आज़ादी का अमृत महोत्सव

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

वर्ष : 20, अंक 3, जुलाई-सितम्बर 2022
Vol. 20, No. 3, July-September 2022

G20 भारत 2023 INDIA
वसुधैव कुटुम्बकम्
ONE EARTH • ONE FAMILY • ONE FUTURE

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

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

विज्ञान प्रकाश - विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्षः 20, अंक 3, जुलाई-सितम्बर, 2022

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 3, July-September 2022

संस्थापक मुख्य सम्पादक / Founder Chief Editor

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

मुख्य सम्पादक / Chief Editor

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

सलाहकार मण्डल / 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
- **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

सम्पादक मण्डल / Editorial Board

- **प्रो. ओउम् प्रकाश शर्मा / Prof. Oum Prakash Sharma**
  Director, NCIDE, IGNOU, New Delhi-110068
  & Gen. Secy., Lok Vigyan Parishad
  opsharma@ignou.ac.in
- **प्रो. अनुपम शुक्ल / Prof. Anupam Shukla**
  Director, SVNIT, Surat, Gujarat-395007
  director@svnit.ac.in, dranupamshukla@gmail.com
- **प्रो. (डॉ.) अजय चौधरी / Prof. (Dr.) Ajay Choudhary**
  Professor & Head, Dept. of Neurosurgery,
  ABV-Institute of Medical Sciences & RML Hospital,
  New Delhi
  ajay7.choudhary@gmail.com
- **प्रो. प्रतापानन्द झा / Prof. Pratapanand Jha**
  Director, Cultural Informatics Lab (CIL)
  & Dean (Academics), IGNCA, New Delhi
  pjha@ignca.nic.in
- **प्रो. कृष्ण कुमार मिश्र / Prof. Krishna Kumar Mishra**
  Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR,
  Mumbai - 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in
- **श्री रामशरण दास / Sh. Ram Sharan Das**
  49, Sector-4, Vaishali, Ghaziabad 201010, U.P.
  rsgupta_248@yahoo.co.in

प्रकाशन सहयोग / Publication Support

- **प्रो. ओउम् प्रकाश शर्मा / Prof. Oum Prakash Sharma**
  General Seceratary, Lok Vigyan Parishad
  www.LokVigyanParishad.in / www.VigyanPrakash.in
  oumsharma@gmail.com

ऑनलाइन प्रदर्श (वैबसाइट) / Online Presence (Website)

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

मुद्रण सहयोग /Printing Support

- Rohit Kaushik, kaushik.rohit@gmail.com

विश्व हिन्दी न्यास से संस्थापित एवं लोक विज्ञान परिषद, दिल्ली द्वारा प्रकाशित

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।

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

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष: 20, अंक 3, जुलाई –सितम्बर 2022

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 3, July-September 2022

(www.VigyanPrakash.in)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** — Inner Cvr
- सम्पादकीय : मानव-मशीन साहचर्य संतुलन से समावेशी समग्र विकास की ओर / **Balancing Man-Machine Cooperation Towards Inclusive Holistic Development** – *ओम विकास* — 2

शोधपत्र आमंत्रण / Call for Papers

- अभियांत्रिकी और विज्ञान में नव प्रवृत्तियों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (RTES – 2023) **International Conference on Recent Trends in Engineering and Sciences (RTES – 2023)** — 6

