The Academic
International Journal of Multidisciplinary Research
An Online Peer Reviewed / Refereed Journal
Volume 4 | Issue 6 | June 2026
ISSN: 2583-973X (Online), SJIF IF(2026): 5.6
Website: www.theacademic.in

सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति का अध्ययन

Md Zaheer

School Teacher (GT6-8), NET (Education), Email: zalam4216@gmail.com

DOI : https://doi.org/10.5281/zenodo.21470126

ARTICLE DETAILS

Research Paper

Received: 14-05-2026

Accepted: 26-06-2026

Published: 15-07-2026

Keywords:

तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान *(TPACK)*, सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षु, अभिवृत्ति, शिक्षक-शिक्षा, गणित शिक्षा, प्रौद्योगिकी एकीकरण, *ICT.*

ABSTRACT

प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति के स्तर का अध्ययन करना तथा लिंग, अध्ययन के माध्यम, संस्थान के प्रकार एवं पृष्ठभूमि के आधार पर उसमें विद्यमान अंतर का परीक्षण करना था। अध्ययन में मात्रात्मक शोध उपागम के अंतर्गत वर्णनात्मक सर्वेक्षण विधि का प्रयोग किया गया। अध्ययन की जनसंख्या दरभंगा (बिहार) के शिक्षक-शिक्षा संस्थानों में अध्ययनरत सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं को माना गया। स्तरीकृत यादृच्छिक प्रतिदर्शन विधि द्वारा 200 शिक्षक-प्रशिक्षुओं का चयन किया गया। आँकड़ों के संकलन हेतु शोधकर्ता द्वारा स्वयं विकसित TPACK अभिवृत्ति मापनी का उपयोग किया गया, जिसकी वैधता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित की गई। आँकड़ों के विश्लेषण हेतु माध्य, मानक विचलन तथा स्वतंत्र नमूना t-परीक्षण का प्रयोग किया गया। परिणामों से ज्ञात हुआ कि अधिकांश सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति उच्च स्तर की सकारात्मक अभिवृत्ति विद्यमान है तथा लिंग, अध्ययन के माध्यम, संस्थान के प्रकार एवं पृष्ठभूमि के आधार पर कोई सांख्यिकीय रूप से सार्थक अंतर नहीं पाया गया। अध्ययन शिक्षक-शिक्षा में TPACK आधारित प्रशिक्षण की उपयोगिता को रेखांकित करता है।

Disclaimer: The opinions, interpretations, conclusions, recommendations, analyses, and statements expressed in this research article are solely those of the author(s) and do not reflect the views, policies, or positions of the Publisher, Chief Editor, Editors, Editorial Board, Reviewers, or their affiliated institutions. The author(s) are solely responsible for ensuring the originality, authenticity, and integrity of the manuscript and for ensuring that it is free from plagiarism, AI-generated content, copyright infringement, data falsification, and any other form of academic misconduct.

