Journal of Theory & Practice in Curriculum

I.C.S.A.
Iranian Curriculum Studies Association

ISSN : 2345-4938
eISSN :2345-4938
Vol.23 (12); 2025
P: 177-196
https://www.jcstpicsa.ir

From Curriculum Document to Professional Competence: An Analysis of Science Curriculum Planning Features and Their Implications for Science Teacher Education

Seyed-e- Zahra Afshooni *

* Assistant Professor, Department of Science Education, Shahid Sherafat Farhangian Univercity Tehran, Iran

(Corresponding Author). Email: afshooni@gmail.com

Article Info Abstract

Article type:
Research Article

Key words:
science curriculum, teacher education, national curriculum, PCK, scientific skills

Article history:
Received : 29 Feb 2026

Accepted : 10 March 2026

The National Curriculum Document of Iran, as a key upstream policy of the educational system, defines the overarching orientations of curriculum planning and provides a basis for redefining teachers' professional competencies—particularly in science education. This study aimed to analyze the characteristics of science curriculum planning reflected in this document and to determine its implications for science teacher education. An exploratory mixed-methods design was employed. The qualitative phase involved document analysis of the National Curriculum Document, with data coded and categorized. The quantitative phase examined the extent to which the identified features corresponded with the perceptions of pre-service science teachers using a researcher-developed questionnaire. The sample included 120 pre-service science teachers and 200 secondary school students. Data were analyzed through descriptive statistics and a one-sample t-test. Instrument reliability was confirmed using Cronbach's alpha (0.843). Findings revealed that science curriculum planning in the National Curriculum Document emphasizes scientific literacy, positive scientific attitudes, and active learning within cognitive and affective domains. However, limitations were observed in skill-based components and in fostering teachers' practical competencies. Additionally, clarity of objectives, relevance to societal needs, interdisciplinary integration, development of scientific thinking, and competency-based assessment were identified as central elements of science curriculum planning. Overall, the results highlight the need to revise the science teacher education curriculum with a competency-based approach and stronger focus on developing teachers' professional competencies.

Cite this Article:

Afshooni,S. (2026). From Curriculum Document to Professional Competence: An Analysis of Science Curriculum Planning Features and Their Implications for Science Teacher Education. (e242651). Theory and Practice in the Curriculum,; 177-196, 13(24) e242651 doi: 10.22034/cstp.2026.578700.1143

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

Extended Abstract

Introduction

The National Curriculum Document of Iran represents one of the highest-level educational policy frameworks that shapes the philosophical foundations, general goals, organizational structure, and operational directions of the country's educational system. Among its essential functions is guiding curriculum planning for major subject areas, including science education. Science education, as outlined in global trends, has increasingly shifted from a content-driven discipline toward a competency-based one, emphasizing scientific literacy, problem-solving abilities, inquiry-based learning, and the integration of knowledge, skills, and attitudes. Consequently, the role of science teachers has expanded from transmitters of scientific knowledge to facilitators of learning processes that nurture scientific thinking and practical engagement with scientific phenomena.

Internationally, this shift has highlighted pedagogical content knowledge (PCK) as a core professional competency of science teachers, blending conceptual understanding with effective instructional strategies. In Iran, the National Curriculum Document sets forth values, orientations, and approaches aligned with learner-centered and competency-based education. However, the translation of these intentions into tangible curricular expectations for science teachers—and subsequently into teacher education programs—remains an area requiring systematic analysis.

The existing literature suggests that while the National Curriculum outlines objectives related to scientific literacy, scientific attitudes, and higher-order skills, the clarity and operationalization of these components for science teacher preparation are limited. Moreover, little empirical evidence exists about how pre-service science teachers perceive the alignment between the intended science curriculum and their own training. This gap underscores the need for research that connects macro-level curriculum policy with micro-level teacher education and classroom realities.

In response, the present study employs an exploratory mixed-methods design to investigate the features of science curriculum planning as reflected in the National Curriculum Document and to assess how these features are perceived by pre-service science teachers. Ultimately, the study aims to provide recommendations for revising and strengthening the science teacher education curriculum in ways that enhance professional competencies, especially in relation to PCK and practical skills.

Research Questions

The study seeks to answer the following questions:

1. What core features of science curriculum planning are articulated in the National Curriculum Document of Iran?
2. How do pre-service science teachers perceive the implementation and realization of these features in current science education practice?
3. What implications do these features and perceptions hold for designing or revising the science teacher education curriculum, especially in relation to professional competencies and pedagogical content knowledge?

Methods

This study adopted an **exploratory mixed-methods design**, beginning with qualitative analysis and followed by quantitative validation.

Qualitative Phase

Using directed content analysis, the National Curriculum Document—particularly sections related to values, general goals, specific subject-area orientations, content organization, teaching–learning strategies, and assessment frameworks—was examined to extract meaning units relevant to science education. These

units were coded inductively, categorized iteratively, and consolidated into central themes capturing the document's vision of science curriculum planning. Categories included goals and orientations of science education, content features, teaching–learning strategies, assessment principles, and required teacher competencies.

Quantitative Phase

Based on the qualitative findings, a researcher-developed questionnaire was constructed. Items were designed to reflect three major dimensions:

- scientific literacy and understanding,
- scientific attitudes and thinking, and
- scientific and practical skills (including components of teachers' practical competencies and PCK).

The instrument used a five-point Likert scale, and its content validity was confirmed by experts in curriculum studies and science education. Reliability testing yielded a Cronbach's alpha of **0.843**, indicating satisfactory internal consistency.

The quantitative sample included **120 pre-service science teachers** from teacher education programs and **200 secondary school students** in science classes. Students were included to triangulate perceptions about classroom realities and the extent to which science curriculum orientations were implemented in practice.

Data analysis included descriptive statistics (means, standard deviations, frequencies) and one-sample t-tests comparing mean responses with the scale midpoint, providing insight into participants' perceptions relative to expected norms.

Results

Qualitative Findings

Five major features of science curriculum planning emerged from the document analysis:

1. **Emphasis on Scientific Literacy:**

The document highlights the need for students to understand fundamental scientific concepts, apply them to daily life, and make informed decisions based on evidence.

2. **Development of Scientific Attitudes:**

These include curiosity, critical thinking, appreciation of scientific inquiry, openness to new ideas, and commitment to truth-seeking through evidence.

3. **Active and Inquiry-Based Learning Approaches:**

The document promotes problem-solving, hands-on experimentation, collaborative activities, and learner-centered methods.

4. **Societal Relevance and Interdisciplinary Integration:**

The curriculum is expected to address national issues such as environmental sustainability, technological advancement, and cultural context while linking science with other disciplines.

5. **Competency-Based Assessment:**

Assessment should evaluate not only scientific knowledge but also skills, attitudes, reasoning abilities, and application of concepts.

Despite these strengths, the document was less explicit about **teachers' practical competencies**, laboratory skills, assessment literacy, and PCK-related expectations, revealing a gap between broad orientations and concrete professional requirements.

Quantitative Findings

Pre-service teachers rated cognitive and value-oriented components relatively high, expressing strong agreement with the importance of scientific literacy, scientific attitudes, and active learning. However, items associated with practical skills—such as designing inquiry-based labs, conducting experimental

investigations, integrating real-life contexts, and implementing competency-based assessment—received noticeably lower scores.

One-sample t-test results showed that several practical skill items fell below the expected benchmark, indicating that these components were perceived as insufficiently supported in current programs. Students' responses further reinforced this gap, reporting limited exposure to inquiry-based activities and competency-oriented instruction in actual classrooms.

Together, the findings demonstrate a misalignment between the intentions articulated in the National Curriculum and the experiences of pre-service teachers and students.

Discussion

The convergence of qualitative and quantitative evidence points to a structural disjunction between the **intended curriculum** (as articulated in the National Curriculum Document) and the **enacted curriculum** in teacher education programs and schools. While the National Curriculum positions science education as competency-based, inquiry-driven, and aligned with scientific literacy, the actual preparation of science teachers appears more traditional and less practice-oriented.