शोध आलेख / Research Articles

- रेक्टीफायर और एम्पलीफायर आउटपुट का वेवलेट विश्लेषण / **Wavelet Analysis of Rectifier Aand Amplifier Outputs** – एस. शंकर रामन — 7
- पारंपरिक और मशीन लर्निंग आधारित टीसीएससी का उपयोग करके बिजली की चुनौतियों का सामना करना / **Meeting Power Challenges using Traditional and Machine Learning based TCSC** – निहारिका अग्रवाल, डॉ. फहीम अहमद खान एवं डॉ. ममता गौड़ा — 11
- ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के मानकीकरण के लिए यूवी स्पेक्ट्रोस्कोपिक विधि का मान्यकरण/ **Validation of UV Spectroscopic Method for the Standardization of Jwarhara Kwatha Churna** – राहुल कुमार मौर्य, तिरुपतैय्या बी[1] लक्ष्मीनारायण मिश्रो,तुलसी आर, रोहित केएस, गौरव पाण्डेय, सरिता कुशवाहा — 28
- एस.आई.आर. मॉडल का उपयोग करके COVID-2019 वैश्विक महामारी के आंकड़ों का विश्लेषण: भारत का एक केस अध्ययन / **Data Analysis of the COVID-2019 Pandemic Using the SIR Model: A Case Study of India**– डॉ. रामजीत सिंह यादव — 40
- विस्तारित के के एल एकधा विधि द्वारा रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का हल / **Solution of Linear Integer Fractional Programming Problem by Extended KKL Simplex Method** – संजय जैन, आदर्श मंगल एवं विजय राज सिंह शेखावत — 54

भारतीय ज्ञान परम्परा / Indian Knowledge Tradition

- विज्ञानपरक भारतीय संस्कृति / **Scientific Ingredients of Indian Culture** – प्रतापानन्द झा — 62
- संस्कृत कैसे सीखें ? / **How to Learn Sanskrit?** – विशाल गौतम, योगेश शर्मा — 69

ज्ञानांतरण श्रृंखला / Series on Knowledge Transfer

- लोकविज्ञान से जुड़े अनुवाद : कुछ व्यक्तिगत अनुभव / **Translation of Popular Science Content: Some Experiences** – डॉ. मनीष मोहन गोरे — 68

प्रतिक्रियाएं / **Feedback** — 75

पिछले चार संस्करणों का विषय क्रम/ **Content list of four earlier editions** — 79-80

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

भर्तृहरि रचित नीतिशतक से — Back Cvr

मानव-मशीन साहचर्य संतुलन से समावेशी समग्र विकास की ओर

Balancing Man-Machine Cooperation Towards Inclusive Holistic Development

मानव पाँच ज्ञानेन्द्रियों, पाँच कर्मेन्द्रियों से युक्त बुद्धिजीवी प्राणी है। ज्ञान-कर्म इन्द्रियों की सीमाओं से परे कर सकने के लिए बुद्धि प्रयोग से यंत्र बनाता, सुधारता, प्रसारता रहता है। यंत्र मशीन कहलाए। पहले मानव-संचालित मशीनें बनीं फिर स्वचालित मशीनें बनने लगीं। स्वचालन के लिए बुद्धि की युक्तियों और नियमों को कलन विधि (प्रोग्रमिंग) में निबंधित कर यांत्रिक बुद्धि, मशीन बुद्धि, कृत्रिम बुद्धि (AI : आर्टिफिशियल इंटेलीजेंस) आदि नामों से व्याख्यायित किया। बुद्धिजीवी मानव और कृत्रिम बुद्धियुक्त मशीन में प्रतिस्पर्धा की गति तेज हुई।

