आज़ादी का अमृत महोत्सव

G20 भारत 2023 INDIA

वसुधैव कुटुम्बकम्

ONE EARTH • ONE FAMILY • ONE FUTURE

ISSN : 1549-523-X
Formerly UGC-CARE Listed Journal

वर्ष : 23, अंक 2, अप्रैल–जून 2025
Vol. 23, No. 2, April-June 2025

विज्ञान प्रकाश
VIGYAN PRAKASH

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल
Research Journal of Science & Technology

लोक हिताय विज्ञानम्

लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली
एवं
विश्व हिन्दी न्यास, न्यूयॉर्क
का प्रकाशन

Formerly UGC-CARE Listed Journal, ISSN: 1549-523-X
विज्ञान प्रकाश – विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष : 23, अंक 2, अप्रैल–जून 2025
VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 23, No. 2, Apr. - Jun. 2025

संस्थापक मुख्य संपादक / Founder Chief Editor

- स्व. प्रो. राम चौधरी / Late Prof. Ram Chaudhari
  54, Perry Hill Raod, Oswego, NY, 13126, USA

सलाहकार मंडल / Advisory Board

- डॉ. विजय कुमार सारस्वत / Dr. V.K. Saraswat
  Member, NITI Aayog, Govt. of India &
  Chancellor, Jawaharlal Nehru University, New Delhi.
  Formerly, Secretary, Defence (R&D) & Scientific
  Adviser to Raksha Mantri & DG DRDO
  (Ministry of Defence)
  vk.saraswat@gov.in
- प्रो. जगदीश नारायण / Prof. Jagdish Narayan
  Distinguished Chair Professor & Director,
  NSF Center for Advanced Materials and Smart
  Structures, Dept. of Materials Science and
  Engineering Centennial Campus,
  North Carolina State University,
  Raleigh, NC 27695-7907.
  J_Narayan@ncsu.edu
- प्रो. अशोक झुनझुनवाला / Prof. Ashok Jhunjhunwala
  Institute Professor, IIT Madras
  E301 IITM Research Park, Chennai 600113
  ashok@tenet.res.in
- डॉ. श्याम कुमार शुक्ल / Dr. Shyam K. Shukla
  Executive Director, World Hindi Foundation
  44949 Cougar Circle, Fremont, CA 94539, USA
  shuklas@comcast.net
- प्रो. आलोक कुमार / Prof. Alok Kumar
  Department of Physics, State University of New York,
  Oswego, New York 13126
  Alok.kumar@oswego.edu

ऑनलाइन प्रदर्श / Online Presence (Website)

- दिव्या शर्मा / Divya Sharma
  Designer's Bliss, Sydney. NSW, Australia
  www.designersbliss.com

मुद्रण सहयोग / Printing Support

- अतुल भाटिया / Atul Bhatia
  Delta Print House, Jaipur - 302021
  deltaprinthouse@hotmail.com

मुख्य संपादक / Chief Editor

- प्रो. ओम विकास / Prof. Om Vikas
  Hon. Advisor, Bhartiya Vidhya Bhavan, Delhi
  President, Lok Vigyan Parishad
  Formerly, Director, ABV-IIITM, Gwalior
  & Counsellor (S&T), Indian Embassy, Japan;
  & Sr. Director, Ministry of Electronics & IT
  dr.omvikas@gmail.com

कार्यकारी संपादक / Executive Editor

- प्रो. अनुपम शुक्ल / Prof. Anupam Shukla
  Director, SVNIT, Surat, Gujarat-395007
  dranupamshukla@gmail.com

सह संपादक / Associate Editor

- प्रो. रंजन माहेश्वरी / Prof. Ranjan Maheshwari
  Professor, Rajasthan Technical University, Kota
  ranjan@rtu.ac.in
- प्रो. कृष्ण कुमार मिश्र / Prof. Krishna Kumar Mishra
  Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR,
  Mumbai - 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in
- प्रो. प्रतापानंद झा / Prof. Prataapanand Jha
  Dean (Academics) and Director (Cultural Informatics)
  IGNCA, New Delhi
  pjha@ignca.nic.in
- प्रो. अवनीश कुमार / Prof. Avanish Kumar
  Dept of Math Sc & Comp App
  Bundelkhand University, Jhansi - 284128
  dravanishkumar@gmail.com
- डॉ. देबाशीस दत्ता / Dr Debashis Dutta
  Chief Scientist & Executive Vice President
  Strategic Initiatives Jio Platform Limited
  Navi Mumbai, Maharashtra - 400701
  Debashis.Dutta@ril.com

प्रबंध संपादक / Managing Editor

- डॉ. आदर्श मंगल / Dr. Adarsh Mangal
  Department of Mathematics,
  Engineering College Ajmer 305025
  dradarshmangal@vigyanprakash.in

सहायक संपादक / Assistant Editor

- डॉ. राहुल दीक्षित / Dr Rahul Dixit
  Department of Artificial Intelligence
  SV National Institute of Information Technology, Surat
  rahuldixit@aid.svnit.ac.in
- डॉ. कात्यायनी शर्मा / Dr Katyayanee Sharma
  Joint programs in Medical Technologies
  AIIMS Jodhpur & IIT Jodhpur
  katyayaneesharma@gmail.com

विश्व हिन्दी न्यास से संस्थापित एवं लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली द्वारा प्रकाशित
पूर्व में UGC-CARE समिति से अनुमोदित हिन्दी में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल – विज्ञान प्रकाश
• ISSN : 1549-523-X; www.VigyanPrakash.in

विज्ञान प्रकाश रिसर्च जर्नल में प्रकाशित लेख/सामग्री लेखकों के अपने निजी विचार हैं। विज्ञान प्रकाश के संपादक मंडल तथा प्रकाशक का कोई दायित्व नहीं है।

Formerly UGC-CARE Listed Research Journal ISSN: 1549-523-X
विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष : 23, अंक 2, अप्रैल – जून 2025
VIGYAN PRAKASH: Research Journal of Science & Technology, Vol. 23, No. 2, April – June 2025
(www.VigyanPrakash.in)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल / **Advisory & Editorial Board** — Inner Cvr
- सम्पादकीय / **Editorial** – भारतीय दृष्टि एवं आधुनिक वैश्विक परिदृश्य / **Indian Vision and Modern Global Scenario** – प्रो. प्रतापानन्द झा — 2

ज्ञानान्तरण श्रृंखला / Series of Knowledge Transfer

- तकनीकी अनुवाद एवं अनुसृजन पर अद्यतित पाठ्यक्रम / **Updated Course on Technical Translation & Transcreation** — 4
  – प्रो. ओम विकास, स्व. प्रो. के.के. गोस्वामी, प्रो. निशीथ जोशी, प्रो. अवनीश कुमार, डॉ. प्रियंका जैन एवं विजय कुमार

शोध आलेख / Research Articles

- पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय का स्मार्ट फोन के क्रय में अनुप्रयोग / **Application of Pythagorean Fuzzy Sets in Purchasing a Smart Phone** — 20
  – मनीष कुमार गुंजन एवं अमल कुमार अदक
- साल जेल प्रक्रिया के माध्यम से ZnS नैनोकणों का संश्लेषण एवं अभिलक्षण / **Synthesis and Characterization of ZnS Nanoparticles via Sol Gel Process** — 30
  – शिखा विश्वकर्मा
- आव्यूह प्रतिलोम विधि द्वारा विभिन्न प्रोग्रामन समस्याओं का हल / **Solution of Various Programming Problems by Matrix Inverse Method** — 39
  – अशोक सिंह चौहान, आदर्श मंगल एवं ज्ञान शेखर

भारतीय ज्ञान परम्परा / Indian Knowledge Tradition

- संस्कृत कैसे सीखें ? (स्त्री प्रत्यय) / **How to Learn Sanskrit ? (Stri Pratyaya)** — 47
  – आकृति ठाकुर एवं योगेश शर्मा

समीक्षक सूची / **List of Reviewers** — Back Inner Cvr

भारतीय दृष्टि से विज्ञान शब्द का समन्वय — Back Cvr

विज्ञान प्रकाश रिसर्च जर्नल में प्रकाशित लेख/सामग्री लेखकों के अपने निजी विचार हैं। विज्ञान प्रकाश के सम्पादक मंडल तथा प्रकाशक का कोई दायित्व नहीं है।

सम्पादकीय / **Editorial**

भारतीय दृष्टि एवं आधुनिक वैश्विक परिदृश्य

Indian Vision and Modern Global Scenario

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966585

वर्तमान परिदृश्य में विश्वभर के अनेक देशों में युद्ध और संघर्ष के कारण अशान्ति का वातावरण फैला हुआ है। मानव आज विज्ञान और तकनीकी के समृद्ध युग में जी रहा है। अनेक प्रकार के नवीन आविष्कार भी हो रहे हैं, परन्तु हमें यह ध्यान रखना चाहिए कि ये सभी आविष्कार मानव–जीवन को खुशहाल बनाने में साधन मात्र हैं। इनका उपयोग मानव–कल्याण हेतु ही किया जाना चाहिए, न कि किसी को नष्ट करने में।

आज के मनुष्य की सामान्य प्रवृत्ति – विचार और क्रिया के असंगत व्यवहार के रूप में दिखती है। जब हमारा बोध हमारी क्रियात्मकता में प्रतिफलित न हो तो हमें लक्ष्य की प्राप्ति किस प्रकार होगी। मनुष्य अपने जीवन में अनेक ऐसे सैद्धान्तिक मानदण्ड चिह्नित करता है, जो सामाजिक समरसता, मानव–कल्याण एवं मनुष्य और प्रकृति के साहचर्य के मूल्यबोध के कारक कहे जा सकते हैं, जिनसे रामानुशासित समाज एवं रामायणकालिक रामराज्य का चित्र उभरने लगता है। सैद्धान्तिक मानदण्डों की अनुसूची में अनेक नाम इतिहास के झरोखों से हमें पुकारते दिखाई पड़ते हैं। इनमें श्रीराम, श्रीकृष्ण, भीष्म, विदुर, महावीर स्वामी, महात्मा बुद्ध, सम्राट अशोक, आचार्य शङ्कर, आचार्य अभिनवगुप्त, कबीरदास, तुलसीदास और उन्नीसवीं–बीसवीं शताब्दी के युगपुरुष स्वामी दयानन्द सरस्वती, महात्मा गाँधी इत्यादि प्रमुख हैं। उपर्युक्त ये सभी व्यक्तित्व ऐसे हैं, जिन्होंने उन्नत, प्रगतिशील, समरसतापूर्ण एवं स्फूर्त प्राकृतिक जीवन की गोद में प्राणिमात्र के सुखद अनुभव के मूल्यात्मक प्रतिमान स्थापित किए।

इन सभी के वैचारिक शिल्प में एक साम्य है। इन्होंने अपने विचारों से सिद्धान्त के रूप में जैसा अनुपम भवन निर्मित किया, वैसा ही सिद्धान्तानुवर्ती अनुपम जीवन अपने व्यवहार से जीकर भी दिखाया। श्रीराम के शासन का सुव्यवस्थित संचालन आज के समय में रामराज्य के नाम से रूढ़ हो गया है और जब भी कभी अच्छे शासन का उल्लेख करना हो, तो उसे 'रामराज्य' से उपमित किया जाता है। श्रीराम के राज्य में सैद्धान्तिक आदर्श एवं समाज में व्यावहारिक रूप में उनका प्रतिफलन तात्कालिक आदर्श एवं खुशहाल जीवन दर्शन का प्रकाशन करते हैं। शान्तिपूर्ण सह–अस्तित्व, प्राणिमात्र के अधिकारों की रक्षा एवं सम्मान, सत्ता का विकेन्द्रीकरण और अन्तिम समय तक युद्ध को रोकने का प्रयास श्रीराम को 'मर्यादा पुरुषोत्तम' के आदर्श व्यक्तित्व के रूप में सुशोभित करते हैं। देवी सीता के अपहरण के पश्चात् रावण को शान्तिपूर्ण पद्धति से सीता को लौटाने का आग्रह एवं युद्ध के स्थान पर शान्ति की बात करना उनके कल्याणकारी संदर्श के प्रतिबिम्ब कहे जा सकते हैं। श्रीराम के समान श्रीकृष्ण का सम्पूर्ण जीवन इसी प्रयास में निकला कि कैसे सामाजिक विसंगतियों एवं अनुचित व्यवहार को सुसंगत एवं सुसंस्कृत बनाया जाए। भारतीय संस्कृति में श्रीकृष्ण समदर्शी, विश्व–ब्रह्माण्डीय जीवन एवं स्पन्दायमान चराचर जगत् के मौलिक स्पन्दन के उत्स एवं प्रस्तोता हैं। श्रीकृष्ण के जीवन में सिद्धान्त और व्यवहार का जैसा संतुलन दिखता है, उसी से वे उपनिषत्सारभूत श्रीमद्भगवद्गीता के प्रवाचक बनकर अर्जुन जैसे नर–प्रतिनिधि को उपदेश देते हैं और उस सम्पूर्ण मानव सभ्यता के समक्ष कर्तव्य एवं धर्मानुप्रेरित कर्म के मार्ग का प्रवर्तन करते हैं। श्रीकृष्ण के चिन्तन में समष्टिपरक विश्वचेतना है, जो प्राणिमात्र के व्यष्टिभाव से लेकर स्वरूप–विस्तार के रूप में विश्वरूप शिवचेतना तक परिव्याप्त है। श्रीकृष्ण का सम्पूर्ण जीवन मानव–संघर्षों के समाधान एवं विश्व–शान्ति की स्थिर परिणति के प्रयास में निरत प्रतीत होता है। शान्ति के प्रयास में उन्होंने मान–अपमान, यश–अपयश, हानि–लाभ से परे अपनी प्रतिष्ठा तक को दाव पर लगा दिया। कौन नहीं जानता कि जरासंध के द्वारा मथुरा पर बार–बार आक्रमण किए जाने से परेशान हुए मथुरावासियों के लिए श्रीकृष्ण ने अपनी जन्मस्थली को छोड़कर समुद्र के किनारे 'द्वारका' नामक नगर बसाया। इसी के कारण उन्हें 'रणछोड़दास' की संज्ञा मिली। महाभारत के युद्ध को रोकने का प्रयास श्रीकृष्ण ने अन्तिम क्षण तक किया और इसके लिए दुर्योधन के द्वारा किए गए अपमान को भी उनके द्वारा सहन किया गया। श्रीकृष्ण का जीवन तो मानो इस विश्व में शान्ति स्थापित करने में ही निकल गया। यही प्रयास महाभारत में भीष्म पितामह और विदुर के द्वारा भी किया गया। धृतराष्ट्र को दुर्योधन की अनीति एवं अत्याचार के विरुद्ध उनके द्वारा बार–बार सचेत किया गया एवं शान्तिपूर्ण तरीके से पाण्डवों को उनके अधिकार सौंपने की याचना की गई, किन्तु वह सब सम्भव नहीं हो सका। परिणामस्वरूप संसार महाभारत के महायुद्ध का साक्षी बना।

महावीर स्वामी और गौतम बुद्ध के द्वारा हिंसा का प्रतिरोध कर विश्व–शान्ति का सन्देश ही दिया गया। परवर्ती काल में बुद्ध एवं उनके जीवन–दर्शन से प्रेरणा पाकर युद्ध का मार्ग त्यागकर सम्राट अशोक ने बुद्ध, संघ एवं धम्म (धर्म) का मार्ग

चुनकर अपना सम्पूर्ण जीवन मानव–कल्याण में समर्पित कर दिया और वे अशोक महान् कहलाए। अशोक के सम्बन्ध में एक लोकश्रुति है कि कलिङ्ग युद्ध की जीत के पश्चात् जब अशोक अत्यन्त प्रसन्न हो रहे थे और अपनी विजय का यशोगान कर रहे थे, तभी उनके गुरु उपगुप्त ने उन्हें युद्धभूमि जाकर देखने को कहा कि किसकी विजय हुई है और किसकी हार? उपगुप्त के प्रस्ताव पर अशोक युद्धभूमि में गए, जहाँ उन्हें केवल चीखें और पुकारें सुनाई दी। इतना ही नहीं कलिङ्ग देश की जनता सम्राट अशोक को कोस रही थी। यह सब दृश्य देखने के पश्चात् अशोक से उपगुप्त ने प्रश्न किया कि राजन् अब बताइये यह आपकी जीत है या हार। इस घटना से अशोक को आत्मग्लानि हुई और वे पश्चाताप की अग्नि में दहकने लगे। तब उन्होंने संकल्प किया कि मैं बुद्ध और उनके धम्म के मार्ग पर ही चलूँगा एवं विश्व–शान्ति एवं मानव–कल्याण में ही अपना सम्पूर्ण जीवन समर्पित कर दूँगा। इस संकल्प के क्रियान्वयन की फलश्रुति यह थी कि अशोक के पुत्र महेन्द्र एवं पुत्री संघमित्रा धम्म के प्रचार–प्रसार हेतु इण्डोनेशिया और श्रीलंका तक गए।

आचार्य शङ्कर और अभिनवगुप्त जैसे महापुरुषों ने आत्मचेतना, स्वरूप–प्रथन एवं विश्वमयी दृष्टि को विकसित करने पर बल दिया। इन दार्शनिकों ने भारत की निगमागमीय संस्कृति की समन्वयात्मक–दृष्टि का प्रकाशन किया। आचार्य शङ्कर में सगुण और निर्गुण भक्ति के साथ–साथ शैव, वैष्णव एवं शाक्त मतों का अद्भुत समन्वय दृष्टिगत होता है, जो कहीं न कहीं आध्यात्मिक शान्ति के पथ की तरफ उन्मुख करता है। आचार्य अभिनव का सम्बन्ध एक ऐसे समय से है, जब काश्मीर में वैष्णव, शाक्त, शैव, कुल, क्रम, स्पन्द जैसे अनेक साधना एवं दर्शन के सम्प्रदायों की मुखरता थी, किन्तु उन्होंने अपने ग्रन्थों में सभी सम्प्रदायों के तात्त्विक चिन्तन को एकसाथ समग्र रूप मे प्रस्तुत कर अपनी समन्वयात्मक–दृष्टि को व्यक्त कर तात्कालिक पारस्परिक वैचारिक संघर्षों को बहुत सीमा तक समाप्त कर मानव–कल्याण में अपनी भूमिका का निर्वाह किया। कालान्तर में कबीर, तुलसीदास आदि सन्तों के द्वारा सामाजिक समरसता, सह–अस्तित्व एवं शान्तिपूर्ण जीवन की दिशा में किए गए सत्प्रयास मध्यकालिक भक्ति–साहित्य के मुख्य लक्ष्य के पर्याप्त उदाहरण माने जा सकते हैं। इस काल में सभी सन्तों का एक ही लक्ष्य था कि भिन्न–भिन्न पंथों, सम्प्रदायों, मतों, आस्थाओं में विभाजित समाज को कैसे सहभाव का पाठ पढ़ाया जाए। किस प्रकार आपसी विवादों एवं संघर्षों से मुक्त होकर यह विश्व शान्ति के मार्ग पर अग्रसर हो।

उन्नीसवीं और बीसवीं शताब्दी में स्वामी दयानन्द सरस्वती एवं महात्मा गाँधी का चिन्तन पारस्परिक संघर्ष, विद्वेष, किसी भी प्रकार की हिंसा के प्रतिरोध एवं सामाजिक समरसता में ही मुखर होता सा परिलक्षित होता है। इस प्रकार भारतीय इतिहास के अवलोकन से यह कहा जा सकता है कि सम्पूर्ण मानव सभ्यता का कल्याण शान्ति के पथ में ही है, ऐसी भारतीय इतिहास–दृष्टि है। इतिहास साक्षी है कि जिन–जिन लोगों अथवा जिन–जिन देशों ने शान्ति की भाषा छोड़कर युद्ध और अशान्ति की भाषा का अनुसरण किया, वे इतिहास में या तो काल–कवलित हो गए या फिर मानवता के कलङ्क एवं शत्रु के रूप में अविस्मरणीय। अतीत में जब भी ऐसी घटनाएँ हुई हैं, उनके पीछे व्यक्ति की अपनी महत्त्वाकांक्षा, स्वार्थपरता एवं झूठी यश–लोलुपता मुख्य कारण रहीं हैं। उन लोगों के चिन्तन में लोक न होकर उनकी अपनी स्वार्थपरता दिखती है। किसी भी शासक अथवा प्रशासक का धर्म है कि वह लोक के लिए सोचे, लोक–हित में कार्य करे। वह लोक का प्रतिनिधि मात्र है। वह लोक के लिए है, न कि लोक उसकी स्वार्थपूर्ति के लिए। जितने भी प्रकार के संसाधन अथवा आविष्कार हैं, वे सभी मानव सभ्यता के सुखद, सरल एवं शान्तिपूर्ण जीवनयापन के लिए ही होते हैं।

सम्पूर्ण विश्व एक मानव समुदाय होने के साथ–साथ अनगिनत प्राणियों के जीवन–यापन की आश्रय–स्थली भी है। इस भूमि पर सभी का बराबर का अधिकार है। लौकिक अथवा अलौकिक किसी न किसी संयोग से सभी अपने–अपने जीवन को प्राप्त कर किंचित् समय के लिए यहाँ आते हैं। किसी के युद्धाकांक्षी होने में, किसी की कोई भूमिका नहीं है, तो फिर अपनी महत्त्वाकांक्षा एवं स्वार्थसिद्धि हेतु हमें किसी दूसरे के जीवन को छीनने का अधिकार कैसे हो सकता है। जब हम किसी और के साधन नहीं बन सकते तो किसी और को हम साधन कैसे बना सकते हैं। युद्ध देखने में दो व्यक्तियों अथवा दो देशों के मध्य प्रतीत होता है, किन्तु असंख्य उन लोगों अथवा प्राणियों का जीवन समाप्त हो जाता है, जिन्हें यह भी ज्ञात नहीं होता कि हम किस उद्देश्य से युद्ध कर रहे हैं। वे युद्ध करते हैं, बस इसलिए कि उन्हें आदेश मिला है।

– प्रो. प्रतापानन्द झा

तकनीकी अनुवाद एवं अनुसृजन पर अद्यतित पाठ्यक्रम
Updated Course on Technical Translation & Transcreation

Contributors:

Prof Om Vikas, (Ex-Sr. Director, Min. of Electronic & IT);
Late Prof K.K. Goswami, (University of Delhi);
Prof Nisheeth Joshi, (Banasthali University);
Prof Avanish Kumar, (Ex-Chairman, CSTT, New Delhi);
Dr Priyanka Jain, (C-DAC), Vijay Kumar (MEIT, New Delhi)

dr.omvikas@gmail.com; dravanishkumar@gmail.com; jnisheeth@banasthali.in; priyankaj@cdac.in; vkumar@meity.govt.in

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966696

Submitting for approval to :

Ministry of Education & Skill Development, AICTE, UGC, DST, MEIT, and premier institutions like AIIMS, IITs, IISERs, etc.

Acknowledgement:

Appreciating the team members for giving wings to my dream, I would like to express my humble and sincere regards to each of them for their constant support, patience and self- motivation during the period of the compilation of this course on Technical Translation and Transcreation. This course brought out for every Engineer, Scientist and Professional of innovation and knowledge Creator. My immense appreciation goes to AICTE, AIIMS, UGC, DBT, DST, Department of Higher Education, Ministry of Education, Government of India, Department of Official Languages, Ministry of Home, Government of India, and many more such Institutions, who had motivated and supported me in order to work on Technical Translation and Transcreation.

I am thankful to Late Professor K. K. Goswami, Gurugram, (Delhi University, Delhi) Professor Avanish Kumar (Bundelkhand University), Professor Nisheeth Joshi (Banasthali University), Dr Priyanka Jain (CDAC), Dr Vijay Kumar (MEIT), and other academic well-wishers who have provided very fruitful suggestions. Further, I would like to thank to all academicians, experts, and fellow researchers, who helped in completing this task. Heartfelt gratitude to all the co-passengers in this journey. I profusely thank the invisible hands in this endeavor.

-Om Vikas

प्रतिवेदन सारांश

आधुनिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में बहुत तेजी से नवीन तकनीकों का विकास हो रहा है। भारतीय युवा वैज्ञानिक प्रतिभा को वैश्विक स्तर पर उत्कृष्ट माना जाता है। लेकिन जन सामान्य तक विज्ञान की समझ और नवाचार उद्दीपन में आधुनिक विज्ञान साहित्य को भारतीय भाषाओं में अनुवाद के माध्यम से उपलब्ध कराने की आवश्यकता है। अन्य भाषा से अपनी भाषा में ज्ञानान्तरण होना सामाजिक एवं आर्थिक सातत्यपूर्ण विकास के लिए आवश्यक है।

कैसे करें?