प्रस्तावना

इक्कीसवीं सदी में शिक्षा के क्षेत्र में सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (Information and Communication Technology) के तीव्र विकास ने शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया को नई दिशा प्रदान की है। वर्तमान समय में शिक्षा का उद्देश्य केवल ज्ञान का संप्रेषण नहीं रह गया है, बल्कि विद्यार्थियों में आलोचनात्मक चिंतन, समस्या-समाधान, रचनात्मकता तथा डिजिटल दक्षताओं का विकास करना भी है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 ने भी शिक्षा के प्रत्येक स्तर पर प्रौद्योगिकी के प्रभावी एवं सार्थक एकीकरण पर विशेष बल दिया है तथा शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों में डिजिटल दक्षताओं के विकास को अनिवार्य माना है (Ministry of Education, 2020)। इसी प्रकार संयुक्त राष्ट्र शैक्षिक, वैज्ञानिक एवं सांस्कृतिक संगठन (UNESCO, 2018) ने भी शिक्षकों के लिए ICT Competency Framework के माध्यम से यह स्पष्ट किया है कि आधुनिक शिक्षक को तकनीकी दक्षता के साथ-साथ उसके प्रभावी शैक्षणिक उपयोग में भी सक्षम होना चाहिए। शिक्षण में प्रौद्योगिकी का सफल एकीकरण केवल तकनीकी उपकरणों के उपयोग तक सीमित नहीं है, बल्कि यह इस बात पर निर्भर करता है कि शिक्षक विषयवस्तु, शिक्षण-विधियों तथा तकनीकी संसाधनों का समन्वित एवं उद्देश्यपूर्ण उपयोग किस प्रकार करते हैं। इसी आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए Mishra और Koehler (2006) ने Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) रूपरेखा प्रस्तुत की, जो शिक्षक के विषयवस्तु ज्ञान (Content Knowledge), शैक्षणिक ज्ञान (Pedagogical Knowledge) तथा तकनीकी ज्ञान (Technological Knowledge) के समन्वित उपयोग पर आधारित है। TPACK मॉडल यह प्रतिपादित करता है कि प्रभावी शिक्षण के लिए केवल विषय का ज्ञान या तकनीकी दक्षता पर्याप्त नहीं है, बल्कि इन तीनों ज्ञान क्षेत्रों के संतुलित एकीकरण की आवश्यकता होती है (Mishra & Koehler, 2006)। विशेष रूप से गणित शिक्षण के संदर्भ में TPACK की उपयोगिता अत्यंत महत्वपूर्ण मानी जाती है। गणित एक अमूर्त एवं तर्कप्रधान विषय है, जिसके अनेक सिद्धांतों एवं अवधारणाओं को विद्यार्थियों के लिए समझना कठिन होता है। GeoGebra, Desmos, Graphing Calculator, Dynamic Geometry Software तथा अन्य डिजिटल संसाधनों के माध्यम से गणितीय अवधारणाओं को दृश्यात्मक, संवादात्मक एवं अनुभवात्मक बनाया जा सकता है, जिससे विद्यार्थियों की संकल्पनात्मक समझ, समस्या-समाधान क्षमता तथा गणितीय चिंतन में वृद्धि होती है (Niess, 2005; Polly et al., 2010; Drijvers, 2012)। इसलिए गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के लिए TPACK की समझ और उसका प्रभावी अनुप्रयोग अत्यंत आवश्यक माना जाता है। सेवा-पूर्व शिक्षक-प्रशिक्षु भविष्य के शिक्षक होते हैं। यदि प्रशिक्षण अवधि के दौरान उनमें प्रौद्योगिकी के प्रति सकारात्मक अभिवृत्ति तथा TPACK संबंधी दक्षताओं का विकास किया जाए, तो वे भविष्य में तकनीक-संपन्न, छात्र-केंद्रित एवं प्रभावी शिक्षण वातावरण का निर्माण करने में अधिक सक्षम होंगे। शोध अध्ययनों से यह भी स्पष्ट हुआ है कि शिक्षक-प्रशिक्षुओं की तकनीक के प्रति सकारात्मक अभिवृत्ति, उनकी आत्म-प्रभावकारिता तथा TPACK दक्षताओं के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है (Schmidt et al., 2009; Tondeur et al., 2012)। इसके विपरीत यदि शिक्षक-

प्रशिक्षुओं में तकनीकी संसाधनों के उपयोग के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण विकसित नहीं होता, तो विद्यालयों में प्रौद्योगिकी के प्रभावी एकीकरण की संभावना सीमित हो जाती है।

भारत में शिक्षक-शिक्षा संस्थानों में ICT अवसंरचना तथा डिजिटल शिक्षण संसाधनों का विस्तार तो हुआ है, किन्तु सेवा-पूर्व शिक्षक-प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति अभिवृत्ति, उसकी समझ तथा व्यवहारिक उपयोग के संबंध में अभी भी पर्याप्त शोध अपेक्षित है। विशेषकर गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के संदर्भ में यह जानना आवश्यक है कि वे तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान को किस प्रकार ग्रहण करते हैं तथा उसके प्रति उनका दृष्टिकोण कितना सकारात्मक है। यह जानकारी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों को प्रशिक्षण कार्यक्रमों, पाठ्यक्रम तथा व्यावसायिक विकास गतिविधियों को अधिक प्रभावी बनाने में सहायक सिद्ध हो सकती है। इसी परिप्रेक्ष्य में प्रस्तुत अध्ययन सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति का अध्ययन करने का प्रयास करता है।

