفا می‌کنند؛ لذا توجه و بررسی عناصر برنامه‌درسی پنهان، میزان و چگونگی تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر در برنامه‌ریزی جهت ارتقای سطح اخلاق حرفه‌ای فارغ‌التحصیلان مهندسی اهمیت زیادی دارد. از میان عناصر برنامه‌درسی پنهان، "آموزش‌گر" به عنوان تاثیرگذارترین عنصر بر دانشجویان در کسب ضمنی اخلاق مهندسی شناخته شده است (Yegane et al, 2021). انجمن‌های بین‌المللی مهندسی NSPE، ASCE و IEEE نیز از استادان دانشکده‌های مهندسی تحت عنوان الگوهای حرفه‌ای برای دانشجویانشان یاد کرده و به آنها در مراقبت از اعمال و رفتارشان نزد دانشجویان تاکید کرده‌اند. آموزش‌گران مهندسی دعوت به توجه به جزئیات رفتاری خویش شده‌اند؛ زیرا دانشجویان با هدایت استادان در مسیر صحیح قرار می‌گیرند. انگیزه، یادگیری مادام‌العمر و تفکر طراحی و شان مهندسی از مهمترین مولفه‌های اخلاق مهندسی آموخته شده از آموزش‌گران بوده است (Yegane et al, 2021). سلرز و همکاران (۲۰۲۳) نیز در پژوهش خود نشان دادند که ارتباطات غیر رسمی، رفتار اساتید و تعاملات روزمره، بیش از محتوای رسمی در شکل‌دهی نگرش‌های اخلاقی مهندسان آینده مؤثر هستند (sellers et al, 2023). ژو و همکاران (۲۰۲۴) نیز در پژوهش خود به مسئولیت‌های اخلاقی آموزش‌گران در طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی اخلاق مهندسی پرداخته و به نقش مهم آموزش‌گران در تاثیرگذاری بر نگرش‌های اخلاقی دانشجویان مهندسی اشاره نموده است (Zhu et al, 2024).

قابلیت‌هایی فراتر از صلاحیت‌ها و شایستگی‌های فنی از رفتار، تعاملات، نگرش‌های شرکای یادگیری که منبع تاثیرگذاری در آموزش ضمنی اخلاق هستند؛ آموخته می‌شود. برقراری ارتباط با دنیای واقعی برای اکتساب ضمنی اخلاق مهندسی در دانشجویان رشته‌های فنی بسیار کاربردی است، بنابراین میادین عمل در دانشکده‌های مهندسی اعم از آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌ها و اردوهای آموزشی عنصری دیگر از برنامه درسی پنهان‌اند که نقش به‌سزایی در شکلگیری جنبه‌های مثبت و منفی اخلاق مهندسی دانشجویان دارند؛ چرا که دانشجویان مولفه‌های مهم اخلاق مهندسی از جمله صداقت، مهارت کار گروهی و توجه یا بی‌توجهی به منابع را از آن آموخته‌اند. اما آموزش‌گران، سیستم آموزشی و شرکای یادگیری هم‌ردیف و غیر هم‌ردیف، به عنوان تهدیدهای بزرگ اخلاق مهندسی نیز شناخته شده‌اند، این در حالی است که در این میان میادین عمل فرصت‌های بیشتری در آموزش ضمنی اخلاق مهندسی برای دانشجویان ایجاد کرده‌اند (Yegane et al, 2021) و تاکید پژوهش‌های اخیر (Kim et al, 2022, Magarian et al., 2019, Rulifson and Bielefeldt, 2019, Boni et al, 2024) در حیطه اخلاق مهندسی بر دوره‌های کارورزی مختلف مؤید این مطلب است. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که ابعاد مشترک زوایای عناصر برنامه‌درسی پنهان دانشکده‌های مهندسی با اخلاق حرفه‌ای اکتسابی دانشجویان مهندسی نشانگر تاثیر ضمنی شگرف عناصر برنامه‌درسی پنهان در اخلاق مهندسی دانشجویان بوده، لذا تاکید بر وجوب بررسی زوایای مغفول برنامه درسی پنهان دانشکده‌های مهندسی برای مقابله با چالش‌های ناشی از عدم وجود و یا کمبود اخلاق مهندسی در دانشکده و متعاقباً در جامعه است. مدیریت صحیح و توجه عمیق به عناصر برنامه‌درسی پنهان می‌تواند در ارتقای اخلاق مهندسی موثر باشد، تا جعبه سیاه آموزشی دانشکده‌های مهندسی خوراک اخلاقی و حرفه‌ای متناسبی برای دانشجویان تهیه کند.