मानव अनुवाद की गति बहुत धीमी है। इसलिए मशीनी अनुवाद से 60% से 80% तक मानव प्रयास में बचत हो जाती है। अनुवाद एक लेखक उन्मुखी होता है अनुसृजन पाठक उन्मुखी होता है। इसलिए तकनीकी अनुवाद एवं अनुसृजन पर 3 क्रेडिट के पाठ्यक्रम की रचना की गई है।

अनु श्री जन के लिये अनुसृजन के लिए एक जनिका डी प्रस्तावित है जिसमें मशीनी अनुवाद, वर्तनी चैक, लोकीकरण एवं वैश्वीकरण टूल्स, समान्तर कोश, तकनीकी शब्दावली, उत्कृष्ट विज्ञान लेखन के नमूने, इत्यादि की सुविधा हो।

अनुसृजन कौशल से रचनात्मकता और उद्यमिता में वृद्धि होगी। मौलिक विज्ञान लेखन भी बढ़ेगा। इस प्रकार राष्ट्रीय शिक्षा नीति NEP 2020 की परिकल्पना को साकार करना आसान होगा। अनुसृजन कौशल से संयुक्त राष्ट्र संघ के सतत विकास लक्ष्यों (SDGs) को हासिल करना भी आसान होगा।

प्रस्तावित तकनीकी अनुवाद एवं अनुसृजन पर आधारित 3 क्रेडिट के पाठ्यक्रम में निम्नलिखित इकाइयाँ शामिल है। यहाँ पर मुख्य रूप से अंग्रेजी (SL) से हिंदी (TL) के सन्दर्भ में इकाई दी गई हैं।

1. अनुवाद के सिद्धांत (Principles of Translation)
2. व्यतिरेकी अनुवाद का विश्लेषण (Contrastive (SL–TL) Language Analysis)
3. भाषा प्रौद्योगिकी (Language Technology)
4. अनुवाद : समस्याएँ, सीमाएं, और मूल्यांकन (Translation: Issues, Constraints and Evaluation)
5. मशीनी अनुवाद एवं अनुसृजन पर अभ्यास (MT & Practice on Transceation Workbench)
6. प्रोजेक्ट (Project)

UNIT	DESCRIPTION	Theory (60%)	Practical (40%)	Marks 80% + Grade
1	Principles of Translation	12	-----------	12
2	Contrastive (SL-TL) Language Analysis : English & Hindi	12	8	16
3	Language Technology	12	12	18
4	Translation : Issues, Constraints and Evaluation	12	8	16
5	MT and Practice on Transcreation Workbench	12	12	18
6	Project	-----------		Grade A / B

Executive Summary

English was adopted as the medium of instruction in higher studies of Science and Technology. This has resulted in outshining Indian talent at global level. But it retarded scientific and technological communication with people at large and became obstacle in promoting inclusive innovation and entrepreneurship. Innovation is the key for economic growth and improving quality of life of the people at large. Translation is essentially Transfer of Knowledge from one language into another language. Technical Translation and Transcreation course is designed to come out from this dilemma of English language for the large non-English population of India. Direct interaction in the language of society with educated youths with knowledge and skills will open more avenues for entrepreneurship and effective solutions to societal and economic problems. Design of a curriculum of three credits for about 45-50 hours will open new and advanced avenues to enter the domain of technical education as well as medical education and other domain of knowledge. Transcreation

(अनुसृजन) rather than mere translation demands evaluation on ease of use, communicatively, comprehension and prompting creative ideas. There must be access to dictionaries, parsers, translation memories, term bank, and best practices in scientific writings.

Objectives and learning outcomes shall be as under:

- familiarity with some relevant translation software and tools to use them in practical translation.
- skills in terminology management and construction of small translation corpora or terminology banks to assist their translation practice.
- ability to make use of internet resources for their translation.
- research and innovation skills in translation domain and service.

Knowledge Transfer for Sustainable Socio-economic Development

Why? There is rapid growth of information on Science, Engineering, Technology, Medical Science, Management, and applications in techno-socio-economic sectors.

What? Knowledge from one language and the cultural set-up into Knowledge in target language with greater degree of comprehension.

Who? Graduates in professional programs in colleges, institutions, and universities.

How? Human translation is very slow and tiring process. Machine Assisted Human Translation (MAHT) reduces human efforts by 60% - 80%. Thus, productivity will increase, and comprehensibility will be better.

Where? Human translator using dictionaries, thesaurus, parallel corpora, and machine translation tools – spell check, grammar check, localisation tools, etc. Translation / Transcreation workbench is proposed.

Capacity-building: It is essential to introduce a formal credit-based course on Technical Translation / Transcreation. A 3-credit course is suggested to be introduced in the institutions dealing with programs in Science, Engineering, Technology, Medical Sciences, and Management, etc.

Spin-off Advantage: Transcreation skill will enhance creativity, and entrepreneurship. Some of them may become authors and write good textbooks in their own language. This is how implementation of NEP 2020 will succeed with larger scale in a shorter period.

Wider participation in Transcreation may facilitate ensuring Sustainable Development Goals (SDGs) as proposed by the United Nations.

Here below is the collaborative effort of designing a 3-credit Course Curriculum on Technical Translation & Transcreation.

Course Guidelines on Technical Translation & Transcreation

The proposed course and curriculum include the **Principles of Translation; Contrastive [Source Language (SL) – Target Language (TL)] Language Analysis: English & Hindi; Language Technology; Translation: Issues, Constraints and Evaluation; MT and practice on Transcreation workbench;** and **Project**. This has been designed with the in-built scope for every knowledge professional bridging the language barrier in society by and large. It will enhance fundamental knowledge concepts, and skill creating job opportunities in translation field.

Contents

1. Preamble
2. Knowledge for Innovation
3. Skill Development for Knowledge Transfer
4. Mission Bhashini
5. Transcreation
6. Curriculum for Technical Translation & Transcreation
   - 6.1 Objectives and Learning Outcomes
   - 6.2 Workload
   - 6.3 Scope & Syllabus

6.4 Choice of Course
6.5 Evaluation
6.6 Grades/Marks
6.7 Topics to be covered
7. Tentative Guidelines
8. Tentative Syllabus of Units

1. Preamble

NEP 2020 suggests promotion of Indian languages in education system from school level to college as well university levels. This will enhance greater comprehension of the subject and connect with the society. Direct interaction of society with educated youths with knowledge and skills opens avenues for entrepreneurship and effective solutions to societal and economic problems. According to AISHE 2021 report 338 Lakh students enrolled in UG & PG programs. Maximum enrolment was in Arts & Commerce, then in Science and Engineering. 37.70 lakh students enrolled at the undergraduate level in Engineering. At the PG level enrollment in all branches was 12.6% of total enrolment. PhD students were 203 thousand (2019-2020). The maximum numbers of PhDs enrolled were in Science, Engineering & Technology. According to AICTE statistics 2021-2022, there are about 9,000 institutions with intake of about 29.7 lakhs at UG, PG & Diploma levels. According to the National Medical Commission, the number of medical colleges are 612 with seats of about 92 thousand. All these graduates in Science, Engineering and Medical Science will have to interact with society in Indian language for effective service to society. At present the higher education in these disciplines had been in English. There is need to empower them with skills of effective, comprehensible, easy to understand knowledge transfer from English into Indian languages.

Online Machine translation tools are becoming more easily available. To provide comprehensible translation text of lecture notes/ book, it requires editing by the faculty/pass out graduates at workplace. Their direct involvement is essential for continual improvements and promoting co-creation efforts.

Curriculum Guidelines of a 3 credit course is suggested below as per the NEP 2020 for the UG/PG level technical programs running in various HE institutions.

2. Knowledge for Innovation

There had been rapid advancement in Science & Technology during 20th century. In 21st century advancements in S&T are even more aggressive. Socio-economic development of a country depends largely on the knowledge available in their people's language. Countries having national language non-English have resorted to Translation largely from English to their own national language(s), for example from English into Japanese, Korean, etc. Advanced nations also sought S&T knowledge of the competing nations through Translation process from Foreign Language into their Language, for example from Russian into English.

In order to ease the process of Translation, number of efforts have made since 1960s for developing Machine Translation systems. In India also over last two decades some projects on Machine Translation between English and Indian Languages, and between Indian Languages to Indian Languages have made good progress. MT alone may not give comprehensible and intelligible translation. But this is like a draft available for quick correction, editing and improvising presentation style to suite to users. MT is acceptable if 80% or more of human efforts are saved and the rest is left for post editing. Since 1960s, India tried to improve economic growth with focus on Education on Science & Technology. Literacy was to be improved. Several technical institutions were set up in public and private sector. Medium of instruction up to secondary education in most of states was regional language. Hindi was made official language. Hindi grew as a link language between people.

However, English was adopted as the medium of instruction in higher studies of Science and Technology. This has resulted in outshining Indian talent at global level. But it retarded scientific and technological communication with people at large and became obstacle in promoting inclusive innovation and entrepreneurship. Innovation is the key for economic growth and improving quality of life of the people at large.

3. Skill Development for Knowledge Transfer

In the backdrop of the above, it is proposed to design a curriculum of three credits for about 45-50 hours that may be submitted to agencies like AICTE, UGC, NMC, MEIT for approval as an elective credit course under Choice Based Credit System (CBCS) scheme. This will open more avenues to enter the domain of technical education. Similar efforts may be made for approval as an elective credit course in Medical Institutions under NMC.

4. Mission Bhashini

The National Language Technology Mission (Digital India Bhashini) of the Ministry of Electronics and IT was launched in July 2022 to provide artificial intelligence (AI) driven Language Technology solutions through Bhashini platform (https://bhashini.gov.in) as three year mission for all 22 scheduled Indian languages to bridge the language barrier with an outlay of about Rs 500 Crore.

Objectives of the mission are:

1. To create free to use language (text image and speech) data and AI models in 22 scheduled Indian languages.

2. To provide translation and enable voice-based services.

3. To build a national public digital platform for languages to develop services and products for citizens by leveraging the power of artificial intelligence and other emerging Technologies.

Currently, 290+ pre-trained AI-driven language models are available on Bhashini platform (https://bhashini.gov.in) in 22 scheduled Indian languages.

The Bhashini Open Application Programming Interfaces for Language translation in text and voice are listed on API setu (https://apisetu.gov.in) along with Bhashini platform. Industry or startups may build applications leveraging any interface to provide easy to use services to citizens. Mission has built speech to speech Machine Translation Mobile App for 10 Indian Languages – Bengali, Gujarati, Hindi, Malayalam, Marathi, Kannada, Odia, Punjabi, Tamil, Sanskrit and Telugu, and also English.

Bhasha Daan, where citizens can contribute language data to Mission Bhashini platform (https://bhashini.gov.in/bhashadaan/en/home). Bhashini adopted multi-stakeholder approach involving industry, state and central Governments, academia, publishers to build applications on top of Bhashini.

It is submitted to the Mission Bhashini to support the following:

1. Capacity Building
   (a) Promote the Course on Translation & Transcreation
   (b) INSCRIPT based input ability competitions for schools.
2. Development of Transcreation Workbench and make available free to use.
3. Publication of MEITy funded research in Hindi up to 20% - 40%
4. Evolving IPA (Indian Phonetic Alphabet) based on enhanced Devanagari.
5. Proposing standard for IPA (International Phonetic Alphabet) based on enhanced Devanagari.

5. Transcreation

Important is to use technology to augment creative technical writing. Focus need be on Transcreation अनुसृजन rather than mere translation that demands evaluation on ease of

use, communicatively, comprehension and prompting creative ideas. There must be access to dictionaries, parsers, translation memories, terminology bank, and best practices in scientific writings.

Translation is essentially Transfer of Knowledge from one language into another language.

भाषा और संस्कृति भिन्नता के कारण अनुवाद एक तथ्यात्मक एवं सृजनात्मक प्रविधि है। पाठकोन्मुखी सुबोध अनुवाद को अनुसृजन कह सकते हैं।

वर्तमान संदर्भ में अंग्रेजी को स्रोतभाषा से लक्ष्य भाषा हिन्दी में अनुवाद की चर्चा करते हैं।

अनुवाद सामग्री साहित्यिक अथवा साहित्येतर हो सकती है। साहित्यिक के अंतर्गत कथा, कहानी, उपन्यास, कविता, महाकाव्य आदि।

साहित्येतर के अंतर्गत तकनीकी विषय जैसे विज्ञान, आयुर्विज्ञान, प्रबंधन, प्रौद्योगिकी, विधि, वाणिज्यिक, प्रशासनिक, जन संचार, इत्यादि। इन सबकी अपनी अपनी विशिष्ट शब्दावली हैं, वाक्य पदीय मानक हैं, और सामाजिक जीवन मूल्यों के समावेशन की अपेक्षा है। सुबोध एवं रोचक अभिव्यक्ति के लिए विशिष्ट लेखन शैली है।

प्रौद्योगिकी की गति, प्रबल प्रभावकारिता और प्रसार से विश्व समाज प्रभावित हुए बिना नहीं रह सके। विगत 20वीं सदी से प्रारंभ में 10,000 विश्व भाषाएं जीवित थी, सदी के अंत तक लगभग 6,700 विश्व भाषाएं बच सकीं। प्रति वर्ष 2 प्रतिशत विश्व भाषाओं का लोप होता जा रहा है। भाषा के लोप से लोक संस्कृति और परंपरागत ज्ञान का विलोप होता है। भाषिक आदान–प्रदान तत्काल मौखिक संभव है। लिपि के माध्यम से सुरक्षित रखा जा सकता है। सभ्यता के विकास और आवागमन के बढ़ने से भाषाएं और लिपियां एक दूसरे से प्रभावित हुई।

पाणिनी जैसे मनीषियों ने संस्कृत की देवनागरी लिपि में ध्वनि एवं लेखन में ऐक्य पर बल देते हुए ध्वनियों का स्वर एवं व्यंजन में वर्गीकरण किया, उच्चारण के स्थान और विधि के आधार पर लिपि संरचना सारणी बनायी। देवनागरी ध्वन्यात्मक है, वैज्ञानिक आधार है। लिपि–व्याकरण भी दिया।

उच्चारण–स्थान (P) : velar (कंठ्य), palatal (तालव्य), retroflex (मूर्धन्य), dental (दंत्य), labial (ओष्ठ्य)

उच्चारण की विधि (M) : voice–less (अघोष)–Unaspirated (अल्पप्राण) अघ–अप

voice–less (अघोष)–Aspirated (महाप्राण) अघ–मप्र, voiced (घोष)–Unaspirated (अल्पप्राण) घ–अप्र

voiced (घोष)–Aspirated (महाप्राण) घ–मप्र

nasal (नासिक्य), semivowel / vowel derivatives, fricative voiceless and voiced

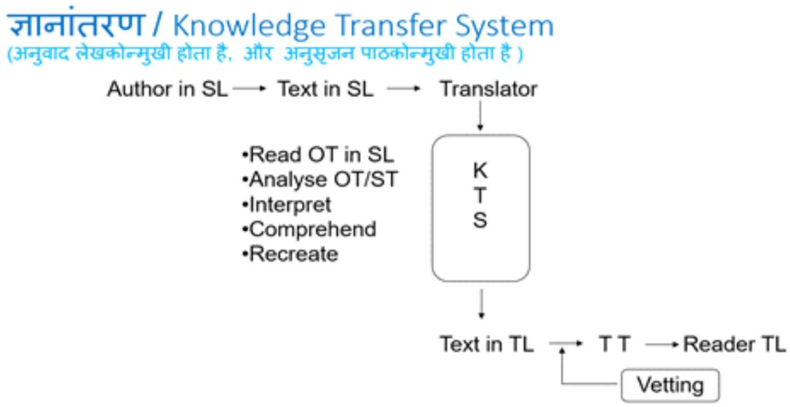
ज्ञानान्तरण

वक्ता / लेखक → ज्ञानान्तरक → **श्रोता / पाठक**

(भाषा–i, संस्कृति–j) **(भाषा–k, संस्कृति–m)**

ज्ञानान्तरक / अनुवादक की जानकारी सीमित होने से भूलों की संभावनाएं अधिक, और सही जानकारी ढूंढ़ने में अधिक समय लगता है। अनुवाद का काम अधिक होने और तत्काल मांग के कारण अनुवाद की गुणवत्ता घटती है। इसलिए मशीन की मदद से अनुवाद का प्रारम्भिक प्रारूप लिया जा सकता है। ज्ञानांतरण के दो पक्ष हैं – 1. **अनुवाद** जो लेखकोन्मुखी होता है, और 2. **अनुसृजन** जो पाठकोन्मुखी होता है। ज्ञानांतरक से लक्ष्य भाषा और संस्कृति की जानकारी अपेक्षित है।

- भाषा के संबंध में अपेक्षित जानकारी .... वर्तनी, व्याकरण, लेक्सिकोन, शब्दकोश, संख्या लेखन, दिन–मास–वर्ष, ऋतुएँ, मुहावरा कोश, समांतर कोश, एनोटेटेड कॉर्पस, वाक्यविन्यास, संधि विच्छेद, अलंकार, उत्कृष्ट लेख संग्रह, शैली, उच्चारण वैशिट्य इत्यादि .... का भाषायी ज्ञान।
- संस्कृति के संबंध में अपेक्षित जानकारी ....
- विवाहपद्धति, कार्य पद्धति, रीति रिवाज, उत्सव, नृत्य, संगीत, भाव भंगिमा, लोक कला ... इत्यादि ।



SL: Source Language, OT: Original Text, ST: Source Text, TL: Target Language, TT: Translated Text, KTS: Knowledge Transfer System

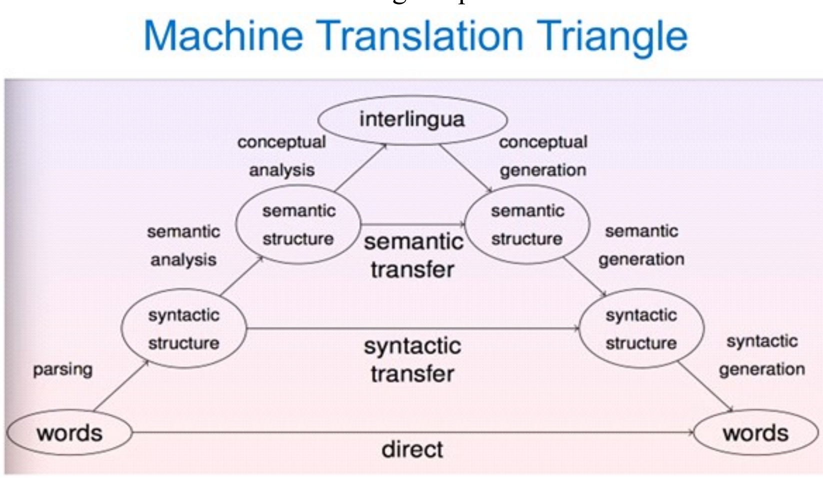
Machine Translation Approaches:

प्रविधि आधार – व्याकरण नियम, द्विभाषिक कॉर्पस, प्रयुक्ति उदाहरण, शब्द–पद सांख्यिकी, शब्दस्तर, वाक्य स्तर, अंतर–भाषा

- **Rule-Based & Corpus-Based MT**

  RBMT: Rationalism (morphological, syntactic & semantic analysis)
  more time for MT & less storage requirement

  CBMT: Empiricism (use bilingual text corpora)
  less time for MT & more storage requirement



- **Direct, Transfer & Interlingua MT**

  Direct: word by word level with simple grammatical adjustments

  Transfer: analysis, syntactic & semantic structural abstraction and generation. In both cases SL(n) to TL(k) translation will require n x k transfer steps,

  Interlingua: analysis into abstract universal representation and generation. SL(n) to TL(k) translation will require n + k transfer steps.

- **Statistical and Example-Based MT**

  SMT: based on statistical models of bilingual text *corpora*

EBMT: based on parallel *corpora* and 3 steps of example acquisition, example base management and example application & synthesis

MT Systems developed with funding by Min. of Electronics & IT, Govt of India for Indian Languages:

अंग्रेजी से हिन्दी में अनुवाद प्रणालियाँ –

- Anusarak, Matra, Mantra, Angla–Bhati

बहु भाषिक अनुवाद प्रणालियाँ –

- SAMPARARK (IL–IL) P–H, H–P, U–H, Te–Ta
- ANUVADAKSH (E–IL) IL: H, M, B, O, Ta,U
- ANGLA–BHARTI (E–IL) IL: B, P, Mal, U
- CILA: A, B, G, H, M, O, P, Ta, Te

IL: Indian Language, E: English, A: Assamese, B: Bengali, G: Gujarati, H: Hindi, K: Kannada, M: Malayalam, O: Oriya, P: Punjabi, Ta: Tamil, Te: Telegu, U: Urdu

Online Translators (in the context of Indian Languages)

- Google, Microsoft, Facebook, Yahoo
- www.Translate.google.com/manager
- www.bing.com/translator

Other Tools needed (to develop) –

Cloud based Transcreation workbench including Spell Chckers, Grammar Checkers, Terminology Manager, E–dictionaries, Translation Memory Tools, Localization tools, etc.

मशीनी अनुवाद की व्यापारिक संभावनाएँ हैं – T2S (टेक्स्ट से बोल), S2T (बोल से टेक्स्ट), S2S (बोल से बोल)

मूल्यांकन – Evaluation of Machine Translation

- A metric that evaluates machine translation output represents the quality of the output. The measure of evaluation for metrics is correlation with human judgment.
- **BLEU** was one of the first metrics to report high correlation with human judgments of quality.
- The **METEOR** metric is designed to address some of the deficiencies inherent in the BLEU metric. The metric is based on the weighted harmonic mean of unigram precision and unigram recall.
- **LEPOR** yielded higher system-level correlation with human judgments than several existing metrics such as BLEU, Meteor-1.3, TER, AMBER and MP4IBM1.
- **COMET** is a robust Crosslingual Optimized Metrics for Evaluation of Translations by ensembling systems that model different aspects of MT evaluation.
- **MATESE** assign a label to each token of the candidate. These labels identify error spans, together with their severity, chosen among Major and Minor. Finally, in order to associate a score with the entire tagged sentence

अनुवाद गुणवत्ता का मूल्यांकन

(क) भाषा–शैली – शुद्धता, औचित्य, सहजता, सुसंगतता, शैली

(ख) शब्दावली–संदर्भ–मानव मूल्य – फार्मूला, नाम पद, प्रक्रिया पद, मानव मूल्य, संदर्भानुकूल

(ग) त्रुटि–विश्लेषण स्रोत भाषा में – वर्तनी, व्याकरण, शब्द चयन, अर्थ, शैली

(घ) त्रुटि–विश्लेषण लक्ष्य भाषा में – जोड़ा, हटाया, अर्थ–विकृति, अतिरिक्त भाषा संदर्भ, भाषिक भिन्नता

- पाँच माप बिन्दु : 5. उच्चतम, 4. उच्च, 3. सामान्य, 2. न्यून, 1. न्यूनतम
- गुण = [(क$_1$, क$_2$, क$_3$, क$_4$, क$_5$) + (ख$_1$, ख$_2$, ख$_3$, ख$_4$, ख$_5$)]

- दोष = [(ग$_1$, ग$_2$, ग$_3$, ग$_4$, ग$_5$) + (घ$_1$, घ$_2$, घ$_3$, घ$_4$, घ$_5$)]
- सकल गुण अधिकतम, और सकल दोष न्यूनतम किए जाएं।

अनुसृजन क्षेत्र विशाल है – कार्य और शोध की दृष्टि से। 2005 में गठित राष्ट्रीय ज्ञान आयोग ने लोक भाषा में विविध प्रकार के ज्ञान की कमी की भरपाई के लिए पांच प्रमुख सिफारिशें कीं :

- *सुगमता* – ज्ञान प्रप्ति की सुगमता हो
- *संकल्पना प्रधानता* – शिक्षा के सभी स्तरों पर कंसेप्ट (संकल्पनाओं), उनके अन्तर संबंधों, कारण–प्रभाव विश्लेषण और नवाचार पर बल दिया जाए।
- *ज्ञान सर्जना* – सामाजिक एवं आर्थिक दृष्टि से उपयोगी ज्ञान सर्जना को बढ़ाया जाए (विशेषतः विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी, बौद्धिक संपदा अधिकार, उद्यमिता को)
- *अनुप्रयोग* – ज्ञान तंत्र/नॉलेज सिस्टम का विकास किया जाए
- *सेवाएं* – ई–गवर्नेंस जैसी जन–सेवाएं

राष्ट्रीय ज्ञान आयोग ने राष्ट्रीय अनुवाद मिशन प्रारंभ करने की भी सिफारिश की। कार्य बिन्दु थे : *अनुवाद शिक्षण, सूचना प्रसारण, उत्कृष्ट कोटि के अनुवाद को प्रोत्साहन, मशीन अनुवाद व्यवहार में*।

2022 में भारत सरकार ने नेशनल ट्रांसलेशन मिशन (NTM) के लिए 500 करोड़ रुपए का प्रावधान किया है।

ज्ञातव्य है कि **अनुवाद** लेखकोन्मुखी होता है, और **अनुसृजन** पाठकोन्मुखी होता है।

अपेक्षा है कि इनकी उपलब्धता और प्रयोग–प्रसार को सुनिश्चित किया जाए :

- इनपुट – मानक INSCRPT की–बोर्ड, मोबाइल डिवाइस पर भी हों,
- कोडिंग – ISCII, UNICODE, Phonicode & Indian Phonetic Alphabet (to develop)
- डिस्प्ले एवं प्रिंटिंग के लिए फोंट एवं फोंट परिवर्तक
- लिप्यंतरण, मशीन अनुवाद, एप्लीकेशन SW
- अक्षर पहचान – OCR, Handwriting CR
- टैक्स टू स्पीच, स्पीच टू टेक्स्ट, स्पीच टू स्पीच
- वेब ब्राउसर, डोमेन नेम, (डॉट).भारत (like .in, .cn, .jp, …)
- नागरी में यूटिलिटी सॉफ्टवेयर – लाइब्रेरी, एकाउंटिंग, स्कूल–कॉलेज, प्रबंधन, ट्रांसपोर्टेशन, पाठ–लेखन, ऑथरिंग आदि सॉफ्टवेयर नागरी लिपि में मुफ्त और मुक्त सर्वसुगम हों।
- नागरी लिपि – व्याकरण मानकीकरण भाषा सापेक्ष होगा, हिंदी, मराठी के लिए अलग होगा। नागरी में कंटेंट क्रिएशन और web service इंटीग्रेशन और XML आदि के मानकों पर भी काम किया जाये।

मानकीकरण

- नागरी लिपि–व्याकरण मानकीकरण भाषा के सापेक्ष होगा। हिन्दी और मराठी के लिए अलग हो सकता है।
- मानक लेखन के सुझाव हों, नए प्रयोगों के प्रति सहिष्णुता रहे। (किया, किये/किए , नयी/नई, ...)
- नागरी में कंटेंट क्रियेशन और Web Service इंटीग्रेशन और XML आदि के मानकों पर भी काम किया जाए।
- ध्वनि इकाई (unit) का माप–मानकीकरण हो ।
- संस्कृत एवं अन्य भारतीय भाषाओं में लिप्यंतरण मानकीकरण।
- नागरी टूल्स और टैक्नोलोजी के मानकीकरण और प्रभावी अनुपालन की आवश्यकता है।

नागरी–हिन्दी में प्रयोग संभावनाएं

- Glyph based encoding standard (one byte) ASCII for Roman script and ISCII for Roman + an Indic script. Now (two byte) standard UNICODE for over 100 languages.

