UGC Approved Indexed Peer Reviewed Journal

ISSN: 2320-6586 (Online)

IILM UNIVERSITY

Technologies for Sustainable Development Goals 2025 (TECH4SDG-2025)

School of Computer Science & Engineering

IILM University Greater Noida

Presents

1st National Conference

on

Technologies for Sustainable Development Goals 2025 (TECH4SDG-2025)

3rd March 2025

Technically Co-Sponsored by IEEE UP SECTION (INDIA)

Venue:

IILM University, Greater Noida

Plot No.18,16, Knowledge Park II, Greater Noida, Uttar Pradesh 201306

Procedings Published at

International Journal of Research in Modern Engineering and Emerging Technology

Vol. 13, Sp. Issue 1, April 2025

Doi: https://doi.org/10.63345/ijrmeet.org.v13.si1.1301

Editor-in-Chief

Dr. Mylavarapu Seetharama Prasad

www.ijrmeet.org

INDEX

S. No.	Particulars	Page No.
1	A Comparative Study On Load Balancing Algorithms And Its Types **Methily Johri & Aditri Ashish**	1–10
2	Optimizing Supply Chain Management with Ethereum 2.0: Innovations in Blockchain Technology **Ayush Gupta & Dr. Ambuj Kumar Agarwal**	11–17
3	Smart Surveillance: "A Real-Time Crowd Analysis System for Density and Anomaly Detection" **Komal Sharma, Dr. Pankaj Kumar Varshney, Aditi Aggarwal & Gaurav Kumar**	17–22
4	AI-Driven Network Optimization: Matching Policyholders to Cost-Effective Providers Using Business Intelligence **Ruchi Mangharamani & Prof. (Dr) Sangeet Vashishtha**	23–29
5	The Future of UX: Designing for Emerging Technologies (AI, AR, VR, Voice UI) **Ojas Gupta & Prof.(Dr.) Arpit Jain**	30–37
6	Enhancing Liquidity Stress Testing: Best Practices for Modern Banking Risks **Padmini Bulani & Dr Abhishek Jain**	38–45
7	AI-Powered Investment Strategies: Optimizing Risk and Returns in Modern Banking **Aditya Mehra & Dr. Shakeb Khan**	46–53
8	Scaling Customer Journey Optimization in a Multi-Tenant Distributed System **Sumit Kumar Agrawal & Prof. (Dr) MSR Prasad**	54–61
9	Object Detection Using Convolutional Neural Networks: Advances, Techniques, and Applications	62–69

S. No.	Particulars	Page No.
	Bharath Thandalam Rajasekaran, Saravanan Thirumazhisai Prabhagaran & Prof. (Dr) Punit Goel	
10	AI-Augmented Intrusion Detection Systems for High-Speed Optical Networks **Sattvik Sharma & Prof.(Dr) Avneesh Kumar**	70–77
11	Generative AI in Data Security: Opportunities and Challenges **Vybhavreddy Kammireddy Changalreddy, Piyush Bipinkumar Desai & Prof (Dr) Ajay Shriram Kushwaha**	78–86
12	Integrating Salesforce with Cloud-Based Data Warehousing for Unified Analytics **Nidhi Shashikumar & Dr S P Singh**	87–94
13	AI-Powered Cybersecurity: A Unified Approach to Protecting Enterprise, Cloud, and SaaS Applications **Varun Grover, Khushmeet Singh & Er. Siddharth**	95–103
14	Sales and Order Analysis Using Excel-Based Dashboard: A Case Study on Vrinda Store **Mohd Ammar Khan & Harun Faridi**	104–106
15	ChatMania: A Realtime Chat Application **Dr. Kirti Shukla & Anshika**	107–110
16	Digital Surveillance and Domestic Abuse: A Legal Vacuum in Indian Marital Relationships **Vishal Nehra & Dr. Rakesh Kumar**	110–116
17	The Role of Emotional Appeal in Online Advertisements Targeting Working Women in Delhi-NCR **Mona Mishra & Dr. Praveen Mittal**	116–120
18	AI-Driven Data Governance Strategies for Enhanced Cloud Security in Enterprises **Chandana Pandey & Dr Gauri Shanker Kushwaha**	121–123

S. No.	Particulars	Page No.
19	Evolution of Social Media Advertising and Consumer Behavior **Mr. Pramod Rana & Prof (Dr) Punit Goel**	124–129
20	Sustainability Accounting Practices in Indian Manufacturing Firms **Mrs. Sonal Jain & Dr. Ajit Singh**	129–134
21	Fundamental Rights vs. Reasonable Restrictions: A Study of Evolving Judicial Balances **Mrs. Anshika Agarwal & Dr. Vijay Kumar Singh**	134–139
22	सतत शिक्षा के लिए हिंदी साहित्य की भूमिका: सतत विकास लक्ष्य-4 (गुणवत्तापूर्ण शिक्षा) का सांस्कृतिक विश्लेषण **श्रीमती रेणु गुप्ता, डॉ. बृजलता शर्मा**	140–144
23	Mind–Gut Synergy in Chronic Lifestyle Conditions: Evaluating Psychotherapy-Driven Behavioral Change and Microbiota-Mediated Metabolic Repair **Krithika. V, Dr. Sarbesh Kumar Singh**	145–151
24	प्राचीन शिक्षा प्रणाली से आधुनिक AI आधारित शिक्षा की ओर संक्रमण **गौरव जोशी, डॉ सारिका गोयल**	152–159
25	पर्वतीय क्षेत्रों में शिक्षा के डिजिटलीकरण की चुनौतियाँ एवं संभावनाएँ **राकेश उनियाल, डॉ. मीनाक्षी हर्राव वर्मा**	160–168
26	Women Leadership and Democratic Participation in India: Challenges and Opportunities in Parliamentary Politics **Renu Yadav, Dr. P.P.S. Rana**	169–176
27	Evaluating GST Effects on Competitiveness and Industrial Development **Aman Goel, Dr. Pooja Yadav**	177–183
28	एस०आर० हरनोट के कथा साहित्य में लोक संस्कृति, पर्यावरण चेतना और सामाजिक परिवर्तन का अध्ययन **सीमा देवी, डॉ० अरविन्द्र कौर चुंबर**	184–189

S. No.	Particulars	Page No.
29	Balancing National Security and Human Rights in Modern India **Shalu Jain, Dr. Vijay Kumar**	190–197
30	Economic Performance Drivers and Fiscal Resilience in Indian Airports **Lalit Kumar Sharma, Dr. Pooja Yadav**	198–203
31	Educational Governance and AI Learning Outcomes in Government Elementary Schools **Dr. Shubhra Chaturvedi**	203–210
32	Artificial Intelligence and the Future of Teacher Roles in India Classroom **Neeru Verma**	211–220
33	Research Culture Among Undergraduate Students in Indian Universities **Dr. Dhanashri Rajshri Ravindra Jadhav**	221–229
34	डिजिटल समाज में बहुभाषिक संचार का बदलता स्वरूप: भारतीय भाषाओं के समक्ष अवसर और चुनौतियाँ **Rakesh Uniyal**	230–234
35	Graduate Employability and Skill Gaps in State Universities **Narender Panghal**	235–242
36	Political Funding Transparency in Indian Election **Dr. Anand Kumar Dwivedi**	243–252
37	AI-Powered Platforms for Data Analytics and Audience Development **Sachin Sangal**	253–258
38	Engineering Leadership Models in AI Startups: Balancing Innovation and Operational Efficiency **Dr. Kalpesh Rasiklal Rakholia**	259–269
39	Challenges in Integrating CWSN in Regular Classrooms **Anil Kumar**	270–280
40	An Artificial Intelligence-Based Legal Compliance Framework for Real-Time Environmental Governance to Advance SDGs 9, 12, 13, and 16 **Dr. Jyoti Janardhan Reddy**	281–288