پیشینه پژوهش

جدول ۱: خلاصه پیشینه پژوهشهای انجام شده

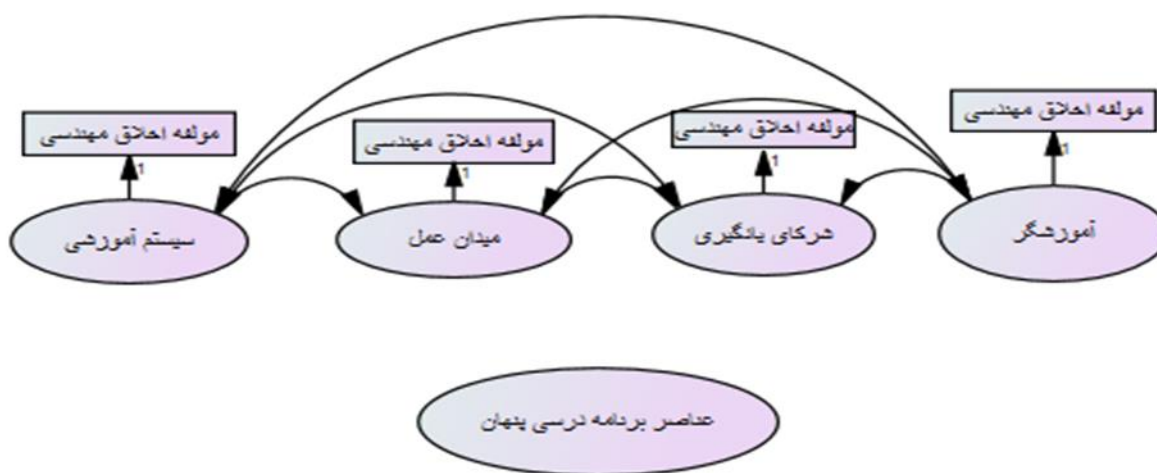
ردیف	عنوان پژوهش	نام نویسندگان	سال انتشار	یافته ها
1	از آموزش تا فرهنگ پذیری: بازاندیشی در توسعه حرفه ای اخلاقی	نیکولایدیس و همکاران	۲۰۲۴	این مقاله به بررسی چالش های موجود در آموزش اخلاق در آموزش عالی به ویژه در رشته های مهندسی می پردازد. همچنین نشان میدهد برنامه درسی پنهان، که شامل تجربیات یادگیری ساختاریافته ای است که فراتر از قصد طراحی و جدا از برنامه درسی رسمی رخ می دهد، نقش اساسی در یادگیری کلی دانشجویان مهندسی و توسعه هویت حرفه ای آنها دارد.
2	چه چیز به دانشجویان مهندسی آموزش می دهیم : اخلاق تعبیه شده، اخلاقیات و سیاست	فردمن و همکاران	۲۰۲۴	این مقاله به بررسی چالش های موجود در آموزش اخلاق در برنامه های مهندسی می پردازد، به ویژه در زمینه ادغام اخلاق در دروس فنی. نویسندگان یک چارچوب سه بعدی پیشنهاد می کنند که شامل ابعاد اخلاقی، اخلاقیات فردی و سیاست است تا به درک بهتر و آموزش مؤثرتر اخلاق در مهندسی کمک کند. این چارچوب به مدرسان کمک می کند تا مسائل اخلاقی را در سطوح مختلف فردی و اجتماعی تحلیل کرده و آموزش دهند.
2	بررسی نحوه تأثیر برنامه درسی پنهان بر فرایند جامعه پذیری حرفه ای دانشجویان مهندسی	شیخ و همکاران	2022	مطالعه به این موضوع می پردازد که چگونه برنامه درسی پنهان، باورهای اخلاقی، نگرش های حرفه ای و هویت مهندسی دانشجویان را شکل می دهند. یافته ها نشان می دهند؛ دانشجویان در طول دوره تحصیل شان، بدون آموزش رسمی، با هنجارهایی مواجه می شوند که نوع خاصی از "اخلاق حرفه ای" را برجسته می کند. این فرایند می تواند در مواردی

ردیف	عنوان پژوهش	نام نویسندگان	سال انتشار	یافته ها
				باعث سرکوب ارزش های فردی یا همسان سازی ناخواسته با ارزش های غالب صنعت و محیط دانشگاهی شود. برنامه درسی پنهان اغلب با پیام هایی نظیر اهمیت نمره، رقابت، اطاعت از اقتدار و سکوت در برابر تخلف ها همراه است که ممکن است با آموزش رسمی اخلاق مهندسی در تضاد باشد.
3	برنامه درسی پنهان و تربیت حرفه ای و اخلاقی مهندسان مسئول	ری و همکاران	۲۰۲۱	این مقاله تاکید می کند که برنامه درسی پنهان که از طریق تعاملات روزمره ، رفتار استادان و فرهنگ دانشگاهی به دانشجویان منتقل می شود می تواند تأثیرات عمیقی بر شکل گیری هویت حرفه ای و اخلاقی آن داشته باشند.
۴	دیدگاه های برنامه درسی پنهان در مورد اهمیت اخلاق و تأثیرات اجتماعی در آموزش مهندسی	پولمر و همکاران	۲۰۱۹	این مقاله به بررسی نحوه تاثیر برنامه درسی پنهان بر آموزش اخلاق و تأثیرات اجتماعی در آموزش مهندسی می پردازد و نشان می دهد که چگونه غیبت یا حضور این موضوعات در برنامه های درسی می تواند پیام هایی به دانشجویان منتقل کند.

بررسی پیشینه های پژوهش نشان می دهد که بیشتر مطالعات انجام شده تمرکز خود را بر شناسایی نقش عناصر خاصی از برنامه درسی پنهان، مانند استادان یا فرهنگ نهادی، در شکل گیری اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی قرار داده اند. با این حال، اکثر این مطالعات به بررسی تک عاملی پرداخته اند و روابط میان عناصر مختلف برنامه درسی پنهان (از جمله آموزشگر، هم سالان، میدان عمل و سیستم آموزشی) و تعامل آن ها با یکدیگر را کمتر مورد بررسی قرار داده اند. پژوهش حاضر نوآوری خود را در تحلیل هم زمان و شبکه ای روابط بین عناصر مختلف برنامه درسی پنهان و میزان تأثیر آن ها بر شکل گیری اخلاق حرفه ای در دانشجویان مهندسی ارائه می دهد. این رویکرد چندبعدی و ساختار یافته، نسبت به رویکردهای تک عاملی گذشته، درک عمیق تری از سازوکارهای اخلاقی

در آموزش مهندسی فراهم می سازد. این رویکرد می تواند دید جامع تری برای برنامه ریزان و مسئولان دانشگاهی فراهم سازد و موجب طراحی برنامه های موثرتر در راستای ارتقای اخلاق حرفه ای مهندسان شود. همچنین بهره گیری از روش تحلیل معادلات ساختاری برای تحلیل داده ها، از نوآوری های روش شناختی دیگر این مطالعه است.

با توجه به مطالب یاد شده، پیشینه پژوهش، نقش بی بدیل عناصر برنامه درسی پنهان در شکل گیری اخلاق حرفه ای دانشجویان مهندسی و همینطور اهمیت درک ویژه دانشجویان مهندسی از اخلاق حرفه ای به عنوان هسته اصلی آموزش مهندسی که نقشی فعال در جابجایی اخلاق مهندسی از حاشیه به هسته اصلی برنامه های درسی مهندسی دارند (Sunderland, 2019)؛ در این پژوهش مدل فرضی از روابط ساختاری عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی به صورت شکل ۳ در نظر گرفته شده است.



