

व्यावसायिक रसायन विज्ञान: उद्योग पाठ्यक्रम के लिए एक
कौशल-आधारित दृष्टिकोण
Vocational Chemistry: A Skill-Based Approach for Industry Curriculum

डॉ हिमानी वार्ष्णेय^{1*} एवं डॉ वर्षा यादव²

Dr. Himani Varshney^{1*} and Dr. Varsha Yadav²

¹Faculty of Applied Sciences and Humanities, Shri Vishwakarma Skill University,
Palwal, Haryana, India

²Central Institute of Educational Technology,
National Council of Educational Research and Training, New Delhi, India

himanivarshney@svsu.ac.in, varshayadav616@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22860418>

सारांश

व्यावसायिक रसायन विज्ञान आधुनिक उद्योगों की उभरती जरूरतों के अनुरूप व्यावहारिक, क्रियाशील दक्षताओं पर जोर देता है। पारंपरिक अकादमिक रसायन विज्ञान, जोकि मुख्य रूप से सैद्धांतिक रूपरेखा पर केंद्रित होती है: के विपरीत यह कौशल-उन्मुख दृष्टिकोण विनिर्माण उद्योग, फार्मास्यूटिकल्स, पर्यावरण प्रबंधन, सामग्री प्रसंस्करण और सतत ऊर्जा (सस्टेनेबल एनर्जी) और नैनो प्रौद्योगिकी जैसे उभरते क्षेत्रों में उद्योग-संचालित प्रथाओं के साथ अनुप्रयुक्त रासायनिक ज्ञान को एकीकृत करता है। पाठ्यक्रम को प्रयोगशाला दक्षता, सुरक्षा मानकों के अनुपालन, तथा उन्नत उपकरण तकनीकों (स्पेक्ट्रोस्कोपी, वर्णलेखन और प्रक्रिया स्वचालन सहित) में विशेषज्ञता को मजबूत करके उद्योग-दक्ष पेशेवरों को तैयार करने के लिए डिजाइन किया गया है। इसके अलावा, यह समस्या-समाधान, महत्वपूर्ण सोच और अनुकूलनशीलता को बढ़ावा देता है – ये कौशल उद्योग 4.0 वातावरण में आवश्यक हैं, जहां डिजिटल उपकरण, हरित रसायन और स्थिरता एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। अंततः यह निष्कर्ष निकाला गया है कि व्यावसायिक रसायन विज्ञान, शैक्षणिक शिक्षा और औद्योगिक अनुप्रयोग के बीच की खाई को पाटकर, शिक्षार्थियों को तकनीकी दक्षता और भविष्य के लिए तैयार क्षमताओं से सुसज्जित करता है।

Abstract

Vocational Chemistry emphasizes practical, functional competencies aligned with the emerging needs of modern industries. Unlike traditional academic chemistry, which primarily focuses on theoretical frameworks, this skill-oriented approach integrates applied chemical knowledge with industry-driven practices in manufacturing industries, pharmaceuticals, environmental management, material processing, and emerging fields such as sustainable energy and nanotechnology. The curriculum is designed to develop industry-ready professionals by strengthening laboratory proficiency, adherence to safety standards, and expertise in advanced instrumental techniques, including spectroscopy, chromatography, and process automation. Furthermore, it fosters problem-solving, critical thinking, and adaptability-skills that are essential in an Industry 4.0 environment, where digital tools, green chemistry, and sustainability play a crucial role. Ultimately, vocational chemistry bridges the gap between academic education and industrial application, equipping learners with technical competence and future-ready capabilities.