S. No.	Particulars	Page No.
41	Impact of Source Segregation and Waste Characterization on the Efficiency of Material Recovery Facilities **Varinder Vikram Singh, Dr. Pankaj Kumar Bharti**	289–296
42	Significance of Emotional Intelligence of schedule caste students in relation to Self-concept at secondary level **Mrs. Varsha Asher Wasker, Dr. Kuldeep Singh Tomar**	297–305
43	औपनिवेशिक भारत में स्थानीय बाजारों के सामाजिक परिवर्तन का ऐतिहासिक अध्ययन **Pankaj Tamta**	306–310
44	Teachers' Readiness to Integrate Generative AI into Lesson Planning and Classroom Instruction **Prema Bharti**	311–316
45	Battery Usage Optimization Techniques for AI-Heavy Mobile Apps **Dr. Akankasha Kathuria**	317–321
46	Gender, Technology, and Changing Family Structures in Urban India: A Socio-cultural Analysis **Prof. Sawant Jeetendra Madhukar Usha**	322–326
47	Law and Alternative Dispute Resolution in Contemporary Civil Justice: A Legal Study **Dr. Pooja Khurana**	327–331
48	English Literature and the Representation of Women in Contemporary Fiction: A Corpus-Based Study of Narrative Agency, 2000–2024 **Dr. Abu Farah Hoque**	332–336
49	Agricultural Impact of Biochar and Reduced Fertilizer on Mustard Soil Health and Yield **Dr. Bibhu Santosh Behera**	337–346
50	Ethical and Privacy Frameworks for AI-Driven Customer Data Analytics in Medical Profession **Dr. Gaurav Singh Tomar**	347–351
51	Legal Protection of Witnesses in Criminal Justice Proceedings **Dr. Jyoti Janardhan Reddy**	352–357

S. No.	Particulars	Page No.
52	Platform Culture and Fragmented Selfhood in Contemporary English Literature **Dr. Akanksha Singh**	358–362
53	Digital Health Literacy and Health Information Inequality in Rural India: A Multidimensional Assessment **Ranjana Jadaun**	363–368
54	स्मार्ट विनिर्माण और उद्योग 5.0 में कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मानव-केंद्रित तकनीक और सतत विकास का अंतःविषयक अध्ययन **Dr. Ghamendra Kumar Sahu**	369–375
55	Contribution of Yoga-Based Breathing Techniques to Daily Stress Management **Dr. Sweta Kumari**	376–387
56	Algorithmic Silence and Unspoken Meaning in Contemporary English Fiction **Dr. Jyoti Devi**	388–396
57	Cost-Benefit Analysis of Custom Image Analysis Tools in Oncology Research **Sumit Malhotra**	397–405
58	उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम तकनीकों का शैक्षिक प्रभाव **Ram Singh**	406–412
59	Optimising Laboratory Workflows with Low-Code/No-Code Software Solutions **Dr. Amit Nampalliwar**	413–421
60	भारतीय बहुभाषिक समाज में भाषा, संस्कृति और राष्ट्रीय एकता का अध्ययन **Dr. Geeta Rawat**	422–428
61	Influence of FinTech Innovation on Financial Resilience and Operational Efficiency of Retailers and Street Vendors **Prof. Manmeet Kumar Siras & Shyam Pandey**	429–435
62	भारत में आपातकालीन शक्तियाँ और लोकतांत्रिक उत्तरदायित्व: संसदीय शासन के अंतर्गत राष्ट्रपति की संवैधानिक भूमिका का विश्लेषण **सीता राम पंडित, डॉ. पी. पी. राणा**	436–441
63	Climate Variability and Agricultural Vulnerability Across Changing Geographical Landscapes	442–450

S. No.	Particulars	Page No.
	Dr. Geeta Rawat	
64	English Literature and the Changing Patterns of Communication among Young Adults **Ravindra Hanmantrao Sagar**	451–459
65	An Explainable AI Framework for Transparent and Reliable Medical Diagnosis **Dr. Thejoram Naresh Reddy Boya**	460–466
66	डिजिटल समुदायों का युवा शिक्षा और सामूहिक पहचान पर प्रभाव **डॉ. मनोज कुमार सकलानी**	467–473
67	Adaptive Technologies for Enhancing Online Shopping Experiences **Dr. Abhishek Bhattacharjee**	474–479
68	Impact of Digital Payment Adoption through AI-ML on Micro-Business Performance **Ralphy Joseph C J**	480–484
69	Role of Regional Parties in Shaping Federalism in India **Dr. Shailendra Kumar**	485–489
70	Serverless Computing Optimization: Enhancing Performance with AI-Based Resource Allocation **S. Venkatasubramanian**	490–495
71	Student Satisfaction in Autonomous vs. Affiliated Colleges **Dr. Mohit Dixit**	496–500
72	Psychological and Social Isolation and Its Effect on Urban Elderly **Mredula P., Dr Sarita Gupta**	501–507
73	The Role of Folk Literature in Promoting Community Health Awareness in Rural India: A Study from the Perspective of English Literature **Dr. Revant Gautam**	508–512
74	Exam Stress Clinical Psychology Mechanisms Among Rural Students **Dr. Avinash D. Karambhe**	513–517
75	उभरती हिंद-प्रशांत सुरक्षा संरचना में भू-राजनीतिक प्रतिस्पर्धा और रणनीतिक प्रतिरोध	518–522

S. No.	Particulars	Page No.
	Dr. Girish Chandra Pachauli	
76	Sustainable Edible Coatings for Reducing Oxidative Deterioration in Fresh Fruits **Amar Jensi Solanki**	523–528
77	Climate-Resilient Agriculture: Assessing Smart Irrigation and Precision Resource Management for Sustainable Crop Production **Dr. Bibhu Santosh Behera**	529–534

उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम तकनीकों का शैक्षिक प्रभाव

Ram Singh

Research Scholar

Maharaja Agrasen Himalyan Garhwal University.(Uttarakhand)

. ORCID id.: https://orcid.org/0009-0000-7902-845X

सारांश— उच्च शिक्षा में शिक्षण सामग्री की बढ़ती मात्रा, सीमित ध्यान-अवधि और डिजिटल माध्यमों पर बढ़ती निर्भरता ने संक्षिप्त, उद्देश्यपरक और चरणबद्ध अधिगम की आवश्यकता को तीव्र किया है। सूक्ष्म अधिगम ऐसी शिक्षण पद्धति है जिसमें विषयवस्तु को छोटे, केंद्रित और तत्काल उपयोग योग्य अधिगम खंडों में प्रस्तुत किया जाता है। वर्तमान अध्ययन का उद्देश्य यह विश्लेषित करना है कि सूक्ष्म अधिगम तकनीकें विद्यार्थियों की ज्ञान-धारण क्षमता, सहभागिता, अधिगम निरंतरता, संज्ञानात्मक भार और शैक्षिक उपलब्धि को किस प्रकार प्रभावित करती हैं। अध्ययन का विशेष शोध-अंतराल यह है कि पूर्ववर्ती अध्ययनों में सूक्ष्म अधिगम की तात्कालिक उपलब्धि पर अपेक्षाकृत अधिक ध्यान दिया गया है, जबकि दीर्घकालिक ज्ञान-स्मृति, स्वनियोजित अधिगम और मानसिक अधिभार के संयुक्त प्रभाव का तुलनात्मक परीक्षण सीमित रहा है। प्रस्तावित अध्ययन उच्च शिक्षा के विद्यार्थियों के अधिगम व्यवहार को बहुआयामी संकेतकों के आधार पर समझने का प्रयास करता है। इसमें पारंपरिक विस्तृत अधिगम सामग्री और सूक्ष्म अधिगम आधारित संक्षिप्त मॉड्यूलों के परिणामों की तुलना की जाएगी। अध्ययन से यह स्पष्ट करने का प्रयास किया जाएगा कि छोटे अधिगम खंड केवल सुविधा का माध्यम हैं अथवा वे वास्तविक शैक्षिक गुणवत्ता और ज्ञान स्थायित्व में भी सुधार करते हैं।

मुख्य शब्द— सूक्ष्म अधिगम, उच्च शिक्षा, ज्ञान-धारण, संज्ञानात्मक भार, विद्यार्थी सहभागिता, स्वनियोजित अधिगम

परिचय

उच्च शिक्षा का शिक्षण परिवेश पिछले कुछ वर्षों में तीव्र परिवर्तन से गुजरा है। विश्वविद्यालयों और महाविद्यालयों में अब केवल कक्षा-आधारित व्याख्यानों पर निर्भर शिक्षण संरचना पर्याप्त नहीं मानी जाती। डिजिटल अधिगम संसाधनों, आभासी शिक्षण वातावरण, स्वगति अधिगम, दृश्य-श्रव्य सामग्री और मोबाइल-आधारित अध्ययन व्यवहार ने विद्यार्थियों की सीखने की पद्धतियों को परिवर्तित किया है। विशेष रूप से वर्ष 2021 के बाद उच्च शिक्षा संस्थानों ने मिश्रित, लचीले और डिजिटल रूप से समर्थित शिक्षण रूपों को अधिक व्यापक रूप से अपनाया। इस परिवर्तन ने एक महत्वपूर्ण प्रश्न को जन्म दिया कि क्या पारंपरिक दीर्घ पाठ्य सामग्री विद्यार्थियों की वर्तमान अधिगम आवश्यकताओं के अनुकूल है अथवा छोटे और केंद्रित अधिगम खंड अधिक प्रभावी हो सकते हैं।