شکل ۳-مدل مفهومی تحقیق

در مدل مفهومی طراحی شده، عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی به همراه مؤلفه های اخلاق مهندسی مربوط به هر کدام (برگرفته از تجربه زیسته دانشجویان تحصیلات تکمیلی مهندسی) تحت مدل مفهومی در نظر گرفته شده اند و میزان و چگونگی تاثیر آنها بر یکدیگر سنجیده می شود. بنابراین فرضیه تحقیق به شرح ذیل می باشد:

فرضیه ۱: عناصر برنامه درسی پنهان در یادگیری ضمنی اخلاق مهندسی با یکدیگر همبستگی دارند.

فرضیه ۲: مؤلفه های اخلاق مهندسی بر عناصر برنامه درسی پنهان تاثیرگذار هستند.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی، از نظر نحوه گردآوری داده ها توصیفی-همبستگی و مبتنی بر مدلسازی معادلات ساختاری (SEM) است، که به عنوان بهترین ابزار برای تحلیل متغیرهای پیچیده شناخته شده است و درستی رابطه علی میان متغیرهای ساختار را مورد آزمون قرار می دهد. در مدلسازی معادلات ساختاری متغیرها به دو دسته قابل مشاهده و پنهان تقسیم می شوند. این روش دقت متغیرهای قابل مشاهده را اندازه گرفته و روابط علی متغیرهای پنهان و میزان واریانس تبیین شده را بررسی می کند (Payandeh Najafabadi & Omidi Najafabadi, 2013). در این پژوهش عناصر برنامه درسی پنهان شامل آموزشگر، شرکای یادگیری، سیستم آموزشی و میدان عمل متغیرهای پنهان هستند و مؤلفه های اخلاق مهندسی هر یک به عنوان متغیرهای آشکار در نظر گرفته شده اند. جامعه آماری پژوهش تمامی دانشجویان دوره دکتری دانشکده های مهندسی دانشگاه شهید بهشتی

بود که تعداد آنها طبق آمار ۳۲۱ نفر بود. از میان آنها با استفاده از فرمول کوکران ۱۷۶ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند و گزینش آنها بر اساس نمونه‌گیری تصادفی ساده صورت گرفت. جهت گردآوری اطلاعات از ابزار پرسشنامه استفاده شد که دارای ۲۷ گویه و ۴ مولفه آموز شگر، شرکای یادگیری، سیستم آموزشی و میدان عمل بوده و براساس مقیاس لیکرت ۵ درجه ای (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) تنظیم شده است. روایی محتوایی و صوری پرسشنامه توسط متخصصین تایید شد و پایایی پرسشنامه از طریق آلفای کرونباخ برای گویه آموزشگر ۰,۹۴۲، گویه شرکای یادگیری، سیستم آموزشی و میدان عمل بدست آمد که نشاندهنده پایایی مطلوب پرسشنامه است. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط دو نرم‌افزار SPSS 26 و AMOS 22 انجام شد.

یافته‌ها

آمار توصیفی شامل جنسیت، گروه سنی، دانشکده و شغل در جدول ۱ و آمار توصیفی مربوط به میانگین، انحراف معیار، ضریب همبستگی در جدول ۲ ارائه شده است. این مقادیر نشان می‌دهند میانگین آموزشگر (۳,۳۱)، شرکای یادگیری (۳,۳۲)، میدان عمل (۳,۳۳) و سیستم آموزشی (۳,۲۸) به مقدار متوسط (عدد ۳ در طیف ۵ درجه‌ای) نزدیک هستند.

جدول ۲- آمار توصیفی (جنسیت، گروه سنی، دانشکده و شغل)

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	زن	۴۳,۲
	مرد	۵۶,۸
گروه سنی	۲۸-۲۵	۴۱,۵
	۳۲-۲۹	۲۸,۴
	۳۶-۳۳	۱۸,۲
	۳۶<	۱۱,۹
دانشکده	معماری	۱۳,۱
	هوافضا	۱,۱
	مکانیک	۱۳,۱
	مخابرات	۲۳,۹
	کامپیوتر	۱۷,۶
	عمران	۱۵,۳
	هسته‌ای	۱,۷
	برق قدرت	۱۴,۲
		۲۵

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
شغل	۶۵	۳۶,۹
بیکار	۱۱۱	۶۳,۱

فرضیه اول پژوهش: عناصر برنامه درسی پنهان در یادگیری ضمنی اخلاق مهندسی با یکدیگر همبستگی دارند

جدول ۳- میانگین، انحراف معیار و همبستگی متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آموزشگر	شرکای یادگیری	میدان عمل	سیستم آموزشی
آموزشگر	۳,۳۱	۰,۸۵	۱			
شرکای یادگیری	۳,۳۲	۰,۸۷	۰,۳۵۷ ^{xx}	۱		
میدان عمل	۳,۳۳	۰,۸۳	۰,۳۲۶ ^{xx}	۰,۲۵۳ ^{xx}	۱	
سیستم آموزشی	۳,۲۸	۰,۸۷	۰,۴۰۱ ^{xx}	۰,۳۴۸ ^{xx}	۰,۳۹۴ ^{xx}	۱

^{xx} معنی داری در سطح ۰,۰۱

نتایج همبستگی نشان می‌دهد که میان متغیر آموزشگر با میدان عمل ($r=0,326$) با سیستم آموزشی ($r=0,401$) با شرکای یادگیری ($r=0,357$) همبستگی معنی‌دار در سطح ۰,۰۱ وجود دارد. همچنین میان آموزشگر با سیستم آموزشی ($r=0,394$) با شرکای یادگیری ($r=0,253$) همبستگی معنی‌دار در سطح ۰,۰۱ وجود دارد. فرضیه ۲: مولفه‌های اخلاق مهندسی بر عناصر برنامه درسی پنهان تاثیرگذار هستند.