मुख्य शब्द: व्यावसायिक रसायन विज्ञान, कौशल-आधारित शिक्षा, प्रयोगशाला दक्षता, स्पेक्ट्रोस्कोपी और वर्णलेखन, समस्या-समाधान कौशल, उद्योग-अकादमिक अंतर, भविष्य के लिए तैयार कार्यबल

Key words: Vocational Chemistry, skill-based education, laboratory proficiency, spectroscopy and chromatography, problem-solving skills, industry-academia gap, future-ready workforce

परिचय

इंडस्ट्री 4.0 के युग में शिक्षा को उद्योग और प्रौद्योगिकी की तेजी से बदलती आवश्यकताओं के अनुसार ढालना आवश्यक है [1,2]। पारंपरिक रसायन शिक्षा अधिकांशतः सैद्धांतिक रहती है, जिसमें अनुप्रयोगों की अपेक्षा अवधारणाओं पर अधिक जोर दिया जाता है। किंतु, औषधि उद्योग, पेट्रोकेमिकल्स, खाद्य प्रौद्योगिकी और पदार्थ विज्ञान जैसे क्षेत्रों में कार्यरत उद्योगों को ऐसे स्नातकों की आवश्यकता है जिनके पास ज्ञान के साथ-साथ व्यावहारिक कौशल भी हो।

शैक्षणिक ज्ञान और औद्योगिक आवश्यकताओं के बीच की खाई छात्रों की रोजगार क्षमता को सीमित करती है [3]। इस संदर्भ में व्यावसायिक रसायन विज्ञान, अपने कौशल-आधारित एवं व्यावहारिक प्रशिक्षण पर बल देते हुए, छात्रों को उद्योग-उन्मुख भूमिकाओं के लिए तैयार करता है [4]।

परंपरागत रसायनशास्त्र पाठ्यक्रम प्रायः सैद्धांतिक ज्ञान पर ही अधिक बल देते हैं, जिससे विद्यार्थियों की कक्षा से बाहर अवधारणाओं को लागू करने की क्षमता सीमित रह जाती है। हाल के शोध यह दर्शाते हैं कि शिक्षा का रुझान अब कौशल-आधारित पद्धति की ओर बढ़ रहा है, जहाँ विद्यार्थी 'करके सीखने' पर ध्यान केंद्रित करते हैं। उदाहरण स्वरूप, "केमो-आंत्रप्रेन्योरशिप" पर किए गए एक अध्ययन में पाया गया कि घरेलू उत्पाद बनाने पर आधारित पाठ्यक्रम ने पारंपरिक, प्रायोगिक-आधारित शिक्षण की तुलना में विद्यार्थियों के व्यावसायिक कौशल और अधिगम परिणामों में उल्लेखनीय सुधार किया [5,6]। यह दृष्टिकोण रासायनिक ज्ञान को उसकी व्यावहारिक उपयोगिता और व्यावसायिक संभावनाओं से प्रत्यक्ष रूप से जोड़ता है।

उद्देश्य

1. सैद्धांतिक और व्यावहारिक ज्ञान के बीच की खाई को पाटने में व्यावसायिक रसायन विज्ञान की भूमिका स्पष्ट करना तथा वर्तमान चुनौतियों की पहचान कर समाधान प्रस्तुत करना [3,4]।

2. इंडस्ट्री 4.0 की आवश्यकताओं के अनुरूप कौशल-आधारित रसायन पाठ्यक्रम तैयार करना तथा ऐसी शिक्षण पद्धतियों का विश्लेषण करना जो रोजगार क्षमता और नवाचार को बढ़ावा दें।

विश्लेषण और अवलोकन

1. **व्यावसायिक रसायन विज्ञान की भूमिका:** व्यावसायिक रसायन विज्ञान का उद्देश्य छात्रों को अनुप्रयोग-उन्मुख और व्यावहारिक बनाना है, जिसमें वे विश्लेषणात्मक तकनीक, उपकरणों का उपयोग, प्रक्रिया अनुकूलन और सुरक्षा प्रोटोकॉल जैसे कौशल सीखते हैं [7,8]। *(चार्ट अगले पृष्ठ पर)