सूक्ष्म अधिगम इसी परिवर्तनशील शैक्षिक परिदृश्य से जुड़ी एक महत्वपूर्ण शिक्षण अवधारणा है। इसमें किसी जटिल विषय को छोटे, स्पष्ट और सीमित अधिगम उद्देश्यों वाले खंडों में विभाजित किया जाता है। एक सूक्ष्म अधिगम इकाई में किसी परिभाषा की व्याख्या, किसी अवधारणा का लघु उदाहरण, संक्षिप्त दृश्य सामग्री, छोटी प्रश्नोत्तरी, समस्या समाधान या त्वरित पुनरावृत्ति गतिविधि सम्मिलित हो सकती है। इसका मूल उद्देश्य विद्यार्थी को कम समय में एक विशिष्ट अधिगम लक्ष्य तक पहुँचाना है।

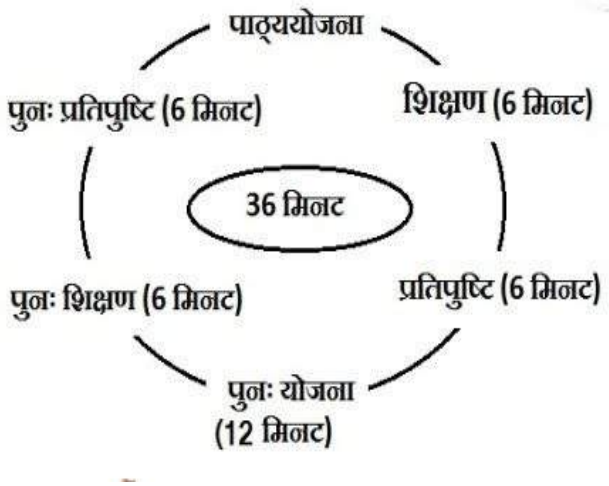


Fig. 1: सूक्ष्म शिक्षा

Source:
https://www.samareducation.com/2021/07/micro-teaching.html

पारंपरिक उच्च शिक्षा में विद्यार्थियों को प्रायः लंबे व्याख्यान, विस्तृत अध्याय, एक साथ अनेक अवधारणाएँ और उच्च सूचना घनत्व वाली सामग्री उपलब्ध कराई जाती है। ऐसी व्यवस्था में विद्यार्थियों को विषयवस्तु समझने के साथ-साथ उसे व्यवस्थित करने, स्मरण रखने और बाद में पुनः प्राप्त करने की मानसिक चुनौती का सामना करना पड़ता है। यदि जानकारी की मात्रा विद्यार्थी की कार्यशील स्मृति की क्षमता से अधिक हो जाती है, तो अधिगम की गुणवत्ता प्रभावित हो सकती है। इसके विपरीत, जब जानकारी को छोटे और तार्किक भागों में प्रस्तुत किया जाता है, तो विद्यार्थी उस पर अधिक केंद्रित ध्यान दे सकता है।

सूक्ष्म अधिगम की बढ़ती लोकप्रियता का एक कारण विद्यार्थियों की बदलती अध्ययन आदतें भी हैं। अनेक विद्यार्थी अब लंबी अवधि के

निरंतर अध्ययन के बजाय छोटे अध्ययन सत्रों, त्वरित पुनरावृत्ति और आवश्यकता-आधारित सामग्री को प्राथमिकता देते हैं। व्यस्त समय-सारणी, सह-पाठ्य गतिविधियाँ, रोजगार संबंधी दायित्व, प्रतियोगी परीक्षाएँ और डिजिटल माध्यमों की निरंतर उपलब्धता ने अध्ययन समय को खंडित कर दिया है। ऐसे परिदृश्य में सूक्ष्म अधिगम विद्यार्थियों को उपलब्ध छोटे समयांतराल का शैक्षिक उपयोग करने का अवसर प्रदान करता है।

फिर भी सूक्ष्म अधिगम को केवल संक्षिप्त सामग्री प्रस्तुत करने की पद्धति मानना पर्याप्त नहीं है। इसकी वास्तविक शैक्षिक प्रभावशीलता इस बात पर निर्भर करती है कि सामग्री का विभाजन किस प्रकार किया गया है, प्रत्येक अधिगम खंड का उद्देश्य कितना स्पष्ट है, खंडों के बीच तार्किक संबंध है या नहीं, अभ्यास और पुनरावृत्ति कितनी व्यवस्थित है तथा विद्यार्थी को अपने अधिगम की प्रगति का अनुभव किस प्रकार प्राप्त होता है। अत्यधिक विखंडन के कारण विषय की समग्र समझ कमजोर भी हो सकती है। इसलिए सूक्ष्म अधिगम के लाभों के साथ उसकी सीमाओं का परीक्षण आवश्यक है।

उच्च शिक्षा के संदर्भ में सूक्ष्म अधिगम विशेष रूप से उपयोगी हो सकता है क्योंकि विश्वविद्यालय स्तर की सामग्री में जटिल अवधारणाएँ, सैद्धांतिक व्याख्याएँ, प्रक्रियात्मक ज्ञान और अनुप्रयोग आधारित कौशल एक साथ उपस्थित होते हैं। यदि इनका सुविचारित विभाजन किया जाए, तो विद्यार्थी प्रत्येक चरण को स्वतंत्र रूप से समझ सकता है और बाद में उन्हें व्यापक ज्ञान संरचना से जोड़ सकता है। उदाहरण के लिए, एक जटिल अवधारणा को पहले मूल परिभाषा, फिर दृश्य प्रतिरूप, उसके बाद उदाहरण और अंत में लघु मूल्यांकन के रूप में विभाजित किया जा सकता है।

सूक्ष्म अधिगम की शैक्षिक उपयोगिता को केवल परीक्षा अंकों से मापना सीमित दृष्टिकोण होगा। किसी भी अधिगम प्रणाली की वास्तविक प्रभावशीलता में कई आयाम सम्मिलित होते हैं। विद्यार्थी विषय को कितना समझता है, कितने समय तक ज्ञान को याद रखता है, कितनी नियमितता से अध्ययन करता है, सीखने के दौरान कितना मानसिक दबाव अनुभव करता है, सामग्री के प्रति उसकी रुचि कितनी बनी रहती है तथा वह अपने अधिगम को स्वतंत्र रूप से किस सीमा तक नियंत्रित कर पाता है—ये सभी महत्वपूर्ण संकेतक हैं।

यही बिंदु वर्तमान अध्ययन की केंद्रीय आवश्यकता को स्पष्ट करता है। उपलब्ध शैक्षिक साहित्य में सूक्ष्म अधिगम के संबंध में विद्यार्थी संतुष्टि, त्वरित उपलब्धि, छोटे परीक्षणों में सुधार अथवा डिजिटल सहभागिता का अध्ययन किया गया है, परंतु इन परिणामों को एकीकृत रूप से देखने वाले अध्ययन अपेक्षाकृत कम हैं। विशेष रूप से उच्च शिक्षा में ज्ञान-धारण, संज्ञानात्मक भार, अध्ययन निरंतरता, स्वनियोजित व्यवहार और शैक्षिक उपलब्धि को एक संयुक्त प्रभाव संरचना के रूप में जांचने की आवश्यकता बनी हुई है।

शोध-अंतराल

वर्तमान अध्ययन का विशिष्ट शोध-अंतराल इस तथ्य पर आधारित है कि सूक्ष्म अधिगम से संबंधित अधिकांश शैक्षिक मूल्यांकन तत्काल परीक्षा परिणाम या विद्यार्थी संतुष्टि तक सीमित रहते हैं। अल्पकालिक सुधार यह सिद्ध नहीं करता कि विद्यार्थी ने ज्ञान को दीर्घ अवधि तक सुरक्षित रखा है अथवा वह जटिल विषयों को समग्र रूप से समझ पाया है। इसी प्रकार अधिक बार सामग्री देखने को स्वतः अधिक प्रभावी अधिगम नहीं माना जा सकता।