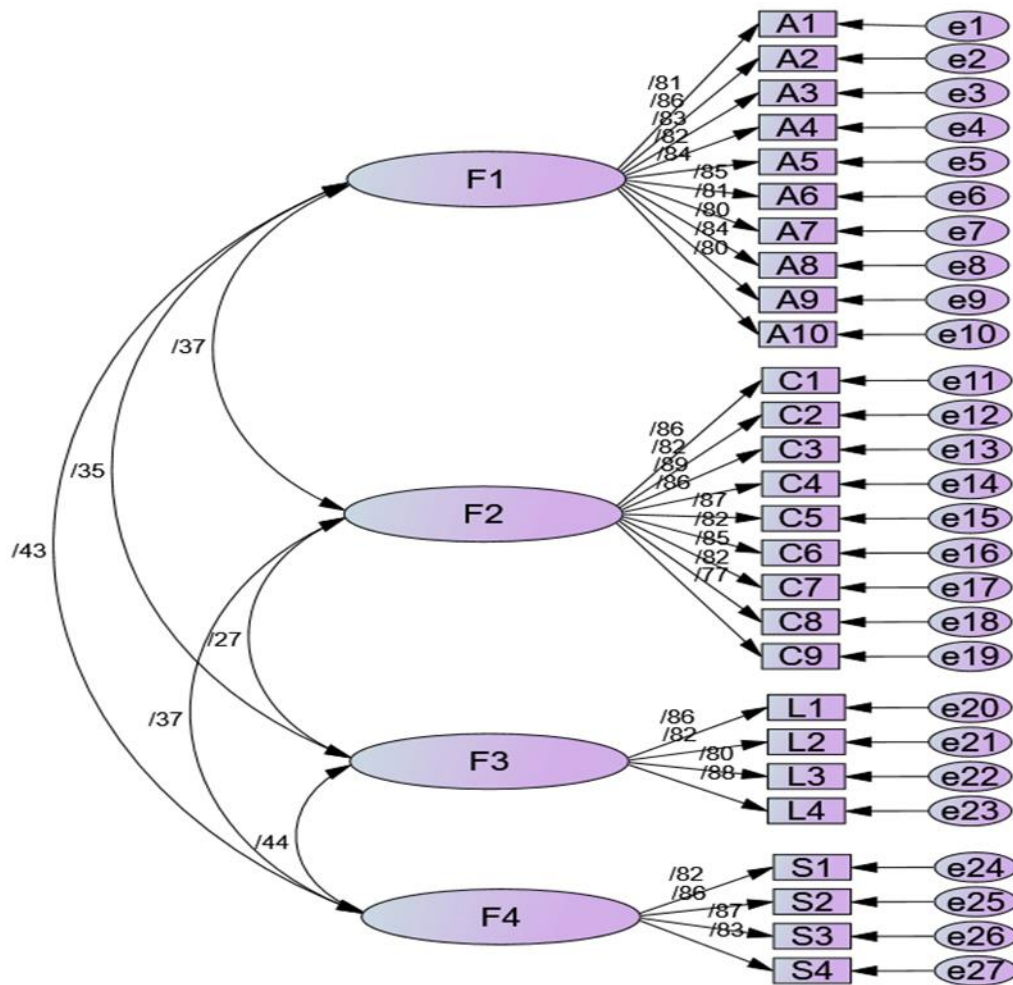
به دلیل معنادار بودن ضرایب همبستگی میان متغیرهای پژوهش امکان استفاده از تکنیک مدلسازی معادلات ساختاری (SEM) وجود دارد. برای مشخص شدن چگونگی و میزان تاثیر متغیرهای پنهان (عناصر برنامه درسی پنهان) و متغیرهای قابل مشاهده (مولفه‌های اخلاق مهندسی) از الگوی استاندارد و برای نشان دادن معناداری این تاثیرات از الگوی معناداری، جهت ارزیابی برازش مدل از شاخص‌های برازش استفاده شده است. در این پژوهش برای ارزیابی مدل از شاخص‌های دو، نسبت خي دو به درجه آزادی، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص برازندگی تطبیقی (CFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI) و خطای واریانس تقریبی (RMSEA) استفاده شده است (Payandeh Najafabadi & Omidi Najafabadi, 2013) که شرح آن در جدول ۳ آمده است.

جدول ۴- شاخص‌های برازش مدل معادلات ساختاری

شاخص برازش	میزان استاندارد	میزان به دست آمده
خی دو	—	۳۲۲,۱۴۱
نسبت خي دو به درجه آزادی	کمتر از ۵	۱,۰۱۳
شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)	نزدیک به ۱	۰,۹۲۴

شاخص برازش	میزان استاندارد	میزان به دست آمده
شاخص برازندگی تطبیقی (CFI)	نزدیک به ۱	۰,۹۹۹
شاخص برازندگی فزاینده (IFI)	نزدیک به ۱	۰,۹۹۹
خطای واریانس تقریبی (RMSEA)	کمتر از ۰,۰۸	۰,۰۰۹

همانطور که یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد مقدار گزارش شده خی دو تقسیم بر درجه آزادی ۱۳,۰۱ می‌باشد و کمتر از ۵ است که نشان می‌دهد مدل از برازش مناسبی برخوردار است. برای مقایسه عملکرد مدل با سایر مدل‌ها از مقادیر شاخص نرم شده برازندگی (NFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI) شاخص برازندگی تطبیقی (CFI) استفاده شده است مقدار بالای ۰,۸ برای شاخص NFI و مقدار ۰,۹ برای شاخص IFI و CFI حاکی از برازش بسیار مناسب مدل طراحی شده در مقایسه با سایر مدل‌های موجود است و تمام این مقادیر در جدول ۳ گزارش شده‌اند که تاییدکننده برازش مناسب مدل هستند. جهت بررسی مدل از نظر ترکیب برازش و صرفه‌جویی از شاخص توانمند ریشه دوم برآورد خطای واریانس تقریبی (RMSEA) استفاده شده است. این شاخص تا مقدار ۰,۰۷ قابل قبول است، اگر مقدار آن بیشتر از ۰,۱ باشد نشانگر برازش ضعیف مدل است. در این مدل میزان RMSEA ۰,۰۰۹ گزارش شده که نشانگر مناسب بودن مدل است. بنابراین تمامی شاخص‌ها الگوی معادلات ساختاری را تایید می‌نمایند. پس از بررسی برازش مدل به همراه داده‌های جمع‌آوری شده و اطمینان از برازش مدل، بارهای عاملی و ضرایب مسیر در مدل ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. الگوی معادلات ساختاری در حالت استاندارد و معناداری در شکل ۴ آورده شده است.