- Localization लोकीकरण : BOSS, Firefox, Thunderbird (email SW), ECKO (Content Management)
- 7Bn people + 10^{18} (zeta)byte content = Big data disconnect?
- Language Switch: Browser-based Localization, Localization of databases, eg. half past ten साढ़े दस
- Homophone Engine for searches, e.g. Chowdhary – 64 variants, Upadhyay – 28 variants, हिन्दी, हिंदी
- Blogs, Social Networking, e-book
- Free Hindi fonts and software downloadable from http://ildc.in
- Fonts, KB drivers, Open Office, Browser, typing tutor, code/font converters, lexical analyzer, POS tagger, TTS, OCR, Transliteration

लोकीकरण (L10N) एवं वैश्वीकरण (I18N)

- प्रौद्योगिक उत्पाद एवं सेवाओं के अनुवाद में: अन्य भाषा से अपनी भाषा के अनुवाद के समय लोकीकरण (L10N : Localization), और अपनी भाषा से अन्य भाषाओं में अनुवाद के संदर्भ में वैश्वीकरण (I18N : Internationalization) की आवश्यकताओं को ध्यान में रखना पड़ता है।
- **कार्य क्षेत्र विषयक सुझाव** – Localization of MOOCs (Massive Open Online Courses) and other e-learning resources at school and college level. Localization of vocational/skill training material using open localization tools.
- **नीति विषयक सुझाव** – Mandatory Introduction of Indian language processing in IT courses at secondary, senior secondary and tertiary levels – UG & PG. Incentives for SOHO knowledge (multilingual) industry, and Quality Certification.
- **प्रौद्योगिकी विषयक सुझाव** – "Localization Cloud" to automatically download the requisite tools. Development of Universal Voice based Communication Code (PHONICODE) and other requisite technologies - Spell Checkers, Grammar Checkers, Terminology Manager, E-dictionaries, Translation Memory Tools, etc.

  Transcreation workbench may be developed.

6. Curriculum for Technical Translation & Transcreation

6.1 Objectives and learning outcomes

At the end of the course, a student should be able to demonstrate . . .

- familiarity with some relevant translation software and tools to use them in practical translation.
- skills in terminology management and construction of small translation corpora or terminology banks to assist their translation practice.
- ability to make use of internet resources for their translation.
- research and innovation skills in translation technology and service.

6.2 Workload

This course will be taught over 15-16 weeks with 3 hours classroom contact per week. There will be focus on case studies and practical sessions. Project work will also be there at the end of the course.

6.3 Scope and syllabus

This course is to train students to apply their theoretical and conceptual background to a very practical approach to translation using machine translation (MT), parallel corpora, translation memory (TM) management, terminology database (TD) management, translation project management, translation of documentation, and software localization to exploiting translation resources available on the internet and legacy translation data.

The course will teach students to make effective use of specialized tools to enhance their translation productivity, share data and manage projects. It will allow students to develop not only practical expertise but also a critical faculty for evaluating their relative merits. The students will have access to applications widely used in the language industries for TM management, TD management, project management, software localization and subtitle translation. The course will focus on a critical appraisal of the usefulness and usability of the tools and students are encouraged to contribute to the course by bringing to the class their own surveys and investigations into the use of tools relevant to translation technology.

Skills developed in translation technology, translation theory and translation practice will enable students to improve both their translation efficiency and translation quality, and hence considerably increase their competitiveness. As Spinoff advantage of this course, a student may develop skill in original creative technical writing in Hindi / Indian Language. This may facilitate the Government mission on AWSAR (Augmenting Writing Skill in Articulating Research). The resultant piece of research may benefit entrepreneurs to improvise products and services, and thus scaling up Inclusive Innovation.

6.4 Choice of Course

- College and skill partner can jointly issue a certificate to the student additionally.
- Credit distribution:
  - 1credit (theory) = 15 hours
  - 1credit (training) = 30 hours

6.5 Evaluation

The performance of a student in each course is evaluated in terms of percentage of marks with a provision for conversion to grade point. The evaluation may be continuous and holistic based on the following assessment parameters: Academic, Technical Skill, Behavioral Skill, and Extra-curricular.

6.6 Grades/Marks in percent

O: (90-100%), A: (75-90%), B: (60-75%), C: (40-60%), F: (<40%)

Marks obtained in decimals will be converted in nearest integer.

6.7 Topics to be covered include:

1. Principles of translation and Critical review of translation technology
2. Introduction to MT and online MT tools as an aid to translators
3. Introduction to Translation memory (TM) & TM management, Terminology database (TD) & TD management
4. Translation projects management
5. Corpora (monolingual, parallel bilingual and comparable) as an aid to translators
6. Principles and skills in localization (software and websites), and subtitle creation
7. Practice and Critical evaluation of Transcreation workbench (MT and CAT tools)

7. Tentative Curriculum Guidelines

Unit 1. Principles of Translation

Unit 2. Contr astive (SL-TL) Language Analysis: English & Hindi

Unit 3. Language Technology

Unit 4. MT and Practice on Transcreation workbench (with Semantic, Discourse and Anaphora etc)

Unit 5. Evaluation of Translation: issues and limitations

Unit 6. Project

Tentative time distribution of Theory (60%), Practical (40%), & marks 80% for Theory and practical assessment and 20%

marks for Project work that may be in grade A or B. This may correspond to 20% marks. We may not specify the number of hours needed. We need not specify the time for the Project.

UNIT	DESCRIPTION	Theory (60%)	Practical (40%)	Marks 80% + Grade
1	Principles of Translation	12	-----------	12
2	Contrastive (SL-TL) Language Analysis : English & Hindi	12	8	16
3	Language Technology	12	12	18
4	Translation : Issues, Constraints and Evaluation	12	8	16
5	MT and Practice on Transcreation Workbench	12	12	18
6	Project	-----------		Grade A / B

8. Tentative Syllabus of Units

UNIT-1: अनुवाद : सिद्धांत पक्ष (Principles of Translation)

क. अर्थ और अवधारणा – परिभाषा, स्वरूप, प्रकृति और प्रक्रिया

ख. अनुवाद के प्रकार

1. पूर्ण–आंशिक
2. समग्र और परिसीमित
3. साहित्यिक (सर्जनात्मक, भावानुवाद)
4. शाब्दिक अनुवाद
5. सार अनुवाद एवं छायानुवाद
6. यांत्रिक अनुवाद (मशीनी)

ग. संरचना पक्ष (ध्वनि पक्ष, लेखिम पक्ष, शब्दपक्ष, वाक्यपक्ष)

1. शब्दाकेश
2. अनुप्रयुक्त पक्ष एवं प्रोक्ति

घ. अनुवाद की उपादेयता

1. भाषा विकास के संदर्भ में
2. व्दिभाषिक एवं बहुभाषिकता के संदर्भ में
3. राजभाषा, उद्योग एवं तकनीकी विकास के संदर्भ में
4. भारत की भावात्मक एकता के संदर्भ में

पाठ विश्लेषण

1. अनुवाद चिन्तन का क्रमिक विकास: भारतीय और पाश्चात्य संदर्भ
2. अनुवाद समतुल्यता का सिद्धांत

3. अनुवादक की कुशलताएँ और दक्षताएँ, ज्ञान तथा गुण

सहायक सामग्री : कोश, शैली सहायिका, कंप्यूटर ज्ञान

संदर्भ पाठ्य पुस्तकें –

1. अनुवाद कला : कुछ विचार – डॉ. आनंद प्रकाश खेमाणी, प्र. एस. चांद एण्ड कम्पनी, दिल्ली

2. अनुवाद विज्ञान – डॉ. भोलानाथ तिवारी, प्र. शब्दकार, दिल्ली

3. अनुवाद कला – चारूदेव शास्त्री

4. अनुवाद – अवधारणा और अनुप्रयोग – (सं.) डॉ. चंद्रभान रावत, डॉ. दिलीप सिंह, द.भा.हि.प्र. सभा, मद्रास

5. अनुवाद – मूल्य और मूल्यांकन – डॉ. शशिमुदिराज

6. Nida, E.A. – Language Structure and Translation, Stanford University Press.

7. Nida and Taper – The Theory and Practice of Translation, Stanford University Press.

8. Catford, C.J. 1966 – Linguistic Theory of Translation, OUP, Navjeevan Publishing House, New Delhi.

9. T. Savory – Art of Translation, London: Cape.

UNIT–2: व्यतिरेकी विश्लेषण और पाठ विश्लेषण (Contrastive (SL–TL) Language Analysis: English & Hindi)

व्यतिरेकी भाषाविज्ञान (सिद्धांत एवं व्यवहार)

1. तुलनात्मक भाषाविज्ञान और व्यतिरेकी भाषा विज्ञान: परिभाषा, स्वरूप और प्रविधि

2. संरचनात्मक भाषाविज्ञान में भाषा तुलना का महत्व

3. व्यतिरेकी विश्लेषण की प्रक्रिया

4. हिंदी–अंग्रेजी में वाच्यीकरण

5. हिंदी–अंग्रेजी में क्रिया संरचना की तुलना

6. हिंदी–अंग्रेजी में प्रेरणार्थीकरण की तुलना

7. हिंदी–अंग्रेजी में निजवाचकता

8. हिंदी–अंग्रेजी में क्रिया विशेषण पदबन्ध

9. हिंदी–अंग्रेजी में सम्बन्ध वाचक वाक्य

10. हिंदी की विशिष्ट संरचनाओं का अनुवाद: रंजक क्रियाएँ, निरन्तरता बोधक क्रियाएँ, 'ने' संरचना, सर्वनाम, सम्प्रदान में कर्ता।

11. अंग्रेजी की विशिष्ट संरचनाओं का अनुवाद: have, उपसर्ग और उपसर्गीय प्रयोग।

पाठ विश्लेषण

1. भाषा और सम्प्रेषण: भाषा संरचना की इकाई वाक्य, सम्प्रेषण की इकाई पाठ, अर्थान्विति (शब्दार्थ, वाक्यार्थ, पाठार्थ), सन्दर्भ

2. पाठ, प्रोक्ति, महावाक्य: पाश्चात्य और भारतीय सन्दर्भ, परिभाषा स्वरूप, प्रोक्ति के मुख्य अंग: (संसक्ति और अर्थ संगति)

3. पाठ संरचना (Text Structure): वाक्य संरचना स्तरों का अधिक्रम अन्तर वाक्य योजक (Cohesive Ties) पाठीय अन्विति

4. पाठ, प्रोक्ति और अनुवाद: अन्तःवस्तु और शैली।

सहायक ग्रंथ

1. अनुवाद व्याकरण: सूरज भान सिंह, प्रभात प्रकाशन, दिल्ली

2. व्यतिरेकी भाषाविज्ञान–विज्ञय राघव रेड्डी

3. अंग्रेजी–हिंदी वाक्य संरचना का व्यतिरेकी अध्ययन– रमेशचंद्र शर्मा

4. अनुवाद विज्ञान की भूमिका: कृष्ण कुमार गोस्वामी, राजकमल प्रकाशन, दिल्ली

5. व्यतिरेकी भाषाविज्ञान: भोलनाथ तिवारी, सं. आलेख प्रकाशन, दिल्ली.

6. अनुप्रयुक्त भाषा विज्ञान: रवीन्द्रनाथ श्रीवास्तव, भोलानाथ तिवारी, कृष्ण कुमार गोस्वामी (सं.) आलेख प्रकाशन, दिल्ली

7. पाठ विश्लेषण: प्रो. दिलीप सिंह, वाणी प्रकाशन, दिल्ली

8. Harris, Z. S., & Harris, Z. S. (1970). Discourse analysis (pp- 313-348). Springer Netherlands.

9. Kumar, S. (2003). Stylistics and Language Teaching: With a Section on Translation Studies. Kalinga Publications.

UNIT–3: भाषा प्रौद्योगिकी (Language Technology)

1. आधुनिक भाषा विज्ञान और कंप्यूटरीकृत भाषाविज्ञान

2. भाषा प्रौद्योगिकी: अर्थ, स्वरूप और क्षेत्र

3. भाषा प्रौद्योगिकी में आधुनिक भाषा विज्ञान का अनुप्रयोग–भाषिक और भाषा अभियांत्रिकी का संदर्भ

4. सूचना प्रौद्योगिकी और हिंदी भाषा

5. प्राकृतिक भाषा संसाधन – (NLP)

6. पार्सिंग : परिभाषा एवं प्रकार – टाप डाऊन और बाटम अप

7. ज्ञान प्रतिपादन तथा उसकी विभिन्न तकनीकें

8. कार्पस निर्माण : सिद्धांत, प्रकार, बी.एन.सी. भारत में कार्पस निर्माण में पाणिनी टैग सेट।

9. कार्पस निर्माण का उपयोग – वर्तनी शोधक, व्याकरण शोधक, शैली शोधक, प्रकाशिक वर्ण (OCR)

10. कंप्यूटर के लिए पदसमूह (Phrases), व्याकरण, वर्डनेट, सिमेन्टिक नेट का निर्माण।

11. वाक् संश्लेषण और वाक् विश्लेषण स्वरूप और व्यावहारिक समस्याएँ।

12. वाक् से पाठ और पाठ से वाक्

सहायक ग्रंथ

1. Allen, J. (1995). Natural language understanding. Benjamin–Cummings Publishing Co., Inc.

2. Rich, E., & Knight, K., Rao, S.B., Artificial Intelligence McGraw–Hill. New York.

3. Winograd, T. (1983). Language as a cognitive process: Volume 1: Syntax., Stanford University

4. Grishman, R. (1986). Computational linguistics: an introduction. Cambridge University Press.

5. Applied Linguistics: R.N. Shrivastav, Kalinga Publications, Delhi

6. Artficial Intelligence: Andres, A.M. (Abacus Press).

7. **सूचना प्रौद्योगिकी 'विशेषांक गवेषणा : और अनुवाद पत्रिकाएँ**

8. Bharti, A., Chaitanya, V., Sangal, R. Natural Language Processing: A Paninian Perspective, Prentice Hall of India, New Delhi.

9. Natural Language Processing, Harry, Tennans, Pertro celli Books, New York.

UNIT–4: अनुवाद : समस्याएँ, सीमाएँ और मूल्यांकन (Translation: Issues, Constraints and Evaluation)

खंड – क : स्रोत भाषा और लक्ष्य भाषा

1. स्रोत और लक्ष्य–भाषा की भिन्नाताजन्य समस्याएँ

अ. भाषिक स्तर पर – संरचनागत और शैलीगत

ब. प्रोक्तिपरक

स. सांस्कृतिक शब्दों तथा अभिव्यक्तियों के स्तर पर

1. सांस्कृतिक शब्दावली
2. मिथकीय अभिव्यक्तियाँ
3. मुहावरे और लोकोक्तियाँ
4. कविता: बिम्ब, प्रतीक, अलंकार, छन्द, लय, अर्थ और विचार

नाटक: संवाद, समाज भाषिक, रंगमंच निर्देश एवं शैली

कथा साहित्य: आंचलिक भाषा, परिवेश, कथन–भंगिमा।

5. साहित्येतर अनुवाद की समस्याएँ

क. पारिभाषिक शब्दावली, ख. संरचना

6. अनुवाद की सीमाएँ

(क) भाषिक, (ख) सामाजिक–सांस्कृतिक, (ग) प्रयुक्तिपरक

7. अनुवादनीयता की समस्याएँ

क. अनुवादनीयता, अनूद्यता की अवधारणा

ख. पूर्ण, आंशिक और शून्य अनूद्यता

खंड – ख : अनुवाद पुनरीक्षण मूल्यांकन :

1. अनुवाद पुनरीक्षण के मुख्य मुद्दे : मूलनिष्ठता, बोधगम्यता

2. अनुवाद पुनरीक्षण की मुख्य विधियाँ : अनुवाद मूल्यांकन और समीक्षा

3. अनुवाद मूल्यांकन : प्रकृति, उपादेयता, उद्देश्य, प्रविधि एवं सामान्यीकृत निष्कर्ष।

4. अनुवाद दोष विश्लेषण (मूल्यांकन)

5. पाठ विश्लेषण और अनुवाद मीमांसा

सहायक ग्रंथ

1. अनुवाद की व्यावहारिक समस्याएँ: भोलानाथ तिवारी, महेन्द्र चतुर्वेदी

2. अनुवाद सिद्धांत और समस्याएँ: (सं.) रवीन्द्रनाथ श्रीवास्तव; कृष्ण कुमार गोस्वामी

3. अनुवाद विज्ञान की भूमिका: कृष्ण कुमार गोस्वामी राजकमल प्रकाशन नई दिल्ली

4. विकासशील देशों में अनुवाद की समस्याएँ: बालकृष्ण केलकर (सम्पा.) नेशनल बुक ट्रस्ट नई दिल्ली।

5. अनुवाद सिद्धांत की रूपरेखा: सुरेश कुमार वाणी प्रकाशन नई दिल्ली

6. Translation & Translating: Theory and Practice: R. Bell. London: Longman.

7. Linguistic and Cultural Problems of Translation: Trivedi H.C. New order Book Depot Ahmedabad.

UNIT–5: मशीनी अनुवाद एवं अनुसृजनिका (MT & Practice on Transcreation Workbench)

1. मशीनी अनुवाद: परिभाषा स्वरूप, इतिहास और उपादेयता

2. सामान्य अनुवाद और मशीनी अनुवाद

(क) मानव साधित (ख) मशीन साधित

3. मशीन अनुवाद प्रक्रिया : पार्सिंग, अन्तरण, जेनेरेशन, पूर्व संपादन, पश्च संपादन, अंतरकोश निर्माण, शब्दस्तरीय कोश, बहुशाब्दिक अभिव्यक्ति कोश।

4. अनुवाद प्रविधियाँ : प्रत्यक्षण, अंतरण, अंतर भाषा और मशीन अनुशिक्षण।

5. अनुवाद विचलन की जटिलता (Complexity of Translation Divergence)

6. मशीन अनुवाद और व्याकरणिक विश्लेषण : शब्द कोशीय स्तर पर, व्याकरणिक संरचना के स्तर पर, ट्री एडजाइनिंग ग्रामर, पाणिनीय व्याकरण के स्तर पर।

7. भारत में मशीन अनुवाद का इतिहास

(क) भारतीय भाषाओं में परस्पर अनुवाद: तेलुगु, कन्नड़, मराठी, बंगला, पंजाबी से हिंदी अनुसारक

(ख) अंग्रेजी से हिंदी अनुवाद तंत्र: मैट, मात्रा, मंत्रा, लीला, शक्ति का सामान्य परिचय।

8. इंटरनेट और मशीन अनुवाद – Google Translate, Bing Translate.

9. Evaluation of Translation: issues and limitations (may include Evaluation metrics of MT like BLEU, METEOR, LEPOR, F–Measure, WER (Word Error Rate), COMET, etc. for the intelligibility, fidelity, fluency, adequacy, comprehension, and informativeness.

10.अनुसृजनिका एवं अभ्यास (Practice on Transcreation Workbench). Transcration is the Computer Assisted Human Translation for high productivity, high quality intelligible translation with style and ethical relevance. This is facilitated by a Transcreation Workbench (अनुसृजनिका) that may be cloud based with CAT tools like MateCat, LingoHub, OmegaT, CASMACAT; which use Translation Memory, Terminology bank, parsers, Spell checker, Grammar checker, post–editing tools, Localization tools, and the parallel corpora, dictionaries, and best pracices in scientific writings.

UNIT–6. Projects

Project may emphasis on Transcreation quality and creative connribution. It is advisable to arrange for virtual meeting for peer interaction and mutual learning.

Future Scope and Suggestions

Present study needs further research on the following points:-

1. Interoperability of files prepared in different font types need to be study by and large.

2. As we know that there is a dictionary prepared by Dr Raghuvir from English to Sanskrit, such work may be consulted for developing English to Sanskrit to Indian languages dictionaries.

3. Capacity building in private sector be strengthened, so that technical translation and transcreation be available in private sectors.

4. Department of Official Languages (Rajbhasha Vibhag) need to evolve a policy regarding collaboration among all Government Departments and Public Service Units.

5. Teaching of Hindi and other Indian languages may be the foundation for inculcating interest in adopting and promoting Indian languages.

6. Still there is need to evolve principles and implementation of strategies to develop searchable definitional glossaries and national terminology bank.

7. Language institutions may consider Language Technology Courses as a Core Course.

8. Let there be one nodal agency that solely responsible for providing online help and support 24*7.

सहायक ग्रंथ (Reference Books)

1. King, M. (1987). A tutorial on machine translation. Institut pour les études sémantiquee et cognitives/Université de Genève.

2. Grishman, R. (1986). Commutational linguistics: an introduction. Cambridge University Press.

3. Locke, W. N., & Booth, A. D. (1956). Machine translation of languages. American Documentation (pre–1986), 7(2), 135.

4. Slocum, J. (Ed.). (1988). Machine translation systems (pp. 1–47). Cambridge: Cambridge University Press.

5. Machine Translation: Theoretical & Methodological Issues, Cambridge Uni. Press

6. Mason, S. B. (2019). Translation quality assessment: from principles to practice Machine Translation: Teccnologies and Applications, Volume 1.

7. Fomicheva, M., & Specia, L. (2019). Taking MT evaluation metrics to extrmes: Beyond correlation with human judgments. Computatioal Linguistics, 45(3) , 515–558.

8. Olive, J., Christianson, C., & McCary, J. (Eds.). (2011). Handbook of natural language processing and machine translation: DARPA global autonomous language exploitation. Springer Science & Business Media.

9. Trujillo, A. (1999). Translation engines: techniques for machine translation. Springer Science & Business Media.

10.Koehn, P. (2009). Satistical machine translation. Cambridge University Press.

11.Koehn, P., & Knowles, R. (2017). Six challenges for neural machine translation. arXiv preprint arXiv:1706.03872.

12.Comelles, E. (2022). Machine Translation and the Assessment of Translation Quality. Atlantis. Journal of the Spanish Association for Anglo–American Studies, 233–244.

13.Koehm, P., Barrault, L., Bojar, O., Bougares, F., Chatterjee, R., Costa–jussà, M. R., …. & Zampieri, M. (2022, December). Proceedings of the Seventh Conference on Machine Translation (WMT). In Proceedings of the Seventh Conference on Machine Translation (WMT)

14.Vikas, O., Goswami, K. K., Joshi, N., Kumar, A., and Jain, P. (2022). Course on Technical Translation & Transcreation. Vigyan Prakash, Vol. 20, No 04, pp. 04–17.

शोध पत्र / **Research Paper**

पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय का स्मार्ट फोन के क्रय में अनुप्रयोग
Application of Pythagorean Fuzzy Sets in Purchasing a Smart Phone

मनीष कुमार गुंजन[1] एवं अमल कुमार अदक[2]

Manish Kumar Gunjan[1] and Amal Kumar Adak[2]

[1] Research Scholar (Mathematics),

Lalit Narayan Mithila University, Darbhanga - 846008, Bihar, India

[2] Department of Mathematics,

Ganesh Dutt College, Begusarai - 851101, Bihar, India

[1]mgunjanmaths@gmail.com, [2]amaladak17@gmail.com

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966839

सारांश

कई स्मार्टफोनों में से एक उपर्युक्त स्मार्टफोन का चयन करने के लिए मूल्य (Price), कैमरा (Camera), RAM और बैटरी जैसे विभिन्न मानदंडों का मूल्यांकन आवश्यक होता है। ग्राहकों को खरीदारी संबंधी निर्णय लेने में सहायता प्रदान करने के लिए, इस शोध पत्र में बहु–मानदंड निर्णयण (MCDM) की एक प्रसिद्ध तकनीक, टॉप्सिस (TOPSIS) का उपयोग किया गया है। प्रस्तावित विधि में पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं (Pythagorean fuzzy numbers) के बीच दूरी की गणना करने के लिए गोलाकार दूरी मापन पद्धति (Spherical distance measurement method) का उपयोग किया गया है। अंततः, सापेक्ष निकटता गुणांक (Relative closeness coefficients) तथा संशोधित निकटता गुणांक (Revised closeness coefficients) की गणना की गई है, जिसकी मदद से स्मार्टफोनों की एक रैंकिंग स्थापित की गई है और सबसे उपयुक्त विकल्प की पहचान की गई है।

Abstract

Selecting an optimal smartphone among a list of smartphones requires evaluating multiple criteria like Price, Camera, RAM, and battery. To help customers make decisions, this study employs a well-known multi-criteria decision-making technique (MCDM) namely, Test of Order of Preference by Similarity to ideal solution (TOPSIS). The proposed method uses a spherical distance measurement method to calculate the distances between Pythagorean fuzzy numbers. Finally, the relative closeness coefficients and the revised closeness coefficients are calculated to establish a ranking order of smartphones, identifying the most suitable option.

मुख्य शब्द: पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय; टॉप्सिस; स्कोर फलन; गोलाकार दूरी मापन; सापेक्ष निकटता गुणांक, संशोधित निकटता गुणांक।

Keywords: Pythagorean fuzzy sets, TOPSIS; Score function, Spherical distance measurement, Relative closeness coefficient, Revised closeness coefficient.