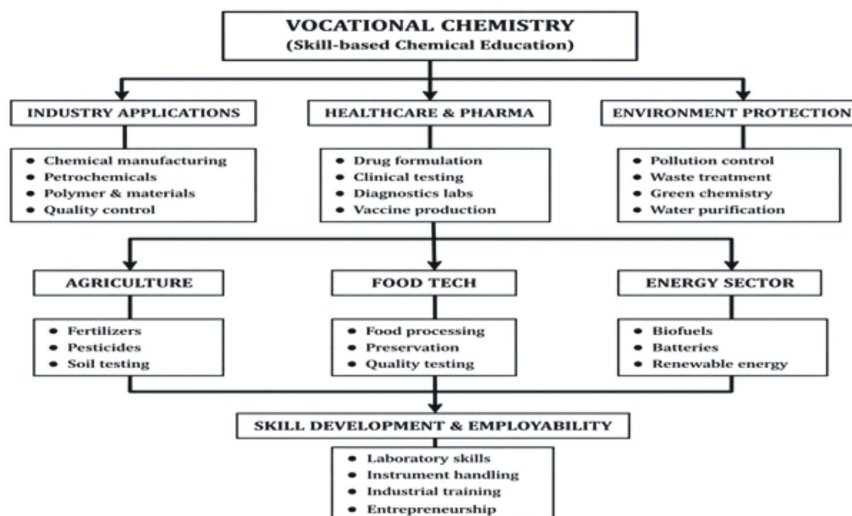
2. **उद्योग-संबंधी अनुप्रयोग:** स्पेक्ट्रोस्कोपी, वर्णलेखन, हरित रसायन, बहुलक, औषधि निर्माण और नैनोमटेरियल्स में प्रशिक्षण रोजगार क्षमता को सीधे बढ़ाता है [7,8]।

3. **कौशल विकास और शिक्षण दृष्टिकोण:** प्रोजेक्ट-आधारित शिक्षा, समस्या समाधान, आलोचनात्मक चिंतन और केस स्टडीज से शिक्षा अधिक प्रभावी होती है [9]। उद्योग से जुड़ी इंटरशिप छात्रों को वास्तविक अनुभव प्रदान करती है [10,11,12,13]।

4. **वर्तमान चुनौतियाँ:** उद्योग की आवश्यकताओं के अनुरूप पाठ्यक्रम का अभाव

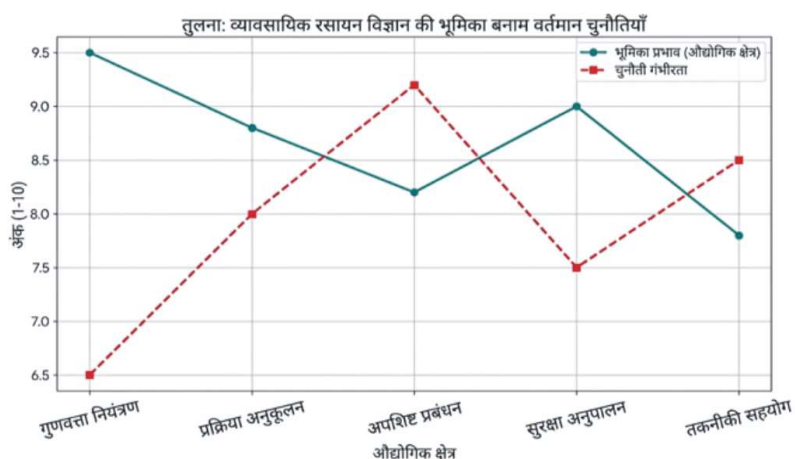
- उन्नत प्रयोगशाला उपकरणों की कमी।
- आधुनिक तकनीकों में अध्यापकों का अपर्याप्त प्रशिक्षण।
- सैद्धांतिक गहराई और व्यावसायिक कौशल के बीच संतुलन की चुनौती।