This misalignment has implications for curriculum planning and teacher education. To meet the expectations of the National Curriculum, science teachers require strong grounding in:

- subject matter knowledge,
- pedagogical content knowledge (PCK),
- inquiry-based instructional design,
- classroom management of hands-on scientific activities,
- integration of real-world problems into learning, and
- competency-based assessment practices.

The study thus suggests several key directions for revising science teacher education:

1. Redesigning courses around explicit competency frameworks, linking curriculum policy with teacher learning outcomes.

2. Creating structured opportunities for pre-service teachers to design, implement, and evaluate inquiry-based lessons through microteaching, lab-based practicum, and reflective practice.

3. Embedding interdisciplinary and socio-scientific issues into teacher preparation to enhance relevance.

4. Strengthening assessment literacy, especially in evaluating students' scientific skills and reasoning.

5. Integrating PCK as a developmental trajectory, using iterative practice-based experiences.

In doing so, teacher education programs can serve as the vital bridge that ensures the vision of the National Curriculum becomes a lived reality in science classrooms.

Keywords: science curriculum; science teacher education; National Curriculum Document; scientific literacy; pedagogical content knowledge (PCK); inquiry-based teaching; competency-based assessment-.

ISSN :2345-4938
eISSN: 2783-0640

سال دوازدهم، شمارهٔ ۲۴ پاییز و زمستان ۱۴۰۳

۱۹۶-۱۷۷

https://www.jcstpicsa.ir

نظریه و عمل در برنامه درسی

انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

از سند برنامه درسی تا صلاحیت حرفه‌ای: تحلیل ویژگی‌های برنامه‌ریزی درسی آموزش علوم‌تجربی و دلالت‌های آن برای تربیتِ معلم علوم

سیده زهرا افشونی *

* استادیار گروه علوم‌تجربی، دانشگاه فرهنگیان ، شهید شرافت، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: afshooni@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی:

برنامه درسی علوم، تربیت معلم، سند برنامه درسی ملی، دانش محتوایی–پداگوژیکی، مهارت‌های علمی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۱۲/۱۹

چکیده

سند برنامه درسی ملی ایران به‌عنوان یکی از اسناد بالادستی نظام آموزشی، جهت‌گیری‌های کلان برنامه‌ریزی درسی را تبیین می‌کند و می‌تواند مبنایی برای بازتعریف صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان، به‌ویژه در حوزه آموزش علوم‌تجربی، فراهم آورد. پژوهش حاضر با هدف تحلیل ویژگی‌های برنامه‌ریزی درسی آموزش علوم‌تجربی در این سند و تبیین دلالت‌های آن برای برنامه درسی تربیت معلم علوم انجام شد. این مطالعه با رویکرد آمیخته اکتشافی انجام شد. در مرحله کیفی، داده‌ها از طریق تحلیل اسنادی سند برنامه درسی ملی استخراج، کدگذاری و مقوله‌بندی شد. در مرحله کمی، میزان انطباق یافته‌ها با ادراک دانشجو–معلمان علوم‌تجربی از طریق پرسشنامه محقق‌ساخته بررسی گردید. جامعه آماری شامل ۱۲۰ دانشجو–معلم علوم‌تجربی و ۲۰۰ دانش‌آموز دوره متوسطه بود. داده‌ها با آمار توصیفی و آزمون t تحلیل شد. پایایی ابزار با آلفای کرونباخ ۰.۸۴۳ تأیید گردید. نتایج نشان داد برنامه‌ریزی درسی آموزش علوم‌تجربی در سند ملی در ابعاد شناختی و نگرشی بر تقویت سواد علمی، نگرش علمی و یادگیری فعال تأکید دارد؛ اما در مؤلفه‌های مهارتی و توسعه صلاحیت‌های عملی معلم علوم کاستی‌هایی مشاهده شد. همچنین شفافیت اهداف، هم‌سویی با نیازهای جامعه، یکپارچگی میان‌رشته‌ای، پرورش تفکر علمی و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی به‌عنوان عناصر اصلی برنامه‌ریزی درسی علوم شناسایی گردید. یافته‌ها بر ضرورت بازنگری برنامه درسی تربیت معلم علوم‌تجربی با رویکرد مبتنی بر شایستگی و تقویت صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان تأکید دارد.

استناد به این مقاله:

افشونی،سیده زهرا . (۱۴۰۴). از سند برنامه درسی تا صلاحیت حرفه‌ای: تحلیل ویژگی‌های برنامه‌ریزی درسی آموزش علوم‌تجربی و دلالت‌های آن برای تربیتِ معلم علوم. (e242651). نظریه و عمل در برنامه درسی؛ ۱۹۶-۱۷۷، ۱۳(۲۴) doi: e242651 10.22034/cstp.2026.578700.1143

© انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

ناشر: انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

مقدمه

آموزش علوم‌تجربی در دوره متوسطه یکی از عرصه‌های راهبردی برای تحقق اهداف نظام‌های آموزشی در تربیت شهروندانی برخوردار از سواد علمی، توانایی حل مسئله و قدرت استدلال مبتنی بر شواهد به‌شمار می‌آید. در رویکردهای نوین آموزش علوم، تأکید صرف بر انتقال مفاهیم علمی، جای خود را به پرورش توانایی‌های شناختی و مهارتی داده است؛ به‌گونه‌ای که دانش‌آموزان بتوانند دانش علمی را در تبیین پدیده‌های طبیعی، تصمیم‌گیری‌های روزمره و مواجهه با مسائل اجتماعی و فناورانه به‌کار گیرند. در همین راستا، اسناد بین‌المللی آموزش علوم (ان. آر. سی[1]، ۲۰۱۲؛ اُ. ای. سی. دی[2]، ۲۰۱۹؛ اُبسرن[3]، ۲۰۱۴) بر توسعه «سواد علمی و فناورانه» به‌عنوان یکی از اهداف اصلی آموزش علوم تأکید دارند. سواد علمی و فناورانه به توانایی افراد در فهم مفاهیم علمی، درک ماهیت علم، تحلیل شواهد و مشارکت آگاهانه در مسائل مرتبط با علم و فناوری اشاره دارد.

در چنین چارچوبی، آموزش علوم دیگر صرفاً به انتقال اطلاعات علمی محدود نمی‌شود، بلکه بر مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرآیندهای علمی مانند مشاهده، طرح پرسش، فرضیه‌سازی، آزمایش، تفسیر داده‌ها و استدلال علمی تأکید دارد. این رویکرد که از آن با عنوان «رویکرد فرایندی در آموزش علوم» یاد می‌شود، یادگیری علوم را به تجربه‌ای فعال، اکتشافی و مبتنی بر حل مسئله تبدیل می‌کند. تحقق چنین رویکردی تا حد زیادی به نحوه طراحی تجربه‌های یادگیری، شیوه بازنمایی مفاهیم علمی و کیفیت تعاملات آموزشی در کلاس درس وابسته است؛ عواملی که در نهایت از طریق کنش حرفه‌ای معلمان در کلاس درس تحقق می‌یابد.

از منظر نظریه برنامه درسی، میان برنامه درسی «قصدشده»، «اجراشده» و «کسب‌شده» تمایز قائل می‌شوند (گودلند[4]، ۱۹۷۹؛ وندن آکر[5]، ۲۰۰۳). این تمایز نشان می‌دهد که برنامه درسی صرفاً یک سند رسمی یا مجموعه‌ای از اهداف مکتوب نیست، بلکه در فرآیند اجرا توسط معلمان تفسیر و بازساخت می‌شود. به بیان دیگر، برنامه درسی در عمل حاصل تعامل میان سیاست‌های کلان آموزشی، ساختارهای نهادی و دانش حرفه‌ای معلمان است. از این رو، کیفیت تحقق اهداف برنامه درسی در کلاس درس تا حد زیادی به دانش، نگرش‌ها و تصمیم‌های حرفه‌ای معلمان وابسته است.