प्रस्तावना

बहु–मानदंड निर्णयण एक ऐसी तकनीक है, जिसमें कई मानदंडों के आधार पर निर्णय लिया जाता है। ज़ादेह [1] ने अस्फुट समुच्चय सिद्धांत (Fuzzy Set Theory) के माध्यम से अनिश्चितता (Uncertainty) तथा अपरिशुद्धता (Imprecision) को मॉडल करने के लिए सदस्यता फलन (Membership Function) की

अवधारणा प्रस्तुत की। लेकिन यह मॉडल हमेशा पर्याप्त नहीं होता है, क्योंकि यहाँ संशय (hesitation) भी मौजूद हो सकता है।

अतनासोव [2] ने अस्फुट समुच्चय में संशय को शामिल करते हुए अन्तर्ज्ञानवादी अस्फुट समुच्चय (Intuitionistic fuzzy set) प्रस्तुत किया, जो अस्फुट समुच्चय का एक सामान्यीकरण (Generalization) है। इसमें सदस्यता (membership) और असदस्यता (non–membership) डिग्री का योग 1 से कम या बराबर होना चाहिए। हालाँकि, कुछ मामलों में इनका योग 1 से अधिक हो सकता है। इस समस्या के समाधान हेतु रोनाल्ड आर. येगेर. [3] ने पाइथागोरियन अस्फुट समुच्चय (Pythagorean fuzzy set) की अवधारणा प्रस्तुत की, जिसमें सदस्यता कोटि α और असदस्यता कोटि β के वर्गों (squares) का योग 1 से कम या बराबर होना चाहिए। वहीं संशय की कोटि (Degree of Hesitation), $\gamma = \sqrt{1-\alpha^2-\beta^2}$ से प्राप्त की जाती है।

पूर्व में कई शोधकर्ताओं जैसे चेन [4], वे और वे [5], एजेजवा [6], एवं अदक, नील कमल और अन्य [7] ने पाइथागोरियन अस्फुट समुच्चय के लिए विभिन्न दूरी माप, समानता माप और रैंकिंग की विधियाँ प्रस्तुत की, जिन्हे इंटरनेट स्टॉक समस्या (Internet Stock problem), पैटर्न पहचान (Pattern recognition) इत्यादि में उपयोगी पाया गया। लेकिन इनमे से कई विधियाँ जटिल गणितीय संरचना के कारण कम प्रभावी हैं और अत्यधिक अनिश्चित पाइथागोरियन अस्फुट समुच्चय को संभालने में असमर्थ हैं।

प्रस्तुत शोध पत्र में इस समस्या के समाधान हेतु एक नवीन दूरी मापन विधि (new method of measuring distance) प्रस्तावित की गई है, जो दूरी माप के अभिगृहीत (axiom of distance measurement) की शर्त को पूर्ण करती है। चूंकि $0 \le \alpha^2+\beta^2+\gamma^2 \le 1$ होता है, अतः त्रिक (Triplet) (α, β, γ) को एक इकाई त्रिज्या (unt radius) तथा मूल बिंदु (origin) पर केंद्रित गोलाकार सतह (spherical surface) पर स्थित माना जा सकता है।

इस आधार पर, हम किसी दो पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय के बीच की दूरी को इकाई त्रिज्या वाले गोलाकार सतह (spherical surface with unit radius) पर गोलाकार दूरी (spherical distance) के रूप में परिभाषित कर सकते हैं।

इस शोध पत्र के खंड निम्नलिखित ढंग से संरचित हैं: खंड 1 में प्रस्तावना (Introduction) प्रस्तुत की गई है, जिसमें शोध की पृष्ठभूमि, उद्देश्य तथा इसका महत्व स्पष्ट किया गया है। खंड 2 में मूलभूत अवधारणाओं (fundamental concepts) का संक्षिप्त विवरण (concise overview) प्रस्तुत किया गया है, जो पाठक को आवश्यक पृष्ठभूमि (background) और जानकारी प्रदान करता है। खंड 3 में पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओ के लिए एक नवीन गोलाकार दूरी मापन विधि प्रस्तुत की गई है। खंड 4 में टॉप्सिस [8] का उपयोग करके बहु–मानदंड निर्णयण समस्याओ (multi–criteria decision–making problems) को हल करने की विधि पर चर्चा की गई है। यह तकनीक मानदंडों (criteria) के आधार पर विभिन्न विकल्पों (alternatives) की रैंकिंग (ranking) निर्धारित करने में सहायक है। खंड 5 में प्रस्तावित विधि (proposed methodology) के माध्यम से स्मार्ट फोन चयन की एक व्यावहारिक समस्या को हल किया गया है, जिससे कि इसकी सुसंगतता (feasibility) और व्यावहारिकता (practicality) सिद्ध होती है। खंड 6 में शोध पत्र के निष्कर्ष (concluding remarks) प्रस्तुत किए गए हैं, जिसमे अध्ययन का सारांश (summary) दिया गया है और भविष्य के अनुसंधान (future research) के संभावित दिशाओं (potential directions) पर भी चर्चा की गई है।

प्रारम्भिक जानकारी एवं परिभाषाएं

इस खंड में हम पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चयों की कुछ बुनियादी अवधारणाओं के साथ साथ उसके कुछ प्रारम्भिक पहलुओं को प्रस्तुत करेंगे जो की इस शोध पत्र के लिए आवश्यक है।

परिभाषा [1] माना कि X एक सार्वत्रिक समुच्चय (Universal Set) है। तब एक पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय को निम्नलिखित समुच्चय से परिभाषित किया जाता है:

$$P = \{\langle x, \alpha_P(x), \beta_P \rangle \mid x \in X\}$$

जहां, $\alpha_P(x): X \to [0,1]$ तथा $\beta_P(x): X \to [0,1]$, सदस्य x के समुच्चय P में क्रमशः सदस्यता की कोटि एवं असदस्यता की कोटि को दर्शाता है। इन दोनों कोटि के लिए निम्नलिखित शर्त है:

$$0 \le (\alpha_P(x))^2 + (\beta_P(x))^2 \le 1$$

यहाँ संशय की कोटि या अनिर्धार्यता की कोटि (deeree of indeterminacy), $\gamma_P(x) = \sqrt{1 - (\alpha_P(x))^2 - (\beta_P(x))^2}$, किसी सदस्य x के समुच्चय P में सदस्यता या गैर–सदस्यता के बारे में अनिश्चितता बतलाती है। यहाँ युग्म $< \alpha_P(x), \beta_P(x) >$ को एक पाइथागोरेयन अस्फुट संख्या (Pythagorean Fuzzy Number) कहा जाता है।

परिभाषा [2] माना कि $p = \langle \alpha, \beta \rangle$ एक पाइथागोरेयन अस्फुट संख्या (Pythagorean Fuzy Numbers) हैं। तब s(p) को p का स्कोर फलन (Score function) का मान कहा जाता है, जहां :

$$s(p) = (\alpha)^2 - (\beta)^2;\ s(p) \in [0,1]$$

उदाहरण 1 माना कि दो $p_1 = \langle 0.7, 0.3 \rangle$ और $p_2 = \langle 0.4, 0.6 \rangle$ कोई दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याएं हैं। तब $s(p_1) = 0.40$ और $s(p_2) = -0.20$ क्रमशः p_1 और p_2 के स्कोर फलन के मान हैं।

माना कि $p_1 = \langle \alpha_1, \beta_1 \rangle$ तथा $p_2 = \langle \alpha_2, \beta_2 \rangle$ कोई दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याएं हैं। $s(p_1)$ तथा $s(p_2)$ क्रमशः p_1 तथा p_2 के स्कोर फलन के मान हैं। साथ ही $h(p_1) = \alpha_1^2 + \beta_1^2$ एवं $h(p_2) = \alpha_2^2 + \beta_2^2$ क्रमशः p_1 तथा p_2 के यथार्थता फलन के मान हैं। तब :

अगर $s(p_1) < s(p_2)$ हो तो p_1 को p_2 से छोटा $(p_1 < p_2)$ कहा जाता है।

अगर $s(p_1) > s(p_2)$ हो तो p_1 को p_2 से बड़ा $(p_1 > p_2)$ कहा जाता है।

अगर $s(p_1) = s(p_2)$ तब p_1 तथा p_2 एक ही सूचनाएँ $(p_1 = p_2)$ प्रदान करते हैं।

पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के लिए गोलाकार दूरी मापन विधि

माना कि $p = \langle \alpha, \beta \rangle$ एक पाइथागोरेयन अस्फुट संख्या है, जहां $0 \le \alpha^2 + \beta^2 \le 1$ तथा संशय की कोटि $\gamma = \sqrt{1 - \alpha^2 - \beta^2}$ है। अतः $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$ ।

अतः हम यह कह सकते हैं कि त्रिक (triplet) (α,β,γ), इकाई त्रिज्या (unit radius) और मूल बिंदु (origin) (0,0) पर केंद्रित गोलाकार सतह (spherical surface) पर स्थित है। इस प्रकार हम दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के बीच की गोलाकार दूरी (spherical distance) को प्राप्त कर सकते हैं, जो इस प्रतिबंधित गोलाकार सतह (restricted spherical surface) पर होती है।

परिभाषा मान लीजिए कि A और C गोलाकार सतह (spherical surface) पर दो बिंदु हैं, जिनके निर्देशांक (coorinates) क्रमशः (x_1, y_1, z_1) और (x_2, y_2, z_2) हैं। तो इन दो बिंदुओं के बीच की गोलाकार दूरी (spherical distance) को निम्नलिखित सूत्र द्वारा परिभाषित किया जाता है:

$$D_{SP}(A,C) = \arccos\left\{1 - \frac{1}{2}\left[(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2\right]\right\} \qquad (1)$$

इस सूत्र को शामिल करते हुए, दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के बीच की गोलाकार दूरी को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जाता है:

परिभाषा मान लीजिए कि $p_1 = \langle \alpha_1, \beta_1 \rangle$ और $p_2 = \langle \alpha_2, \beta_2 \rangle$ पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याएं हैं, जिनके अल्परोधकता कोटी, क्रमशः γ_1 और γ_2 हैं। तो इन दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के बीच की गोलाकार दूरी (spherical distance) को निम्नलिखित प्रकार से प्राप्त किया जा सकता है:

$$D_{SP}(p_1, p_2) = \frac{2}{\pi}\arccos\left\{1 - \frac{1}{2}\left[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\beta_1 - \beta_2)^2 + (\gamma_1 - \gamma_2)^2\right]\right\} \qquad (2)$$

यहाँ दूरी माप का मान [0,1] के अंतराल में प्राप्त किया जा सके, इसके लिए $\frac{2}{\pi}$ घटक (factor) से गुणा किया गया है।

3–आयामी ज्यामिति (3–Dimensional Geometry) से हम जानते हैं कि अगर $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ और $(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$ कोई दो बिन्दु हो तो $\alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2 = 1$ और $\alpha_2^2 + \beta_2^2 + \gamma_2^2 = 1$। अतः समीकरण (3) का सरलीकरण करने पर हमे गोलाकार दूरी (spherical dstance) का निम्नलिखित सूत्र प्राप्त होता है:

$$D_{SP}(p_1, p_2) = \frac{2}{\pi}\arccos\{\alpha_1\alpha_2 + \beta_1\beta_2 + \gamma_1\gamma_2\}$$

अब हम हम दो पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय के बीच गोलाकार दूरी (spherical distance) और सामान्यीकृत गोलाकार दूरी (normalized spherical distance) को परिभाषित करते हैं।

परिभाषा मान लीजिए कि दो पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय

$$P = \left\{x_i, \langle \alpha_P(x_i), \beta_P(x_i) \rangle : x_i \in X; i = 1, 2, 3, ..., n\right\}$$ और

$$Q = \left\{x_i, \langle \alpha_Q(x_i), \beta_Q(x_i) \rangle : x_i \in X; i = 1, 2, 3, ..., n\right\}$$ हैं, जो किसी सार्वत्रिक समुच्चय (Universal Set) X के अंतर्गत हैं। तो उनके बीच की गोलाकार दूरी और सामान्यीकृत गोलाकार दूरी को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जाता है:

गोलाकार दूरी:

$$D_{SP}(P,Q)=\frac{2}{\pi}\sum_{i=1}^{n}\arccos\left[\alpha_P(x_i)\alpha_Q(x_i)+\beta_P(x_i)\beta_Q(x_i)+\gamma_P(x_i)\gamma_Q(x_i)\right]$$

जहां $0\le D_{SP}(P,Q)\le n$.

सामान्यीकृत गोलाकार दूरी:

$$D_{NS}(P,Q)=\frac{2}{n\pi}\sum_{i=1}^{n}\arccos\left[\alpha_P(x_i)\alpha_Q(x_i)+\beta_P(x_i)\beta_Q(x_i)+\gamma_P(x_i)\gamma_Q(x_i)\right]$$

जहां $0\le D_{NS}(P,Q)\le n$.

परिभाषा मान लीजिए कि $P_1=\left\{\left(\alpha_{1j},\beta_{1j}\right):j=1,2,3,...,n\right\}$ और $P_2=\left\{\left(\alpha_{2j},\beta_{2j}\right):j=1,2,3,...,n\right\}$ कोई दो पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के समुच्चय हैं। w_j, j वां घटक का वजन (weight) है, यानी $0\le w_j\le 1$ और $\sum_{i=1}^{n}w_j=1$, $w=(w_1,w_2,...w_n)^T$ तो P_1 और P_2 के बीच की भारित सामान्यीकृत गोलाकार दूरी (Weighted Normalized Spherical Distance) को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जाता है:

$$D_{NS}(P_1,P_2)=\frac{2}{n\pi}\sum_{j=1}^{n}w_j\arccos\left[\alpha_{1j}\alpha_{2j}+\beta_{1j}\beta_{2j}+\gamma_{1j}\gamma_{2j}\right] \tag{6}$$

उदाहरण 2:

मान लीजिए कि $P_1=\left\{\langle 0.6,0.3\rangle,\langle 0.8,0.2\rangle,\langle 0.5,0.4\rangle\right\}$ और $P_2=\left\{\langle 0.7,0.2\rangle,\langle 0.7,0.3\rangle,\langle 0.9,0.1\rangle\right\}$, दो पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चय हैं, और उनके घटक के वजन का सदिश $w=(0.2,0.5,0.3)^T$ दिए गए हैं। तो P_1 और P_2 के बीच की भारित गोलाकार दूरी (Weighted Spheical Distance) $D_{NS}(P_1,P_2)=0.0499$ है।

बहु–मानदंड निर्णयन समस्याओं के लिए टॉप्सिस पद्धति

इस खंड में, हम बहु–मानदंड निर्णयन समस्या पर विचार करेंगे, जहां समस्या में निहित जानकारी को पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याओं के रूप में लिया गया है, और इस समस्या को हल करने के लिए हम गोलाकार दूरी मापन विधि का उपयोग करेंगे।

मान लीजिए कि $A=\{v_1,v_2,v_3,...,v_m\}$, $(m\ge 2)$ विकल्पों (alternatives) का एक समुच्चय है और $C=\{C_1,C_2,C_3,...,C_n\},(n\ge 2)$ मानदंडों (criteria) का एक समुच्चय है। $w=(w_1,w_2,w_3,...,w_n)^T$ भार सदिश (wight vector) है, जहां w_j, j –वें मानदंड का भार है। साथ ही, $0\le w_j\le 1$ और $\sum_{i=1}^{n}w_j=1$. मान लीजिए कि पाइथागोरेयन अस्फुट संख्याएं $\langle\alpha_{ij},\beta_{ij}\rangle$ i–वें विकल्प के लिए j–वें मानदंड के मूल्यांकन मान (assessment value) को दर्शाता है, अर्थात् $C_j(v_i)=\langle\alpha_{ij},\beta_{ij}\rangle$ जहां α_{ij}, i–वें विकल्प के लिए j–वें मानदंड

की सदस्यता कोटि (membership degree) और β_{ij}, i–वें विकल्प के लिए j–वें मानदंड की असदस्यता कोटि (non–membership degree) को दर्शाता है। $R = \left(C_j(v_i)\right)_{m\times n}$ पाइथागोरेयन अस्फुट निर्णय आव्यूह (Pythagorean fuzzy decision matrix) को दर्शाता है।

$$R = \begin{pmatrix} \langle\alpha_{11},\beta_{11}\rangle & \langle\alpha_{12},\beta_{12}\rangle & \cdots & \langle\alpha_{1n},\beta_{1n}\rangle \\ \langle\alpha_{21},\beta_{21}\rangle & \langle\alpha_{22},\beta_{22}\rangle & \cdots & \langle\alpha_{2n},\beta_{2n}\rangle \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ \langle\alpha_{m1},\beta_{m1}\rangle & \langle\alpha_{m2},\beta_{m2}\rangle & \cdots & \langle\alpha_{mn},\beta_{mn}\rangle \end{pmatrix}$$

प्रस्तावित विधि की प्रक्रिया

इस विधि में, सबसे पहले पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल की गणना की जाती है। फिर, प्रत्येक विकल्प की इन दोनों से सामान्यीकृत गोलाकार दूरी ज्ञात की जाती है। तत्पश्चात, टॉप्सिस के सिद्धांत का उपयोग करके विकल्पों की सापेक्ष निकटता गुणांक की गणना की जाती है। अंत में, इस गुणांक के आधार पर विकल्पों की रैंकिंग की जाती है और सबसे अच्छा विकल्प (इष्टतम हल) चुना जाता है।

मान लीजिए J_1 लाभ मानदंड (benefit criteria) का एक समुच्चय है और J_2 लागत मानदंड (cost criteria) का एक समुच्चय है। तब प्रत्येक $C_j(v_i)$ के लिए स्कोर फलन $S\left(C_j(v_i)\right)$ ज्ञात किया जाता है। इनकी सहायता से पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल, v^+ और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल, v^- की गणना निम्नलिखित सूत्रों का उपयोग करके की जाती है:

$$v^+ = \left\{C_j, \max\left(S\left(C_j(v_i)\right)\right) \mid j = 1,2,3,\ldots,n\right\} \tag{7}$$

$$v^- = \left\{C_j, \min\left(S\left(C_j(v_i)\right)\right) \mid j = 1,2,3,\ldots,n\right\} \tag{8}$$

प्रत्येक विकल्प (alternative) से पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल तक की सामान्यीकृत गोलाकार दूरी की गणना की जाती है। विकल्प v_i से पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल तथा पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल तक की भारित सामान्यीकृत गोलाकार दूरी, $D_{NS}(v_i, v^+)$ तथा $D_{NS}(v_i, v^-)$ को निम्न सूत्र द्वारा प्राप्त किया जाता है:

$$\begin{aligned} D_{NS}\left(v_i, v^+\right) &= \sum_{j=1}^{n} D_{NS}\left(C_j(v_i), C_j(v^+)\right) \\ &= \frac{2}{n\pi}\sum_{j=1}^{n} w_j \arccos\left(\alpha_{ij}\alpha_j^+ + \beta_{ij}\beta_j^+ + \gamma_{ij}\gamma_j^+\right) \end{aligned} \tag{9}$$

$$D_{NS}\left(v_i, v^+\right) = \sum_{j=1}^{n} D_{NS}\left(C_j(v_i), C_j(v^-)\right)$$

$$= \frac{2}{n\pi} \sum_{j=1}^{n} w_j \arccos\left(\alpha_{ij}\alpha_j^- + \beta_{ij}\beta_j^- + \gamma_{ij}\gamma_j^-\right) \quad (10)$$

जहां $i = 1, 2, 3, ..., n$.

टॉप्सिस के सिद्धांत के अनुसार अगर किसी विशेष विकल्प x_i के लिए प्राप्त $D_{NS}(v_i, v^+)$ का मान अन्य किसी भी विकल्प x_j के लिए प्राप्त $D_{PS}(v_j, v^+)$ में से सबसे छोटा हो, तथा $D_{NS}(v_i, v^-)$ का मान अन्य किसी भी विकल्प x_j के लिए प्राप्त $D_{NS}(v_j, v^-)$ में से सबसे छोटा हो तो v_i को अन्य सभी विकल्पों में सबसे बेहतर माना जाता है। विकल्प x_i की पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल के सापेक्ष, सापेक्ष निकटता गुणांक की गणना टॉप्सिस विधि के मूल सिद्धांत का उपयोग करके निम्नलिखित सूत्र से की जाती है।

$$RC(v_i) = \frac{D_{NS}(v_i, v^-)}{D_{NS}(v_i, v^+) + D_{NS}(v_i, v^-)} \quad (11)$$

संशोधित निकटता गुणांक या संशोधित सूचकांक (revised index) जिसे $\zeta(v_i)$ से दर्शाया जाता है, का उपयोग विकल्पों की रैंकिंग (ranking) निर्धारित करने के लिए किया जाता है, जो निम्नलिखित है:

$$\zeta(v_i) = \frac{D_{NS}(v_i, v^-)}{D_{max}(v_i, v^-)} - \frac{D_{NS}(v_i, v^+)}{D_{min}(v_i, v^-)} \quad (12)$$

जहां $D_{max}(v_i, v^-) = \max\left\{D_{NS}(v_i, v^-) : i = 1, 2, 3, ..., n\right\}$

तथा $D_{min}(v_i, v^+) = \min\left\{D_{NS}(v_i, v^+) : i = 1, 2, 3, ..., n\right\}$. $RC(v_i)$ या $\zeta(v_i)$ के अधिकतम मान के आधार पर दिए गए विकल्पों की रैंकिंग की जाती है, और इष्टतम हल (optimal solution) प्राप्त किया जाता है।

एल्गोरिथ्म (Algorithm):

इस उप–अनुभाग में, बहु–मानदंड निर्णयन की समस्या को हल करने के लिए एक एल्गोरिथ्म (algorithm) दिया गया है। यह एल्गोरिथ्म निम्नलिखित चरणों में काम करता है:

चरण 1: निर्णय आव्यूह (Decision Matrix) का निर्माण: पाइथागोरस अस्फुट संख्याओं के साथ बहु–मानदंड निर्णयन समस्या के लिए, एक निर्णय आव्यूह $R = \left(C_j(v_i)\right)_{m\times n}$ का निर्माण किया जाता है। यहां, $C_j(v_i)$ विकल्प v_i का मानदंड C_j के संबंध में मूल्यांकन (assessment) को दर्शाता है।

चरण 2: पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल की गणना: स्कोर फ़ंक्शन का उपयोग करके ये दोनों निर्धारित की जाती है।

चरण 3: भारित गोलाकार दूरी की गणना: समीकरण (9) और (10) का उपयोग करके, प्रत्येक विकल्प v_i की PyFPIS (v^+) और (v^-) से भारित गोलाकार दूरी की गणना की जाती है।

चरण 4: सापेक्ष निकटता और संशोधित निकटता की गणना: समीकरण (11) और (12) का उपयोग करके, विकल्प की सापेक्ष निकटता $\left(RC(v_i)\right)$ और संशोधित निकटता $\left(\zeta(v_i)\right)$ की गणना की जाती है।

चरण 5: विकल्पों की रैंकिंग और सर्वोत्तम विकल्प का चयन: चरण 4 से प्राप्त सापेक्ष निकटता $\left(RC(v_i)\right)$ और संशोधित निकटता $\left(\zeta(v_i)\right)$ के आधार पर विकल्पों को रैंक (rank) किया जाता है। $RC(v_i)$ या $\zeta(v_i)$ का मान जितना बड़ा होगा, कोई विकल्प v_i उतना ही अधिक वांछनीय (desirable) होगा। इस प्रकार सबसे बड़े $RC(v_i)$ या $\zeta(v_i)(i=1,2,3,...,m)$ वाले विकल्प को सर्वोत्तम (best) विकल्प के रूप में चुना जाता है।

दृष्टान्तीय उदाहरण

निम्नलिखित उदाहरण में, एक ग्राहक, एक उपर्युक्त स्मार्टफोन खरीदना चाहता है। उसके पास पांच ब्रांडेड स्मार्टफोन के विकल्प हैं: v_1, v_2, v_3, v_4 और v_5 । इनमें से एक स्मार्टफोन खरीदने के लिए, वह चार मापदंडों (criteria) पर विचार करता है: कीमत (cost) (C_1), कैमरा (camera) (C_2), रैम (RAM) (C_3), और बैटरी (battery) (C_4) । इन मापदंडों के आधार पर, एक पाइथागोरेयन अस्फुट निर्णय आव्यूह (decision matrix) (तालिका 1) बनाया गया है, जो निम्नलिखित है :

तालिका 1: विभिन्न मापदंडों के आधार पर, एक पाइथागोरेयन अस्फुट निर्णय आव्यूह (Pythagorean fuzzy decision matrix) का निर्माण

मापदंड → ब्रांडस ↓	मूल्य C_1	कैमरा C_2	रैम C_3	बैटरी C_4
v_1	<0.7, 0.3>	<0.6, 0.4>	<0.7, 0.6>	<0.8, 0.3>
v_2	<0.6, 0.5>	<0.5, 0.6>	<0.6, 0.4>	<0.7, 0.5>
v_3	<0.5, 0.5>	<0.8, 0.4>	<0.7, 0.3>	<0.7, 0.4>
v_4	<0.5, 0.3>	<0.6, 0.7>	<0.6, 0.2>	<0.5, 0.6>
v_5	<0.4, 0.6>	<0.8, 0.1>	<0.5, 0.5>	<0.7, 0.3>

जहां $\langle 0.7, 0.3 \rangle$ यह दर्शाता है कि विकल्प v_1 कसौटी C_1 को कितना संतुष्ट करता है और कितना असन्तुष्ट करता है। यह मानते हुए कि फोन का कैमरा (camera), रैम (RAM) और बैटरी क्षमता (battery capacity) लाभकारी मापदंड (benefit criteria), $J_1 = \{C_2, C_3, C_4\}$ हैं, और फोन की कीमत (cost) लागत मापदंड (cost criteria), $J_2 = \{C_1\}$ है। इस प्रकार, निर्णय लेते समय कैमरे की गुणवत्ता, रैम और बैटरी क्षमता को अधिकतम करने की कोशिश की जाती है, जबकि फोन की कीमत को न्यूनतम करने की कोशिश की जाती है। इसके बाद, पाइथागोरेयन अस्फुट सकारात्मक आदर्श हल (v^+) और पाइथागोरेयन अस्फुट नकारात्मक आदर्श हल (v^-) की गणना की जाती है।

$$v^+ = \{\langle 0.4, 0.6 \rangle, \langle 0.8, 0.1 \rangle, \langle 0.7, 0.3 \rangle, \langle 0.8, 0.3 \rangle\}$$

$$v^- = \{\langle 0.7, 0.3 \rangle, \langle 0.6, 0.7 \rangle, \langle 0.5, 0.5 \rangle, \langle 0.5, 0.6 \rangle\}$$