شکل ۴- الگوی معادلات ساختاری در حالت استاندارد

جدول ۵- متغیرهای قابل مشاهده (مولفه‌های اخلاق مهندسی)

متغیرهای قابل مشاهده	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	C1	C2	C3	C4
مولفه‌های اخلاق مهندسی	یادگیری مادام‌العمر	انگیزه یادگیری	مادیات	انضباط	خلاصیت	توجه به دروس عملی	مسئولیت پذیری	توجه دروس عمومی	انعطاف پذیری	رشوه	کنجکاوی علمی	نشر دانش	همدلی	تقلب

S4	S3	S2	S1	L4	L3	L2	L1	C9	C8	C7	C6	C5	متغیرهای قابل مشاهده
دانش به روز	حفظ منابع طبیعی و	صداقت	مهارت کار گروهی	دروس عملی	شأن مهندسی	مسئولیت پذیری	اهمیت اخلاق	راحت طلبی	خودخواهی	مدرک گرایی	رقابت	مادیات	مولفه های اخلاق مهندسی

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
A1	<---	educators	1/000				
A2	<---	educators	1/065	/077	13/791	***	
A3	<---	educators	1/092	/084	13/013	***	
A4	<---	educators	1/099	/086	12/853	***	
A5	<---	educators	1/032	/078	13/276	***	
A6	<---	educators	1/142	/084	13/562	***	
A7	<---	educators	1/027	/082	12/528	***	
A8	<---	educators	1/037	/084	12/304	***	
A9	<---	educators	1/053	/080	13/176	***	
A10	<---	educators	1/049	/085	12/331	***	
C1	<---	learners	1/000				
C2	<---	learners	/882	/063	13/951	***	
C3	<---	learners	1/150	/070	16/485	***	
C4	<---	learners	/960	/063	15/244	***	
C5	<---	learners	1/096	/070	15/722	***	
C6	<---	learners	/920	/065	14/148	***	
C7	<---	learners	/985	/066	15/035	***	
C8	<---	learners	/940	/067	14/033	***	
C9	<---	learners	/838	/066	12/729	***	
L1	<---	labratoars	1/000				
L2	<---	labratoars	/927	/070	13/235	***	
L3	<---	labratoars	/869	/068	12/744	***	
L4	<---	labratoars	1/033	/071	14/562	***	
S1	<---	system	1/000				
S2	<---	system	1/092	/082	13/376	***	
S3	<---	system	1/101	/081	13/535	***	
S4	<---	system	/963	/075	12/761	***	

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
educators	<-->	system	/268	/058	4/616	***	
educators	<-->	labratoars	/227	/057	3/952	***	
educators	<-->	learners	/255	/060	4/216	***	
learners	<-->	labratoars	/198	/062	3/209	/001	
learners	<-->	system	/259	/062	4/161	***	
labratoars	<-->	system	/285	/061	4/640	***	

شکل ۵- ضرایب معناداری الگوی معادلات ساختاری

یافته‌های شکل ۵ نشان می‌دهد بار عامل (ضریب لامبدا) تمام متغیرها معنادار و بسیار بیشتر از ۰,۳ بوده و بنابراین متغیرهای قابل مشاهده (مولف‌های اخلاق مهندسی) به خوبی می‌توانند متغیرهای پنهان (آموزشگر-شرکای یادگیری-میدان عمل-سیستم آموزشی) را اندازه‌گیری کنند. همانطور که قبلاً ذکر شد برای بررسی معناداری این تاثیرات از الگوی معناداری استفاده شده است. آزمون فرضیات در سطح ۰,۰۵٪ انجام شده و در بررسی معناداری اعداد به دست آمده C.R.، اعداد معنادار بین ۱,۹۶ و ۱,۹۶- قرار ندارند. همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود تمام ارتباطات مدل معنادار هستند، زیرا C.R. آنها بالاتر از ۱,۹۶ است و مقدار P آنها نیز از ۰,۰۵ کمتر می‌باشد. ضریب مسیر استاندارد شده نشان می‌دهد که A2 (انگیزه یادگیری)-C3 (همدلی)-S3 (دروس عملی)-L4 (حفظ منابع طبیعی و ملی) بیشترین تاثیر در متغیرهای پنهان آموزشگر، شرکای یادگیری، میدان عمل و سیستم آموزشی را به ترتیب به میزان ۰,۸۶، ۰,۸۹، ۰,۸۸ و ۰,۸۷ داشته‌اند. اگرچه ارتباط سیستم آموزشی با میدان عمل از ارتباط سایر عناصر با یکدیگر بیشتر و ارتباط میدان عمل با شرکای یادگیری ضعیف (کمتر از ۰,۳) محسوب می‌شود، هر چهار عنصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی نیز در سطح ۰,۰۵٪ ارتباط معنادار و متوسطی (۰,۳-۰,۷) با یکدیگر دارند. بر این اساس هر دو فرضیه پژوهش تایید می‌شوند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی بر یکدیگر بود. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی با یکدیگر رابطه مثبت و معناداری دارند و به این دلیل که رابطه بین متغیرهای پژوهش معنادار به دست آمد، لذا جهت بررسی تاثیر آنها بر یکدیگر از مدلسازی معادلات ساختاری SEM استفاده شد. شاخص‌های برازش مدل نشانگر برخورداری مدل طراحی شده از برازشی مطلوب و مناسب هستند. فرضیات پژوهش در بررسی مقادیر استاندارد شده متغیرهای پژوهش بر اساس مسیرهای مدل ساختاری مورد تایید قرار گرفتند.