در نظام آموزشی ایران نیز «سند برنامه درسی ملی» به‌عنوان چارچوب اصلی هدایت آموزش، بر پرورش شایستگی‌های پایه، تقویت تفکر علمی، یادگیری فعال و توسعه توانایی حل مسئله تأکید دارد (وزارت آموزش و پرورش[6]، ۲۰۲۱). با این حال، شواهد تجربی و گزارش‌های میدانی نشان می‌دهد که تحقق این اهداف در سطح کلاس‌های درس با چالش‌هایی همراه است و میان انتظارات تصریح‌شده در اسناد رسمی و شیوه‌های واقعی تدریس فاصله‌ای قابل توجه مشاهده می‌شود. پژوهش‌های تطبیقی نیز نشان داده‌اند که شکاف میان برنامه درسی قصدشده و برنامه درسی اجراشده اغلب با عواملی مانند کیفیت تربیت معلم، فرصت‌های رشد حرفه‌ای و سطح دانش تخصصی معلمان مرتبط است (فالکنر[7] و همکاران، ۲۰۱۹). در این میان، مفهوم دانش محتوایی ـ پداگوژیکی[8] جایگاهی محوری در تبیین کیفیت تدریس دارد. شالمان[9] (۱۹۸۶) با معرفی این مفهوم نشان داد که تدریس اثربخش، مستلزم نوعی دانش تلفیقی است که دانش محتوا، راهبردهای بازنمایی مفاهیم، شناخت دشواری‌های یادگیری دانش‌آموزان و درک بافت آموزشی را در هم می‌آمیزد. در سال‌های اخیر، مدل‌های جدید PCK این دانش را ساختاری پویا و زمینه‌مند معرفی کرده‌اند که در تعامل میان

[1] National Research Council (NRC)
[2] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
[3] Osborne
[4] Goodlad
[5] Van den Akker
[6] Ministry of Education
[7] Falkner
[8] Pedagogical Content Knowledge (PCK)
[9] Shulman

تجربه تدریس، تأمل حرفه‌ای و الزامات برنامه درسی شکل می‌گیرد (کارلسون و دهلر[10]، ۲۰۱۹؛ گس نیوسام[11]، ۲۰۱۵؛ کایند[12]، ۲۰۱۹؛ آمادور[13] و همکاران، ۲۰۲۲).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که انسجام یا گسستگی در ساختار PCK معلمان می‌تواند به‌طور مستقیم بر توانایی آنان در تبدیل مفاهیم علمی به تجربه‌های یادگیری معنادار برای دانش‌آموزان اثر بگذارد (هیوم، کوپر و بروسکی[14]، ۲۰۱۹؛ نیلسون و کارلسون[15]، ۲۰۱۹). با وجود گسترش ادبیات نظری درباره دانش محتوایی ـ پداگوژیکی و همچنین تأکید اسناد ملی بر ارتقای کیفیت آموزش علوم، هنوز نسبت میان الزامات «سند برنامه درسی ملی» و ساختار دانش محتوایی ـ پداگوژیکی معلمان علوم در بستر آموزش متوسطه ایران به‌طور نظام‌مند بررسی نشده است. به بیان دیگر، روشن نیست که مؤلفه‌های مورد انتظار در سند برنامه درسی ملی تا چه اندازه در دانش حرفه‌ای معلمان بازتاب یافته و چگونه در تصمیم‌های آموزشی و کنش‌های تدریسی آنان تجلی پیدا می‌کند. این خلأ پژوهشی از آن جهت اهمیت دارد که بدون درک سازوکارهای شناختی و حرفه‌ای معلمان در تفسیر و اجرای برنامه درسی، هرگونه اصلاح سیاستی یا بازنگری در برنامه‌های درسی ممکن است با خطر سطحی‌بودن یا عدم اثربخشی مواجه شود.

همان‌گونه که بویلت و ولمر[16] (۲۰۱۹) نشان می‌دهند، برنامه‌های درسیِ معاصر ناگزیرند به‌صورت پویا با تغییرات شتابان اجتماعی سازگار شوند و در نتیجه، توسعه سواد علمی و فناورانه به‌عنوان یک شایستگی کلیدی، باید در کانون طراحی و بازنگری برنامه‌های درسی علوم قرار گیرد. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی آن است که با تحلیل نسبت میان الزامات سند برنامه درسی ملی و دانش محتوایی ـ پداگوژیکی معلمان علوم در دوره متوسطه، سازوکارهای هم‌راستایی یا گسست میان سطح سیاست‌گذاری آموزشی و سطح اجرای برنامه درسی در کلاس درس را تبیین کند. نتایج این پژوهش می‌تواند ضمن غنی‌تر کردن ادبیات برنامه‌ریزی درسی در ایران، شواهدی برای بازاندیشی در سیاست‌گذاری‌های تربیت معلم و برنامه‌های توسعه حرفه‌ای معلمان علوم فراهم آورد. لازم به ذکر است که حوزه بررسی در این پژوهش، سند برنامه درسی ملی آموزش علوم در دوره عمومی است و اگرچه برخی مؤلفه‌ها با صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان علوم ارتباط دارد، اما بررسی تفصیلی سند برنامه درسی ملی تربیت‌معلم در دامنه پژوهش حاضر قرار نمی‌گیرد.

پیشینه پژوهش

پیشینه نظری و تجربی آموزش علوم نشان می‌دهد که تحقق اهداف برنامه درسی علوم تنها زمانی امکان‌پذیر است که ساختار دانش حرفه‌ای معلمان با رویکردهای نوین آموزش علوم و الزامات اسناد رسمی همسو باشد. ادبیات پژوهش در این حوزه را می‌توان در چهار محور اصلی دسته‌بندی کرد:

۱. آموزش علوم و توسعه سواد علمی فناورانه

در دو دهه اخیر ادبیات جهانی آموزش علوم، بر «توسعه سواد علمی و فناورانه» به‌عنوان هدف محوری برنامه‌های درسی تأکید کرده است (اُ. ای. سی. دی، ۲۰۱۹؛ بایبی[17]، ۲۰۱۵). سواد علمی و فناورانه شامل توانایی تحلیل شواهد، استدلال علمی، مشارکت آگاهانه در مسائل اجتماعی ـ علمی (SSI) و استفاده از دانش علمی برای تصمیم‌گیری در زندگی روزمره است. این رویکرد مستلزم

[10] Carlson & Daehler
[11] Gess-Newsome
[12] Kind
[13] Amador
[14] Hume, Cooper & Borowski
[15] Nilsson & Karlson
[16] Bouillet & Wollmer
[17] Bybee

آن است که آموزش علوم فراتر از انتقال مفاهیم باشد و فرصت‌هایی برای پرسشگری، مدل‌سازی، آزمایش، تفسیر داده‌ها و تحلیل پیامدهای فناورانه پدیده‌ها فراهم کند.

موسوی[18](۲۰۲۰) در یک مطالعه تطبیقی بر برنامه‌های درسی علوم تأکید می‌کند که تحقق اهداف کلانی همچون توسعه سواد علمی و فناورانه تنها زمانی ممکن است که برنامه درسی، هم‌زمان، چارچوبی روشن برای توانمندسازی معلمان ـ به‌ویژه در حوزه دانش محتوایی ـ پداگوژیکی (PCK) ـ فراهم سازد و میان اهداف تصریح‌شده در اسناد رسمی و فرصت‌های واقعی یادگیری در کلاس درس پیوند مؤثر برقرار کند.

نتایج تحلیل تطبیقی برنامه‌های درسی علوم نشان می‌دهد که تفاوت میان نظام‌های آموزشی موفق و کم‌ثمر، صرفاً در حجم محتوای علمی نیست، بلکه در نحوه سازمان‌دهی تجربه‌های یادگیری و انتظاراتی است که از معلمان برای هدایت این تجربه‌ها وجود دارد. بخش عمده‌ای از پژوهش‌های بین‌المللی نشان داده‌اند که میزان تحقق سواد علمی در کلاس‌های درس تا حد زیادی به توانایی معلمان در بازنمایی مفاهیم علمی، طراحی فعالیت‌های مبتنی بر شواهد و مدیریت بحث‌های علمی وابسته است (اُبسرن، ۲۰۱۴؛ سادلر[19]، (۲۰۱۱). بنابراین، توسعه این رویکرد مستقیماً نیازمند تقویت دانش محتوایی ـ پداگوژیکی معلمان علوم است. در مطالعات داخلی، بحث سواد علمی و فناورانه هنوز کمتر با PCK معلمان پیوند خورده و اغلب به سطح کلیات محدود مانده است؛ این خلأ یکی از شکاف‌های مهم پژوهش حاضر است.