फिर, तालिका 2 में प्रत्येक विकल्प (v_i) की इन सकारात्मक और नकारात्मक आदर्श हल से भारित गोलाकार दूरी की गणना की जाती है।

तालिका 2: विभिन्न विकल्प (v_i) की सकारात्मक और नकारात्मक आदर्श हल से भारित गोलाकार दूरी

	$D_{NS}(v_i,v^+)$	$D_{NS}(v_i,v^-)$
v_1	0.0550	0.040
v_2	0.048	0.033
v_3	0.026	0.049
v_4	0.065	0.026
v_5	0.012	0.063

अंत में, तालिका 3 में प्रत्येक विकल्प (v_i) की सापेक्ष निकटता $(RC(v_i))$ और संशोधित निकटता $(\zeta(v_i))$ ज्ञात की जाती है:

तालिका 3: विभिन्न विकल्प (v_i) की सापेक्ष निकटता $(RC(v_i))$ और संशोधित निकटता $(\zeta(v_i))$

	$RC(v_i)$ (Rank)	$\zeta(v_i)$ (Revised rank)
v_1	0.421	-3.948
v_2	0.407	-3.476
v_3	0.653	-1.388
v_4	0.285	-5.003
v_5	0.840	0

यहाँ हम देखते हैं कि, सापेक्ष निकटता (Relative index), $RC(v_i)$ के अनुसार, विकल्पों की रैंकिंग (ranking) इस प्रकार है: $v_5 > v_3 > v_1 > v_2 > v_4$, जिनमें से v_5 सबसे अच्छा विकल्प है। हालांकि, संशोधित सूचकांक, $\zeta(v_i)$ के अनुसार, विकल्पों की रैंकिंग इस प्रकार है: $v_5 > v_3 > v_2 > v_1 > v_4$। यहां भी, सबसे अच्छा विकल्प v_5 ही है।

निष्कर्ष और भविष्य की संभावनायें

प्रस्तुत शोध पत्र में, पाइथागोरेयन अस्फुट समुच्चयों और आदर्श हल की समानता के आधार पर वरीयता क्रम की तकनीक (TOPSIS) के साथ गोलाकार दूरी मापन विधि का अपयोग करके स्मार्टफोन चयन जैसी समस्याओं को हल करने का एक आसाान और प्रभावी तरीका बताया गया है, जो अनिश्चितता को सटीक रूप से संभालकर निर्णय लेने में मदद करता है। भविष्य में इस विधि को और परिष्कृत किया जा सकता है। इसे स्वास्थ्य सेवा या शिक्षा जैसे क्षेत्रों में आजमाया जा सकता है। बड़े डेटा समूहों पर इसकी मापनीयता का परीक्षण किया जा सकता है।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थी हिन्दी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	**वर्णमाला अनुक्रमित हिन्दी शब्दावली**
Decision Matrix	निर्णय आव्यूह
Fuzzy set	अस्फुट समुच्चय
Hesitation degree	संशय की कोटि
Imprecision	अपरिशुद्धता
Indeterminacy	अनिर्धार्यता की कोटि
Intuitionistic Fuzzy sets	अन्तर्ज्ञानवादी अस्फुट समुच्चय
Membership degree	सदस्यता कोटि
Multi Criteria Decision Making	बहु–मानदंड निर्णयन
Non-Membership degree	असदस्यता कोटि
Normalized Spherical Distance	सामान्यीकृत गोलाकार दूरी
Pythagorean Fuzzy Number	पाइथागोरेयन अस्फुट संख्या
Relative Closeness Coefficient	सापेक्ष निकटता गुणांक
Revised Closeness Coefficient	संशोधित निकटता गुणांक
Spherical Distance Measurement	गोलाकार दूरी मापन
Test of order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)	आदर्श हल की समानता के आधार पर वरीयता क्रम की तकनीक
Weighted Normalized Spherical Distance	भारित सामान्यीकृत गोलाकार दूरी

सन्दर्भ

1. Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8, pp. 338-353.
2. Atanassov, K.T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets and Systems, 20(1), pp. 87-96.
3. Yager, R.R. (2013). Pythagorean fuzzy subsets. Proceedings of Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, IEEE, pp. 57-61.
4. Chen, T.Y. (2018). Remoteness index-based Pythagorean fuzzy VIKOR methods with a generalized distance measure. Information Fusion, 41, pp. 129-150.
5. Wei, G. and Wei, Y. (2018). Similarity measures of Pythagorean fuzzy sets based on cosine function and their applications. International Journal of Intelligent Systems, 33(3), pp. 634-652.
6. Ejegwa, P.A. (2020). Distance and similarity measures for Pythagorean fuzzy sets. Granular Computing, 5(2), pp. 225-238.
7. Adak, A.K., Nilkamal and Srivastava, K.N. (2023). New ranking approach to solve MCDM problems with generalized intuitionistic fuzzy information. In Advances in Decision Sciences, pp. 559-566.
8. Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making- methods and applications: a state-of-the-art survey. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg.
9. Yager, R.R. (2016). Properties and applications of Pythagorean fuzzy sets. In Pythagorean Fuzzy Sets: Theory and Applications, Springer, pp. 119-136.

शोध पत्र / **Research Paper**

साल जेल प्रक्रिया के माध्यम से ZnS नैनोकणों का संश्लेषण एवं अभिलक्षण

Synthesis and Characterization of ZnS Nanoparticles via Sol Gel Process

शिखा विश्वकर्मा

Shikha Vishwakarma

Department of Chemistry,
Government Degree College Sukrauli,
Kushinagar - 274207
shikha9march@gmail.com

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966908

सारांश

इस शोध पत्र में जिंक नैनोसल्फाइड को जिंक(II)डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स प्रकार $Zn(R_2NCS_2)_2$ का उपयोग करके संश्लेषित किया गया है, जहाँ R = Me, Et, ^{n}Pr. ^{i}Pr, ^{i}Bu, ^{n}Bu। इन नैनोसल्फाइड़ों को H_2S गैस का उपयोग करके साल–जेल विधि द्वारा संश्लेषित किया गया है। निर्मित नैनोसल्फाइड को तत्व विश्लेषण, आणविक भार मापन, वर्णक्रमीय विश्लेषण (IR, DART–MS) और TGA द्वारा पहचान किया गया है। यौगिकों के पाउडर नमूनों का पाउडर एक्स–रे विवर्तन अध्ययन और SEM विश्लेषण किया गया, जिससे पता चलता है कि निर्मित ZnS नैनोकणों का औसत आकार 12 nm है।

Abstract

Zinc nanosulphide was synthesized using Zn(II)dialkyldithiocarbamate complexes of the type $Zn(R_2NCS_2)_2$ where R = Me, Et, ^{n}Pr, ^{i}Pr, ^{i}Bu, ^{n}Bu. The sulphides are formed by sol-gel method using H_2S gas. The nanosulphide formed has been characterized by elemental analysis, molecular weight measurement, spectral analysis (IR, DART-MS) and TGA. The powder X-Ray diffraction studies and SEM analysis were carried out for the powdered samples of the compounds which reveal that the as prepared ZnS nanoparticles have average size of 12 nm.

मुख्य शब्दः ZnS, डाई थायो कार्बामेट, नैनोकण, साल–जेल, एक्स–रे विवर्तन

Keywords: ZnS, dithiocarbamates, nanoparticles, sol-gel, X-ray diffraction

प्रस्तावना

नैनोस्केल पदार्थों [1–5] ने पिछले दशक के दौरान महत्वपूर्ण वैज्ञानिक और औद्योगिक रुचि को आकर्षित किया है। ये पदार्थ वर्तमान में सैद्धांतिक रुचि हेतु नवीनतम यौगिक हैं, लेकिन वर्तमान शताब्दी में इलेक्ट्रॉनिक्स और फोटोनिक्स उद्योगों के महत्वपूर्ण वर्गों में इन पदार्थों को विकसित करने की बहुत बड़ी क्षमता है। अनुसंधान के इस क्षेत्र को विभिन्न वैज्ञानिक विषयों में सबसे आशाजनक और तेजी से उभरते अनुसंधान क्षेत्र के रूप में व्यापक रूप से पहचान दी है। विगत वर्षों में सूचना भंडारण के लिए कार्यात्मक पदार्थ में रूचि के साथ साथ धातु सल्फाइड अर्धचालक, नैनोमेटेरियल गहन गतिविधि का क्षेत्र रहा है [6–8]।

साल–जेल तकनीक कार्बनिक पदार्थों में बहु घटक बनाने के लिए एक विशिष्ट तकनीक है क्योंकि इसमें आणविक संरचना, स्टोइकोमेट्री, उच्च शुद्धता और तुलनात्मक रूप से कम प्रसंस्करण तापमान[9] को नियंत्रित

करना संभव है । इसके अलावा साल–जेल तकनीक का उपयोग टेम्पलेट्स के छिद्रों के अंदर जटिल कार्यात्मक ऑक्साइड नैनोवायर बनाने के लिए किया जा सकता है। नैनोस्केल आकार की साल–जेल व्युत्पन्न पदार्थ का अरेखीय प्रकाशिकी, इलेक्ट्रॉनिक्स ऊर्जा, भंडारण उपकरणों और सेंसर[10] में अनुप्रयोग पाया गया । डाइथायोकार्बामेट के एंटीऑक्सीडेंट और स्नेहक के रूप में, वल्केनाइजिंग और NO ट्रैपिंग एजेंट के रूप में कई व्यावहारिक अनुप्रयोग मिले हैं[11]। डाइथायोकार्बामेट का उद्योग और जैवनाशी[12–16] के रूप में उपयोग के कारण इसका व्यापक रूप से अध्ययन किया जाता है, जैसे जीवाणुरोधी[17], एंटीफंगल और एंटी कैंसर[18] के क्षेत्र में व्यापक अनुसन्धान की सम्भावना है। यह एक पारंपरिक फोस्फोर द्रव्य है जिसका व्यापक रूप से डिस्प्ले, सेंसर, सौर सेल, लेजर और इलेक्ट्रोल्यूमिनेसेंस में उपयोग किया जाता है। ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स में, इसका उपयोग प्रकाश उत्सर्जक डायोड, परावर्तक, डाईइलैक्ट्रिक फिल्टर और विंडो सामग्री के रूप में होता है[19]। इसके तकनीकी महत्व को देखते हुए, ZnS का संश्लेषण शोधकर्ताओं के लिए विशेष रुचि का विषय बना हुआ है, क्योंकि आर्थिक और तकनीकी रूप से व्यवहार्य विधि के माध्यम से क्रमिक रूप से शुद्ध पदार्थ प्राप्त करने के लिए नए सिंथेटिक मार्गों का शोध किया जा रहा है। हाल ही में नैनोसाइज़ ZnS का संश्लेषण विशेष रूचि का विषय है।

इस शोधपत्र में, हमने Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट को पूर्वगामी के रूप में उपयोग करके थायो साल–जेल प्रक्रिया के माध्यम से जिंक नैनोसल्फाइड को संश्लेषित किया है। जिंक कॉम्प्लेक्स के डाइथायोकार्बामेट और थायोलेट पर कई अध्ययन किए गए हैं, लेकिन इसके साल–जेल रसायन का अभी तक अध्ययन नहीं किया गया। उपरोक्त को देखते हुए, Zn(II) के डाइथायोकार्बामेट व्युत्पन्नों को संश्लेषित करना और शुष्क H_2S गैस के साथ इसके साल–जेल व्यवहार का अध्ययन व्यावहारिक समझा गया।

प्रयोग विधि

विलायक (बेंज़ीन, एसीटोन), अल्कोहल (मेथनॉल, इथेनॉल, 1–प्रोपेनॉल, 2–प्रोपेनॉल, 1–ब्यूटेनॉल, 2–ब्यूटेनॉल) को उपयोग से पहले मानक तरीकों से अच्छी तरह शुष्क और शुद्ध किया गया[20]। उपयोग किए गए सभी रसायन, रासायनिक ग्रेड के हैं। जिंक क्लोराइड [ई.मर्क] और डाई एल्किलअमीन का उपयोग किया गया I Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स का संश्लेषण और इसकी साल–जेल प्रक्रिया शुष्क वातावरण में की गई। डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट के सोडियम साल्ट को प्रतिवेदित प्रक्रिया[21] द्वारा तैयार किया गया।

$Zn(S_2CNR_2)_2$ का संश्लेषण

सामान्य सूत्र $Zn(S_2CNR_2)_2$ का संकर Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट निम्नलिखित विधि से संश्लेषित किया गयाः

$$ZnCl_2 + 2R_2NCS_2Na \rightarrow Zn(S_2CNR_2)_2 + 2NaCl$$

जहाँ $R = Me, Et, {}^nPr, {}^iPr, {}^iBu, {}^nBu$

सोडियम डाइएथिलडाइथायोकार्बामेट (1.89 ग्राम, 11.05 मिली मोल) के इथेनॉलिक विलयन को 1:2 मोलर अनुपात में $ZnCl_2$ (0.75 ग्राम, 5.52 मिली मोल) के इथेनॉलिक विलयन में लगातार मिश्रित करते हुए बूंद–बूंद करके मिलाया गया। सुनिश्चित करने के लिए, प्रक्रिया पूरी होने तक मिश्रण को 3–4 घंटे तक और मिलाया गया। बनने वाले अवक्षेप को एल्कोक्सी फनल से छानकर क्लोरोफॉर्म द्वारा पुनः क्रिस्टलीकृत किया गया। इस प्रकार प्राप्त चमकीले सफेद रंग के ठोस को निकालकर डेसीकेटर के अंदर संग्रहित किया गया।

इस विधि से यौगिक संख्या (1–5) तैयार किए गए। उनके विश्लेषणात्मक परिणामों को तालिका 1 में प्रस्तुत किया गया है।

$Zn(S_2CNR_2)_2$ का साल–जेल अध्ययन

शुष्क बेंजीन में Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट के साल–जेल रसायन का अध्ययन किया गया और इसे निम्न समीकरण द्वारा वर्णित किया जा सकता है–

$$Zn(S_2CNR_2)_2 + H_2S \rightarrow ZnS$$

जहाँ $R = Me, Et, {}^nPr, {}^iPr, {}^iBu, {}^nBu$

शुष्क बेंजीन के विलयन में Zn(II) डाइएथिल डाई थायो कार्बामेट (1.8 ग्राम, 4.97 मिली मोल) का घोल तैयार किया गया। अक्रिय वातावरण बनाने के लिए शुष्क नाइट्रोजन गैस प्रवाहित की गई। H_2S गैस की 25–30° C पर 2–3 घंटे के लिए Zn(II) डाइएथिल डाई थायो कार्बामेट के बेंजीन विलयन में अभिक्रिया करायी गयी। सुनिश्चित करने के लिए प्रक्रिया पूर्ण होने तक मिश्रण को 25–30° C पर 4 घंटे के लिए और मिलाया गया। इस प्रकार प्राप्त श्वेत द्रव्य को एल्कोक्सी फनल के माध्यम से छान लिया गया, शुष्क बेंजीन से धोया गया और कम दबाव में यौगिक से विलायक के अवशेषों को साफ़ किया गया।

भौतिक माप

मानक विधियों [20] द्वारा क्लोरीन, सल्फर, जिंक का आकलन किया गया। इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रा को वैरियन 3100 FT–IR स्पेक्ट्रोफोटोमीटर पर 4000–200 cm^{-1} की रेंज में रिकॉर्ड किया गया। ^{1}HNMR स्पेक्ट्रा को आंतरिक मानक के रूप में TMS का उपयोग करके 75.45 मेगाहर्ट्ज पर संचालित ब्रूकर DRX–300 स्पेक्ट्रोमीटर पर DMSO d_6 में कमरे के तापमान पर रिकॉर्ड किया गया। आणविक भार JMS–T100LC, Accu TOF (DART–MS) द्वारा निर्धारित किया गया। तत्व विश्लेषण कोलमैन CHN विश्लेषक द्वारा प्राप्त किया गया। पर्किन एल्मर उपकरण का उपयोग करके टीजीए को 50 डिग्री सेल्सियस/मिनट की हीटिंग दर पर प्राप्त किया गया, डायमंड टीजी/डीटीए और एक्सआरडी अध्ययन ब्रुकर एएक्सएस डी8 एडवांस डिफ्रैक्टोमीटर पर –170 डिग्री सेल्सियस से +450 डिग्री सेल्सियस के तापमान रेंज पर किए गए। SEM छवियों को JEOL Model JSM – 6390LV के साथ 5 × से 300, 000 × (उच्च और निम्न वैक्यूम मोड दोनों में) के आवर्धन पर रिकॉर्ड किया गया।

परिणाम और चर्चा

Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट कॉम्प्लेक्स का विवरण

Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट सफ़ेद रंग के ठोस पदार्थ हैं, जो सामान्य कार्बनिक (बेंजीन, डाइक्लोरोमेथेन, एसीटोन, क्लोरोफॉर्म आदि) और समन्वय (DMSO, DMF, पाइरीडीन, THF आदि) विलायकों में घुलनशील हैं। ये कॉम्प्लेक्स हाइग्रोस्कोपिक प्रकृति का है और कमरे के तापमान पर धीमी गति से विघटित होते हैं। इन्हें कम तापमान पर निष्क्रिय और शुष्क वातावरण में संग्रहीत किया जा सकता है। आणविक भार मापन इन सभी कॉम्प्लेक्स की मोनोमेरिक प्रकृति को दर्शाता है। तत्व विश्लेषण (C, H, N, S और Zn) का डेटा संबंधित यौगिकों के प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार है और तालिका 1 में संक्षेपित है।

Table 1: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये भौतिक डाटा

	Complex	Yield (%)	M.p. (° C)	Nature	Elemental Analysis (%)				
					C (calc)	H (calc)	N (calc)	S (calc)	Zn (calc)
1	$Zn(S_2CNMe_2)_2$	80	178-181	White powder	23.53 (23.56)	3.76 (4.22)	8.71 (8.88)	41.89 (41.94)	21.34 (21.39)
2	$Zn(S_2CNEt_2)_2$	77	248-257	White powder	33.17 (33.18)	5.34 (5.09)	7.42 (7.66)	35.12 (35.44)	17.99 (18.07)
3	$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	86	133-139	White powder	39.87 (40.22)	6.51 (5.72)	6.46 (6.08)	30.67 (30.68)	15.55 (15.64)
4	$Zn(S_2CN^1Pr_2)_2$	84	138 (decom)	White powder	38.77 (40.02)	6.51 (6.31)	6.46 (6.66)	30.35 (30.39)	15.39 (15.47)
5	$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	75	102-108	White powder	45.13 (45.55)	7.41 (6.62)	5.72 (6.16)	26.95 (27.05)	13.77 (13.79)

इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी

1470 cm^{-1} के पास मजबूत अवशोषण डाइथायोकार्बामेट लिगैंड के υ(C – N) स्ट्रेचिंग से जुड़े हुए हैं। चूँकि वे 1250-1350 cm^{-1} की υ(C – N) स्ट्रेचिंग आवृत्ति और 1640-1690 cm की υ(C = N) स्ट्रेचिंग आवृत्ति के बीच हैं, इसलिए इन्हें महत्वपूर्ण डबल–बॉन्ड कैरेक्टर[22] युक्त माना जा सकता है। 950-1050 cm^{-1}, 1035-1025 cm^{-1} के बीच अवशोषण υ(S– C) और υ(C = S) स्ट्रेचिंग वाइब्रेशन[23-26] को बताया गया है। υ(C – H) अवशोषण भी तालिका में शामिल हैं, और 2800-100 सेमी$^{-1}$ की सीमा में स्थित हैं। 430-495 सेमी$^{-1}$ पर कम तीव्रता का बैंड Zn-S स्ट्रेचिंग वाइब्रेशन[27] के कारण है। सभी तथ्यों को एक साथ रखते हुए, हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि डाईथायोकार्बामेट इन परिसरों में मोनोबेसिक बिडेंटेट लिगैंड के रूप में व्यवहार करता है।

तालिका 2: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये इन्फ्रारेड डाटा

Complex	υ(S-C)	υ(C-N)	υ(C-H)	υ (Zn-S)
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	962s	1506s	2922w	430
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	985m	1487s	2970m, 2927m	445
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	967m	1475s	2960m, 2928w, 2871w	470
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	1018s, 955m	1479s	2972s, 2928m	495
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	970m	1499s, 1466s	2959s, 2870w	491

^{1}H NMR स्पेक्ट्रोमेट्री

सभी कॉम्प्लेक्स के लिए विलायक के रूप में ड्यूटेरेटेड ट्राइक्लोरोमेथेन ($CDCl_3$) का उपयोग किया गया था। $Zn(S_2CN^iP_{r_2})_2$ के प्रोटॉन अनुनाद के लिए, मेथीन के लिए सिग्नल का पता नहीं लगाया जा सकता है। यह C–N बॉन्ड के चारों ओर आइसोप्रोपिल समूह के तेज़ घूमने के कारण हो सकता है।

Table : Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये ¹H NMR केमिकल शिफ्ट (ppm) डाटा

Complex	H_α	H_{α^1}	H_β	H_γ	H_δ	H_{OH}
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	3.44s	-	-	-	-	-
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	3.85q	-	1.29t	-	-	-
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	3.74t	-	1.77m	0.93t	-	-
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	n.d.	-	1.48b	-		
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	3.77t	-	2.91m	1.37m	0.95t	-

मास स्पेक्ट्रोमेट्री

सामान्य सूत्र $[Zn(S_2CNR_2)_2]^+$ के आयन लगभग सभी स्पेक्ट्रा में सबसे प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। आइसोटोप पीक की उपस्थिति यह दर्शाती है कि इन आयनों में जिंक परमाणु होते हैं। ये आयन संभवतः दो $Zn-S$ बॉन्ड में से एक के विभाजन और उसके बाद एक डाइथायोकार्बामेट लिगैंड आयन के क्षरण से बनते हैं। इसका तात्पर्य है कि लिगैंड में से एक को आसानी से हटाया जा सकता है। एक अन्य प्रकार का आयन जिसका सामान्य सूत्र $[SCNR_2]^+$ है , कुछ स्पेक्ट्रा में पाया जाने वाला वाला 4–80% की सापेक्ष प्रचुरता दर्शाता है। इन आयनों की उपस्थिति डाइथायोकार्बामेट के ऊष्मीय अपघटन के कारण हो सकती है। कॉम्प्लेक्स $Zn[S_2CN(C_2H_5)_2]^{2+}$ के अन्य प्रमुख अंश तालिका 4 में दिए गए हैं।

Table 4: Zn(II) डाई थायो कार्बामेट के लिये मास स्पेक्ट्रल डाटा

Complex	$[Zn(S_2CNR_2)_2]^+$	$[SCNR_2]^+$
$Zn(S_2CNMe_2)_2$	305	88
$Zn(S_2CNEt_2)_2$	361	116
$Zn(S_2CN^nPr_2)_2$	418	144
$Zn(S_2CN^iPr_2)_2$	418	143
$Zn(S_2CN^nBu_2)_2$	474	171

ZnS नैनोसल्फाइड का अभिलक्षण

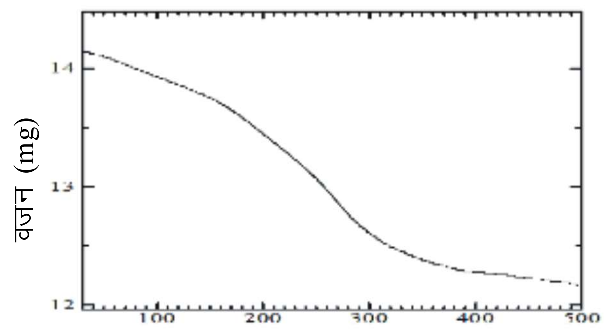
सभी साल–जेल उत्पाद श्वेत रंग के ठोस होते हैं, जो कार्बनिक और समन्वयकारी विलायकों में अघुलनशील होते हैं। वे केवल सांद्र HCl में घुलनशील होते हैं। ये यौगिक प्रकृति में हाइग्रोस्कोपिक होते हैं और कमरे के तापमान पर धीमी गति से अपघटन करते हैं। आणविक भार माप इन सभी यौगिकों की मोनोमेरिक प्रकृति को दर्शाता है। तत्व विश्लेषण (S और Zn) डेटा संबंधित यौगिकों के लिए प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार है।

IR स्पेक्ट्रा

ZnS के IR स्पेक्ट्रा में 350, 615 cm^{-1} पर विशिष्ट बैंड है जो ZnS की संरचना की पुष्टि करता है। 3336 cm^{-1} पर शिखर जिंक के साथ समन्वित जल अणु की उपस्थिति को इंगित करता है।

TGA

समन्वय में जल की भागीदारी सुनिश्चित करने के लिए 0–500º C से $ZnS.H_2O$ के लिए थर्मोग्राम रिकॉर्ड किए गए हैं। $ZS.H_2O$ प्रकार के सभी साल–जेल उत्पाद अपघटन दिखाते हैं। 214º C पर 13.8% का वजन कम होना समन्वित जल अणु के विलोपन से मेल खाता है। जल की उपस्थिति IR स्पेक्ट्रल डेटा द्वारा भी समर्थित है। 500–800º C के बीच वजन कम होना ZnS के ZnO में ऑक्सीकरण के अनुरूप होना चाहिए।