فرضیه اول گویای تاثیر متغیرهای قابل مشاهده که مولفه‌های اخلاق مهندسی هستند بر هر یک از عناصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی است. نتایج این فرضیه نشانگر تاثیر مثبت و معنادار تمامی مولفه‌های اخلاق مهندسی بر هر چهار عنصر برنامه درسی پنهان است. جایگاه مربیان در آموزش حرفه‌ای بسیار مهم است زیرا تصمیمات و شیوه‌های آنها تا حد زیادی بر میزان مهارت فراگیران تاثیر می‌گذارد. وقتی فراگیران احساس می‌کنند که مربیان در رفتار و عملکردشان ضعیف هستند، بر اعتماد تاثیر می‌گذارد و فرصت‌های ایجاد رابطه و یادگیری تعاملی را تضعیف می‌کند. تعاملات متقابل با فراگیران از طریق ارتباط مؤثر با اعمال خوب و عادات کاری مربی پرورش می‌یابد و رفتار اخلاقی بسیار مهم است. این همان چیزی است که شایستگی اخلاقی، فنی، نظری و آموزشی مربیان را به هسته اصلی آموزش حرفه‌ای معنادار تبدیل می‌کند (Jjuuko et al, 2019). آموزش شکر در آموزش یادگیری مادام العمر نقش دارد، انتخاب و اجرای روش‌های تدریس به عهده آموز شگران است. در این راستا بنرو سو و رابینسون (۲۰۲۲) به روش یادگیری مبتنی بر چالش اشاره می‌کنند که در این مسیر دانشجویان و دینفعان، همکار هستند و این روش به بهترین نحو از اهداف آموزشی و پژوهشی پشتیبانی کرده، نیازهای اساسی فراگیران را برآورده می‌کند و انگیزه‌های ذاتی و مهارت‌های ارتباطی را ارتقا می‌بخشد. در عنصر آموزش شکر ضمن تاثیرگذاری مثبت و معنادار تمامی مولفه‌های اخلاق مهندسی اعم از یادگیری مادام العمر، انگیزه یادگیری، مادیات، انضباط، خلاقیت، توجه به دروس عملی، مسئولیت‌پذیری، توجه به دروس عمومی، انعطاف‌پذیری، رشوه؛ مولفه انگیزه یادگیری مادام العمر تاثیرگذارترین است. این نتایج با یافته‌های پولمر (۲۰۱۹)، بلیفیلد و همکارانش (۲۰۱۹)، تروچ (۲۰۱۵) و او سک و ساوک (۲۰۱۹) همخوانی دارد. در حالی که بهتر است تجربه فراگیر عاملی مرکزی در

فرآیندهای بازنگری برنامه درسی باشد، گنجاندن دانشجویان به عنوان مشاوران مفید در رابطه با طراحی و برنامه ریزی درسی در حد تحقیق باقی می ماند و صدای فراگیران شنیده نمی شود (Chadha et al, 2022). در عنصر شرکای یادگیری ضمن تاثیرگذاری مثبت و معنادار تمامی مولفه های اخلاق مهندسی شامل کنجکاوی علمی، نشر دانش، همدلی، تقلب، مادیات، رقابت، مدرک گرایی، خودخواهی، راحت طلبی؛ مولفه همدلی تاثیرگذارترین است، این نتیجه با یافته های ساندلرند (۲۰۱۹) همخوانی دارد. در عنصر میدان عمل ضمن تاثیرگذاری مثبت و معنادار تمامی مولفه های اخلاق مهندسی اهمیت اخلاق حرفه ای، مسئولیت پذیری، شأن مهندسی، دروس عملی؛ مولفه توجه به دروس عملی تاثیرگذارترین است؛ این نتیجه با یافته های نودلن و انگلیش (۲۰۱۹)، هس و همکارانش (۲۰۱۷) و تورمی (۲۰۱۵) هم راستا است. در عنصر سیستم آموزشی تمامی مولفه های اخلاق مهندسی مهارت کار گروهی، صداقت، حفظ منابع طبیعی و ملی، دانش به روز تاثیر مثبت و معنادار دارند، اما مولفه حفظ منابع طبیعی و ملی تاثیرگذارترین است؛ این نتایج همسو با یافته های مکسوم و همکاران (۲۰۲۰) و برک و همکارانش (۲۰۱۸) است. نتایج فرضیه دوم نیز بر تاثیرگذاری هر چهار عنصر برنامه درسی پنهان اخلاق مهندسی بر یکدیگر صحت می گذارد. طیف گسترده ای از پژوهش های انجام شده در زمینه اخلاق مهندسی به یادگیری ضمنی مولفه های گوناگون اخلاق مهندسی از طریق عناصر برنامه درسی پنهان اشاره کرده اند که از جمله آنها می توان به مطالعات ذیل اشاره کرد، مکسوم و همکاران (۲۰۲۰)، برک و همکارانش (۲۰۱۸)، پولمر (۲۰۱۹) و پسو و پسو (۲۰۱۷)، نودلن و انگلیش (۲۰۱۹)، هس و همکارانش (۲۰۱۷) و تورمی (۲۰۱۵) (یگانه، صمدی و احمدی، ۲۰۲۱، ۲۰۲۰).

نظر به نتایج تحقیق، تاثیرگذاری مثبت و معنادار تمامی متغیرهای قابل مشاهده یعنی مولفه های اخلاق مهندسی بر عناصر برنامه درسی پنهان و همبستگی مثبت و معنادار عناصر برنامه درسی پنهان بر یکدیگر، لزوم توجه آموزشگران مهندسی، کارکنان آموزش، برنامه ریزان درسی و سیاست گذاران آموزشی دانشکده های مهندسی به تمامی عناصر برنامه درسی پنهان (به ویژه عناصر آموزش شگر-شرکای یادگیری-میدان عمل-سیستم آموزشی که برگرفته از تجربیات زیسته دانشجویان مهندسی به عنوان هسته اصلی آموزش مهندسی هستند) و تاثیر آنها در یادگیری ضمنی اخلاق مهندسی را مهم می نماید. نتایج تحقیق نشان می دهد در این میان نقش عنصر سیستم آموزشی با توجه به تاثیرش هم بر میدان عمل و هم بر آموزشگران مهندسی، نقش پررنگ تری در آموزش ضمنی مولفه های اخلاق مهندسی دارد. برنامه ریزان درسی و سیاست گذاران آموزشی دانشکده های مهندسی می توانند اشاره به پست مدرن و برنامه درسی پنهان قصد شده آگاهانه و عامدانه سبب بهبود برنامه درسی پنهان سیستم آموزشی و در نتیجه تاثیر مثبت و ایجاد فرصت جهت آموزش ضمنی مولفه های اخلاق مهندسی گردند.