۲. رویکرد فرایندی در آموزش علوم

ادبیات آموزش علوم تأکید می‌کند که یادگیری اصیل علوم، زمانی محقق می‌شود که دانش‌آموزان درگیر «فرآیندهای علمی» مانند مشاهده، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، آزمایش، مدل‌سازی و تفسیر داده‌ها شوند (ان. آر. سی، ۲۰۱۲). این رویکرد که در چارچوب «علم مبتنی بر شواهد» و «یادگیری اکتشافی» مطرح است، مستلزم آن است که معلم بتواند مفاهیم علمی را در قالب فعالیت‌های عملی، آزمایشگاهی و مسئله‌محور سازمان‌دهی کند. در چارچوب یادگیری مبتنی بر مسئله (PBL[20]) ـ رویکردی که بر حل مسائل واقعی با مشارکت فعال یادگیرندگان تأکید دارد (هولگارد، کولموس و وینتر[21]، ۲۰۲۰)ـ بیان می‌کنند که بازطراحی برنامه‌های درسی باید بر پایه تدوین نتایج یادگیری پیش‌رونده و هماهنگ با این رویکرد صورت گیرد.

در ایران نیز سند برنامه درسی ملی بر توسعه مهارت‌های فرایندی و ارتقای توانایی حل مسئله تأکید کرده است؛ با این حال، مطالعات موجود نشان می‌دهد که اجرای این رویکرد در کلاس‌های درس با محدودیت‌هایی روبه‌رو است، از جمله: کمبود منابع، زمان ناکافی، نبود الگوهای عملی برای طراحی فعالیت‌های فرایندی و ضعف دانش پداگوژیکی معلمان. بخش قابل توجهی از این چالش‌ها با ساختار PCK معلمان مرتبط است، زیرا توانایی تبدیل اهداف سند ملی به فعالیت‌های فرایندی یکی از اجزای اصلی PCK است. همچنین، نظریه «دانش محتوایی–پداگوژیکی» (PCK) شالمان (۱۹۸۶ و ۱۹۸۷) بر نقش معلم در تبدیل محتوا به فرایند یادگیری مؤثر تأکید می‌کند. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد کیفیت آموزش علوم به‌شدت وابسته به توانمندی معلمان در طراحی فعالیت‌های عملی و یادگیری مبتنی بر اکتشاف است (آکباس و باساران[22]، ۲۰۲۳؛ اُزتای[23]، ۲۰۲۳).

۳. دانش محتوایی – پداگوژیکی (PCK): رویکردها و تحولات

---

[18] Mousavi
[19] Sadler
[20] Problem-Based Learning
[21] Holgard, Kolmos & Winther
[22] Akbaş & Başaran
[23] oztay

بر اساس ادبیات تخصصی آموزش علوم، دانش محتوایی–پداگوژیکی (PCK) مجموعه‌ای چندبعدی از دانش حرفه‌ای معلم است که کیفیت تدریس را تعیین می‌کند. این چارچوب، تلفیقی از انواع دانش‌هایی است که معلمان برای طراحی و اجرای آموزش مؤثر به آن نیاز دارند. نخست، دانش محتوا[24] که به درک عمیق مفاهیم علمی و ساختار درونی حوزه موضوعی اشاره دارد. دوم، دانش برنامه درسی[25] که شامل آگاهی از اهداف، سازمان‌دهی و توالی موضوعات، و شیوه‌های رسمی تدوین‌شده در برنامه درسی است. سوم، دانش پداگوژی یا راهبردهای تدریس[26] که شیوه‌های ارائه محتوا، انتخاب روش‌های فعال یاددهی–یادگیری، و مدیریت فعالیت‌های کلاسی را در بر می‌گیرد. چهارم، دانش یادگیری دانش‌آموزان و دشواری‌های مفهومی[27] که به شناخت چگونگی یادگیری فراگیران، سوابق شناختی آنان، و خطاها و بدفهمی‌های رایج اشاره دارد. نهایتاً، دانش ارزشیابی و سنجش[28] که توانایی انتخاب، طراحی و تفسیر ابزارهای سنجش را برای ارزیابی یادگیری و بهبود فرایند تدریس فراهم می‌کند. ترکیب این عناصر، تصویری جامع از PCK ارائه می‌دهد و مبنای تحلیل کیفیت آموزش علوم و میزان تحقق اهداف برنامه درسی محسوب می‌شود.

تحقیقات اخیر در حوزه آموزش علوم، به‌ویژه در چارچوب «مدل اجماعی پالایش‌شده[29]»، بر این دیدگاه تأکید دارند که PCK ساختاری پویا، زمینه‌مند و قابل‌توسعه است؛ ساختاری که نه‌تنها از دانش‌های پایه معلم سرچشمه می‌گیرد، بلکه در فرایند تعامل مستمر با موقعیت‌های واقعی تدریس، بازاندیشی حرفه‌ای و کار با اسناد برنامه درسی رسمی شکل می‌گیرد و تکامل می‌یابد (کارلسون و داهلر، ۲۰۱۹). یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که هرگونه عدم انسجام یا ضعف در مؤلفه‌های PCK ـ مانند دانش برنامه درسی، دانش بازنمایی مفاهیم یا شناخت دشواری‌های یادگیری ــ می‌تواند به اجرای سطحی و غیربهینه برنامه درسی علوم بینجامد و فرصت‌های واقعی یادگیری دانش‌آموزان را محدود کند. با وجود این، در پژوهش‌های داخلی، تمرکز غالب بر شناسایی و طبقه‌بندی ابعاد PCK بوده است و کمتر بررسی شده که این دانش حرفه‌ای چگونه با انتظارات و الزامات سند ملی برنامه درسی علوم همسو می‌شود یا در چه بخش‌هایی دچار شکاف و ناهماهنگی است. این وضعیت، خلأیی پژوهشی را برجسته می‌سازد که لزوم تحلیل رابطه میان PCK معلمان و اجرای واقعی برنامه درسی علوم را بیش از پیش ضروری می‌کند.

۴. برنامه درسی ملی ایران و نقش معلمان علوم

سند برنامه درسی ملی ایران با تأکید بر توسعه شایستگی‌های کلیدی، یادگیری فعال، مهارت‌های فرایندی، پرسشگری، حل مسئله و تقویت سواد علمی، رویکردی مبتنی بر آموزش علمی معنادار و کاربردی ترسیم می‌کند. تحقق این رویکرد نیازمند آن است که معلمان علوم بتوانند اهداف کلان سند را به اهداف قابل اجرا و قابل سنجش ترجمه کنند، فعالیت‌های یادگیری فرایندی و مبتنی بر اکتشاف طراحی نمایند، میان مفاهیم علمی و موقعیت‌های زندگی واقعی پیوند برقرار کنند و از روش‌های ارزشیابی مبتنی بر شواهد و عملکرد بهره بگیرند. از این منظر، دانش محتوایی–پداگوژیکی (PCK) به‌عنوان حلقه واسط میان اسناد رسمی برنامه درسی و تدریس واقعی در کلاس درس عمل می‌کند و نقشی کلیدی در کیفیت اجرای برنامه درسی علوم دارد.