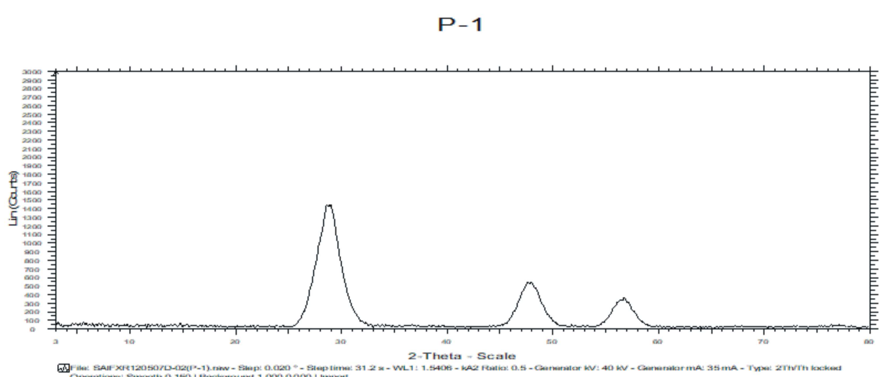
चित्र 1 : ZnS का TGA

DART MS

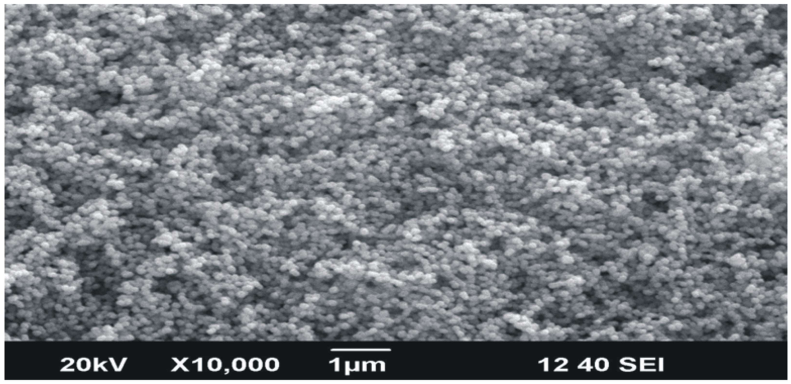
जिंक नैनोसल्फाइड के लिए DART MS स्पेक्ट्रम यौगिक के आणविक भार की पुष्टि करता है। DART MS स्पेक्ट्रम में m/z = 97.0 पर आणविक आयन शिखर मोनोमर के रूप में इसके अस्तित्व की पुष्टि करता है।

XRD और SEM अध्ययन

ज़िंक नैनोसल्फ़ाइड की आकृति विज्ञान का अध्ययन XRD और SEM द्वारा किया गया। यौगिक XRD के माध्यम से दिखाए गए अक्रिस्टल ठोस हैं। कणों का औसत व्यास 12 नैनोमीटर है। हालाँकि SEM छवियाँ इन कणों के लिए बड़े आकार को दर्शाती हैं। बड़े आकार को अंतर–आणविक हाइड्रोजन बॉन्डिंग द्वारा समझाया जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप बड़े कण आकार के संबद्ध अणु बनते हैं।



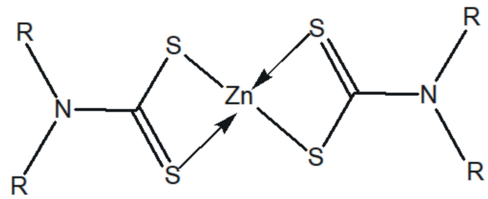
चित्र 2 : ZnS का पाउडर XRD



चित्र 3 : ZnS का SEM आकृति

निष्कर्ष

वर्तमान अध्ययन $Z(S_2CNR_2)_2$ प्रकार के कॉम्प्लेक्स की एक श्रृंखला का वर्णन करता है, हालाँकि इन कॉम्प्लेक्स में लिगैंड के द्विदंतु व्यवहार की पुष्टि IR स्पेक्ट्रा द्वारा की गई है। तत्व विश्लेषण (C, H, N, S, Cl और Zn) डेटा संबंधित कॉम्प्लेक्स के लिए प्रस्तावित स्टोइकोमेट्री के अनुसार पाए गए हैं। मास स्पेक्ट्रोमेट्री कॉम्प्लेक्स की मोनोमेरिक प्रकृति को स्पष्ट करती है। स्पेक्ट्रल डेटा Zn(II) के चारों ओर टेट्राहेड्रल ज्यामिति को इंगित करता है। केंद्रीय धातु जिंक (II) समन्वय संख्या 4 प्राप्त करता हुआ प्रतीत होता है।



जहाँ R = Me, Et, ^{n}Pr, $^{i}P_r$, ^{i}Bu, ^{n}Bu

चित्र 4 : Zn(II) डाई एल्किल डाई थायो कार्बामेट की संरचना

जिंक (II) कॉम्प्लेक्स के बेंजीन घोल में शुष्क H_2S गैस को गुजारने से प्राप्त थायो साल–जेल उत्पाद प्राप्त सल्फाइड कार्बनिक और समन्वय विलायक में अघुलनशील होते हैं, लेकिन सांद्र HCl में घुलनशील होते हैं। तत्व विश्लेषण, आणविक भार माप और DART मास स्पेक्ट्रा सल्फाइड की मोनोमेरिक प्रकृति को स्पष्ट करते हैं। जिंक सल्फाइड के नैनोमेट्रिक कणों की पुष्टि SEM और PXRD तकनीकों द्वारा की गयी।

आभार

लेखक SAIF CDRI, STIC कोचीन, BHU, वाराणसी (भारत) और रसायन विज्ञान विभाग, DDU गोरखपुर विश्वविद्यालय को आवश्यक वर्णक्रमीय और विश्लेषणात्मक सुविधाएँ प्रदान करने के लिए धन्यवाद देती हैं।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थी हिन्दी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिन्दी शब्दावली
Antioxidant	प्रतिऑक्सीकारक
Characterization	अभिलक्षण
Diffraction	विवर्तन
Lubricant	स्नेहक
Optoelectronics	प्रकाश इलेक्ट्रॉनिकी
Spectral analysis	वर्णक्रमीय विश्लेषण
Synthesis	संश्लेषण

सन्दर्भ

1. Link, S., Wang, Z. L. and EI-Sayed, M. A. (1999). Alloy Formation of Gold-Silver Nanoparticles and the Dependence of the Plasmon Absorption on Their Composition, *J. Phys. Chem B;* 103, 3529.

2. Hosteller, M. J., Zhong, C. J., Yen, B. K. H., Anderegg, J., Gross, S. M., Evans, N.D., Potter, M. and R. W. Murray (1998). Stable, monolayer-protected metal alloy cluster, *J. Amer. Chem. Soc.,* 120,9396.

3. Wang, Y., Liu, H. and Toshima, H., (1996). Nanoscopic naked Cu/Pd powder as air-presistant active catalyst for selective hydration of acrylonitrile to acrylamide, *J. Phys. Chem.,* ,100,50,19533.

4. Reetz, M. T., Breinbauer, R. and Wanniger, K. (1996). Suzuki and Heck reactions catalyzed by preformed palladium clusters and palladiumnickel bimetallic clusters, *Tetrahedron Lett.,* 37,4499.

5. Zhang, L. Z., Sun, W. and Cheng, P. (2003). Spectroscopic and Theoretical Studies of Quantum and Electronic Confinement Effects in Nanostructured Materials, *Molecules,8,* 211,207

6. Gong, X., Chen, W. J., Wu, P. F. and. Chan, W. K (1998). Photoluminescence and upconversion optical properties of CaS: Sm^{3+}nanocrystallites, *Appl. Phys. Lett.,* 73,2875.

7. Bhargava, R. N., Gallagher, D., Hong, X. and Nurrniko, A. (1994). Optical properties of manganese-doped nanocrystal of ZnS, *Phys. Rev. Lett,*72,416.

8. Sun, S., Murray, C. B., Folks, L., Moser, A. (2000). Monodisperse Fe Pt nanoparticles and ferromagnetic FePt nanocrystal superlattices**,** *Seience,* 287, 1989.

9. Carmalt, C.J., Dinnage, C.W. and Perkin, I.P. (2000). Thio sol-gel synthesis of titanium disulfide from titanium thiolates, *I.Mat.Chem.,*10,12 2823-2826.

10. Khan M. D., Ahn J. W., and Nam G., (2018). Environmental benign synthesis, characterization and mechanism studies of green calcium hydroxide nano-plates derived from waste oyster shells, *Journal of Environmental Management*. 223, 947–951.

11. Fuji, S. and Yoshimura, T. (2000). A new trend in iron-dithiocarbamatecomplexes as can endogenous NO trapping agent, Coord.Chem.Rev. 198, 88-89.

12. Ali, S., Ahmad, S.U., Shazadi, S., Rehman, S.U., Parvez, N. and Mazher, M. (2005). Chloro-dimethyltin(IV) piperidine-1-carbodithiolate , *Appl. Organomet.Chem.,*19,201.

13. Ali, S., Shazadi, S., Bhatti, M.H., Fettouhi, M. and Athar, M. (2006). Chloro-diorganotin(IV) complexes of 4-methyl-1-piperidine carbodithioic acid: Synthesis, X-ray crystal structures, spectral properties and antimicrobial studies, *J.organomet. Chem.,* 691,1797.

14. Kana, A.T., Hibbert, T.G., Mahon, M.F., Molloy, K.C., Parkin, I.P. and Price, L.S. (2001). Organotin unsymmetric dithiocarbamates: synthesis, formation and characterisation of tin (II) sulfide films by atmospheric pressure chemical vapour deposition, *Polyhedron,* 20, 2989.

15. Tiekink, E.R.T. (2008). Tin dithiocarbamates: applications and structures, Appl.Organomet.Chem., 22, 533.

16. Jamil, K., Bakhtiar, M., Khan, A.R., Rubina, F. and Wajid, R. (2009). Synthesis, characterization and antimicrobial activities of noval organotin compounds. *Afr.J.Pure Applied Chem.,*3,66.

17. Crouse, K.A., Chew, K.B., Tarafdar, M.T.H., Kasbollah, A. and Ali, A.M. (2004). synthesis, characterization and bio-activity of S-2 picolyldithiocarbazate(S2PDTC) some of its Schiff bases and their Ni(II) complexes and X-Ray structure of S-2-picolyl-b-N-(2-acetylpyrrole)dithiocarbazate, *Polyhedron,* 23,161.

18. Gielen, M. (1996). Tin-based antitumour drugs, *Coord. Chem. Rev.,* 151,41.

19. Zhai, Q. , Li, J., Lewis, J.S. , Waldrip, K.A., Jones, K. , Holloway, P.H., Davidson, M., Evans, (2002). Microstructure and electroluminescence of ZnS:Mn doped with KCl, N. Thin Sold Films 414 ,105.

20. A.I. Vogel, A.I., (1978). A Text Book of Quantitative Organic Analysis, ELBS and Longman, London.

21. Benson, J.H. (1990). "Microbiological Application" (5thEdn. WM.C. Brown Publication, Oxford,1990).

22. Chauhan, H. P. S., Srivastava, G. and Mehrotra, R. C. (1983). Mixed halide dialkyldithiophosphate derivatives of arsenic(III) and antimony(III), Polyhedron, 2(5), 359.

23. Chauhan, H.P.S. and Singh, U.P. (2007). Synthetic, spectral, thermal and antimicrobial studies on some bis(N,N2 dialkyldithiocarbamato) antimony(III) alkylene dithio phosphates, *App. Organomet. Chem*., 21, 880-889.

24. Ceo-Olivares, R., Alvarado, J.G., Espinosa-Perez, G., Silvestru, C. and Haiduc, I. (1994). Synthesis and characterization of phenoxxarsin-10-yl diorganodithio phosphinates. A folded phenoxarsine system in the first dimeric organoarsenic(III) 1,1-dithiolate associated through As…S secondary bonding, *J.Chem.Soc.,*Daltan Trans. 1881.

25. Garje, S.S. and. Jain, V.K. (2003). Chemistry of arsenic, antimony and bismuth compounds derived from xanthate, dithiocarbamate and phosphorus-based ligands, *Coordination Chemistry* Reviews, 236, 35-56.

26. Kheiri, F.M.N., Tsipis, C.A. et al., (1979). *Can.J.Chem*.,57,767.

27. Motevalli, M., O'Brien, P., Walsh, John R. and Watson, IAN M.(1996). Synthesis, characterization and x-ray crystal structures of asymmetric bis(dialkyldithiocarbamates) of zinc: Potential precursors for ZnS deposition, Polyhedron, Vol. 15, No. 16, pp. 2801 2808.

शोध पत्र / **Research Paper**

आव्यूह प्रतिलोम विधि द्वारा विभिन्न प्रोग्रामन समस्याओं का हल
Solution of Various Programming Problems by Matrix Inverse Method

अशोक सिंह चौहान*, आदर्श मंगल एवं ज्ञान शेखर*****

Ashok Singh Chouhan*, Adarsh Mangal and Gyan Shekhar*****

* Research Scholar, Department of Mathematics,
Bhagwant University, Ajmer

** Department of Mathematics, Engineering College, Ajmer

*** Research Supervisor, Department of Mathematics, Bhagwant University, Ajmer
Presently Department of Mathematics, Ram Sakal Singh Science College, Sitamarhi (Bihar)

ashoksinghchouhan2012@gmail.com, dradarshmangal1@gmail.com, maths430@gmail.com

https://doi.org/10.5281/zenodo.16966974

सारांश

यह शोध पत्र रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या तथा रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को आव्यूह प्रतिलोम विधि (Matrix inversion method) द्वारा हल करने का प्रस्ताव करता है। भावना श्रीवास्तव एवं अन्य द्वारा इस विधि का उपयोग बहु–उद्देशीय रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं (Multi-objective linear programming problems) का हल ज्ञात करने के लिए किया गया है। इस विधि में सिम्पलेक्स सारणी को बनाने की आवश्यकता नहीं है। इस विधि द्वारा इष्टतम हल ज्ञात करने में गणनीय समय कम लगता है। हमारे दावे की पुष्टि के लिए अंत में विभिन्न दृष्टान्तीय उदाहरण भी दिए गए है।

Abstract

This research paper proposes a Matrix Inverse method to solve the Linearly Factorized Quadratic Programming Problem (LFQFPP) and Linear Fractional Programming Problem (LFPP). The same had been introduced to solve the Multi-Objective Linear Programming Problem (MOLPP) by Bhavana Shrivastava et al. There is no necessity to form Simplex tables so far in this method. To achieve an optimal solution through this method, as far as computation time is concerned; it takes the least time. Various illustrations are given at the end to validate our claim.

मुख्य शब्दः रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या, आव्यूह प्रतिलोम विधि, बहु–उद्देशीय रैखिक प्रोग्रामन समस्या, रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या, इष्टतम हल

Keywords: Linearly Factorized Quadratic Programming Problem, Matrix Inverse Method, Multi-Objective Linear Programming Problem, Linear Fractional Programming Problem, Optimal Solution.

प्रस्तावना

द्विघात प्रोग्रामन समस्याएं अरैखिक प्रोग्रामन समस्याओं की एक मौलिक श्रेणी का प्रतिनिधित्व करती हैं, जो सिग्नल एवं इमेज प्रोसेसिंग, न्यूनतम वर्ग सन्निकटन (Least square approximation), वित्तीय पोर्टफॉलिओ के इष्टतमन आदि क्षेत्रों में व्यापक रूप से लागू होती है। पिछले कुछ वर्षो में द्विघात प्रोग्रामन समस्याओं को हल करने की कुछ विधियाँ प्रस्तावित की गई है। यह शोध पत्र रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्याओं को हल करने के लिए एक नए गणनीय उपगमन (Computational approach), आव्यूह प्रतिलोम विधि को प्रस्तावित करता है। आव्यूह प्रतिलोम विधि सर्वप्रथम बहु–उद्देशीय रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं का इष्टतम हल ज्ञात करने

के लिए भावना श्रीवास्तव एवं अन्य [5] ने प्रस्तावित की थी। रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्याएं, अरैखिक प्रोग्रामन समस्याओं का एक विशेष उपसमूह बनाती है, जो एक ऐसे उद्देश्य फलन को इष्टतम करने पर ध्यान केंद्रित करते हैं जिसमें रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात संरचना होती है तथा जो रैखिक समीकरणों (अथवा/और) असमिकाओं के साथ परिभाषित होती है। प्रस्तावित विधि पारंपरिक सिम्प्लेक्स विधि की तुलना में गणनीय रूप से अधिक कुशल एवं अवधारणात्मक रूप से सरल विकल्प प्रदान करती है। इस प्रकार की समस्याओं को हल करने के लिए साहित्य में बहुत सारी विधियां प्रस्तावित की गई है। फ्रेंक एवं अन्य [1] ने द्विघात प्रोग्रामन समस्याओं को हल करने के लिए एल्गोरिथ्म प्रस्तावित की। पंडियन एवं अन्य [2] ने रैखिकतः गुणनखंडित उद्देश्य फलन रखने वाली द्विघात प्रोग्रामन समस्याओं के लिए एक नवीन विधि विकसित की। जैन एवं अन्य [3–4] ने क्रमशः गॉस विलोपन प्रविधि तथा संशोधित फूरिएर विलोपन प्रविधि का उपयोग करते हुए द्विघात प्रोग्रामन समस्या को हल किया।

कार्नेस एवं अन्य [6] ने रैखिक भिन्नात्मक फलनकों के साथ प्रोग्रामन पर कार्य किया। उन्होंने किसी रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं से प्रतिस्थापित किया जो केवल फलनक एवं एक व्यवरोध के चिन्ह में एक दूसरे से भिन्न होते हैं। कांतिस्वरूप [7] ने रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को हल करने के लिए एक विधि प्रस्तावित की, जिसमें उद्देश्य फलन के हर गुणांकों को खोजने के लिए एक नई पंक्ति बनाई जाती है और इस पंक्ति का उपयोग प्रवेशी चर का चयन करने के लिए किया जाता है। इस विधि में अपगामी चर तथा कीलक अवयव का चयन सिम्प्लेक्स विधि के समान ही है। इस विधि में यह भी माना जाता है कि सभी संभव हलों के लिए हर सदैव धनात्मक है। कालान्तर में जैन एवं अन्य [9, 10, 11] ने गॉस विलोपन प्राविधि तथा संशोधित फूरिएर विलोपन प्राविधि की सहायता से भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का हल प्राप्त किया जोकि अन्य पारंपरिक विधियों से प्राप्त होने वाले हल के सामान ही प्राप्त हुआ। जैन एवं अन्य [8] ने समघात व्यवरोध रखने वाली भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को हल करने के लिए एल्गोरिथ्म विकसित की।

रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या

रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या, द्विघात प्रोग्रामन समस्या का एक विशेष रूप है जो पारंपरिक द्विघात प्रोग्रामन निदर्श से भिन्न है क्योंकि यह उद्देश्य फलन को विशुद्ध रूप से द्विघात फलन के बजाय दो रैखिक फलनों के गुणन के रूप में अभिव्यक्त करता है। यह संशोधन, विचारार्थ समस्या की गणितीय संरचना को सरल बनाता है, गणनीय दक्षता को बढाता है और अधिक प्रभावी इष्टतमन करता है। इस प्रकार उद्देश्य फलन को पुनर्गठित कर, विभिन्न अनुप्रयोगों में जटिल इष्टतम समस्याओं को हल करने के लिए रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या एक सुव्यवस्थित दृष्टिकोण प्रदान करती है।

विचारार्थ मानक समस्या

यहाँ हम एक ऐसी द्विघात प्रोग्रामन समस्या पर विचार करते हैं जिसमें उद्देश्य फलन दो रैखिक फलनों के गुणनफल के रूप में निम्न रूप में दिया हो।

अधिकतम कीजिये

$$Z = (a_1 x + a_1)(a_2 x + a_2) = Z_1 Z_2 \quad \text{(माना)}$$

व्यवरोध $Ax \le b$

एवं $x \ge 0$

रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या

भिन्नात्मक प्रोग्रामन तेजी से वर्धमान एक आधुनिक एवं व्यावहारिक विषय है। इसका उपयोग संचार प्रणाली, सैन्य विज्ञान, प्रबंधन, उद्योग और उत्पादन आदि में उत्पन्न होने वाली विभिन्न समस्याओं के समाधान में किया जाता है। यथा अर्थशास्त्र में, भिन्नात्मक प्रोग्रामन उस समस्या को हल करने में उपयोगी होती है, जिसमें विभिन्न आर्थिक गतिविधियाँ अपने मूल्यों के स्तर के अनुपात में निश्चित संसाधनों का उपयोग करती है। इसे अतिपरवलयिक इष्टतमन समस्या भी कहा जाता है।

विचारार्थ मानक समस्या

रैखिक भिन्नात्मक समस्या का गणितीय रूप निम्न है–

अधिकतम कीजिये

$$Z = \frac{c'x + \alpha}{C'x + \beta}$$

व्यवरोध $Ax(\leq, =, \geq)b$

एवं $x \geq 0$

भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या के व्यवरोधों में विद्यमान $(\leq, =, \geq)$ में से एक समय में केवल एक ही चिन्ह हो सकता है। x, c व C; $n\times 1$ स्तम्भ सदिश है। A, $m\times n$ क्रम का सक्रियता आव्यूह है। b, $m\times 1$ क्रम का स्तम्भ सदिश है।

आव्यूह प्रतिलोम विधि

चरण 1 – सर्वप्रथम दी गई रैखिकतः गुणनखंडित उद्देश्य फलन रखने वाली द्विघात प्रोग्रामन समस्या को दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं के रूप में व्यक्त करते है।

चरण 2 – उपरोक्त चरण 1 में प्राप्त सभी रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं में व्यवरोधों के रूप में उपस्थित असमिकाओं को समीकरण मानते हुए समीकरण निकाय को $Ax=b$ के रूप में व्यक्त करते हैं।

चरण 3 – अब निर्णायक चरों के गुणांकों से एक आव्यूह A बनाते है।

चरण 4 – इस आव्यूह के सारणिक के मान की जांच करते है। यदि यह अशून्य प्राप्त होता है तो समस्या का हल संभव है अन्यथा नहीं।

चरण 5 – आव्यूह A से प्रतिलोम आव्यूह A^{-1} ज्ञात करते है।

चरण 6 – निर्णायक चरों के मूल्यों को समीकरण $X=A^{-1}B$ की सहायता से ज्ञात करते है।

चरण 7 – इन निर्णायक चरों के मानों को दोनों उद्देश्य फलनों में प्रतिस्थापित करते है तथा Z_1 व Z_2 का मान ज्ञात करते हैं।

चरण 8 – Z_1 व Z_2 के मानों को गुणा कर विचारार्थ समस्या के उद्देश्य फलन का मान ज्ञात करते हैं।

दृष्टान्तीय उदाहरण

रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या

अधिकतम कीजिये

$$Z = (3x_1 + 2x_2)(x_1 + 3x_2)$$

व्यवरोध $x_1 + x_2 \le 4$

$x_1 - x_2 \le 2$

तथा $x_1, x_2 \ge 0$

उपरोक्त रैखिकतः गुणनखंडित उद्देश्य द्विवघात प्रोग्रामन समस्या से निम्न दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याएँ प्राप्त होती है–

(I) अधिकतम कीजिये

$$Z = (3x_1 + 2x_2) = Z_1 \quad \text{(माना)}$$

व्यवरोध $x_1 + x_2 \le 4$

$x_1 - x_2 \le 2$

तथा $x_1, x_2 \ge 0$

(II) अधिकतम कीजिये

$$Z = (x_1 + 3x_2) = Z_2 \quad \text{(माना)}$$

व्यवरोध $x_1 + x_2 \le 4$

$x_1 - x_2 \le 2$

तथा $x_1, x_2 \ge 0$

समस्या (I) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर समस्या निम्न रूप लेती है–

अधिकतम कीजिये

$$Z_1 = 3x_1 + 2x_2 + 0S_1 + 0S_2$$

व्यवरोध $x_1 + x_2 + S_1 + 0S_2 = 4$

$x_1 - x_2 + 0S_1 + S_2 = 2$

तथा $x_1, x_2, S_1, S_2 \ge 0$

समस्या (II) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर समस्या निम्न रूप लेती है–

अधिकतम कीजिये

$$Z_2 = x_1 + 3x_2 + 0S_1 + 0S_2$$

व्यवरोध $x_1 + x_2 + S_1 + 0S_2 = 4$

$x_1 - x_2 + 0S_1 + S_2 = 2$

तथा $x_1, x_2, S_1, S_2 \geq 0$

समस्या (I) व समस्या (II) से आव्यूह $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$, $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ तथा $b = \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$

चूंकि $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = -1-1 = -2 \neq 0$ अतः A^{-1} का अस्तित्व है।

आव्यूह A का प्रतिलोम $A^{-1} = \frac{-1}{2}\begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$

$$X = A^{-1}B \Rightarrow \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \frac{-1}{2}\begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow x_1 = 3, x_2 = 1$$

अतः $Z_1 = 3x_1 + 2x_2 = 3(3) + 2(1) = 11$ व $Z_2 = x_1 + 3x_2 = (3) + 3(1) = 6$

उपरोक्त समस्या का इष्टतम हल $x_1 = 3$, $x_2 = 1$ एवं $Z = Z_1Z_2 = (11)(6) = 66$

रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या

निम्नतम कीजिये

$$Z = \frac{-6x_1 - 5x_2}{2x_1 + 7}$$

व्यवरोध $x_1 + 2x_2 \leq 3$

$3x_1 + 2x_2 \leq 6$

तथा $x_1, x_2 \geq 0$

उपरोक्त रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या से निम्न दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याएँ प्राप्त होती है–