मानव में विकारों का कारण मन की चंचलता है, जिससे आलस्य, मद, मोह, क्रोध आदि उदीप्त होते हैं, जो दारिद्रय, हिंसा, भ्रष्टाचार, व्यभिचार को बढ़ाते हैं। रेंडम विचार निकलने (Random thought generation) से निष्कर्षण एवं निर्णयन बाधित होने की संभावना रहती है। मशीन में स्वतः रेंडम डाटा न बनने से कम्प्यूटिंग बाधित होने की परिस्थिति नहीं आती, और न ही मानव की भांति थकती है। आर्टिफिशियल इंटेलीजेंस (AI) का लक्ष्य ट्यूरिंग टेस्ट है जिसके अनुसार यदि दीवार के इधर मानव और उधर मशीन है, तो उनमें भेद करना सम्भव नहीं हो। मानव और मशीन का बौद्धिक तादात्म्य हो। मानव की चेतन सत्ता बुद्धि की सीमाओं को लांघने और नव चिन्तन करने में समर्थ है। लेकिन मशीनी बुद्धि (AI : अर्टिफिशल इंटेलीजेंस) की सीमाएं है। क्षेत्र विषयक सूचना (डेटा) के संग्रह तक ही सीमित हैं। मशीन की गति और गणना (Processing) शक्ति को उत्तरोतर बढ़ाने की दिशा में नए नए आविष्कार हुए। कंप्यूटर का विकास महत्त्वपूर्ण है। कंप्यूटर के हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर बेहतर बनते गए। आकार में लघुतर, प्रोसेसिंग में बृहत्तर होते गए। गति बढ़ी और डाटा संग्रह की क्षमता भी बढ़ी। कम्यूनिकेशन के क्षेत्र में भी स्पीड और बैंडविड्थ बढ़ी। कम्प्यूटर और कम्यूनिकेशन के संयोग से गति (speed) में तेजी से विकास हुए, अधिक से अधिक लोगों तक पहुँच बढ़ती गई। स्थानिक कम्प्यूटिंग से सामुदायिक, प्रादेशिक, और तदनंतर वैश्विक कम्प्यूटिंग सम्भव हुआ। मोबाइल फोन में लघुतर कंप्यूटर के प्रयोग-प्रसार से डेटा बढ़ता गया। पहले मशीन को सिखाया जाता था, लेकिन अब मशीन में स्वयं सीखना और विविध प्रकार के बहुल डेटा से नियम बना लेना आसान हुआ। *मानव-निर्मित नियमों के स्थान पर डेटा-निसृत नियमों से कम्प्यूटिंग उत्तरोत्तर लगभग सटीक और तात्कालिक होने से निर्वचन एवं निष्कर्षण प्रकिया तेज होने लगी।*

मशीनी बुद्धि प्रोग्राम विविध रूपों में प्रचलन में हैं, जैसे, इंटेलीजेंट एजेंट (Intelligent Agent) प्रोग्राम जो स्वयं समकालिक इनपुट डेटा इकट्ठा कर सकता है, और उद्देश्य के अनुसार परिस्थिति, इनपुट और संग्रहीत सूचना के आधार पर निर्णय ले सकता है, कार्य संपादन कर सकता है। रोबॉट्स दिव्याँग-सहायक के रूप में कारगर हैं। मानव भाषा प्रोसेसिंग में दृश्य, शब्द, स्पर्श, रस, गंध की पहचान करते हैं। बोल से पाठ एवं पाठ से बोल (S2T - T2S), ज्ञानान्तरण, संक्षिप्तीकरण आदि कर सकते हैं। डेटा माइनिंग से निर्णयात्मक सूचना निकाल सकते हैं। कई अन्य क्षेत्रों में मशीनी बुद्धि उपयोगी है।

मानव-निर्मित नियमों से क्षेत्र विषयक एक्सपर्ट सिस्टम (विशेषज्ञ प्रणाली) बने। कृषि, स्वास्थ्य, शिक्षा, व्यापार, बैकिंग आदि में उपयोगी हैं। मोटे तौर पर निर्वचन (interpretation), पूर्वानुमान, निदान (diagnosis), डिजायन, प्लानिंग, मोनीटरिंग, दोषमार्जन (debugging), रिपेयर, कंट्रोल के लिए एक्सपर्ट सिस्टम आदि विकसित हुए। एक्सपर्ट सिस्टम विशेषज्ञ ज्ञान के आधार पर निर्णय कर जटिल समस्याओं को हल कर सकते हैं। इनमें निर्णयन नियम, अनुभवों का संग्रह, मानव-मशीन इंटरफेस और प्रश्नोत्तर प्रोग्राम होता है। ये आगे के बारे में पूर्वानुमान और कार्य परिणाम के कारणों की जांच कर सकते। कुछ उदाहरण हैं, जैसे CaDet (Cancer Decision Support Tool), DENDRAL (to identify unknown organic molecules), Mycin (to identify bacteria and recommend antibiotics) इत्यादि।