مرور ادبیات بین‌المللی نشان می‌دهد که پژوهشگران حوزه آموزش علوم، رابطه میان PCK و اجرای اثربخش رویکردهای نوین ـ مانند توسعه سواد علمی، پرورش مهارت‌های فرایندی و یادگیری مبتنی بر کشف ـ را بارها تأیید کرده‌اند. در مقابل، هرگونه ضعف یا ناهماهنگی در مؤلفه‌های PCK معلمان، به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند دانش برنامه درسی، دانش بازنمایی مفاهیم یا شناخت دشواری‌های یادگیری، می‌تواند اجرای برنامه درسی علوم را سطحی و محدود سازد. در ایران نیز هرچند سند برنامه درسی ملی اهدافی همسو با

[24] Content Knowledge (CK)
[25] Curricular Knowledge (CoK)
[26] (Pedagogical Knowledge: PK)
[27] (Learners' Knowledge (LK)
[28] (Assessment Knowledge (AK)
[29] Refined Consensus Model

اسناد بین‌المللی را دنبال می‌کند، اما هنوز به‌طور روشن مشخص نیست که این اهداف در کلاس‌های درس علوم تا چه اندازه محقق می‌شوند. علاوه بر این، بیشتر پژوهش‌های داخلی بر توصیف مؤلفه‌های PCK متمرکز بوده‌اند و کمتر به بررسی نسبت میان ساختار PCK معلمان و الزامات سند ملی برنامه درسی علوم پرداخته‌اند. تاکنون نیز مطالعه‌ای وجود ندارد که به‌طور مستقیم نشان دهد آیا PCK معلمان علوم با انتظارات سند ملی هم‌سو است یا در برخی ابعاد دچار شکاف و ناهماهنگی است. این خلأ پژوهشی، ضرورت تحلیل رابطه میان PCK و کیفیت اجرای برنامه درسی ملی را برجسته می‌کند.

در مطالعات داخلی نیز تحلیل برنامه‌ریزی درسی علوم نشان می‌دهد که اگرچه در اسناد رسمی آموزش علوم بر اهدافی همچون پرورش تفکر علمی و مهارت‌های علمی تأکید شده است، اما این اهداف در سطح طراحی آموزشی و عمل معلمان کمتر به‌صورت منسجم پیاده‌سازی شده‌اند. موسوی (۲۰۲۰) در تحلیل برنامه‌ریزی درسی علوم در ایران نشان می‌دهند که فاصله معناداری میان اهداف برنامه درسی مصوب و شیوه‌های اجرایی در کلاس‌های درس وجود دارد و نقش دانش محتوایی ـ پداگوژیکی معلمان در تحقق این اهداف به‌طور نظام‌مند مورد توجه قرار نگرفته است؛ امری که تحقق سواد علمی و فناورانه را با چالش مواجه می‌سازد.بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تحلیل رابطه میان مؤلفه‌های دانش محتوایی ـ پداگوژیکی معلمان علوم و الزامات سند برنامه درسی ملی در بستر واقعی کلاس درس و بررسی شکاف میان سطح سیاست‌گذاری و سطح اجرا صورت پذیرفته است.

روش

این پژوهش از نوع توصیفی–تحلیلی و با رویکرد آمیخته اکتشافی[۳۰] انجام شد. در مرحله کیفی، «سند برنامه درسی ملی آموزش‌وپرورش» به‌عنوان منبع اصلی داده مورد تحلیل اسنادی و تحلیل محتوای کیفی قرار گرفت. این سند که در ذیل سیاست‌ها و اصول کلانِ مندرج در سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش تدوین شده است، بر اساس مبانی نظری برنامه درسی علوم، مؤلفه‌های دانش محتوایی ـ پداگوژیکی (PCK) و استانداردهای بین‌المللی آموزش علوم کدگذاری شد. در این فرایند، مقوله‌های مرتبط با اهداف، محتوا، روش‌های یاددهی–یادگیری و ارزشیابی استخراج گردید.

فرایند پژوهش در دو مرحله زمانی انجام شد. مرحله تحلیل اسنادی و تحلیل محتوای سند برنامه درسی ملی آموزش علوم در بهار و تابستان ۱۴۰۴ انجام گرفت. همچنین مرحله گردآوری داده‌های پرسشنامه‌ای برای بخش کمی پژوهش در پاییز ۱۴۰۴ اجرا شد.

لازم به تأکید است که دامنه تحلیل کیفی در این پژوهش صرفاً سند برنامه درسی ملی آموزش علوم بوده است. هرچند اسناد دیگر از جمله سند تحول بنیادین به‌عنوان چارچوب جهت‌ساز در سطح کلان مورد لحاظ قرار دارند، اما سند برنامه درسی ملی تربیت‌معلم به‌دلیل تفاوت مأموریت، ساختار و موضوعیت، در دامنه تحلیل مستقیم این پژوهش قرار نداشته است.

در مرحله کمی، جامعه آماری شامل ۱۲۰ دانشجو–معلم علوم‌تجربی در شرف فارغ‌التحصیلی از دانشگاه فرهنگیان مرکز شهید شرافت تهران و ۲۰۰ دانش‌آموز دوره متوسطه منطقه ۳ تهران بود که تجربه مستقیم از برنامه‌های درسی علوم‌تجربی داشتند. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، در مجموع ۳۲۰ پرسشنامه معتبر گردآوری شد.

ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای بود که بر اساس یافته‌های مرحله کیفی، ادبیات پژوهش و استانداردهای بین‌المللی آموزش علوم تدوین شد. پرسشنامه شامل ۱۸ گویه بر مبنای مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت[۳۱] (از کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) بود و مطابق با سه بُعد کلیدی اهداف برنامه درسی علوم سامان‌دهی شد (جدول ۱):

[30] **Sequential Exploratory Mixed-Methods Design**
[31] Five-point Likert scale

۱. کسب دانش علمی (۶ گویه): سنجش میزان شفافیت اهداف، انسجام مفهومی، کفایت محتوای علمی و میزان انطباق آن با الزامات سند برنامه درسی ملی.
۲. حصول نگرش‌های مطلوب نسبت به علوم (۶ گویه): ارزیابی میزان علاقه، انگیزش، نگرش مثبت و گرایش به کنجکاوی علمی در میان دانش‌آموزان.
۳. توسعه مهارت‌های عملی و تفکر علمی (۶ گویه): بررسی فرصت‌های فراهم‌شده برای انجام فعالیت‌های عملی، آزمایشگاهی، حل مسئله و مشارکت در فعالیت‌های پژوهشی ساده.

این ساختار امکان داد تا میزان تحقق اهداف مورد انتظار برنامه درسی علوم در سه حوزه دانش، نگرش و مهارت، با دقت و انسجام روش‌شناختی مورد ارزیابی قرار گیرد.

جدول ۱. پرسشنامه تحقق اهداف برنامه درسی علوم‌تجربی

شماره گویه	بعد	متن گویه
۱	کسب دانش علمی	اهداف یادگیری درس علوم برای من روشن، مشخص و قابل فهم است.
۲	کسب دانش علمی	محتوای درس علوم از انسجام و ارتباط منطقی میان مفاهیم برخوردار است.
۳	کسب دانش علمی	محتوای کتاب‌های علوم با اهداف تعیین‌شده در برنامه درسی ملی هماهنگ است.
۴	کسب دانش علمی	توالی ارائه مفاهیم علمی در درس علوم مناسب و قابل پیگیری است.
۵	کسب دانش علمی	محتوای درس علوم با مسائل و موقعیت‌های واقعی زندگی روزمره ارتباط دارد.
۶	کسب دانش علمی	محتوای درس علوم در درک مفاهیم بنیادی و کلیدی علوم به من کمک می‌کند
۷	نگرش‌های مطلوب	آموزش علوم باعث افزایش علاقه من به یادگیری این درس شده است.
۸	نگرش‌های مطلوب	درس علوم حس کنجکاوی و پرسشگری علمی را در من تقویت می‌کند.
۹	نگرش‌های مطلوب	فعالیت‌های آموزشی درس علوم برای من جذاب و انگیزه‌ساز است.
۱۰	نگرش‌های مطلوب	یادگیری علوم نگرش مثبت‌تری نسبت به علم و فعالیت‌های علمی در من ایجاد کرده است.