(I) निम्नतम कीजिये

$$Z = -6x_1 - 5x_2$$

व्यवरोध $x_1 + 2x_2 \leq 3$

$3x_1 + 2x_2 \leq 6$

तथा $x_1, x_2 \geq 0$

यहाँ उद्देश्य फलन निम्नतमीकरण का दिया हुआ है अतः सर्वप्रथम इसे अधिकतमीकरण में परिवर्तित करते है। यथा अधिकतम कीजिए

$$Z = 6x_1 + 5x_2 = Z_1 \text{ (माना)}$$

(II) अधिकतम कीजिये

$$Z = 2x_1 + 7 = Z_2 \text{ (माना)}$$

व्यवरोध $x_1 + 2x_2 \le 3$

$3x_1 + 2x_2 \le 6$

तथा $x_1, x_2 \ge 0$

समस्या (I) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर समस्या निम्न रूप लेती है–

अधिकतम कीजिये

$$Z_1 = 6x_1 + 5x_2 + 0S_1 + 0S_2$$

व्यवरोध $x_1 + 2x_2 + S_1 + 0S_2 = 3$

$3x_1 + 2x_2 + 0S_1 + S_2 = 6$

तथा $x_1, x_2, S_1, S_2 \ge 0$

समस्या (II) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर समस्या निम्न रूप लेती है–

अधिकतम कीजिये

$$Z_2 = 2x_1 + 7 + 0S_1 + 0S_2$$

व्यवरोध $x_1 + 2x_2 + S_1 + 0S_2 = 3$

$3x_1 + 2x_2 + 0S_1 + S_2 = 6$

तथा $x_1, x_2, S_1, S_2 \ge 0$

समस्या (I) व समस्या (II) से आव्यूह $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$, $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ तथा $b = \begin{bmatrix} 3 \\ 6 \end{bmatrix}$

चूंकि $\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} = 2 - 6 = -4 \ne 0$ अतः A^{-1} का अस्तित्व है।

आव्यूह A का प्रतिलोम $A^{-1} = \frac{-1}{4}\begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$$X = A^{-1}B \Rightarrow \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \frac{-1}{4}\begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 3 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{2} \\ \frac{3}{4} \end{bmatrix} \Rightarrow x_1 = \frac{3}{2}, x_2 = \frac{3}{4}$$

अतः $Z_1 = 6x_1 + 5x_2 = 6\left(\frac{3}{2}\right) + 5\left(\frac{3}{4}\right) = \frac{51}{4}$ व $Z_2 = 2x_1 + 7 = 2\left(\frac{3}{2}\right) + 7 = 10$

उपरोक्त समस्या का इष्टतम हल $x_1 = \frac{3}{2}$, $x_2 = \frac{3}{4}$ एवं निम्नतम $Z = \frac{z_1}{z_2} = -\frac{51}{40}$

निष्कर्ष

भावना श्रीवास्तव एवं अन्य द्वारा प्रस्तावित आव्यूह प्रतिलोम विधि, पारंपरिक सिम्प्लेक्स विधि से बेहतर है क्योंकि इसमें कम पुनरावृत्तियों में ही इष्टतम हल को प्राप्त किया जा सकता है। इस विधि से अन्य विधियों की तुलना में कम समय में ही इष्टतम हल को प्राप्त किया जा सकता है। इस एल्गोरिथ्म से प्राप्त परिणाम को गॉस विलोपन विधि, संशोधित फूरिएर विलोपन विधि, पारंपरिक सिम्पलेक्स विधि तथा अन्य विधियों से प्राप्त परिणामों से आसानी से सत्यापित किया जा सकता है।

हितों का टकराव

लेखक इस शोध पत्र के प्रकाशन के सम्बन्ध में किसी भी प्रकार के हितों के टकराव की घोषणा नहीं करते हैं।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक हिन्दी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	**वर्णानुक्रमित हिन्दी शब्दावली**
Computational approach	गणनीय उपगमन
Least square approximation	न्यूनतम वर्ग सन्निकटन
Linearly factorized quadratic programming problem	रैखिकतः गुणनखंडित द्विघात प्रोग्रामन समस्या
Matrix inversion method	आव्यूह प्रतिलोम विधि
Multi-objective linear programming problem	बहु–उद्देशीय रैखिक प्रोग्रामन समस्या
Optimal solution	इष्टतम हल

सन्दर्भ

1. Frank, M., and Wolfe, P. (1956). An algorithm for quadratic programming. Naval Research Logistics Quarterly, Vol. 3, pp: 95-110.
2. Pandian, and P., Jayalakshmi, M. (2015). Solving quadratic programming problems having linearly factorized objective function. International Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol. 101, No. 5, pp: 699-706.
3. Jain, S., Mangal, A., and Sangeeta (2019). Modelling of Gauss elimination technique for quadratic optimization. Advances in Modelling and Analysis A, Vol. 56, No. 2-4, pp: 31-34.

4. Jain, S., Mangal, A. and Sangeeta (2020). Modelling of nature inspired modified Fourier elimination technique for quadratic optimization. International Journal of Swarm Intelligence, Vol. 5, No. 2, pp: 182-190.
5. Shrivastava, B., Agrawal, B., and Kumar, S. (2023). Computation of multi-objective linear programming problem by matrix inversion method. European Chemical Bulletin, 12 (special issue 4), pp: 19125-19129.
6. Charnes, A., and Cooper, W.W. (1962). Programming with linear fractional functionals. Naval Research Logistics Quarterly, Vol. 9, pp: 181-186.
7. Swarup, K. (1965). Linear fractional functionals programming. Operations Research, Vol. 13, No. 6, pp: 1029-1036.
8. Jain, S., and Mangal, A. (2003). Algorithm for fractional programming problem with homogeneous constraints. Ganita Sandesh, Vol. 17(2), pp: 55-60.
9. Jain, S., and Mangal, A. (2008). Gauss elimination technique for fractional programming problem. Journal of Indian Society of Statistics and Operations Research. Vol. XXIX, pp: 1-4.
10. Jain, S., and Mangal, A. (2004). Modified Fourier elimination technique for fractional programming problem. Acharya Nagarjuna International Journal of Mathematics & Information Technology. Vol. 1(2), pp: 121-131.
11. Jain, S., and Mangal, A. (2008). Extended Gauss elimination technique for integer solution of linear fractional programming. Journal of Indian Mathematical Society. Vol. 75, pp: 37-46.

संस्कृत कैसे सीखें ?
(स्त्री प्रत्यय)
How to Learn Sanskrit ?
(Stri Pratyaya)

आकृति ठाकुर[1] एवं योगेश शर्मा[2]
Aakriti Thakur[1] and Yogesh Sharma[2]

[1]शोधच्छात्रा, संस्कृत, दर्शन एवं वैदिक अध्ययन विभाग, वनस्थली विद्यापीठ, राजस्थान
[2]सह आचार्य, कलाकोश विभाग, इन्दिरा गाँधी राष्ट्रीय कला केन्द्र, नई दिल्ली
aakritithakur2@gmail.com, ycsharma2000@yahoo.co.in
https://doi.org/10.5281/zenodo.16967042

भाषा में व्याकरण की भूमिका शब्द आदि के विश्लेषण के द्वारा शब्दबोध अथवा अर्थबोध की प्रक्रिया के रूप में होती है। व्याकरण की यह भूमिका कभी–कभी भाषा के सम्प्रेषणात्मक विस्तार की कारक भी बनती है। भाषा का सामर्थ्य उसके शब्दरत्नाकर पर निर्भर करता है। जैसा शब्द–सागर वैसी ही अर्थ–गाम्भीर्य की गहराई, परन्तु यहाँ एक तथ्य विश्लेष्य है कि शब्द–भण्डार मात्र से भाषा की प्रक्रिया पूर्ण नहीं हो सकती और न ही अर्थ का विस्तार। इसके लिए तो आवश्यक है, शब्दों के पारस्परिक अन्वयबोध की प्रक्रिया, जिससे वाक्य की सार्थक प्रक्रिया पूर्ण होती है। शब्द के अन्वयात्मक उपक्रम में शब्दों की अपनी–अपनी भूमिका का बोध एवं प्रयोजनमूलक दृष्टि का होना भी आवश्यक है। कौनसा शब्द किस देश और समय से सम्बद्ध है? उसका किस अर्थ हेतु प्रयोग किया जा रहा है। वह किस व्यक्ति अथवा वस्तु से सम्बद्ध है एवं किसके बोधन में उस शब्द विशेष का प्रयोग किया जा रहा है। इस प्रकार उपर्युक्त शब्द–शिल्प–विधान एवं शब्द–विनियोग की प्रक्रिया से वाक्य–निर्मिति पूर्ण होती है। वाक्य में शब्द के विनियोग की प्रक्रिया हेतु शब्द के वचन और लिंग की आवश्यकता होती है। इन दोनों में लिंग की भूमिका अत्यन्त महत्त्वपूर्ण है। कौन सा शब्द किस लिंग में है, इस बात पर अर्थबोध का निश्चय होता है। भाषा के व्यवहार में अनेकशः देखा जाता है कि शब्द के लिङ्ग–अनिश्चय की स्थिति में अर्थ का प्रकार्यात्मक परिणाम भी दूषित हो जाता है। इसलिए संस्कृत व्याकरण में लिंग–विनिश्चय के लिए अनेक स्तरों पर विचार किया गया है। इनमें से प्रत्ययों के आधार पर किया गया विचार सार्थक एवं युक्तिसंगत प्रतीत होता है।

जैसा कि पूर्व के लेखों में व्याकरण में प्रत्ययों की भूमिका पर विशदता से विमर्श किया गया है, जिससे ज्ञात होता है कि कृत और तद्धित प्रत्यय न केवल भाषा का विश्लेषण करते हैं, अपितु ये भाषा का विस्तार भी करते हैं। इन प्रत्ययों के विश्लेषण के द्वारा यह भी ज्ञात हुआ कि धातु से जो प्रत्यय लगते हैं, वे क्रिया, संज्ञा, विशेषण आदि की निर्मिति कर कृत प्रत्यय कहलाते हैं। और इन प्रत्ययों से बनने वाले शब्द कृदन्त कहलाते हैं। कुछ प्रत्यय शब्द के साथ लगकर संज्ञा, सर्वनाम, विशेषण, आदि शब्दों का निर्माण करते हैं, जो तद्धित कहलाते हैं एवं इनसे बनने वाले शब्द तद्धितान्त कहलाते हैं। उपर्युक्त दोनों प्रत्ययों की भूमिका लिंग निर्धारण में भी होती है। इन प्रत्ययों में कुछ प्रत्यय ऐसे होते हैं, जिनसे बनने वाले शब्द या तो पुल्लिंग होते हैं या स्त्रीलिंग या नपुंसकलिंग। जैसे धातु के साथ 'घञ्' और 'कि' प्रत्यय से बनने वाले सभी शब्द पुल्लिंग होते हैं –

क्रम संख्या	प्रत्यय विधान		शब्द	लिङ्ग
1.	रम् + घञ्	=	रामः	पुल्लिंग
2.	पच् + घञ्		पाकः	पुल्लिंग
3.	प्र + धा + कि		प्रधिः	पुल्लिंग
4.	उप + धा + कि		उपधिः	पुल्लिंग

इसी प्रकार धातु से 'क्तिन्' प्रत्यय लगने पर सभी शब्द स्त्रीलिंग होते हैं –

क्रम संख्या	प्रत्यय विधान		शब्द	लिङ्ग
1.	कृ + क्तिन्	=	कृतिः	स्त्रीलिंग
2.	स्तु + क्तिन्		स्तुतिः	स्त्रीलिंग
3.	सम् + पद् + क्तिन्		सम्पत्तिः	स्त्रीलिंग
4.	कॄ + क्तिन्		कीर्णि:	स्त्रीलिंग

ठीक ऐसे ही भाव अर्थ में धातु के साथ 'क्त' प्रत्यय लगने से निर्मित शब्द नपुंसकलिंग में होते हैं – हस् + क्त = हसितम्

धातु के साथ 'ल्युट्' प्रत्यय लगने से शब्द की निर्मिति नपुंसकलिंग में होती है –

क्रम संख्या	प्रत्यय विधान		शब्द	लिङ्ग
1.	हस् + ल्युट्	=	हसनम्	नपुंसकलिंग
2.	अद् + ल्युट्		अदनम्	नपुंसकलिंग
3.	लिख् + ल्युट्		लेखनम्	नपुंसकलिंग
4.	कृ + ल्युट्		करणम्	नपुंसकलिंग
5.	चल् + ल्युट्		चलनम्	नपुंसकलिंग

तद्धित प्रत्ययों के अन्तर्गत भी जो शब्द प्रायशः 'विनिँ', 'इनिँ' एवं 'ग्मिनिँ' प्रत्यय के लगने से बनते हैं, वे सभी शब्द सामान्यतः पुल्लिंग होते हैं –

क्रम संख्या	प्रत्यय विधान		शब्द	लिङ्ग
1.	दण्ड + इनिँ	=	दण्डी	पुल्लिंग
2.	वाच् + ग्मिनिँ		वाग्मी	पुल्लिंग
3.	यशस्+ विनिँ		यशस्वी	पुल्लिंग
4.	माया + विनिँ		मायावी	पुल्लिंग

इस प्रकार कृत और तद्धित प्रत्यय धातु और शब्दों से नवीन शब्दों की निर्मिति करते हैं। साथ ही, कहीं–कहीं लिङ्ग–निर्धारण में भी अपनी भूमिका का निर्वाह करते हैं। इसी प्रक्रिया को आगे बढ़ाने हेतु व्याकरण में स्त्रीप्रत्ययों की व्यवस्था देखने को मिलती है। स्त्रीप्रत्यय पुल्लिंग आदि शब्दों से स्त्रीलिङ्ग शब्दों के निर्माण में भूमिका का निर्वाह करते हैं।

व्याकरण के ग्रन्थों में स्त्रीप्रत्ययों का क्रम कृत और तद्धित के पूर्व में निश्चित है। इनका विधान प्रायशः कृदन्त एवं तद्धितान्त शब्दों के साथ किया जाता है। इसका कारण सम्भवतः यही है कि प्रत्यय का प्रयोग सामान्यतः अर्थबोध की प्रक्रिया में सहायक होता है। स्त्री–प्रत्ययान्त शब्दों का अर्थ कृत एवं तद्धित प्रत्ययों के अर्थबोध पर निर्भर करता है। साथ ही, कुछ स्त्रीप्रत्ययों का विधान कुछ निश्चित कृत एवं तद्धित प्रत्ययों से बनने वाले शब्दों के साथ निर्धारित है। वह इसलिए क्योंकि स्त्रीलिंग के निर्धारण एवं अर्थावगम की प्रक्रिया में स्त्रीप्रत्यय पुल्लिंग आदि शब्दों के साथ लगकर ही स्त्रीलिंग शब्दों का निर्धारण करते हैं।

स्त्री प्रत्ययों के अन्तर्गत टाप् (आ), डाप् (आ), चाप् (आ), ङीप् (ई), ङीष् (ई), ङीन् (ई), ऊङ् (ऊ), ति, ष्फ आदि से स्त्रीलिंग शब्दों की निर्मिति होती है। इनसे बनने वाले शब्द हैं –

क्रम संख्या	**पुल्लिंग शब्द**	**स्त्रीप्रत्यय**	**स्त्रीप्रत्ययान्त शब्द**	**अर्थ**
1.	अजः		अजा	बकरी
2.	अश्वः		अश्वा	घोड़ी
3.	बालः	टाप् (आ)	बाला	लड़की
4.	मेधः		मेधा	बुद्धिमती
5.	गंगः		गंगा	नदी विशेष
6.	शूर्पनखः		शूर्पणखा	शूर्प के समान नाखून वाली
7.	भवान्		भवती	आप (सर्वनाम)
8.	कुरुचरः		कुरुचरी	कुरु देश में घूमने वाली स्त्री
9.	देवः		देवी	देवी
10.	तरुणः	ङीप् (ई)	तरुणी	युवति
11.	गर्गः		गार्गी	गर्ग गोत्र की स्त्री
12.	कुमारः		कुमारी	अविवाहित कन्या
13.	यादृशः		यादृशी	जैसी
14.	गर्गः		गार्ग्यायणी	गर्ग की पुत्री
15.	नर्तकः		नर्तकी	नृत्य करने वाली
16.	अनड्वहः		अनड्वाही	गाय
17.	बह्वः		बह्वी	बहुत (स्त्रीलिंग)
18.	रात्रिः	ङीष् (ई)	रात्री	रात
19.	गोपः		गोपी	गायों को रखने वाली
20.	भवः		भवानी	माता पार्वती
21.	रुद्रः		रुद्राणी	माता पार्वती
22.	चन्द्रमुखः		चन्द्रमुखी	चन्द्रमा के समान मुख वाली
23.	अतिकेशः		अतिकेशी	बालों का अतिक्रमण करने वाली
24.	कुरुः		कुरूः	कुरुजाति की स्त्री
25.	पंगुः	ऊङ् (ऊ)	पंगूः	लँगड़ी
26.	श्वसुरः		श्वश्रूः	सास

स्त्री

	श्वसुरः		श्वश्रूः	
27.	नरः	ङीन् (ई)	नारी	स्त्री
28.	ब्राह्मणः		ब्रह्माणी	ब्राह्मण स्त्री
29.	शार्ङ्गरवः		शार्ङ्गरवी	शृंगरु की पुत्री
30.	युवकः	ति	युवतिः	युवा स्त्री

यदि प्रत्ययों की क्रमगत प्रक्रिया के आधार पर स्त्रीप्रत्ययान्त शब्दों का विश्लेषण किया जाए तो संस्कृतकाव्य, स्तोत्र आदि को सरलता एवं सुगमता से समझा जा सकता है। यहाँ तक की जिन कवियों और स्तोत्रकारों को इनके व्युत्पन्न प्रयोग का ज्ञान होता है, वे अद्भुत काव्य एवं स्तोत्रों की सर्जना करते हैं। इस प्रकार के प्रत्ययान्त शब्द–ज्ञान से काव्यसर्जकों को अनेक प्रकार के लालित्यपूर्ण एवं आकर्षक छन्दों में काव्यसर्जना में सहायता मिलती है, जिससे मनोगत सरस संवेदनाओं की रसाप्लावित, हृदयान्वित एवं चित्तोत्कर्षक शैली में अभिव्यक्ति की जा सकती है। सामान्यतः स्त्रीप्रत्ययान्त शब्दों के विछित्तिपूर्ण प्रयोग देवी (शक्ति) के स्तोत्रों में परिलक्षित होते हैं। आचार्य शंकरविरचित अनेक स्तोत्र ऐसे ही हैं, जिनमें शक्ति के लिए चमत्कारपूर्ण शब्दों के प्रयोग प्राप्त होते हैं। शिखरिणी छन्द में आनन्दलहरी का पद्य द्रष्टव्य है –

नवीनार्कभ्राजन्मणिकनकभूषापरिकरै
वृताङ्गी सारङ्गीरुचिरनयनाङ्गीकृतशिवा।
तडित्पीता पीताम्बरललितमञ्जीरसुभगा
ममापर्णा पूर्णा निरवधिसुखैरस्तु **सुमुखी** ।।

(*आनन्दलहरी*, 5)

अर्थात् नवोदित सूर्य के सदृश देदीप्यमान मणि और स्वर्णाभूषणों से जिनके अङ्ग अलङ्कृत हैं। मृगी के नेत्रों के समान जिनके सुन्दर नेत्र हैं, जिन्होंने शिव को पतिरूप में अङ्गीकृत कर लिया है। विद्युत् के सदृश जो पीतप्रभा हैं, जो पीताम्बर से एवं ललितमञ्जीर को धारण करके सुशोभित हो रही हैं, ऐसी वे निरवधि आनन्द से परिपूर्ण भगवती अपर्णा मुझ पर प्रसन्न हों।

उपर्युक्त पद्य में अनेक स्त्रीप्रत्ययान्त शब्द प्रयुक्त हैं, जिनमें **वृताङ्गी**, **सारङ्गी**, **सुमुखी** एवं **रुचिरनयनाङ्गी** आदि शब्द 'ङीप्' एवं 'ङीष्' प्रत्ययान्त हैं। इन दोनों प्रत्ययों का 'ई' शेष रहता है। इस आधार पर –

क्रम संख्या	**पुल्लिंग शब्द**		**स्त्री प्रत्यय**	**स्त्री प्रत्ययन्त शब्द**	**अर्थ**
1.	वृताङ्ग	+	ङीप् (ई)	वृताङ्गी	आभूषणों से अलंकृत अंगों वाली
2.	सारङ्ग		ङीप् (ई)	सारङ्गी	मृगी
3.	सुमुख		ङीष् (ई)	सुमुखी	सुन्दर मुख वाली
4.	रुचिरनयनाङ्ग		ङीष् (ई)	रुचिरनयनाङ्गी	सुन्दर नयनों वाली

वृताङ्गी, सारङ्गी एवं सुमुखी शब्द निष्पन्न होते हैं। इसी प्रकार पद्य में प्रयुक्त शिव शब्द में टाप् प्रत्यय प्रयुक्त है –

शिव + टाप् (आ) = **शिवा (पार्वती)**

इसी प्रकार के अनेक प्रयोग देवीकवच (*मार्कण्डेय पुराण*) में भी दिखते हैं –

प्रथमं **शैलपुत्री** च द्वितीयं **ब्रह्मचारिणी**।
तृतीयं **चन्द्रघण्टेति कूष्माण्डेति** चतुर्थकम् ।।
पञ्चमं **स्कन्दमातेति** षष्ठं **कात्यायनीति** च।
सप्तमं **कालरात्रीति महागौरीति** चाष्टमम् ।।
uoea**सिद्धिदात्री** च नवदुर्गा: प्रकीर्तिता: ।
उक्तान्येतानि नामानि ब्रह्मणैव महात्मना: ।।

उपर्युक्त श्लोकों में देवी के नौ स्वरूपों का वर्णन किया गया है, जिन्हें नवदुर्गा कहा जाता है। नवदुर्गा हेतु प्रयुक्त सभी शब्द स्त्री–प्रत्ययान्त हैं –

क्रम संख्या	पुल्लिंग शब्द	प्रत्यय-विधान	स्त्रीप्रत्ययान्त शब्द	अर्थ
1.	शैलपुत्र	ङीप् (ई)	शैलपुत्री	पर्वतराज (हिमालय) की पुत्री
2.	ब्रह्मचारी	ङीप् (ई)	ब्रह्मचारिणी	ब्रह्मचर्य का आचरण करने वाली
3.	चन्द्रघण्ट	टाप् (आ)	चन्द्रघण्टा	मस्तक पर चन्द्र को घण्टा के रूप में धारण करने वाली
4.	कूष्माण्ड	टाप् (आ)	कूष्माण्डा	ब्रह्माण्ड को उत्पन्न करने वाली
5.	स्कन्दमाता (स्त्रीलिंग)	-	स्कन्दमाता	स्कन्द (कार्तिकेय) की माता
6.	कात्यायन	ङीष् (ई)	कात्यायनी	कात्यायन ऋषि सम्बन्धिनी
7.	कालरात्र	ङीष् (ई)	कालरात्रि	रात्रि के सामान वर्ण वाली
8.	महागौर	ङीष् (ई)	महागौरी	महान् गौर वर्ण वाली
9.	सिद्धिदातृ	ङीप् (ई)	सिद्धिदात्री	सिद्धि प्रदान करने वाली

शब्दों के साथ स्त्री–प्रत्यय का ज्ञान इस दृष्टि से भी आवश्यक है कि वाक्य–निर्माण में प्रयुक्त होने वाले शब्द, कारक एवं विभक्ति के प्रयोग प्रत्ययान्त एवं निष्पन्न शब्दों के आधार पर ही होते हैं। किसी भी प्रकार के सुबन्त पदों में पुल्लिंग, स्त्रीलिंग और नपुंसकलिंग शब्दों की निश्चयात्मक स्थिति में ही उनके प्रथमा, द्वितीया, तृतीया, चतुर्थी, पञ्चमी, षष्ठी एवं सप्तमी आदि विभक्तियों के रूप बनते हैं और उसी आधार पर अर्थ का निर्धारण होता है। कभी–कभी प्रत्ययों के ज्ञान के अभाव में शब्द के लिंग–अनिश्चय की स्थिति बन जाती है अथवा मिथ्याज्ञान का निश्चयात्मक बोध होता है, ऐसी स्थिति में भी प्रत्ययात्मक बोध से ही सही लिंग का ज्ञान होता है। उदाहरणार्थ– साक्षी, समाधि, उपाधि, सन्धि, पूर्वी इत्यादि शब्द प्रथमदृष्ट्या एवं पहली बार सुनने में स्त्रीलिंग के प्रतीत होते हैं, किन्तु उपर्युक्त सभी शब्द पुल्लिंग के अन्तर्गत परिगणित होते हैं। इसका मुख्य कारण प्रत्यय–विधान एवं व्याकरणशास्त्र की परम्परा का विनियोग है। जैसा कि पूर्व में बताया जा चुका है कि सभी 'कि' प्रत्ययान्त शब्द सदैव पुल्लिंग में परिगणित होते हैं। इस आधार पर –

क्रम संख्या	प्रत्यय-विधान	शब्द
1.	सम्+ आङ्+ धा+ कि	समाधिः
2.	उप+ आङ्+धा+कि	उपाधिः
3.	सम् + धा+ कि	सन्धिः

उपर्युक्त शब्दों में 'कि' प्रत्यय का प्रयोग होने से पुल्लिंग की प्राप्ति होती है। वहीं साक्षी, पूर्वी आदि शब्दों में 'इनिँ' प्रत्यय होने से पुल्लिंग की स्थिति निश्चित होती है, क्योंकि 'णिनिँ' और 'इनिँ' दोनों प्रत्ययों से निष्पन्न शब्द सामान्यतः एवं प्रथमतः पुल्लिंग होते हैं। ऐसा इसलिए क्योंकि 'णिनिँ' और 'इनिँ', इन दोनों प्रत्ययों से निष्पन्न शब्दों के अन्त में 'इन्' का प्रयोग होता है और जब वाक्य आदि में उसका प्रयोग सुबन्त पद के रूप में होता है तो वहाँ 'न्' का लोप और पूर्व स्वर का दीर्घ हो जाता है। इस प्रक्रिया को इस प्रकार समझा जा सकता है–