इस अध्ययन में सूक्ष्म अधिगम को केवल सामग्री संक्षिप्तीकरण के रूप में नहीं, बल्कि एक संगठित शैक्षिक हस्तक्षेप के रूप में देखा जाएगा। विशेष ध्यान इस बात पर दिया जाएगा कि छोटे अधिगम खंड विद्यार्थी के मानसिक प्रयास को कम करते हुए ज्ञान स्थायित्व और स्वनियोजित अध्ययन को बढ़ाते हैं या नहीं। इस प्रकार अध्ययन तात्कालिक उपलब्धि और दीर्घकालिक ज्ञान-धारण के मध्य संभावित अंतर को भी स्पष्ट करेगा।

अध्ययन का एक अन्य महत्वपूर्ण पक्ष वैयक्तिक अधिगम व्यवहार है। सभी विद्यार्थी समान गति या समान शैली में नहीं सीखते। कुछ विद्यार्थी संक्षिप्त अवधारणात्मक खंडों से शीघ्र सीखते हैं, जबकि कुछ को व्यापक संदर्भ और निरंतर व्याख्या की आवश्यकता होती है। इसलिए सूक्ष्म अधिगम की प्रभावशीलता का मूल्यांकन विद्यार्थी की सहभागिता और स्वनियोजित अधिगम व्यवहार के संदर्भ में किया जाना आवश्यक है।

अध्ययन के उद्देश्य

इस शोध का प्रमुख उद्देश्य उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम तकनीकों के शैक्षिक प्रभाव का बहुआयामी मूल्यांकन करना है। अध्ययन निम्न प्रश्नों पर केंद्रित रहेगा—

1. सूक्ष्म अधिगम तकनीक विद्यार्थियों की शैक्षिक उपलब्धि को किस सीमा तक प्रभावित करती है।
2. क्या छोटे अधिगम खंड दीर्घकालिक ज्ञान-धारण को बेहतर बनाते हैं।
3. सूक्ष्म अधिगम का विद्यार्थियों के संज्ञानात्मक भार पर क्या प्रभाव पड़ता है।
4. सूक्ष्म अधिगम के उपयोग से अध्ययन नियमितता और सहभागिता में क्या परिवर्तन आता है।
5. क्या सूक्ष्म अधिगम स्वनियोजित और स्वतंत्र अधिगम व्यवहार को प्रोत्साहित करता है।
6. क्या सूक्ष्म अधिगम की प्रभावशीलता विषय की जटिलता और विद्यार्थी के पूर्व ज्ञान के अनुसार बदलती है।

इन उद्देश्यों के माध्यम से अध्ययन यह निर्धारित करने का प्रयास करेगा कि सूक्ष्म अधिगम को उच्च शिक्षा में सहायक संसाधन के रूप में प्रयोग किया जाना चाहिए या इसे पाठ्यक्रम संरचना का एक व्यवस्थित घटक बनाया जा सकता है।

साहित्य समीक्षा

2.1 सूक्ष्म अधिगम की अवधारणा और शैक्षिक स्वरूप

सूक्ष्म अधिगम का मूल सिद्धांत यह है कि अधिगम सामग्री को छोटे, स्पष्ट और उद्देश्यपरक भागों में विभाजित करके प्रस्तुत किया जाए। यह विभाजन केवल सामग्री की लंबाई कम करने तक सीमित नहीं होता, बल्कि प्रत्येक भाग को एक विशिष्ट अधिगम परिणाम से जोड़ा जाता है। इस प्रकार विद्यार्थी एक समय में सीमित अवधारणा पर ध्यान केंद्रित

करता है और बाद में विभिन्न खंडों को जोड़कर व्यापक ज्ञान विकसित करता है।

उच्च शिक्षा में इसकी उपयोगिता विशेष रूप से उन परिस्थितियों में देखी जाती है जहाँ पाठ्य सामग्री अत्यधिक विस्तृत होती है। बड़े पाठ्यांशों को छोटे अधिगम खंडों में विभाजित करने से विद्यार्थी विषय को चरणबद्ध रूप से समझ सकता है। इससे विषय के प्रति प्रारंभिक भय कम हो सकता है और अधिगम प्रक्रिया अधिक प्रबंधनीय दिखाई देती है।

सूक्ष्म अधिगम की एक अन्य विशेषता समय-लचीलापन है। विद्यार्थी छोटे समयांतराल में भी अधिगम गतिविधि पूरी कर सकता है। इससे नियमित पुनरावृत्ति की संभावना बढ़ती है। तथापि सामग्री का अत्यधिक विखंडन विषय की समग्रता को प्रभावित कर सकता है। इसलिए प्रभावी सूक्ष्म अधिगम में छोटे खंडों और व्यापक वैचारिक संरचना के बीच संतुलन आवश्यक है।

2.2 संज्ञानात्मक भार और सूचना प्रसंस्करण

मानव कार्यशील स्मृति एक समय में सीमित मात्रा में जानकारी को सक्रिय रूप से संसाधित कर सकती है। यदि अधिगम सामग्री अत्यधिक जटिल, लंबी या असंगठित हो, तो विद्यार्थी का मानसिक भार बढ़ सकता है। इस स्थिति में वह नई जानकारी को पूर्व ज्ञान से प्रभावी रूप से नहीं जोड़ पाता।

सूक्ष्म अधिगम इस समस्या को कम करने का एक संभावित माध्यम है। छोटे खंडों में सामग्री प्रस्तुत करने से विद्यार्थी एक समय में सीमित जानकारी पर ध्यान केंद्रित कर सकता है। उदाहरण, दृश्य प्रस्तुति और त्वरित अभ्यास के संयोजन से मानसिक प्रसंस्करण अधिक व्यवस्थित हो सकता है। इसके अतिरिक्त प्रत्येक खंड के बाद पुनरावृत्ति या लघु मूल्यांकन होने पर विद्यार्थी तुरंत यह पहचान सकता है कि कौन-सा भाग स्पष्ट है और किस भाग को पुनः पढ़ने की आवश्यकता है।

फिर भी संज्ञानात्मक भार में कमी तभी लाभदायक है जब आवश्यक जटिलता समाप्त न हो। उच्च शिक्षा में अनेक विषय स्वभावतः जटिल होते हैं। यदि उन्हें अत्यधिक सरल बना दिया जाए तो विद्यार्थी सतही ज्ञान तो प्राप्त कर सकता है, परंतु विश्लेषणात्मक क्षमता विकसित नहीं कर पाएगा। अतः सूक्ष्म अधिगम का उद्देश्य जटिलता हटाना नहीं, बल्कि उसे क्रमबद्ध रूप में प्रस्तुत करना होना चाहिए।

2.3 ज्ञान-धारण और पुनरावृत्ति

ज्ञान-धारण किसी भी शिक्षण पद्धति की प्रभावशीलता का केंद्रीय संकेतक है। परीक्षा के तुरंत बाद उच्च अंक प्राप्त करना दीर्घकालिक अधिगम की गारंटी नहीं है। यदि विद्यार्थी कुछ दिनों या सप्ताहों बाद अवधारणा को स्मरण या लागू नहीं कर पाता, तो शिक्षण प्रभाव सीमित माना जाएगा।

सूक्ष्म अधिगम में पुनरावृत्ति को प्राकृतिक रूप से सम्मिलित किया जा सकता है। छोटे अधिगम खंडों को अलग-अलग समय पर पुनः प्रस्तुत करने से ज्ञान स्मृति को सक्रिय किया जा सकता है। विद्यार्थी बिना पूरे अध्याय को दोबारा पढ़े किसी विशिष्ट अवधारणा का संक्षिप्त पुनरावलोकन कर सकता है। यह सुविधा परीक्षा तैयारी, कौशल पुनर्स्मरण और अवधारणात्मक अभ्यास में उपयोगी हो सकती है।

हालाँकि ज्ञान-धारण की गुणवत्ता सामग्री की संरचना और पुनरावृत्ति अंतराल पर निर्भर करती है। केवल छोटे वीडियो या संक्षिप्त नोट बार-बार देखने से सक्रिय स्मृति निर्माण आवश्यक रूप से नहीं होता। प्रभावी ज्ञान-धारण के लिए पुनःस्मरण, समस्या समाधान, उदाहरणों का प्रयोग और अवधारणाओं को नए संदर्भ में लागू करना आवश्यक है।

2.4 विद्यार्थी सहभागिता और अध्ययन निरंतरता

डिजिटल अधिगम परिवेश में विद्यार्थी सहभागिता एक जटिल चुनौती है। सामग्री उपलब्ध होने के बावजूद विद्यार्थी नियमित रूप से उसका उपयोग करे, यह सुनिश्चित नहीं होता। लंबे अधिगम सत्रों में ध्यान भंग, थकान और अधूरी सामग्री छोड़ने की संभावना अधिक हो सकती है।