Chatbot = Chat (बातचीत) + (Ro)bot (रोबोट) अर्थात् मानव की भांति प्रश्नोत्तर बातचीत करने वाला। चैटबॉट मशीनी सॉफ्टवेयर प्रोग्राम दो प्रकार के हैं : 1, मानव प्रदत्त पूर्व लोडित प्रश्नोत्तर प्रोग्राम, 2. चैट AI चैटबॉट मशीनी बुद्धि युक्त प्रोग्राम जैसे अमेजोन का Alexa, गूगल का Assistant; एप्पल का Siri आदि। चैटबॉट से ग्राहक सेवा, हाजिरजवाबी, अहर्निश सेवा (24x7), खर्च में बचत आसान है। लेकिन इनमें रचनात्मकता और संवेदनशीलता का अभाव रहता है। OpenAI ने मशीनी बुद्धि युक्त ChatAI Bot ChatGPT (जेनेरिक प्रीट्रेंड ट्रांसफार्मर) का प्रोटोटाइप नवम्बर 2022 में लॉन्च किया। यह बोलकर भी संवाद करता है, प्रश्नों के प्राय: सही उत्तर देता है, प्रोग्राम कोड भी लिख सकता है। आजकल बहुत चर्चा में है। कुछ हफ्तों में माइक्रोसॉफ्ट ने Bing ChatBot : Copilot, गूगल ने Bard ChatBot : Digital Assistant भी निकाले। भारत में भी भारतीय भाषाओं में सक्षम AI ChatBot: Bbot लॉन्च होने वाला है। इनसे वेब पर तत्काल सटीक खोजना आसान होगा। कार्य स्थल पर इनके प्रयोग से कार्यकुशलता और उत्पादकता बढ़ेगी। डिजिटल असिस्टेंट प्रयोक्ता के ईमेल और व्हाट्सप्प संदेश, मीटिंग तिथि-समय-स्थान, क्या पढ़ना पसंद है क्या नहीं, यह सब देख सकता है, पुरानी फाइलें अपडेट कर सकता है। कई प्रश्न उठने लगे हैं, जॉब कम होने से बेरोजगारी बढ़ने की संभावना इत्यादि। मानव नियंत्रण विहीन स्वच्छंद AI के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं - ड्राइवर विहीन कार की प्रोग्रामिंग में छोटी सी त्रुटि रह जाने पर बेलगाम होकर कार विध्वंसकारी बन सकती है, रोबोट खेल में खिलाड़ी को चोट पहुंचा सकता है, इत्यादि संभावनाएं भी हैं। अनियंत्रित कृत्रिम बुद्धि खेल प्रणालियों से बच्चों में आभासी खेलों की लत पड़ सकती है, जिससे वे मैदानी खेल कूद और पढ़ाई में कटौती करते हें। वयस्कों में हिंसा, अश्लीलता और अकर्मण्यता बढ़ सकती है। स्वच्छंद सोशल मीडिया से समाज में विघटन, असहिष्णुता, वैमनस्य और दंगे बढ़ सकते हैं। राष्ट्रीय विकास की गति और दिशा बाधित होते हैं। डाटा चोरी, सोच-समझ पर प्रतिकूल प्रभाव, और बेरोजगारी बढ़ने की संभावना के मद्देनजर इटली ने मार्च 2023 में ChatGPT को प्रतिबंधित किया है। ईरान, चीन, रूस और उत्तर कोरिया में पहले से ही प्रतिबंधित है।