साहित्य समीक्षा

तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (Technological Pedagogical Content Knowledge—TPACK) आधुनिक शिक्षक-शिक्षा के क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण अवधारणा के रूप में उभरा है। यह अवधारणा शिक्षकों की उस समग्र क्षमता को व्यक्त करती है जिसके माध्यम से वे विषयवस्तु, शिक्षण-विधियों तथा प्रौद्योगिकी का प्रभावी एवं संतुलित समन्वय स्थापित कर विद्यार्थियों के लिए सार्थक अधिगम अनुभवों का निर्माण करते हैं। वर्तमान अध्ययन के सैद्धांतिक एवं अनुभवजन्य आधार को सुदृढ़ बनाने के उद्देश्य से TPACK तथा सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की इसके प्रति अभिवृत्ति से संबंधित राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय शोध अध्ययनों का गहन अध्ययन किया गया। साहित्य समीक्षा के माध्यम से विषय से संबंधित प्रमुख निष्कर्षों, प्रयुक्त शोध-विधियों तथा विद्यमान शोध-अंतराल की पहचान करने का प्रयास किया गया, जिससे वर्तमान अध्ययन की आवश्यकता एवं प्रासंगिकता को स्पष्ट किया जा सके। मिश्रा और कोहलर (**2006**) ने Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) रूपरेखा प्रस्तुत करते हुए स्पष्ट किया कि प्रभावी शिक्षण के लिए केवल विषयवस्तु, शिक्षण-विधि अथवा तकनीकी ज्ञान अलग-अलग पर्याप्त नहीं हैं, बल्कि इन तीनों का समन्वित उपयोग आवश्यक है। उनके अनुसार शिक्षक तभी प्रौद्योगिकी का सार्थक उपयोग कर सकते हैं जब वे विषय की प्रकृति, उपयुक्त शिक्षण रणनीतियों तथा उपलब्ध तकनीकी संसाधनों के बीच संतुलन स्थापित करने में सक्षम हों। इसके पश्चात नीस (**2005**) ने विशेष रूप से गणित एवं विज्ञान शिक्षक-शिक्षा के संदर्भ में TPACK की उपयोगिता को रेखांकित करते हुए बताया कि सेवा-पूर्व शिक्षक-प्रशिक्षुओं को प्रशिक्षण के दौरान तकनीकी उपकरणों का विषय-अध्यापन में प्रभावी प्रयोग करना सिखाया जाना चाहिए ताकि वे भविष्य में विद्यार्थियों के लिए अधिक अर्थपूर्ण अधिगम वातावरण का निर्माण कर सकें। श्मिट, बरान, थॉम्पसन, मिश्रा, कोहलर एवं शिन (**2009**) ने सेवा-पूर्व शिक्षकों के लिए TPACK मापन उपकरण का विकास एवं प्रमाणीकरण किया तथा पाया कि शिक्षक-

प्रशिक्षुओं की TPACK दक्षताओं का विश्वसनीय मापन संभव है और प्रशिक्षण कार्यक्रमों के माध्यम से उनमें उल्लेखनीय सुधार लाया जा सकता है। चाई, कोह एवं त्साई (**2010**) ने अपने अध्ययन में पाया कि तकनीक-समर्थित अधिगम गतिविधियाँ सेवा-पूर्व शिक्षकों की TPACK क्षमता, तकनीकी आत्मविश्वास तथा शिक्षण-प्रभावशीलता को बढ़ाती हैं। इसी प्रकार कोह, चाई एवं त्साई (**2010**) ने सिंगापुर के सेवा-पूर्व शिक्षकों पर किए गए अध्ययन में निष्कर्ष निकाला कि सुव्यवस्थित प्रशिक्षण तथा प्रौद्योगिकी-आधारित शिक्षण अनुभव TPACK के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। टोंड्यूर एवं सहयोगियों (**2012**) ने शिक्षक-शिक्षा में प्रौद्योगिकी एकीकरण पर उपलब्ध अध्ययनों का विश्लेषण करते हुए बताया कि केवल तकनीकी संसाधनों की उपलब्धता पर्याप्त नहीं है, बल्कि शिक्षक-प्रशिक्षुओं को वास्तविक कक्षा-अनुभव, मार्गदर्शन तथा TPACK आधारित प्रशिक्षण प्रदान करना भी आवश्यक है। बुलुत (**2012**) ने सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के ज्यामिति शिक्षण के संदर्भ में TPACK का अध्ययन किया और पाया कि जिन प्रशिक्षुओं की तकनीकी एवं शैक्षणिक दक्षताएँ अधिक थीं, वे डिजिटल माध्यमों से गणितीय अवधारणाओं को अधिक प्रभावी ढंग से प्रस्तुत करने में सक्षम थे। वांग, श्मिट-क्रॉफर्ड एवं जिन (**2019**) ने TPACK पर उपलब्ध शोधों की व्यवस्थित समीक्षा करते हुए बताया कि सेवा-पूर्व शिक्षकों की TPACK क्षमता का विकास प्रशिक्षण कार्यक्रमों की संरचना, व्यावहारिक अनुभव तथा तकनीकी संसाधनों की उपलब्धता से प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित होता है। श्मिड एवं सहयोगियों (**2021**) ने यह निष्कर्ष दिया कि सेवा-पूर्व शिक्षकों द्वारा स्वयं आकलित TPACK स्तर तथा उनकी वास्तविक पाठ-योजना के बीच सकारात्मक संबंध पाया जाता है। एंगिन, कराकुश एवं नीस (**2023**) ने गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के संदर्भ में TPACK मॉडल का पुनर्परीक्षण करते हुए सुझाव दिया कि डिजिटल युग की आवश्यकताओं के अनुरूप शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों में TPACK आधारित प्रशिक्षण को निरंतर अद्यतन किया जाना चाहिए। इसी प्रकार कोहेन, श्वार्ट्ज-एवियाड एवं पेलेग (**2023**) ने गणित प्रयोगशाला आधारित प्रशिक्षण के माध्यम से सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की TPACK दक्षताओं में उल्लेखनीय सुधार पाया तथा अनुभवात्मक एवं प्रौद्योगिकी-समर्थित शिक्षण को शिक्षक-व्यावसायिक विकास के लिए अत्यंत प्रभावी माना।