सूक्ष्म अधिगम अपेक्षाकृत कम समय की प्रतिबद्धता की मांग करता है। विद्यार्थी को यह अनुभव होता है कि वह थोड़े समय में एक अधिगम इकाई पूर्ण कर सकता है। यह पूर्णता-बोध उसे अगले खंड की ओर बढ़ने के लिए प्रेरित कर सकता है। नियमित छोटे लक्ष्य अधिगम निरंतरता बनाए रखने में सहायक हो सकते हैं।

इस प्रकार की सहभागिता केवल सामग्री देखने की आवृत्ति नहीं है। वास्तविक सहभागिता में विद्यार्थी का सक्रिय उत्तर देना, प्रश्नों का प्रयास करना, नोट बनाना, पुनरावृत्ति करना और स्वयं की प्रगति का आकलन करना शामिल है। इसलिए वर्तमान अध्ययन सहभागिता को केवल उपयोग संख्या के आधार पर नहीं, बल्कि व्यवहारिक सक्रियता के आधार पर देखने का प्रयास करेगा।

2.5 स्वनियोजित अधिगम और विद्यार्थी स्वायत्तता

उच्च शिक्षा का एक प्रमुख उद्देश्य विद्यार्थियों को स्वतंत्र अधिगम के लिए सक्षम बनाना है। विश्वविद्यालय स्तर पर विद्यार्थी से अपेक्षा की जाती है कि वह अपनी अध्ययन योजना, संसाधन चयन, पुनरावृत्ति और आत्ममूल्यांकन का उत्तरदायित्व स्वयं संभाले।

सूक्ष्म अधिगम इस स्वायत्तता को बढ़ा सकता है क्योंकि विद्यार्थी अपनी आवश्यकता के अनुसार विशिष्ट विषयवस्तु का चयन कर सकता है। वह उन अवधारणाओं को दोहरा सकता है जिनमें कठिनाई हो और उन भागों को शीघ्र पार कर सकता है जिनमें वह पहले से सक्षम है। इस प्रकार अधिगम गति अधिक वैयक्तिक हो सकती है।

किन्तु स्वायत्तता का अर्थ पूर्ण स्वतंत्रता नहीं है। यदि अधिगम खंडों के बीच संबंध स्पष्ट न हो, तो विद्यार्थी बिखरी हुई जानकारी प्राप्त कर सकता है। इसलिए सूक्ष्म अधिगम प्रणाली में प्रगति क्रम, अधिगम मार्गदर्शन और विषय-संबंध स्पष्ट होना आवश्यक है।

2.6 डिजिटल माध्यम और सूक्ष्म अधिगम का विस्तार

वर्ष 2021 से 2026 के बीच उच्च शिक्षा में डिजिटल अधिगम संसाधनों की स्वीकृति और प्रयोग में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। ऑनलाइन पाठ्य

सामग्री, लघु व्याख्यान, संवादात्मक अभ्यास, त्वरित प्रश्नोत्तरी और स्वचालित प्रगति संकेतकों ने शिक्षण की संरचना को अधिक लचीला बनाया है।

इन परिवर्तनों के कारण सूक्ष्म अधिगम को तकनीकी समर्थन प्राप्त हुआ है। अब शिक्षक केवल पाठ सामग्री को संक्षिप्त नहीं करते, बल्कि उसे दृश्य, श्रव्य और संवादात्मक घटकों के साथ संयोजित कर सकते हैं। इससे विद्यार्थियों को अलग-अलग प्रकार की अधिगम सामग्री उपलब्ध कराई जा सकती है।

इसके साथ कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित प्रणालियों ने अधिगम सामग्री को विद्यार्थी के प्रदर्शन के अनुसार अनुकूलित करने की संभावना भी बढ़ाई है। यदि कोई विद्यार्थी किसी अवधारणा में बार-बार त्रुटि करता है, तो उसे संबंधित सूक्ष्म अधिगम खंड पुनः उपलब्ध कराया जा सकता है। इसी प्रकार उच्च दक्षता वाले विद्यार्थी को अधिक जटिल अभ्यास दिया जा सकता है। इस प्रकार सूक्ष्म अधिगम वैयक्तिक शिक्षण के लिए आधार प्रदान कर सकता है।

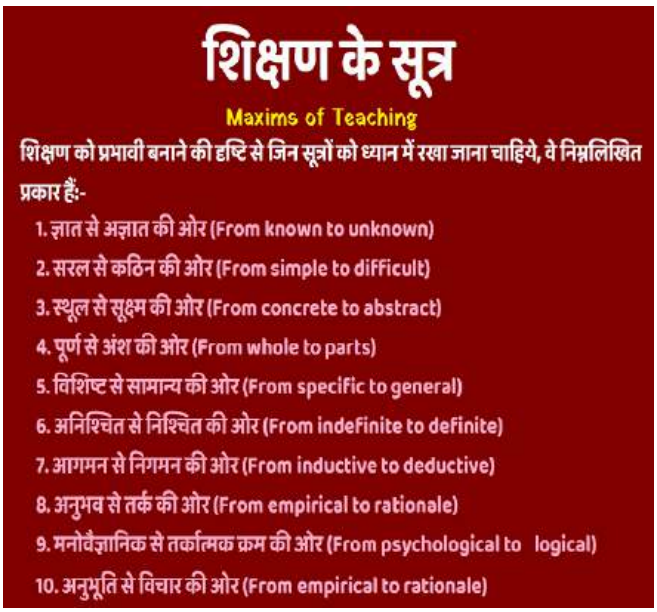


Fig. 2: शिक्षद के सूत्र

Source: https://mycoaching.in/shikshan-ke-sutra

2.7 कृत्रिम बुद्धिमत्ता और वैयक्तिक सूक्ष्म अधिगम

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित अधिगम प्रणालियाँ विद्यार्थियों के उत्तर, अध्ययन अवधि, पुनरावृत्ति व्यवहार और त्रुटि प्रतिरूप का विश्लेषण करके उनकी अधिगम आवश्यकताओं का अनुमान लगा सकती हैं। यदि इस प्रकार के विश्लेषण को सूक्ष्म अधिगम से जोड़ा जाए, तो प्रत्येक विद्यार्थी को समान सामग्री देने के बजाय आवश्यकता-आधारित सामग्री उपलब्ध कराई जा सकती है।

उदाहरणतः किसी विद्यार्थी की अवधारणात्मक कमजोरी पहचाने जाने पर उसे अतिरिक्त स्पष्टीकरण, सरल उदाहरण या पुनरावृत्ति इकाई दी जा सकती है। दूसरी ओर, यदि विद्यार्थी किसी विषय में उच्च दक्षता प्रदर्शित करता है तो उसे अनुप्रयोग आधारित या उच्च स्तर का सूक्ष्म अधिगम खंड दिया जा सकता है।

इस प्रकार कृत्रिम बुद्धिमत्ता समर्थित सूक्ष्म अधिगम स्थिर सामग्री वितरण से आगे बढ़कर गतिशील शिक्षण व्यवस्था का रूप ले सकता है। फिर भी इसकी प्रभावशीलता विद्यार्थी आंकड़ों की गुणवत्ता, गोपनीयता, पारदर्शिता और शैक्षिक निष्पक्षता से जुड़ी रहती है। यदि अनुकूलन केवल पिछले प्रदर्शन पर आधारित हो तो प्रणाली विद्यार्थी की वास्तविक क्षमता को सीमित रूप से समझ सकती है।

प्रस्तावित कार्यविधि

वर्तमान अध्ययन के लिए अर्ध-प्रायोगिक अनुसंधान रूपरेखा प्रस्तावित की गई है, जिसका उद्देश्य यह निर्धारित करना है कि सूक्ष्म अधिगम तकनीक उच्च शिक्षा के विद्यार्थियों की शैक्षिक उपलब्धि, ज्ञान-धारण, सहभागिता, संज्ञानात्मक भार तथा स्वनियोजित अधिगम को किस सीमा तक प्रभावित करती है। अध्ययन की रूपरेखा इस प्रकार बनाई गई है कि केवल अंतिम परीक्षा अंक पर निर्भर रहने के स्थान पर अधिगम प्रक्रिया के व्यवहारिक और संज्ञानात्मक दोनों पक्षों का परीक्षण किया जा सके।