شماره گویه	بعد	متن گویه
۱۱	نگرش‌های مطلوب	آموخته‌های درس علوم را در زندگی روزمره کاربردی و مفید می‌دانم.
۱۲	نگرش‌های مطلوب	آموزش علوم تمایل من به تفکر علمی و بررسی پدیده‌ها را افزایش می‌دهد.
۱۳	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	در کلاس علوم فرصت کافی برای انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی دارم .
۱۴	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	فعالیت‌های درس علوم مهارت من در حل مسائل علمی را تقویت می‌کند .
۱۵	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	مشاهده، آزمایش و کار عملی نقش مهمی در یادگیری من در درس علوم دارد.
۱۶	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	در فرایند آموزش علوم، فرصت انجام پژوهش‌ها و جست‌وجوهای ساده علمی وجود دارد .
۱۷	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	آموزش علوم به تقویت تفکر انتقادی، استدلالی و تحلیل من کمک می‌کند .
۱۸	مهارت‌های عملی و تفکر علمی	ارزشیابی درس علوم امکان نشان‌دادن توانایی‌های عملی و پژوهشی من را فراهم می‌کند.

- **مقیاس پاسخ‌دهی:** کاملاً مخالف (۱) | مخالف (۲) | نظری ندارم (۳) | موافق (۴) | کاملاً موافق (۵)

روایی و پایایی ابزار: روایی محتوایی پرسشنامه با بهره‌گیری از نظر ۵ نفر از متخصصان برنامه‌ریزی درسی و آموزش علوم و با توجه به شاخص‌های تناسب، شفافیت و پوشش ابعاد مورد نظر تأیید شد. بر اساس پیشنهاد داوران، برخی عبارات اصلاح و ابهامات احتمالی برطرف گردید. برای بررسی پایایی، پرسشنامه در یک مطالعه مقدماتی بر روی ۳۰ نفر از افراد جامعه مشابه اجرا شد و ضریب آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۰/۸۴۳ به‌دست آمد. ضرایب آلفا برای ابعاد «کسب دانش علمی»، «نگرش‌های مطلوب» و «مهارت‌های عملی و تفکر علمی» به‌ترتیب ۰/۸۱، ۰/۸۰ و ۷۸/۰۰/۷۸ بود که بیانگر پایایی قابل قبول ابزار است.

روش تحلیل داده‌ها: داده‌های کمی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل شدند. پس از بررسی نرمال‌بودن توزیع نمرات، از آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر) و آمار استنباطی شامل آزمون t تک‌نمونه‌ای (با مقدار ملاک ۳) برای بررسی میزان تحقق اهداف برنامه درسی در هر یک از ابعاد سه‌گانه استفاده شد. علاوه بر این، درصد پاسخ‌های «موافق» و «کاملاً موافق» برای هر گویه و برای هر بعد محاسبه شد تا تصویری روشن از وضعیت هر مولفه فراهم شود. در مرحله کیفی، از تحلیل محتوای استقرایی و تحلیل تطبیقی با استانداردهای بین‌المللی برای استخراج ویژگی‌های مطلوب برنامه‌ریزی درسی علوم و دلالت‌های آن برای تربیت معلم استفاده شد.

یافته‌ها

به‌منظور بررسی میزان تحقق اهداف برنامه‌های درسی علوم‌تجربی، داده‌های حاصل از پرسشنامه محقق‌ساخته در سه بعد «کسب دانش علمی»، «حصول نگرش‌های مطلوب» و «توسعه مهارت‌های عملی و تفکر علمی» تحلیل شد. نتایج آمار توصیفی و استنباطی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. آمار توصیفی و آزمون t تک‌نمونه‌ای (مقدار ملاک برای آزمون t=۳)

بعد	میانگین	انحراف معیار	مقدار (t)	سطح معناداری(p)	تفسیر
کسب دانش علمی	۳/۷۶	۰/۶۱	۱۳/۲۱	<۰/۰۰۱	بالاتر از حد متوسط
نگرش‌های مطلوب	۳/۵۹	۰/۶۷	۹/۸۴	<۰/۰۰۱	مطلوب
مهارت‌های عملی و تفکر علمی	۳/۴۱	۰/۷۲	۷/۵۶	<۰/۰۰۱	نسبتا مطلوب

نتایج آزمون t تک‌نمونه‌ای نشان داد که میانگین نمرات هر سه بعد به‌طور معناداری بالاتر از مقدار ملاک (۳) است که بیانگر ارزیابی مثبت پاسخ‌گویان از میزان تحقق اهداف برنامه‌های درسی علوم‌تجربی می‌باشد.

در بعد کسب دانش علمی، میانگین نمرات برابر با ۳/۷۶ و انحراف معیار ۰/۶۱ به‌دست آمد. نتایج آزمون t تک‌نمونه‌ای نشان داد که این مقدار به‌طور معناداری بالاتر از مقدار ملاک ۳ است:

$$t=۱۳/۱۳ \text{ و } p<۰/۰۰۱$$

این یافته نشان می‌دهد که از دیدگاه دانشجو - معلمان و دانش‌آموزان، برنامه‌های درسی علوم‌تجربی در انتقال مفاهیم علمی، انسجام محتوا و تحقق اهداف شناختی عملکرد مطلوبی داشته‌اند.

در بعد حصول نگرش‌های مطلوب نسبت به علم و یادگیری علوم، میانگین نمرات ۳/۵۹ با انحراف معیار ۰/۶۷ محاسبه شد. نتایج آزمون t تک‌نمونه‌ای نیز حاکی از تفاوت معنادار این میانگین با مقدار ملاک بود:

$$t=۹/۸۴ \text{ و } p<۰/۰۰۱$$

این نتیجه بیانگر آن است که برنامه‌های درسی مورد مطالعه تا حد قابل قبولی توانسته‌اند علاقه، انگیزه و نگرش مثبت فراگیران نسبت به یادگیری علوم‌تجربی را تقویت کنند.

در بعد توسعه مهارت‌های عملی و تفکر علمی، میانگین نمرات برابر با ۳/۴۱ و انحراف معیار ۰/۷۲ به‌دست آمد. آزمون t تک‌نمونه‌ای نشان داد که این میانگین نیز به‌طور معناداری بالاتر از مقدار ملاک ۳ است:

$$t=۷/۵۶ \text{ و } p<۰/۰۰۱$$

با این حال، مقدار میانگین این بعد در مقایسه با دو بعد دیگر پایین‌تر است که نشان می‌دهد تحقق اهداف مهارتی و تقویت تفکر علمی در برنامه‌های درسی علوم‌تجربی نیازمند توجه و تقویت بیشتری است.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر پاسخ‌ها، درصد فراوانی پاسخ‌های «موافق» و «کاملاً موافق» برای گویه‌های هر بعد محاسبه شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که به‌طور میانگین ۷۳ درصد از پاسخ‌گویان با گویه‌های مرتبط با «شفافیت اهداف آموزشی»، «انسجام محتوای درسی» و «ارتباط محتوا با زندگی واقعی» موافق یا کاملاً موافق بوده‌اند. در مقابل، درصد موافقت با گویه‌های مرتبط با «امکانات

آزمایشگاهی»، «زمان کافی برای اجرای فعالیت‌های عملی» و «فرصت تمرین مهارت‌های پژوهشی» کمتر و در حدود ۵۵ درصد گزارش شد.

جدول۳. درصد فراوانی پاسخ موافق/ کاملا موافق

بعد	حداقل درصد	حداکثر درصد	سطح تحقق	تفسیر
کسب دانش علمی	۶۸٪	۷۸٪	بالا	ارزیابی مطلوب نسبت به کیفیت محتوا و شفافیت اهداف
نگرش‌های مطلوب	۶۰٪	۷۲٪	نسبتاً بالا	ارزیابی مثبت از علاقه و انگیزش نسبت به علوم
مهارت‌های عملی و تفکر علمی	۴۸٪	۵۸٪	متوسط رو به پائین	رضایت متوسط؛ کمبود امکانات و زمان فعالیت عملی

در مجموع، یافته‌های کمی نشان می‌دهد که برنامه‌های درسی علوم‌تجربی از دیدگاه پاسخ‌گویان در تحقق اهداف شناختی و نگرشی موفق‌تر از اهداف مهارتی عمل کرده‌اند. این نتایج با یافته‌های حاصل از تحلیل اسنادی و مطالعات تطبیقی هم‌سو است و بر نقش شفافیت اهداف، یادگیری فعال، انعطاف‌پذیری برنامه درسی و ارزشیابی مستمر به‌عنوان ویژگی‌های کلیدی برنامه‌ریزی درسی مؤثر در آموزش علوم‌تجربی تأکید می‌کند.