با توجه به اینکه مبحث اخلاق مهندسی اغلب عنصری مغفول در برنامه های درسی رسمی مهندسی است و در صورت ورود آن به برنامه های درسی رسمی، آشکار و از پیش تعیین شده، آنها نیز از آموزش کارآمد اخلاق مهندسی ناتوان هستند. یادگیری ضمنی دانشجویان از اخلاق حرفه ای در دانشکده های مهندسی موضوعی با اهمیت و چالش برانگیز در حوزه آموزش مهندسی به ویژه برنامه درسی مهندسی است که می تواند با انتخاب جامعه و نمونه گسترده تر و رویکردهای کمی و کیفی و از دید آموزشگران و دانش آموختگان مهندسی به عنوان یکی از مهمترین ذینفعان برنامه درسی نیز مورد تحلیل قرار گیرد.

Referenc

- Avsec.S, Savec.V, (2019), Creativity and critical thinking in engineering design: the role of interdisciplinary augmentation, *Global journal of engineering education* 21 (1), 30-36.
- Barry, B., & Ohland, M. (2009). *Engineering ethics curriculum incorporation methods and results from a nationally administered standardized examination: Background, literature, & research methods*.
- Beneroso, D., & Robinson, J. (2022). Online project-based learning in engineering design: Supporting the acquisition of design skills. *Education for Chemical Engineers*, 38, 38-47.
- Bielefeldt.A, Polmear.M, Knight.D, Canney.N, Swan.C, (2019), Disciplinary variations in ethics and societal impact topics taught in courses for engineering students, *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 145(4), 1-11.
- Birzer, C. H., & Hamilton, J. (2019). Humanitarian engineering education fieldwork and the risk of doing more harm than good. *Australasian Journal of Engineering Education*, 24(2), 51-60. doi:10.1080/22054952.2019.1693123
- Boni, A., & Calabuig, C. (2019). Educating engineers for the public good through international internships: Evidence from a case study at Universitat Politècnica de València. *Science and Engineering Ethics*, 23(1), 231–246. <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9767-9>
- Børsen, T., Serreau, Y., Reifschneider, K., Baier, A., Pinkelman, R., Smetanina, T., & Zandvoort, H. (2019). Initiatives, experiences and best practices for teaching social and ecological responsibility in ethics education for science and engineering students. *European Journal of Engineering Education*. doi:10.1080/03043797.2019.1701632
- Burke.R, Dancz.C, Ketchman.K, Bilec.M, Boyer.T, Davidson.D, Landis.A, Parrish.K, (2018), Faculty perspectives on sustainability integration in undergraduate Civil and Environmental engineering curriculum, *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 144(3), 1-10.
- Castro, M & ,Sancristobal, E. (2020). From technology enhanced learning to ethics and critical thinking as part of the engineering education: Skill driven with humanities comprehension editorial. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(1), 4-6. doi:10.3/99\ijep.v10i1.12927
- Chadha, D., Campbell, J., Maraj, M., Brechtelsbauer, C., Kogelbauer, A., Shah, U., ... & Hellgardt, K. (2022). Engaging students to shape their own learning: Driving curriculum re-design using a theory of change approach. *Education for Chemical Engineers*, 38, 14-21.
- Corple, D. J., Zoltowski, C. B., Kenny Feister, M., & Buzzanell, P. M. (2020). Understanding ethical decision-making in design. *Journal of Engineering Education*, 109(2), 262-280. doi:10.1002/jee.20312
- Conlon.E, Zandvoort.H (2011). Broadening ethics teaching in engineering: beyond the individualistic approach. *Science engineering ethics* 17. 217-232.
- Drew, C. (2018). Design for data ethics: Using service design approaches to operationalize ethical principles on four projects. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2128). doi:10.1098/rsta.2017.0353
- Fathi Vajargah K, Bazdar, M. (2021). What is Curriculum?. Mehraban Publications. Tehran. [in Persian]
- Fathi Vajargah, Kourosh (2016). Basic principles and concepts of new edition curriculum planning. Elme Ostadan Publications. [in Persian]
- Ferdman, A., & Ratti, E. (2024). What do we teach to engineering students: Embedded ethics, morality, and politics. *Science and Engineering Ethics*, 30(1), Article 7. <https://doi.org/10.1007/s11948-024-00469-1>

- Gernand.J.M, (2015), Educating engineering students on probabilistic risk: effects on the perception of ethics, professional responsibility, and personal agency, International Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE, Houston,Texas.
- Herkert, J. R. (2000). Engineering ethics education in the USA: content, pedagogy and curriculum. *European Journal of Engineering Education*, 25(4), 303-313. doi:10.1080/03043790050200340
- Hess, J. L., Strobel, J., & Brightman, A. O. (2017). The Development of Empathic Perspective-Taking in an Engineering Ethics Course. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 534-563. doi:10.1002/jee.20175
- Hardebolle, C., Héder, M., & Ramachandran, V. (2024). Engineering ethics education and artificial intelligence. In *The Routledge International Handbook of Engineering Ethics Education* (pp. 125–142). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003464259-9>
- Jiménez, P. P., Pascual, J., & Mejía, A. (2020). Educating engineers under a social justice perspective. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(3), 82-97. doi:10.3991/IJEP.V10I3.13673
- Jimerson, B. H., Park, E. H., Lohan, V. K., & Culve, S. M. (2013). *Enhancing engineering ethics curriculum by analyzing students' perception*.
- Jjuuko, R., Tukundane, C., & Zeelen, J. (2019). Exploring agricultural vocational pedagogy in Uganda: students' experiences. *International journal of training research*, 17(3), 238-251. <https://doi.org/10.1080/14480220.2019.1685161>
- Kim, D., Jesiek, B. K., & Howland, S. J. (2022). Senior engineering students' reflection on their learning of ethics and morality: A qualitative investigation of influences and lessons learned. *International Journal of Ethics Education*, 7(1), 171–199. <https://doi.org/10.1007/s40889-021-00123-2>
- Lail, B., Dragga, S., Williams, J., Small, N., Roof, D., & Lail, S. (2013). User-centered engineering ethics curricula. *IEEE Technology and Society Magazine*, 32(2), 59-65. doi:10.1109/MTS.2013.2259332
- Magarian, J. N., Feiler, J. M., McGonagle, L. D., Milligan, E., Rokosz, A., Schanne, E., Rahaman, R. S., & de Weck, O. L. (2024). Navigating the Mystery: An Approach for Integrating Experiential Learning in Ethics into an Engineering Leadership Program. 2024 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://doi.org/10.18260/1-2--47797>
- Maqsoom.A, Wazir.S, Choudhry.R, Thaheem.M, Zahoor.H (2020) Influence of perceived fairness on contractors potential to dispute: Moderating effect of engineering ethics, *Journal of construction engineering and management*,146(1),1-11.
- Mehr Mohammadi, Mahmoud (2016). *Curriculum: Perspectives, Approaches, and Perspectives*, Second Edition. Samt Publications. [in Persian]
- Nikolaidis, A. C., Beever, J., Kuebler, S. M., & Pinkert, L. A. (2024). From education to enculturation: Rethinking the development of ethical professionals in higher education. *International Journal of Ethics Education*, 9(2), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s40889-024-00194-0>
- Nudelman.G, English.J, (2019), Ethical dilemmas experienced by engineering students during their vacation work, *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 145(2), 1-8.
- Panahi, M., Chavan, P., Feijoo-Garcia, P., & Magana, A. J. (2026). A systematic literature review on hidden curricula in computing and engineering education. *European Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1080/03043797.2026.2647348>
- Passow.H, Passow.C (2017), What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review, *Journal of engineering education*, 106(3), 475-526.
- Payنده Najafabadi, Amir Teymour, Omidi Najafabadi, Maryam (2013) *Confirmative Structural Analysis*, Tehran, Shahid Beheshti University Press. [in Persian]