उपर्युक्त साहित्य के अध्ययन से स्पष्ट होता है कि TPACK आधुनिक शिक्षक-शिक्षा का एक महत्वपूर्ण घटक है तथा सेवा-पूर्व शिक्षक-प्रशिक्षुओं में इसके प्रति सकारात्मक अभिवृत्ति एवं दक्षताओं का विकास प्रभावी शिक्षण की पूर्वशर्त है। यद्यपि विभिन्न देशों में TPACK से संबंधित अनेक शोध उपलब्ध हैं, तथापि भारतीय संदर्भ, विशेषकर सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की TPACK के प्रति अभिवृत्ति पर अभी भी सीमित शोध उपलब्ध हैं। अतः यह अध्ययन इस शोध-अंतराल को आंशिक रूप से भरने का प्रयास करता है तथा शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों में TPACK आधारित प्रशिक्षण को अधिक प्रभावी बनाने हेतु उपयोगी सुझाव प्रदान कर सकता है।

अध्ययन की आवश्यकता एवं महत्त्व

वर्तमान समय में शिक्षा के क्षेत्र में सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी (ICT) का उपयोग निरंतर बढ़ रहा है, जिसके कारण शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में व्यापक परिवर्तन आया है। प्रभावी शिक्षण के लिए केवल तकनीकी ज्ञान पर्याप्त नहीं है, बल्कि विषयवस्तु, शिक्षण-विधि तथा प्रौद्योगिकी के समन्वित उपयोग की क्षमता भी आवश्यक है, जिसे Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) कहा जाता है। सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षु भविष्य के शिक्षक हैं। यदि प्रशिक्षण अवधि में उनमें TPACK के प्रति सकारात्मक अभिवृत्ति विकसित की जाए, तो वे गणित शिक्षण को अधिक प्रभावी, रोचक तथा विद्यार्थी-केंद्रित बना सकते हैं। विशेष रूप से गणित जैसे अमूर्त विषय में डिजिटल तकनीकों का समुचित उपयोग विद्यार्थियों की संकल्पनात्मक समझ एवं समस्या-समाधान क्षमता के विकास में सहायक होता है। यद्यपि TPACK पर अंतरराष्ट्रीय स्तर पर अनेक अध्ययन उपलब्ध हैं, फिर भी भारतीय संदर्भ, विशेषकर सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की TPACK के प्रति अभिवृत्ति पर अपेक्षाकृत कम शोध हुए हैं। इसलिए यह अध्ययन शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों की प्रभावशीलता का आकलन करने तथा TPACK आधारित प्रशिक्षण को सुदृढ़ बनाने के लिए उपयोगी आधार प्रदान करेगा। साथ ही इसके निष्कर्ष शिक्षक-शिक्षा संस्थानों, शिक्षक-प्रशिक्षकों तथा पाठ्यक्रम निर्माताओं के लिए भी महत्वपूर्ण सिद्ध होंगे।

अध्ययन के उद्देश्य

1. सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति के स्तर का अध्ययन करना।
2. पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।
3. हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।
4. सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।
5. शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।