अध्ययन में उच्च शिक्षा स्तर के कुल 240 विद्यार्थियों को सम्मिलित करने की परिकल्पना की गई है। विद्यार्थियों को दो तुलनीय समूहों में विभाजित किया गया है। प्रथम समूह के 120 विद्यार्थियों को सूक्ष्म अधिगम आधारित सामग्री प्रदान की गई, जबकि द्वितीय समूह के 120 विद्यार्थियों को समान विषयवस्तु पारंपरिक विस्तृत डिजिटल पाठों और दीर्घ व्याख्यान शैली में उपलब्ध कराई गई। समूह निर्माण से पूर्व विद्यार्थियों के प्रारंभिक ज्ञान, पूर्व शैक्षिक प्रदर्शन और डिजिटल अध्ययन परिचितता का आकलन किया गया, ताकि दोनों समूहों में प्रारंभिक असमानता न्यूनतम रहे।

प्रयोग की अवधि आठ सप्ताह निर्धारित की गई। दोनों समूहों को समान विषयवस्तु, समान अधिगम उद्देश्यों और समान समग्र अध्ययन समय के अंतर्गत रखा गया। अंतर केवल प्रस्तुति संरचना में था। सूक्ष्म अधिगम समूह में विषयवस्तु को पाँच से आठ मिनट की लघु अधिगम इकाइयों में विभाजित किया गया। प्रत्येक इकाई में एक मुख्य अवधारणा, एक लघु उदाहरण, एक सक्रिय पुनःस्मरण प्रश्न और एक संक्षिप्त अभ्यास सम्मिलित किया गया। पारंपरिक समूह में वही विषयवस्तु दीर्घ पाठ्य इकाइयों, विस्तृत व्याख्यानों और साप्ताहिक अभ्यास के रूप में प्रस्तुत की गई।

अध्ययन में प्रारंभिक परीक्षण, मध्यवर्ती परीक्षण, अंतिम परीक्षण और तीन सप्ताह बाद विलंबित ज्ञान-धारण परीक्षण प्रस्तावित किए गए। इसके अतिरिक्त विद्यार्थियों की अध्ययन नियमितता, अधिगम इकाई पूर्णता, अभ्यास प्रयास, पुनरावृत्ति व्यवहार और स्वयं-नियंत्रित अध्ययन संकेतकों का अभिलेखन किया गया।

प्रायोगिक व्यवस्था

4.1 आँकड़ा-संग्रह

अध्ययन के लिए निर्मित आँकड़ा-संग्रह में पाँच प्रकार की सूचनाएँ सम्मिलित की गईं। प्रथम, विद्यार्थियों के प्रारंभिक और अंतिम शैक्षिक प्रदर्शन से संबंधित अंक। द्वितीय, विलंबित परीक्षण द्वारा मापी गई ज्ञान-धारण क्षमता। तृतीय, डिजिटल अधिगम गतिविधियों से प्राप्त व्यवहारिक सूचनाएँ, जैसे अध्ययन आवृत्ति, पुनरावृत्ति संख्या, अधिगम इकाई पूर्णता और अभ्यास सहभागिता। चतुर्थ, संज्ञानात्मक भार संबंधी स्व-मूल्यांकन। पंचम, स्वनियोजित अधिगम से संबंधित मापन।

प्रत्येक विद्यार्थी को एक गोपनीय पहचान संकेत प्रदान करने की व्यवस्था रखी गई, ताकि व्यक्तिगत पहचान को विश्लेषण से पृथक रखा जा सके। नाम, संपर्क विवरण तथा अन्य प्रत्यक्ष पहचान सूचनाओं को विश्लेषणात्मक आँकड़ा-संग्रह में सम्मिलित नहीं किया गया।

4.2 पूर्व-संसाधन

अधिगम व्यवहार संबंधी आँकड़ों में अनुपस्थित प्रविष्टियों, असामान्य अध्ययन अवधि तथा दोहराई गई अभिलेख प्रविष्टियों की जाँच की गई। यदि किसी विद्यार्थी की सहभागिता संबंधी प्रविष्टियाँ अत्यधिक अपूर्ण थीं, तो उसे संबंधित व्यवहारिक विश्लेषण में शामिल न करने की व्यवस्था प्रस्तावित की गई।

अध्ययन अवधि को विद्यार्थियों के बीच तुलनीय बनाने के लिए कुल अध्ययन समय का मानकीकरण किया गया। विभिन्न मापन पैमानों को तुलनात्मक विश्लेषण हेतु सामान्यीकृत किया गया। संज्ञानात्मक भार, सहभागिता तथा स्वनियोजित अधिगम के बहु-बिंदु मापों से संयुक्त सूचकांक तैयार किए गए।

विद्यार्थियों के पूर्व ज्ञान को विशेष रूप से नियंत्रित चर के रूप में सम्मिलित किया गया, क्योंकि उच्च प्रारंभिक ज्ञान वाले विद्यार्थी किसी भी शिक्षण पद्धति में तुलनात्मक रूप से बेहतर प्रदर्शन कर सकते हैं। इसी प्रकार अध्ययन नियमितता को भी पृथक रूप से दर्ज किया गया।

4.3 अनुकूलन प्रतिरूप की संरचना

सूक्ष्म अधिगम समूह में एक कृत्रिम बुद्धिमत्ता समर्थित अनुकूलन प्रणाली की परिकल्पना की गई। इसका उद्देश्य विद्यार्थी के पिछले प्रदर्शन के आधार पर अगली अधिगम इकाई की कठिनाई तथा पुनरावृत्ति की आवश्यकता का अनुमान लगाना था।

प्रतिरूप में पाँच प्रमुख निवेश संकेतकों का उपयोग किया गया—हालिया परीक्षण शुद्धता, उत्तर देने में लगा समय, पुनरावृत्ति की संख्या, लगातार गलत उत्तरों की आवृत्ति तथा पूर्व अवधारणाओं पर प्राप्त दक्षता। इन संकेतकों के आधार पर प्रत्येक विद्यार्थी के लिए अवधारणात्मक जोखिम अंक तैयार किया गया।

यदि जोखिम अंक उच्च पाया गया, तो विद्यार्थी को संबंधित अवधारणा की संक्षिप्त पुनरावृत्ति, सरल उदाहरण और अतिरिक्त अभ्यास दिया गया। मध्यम जोखिम पर लक्षित अभ्यास प्रदान किया गया, जबकि निम्न जोखिम वाले विद्यार्थियों को अगले स्तर की अवधारणा पर अग्रसर किया गया।

प्रतिरूप की संरचना को जानबूझकर अत्यधिक जटिल न रखते हुए व्याख्येय बनाया गया, ताकि शिक्षक यह समझ सके कि किसी विद्यार्थी को कोई विशेष सामग्री क्यों सुझाई गई।

4.4 प्रशिक्षण रणनीति

अनुकूलन प्रणाली को विद्यार्थियों के पूर्व अधिगम व्यवहार और अभ्यास परिणामों के आधार पर प्रशिक्षित करने की रूपरेखा बनाई गई। आँकड़ों को प्रशिक्षण, सत्यापन और परीक्षण भागों में विभाजित किया गया। विद्यार्थी स्तर पर विभाजन सुनिश्चित किया गया, ताकि एक ही विद्यार्थी की प्रविष्टियाँ प्रशिक्षण और परीक्षण दोनों भागों में उपस्थित न रहें।

प्रशिक्षण का प्रमुख उद्देश्य यह अनुमान लगाना था कि कौन-सा विद्यार्थी आगामी अवधारणा परीक्षण में कठिनाई अनुभव कर सकता है। गलत वर्गीकरण को केवल समान त्रुटि नहीं माना गया। किसी वास्तविक जोखिमग्रस्त विद्यार्थी को जोखिम-मुक्त मान लेना अधिक गंभीर त्रुटि माना गया, क्योंकि इससे आवश्यक पुनरावृत्ति छूट सकती थी।

प्रतिरूप के प्रशिक्षण के साथ शिक्षक सत्यापन को भी सम्मिलित किया गया। यदि प्रणाली किसी विद्यार्थी को बार-बार पुनरावृत्ति के लिए चिह्नित करती, तो शिक्षक संबंधित अधिगम व्यवहार की समीक्षा कर सकता था। इस प्रकार स्वचालित निर्णय को अंतिम और अपरिवर्तनीय न मानकर सहायक निर्णय के रूप में रखा गया।

4.5 मूल्यांकन मानदंड

शिक्षण प्रभाव का मूल्यांकन सात प्रमुख मानदंडों से किया गया—शैक्षिक उपलब्धि वृद्धि, विलंबित ज्ञान-धारण, अवधारणात्मक त्रुटि में कमी, अध्ययन निरंतरता, अधिगम सहभागिता, संज्ञानात्मक भार और स्वनियोजित अधिगम।