- Polmear, M. (2019) Faculty perspectives and practices related to engineering ethics and societal impacts education. [Dissertation] United States, Boulder, University of Colorado Department of Civil, Environmental, and Architectural Engineering.
- Raja Rosli, R. M. K., Zakaria, A. F., & Amodu, O. A. (2026). A systematic review of empirical research in engineering ethics education (2020–2025): Global trends, teaching practices, and challenges. *European Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1080/03043797.2026.2648688>
- Rea, S. C., Shiekh, K., Zhu, Q., & Nieusma, D. (2021). The Hidden Curriculum and the Professional Formation of Responsible Engineers: A Review of Relevant Literature in ASEE Conference Proceedings
- Rulifson, G., & Bielefeldt, A. R. (2019). Evolution of students' varied conceptualizations about socially responsible engineering: A four-year longitudinal study. *Science and Engineering Ethics*, 25(3), 939–974. <https://doi.org/10.1007/s11948-018-0042-4>
- Sellers, V., & Villanueva Alarcón, I. (2023). From Message to Strategy: A Pathways Approach to Characterize the Hidden Curriculum in Engineering Education. *Studies in Engineering Education*, 4(2), 176–200. DOI: 10.21061/see.113
- Shiekh, K., Nieusma, D., Zhu, Q., & Rea, S. C. (2023). How the hidden curriculum reveals the enculturation experience of underrepresented students in engineering. Virginia Tech. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10527953>
- Silva, G. S., Vasconcelos, P. N., & Zambroni de Souza, A. C. (2025). Ethics as transverse subject in engineering education: A review of current efforts. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 20, 57–66. <https://doi.org/10.1109/RITA.2025.3554596>
- Sunderland, M. E. (2019). Using student engagement to relocate ethics to the core of the engineering curriculum. *Science and Engineering Ethics*, 25(6), 1771–1788.
- Taebe, B., & Kastenbergh, W. E. (2019). Teaching Engineering Ethics to PhD Students: A Berkeley–Delft Initiative: Commentary on “Ethics Across the Curriculum: Prospects for Broader (and Deeper) Teaching and Learning in Research and Engineering Ethics”. *Science and Engineering Ethics*, 25(6), 1763–1770. doi:10.1007/s11948-016-9809-7
- Tormey, R., LeDuc, I., Isaac, S., Hardebolle, C., & Vonèche Cardia, I. (2015). *The formal and hidden curricula of ethics in engineering education*. Conference Paper retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84968813763&partnerID=40&md5=d2cc7e140beb103f74f49e0cdb5b4607>
- Troesch, V. (2015), What is it to be an ethical engineer? A phenomenological approach to engineering ethics pedagogy. [Dissertation] United States, Houghton, Michigan technological university.
- Yegane, Samane; Samadi, Parvin and Ahmadi, Parvin. (2020). Explain the process of the effectiveness of the hidden curriculum in shaping the professional ethics of engineering students. Master Thesis. Curriculum group. Faculty of Education and Psychology. Al-Zahra University. [in Persian]
- Yegane, S., samadi, P., ahmadi, P. (2021). Explain the process of the effectiveness of the hidden curriculum in shaping the professional ethics of engineering students. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, (), -. doi: 10.48301/kssa.2021.254374.1246 [in Persian]
- Zhu, Q., & Clancy, R. (2023). Constructing a role ethics approach to engineering ethics education. *Ethics and Education*, 18(3), 304–318. <https://doi.org/10.1080/17449642.2023.2249740>
- ABET. (2025). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2025–2026*. Engineering Accreditation Commission, ABET.
<http://www.asce.org>
<http://www.ieee.org>

<http://www.nae.org>
<http://www.nspe.org>

-
- National Society of Professional Engineers
 - American Society of Civil Engineering
 - iii Posner
 - iv Glathorn
 - Nelson
 - vi official Curriculum
 - vii Scrap Curriculum
 - viii Shadow/Underground Curriculum
 - ix Lived Curriculum
 - x Expected Curriculum
 - xi Concealed Curriculum
 - xii Interactive Curriculum
 - xiii Learned Curriculum
 - xiv Institutionalised /Transformative Curriculum
 - xv Eisner
 - xvi null Curriculum
 - xvii explicit Curriculum
 - xviii hidden Curriculum
 - xix Accreditation Board for Engineering and Technology
 - xx National Academy of Engineering
 - xxi Separated subject matter
 - xxii outside-the-discipline
 - xxiii Across-the-curriculum
 - xxiv Systematic review
 - xxv Ethics engineering
 - xxvi Thematic
 - xxvii Role models
 - xxviii Structural equation modeling
 - xxix challenge-based learning (CBL)
 - xxx co-creators (CC)