परिकल्पनाएँ

1. H_{01}: पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।
2. H_{02}: हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।
3. H_{03}: सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।
4. H_{04}: शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।

शोध-विधि

प्रस्तुत अध्ययन में मात्रात्मक शोध उपागम के अंतर्गत वर्णनात्मक सर्वेक्षण विधि का प्रयोग किया गया। अध्ययन का उद्देश्य सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (Technological Pedagogical Content Knowledge—TPACK) के प्रति अभिवृत्ति का अध्ययन करना था। अध्ययन की जनसंख्या बिहार के दरभंगा जिले के शिक्षक-शिक्षा संस्थानों में अध्ययनरत सभी सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं को माना गया। अध्ययन के लिए कुल 200 सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का चयन स्तरीकृत यादृच्छिक प्रतिदर्शन विधि द्वारा किया गया, जिससे पुरुष एवं महिला, हिन्दी एवं उर्दू माध्यम, सरकारी एवं निजी संस्थानों तथा शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के शिक्षक-प्रशिक्षुओं का समुचित प्रतिनिधित्व सुनिश्चित किया जा सके। आँकड़ों के संकलन हेतु शोधकर्ता द्वारा स्वयं विकसित (Self-developed) TPACK अभिवृत्ति मापनी का उपयोग किया गया। इस मापनी का निर्माण उपलब्ध साहित्य, TPACK रूपरेखा तथा विशेषज्ञों के सुझावों के आधार पर किया गया। उपकरण की विषयवस्तु वैधता (Content Validity) सुनिश्चित करने के लिए इसे शिक्षक-शिक्षा, शैक्षिक प्रौद्योगिकी तथा गणित शिक्षा के क्षेत्र के विशेषज्ञों के समक्ष प्रस्तुत किया गया। विशेषज्ञों द्वारा प्राप्त सुझावों एवं संशोधनों के आधार पर उपकरण को परिष्कृत कर अंतिम रूप प्रदान किया गया। उपकरण की विश्वसनीयता (Reliability) ज्ञात करने के लिए मुख्य अध्ययन से पूर्व एक पायलट अध्ययन (Pilot Study) किया गया, जिसमें अध्ययन की जनसंख्या से भिन्न किन्तु समान विशेषताओं वाले सेवा-पूर्व शिक्षक-प्रशिक्षुओं को सम्मिलित किया गया। पायलट अध्ययन से प्राप्त आँकड़ों के आधार पर Cronbach's Alpha द्वारा उपकरण की विश्वसनीयता का निर्धारण किया गया, जिसका मान 0.86 प्राप्त हुआ। यह मान उपकरण की उच्च आंतरिक संगति (High Internal Consistency) को दर्शाता है तथा इसे अनुसंधान के

लिए उपयुक्त सिद्ध करता है। उपकरण के अंतिम रूप को चयनित शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं पर प्रशासित किया गया तथा प्राप्त आँकड़ों को व्यवस्थित रूप से संकलित किया गया। संकलित आँकड़ों के विश्लेषण हेतु वर्णनात्मक एवं अनुमानात्मक सांख्यिकीय तकनीकों का प्रयोग किया गया। TPACK के प्रति अभिवृत्ति के स्तर का अध्ययन करने के लिए माध्य (Mean) एवं मानक विचलन (Standard Deviation) का उपयोग किया गया, जबकि पुरुष एवं महिला, हिन्दी एवं उर्दू माध्यम, सरकारी एवं निजी संस्थानों तथा शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के मध्य अभिवृत्ति में अंतर की सार्थकता ज्ञात करने के लिए स्वतंत्र नमूना *t*-परीक्षण (Independent Samples *t*-test) का प्रयोग किया गया।

आँकड़ों का विश्लेषण एवं व्याख्या

संकलित आँकड़ों का विश्लेषण अध्ययन के निर्धारित उद्देश्यों के अनुरूप किया गया। सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति का अध्ययन करने के लिए वर्णनात्मक एवं अनुमानात्मक सांख्यिकीय तकनीकों का प्रयोग किया गया। अध्ययन के प्रथम उद्देश्य की पूर्ति के लिए प्रतिभागियों के TPACK के प्रति अभिवृत्ति के स्तर का विश्लेषण माध्य (Mean), मानक विचलन (Standard Deviation) तथा प्रतिशत के आधार पर किया गया। इसके परिणाम निम्नलिखित तालिका में प्रस्तुत हैं।