आदर्श से यथार्थ की ओर संक्रमण. इस संक्रमण काल में मानव-मशीन साहचर्य में मशीन की प्रधानता का उदय होने लगा है। मानव विस्थापन और नवाचार संकुचन की संभावनाएं बढ़ रहीं हैं। विज्ञान के आविष्कार प्रयोग के अनुसार वरदान अथवा अभिशाप बनते हैं। AI से लाभ अनेक, लेकिन अप्रत्याशित जोखिम भी हैं। उन्नत आर्टिफिशल इंटेलिजेंस से मानव का भौतिक अभ्युदय तो होगा, लेकिन भावी मानव संतति का बौद्धिक विकास - सोच, उद्यमिता, नवाचार, उत्साह, मानवीय संवेदना - कुंद मंद होने की प्रबल सम्भावना है।

AI के बढ़ते महत्त्व और बृहद् प्रयोग क्षेत्रों के कारण विश्वसनीय एवं दायित्वपूर्ण AI पर आर्थिक सहयोग और विकास संगठन (OECD) ने AI के सिस्टम, संचालन चक्र, ज्ञान, प्रदाता, लाभार्थी को परिभाषित किया, और 5 अपेक्षित सिद्धांत दिए - समावेशी एवं सातत्यपूर्ण विकास, मानव मूल्य प्रधानता, समाधानात्मक पारिदर्शिता, दुर्भेद्य सुरक्षा, और उत्तरदायी निर्माता। इसके साथ ही राष्ट्रीय नीति अनुपालन एवं अंतरराष्ट्रीय सहयोग की दिशा में भी 5 अपेक्षित नीति निर्देश थे - AI शोध-विकास में निवेश, डिजिटल परिवेश संवर्धन, AI नीति, जॉब अनुकूल जन शक्ति विकास, AI विश्वसनीयता के लिए अंतरराष्ट्रीय सहयोग।

इंडस्ट्री 4.0 में इंटरनेट संचार माध्यम से मशीन-मशीन सम्बद्ध रहे, बृहद् (थोक) उत्पादन (mass production) पर बल दिया गया । अब इंडस्ट्री 5.0 में मानव-मशीन की सहभागिता का संवर्धन लक्ष्य है, जिससे मानव के अनुभवों का प्रयोग करते हुए उपभोक्तापरक विनिर्माण (customisation) संभव होगा। इंडस्ट्री 5.0 के संदर्भ में नवाचारमय आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) प्रणालियों के विकास की बहुत संभावनाएं हैं।

कृत्रिम बद्धि प्रणालियों से अपेक्षा है कि प्रयोगकर्ता में प्रकृति के संरक्षण के प्रति अभिरुचि बढ़े, लोक संस्कृति के वैविध्य का संवर्धन हो। व्यापार में अनैतिक मार्केटिंग, मिलावट, मुनाफाखोरी के दुष्परिणामों के बारे में आगाह करते हुए शुचिता बढ़ाएं। डाक, यातायात, स्वास्थ्य, प्रशासन आदि जनसेवाओं में पारस्परिक

सहयोग और प्रतिस्पर्धा बढ़े। सेवा प्रणालियों के विकास के दौरान प्रशासन (government) और उपभोक्ताओं (customers) के बीच सहभागिता हो। उपभोक्ताओं में से कुछ विशेषज्ञ आंशिक विकास कर सकते हैं, और कई प्रयोक्ता सुधारात्मक फीडबेक दे सकते हैं। मानव-मशीन साहचर्य संतुलित हो, सहयोगात्मक हो। कृत्रिम बुद्धि (AI : आर्टिफिशियल इंटेलीजेंस) मानव बुद्धि संवर्धनी (Augmenting (human) Intelligence) बने, उद्यमशीलता और नवाचार को बढ़ाने में सहायक बने। मानव-मशीन के सह-सृजन (Co-creation) से पर्यावरण संरक्षण और समावेशी समग्र वैश्विक विकास की अपार संभावनाएं हैं।