*



तुलनात्मक अवलोकन

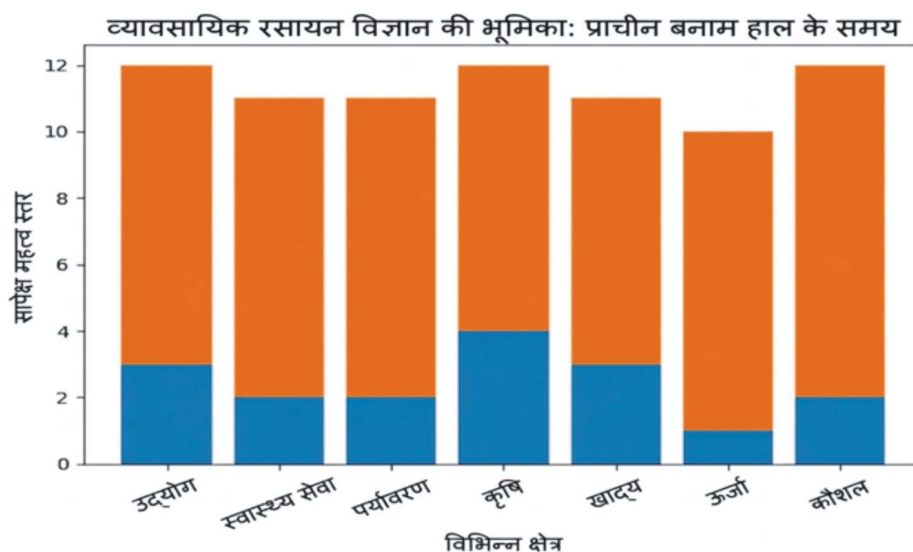
श्रेणी (Category)	व्यावसायिक रसायन विज्ञान की भूमिका (Role of Vocational Chemistry)	वर्तमान चुनौतियाँ (Current Challenges)
मुख्य फोकस (Primary Focus)	व्यावहारिक अनुप्रयोग, गुणवत्ता नियंत्रण (QC), और सुरक्षा।	आधुनिकीकरण, वित्तपोषण (funding), और कौशल संरक्षण।
प्रभाव/गंभीरता (Impact/Severity)	दैनिक आद्योगिक संचालन और आउटपुट गुणवत्ता पर उच्च प्रभाव।	कुशल कार्यबल की वृद्धि में बाधा डालने वाली उच्च गंभीरता।
प्रमुख तत्व (Key Elements)	प्रक्रिया अनुकूलन Process optimization), अपशिष्ट प्रबंधन, और लैब सहायता।	पुराने उपकरण, उद्योग अकादमिक अंतर, और तीव्र तकनीकी बदलाव।



5. समाधान के रूप में व्यावसायिक रसायन विज्ञान: आधुनिक उपकरणों, औद्योगिक केस स्टडीज और कौशल-विकास कार्यशालाओं को पाठ्यक्रम में सम्मिलित कर, व्यावसायिक रसायन विज्ञान एक भविष्य-तैयार कार्यबल तैयार कर सकता है [14,15,16,17]।

6. व्यावसायिक रसायन विज्ञान की भूमिका: प्राचीन बनाम आधुनिक समय:

श्रेणी	प्राचीन समय (नीला)	आधुनिक समय (नारंगी)	कुल महत्व स्तर
उद्योग (Industry)	3	9	12
स्वास्थ्य सेवा (Health Care)	2	9	11
पर्यावरण (Environment)	2	9	11
कृषि (Agriculture)	4	8	12
खाद्य (Food)	3	8	11
ऊर्जा (Energy)	1	9	10
कौशल (Skills)	2	10	12



निष्कर्ष

व्यावसायिक रसायन विज्ञान, शिक्षा का एक परिवर्तनकारी दृष्टिकोण है, जो रासायनिक विज्ञान को उद्योग की आवश्यकताओं से जोड़ता है। सैद्धांतिक प्रभुत्व से हटकर व्यावहारिक और कौशल-आधारित प्रशिक्षण पर जोर देकर यह ऐसे स्नातक तैयार करता है जो उद्योग-तैयार, नवाचारी और रोजगारोन्मुख हों।

अतः व्यावसायिक रसायन विज्ञान केवल शैक्षणिक बदलाव ही नहीं बल्कि राष्ट्रीय विकास और वैश्विक प्रतिस्पर्धा के लिए एक रणनीतिक आवश्यकता है।