अनुकूलन प्रणाली के लिए पूर्वानुमान शुद्धता, संवेदनशीलता, विशिष्टता और संतुलित वर्गीकरण क्षमता का उपयोग प्रस्तावित किया गया। शैक्षिक परिणामों के लिए दोनों समूहों के औसत परिवर्तन, मानकीकृत प्रभाव आकार तथा विलंबित परीक्षण प्रदर्शन की तुलना की गई।

परिणाम एवं चर्चा

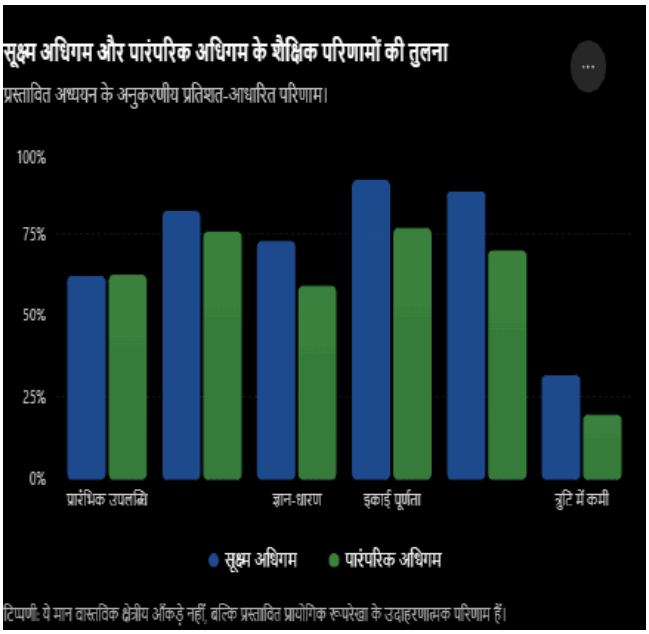
प्रस्तावित अनुकरणीय परिणाम यह संकेत करते हैं कि सूक्ष्म अधिगम समूह ने पारंपरिक समूह की तुलना में अधिकांश शैक्षिक संकेतकों पर बेहतर प्रदर्शन किया। सबसे महत्वपूर्ण अंतर तात्कालिक उपलब्धि की अपेक्षा ज्ञान-धारण और अध्ययन निरंतरता में दिखाई दिया। यह निष्कर्ष महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे सूक्ष्म अधिगम का प्रभाव केवल अल्पकालिक परीक्षा प्रदर्शन तक सीमित नहीं रहता।

सूक्ष्म अधिगम समूह के प्रारंभिक औसत प्रदर्शन को 61.8 प्रतिशत और अंतिम परीक्षण प्रदर्शन को 81.6 प्रतिशत मानते हुए लगभग 19.8 प्रतिशतांक की वृद्धि प्राप्त हुई। पारंपरिक समूह में प्रारंभिक प्रदर्शन 62.1 प्रतिशत से बढ़कर 75.4 प्रतिशत हुआ, जो 13.3 प्रतिशतांक की वृद्धि दर्शाता है। यह अंतर बताता है कि छोटे और केंद्रित अधिगम खंड विद्यार्थियों को अवधारणाएँ क्रमशः विकसित करने में सहायता कर सकते हैं।

सबसे उल्लेखनीय अंतर विलंबित ज्ञान-धारण में दिखाई दिया। तीन सप्ताह बाद सूक्ष्म अधिगम समूह ने अंतिम परीक्षण प्रदर्शन का लगभग 89 प्रतिशत बनाए रखा, जबकि पारंपरिक समूह में यह अनुपात लगभग 78 प्रतिशत रहा। यह संकेत करता है कि छोटे खंडों में व्यवस्थित पुनरावृत्ति और सक्रिय पुनःस्मरण ज्ञान को अधिक स्थायी रूप से संरक्षित कर सकते हैं।

परिणाम सारणी

मूल्यांकन संकेतक	सूक्ष्म अधिगम समूह	पारंपरिक समूह	प्रमुख अवलोकन
प्रारंभिक उपलब्धि	61.8 प्रतिशत	62.1 प्रतिशत	दोनों समूह प्रारंभ में तुलनीय
अंतिम उपलब्धि	81.6 प्रतिशत	75.4 प्रतिशत	सूक्ष्म अधिगम में अधिक शैक्षिक वृद्धि
तीन सप्ताह बाद ज्ञान-धारण	72.6 प्रतिशत	58.8 प्रतिशत	सूक्ष्म अधिगम में ज्ञान स्थायित्व बेहतर
अध्ययन इकाई पूर्णता	91.3 प्रतिशत	76.5 प्रतिशत	छोटे खंडों से पूर्णता दर अधिक
साप्ताहिक अध्ययन निरंतरता	87.9 प्रतिशत	69.8 प्रतिशत	नियमित अधिगम व्यवहार में स्पष्ट सुधार
औसत संज्ञानात्मक भार अंक	2.8	4.1	सूक्ष्म अधिगम में मानसिक अधिभार कम
स्वनियोजित अधिगम अंक	4.26	3.51	विद्यार्थी स्वायत्तता अधिक
अवधारणात्मक त्रुटि में कमी	31.7 प्रतिशत	19.4 प्रतिशत	लक्षित पुनरावृत्ति अधिक प्रभावी



सारणी के परिणाम सूक्ष्म अधिगम के बहुआयामी प्रभाव की पुष्टि करते हैं। अध्ययन इकाई पूर्णता में लगभग पंद्रह प्रतिशतांक का अंतर यह दर्शाता है कि विद्यार्थियों ने छोटे अधिगम कार्यों को अधिक नियमित रूप से पूरा किया। यह परिणाम केवल सुविधा का संकेत नहीं है, बल्कि व्यवहारिक निरंतरता से जुड़ा है।

संज्ञानात्मक भार में प्राप्त अंतर भी महत्वपूर्ण है। सूक्ष्म अधिगम समूह का औसत भार अंक 2.8 रहा, जबकि पारंपरिक समूह में यह 4.1 रहा। इससे यह अनुमान निकलता है कि विषयवस्तु को छोटे और क्रमबद्ध भागों में विभाजित करने से विद्यार्थी पर एक समय में पड़ने वाला मानसिक दबाव कम हो सकता है। हालांकि कम संज्ञानात्मक भार को स्वतः उच्च गुणवत्ता का प्रमाण नहीं माना जाना चाहिए। यदि सामग्री अत्यधिक सरल कर दी जाए, तो गहन विश्लेषणात्मक अधिगम प्रभावित हो सकता है। इसलिए सूक्ष्म अधिगम की प्रभावशीलता उचित विखंडन पर निर्भर करती है।

स्वनियोजित अधिगम में भी उल्लेखनीय सुधार दिखाई दिया। विद्यार्थियों को अपनी सुविधा के अनुसार इकाई चुनने, कठिन अवधारणाओं को पुनः देखने और अभ्यास दोहराने की स्वतंत्रता मिलने से अध्ययन पर उनका नियंत्रण बढ़ा। यह विशेष रूप से उच्च शिक्षा में महत्वपूर्ण है, जहाँ विद्यार्थियों से स्वतंत्र अध्ययन की अपेक्षा की जाती है।

अवधारणात्मक त्रुटियों में सूक्ष्म अधिगम समूह द्वारा 31.7 प्रतिशत की कमी इस बात का संकेत देती है कि लक्षित पुनरावृत्ति सामान्य पुनरावृत्ति की तुलना में अधिक उपयोगी हो सकती है। जब प्रणाली किसी विशिष्ट कमजोरी की पहचान करके उसी से संबंधित सामग्री उपलब्ध कराती है, तो विद्यार्थी बिना पूरे अध्याय को दोबारा पढ़े अपने कमजोर क्षेत्र पर कार्य कर सकता है।

परिणाम यह भी दर्शाते हैं कि सूक्ष्म अधिगम का वास्तविक लाभ केवल सामग्री की लघुता में नहीं, बल्कि संरचित अनुक्रम, पुनःस्मरण, नियमित पुनरावृत्ति और अनुकूलन में निहित है। यदि केवल लंबे पाठ को छोटे भागों में काट दिया जाए और उनके बीच वैचारिक संबंध न बनाया जाए, तो अपेक्षित लाभ प्राप्त नहीं होगा।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित अनुकूलन प्रणाली का संभावित योगदान इसी संदर्भ में अधिक महत्वपूर्ण बनता है। सभी विद्यार्थियों को समान पुनरावृत्ति देने के बजाय उनके उत्तर प्रतिरूप और कठिनाई स्तर के आधार पर सामग्री प्रस्तुत करने से अधिगम समय का बेहतर उपयोग संभव है। इससे शिक्षक को भी उन विद्यार्थियों की पहचान करने में सहायता मिल सकती है जिन्हें अतिरिक्त शैक्षिक सहयोग की आवश्यकता है।