सह + अक्ष + इनिँ

स + अक्ष + इनिँ

स + अक्ष + इन्

स + अक्ष् + इन्

साक्षिन्

साक्षिन् + सुँ (प्रथमा विभक्ति एकवचन में सुबन्त पद बनाने वाला प्रत्यय)

साक्षिन् + सुँ

साक्षीन् + सुँ ('सुँ' प्रत्यय से पूर्व में 'न्' वर्ण के पूर्व स्वर को दीर्घ हो जाता है।)

साक्षीन् + स् ('सुँ' प्रत्यय में 'स्' ही शेष बचता है। चूँकि 'स्' एक वर्ण वाला प्रत्यय है, इसलिए इसे अपृक्त कहते हैं और जो अपृक्त व्यंजन वर्ण के बाद होता है, उसका लोप हो जाता है।)

साक्षीन् (शब्द की सिद्ध अवस्था की प्रक्रिया में आदि पद के अन्त में 'न्' हो तो उसका लोप हो जाता है। ऐसा व्याकरण का नियम है।)

साक्षी

उपर्युक्त प्रक्रिया से ऐसा शब्द (साक्षी) निष्पन्न होता है।

इसी आधार पर जितने भी 'इन्' प्रत्ययान्त शब्द हैं, वे सभी मूलतः पुल्लिंग ही होते हैं। जैसे–

क्रम संख्या	मूल शब्द (पुल्लिंग)	प्रत्यय	अर्थ
1.	मेधावी	विनिँ	धारणा शक्ति वाला
2.	मायावी	विनिँ	माया वाला
3.	पूर्वी	इनिँ	पहले काम करने वाला
4.	कृतपूर्वी	इनिँ	जिसने पहले कार्य किया है
5.	इष्टी	इनिँ	जिसने यज्ञ किया है
6.	वाग्मी	ग्मिनिँ	कुशल वक्ता
7.	यशस्वी	विनिँ	यश वाला
8.	व्रीही	इनिँ	धान वाला
9.	दण्डी	इनिँ	दण्ड वाला
10.	स्रग्वी	विनिँ	माला वाला
11.	देही	इनिँ	देह वाला

इस प्रकार पुल्लिंग आदि के पश्चात् उपर्युक्त शब्दों में स्त्रीलिंग बोधक प्रत्ययों का प्रयोग होता है, जिनसे सामान्यतः शब्द बनते हैं–

क्रम संख्या	पुल्लिंग शब्द	स्त्रीलिंग शब्द	अर्थ
1.	साक्षी	साक्षिणी	देखने वाली
2.	पूर्वी	पूर्विणी	पहले काम करने वाली
3.	मायावी	मायाविनी	माया वाली
4.	मेधावी	मेधाविनी	धारणा शक्ति वाली
5.	यशस्वी	यशस्विनी	यश वाली
6.	व्रीही	व्रीहिणी	धान वाली
7.	दण्डी	दण्डिनी	दण्ड वाली
8.	देही	देहिनी	देह वाली

जैसे कि पूर्व में उल्लिखित देवीकवच आदि स्तोत्र में शक्ति का एक रूप ब्रह्मचारिणी शब्द से निरूपित है। इसका ब्रह्मचारी (णिनिँ) मूलतः पुल्लिंग पद है और इसमें (ङीप्) स्त्रीलिंग का प्रयोग होने से यह **ब्रह्मचारिणी** के रूप में निष्पन्न होता है। इसी प्रकार के प्रयोग निम्नलिखित सरस्वती वन्दना में दृष्टिगोचर होते हैं–

शुक्लां ब्रह्मविचारसारपरमामाद्यां **जगद्व्यापिनीम्**।
वीणापुस्तकधारिणीमभयदां जाड्यान्धकारापहाम्।।
हस्ते स्फाटिकमालिकां विदधतीम् पद्मासने संस्थिताम्।
वन्दे तां परमेश्वरीं भगवतीं बुद्धिप्रदां शारदाम्।।

इस स्तोत्र में **वीणापुस्तकधारिणी** एवं **जगद्व्यापिनी** आदि शब्द 'इन्' प्रत्ययान्त होने से पुल्लिंग में वीणापुस्तकधारी एवं जगद्व्यापी होंगे, जिनका अर्थ वीणा और पुस्तक को धारण करने और जगत् में व्याप्त रहने वाला है। इन्हीं शब्दों के वीणापुस्तकधारिणी एवं जगद्व्यापिनी स्त्रीलिंग रूप हैं।

जैसा कि पूर्व में कहा गया है कि स्त्रीलिंग आदि का निर्धारण वाक्य–निर्मिति आदि में आवश्यक हैं, यह एक महत्त्वपूर्ण बिन्दु है, क्योंकि संस्कृत वाक्य की संरचना पद के विभक्ति–प्रयोग के बिना नहीं हो सकती और पद में विभक्ति का सुष्ठु प्रयोग शब्द के लिंग–विनिश्चय के बाद ही सम्भव है। जैसे–

रामः (पुल्लिंग) की षष्ठी विभक्ति 'रामस्य' होती है, इस आधार पर 'राम की पुस्तक', इस वाक्य का संस्कृत अनुवाद **'रामस्य पुस्तकम्'** होगा। यदि पुस्तक को **आकृति** (स्त्रीलिंग) की कहना हो, तो संस्कृत वाक्य में **'आकृत्याः पुस्तकम्'**, यह अनुवाद होगा। दोनों वाक्यों में प्रयुक्त रामस्य और आकृत्याः पद में षष्ठी (एकवचन) की विभक्ति ही प्रयुक्त है, परन्तु दोनों के प्रयोज्य शब्द–स्वरूप में 'स्य' और 'त्याः' का अन्तर स्पष्ट है। इसका कारण दोनों के भिन्न–भिन्न लिंग (पुल्लिंग और स्त्रीलिंग) का होना है। 'रामः' अकारान्त पुल्लिंग शब्द है, वहीं 'आकृति' इकारान्त स्त्रीलिंग शब्द है।

इसके अतिरिक्त स्त्रीलिंग इत्यादि का बोध व्याकरण में सूत्र–विश्लेषण आदि की दृष्टि से भी अत्यन्त महत्त्वपूर्ण है। पाणिनिकृत *अष्टाध्यायी* में 'नदी संज्ञा' का उल्लेख मिलता है, जिसकी परिभाषा है–

'यू स्त्राख्यौ नदी', अर्थात् दीर्घ ईकारान्त और ऊकारान्त नित्य–स्त्रीलिंग शब्दों की नदी संज्ञा होती है। जैसे – श्रेयसी इत्यादि। अब यदि ईकारान्त और ऊकारान्त स्त्रीलिंग शब्दों का बोध न हो तो 'नदी संज्ञक' शब्दों का ज्ञान सम्भव नहीं। यदि नदी संज्ञक शब्दों का ज्ञान सम्भव नहीं तो नदी संज्ञा से सम्बद्ध व्याकरण में होने वाले विधानों का ज्ञान भी सम्भव नहीं हो सकता, क्योंकि स्वयं पाणिनि के द्वारा 'नदी' का प्रयोग अनेक शब्दों की निष्पत्ति एवं विश्लेषण की प्रक्रिया हेतु सूत्रों में किया गया है। जैसे–

आण्नद्याः

अर्थात् नदी संज्ञक शब्दों के बाद 'आट्' (आ) का आगम होता है, बाद में 'ङित्' प्रत्यय (ङे, ङसि, ङस्, ङि आदि विभक्ति वाले प्रत्यय) हों तो। इसी प्रकार **'ङेराम्नद्याम्नीभ्यः'**, अर्थात् नदी संज्ञक, 'आप्' (आ) अन्तवाले और 'नी' शब्द के बाद 'ङि' को 'आम्' हो जाता है।

स्त्रीप्रत्ययान्त एवं स्त्रीलिंग शब्दों की भूमिका काव्य–सर्जना में वैचित्र्योत्पत्ति के रूप में भी परिलक्षित होती है। संस्कृत साहित्य में अनेक प्रसिद्ध काव्यसर्जक ऐसे हुए हैं, जिनके द्वारा स्त्रीलिंग शब्दों का प्रयोग काव्य–शोभाधायक के रूप में किया गया है। जैसे –

मैथिली तस्य **दाराः**

अर्थात् मैथिली उसकी पत्नी है। प्रस्तुत वाक्य में स्त्रीवाचक दो शब्दों का प्रयोग किया गया है – 1. मैथिली 2. दाराः। इन दोनों में से मैथिली सीता के लिए प्रयुक्त है, जो मैथिल शब्द में ङीप् नामक स्त्रीप्रत्यय के संयोग से मैथिली रूप में निष्पन्न होकर प्रथमा विभक्ति, एकवचन है। इसके अतिरिक्त दाराः शब्द पत्नी के लिए प्रयुक्त है, जो नित्य बहुवचनान्त पुल्लिंग शब्द है। प्रस्तुत वाक्य में दारा के साथ मैथिली का समानाधिकरण भाव के साथ प्रयोग वक्रता के रूप में किया गया है, जिससे चमत्कार की उत्पत्ति होती है।

स्त्रीलिंग शब्दों का वैचित्र्योत्पत्ति सुकुमारता की अधिकता के प्रकाशन हेतु भी प्रयोग कवियों द्वारा किया जाता है। वस्तुतः कुछ शब्द ऐसे होते हैं, जिनके रूप तीन लिंगों (पुल्लिंग, स्त्रीलिंग एवं नपुंसकलिंग) में प्राप्त होते हैं, परन्तु अनेक लिंग सम्भव होने पर भी सौकुमार्यातिशय के लिए काव्यसर्जक 'स्त्री यह नाम सुन्दर है' (नामैव स्त्रीति पेशलम् – *वक्रोक्तिजीवितम्*, 2.22), ऐसा मानकर स्त्रीलिंग का ही प्रयोग करते हैं। जैसे –

एतां पश्य **पुरस्तटीम्**

अर्थात् सामने इस तटी (किनारे) को देखो। सामान्यतः 'तट' शब्द सभी लिंगों में प्रयुक्त हो सकता है, परन्तु सुकुमार भाव को प्रकाशित करने के लिए तट का तटी (स्त्रीलिंग) रूप में प्रयोग किया गया है, जिससे लालित्य ध्वनित होता है।

इसी प्रकार के कुछ–कुछ प्रयोग हिन्दी एवं बोलचाल की भाषाओं में भी देखने को मिलते हैं, जैसे– गाय। प्रायशः सीधापन एवं सरलता के लिए पुल्लिंगवाची मोहन आदि शब्दों की गाय (स्त्रीलिंग) से समानता बताई जाती है, जबकि विशेषण–विशेष्य और उपमान–उपमेय सम्बन्ध को बताने के लिए सामान्यतः दोनों पदों (विशेषण और विशेष्य आदि) में एक समान लिंग, वचन एवं विभक्ति का प्रयोग होता है, परन्तु लोक–व्यवहार में 'मोहन' पुल्लिंग शब्द है एवं 'गाय' शब्द स्त्रीलिंग के रूप में ही प्रयुक्त होता है। जैसे–

मोहन स्वभाव से एकदम **गाय** है।

प्रस्तुत वाक्य में मोहन की सरलता एवं सहजता को गाय की उपमा के द्वारा बताया गया है।

इसी प्रकार सौन्दर्य आदि गुणों की स्थिति स्त्रियों के लिए रूढ़ होने के कारण पक्षी आदि प्रजातियों के पुल्लिंगों में भी स्त्रीलिंग का आरोपण कर दिया जाता है। तात्पर्य यह है कि पक्षियों में सौन्दर्य आदि गुण सामान्यतः पुल्लिंगों में होते हैं, किन्तु कहीं–कहीं व्यवहार में मनुष्याभ्यास के कारण उन पुल्लिंग शब्दों के साथ स्त्रीलिंग क्रियावाची शब्दों का प्रयोग कर लिया जाता है। जैसे – कोयल कूँक रही है। 'कोयल' पुल्लिंगवाची शब्द है, परन्तु उपर्युक्त वाक्य में स्त्रीलिङ्गवाची क्रियापद का प्रयोग किया गया है।

इस प्रकार काव्य–सृष्टि अथवा साहित्य–सृष्टि में जो भूमिका अर्थ के साथ वाक्/वाच् की है, जगत् के सर्जन में शिव के साथ शक्ति की है, नृत्य के क्षेत्र में ताण्डव के साथ लास्य की है, वही भूमिका भाषा के व्यवहार में पुल्लिंग शब्दों के साथ स्त्रीलिंग शब्दों की है। भाषा के सुकुमार एवं लालित्यपूर्ण व्यवहार में इनका अध्ययन एवं प्रयोग अपरिहार्य है। अतः आवश्यक है कि इनके (स्त्रीलिंग शब्द) समुचित अध्ययन और प्रयोग के लिए स्त्रीप्रत्यय एवं स्त्रीप्रत्ययान्त शब्दों का अध्ययन एवं विश्लेषण किया जाए।

अनुवाद

1. अश्वाः क्षेत्रे तृणं खादन्ति धावन्ति च।

   (घोड़ियाँ मैदान में घास खाती और दौड़ती हैं।)

2. मूषिका रात्रिकाले अन्नं चोरयति।

   (चुहिया रात्रिकाल में अन्न चुराती है।)

3. योगिनी ग्रामतः पर्वतं प्रति गच्छति तत्रैव ध्यानं करोति च।

   (योगिनी ग्राम से पर्वत की ओर जाती है और वहाँ ध्यान करती है।)

4. शोधकर्त्री नाट्यशास्त्रस्य टीकाग्रन्थं पठति।

   (शोधकर्त्री नाट्यशास्त्र के टीकाग्रन्थ को पढ़ती है।)

5. महर्षिपाणिनि अष्टाध्यायी इति व्याकरणशास्त्रीयग्रन्थस्य प्रणेता अस्ति, यः लोकेभ्यः माहेश्वरसूत्राणि अपि प्रदत्तवान्।

   (महर्षि पाणिनि अष्टाध्यायी नामक व्याकरणशास्त्रीय ग्रन्थ के प्रणेता हैं, जिन्होंने संसार को माहेश्वर–सूत्र भी दिया।)

6. प्रज्ञा मातामह्या सह आपणतः वाटिकां गच्छति।

   (प्रज्ञा नानी के साथ बाजार से वाटिका जाती है।)

7. वर्तमानकाले युवतयः शिक्षाविज्ञानकलाक्षेत्रेषु अग्रणी सन्ति।

   (वर्तमान काल में युवतियाँ शिक्षा, विज्ञान और कला के क्षेत्रों में अग्रणी हैं।)

8. तापसी शकुन्तलया सह उपवनं गत्वा पुष्पाणि फलानि च चिनोति।

(तापसी शुकन्तला के साथ उपवन जाकर पुष्प और फल चुनती है।)

9. बृहदारण्यकोपनिषदि याज्ञवल्क्य–गार्गी– संवादस्य प्रसंगे आत्मा–विषयकचर्चाया: निरूपणमस्ति।

(बृहदारण्यक उपनिषद् में याज्ञवल्क्य–गार्गी संवाद के प्रसंग में आत्माविषयक चर्चा का निरूपण है।)

10. श्रीकृष्णः उद्याने वेणुवादनं करोति यत्र गोप्यः गावः खगाश्च मधुरध्वनिं श्रुत्वा आनन्दितं भवन्ति।

(श्रीकृष्ण उद्यान में वेणु (बाँसुरी) वादन करते हैं, जहाँ गोपियाँ, गायें और पक्षी मधुर ध्वनि को सुनकर आनन्दित होते हैं।)

11. वैदिकवाङ्मये उषादेवता पुराणी युवती इति रूपेण प्रख्याता अस्ति।

(वैदिक वाङ्मय में उषा देवता पुरानी युवती के रूप में प्रख्यात है।)

12. बृहदीश्वरमन्दिरे नर्तकी भरतनाट्यम्–इति नृत्यं प्रस्तौति।

(बृहदीश्वर मन्दिर में नर्तकी भरतनाट्यम् नृत्य प्रस्तुत करती है।)

13. सर्वाः प्रजाः राजाविक्रमादित्यस्य प्रशस्तिवाचनं कुर्वन्ति।

(सभी प्रजाएँ राजा विक्रमादित्य की प्रशस्ति–वाचन करती हैं।)

14. भारतस्य संस्कृतिः द्विधारूपा, वैदिकी तान्त्रिकी च।

(भारत की संस्कृति दो प्रकार के रूपवाली है– वैदिकी और तान्त्रिकी।)

15. गुर्वाणी गुरुकुले कन्याः पाठयति।

(गुरुमाता गुरुकुल में कन्याओं को पढ़ाती हैं।)

16. राधायाः श्वश्रूः महाविद्यालये आचार्या अस्ति।

(राधा की सास महाविद्यालय में आचार्या हैं।)

17. शूर्पणखा रावणस्य भगिनी आसीत्।

(शूर्पणखा रावण की बहिन है।)

18. भारतीयसाहित्ये महादेवी वर्मा यशस्विनी लेखिका अस्ति।

(भारतीय साहित्य में महादेवी वर्मा यशस्विनी लेखिका हैं।)

19. शिवा! अस्मान् अधर्मात् रक्ष।

(शिवा, अधर्म से हमारी रक्षा करें।)

20. रमा एका मेधाविनी छात्रा अस्ति, अतः सा कक्षायां सर्वेषु छात्रेषु पटुतमा अस्ति।

(रमा एक मेधाविनी छात्रा है, अतः वह कक्षा में सभी छात्रों में पटुतमा है।)

List of Review Coordinators

(Excellently Coordinated with Reviewers for Critical Review)

- **Prof. Sanjay Jain**
  Principal, Government College
  NAND (Pushkar) - Rajasthan
  drjainsanjay@gmail.com

- **Dr. Adarsh Mangal**
  Department of Mathematics
  Engineering College,
  Ajmer (Rajasthan)
  dradarshmangal@vigyanprakash.in

- **Prof. Manoranjan Kumar Singh**
  Department of Mathematics
  Magadh University,
  Bodhgaya (Bihar)
  drmksingh_gaya@yahoo.com

भाषा सुधार (Language Comprehension)

- **Dr. Adarsh Mangal**
  Department of Mathematics,
  Engineering College Ajmer (Rajasthan)
  dradarshmangal@vigyanprakash.in

• • • List of Reviewers • • •

- **Prof. Avnish Kumar**
  Department of Math Sc & Comp App
  Bundelkhand University,
  Jhansi (Uttar Pradesh)
  dravanishkumar@gmail.com

- **Dr Kirti Verma**
  Department of Engineering Mathematics
  Gyan Ganga Institute of Technology & Sciences
  Jabalpur (Madhya Pradesh)
  kirtivrm3@gmail.com

- **Dr Nitin Arya**
  Department of Mathematics
  Government Engineering College
  Jhalawar (Rajasthan)
  nitin.arya1234@gmail.com

- **Dr Madhu Tiwari**
  Department of Chemistry
  N.S.P.S. Govt. P.G. College Magaraha
  Mirzapur (Uttar Pradesh)
  madhudrchem@gmail.com

- **Dr Rahul Kumar**
  Department of Chemistry
  Srimati Indira Gandhi PG College Lalganj
  Mirzapur (Uttar Pradesh)
  rahulkumarchem@gmail.com

विज्ञान प्रकाश वर्ष : 23, अंक 2, अप्रैल–जून 2025 ISSN : 1549-523-X

भारतीय दृष्टि से प्रकाश शब्द का समन्वय

प्रकाश शब्द में मुख्यतः दो पद हैं, 'प्र' एवं 'काश'। इसका प्रायः दो अर्थों में प्रयोग होता है - १. प्रकाशित होने वाला, एवं २. प्रकाशित करने वाला। इसके अतिरिक्त प्रकाश शब्द आभा, कान्ति, दीप्ति, एवं उज्ज्वलता आदि अर्थों में भी प्रयुक्त होता है। प्रकाश, जिसके द्वारा सब कुछ प्रकाशित होता है, इस सन्दर्भ में श्रुति कहती है -

न तत्र सूर्यो भाति न चन्द्रतारकं नेमा विद्युतो भान्ति कुतोऽयमग्निः।

तमेव भान्तमनुभाति सर्वं तस्य भासा सर्वमिदं विभाति ॥

अर्थात् उसी के प्रकाशमान होने के कारण सब कुछ प्रकाशित होता है, उसी के प्रकाश से सब कुछ प्रकाशमान है। प्रकाश का यह स्वरूप उसकी परम सत्तात्मकता का उपस्थापन करता है, किन्तु यथार्थ यह है कि सभी चर-अचर पदार्थों के प्रकाश का कारण नित्य प्रकाशमान परम सत्ता है। इसके लिए श्रुति में वर्णित ब्रह्म के स्वरूप को देखा जा सकता है -

यद्वाचानभ्युदितं येन वागभ्युद्यते।

यन्मनसा न मनुते येनाहुर्मनो मतम्।

यच्चक्षुषा न पश्यति येन चक्षूंषि पश्यति।

यच्छ्रोत्रेण न शृणोति येन श्रोत्रमिदं श्रुतम्।

यत्प्राणेन न प्राणिति येन प्राणः प्रणीयते।

अर्थात् जो वाणी से अनभिव्यक्त है, किन्तु वाणी उसी से सञ्चालित है। जो मन से नहीं समझा जा सकता, किन्तु मन उसी से सञ्चालित है। जो नेत्रों के द्वारा नहीं देखा जा सकता, परन्तु नेत्र उसी से सञ्चालित होकर सुनते हैं। उपर्युक्त ब्रह्म का स्वरूप इस बात की ओर संकेत करता है कि प्रकाश का असीम, अनन्त एवं अनाहत स्रोत परम सत्ता ही है। उसी से समस्त चराचर जगत् प्रकाशमान, स्पन्दायमान और चेतनावान है। वही परम प्रकाश है। उस परम प्रकाश को भारतीय चिन्तन में शिव और शक्ति के सामरस्य के रूप में देखा गया है। शिव और शक्ति का यह सामरस्य प्रकाश और विमर्श के रूप में भी परिभाषित है।

प्रकाश शिव स्वरूप आत्माभिव्यक्ति है। वह चैतन्य है, जिसके द्वारा सब कुछ प्रकाशित होता है। विमर्श चेतना का बोध है, ज्ञान है। उसे आत्मसंवित्ति (आत्मज्ञान) भी कहा जाता है। वस्तुतः विमर्श से ही प्रकाशस्वरूप शिव जगत् की सृष्टि, स्थिति और संहार जैसे कार्यों का सम्पादन करते हैं। इसी विमर्श के माध्यम से चित्/चैतन्य स्वयं को चिद्रूपिणी शक्ति के रूप में अनुभव करता है। चिन्मात्र प्रकाशस्वरूप शिव चित्शक्तिसंयुक्त विमर्श स्वरूप भी हैं। इस प्रकार परम सत्ता के रूप में प्रकाश विमर्शसंयुक्त है, क्योंकि यदि विमर्शरहित प्रकाश होगा तो वह जड़ ही होगा। उस प्रकाश में आत्मबोध का सामर्थ्य नहीं होगा। जैसे - हीरे का प्रकाश अन्य वस्तुओं को प्रकाशित करता है, परन्तु वह स्वयं ईक्षण नहीं कर सकता और न ही उसे स्वयं के प्रकाश का ही बोध होता है, इसीलिए जब प्रकाश आत्मबोध संयुक्त होकर स्वयं का अहंरूपेण अनुचिन्तन अर्थात् विमर्श करता है, तभी आनन्द, उल्लास, स्पन्द आदि भावों से युक्त विश्वमयी क्रीडा करता है, जिसमें शिव अपनी स्वयं की भित्ति पर ही चित्रकार की भाँति विश्वरूपी चित्र का उन्मीलन करते हैं, अर्थात् प्रकाश की भित्ति पर ही प्रकशित विश्व का उन्मीलन करते हैं। इस आधार पर कहा जा सकता है कि विमर्श अथवा चितिशक्ति के कारण मूल प्रकाश (शिव) में आत्मबोध होता है। साथ ही, चराचर जगत् में भी, सीमित ही सही, किन्तु चेतना रूप प्रकाश एवं बोध रूप विमर्श की सत्ता ही प्रतिबिम्बित होती है।

प्रकाश का स्वरूप आधुनिक विज्ञान के परिप्रेक्ष्य में 'अन्धकार को दूर करने वाले' अर्थ में सामान्यतः प्रयुक्त होता है, जिसके अन्तर्गत विद्युत, ऊर्जा, तरङ्ग, चमक, जगमगाहट आदि भिन्न-भिन्न प्रकार्यात्मक शब्दप्रयोग उसके जड़ता-प्रधान स्वरूप को प्रकाशित करते हैं। एक ऐसा प्रकाश जो वस्तुमात्र प्रतीत होता है, परन्तु भारतीय परम्परा में प्रकाश अहंप्रत्यवमर्शात्मक (अपने स्वरूप का ज्ञान) चैतन्य स्वरूप, सर्वव्यापक, सम्पूर्ण सत्य से अन्वित परम सत्ता के रूप में परिभाषित है, जो आध्यात्मिक, अधिभौतिक एवं आधिदैविक जैसी प्रत्येक सृष्टि में चैतन्यस्वरूप है। जिस प्रकार विज्ञान भारतीय दृष्टि में विविध प्रकार का ज्ञान है, नानाभावापन्न मृत्युभावात्मक है, उसी प्रकार प्रकाश अमृत भावात्मक एकानुबन्धी ज्ञान है, पूर्ण चैतन्य है एवं विज्ञान के सापेक्ष समस्त प्रकार की व्यष्टियों अथवा संकोचों से मुक्त कर देने वाली संविद्विश्रान्ति (परम चेतना में विश्रान्ति) से युक्त है। यही भारतीय विचार में विज्ञान शब्द एवं तत्सम्बन्धी प्रकाश का समन्वय माना जा सकता है।