उद्देश्य 1 सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति के स्तर का अध्ययन करना।

तालिका 1 सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति का स्तर (N = 200)

अभिवृत्ति का स्तर	आवृत्ति (N)	प्रतिशत (%)
उच्च	177	88.5
मध्यम	23	11.5
निम्न	0	0.0
कुल	200	100.0

व्याख्या

तालिका 1 के अवलोकन से ज्ञात होता है कि अध्ययन में सम्मिलित 200 सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का TPACK के प्रति औसत अभिवृत्ति स्कोर 100.90 तथा मानक विचलन 10.62 प्राप्त हुआ। यह औसत स्कोर दर्शाता है कि प्रतिभागियों में TPACK के प्रति समग्र रूप से सकारात्मक अभिवृत्ति विद्यमान है। स्तरवार विश्लेषण से यह भी

स्पष्ट होता है कि 177 (88.5%) शिक्षक-प्रशिक्षुओं की अभिवृत्ति उच्च स्तर की है, जबकि 23 (11.5%) शिक्षक-प्रशिक्षुओं की अभिवृत्ति मध्यम स्तर की पाई गई। अध्ययन में किसी भी प्रतिभागी की अभिवृत्ति निम्न स्तर की नहीं पाई गई। प्राप्त परिणाम यह संकेत करते हैं कि अधिकांश सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षु गणित शिक्षण में तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान के महत्व को स्वीकार करते हैं तथा प्रौद्योगिकी के प्रभावी उपयोग के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण रखते हैं। यह स्थिति इस बात का भी संकेत है कि शिक्षक-शिक्षा संस्थानों में ICT आधारित शिक्षण, डिजिटल संसाधनों के उपयोग तथा TPACK संबंधी प्रशिक्षण ने प्रशिक्षुओं की अभिवृत्ति को सकारात्मक दिशा प्रदान की है। अतः अध्ययन का प्रथम उद्देश्य यह स्पष्ट करता है कि सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति समग्र रूप से उच्च एवं सकारात्मक अभिवृत्ति विद्यमान है।

उद्देश्य 2 पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।

परिकल्पना (H_{01}) पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।

तालिका 2 पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति की तुलना

समूह	N	माध्य (Mean)	मानक विचलन (SD)	t-मूल्य	p-मूल्य
पुरुष	100	101.91	10.98	1.35	0.179
महिला	100	99.89	10.20		

व्याख्या

तालिका 2 से ज्ञात होता है कि पुरुष सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का TPACK के प्रति औसत अभिवृत्ति स्कोर 101.91 (SD = 10.98) तथा महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का औसत स्कोर 99.89 (SD = 10.20) प्राप्त हुआ। यद्यपि पुरुष शिक्षक-प्रशिक्षुओं का औसत स्कोर महिलाओं की अपेक्षा थोड़ा अधिक है, तथापि दोनों समूहों के मध्य प्राप्त t-मूल्य 1.35 है, जो 0.05 के सार्थकता स्तर पर सारणीबद्ध t-मूल्य (1.97) से कम है। इसके अतिरिक्त प्राप्त p-मूल्य 0.179, 0.05 से अधिक है। अतः यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि पुरुष एवं महिला सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में सांख्यिकीय दृष्टि से कोई सार्थक अंतर नहीं पाया गया। इसलिए शून्य परिकल्पना (H_{01}) को स्वीकार किया जाता है। इससे स्पष्ट होता है कि लिंग का TPACK के प्रति अभिवृत्ति पर कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं है तथा दोनों समूहों में तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान के प्रति समान रूप से सकारात्मक दृष्टिकोण विद्यमान है।

उद्देश्य 3 हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।

परिकल्पना (H_{02}) हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।

तालिका 3 हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति की तुलना

माध्यम	N	माध्य (Mean)	मानक विचलन (SD)	t-मूल्य	p-मूल्य
हिन्दी	100	101.33	10.80	0.57	0.568
उर्दू	100	100.47	10.46		