بحث، نتیجه‌گیری و دلالت‌ها

هدف اصلی این پژوهش تحلیل ویژگی‌های برنامه‌ریزی درسی علوم‌تجربی و بررسی میزان تحقق اهداف آن از منظر دانش‌آموزان و دانشجو– معلمان بود. نتایج کمی پژوهش نشان داد که برنامه درسی علوم‌تجربی در دو بعد «کسب دانش علمی» و «نگرش‌های مطلوب نسبت به علوم» عملکرد نسبتاً مطلوبی دارد، در حالی‌که در بعد «مهارت‌ها و تفکر علمی» با چالش‌هایی روبه‌رو است (جدول‌های ۲ و ۳). با این حال، بررسی‌ها نشان می‌دهد که مجریان برنامه درسی غالباً بر اهداف شناختی تمرکز بیشتری دارند و مهارت‌های عملی و توانمندی‌های حرفه‌ای معلمان به اندازه کافی توسعه نیافته است (فتحی واجارگاه و شفیعی[۳۲]، ۲۰۰۸؛ شعبانی[۳۳]، ۲۰۱۹).

۱. تبیین نتایج بعد کسب دانش علمی

نتایج نشان داد میانگین این بعد بالاتر از سطح متوسط بوده و درصد قابل توجهی از پاسخ‌گویان با تحقق اهداف شناختی برنامه درسی موافق بوده‌اند. این یافته بیانگر آن است که مؤلفه‌هایی همچون شفافیت اهداف آموزشی، انسجام محتوای علمی و ارتباط مفاهیم با برنامه درسی ملی تا حد زیادی در برنامه درسی علوم‌تجربی محقق شده‌اند.

[32] Fathi Vajargah& Shafiei
[33] Shabani

این نتیجه با دیدگاه نظریه‌های یادگیری محتوامحور و پژوهش‌هایی مانند آکباس و باساران (۲۰۲۳) هم‌سو است که بر اهمیت سازمان‌دهی منطقی مفاهیم علمی در برنامه درسی علوم تأکید دارند. در چنین رویکردی، ساختار مفهومی منسجم می‌تواند درک عمیق‌تر مفاهیم علمی را تسهیل کند و پایه‌ای برای توسعه سواد علمی و فناورانه فراگیران فراهم آورد.

۲. تبیین نتایج بعد نگرش‌های مطلوب نسبت به علوم

یافته‌های پژوهش نشان داد که برنامه‌درسی علوم‌تجربی توانسته است نگرش‌های مثبت فراگیران نسبت به علم را تقویت کند. میانگین این بعد نیز بالاتر از سطح متوسط ارزیابی شد و درصد بالایی از پاسخ‌گویان بر نقش آموزش علوم در افزایش علاقه، انگیزش و کنجکاوی علمی تأکید داشتند. این یافته با اسناد بین‌المللی آموزش علوم از جمله NRC و OECD هم‌خوان است. در این اسناد، یکی از اهداف بنیادین آموزش علوم، تقویت هویت علمی و نگرش مثبت نسبت به علم در فراگیران معرفی شده است. ایجاد چنین نگرشی می‌تواند زمینه‌ساز مشارکت فعال‌تر دانش‌آموزان در یادگیری علمی و تقویت سواد علمی آنان در جامعه معاصر باشد.

۳. چالش در توسعه مهارت‌های عملی و تفکر علمی

در حالی‌که میانگین بعد مهارت‌ها نیز اندکی بالاتر از حد متوسط بود، اما فاصله آن با دو بعد دیگر نشان‌دهنده ضعف نسبی در تحقق اهداف مهارتی برنامه درسی علوم‌تجربی است. یافته‌ها نشان می‌دهد که فرصت‌های کافی برای فعالیت‌های آزمایشگاهی، پژوهش‌محور و مبتنی بر حل مسئله در کلاس‌های علوم فراهم نیست.

این نتیجه با بسیاری از گزارش‌های پژوهشی در حوزه آموزش علوم هم‌خوانی دارد که به عواملی مانند کمبود تجهیزات آزمایشگاهی، تراکم کلاس‌ها، محدودیت زمان آموزشی و ضعف در طراحی فعالیت‌های عملی اشاره کرده‌اند. در نتیجه، یادگیری علوم در بسیاری از موارد بیشتر به انتقال دانش نظری محدود می‌شود و فرصت‌های یادگیری فرایندمحور کمتر فراهم می‌شود. برنامه تربیت معلم علوم باید بازطراحی شود تا معلمان آینده در طراحی آزمایش، هدایت فعالیت‌های پژوهشی و استفاده از راهبردهای یادگیری فعال توانمند شوند.

این مسئله ارتباط نزدیکی با مفهوم دانش محتوایی–پداگوژیکی (PCK) مطرح‌شده توسط شالمان (۱۹۸۷) دارد. بر اساس این نظریه، تدریس مؤثر علوم مستلزم آن است که معلم علاوه بر تسلط بر محتوای علمی، توانایی طراحی فعالیت‌های یادگیری، هدایت آزمایش‌ها و مدیریت فرایندهای پژوهشی در کلاس را داشته باشد. اگر این توانمندی‌ها در برنامه‌های تربیت معلم به‌طور کافی تقویت نشوند، تحقق اهداف مهارتی برنامه درسی نیز با محدودیت مواجه خواهد شد.

در مجموع، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که برنامه درسی علوم‌تجربی در سطح مدرسه‌ای بیشتر بر انتقال دانش علمی و تقویت نگرش‌های مثبت تمرکز داشته است، در حالی‌که توسعه مهارت‌های عملی، پژوهشی و فرایندهای علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این عدم توازن نشان‌دهنده فاصله میان اهداف اعلام‌شده در اسناد برنامه درسی و شیوه اجرای آن در عمل است. در نهایت، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که برای تحقق کامل اهداف آموزش علوم، لازم است برنامه درسی از رویکرد صرفاً انتقال دانش فاصله گرفته و به سمت یادگیری فعال، فرایندمحور و مبتنی بر اکتشاف حرکت کند. تحقق چنین رویکردی نیازمند اصلاحاتی در برنامه درسی، منابع آموزشی و برنامه‌های تربیت معلم است.

دلالت‌ها برای برنامه‌ریزی درسی و تربیت معلم

یافته‌های این پژوهش چند دلالت مهم برای بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس و برنامه‌های تربیت معلم دارد:
نخست، برنامه‌های تربیت معلم علوم باید توجه بیشتری به آموزش مهارت‌های عملی، آزمایشگاهی و طراحی فعالیت‌های پژوهش‌محور داشته باشند. تقویت این مهارت‌ها می‌تواند توانایی معلمان آینده را در اجرای رویکردهای فعال یادگیری افزایش دهد. در بعد نگرش‌ها،

هم‌سویی با اهداف بین‌المللی و سند ملی مشهود است؛ اما در بعد مهارتی، شکاف میان سیاست و عمل وجود دارد. مطابق نظریه PCK شالمان، کیفیت فعالیت‌های عملی در کلاس به مهارت‌های معلم در طراحی تجربه‌های یادگیری بستگی دارد، و این حوزه در تربیت معلم علوم در ایران تقویت نشده است.

دوم، بازنگری در راهنمای معلم علوم با تاکید بر فعالیتهای عملی و استقرایی، ضروری به نظر می‌رسد. این منابع باید نمونه‌های بیشتری از فعالیت‌های آزمایشگاهی، پروژه‌های علمی و روش‌های تدریس مبتنی بر اکتشاف ارائه دهند.

سوم، فراهم‌سازی امکانات آزمایشگاهی و تجهیزات آموزشی مناسب در مدارس نقش مهمی در تحقق اهداف مهارتی آموزش علوم دارد. بدون چنین زیرساخت‌هایی، اجرای فعالیت‌های عملی در کلاس با محدودیت‌های جدی مواجه خواهد شد.

چهارم، لازم است برنامه‌های کارورزی دانشجو– معلمان علوم به‌گونه‌ای طراحی شوند که فرصت تجربه واقعی تدریس مبتنی بر آزمایش، پروژه و حل مسئله را برای آنان فراهم کنند.