संदर्भ

- Sharma, P. (2024). Bridging The Skill Gap Between the Academia and Industry: A

- Study On, International Journal of Scientific Research in Engineering and Management, Vol: 08 (05), pp:1-5.
2. Hamdani A., Abdulkarim A., Cahyani P. D. and Nugraha E. (2020). Vocational Education in the Industrial 4.0 Era: Challenges and Opportunities, Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Vol: 520, pp: 33-35.
3. Loughlin W. A. and Cresswell S. L. (2025). A Review of Undergraduate Chemistry Teaching in Higher Education during 2019-2023, J. Chem. Educ. Vol: 102 (5), pp: 1960-1971.
4. Baroud N. (2026). Curriculum-Industry Alignment in Applied Chemistry: A CIPP Mixed-Methods Evaluation at the University of Zawia, Knowledge Advancement in Teaching Strategies & Research, Vol: 4 (2), pp: 67-80.
5. Rabah G. A., Feducia J., Leyva D. and Fraidenburg K. (2025). Aligning Chemical Education with Industry Needs: Key Insights from a ChemEd Summit, J. Chem. Educ. Vol: 102 (1), pp: 237-247.
6. Singh K. J. (2024). Vocational Education in India: A Policy Analysis and Case Study of NEP 2020 Implementation, Baileo Jurnal Sosial Humaniora, Vol: 2 (1), pp: 76-85.
7. Sharma S. and Babita S. (2025). NEP 2020 to NEP 2025: A Review of Policy Shifts and Structural Reforms, International Journal of Innovations in Science Engineering and Management, Vol. 4 (2), pp. 196-201.
8. Song J. and Han B. (2015). Green chemistry: a tool for the sustainable development of the chemical industry, National Science Review, Vol: 2 (3), pp: 255-256.
9. Pratiwi E. A. (2024). Project Based Learning (PjBL) in Chemistry Learning: Systematic Literature and Bibliometric Review 2015-2022, Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, Vol: 10 (6), pp: 343-354.
10. Klassen J. (2024). International organizations in vocational education and training: a literature review, Journal of Vocational Education & Training, Vol: 77 (3), pp: 792-818.
11. Arora N. K. and Arora A. (2024). Developing changes in Technical and Skill Education in India, VIGYAN PRAKASH: Research Journal of Science & Technology, Year: 22 (3), pp: 3-7.
12. Rathod S., Rai A., Yadav B. and Vishwakarma G. (2026). Pilot Plant: Bridging the Gap from Lab to Industrial Scale, Int. J. Sci. R. Tech., Vol. 3 (4), pp: 333-349.
13. Mir A. H. (2025). Vocational and Skill-Based Education in India: A Critical Review of NEP 2020's Implementation and Challenges, Multidisciplinary Output Research for Actual and International (MORFAI Journal), Vol: 5 (1), pp: 144-149.
14. Sophia, A., Rosbiono, M., and Anwar, S. (2021). Reconstruction of Chemistry Curriculum Elements: Mechanical Engineering Study Program in Vocational Schools (SMK), Journal of Educational Sciences, Vol. 5, Issue 4, pp: 622-637.
15. Shukla N. and Tiwari S. (2022). Design, Fabrication and Computational Optimization of High Efficiency MASnI₃-xCl_x Perovskite Solar Cells, VIGYAN PRAKASH: Research Journal of Science & Technology, Vol: 20 (4), pp. 27-32.
16. Neiles K.Y, Mertz P. S. and Fair J. (2020). Integrating Professional Skills into Undergraduate Chemistry Curricula, American Chemical Society, Vol: 1365, pp: 3-13, 17-30.
17. Campbell, D., Midson, O., Bergström, M. P. E., Cahill, S. T., Green, J. B., Harris, M. T., Hibbert, S. J., O'Sullivan, S. K. E., Trang, T., Rowlands, L. J., Smallwood, Z. M., Valence, C., Worrall, A. F. and Stewart, M. I. (2022). Development of a Skills-Based Practical Chemistry Program: An Integrated Spiral Curriculum Approach, Chemistry Teacher International, Vol: 4(3), pp: 243-257.