व्याख्या

तालिका 3 से स्पष्ट होता है कि हिन्दी माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का TPACK के प्रति औसत अभिवृत्ति स्कोर 101.33 (SD = 10.80) तथा उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का औसत स्कोर 100.47 (SD = 10.46) प्राप्त हुआ। दोनों समूहों के औसत स्कोर में बहुत कम अंतर दिखाई देता है। स्वतंत्र नमूना *t*-परीक्षण के अनुसार प्राप्त *t*-मूल्य 0.57 है, जो 0.05 के सार्थकता स्तर पर सारणीबद्ध *t*-मूल्य (1.97) से कम है। इसी प्रकार प्राप्त *p*-मूल्य 0.568, 0.05 से अधिक है। अतः यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि हिन्दी माध्यम एवं उर्दू माध्यम के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में सांख्यिकीय दृष्टि से कोई सार्थक अंतर नहीं पाया गया। इसलिए शून्य परिकल्पना (H_{02}) को स्वीकार किया जाता है। इससे स्पष्ट होता है कि अध्ययन के प्रतिभागियों की TPACK के प्रति अभिवृत्ति उनके अध्ययन के माध्यम से प्रभावित नहीं होती है तथा दोनों माध्यमों के शिक्षक-प्रशिक्षुओं में तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान के प्रति समान रूप से सकारात्मक दृष्टिकोण विद्यमान है।

उद्देश्य 4 **सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।**

परिकल्पना (H_{03}) सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।

तालिका 4 सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति की तुलना

संस्थान का प्रकार	N	माध्य (Mean)	मानक विचलन (SD)	t-मूल्य	p-मूल्य
सरकारी	100	101.18	10.41	0.38	0.704
निजी	100	100.62	10.84		

व्याख्या

तालिका 4 के अवलोकन से ज्ञात होता है कि सरकारी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का TPACK के प्रति औसत अभिवृत्ति स्कोर 101.18 (SD = 10.41) तथा निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के शिक्षक-प्रशिक्षुओं का औसत स्कोर 100.62 (SD = 10.84) प्राप्त हुआ। दोनों समूहों के माध्य स्कोर में अत्यल्प अंतर पाया गया। स्वतंत्र नमूना *t*-परीक्षण के अनुसार प्राप्त *t*-मूल्य 0.38 है, जो 0.05 के सार्थकता स्तर पर सारणीबद्ध *t*-मूल्य (1.97) से कम है। साथ ही प्राप्त *p*-मूल्य 0.704, 0.05 से अधिक है। अतः यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि सरकारी एवं निजी शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में सांख्यिकीय दृष्टि से कोई सार्थक अंतर नहीं पाया गया। इसलिए शून्य परिकल्पना (H_{03}) को स्वीकार किया जाता है। इससे स्पष्ट होता है कि शिक्षक-शिक्षा संस्थान का प्रकार TPACK के प्रति अभिवृत्ति को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित नहीं करता है तथा दोनों प्रकार के संस्थानों के शिक्षक-प्रशिक्षुओं में तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान के प्रति समान रूप से सकारात्मक अभिवृत्ति विद्यमान है।

उद्देश्य 5 शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में अंतर का अध्ययन करना।

परिकल्पना (H_{04}) शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति में कोई सार्थक अंतर नहीं है।

तालिका 5 शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति की तुलना

पृष्ठभूमि	N	माध्य (Mean)	मानक विचलन (SD)	t-मूल्य	p-मूल्य
शहरी	100	101.46	10.54	0.75	0.455
ग्रामीण	100	100.34	10.71		

व्याख्या

तालिका 5 से ज्ञात होता है कि शहरी पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं का TPACK के प्रति औसत अभिवृत्ति स्कोर 101.46 (SD = 10.54) तथा ग्रामीण पृष्ठभूमि के शिक्षक-प्रशिक्षुओं का औसत स्कोर 100.34 (SD = 10.71) प्राप्त हुआ। दोनों समूहों के माध्य स्कोर में बहुत कम अंतर परिलक्षित होता है। स्वतंत्र नमूना *t*-परीक्षण के परिणामों के अनुसार प्राप्त *t*-मूल्य 0.75 है, जो 0.05 के सार्थकता स्तर पर सारणीबद्ध *t*-मूल्य (1.97) से कम है। साथ ही प्राप्त *p*-मूल्य 0.455, 0.05 से अधिक है। अतः यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के TPACK के प्रति अभिवृत्ति में सांख्यिकीय दृष्टि से कोई सार्थक अंतर नहीं पाया गया। इसलिए शून्य परिकल्पना (H_{04}) को स्वीकार किया जाता है। इससे स्पष्ट होता है कि शिक्षक-प्रशिक्षुओं की पृष्ठभूमि (शहरी अथवा ग्रामीण) का TPACK के प्रति उनकी अभिवृत्ति पर कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं पड़ता है। दोनों समूहों के प्रतिभागियों में तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान के प्रति समान रूप से सकारात्मक अभिवृत्ति पाई गई, जो यह संकेत करती है कि वर्तमान शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम दोनों प्रकार की पृष्ठभूमि के प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण विकसित करने में समान रूप से प्रभावी हैं।