शिक्षा में नैतिकता, सकारात्मकता, और रचनात्मकता पर बल दिया जाए। स्कूल स्तरीय आधार-शिक्षा में सामाजिक व्यवहार, आत्म संयम, स्वास्थ्य सजगता, प्रकृति साहचर्य के विचारों पर बार बार बल दिया जाए।

निज भाषा में लौकिक उपादेयता, और वैश्विक परिप्रेक्ष्य में विदेशी भाषा से निज भाषा में ज्ञानान्तरण की मांग बढ़ रही है। *भारतीय भाषाओं में ज्ञानान्तरण* के संदर्भ में उदाहरण के तौर पर हिन्दी में मशीन अनुदित सामग्री तेज प्रगति के नाम पर परोसे जाने से सांस्कृतिक सोच, भाषा लालित्य और सुबोधता का आभाव रहेगा। संस्कृत और तद्‌जनित भारतीय भाषाएँ ध्वन्यात्मक है। विशेष ध्वनि संकुल का मस्तिष्क पर प्रभाव पड़ता है। संस्कृत का समृद्ध वाङ्‌मय है। ध्वन्यात्मकता, शब्दानुशासन, शाब्दबोध संस्कृत और भारतीय भाषाओं के वैशिष्ट्य हैं जो अंग्रेजी से भिन्न हैं। संस्कृत और भारतीय भाषाओं में डिजिटलीकरण सुगम बनाने की दिशा में बहुत कुछ करने की जरूरत है। रोमन लिपि के प्रयोग से भारतीय भाषा लिपि के कुछ स्वर, कुछ व्यंजन के ध्वन्यात्मक स्वरूप का लोप होगा, तदनुसार शब्दावली भी संकुचित होने लगेगी।

अनुसृजन से ज्ञानान्तरण – संस्कृतियों के बीच ज्ञानान्तरण आवश्यक है। इसके लिए अनुवाद का परिष्कृत स्वरूप अनुसृजन (Transcreation) प्रस्तावित है। मानव-मशीन साहचर्य से विज्ञान साहित्य प्रणयन में अनुसृजन विधा से सुबोध लेखन के लिए *अनुसृजनिका* अर्थात् समेकित अनुसृजन सिस्टम (Integrated Transcreation System) विकसित करने की आवश्यकता है। इसमें मशीन अनुवाद सिस्टम के साथ तकनीकी शब्दावली, कोश, कॉर्पस, व्याकरण चेक, शब्द निर्माण सामग्री, उत्कृष्ट अनुवाद संग्रह, संक्षिप्तीकरण, संकल्पना मैप निर्माण आदि की सुविधा हो। इस विधा से अनुसृजनकर्ता को अलग अलग (स्कूल, कॉलेज, उच्च शिक्षा, व्यावसायिकी आदि) स्तरों पर अनुवाद परियोजनाओं में रचनात्मक शैली में विषय के सुबोध प्रतिपादन का अवसर मिलेगा। यह सुविधा क्लाउड पर भी संभव है।

मानव-केन्द्रित मशीन बुद्धि युक्त उदीयमान संज्ञानिकी तकनीकी से *वैश्विक सातत्यपूर्ण समावेशी समग्र* विकास सम्भव है। समग्र (Holistic) विकास से तात्पर्य है कि शिक्षा, स्वास्थ्य, समृद्धि, अध्यात्म में समन्वित रूप से व्यक्तिगत, सामाजिक, आर्थिक विकास। समावेशी (Inclusive) विकास से तात्पर्य है कि जिसमें हर स्तर पर, हर क्षेत्र में मानव सामर्थ्य, उत्साह, उद्यमिता, सौहार्द, परस्पर प्रीति और खुशहाली का संवर्धन हो, और जन भागेदारी हो। सातत्यपूर्ण (Sustainable) विकास से तात्पर्य है कि विकास रुके नहीं, महामारी, प्राकृतिक आपदाओं में भी सूझबूझ से गिरकर उठने यानि पुनरुत्थान (resilience) का दृढ़ संकल्प हो। वैश्विक (World-wide) विकास से तात्पर्य है कि विश्व कल्याण का भी भाव रहे। सर्वे भवन्तु सूखिनः सर्वे सन्तु निरामया। भारतीय संस्कृति में *वसुधैव कुटुंबकम्* से मानव कल्याण को सर्वोपरि माना है। भारत की संसद के प्रवेश कक्ष में भी यह अंकित है। भारत की अध्यक्षता में G20 के लोगो में भी यह ध्येय वाक्य है।