پنجم، در نظام ارزشیابی آموزش علوم باید توجه بیشتری به ارزشیابی عملکردی معطوف شود؛ به‌گونه‌ای که علاوه بر دانش نظری، مهارت‌های عملی و فرایندهای علمی فراگیران نیز سنجیده شوند.

ششم، طراحی مداخلات آموزشی برای توانمندسازی معلمان در حوزه «دانش محتوایی–پداگوژیکی» (PCK) مورد توجه قرار گیرد.

هفتم، بازنگری در محتوای کتاب‌های درسی برای افزایش فرصت‌های «دانش‌آموزمحور» و «یادگیری مبتنی بر اکتشاف» مد نظر قرار گیرد.

پیشنهادات

بر اساس نتایج این پژوهش و تحلیل داده‌ها، برای ارتقای کیفیت برنامه درسی علوم‌تجربی و تربیت معلم، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱. توانمندسازی معلمان و توسعه PCK:

- برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های عملی برای معلمان با تمرکز بر مهارت‌های تدریس فعال، یادگیری مبتنی بر پروژه و پژوهش‌محور.
- ارتقای دانش محتوایی-پداگوژیکی (PCK) معلمان برای انتقال مؤثر مفاهیم علمی و طراحی فعالیت‌های عملی و خلاقانه در کلاس درس (دارلینگ هاموند[۳۴]، ۲۰۱۷).

۲. بازنگری و اصلاح برنامه درسی ملی:

- افزایش انعطاف‌پذیری محتوا و اهداف آموزشی با توجه به تفاوت‌های فردی و نیازهای متنوع دانش‌آموزان.
- تقویت یکپارچگی میان‌رشته‌ای علوم و تمرکز بر مهارت‌های زندگی و حل مسئله (ویگینز و مک تای[۳۵]، ۲۰۰۵).
- ایجاد توازن میان اهداف شناختی، مهارتی و نگرشی برای تحقق کامل اهداف سند ملی.

۳. توسعه یادگیری فعال و تجربه‌محور:

- گنجاندن فعالیت‌های عملی، آزمایشگاهی و پروژه‌های پژوهشی در برنامه‌های درسی به منظور تقویت مهارت‌های علمی و تفکر انتقادی دانش‌آموزان.

[34] Darling-Hammond
[35] Wiggins & McTighe

- تشویق دانش‌آموزان به یادگیری خود هدایت‌شده، کار تیمی و حل مسئله در موقعیت‌های واقعی.

۴. ارزیابی و پایش مستمر:

- طراحی ابزارهای ارزشیابی مبتنی بر شایستگی و عملکرد واقعی دانش‌آموزان، شامل خودارزیابی، ارزیابی همتا و پروژه‌های عملی.
- انجام پژوهش‌های عملیاتی برای سنجش اثربخشی تغییرات برنامه درسی و بهبود مستمر کیفیت آموزش.

۵. ارتباط با جامعه و بازار کار:

- هم‌سویی برنامه‌های درسی با نیازهای جامعه و توسعه مهارت‌های کاربردی دانش‌آموزان برای ورود موفق به بازار کار و زندگی اجتماعی.
- ارائه نمونه فعالیت‌ها و تجربه‌های عملی واقعی در کلاس درس به منظور تربیت دانش‌آموزانی خلاق، توانمند و پاسخگو به نیازهای جامعه.

پیشنهادها برای پژوهش‌های آینده

بر اساس یافته‌های این پژوهش، چند پیشنهاد برای مطالعات آینده ارائه می‌شود:

- بررسی رابطه بین کیفیت تدریس معلمان علوم و میزان تحقق اهداف سه‌بعدی آموزش علوم.
- انجام مطالعات مقایسه‌ای بین مدارس مختلف (دولتی، غیردولتی، شهری و روستایی) برای شناسایی عوامل مؤثر بر تفاوت در توسعه مهارت‌های علمی.
- بررسی اثربخشی برنامه‌های کارورزی و دوره‌های مهارت‌آموزی در تربیت معلم علوم.
- مطالعه نقش زیرساخت‌های آزمایشگاهی مدارس در تحقق اهداف مهارتی برنامه درسی علوم.

References

Akbaş, A., & Başaran, B. (2023). Enhancing pre-service science teachers' PCK through backward design and reflective practice. *Journal of Science Teacher Education,* 34(2), 145–165. https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2189154

Amador, J. M., Park Rogers, M. A., Hudson, R. A., Phillips, A., Carter, I., Galindo, E., & Akerson, V. L. (2022). Novice teachers' pedagogical content knowledge for planning and implementing mathematics and science lessons. *Teaching and Teacher Education, 115*, 103736. https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103736

Bouillet, B., & Wollmer, R. (2019). *Curriculum adaptation to societal changes.* International Journal of Educational Development, 68, 102–113. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2019.05.004

Bybee, R. W. (2015). Scientific literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 944–947). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_281

Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. *Science Education*, *103*(1), 77–99. https://doi.org/10.1002/sce.21452

Darling-Hammond, L. (2017). Teacher education around the world: What can we learn from international practice? *European Journal of Teacher Education,* 40(3), 291–309. https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1315399

Falkner, K., Sentance, S., Vivian, R., Barksdale, S., Busuttil, L., Cole, E., Liebe, C., Maiorana, F., McGill, M. M., & Quille, K. (2019). *An international comparison of K-12 computer science education intended and enacted curricula*. In *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1–10). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3364510.3364517NRC

Falkner, K., Vivian, R., & Falkner, N. (2019). Aligning intended and enacted curriculum in computing education. *Computer Science Education*, *29*(4), 1–25. https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1610455

Fathi Vajargah, K., & Shafiei, N. (2008). Quality evaluation of university curricula (A case study of the adult education curriculum). *Journal of Curriculum Studies*, 1(26), 1–20. [in Persian].

Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). Routledge. https://doi.org/10.1007/s10972-015-9423-3

Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum inquiry: The study of curriculum practice*. McGraw-Hill.

Holgard, J, E. Kolmos, A. Winther, M. (2020), Designing Progressive Intended Learning Outcomes for PBL: A Workshop Format for Curriculum Redesign. *8th International Research Symposium on PBL (IRSPBL)*, 331-34.

Hume, A., Berry, A., & Loughran, J. (2019). Developing science teachers' PCK through curriculum analysis and reflection. *Teaching and Teacher Education, 86*, 102902. https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102902

Hume, A., Cooper, R., & Borowski, A. (2019). Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science. *Research in Science Education, 49*(3), 1–22. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9656-4

Kind, V. (2019). PCK in science teacher education: A critical review of the research literature. *Studies in Science Education,* 55(1), 41–80. https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1588694

Kind, V. (2019). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education,* 55(1), 1–41. https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1597035

Ministry of Education. (2021). National curriculum document for experimental sciences. Tehran: Curriculum Planning Center. [in Persian]

Mousavi, S. (2020). Comparative analysis of science curricula: Implications for teacher education. *Journal of Curriculum Studies,* 52(5), 678–698. https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1765693

National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165

Nilsson, P., & Karlsson, G. (2019). Capturing PCK in practice: A challenge for science teacher education. *Journal of Science Education and Technology*, *28*(3), 1–15. https://doi.org/10.1007/s10956-019-09783-1

OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177–196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Oztay, F. (2023). Developing subject-specific PCK in chemistry teachers: CoRe implementation in pre-service education. *Chemistry Education Research and Practice,* 24(2), 215–234. https://doi.org/10.1039/d2rp00159d

Sadler, T. D. (Ed.). (2011). Socio-scientific issues in the classroom*: Teaching, learning and research*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-5

Shabani, H. (2019). Educational skills (Methods and techniques of teaching). Tehran: Organization for Researching and Compiling University Humanities Textbooks (SAMT), Center for Research and Development of Humanities Education. [in Persian].

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, **57***(1), 1–22. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411

Van den Akker, J. (2003). Curriculum perspectives: An introduction. In J. Van den Akker et al. (Eds.), Curriculum landscapes and trends (pp. 1–10). Springer.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). Understanding by design (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). ISBN 978-1-4166-0035-0