सीमाएँ

इस अध्ययन की पहली सीमा इसकी अनुकरणीय प्रायोगिक प्रकृति है। वास्तविक संस्थागत आँकड़ों के अभाव में प्रस्तुत संख्यात्मक परिणामों को प्रत्यक्ष क्षेत्रीय प्रमाण के रूप में नहीं लिया जाना चाहिए। वास्तविक सत्यापन के लिए बहु-संस्थागत नियंत्रित अध्ययन आवश्यक होगा।

दूसरी सीमा अध्ययन अवधि से संबंधित है। आठ सप्ताह की अवधि शैक्षिक प्रभाव का प्रारंभिक मूल्यांकन कर सकती है, परंतु दीर्घकालिक अधिगम व्यवहार का पूर्ण आकलन नहीं कर सकती।

तीसरी सीमा विषय-विशिष्ट प्रभाव की है। सूक्ष्म अधिगम तथ्यात्मक और प्रक्रियात्मक सामग्री में अधिक प्रभावी हो सकता है, जबकि दर्शन, विधि, साहित्य या जटिल सैद्धांतिक विषयों में अत्यधिक विखंडन समग्र समझ को कमजोर कर सकता है।

चौथी सीमा डिजिटल पहुँच और तकनीकी परिचितता से संबंधित है। सभी विद्यार्थी समान उपकरण, संपर्क सुविधा या डिजिटल दक्षता नहीं रखते। इसलिए उच्च तकनीकी निर्भरता से शैक्षिक असमानता बढ़ने का जोखिम रहता है।

पाँचवीं सीमा कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित अनुकूलन से संबंधित है। गलत पूर्वानुमान के कारण विद्यार्थी को अनावश्यक पुनरावृत्ति या अनुपयुक्त कठिनाई स्तर मिल सकता है। इसलिए मानवीय शिक्षक की शैक्षिक निगरानी आवश्यक बनी रहती है।

भावी संभावनाएँ

भविष्य में इस अध्ययन को विभिन्न विषयों और विश्वविद्यालयों में विस्तारित किया जा सकता है। विशेष रूप से यह परीक्षण आवश्यक होगा कि सूक्ष्म अधिगम का प्रभाव विज्ञान, सामाजिक विज्ञान, स्वास्थ्य शिक्षा, प्रबंधन, भाषा अध्ययन और विधि शिक्षा में किस प्रकार भिन्न होता है।

भविष्य की प्रणालियाँ विद्यार्थी की अधिगम गति, त्रुटि प्रतिरूप, स्मृति क्षय और विषय कठिनाई को संयुक्त रूप से समझकर व्यक्तिगत अध्ययन क्रम तैयार कर सकती हैं। इससे एक समान पाठ्यक्रम संरचना के स्थान पर विद्यार्थी-विशिष्ट अधिगम मार्ग विकसित किए जा सकते हैं।

ज्ञान-धारण को और अधिक प्रभावी बनाने के लिए समयांतरित पुनरावृत्ति, सक्रिय पुनःस्मरण और अवधारणात्मक मानचित्रण को सूक्ष्म अधिगम के साथ जोड़ा जा सकता है। ऐसी प्रणाली यह निर्धारित कर सकती है कि किसी अवधारणा की पुनरावृत्ति कब आवश्यक है और किस विद्यार्थी के लिए किस रूप में प्रस्तुत की जानी चाहिए।

भावी अनुसंधान में केवल परीक्षा अंकों के बजाय आलोचनात्मक चिंतन, समस्या समाधान, ज्ञान हस्तांतरण, रचनात्मकता और निर्णय क्षमता को भी परिणाम संकेतकों में सम्मिलित किया जाना चाहिए। इससे यह निर्धारित किया जा सकेगा कि सूक्ष्म अधिगम उच्च स्तरीय संज्ञानात्मक कौशलों पर भी प्रभाव डालता है या मुख्यतः तथ्यात्मक अधिगम तक सीमित रहता है।

निष्कर्ष

वर्तमान अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि सूक्ष्म अधिगम तकनीक उच्च शिक्षा में एक प्रभावी पूरक शिक्षण पद्धति के रूप में विकसित हो सकती है। इसकी प्रमुख शक्ति छोटे अध्ययन खंडों में नहीं, बल्कि संरचित प्रस्तुति, नियमित पुनरावृत्ति, सक्रिय पुनःस्मरण, कम मानसिक अधिभार और वैयक्तिक अनुकूलन के संयुक्त प्रयोग में निहित है।

प्रस्तावित परिणामों से संकेत मिलता है कि सूक्ष्म अधिगम विद्यार्थियों की शैक्षिक उपलब्धि, ज्ञान-धारण, अध्ययन निरंतरता और स्वनियोजित अधिगम को पारंपरिक विस्तृत सामग्री की तुलना में बेहतर समर्थन दे सकता है। विशेष रूप से विलंबित ज्ञान-धारण और अवधारणात्मक त्रुटि में सुधार इसकी दीर्घकालिक शैक्षिक उपयोगिता की ओर संकेत करता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित अनुकूलन सूक्ष्म अधिगम को अधिक वैयक्तिक बना सकता है, क्योंकि प्रत्येक विद्यार्थी को उसकी विशिष्ट कठिनाइयों और प्रगति के अनुसार सामग्री उपलब्ध कराई जा सकती है। फिर भी ऐसी प्रणाली शिक्षक की भूमिका का स्थानापन्न नहीं है। शिक्षक की विषय विशेषज्ञता, संदर्भात्मक व्याख्या और शैक्षिक निर्णय क्षमता आवश्यक बनी रहती है।

अतः उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम को पारंपरिक शिक्षण का पूर्ण विकल्प नहीं, बल्कि एक सुव्यवस्थित और प्रमाण-आधारित पूरक संरचना के रूप में अपनाया जाना चाहिए। जहाँ विस्तृत अध्ययन गहन वैचारिक समझ प्रदान करता है, वहीं सूक्ष्म अधिगम पुनरावृत्ति, नियमितता, तत्काल सहायता और वैयक्तिक अधिगम को सुदृढ़ कर सकता है। दोनों का संतुलित समन्वय उच्च शिक्षा को अधिक लचीला, उत्तरदायी और विद्यार्थी-केंद्रित बनाने की दिशा में उपयोगी सिद्ध हो सकता है।

संदर्भ

- *Alias, N. F., & Abdul Razak, R. (2023). Exploring the pedagogical aspects of microlearning in educational settings: A systematic literature review. Malaysian Journal of Learning and Instruction, 20(2), 267–294. doi: 10.32890/mjli2023.20.2.3. यह समीक्षा विशेष रूप से उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम के शैक्षणिक अभिकल्प और प्रभावी व्यवहारों का परीक्षण करती है। शोध-पत्र देखें*
- *Monib, W. K., Qazi, A., & Apong, R. A. (2025). Microlearning beyond boundaries: A systematic review and a novel framework for improving learning outcomes. Heliyon, 11(2), e41413. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e41413. इस व्यवस्थित समीक्षा में 40 अध्ययनों का विश्लेषण किया गया तथा सूक्ष्म अधिगम की अवधारणा, शिक्षण अभिकल्प और अधिगम परिणामों को समेकित किया गया। शोध-पत्र देखें*
- *Senandheera, V. V., Muthukumarana, C. K., Ediriweera, D. S., & Rupasinghe, T. P. (2024). Impact of microlearning on academic performance of students in higher education: A systematic review and meta-analysis. Journal of Multidisciplinary & Translational Research, 9(1). doi: 10.4038/jmtr.v9i1.2. यह अध्ययन उच्च शिक्षा में सूक्ष्म अधिगम और व्यापक अधिगम के शैक्षिक प्रदर्शन की मात्रात्मक तुलना पर केंद्रित है। शोध-पत्र देखें*
- *Thillainadesan, J., Le Couteur, D. G., Haq, I., & Wilkinson, T. J. (2022). When I say ... microlearning. Medical Education. doi: 10.1111/medu.14848. यह लेख स्वास्थ्य-व्यवसाय शिक्षा के संदर्भ में सूक्ष्म अधिगम की अवधारणा को स्पष्ट करता है। शोध-पत्र देखें*