चर्चा एवं निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं की तकनीकी-शैक्षणिक विषयवस्तु ज्ञान (TPACK) के प्रति अभिवृत्ति का अध्ययन करना तथा लिंग, अध्ययन के माध्यम, संस्थान के प्रकार एवं पृष्ठभूमि के आधार पर उसमें विद्यमान अंतर का परीक्षण करना था। अध्ययन के परिणामों से ज्ञात हुआ कि अधिकांश शिक्षक-प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति उच्च स्तर की सकारात्मक अभिवृत्ति विद्यमान है। यह दर्शाता है कि शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों में ICT एवं TPACK आधारित प्रशिक्षण का सकारात्मक प्रभाव पड़ रहा है।

अध्ययन में पुरुष एवं महिला, हिन्दी एवं उर्दू माध्यम, सरकारी एवं निजी संस्थानों तथा शहरी एवं ग्रामीण पृष्ठभूमि के सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं के मध्य TPACK के प्रति अभिवृत्ति में कोई सांख्यिकीय रूप से सार्थक अंतर नहीं पाया गया। यह निष्कर्ष Schmidt et al. (2009) तथा Tondeur et al. (2012) के अध्ययनों से सामंजस्य रखता है, जिनमें भी उपयुक्त प्रशिक्षण एवं तकनीकी संसाधनों की उपलब्धता के कारण शिक्षक-प्रशिक्षुओं की TPACK दक्षताओं एवं अभिवृत्तियों में उल्लेखनीय अंतर नहीं पाया गया।

अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि सेवा-पूर्व गणित शिक्षक-प्रशिक्षुओं में TPACK के प्रति सकारात्मक अभिवृत्ति विकसित हो रही है तथा लिंग, माध्यम, संस्थान के प्रकार एवं पृष्ठभूमि जैसे कारकों का इस पर महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं पड़ता। इसलिए शिक्षक-शिक्षा संस्थानों को TPACK आधारित प्रशिक्षण, डिजिटल संसाधनों के प्रभावी

उपयोग तथा प्रौद्योगिकी-संपन्न शिक्षण-अधिगम गतिविधियों को और अधिक सुदृढ़ करना चाहिए, जिससे भविष्य के गणित शिक्षक आधुनिक शैक्षिक आवश्यकताओं के अनुरूप अधिक प्रभावी एवं दक्ष बन सकें।

References

1. Bulut, A. (2012). *Development of technological pedagogical content knowledge (TPACK) of preservice mathematics teachers through geometry* (Master's thesis). Middle East Technical University.

2. Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society, 13*(4), 63–73.

3. Drijvers, P. (2012). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). In *Proceedings of the International Congress on Mathematical Education*.

4. Engin, O., Karakuş, F., & Niess, M. L. (2023). Advancing technological pedagogical content knowledge in mathematics teacher education: Emerging perspectives and practices. *Contemporary Educational Technology, 15*(3), ep430.

5. Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore preservice teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning, 26*(6), 563–573. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00372.x

6. Kohen, Z., Schwartz-Aviad, M., & Peleg, R. (2023). Developing preservice mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge through mathematics laboratory activities. *Education and Information Technologies, 28*(10), 12969–12991.

7. Ministry of Education. (2020). *National Education Policy 2020*. Government of India.

8. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

9. Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education, 21*(5), 509–523. https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006

10. Polly, D., Mims, C., Shepherd, C. E., & Inan, F. (2010). Evidence of impact: Transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. *Teaching and Teacher Education, 26*(4), 863–870.

11. Schmid, M., Brianza, E., & Petko, D. (2021). Developing a short assessment instrument for technological pedagogical content knowledge (TPACK.xs) and comparing self-reported and lesson-plan-based TPACK. *Computers & Education, 157*, 103967. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103967

12. Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education, 42*(2), 123–149. https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544

13. Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing preservice teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education, 59*(1), 134–144. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009

14. UNESCO. (2018). *ICT competency framework for teachers* (Version 3). UNESCO.

15. Wang, W., Schmidt-Crawford, D., & Jin, Y. (2019). Preservice teachers' TPACK development: A review of literature. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 35*(4), 234–258. https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1693431