अयं निजः परो वेति गणना लघु चेतसाम् ।
उदारचरितानां तु *वसुधैव कुटुंबकम्* ।।

अर्थात् यह मेरा अपना है अथवा पराया है, इस तरह की गणना छोटी सोच वाले लोग करते हैं। उदार ह्रदय वाले लोगों के लिए तो (सम्पूर्ण) धरती ही परिवार है।

भारत ने कोरोना महामारी के समय धैर्य और सूझबूझ से जनता का सहयोग लिया, श्रमिकों गरीबों को आवश्यक राशन दिया, टेस्ट किट, ऑक्सीजन किट आदि बनाए, अपनी कोविड वैक्सीन बनाई, 220 करोड़ लोगों का टीकाकरण किया और वैश्विक कल्याण के भाव से अन्य 98 देशों को भी करीब 23.5 करोड़ कोविड वैक्सीन भेजी। भूकंप, बाढ़, आदि आपदाओं में भी भारत अन्य देशों की मदद करता है ।

नवाचार प्रोत्साहन से लगभग 27000 नवाचारमय स्टार्टअप और 115 यूनिकॉर्न बने। सरकार प्रशासन और युवा प्रतिभा साहचर्य से विकसित टेक्नोलॉजी से जन समस्याओं के समाधान में बहुत योगदान है।

भारतीय संस्कृति में जन कल्याण के लिए स्वास्थ्य, शिक्षा, पर्यावरण के क्षेत्र में किए गए विकसित प्रविधियों, जैसे हल्दी, आंवला आदि अनेक पादप गुणों, औषधि सूत्रों आदि को पेटेंट की तरह गोपनीय नहीं रखा गया, यह ज्ञान सर्व सुलभ किया। भारत मुक्त (Open) टेक्नोलॉजी का समर्थन करता है। नई टेक्नोलॉजी के विकास में *सत्यं शिवं सुंदरं* के समन्वय पर बल दिया जाता है।

AI के उत्तरोत्तर परिष्कृत संस्करण और बढ़ते प्रयोग क्षेत्रों से इसका समर्थन आवश्यक है। इसके प्रतिकूल प्रभाव भी हैं। SWOT (गुण–दोष, लाभ–हानि) विश्लेषण के आधार पर AI प्रयोग क्षेत्रों में मानव–मशीन साहचर्य संतुलन बनाए रखने की रणनीतिक कार्यनीति बनाई जा सकती है।

गुण (*Strength*) : AI से गुणावत्तापूर्ण उत्पादकता में बढ़ोतरी से उत्साहित होकर जुगाड़, नवाचार की ओर प्रवृत्ति स्वाभाविक है। अनुसंधानकर्ताओं और अन्वेषकों के विचारों, कृत्यों और अनुभवों से लाभान्वित होकर मानव अधिक विचारशील, विश्लेषण–निष्कर्षण में निपुण, अनुसंधानकर्ता बन सकेगा।

दोष (*Weakness*) : Technology, Content, Capacity-Building, Legal Aspects के संदर्भ में AI टेक्नोलॉजी के कई विकासकर्ता होने से तकनीकी विविधता के कारण निर्बाध संपादन और अ–समान परिशुद्धता से रखरखाव में मुश्किल। कंटेंट में एकरूपता और सत्यता एवं उपादेयता मूल्यांकन का अभाव। यूजर्स के लिए AI सॉफ्टवेयर में प्रयोग–सुगमता, संवेदना एवं मानव मूल्य, सर्वसुलभता, रखरखाव और अपग्रेड की जिम्मेदारी का अभाव चिंता का विषय है। नए स्किल सेट तैयार करने और तदनुसार जनशक्ति विकास की आवश्यकता है। उदीयमान (Emerging) AI के बारे में व्यक्ति, राष्ट्र, एवं विश्व स्तर पर कानून अपर्याप्त हैं।

लाभ (*Opportunity*) : AI के नए स्किल सेट की ट्रेनिंग से जन शक्ति की कार्य संपादन में नवाचारता, गुणवत्ता और उत्पादकता बढ़ेगी। नए स्किल सेट में विरासत, कला, संस्कृति, प्रकृति–संरक्षण एवं संवर्धन का समावेश होगा। कार्य सुगमता और समय की बचत से स्वाध्याय, योग, घ्यान भी कर सकेगें। भारतीय युवा वैश्विक नायक बन सकते हैं।

हानि (*Threat*) : AI के बढ़ते प्रयोग से व्यक्ति इस स्तर पर उद्योगहीनता, असंवेदनशीलता, हिंसा, लूट आदि दुष्प्रवृत्तियां बढ़ सकती हैं। मानव और दानव, डिजिटल साक्षर और गैर–डिजिटल साक्षर में समाज के विभाजन से असुरक्षा बढ़ेगी। राष्ट्रीय स्तर पर वैश्विक प्रतिद्वंदिता और साइबर अपराधों में बढ़ोतरी से राष्ट्रीय विकास प्रभावित होगा, मन्द होगा।

विश्व आर्थिक फोरम (WEF) की रिपोर्ट के अनुसार 2025 तक 85 मिलियन जॉब कम होंगे। लेकिन नवाचार तेजी से होंगे। नवाचार समृद्ध समाज नई स्किल सेट के लिए ट्रेनिंग प्रोग्राम चला कर लाभान्वित होंगे। AI के गुण–दोष, लाभ–हानि के आधार पर टेक्नोलॉजी, कंटेंट, जनशक्ति विकास, और कानून के संबंध में राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर रणनीति बनाई जाए।

नव कौशल समुच्चय (नए स्किल सेट) में शामिल हों – 1. डिजायन विमर्श (Design Thinking), 2. समस्या खोज कौशल (Problem Finding Skills), 3. उत्क्रम अभियांत्रिकी (Reverse Engineering), 4. मानक एवं पेटेंट अध्ययन (Standards & Patents Study), 5. जीवन कौशल (Life Skills).

राष्ट्रीय स्तर पर 3 अभियान विचारणीय हैं : 1. डिजिटल साक्षरता (Digital Literacy), 2. तकनीकी प्रोग्राम में विज्ञान एवं संस्कृति का विहंगम परिचय (Introductory Overview of Science – Culture in Technical Programs), 3. मानवोन्मुखी समेकित नवाचार (Human-centric Integrated Innovation)

सर्तकता आवश्यक है। *अन्यथा* उपनिवेशवाद का बीज वपन होगा, तदनन्तर विस्तार होगा, कुछ विकसित देश अंग्रेजी में डेटा–बाहुल्य के आधार पर अन्य भाषायी देशों के लोगों की मानसिकता और राजनीति को अपने अनुकूल बनाने का परोक्ष प्रयास करेंगे।

. . . ओम विकास
dr.omvikas@gmail.com

Patron :

Prof. Anupam Shukla
Director, SVNIT, Surat
director@svnit.ac.in

Architect of Conference :

Prof. Om Vikas
Chief Editor, Vigyan Prakash
dr.omvikas@gmail.com

Advisory Committee :

Prof. Rakesh Sehgal
Director, NIT Srinagar
director@nitsri.net

Prof. Binod Kumar Kanaujia
Director, NIT Jalandhar
bkkanaujia@nitj.ac.in

Prof. Mahesh C Govil
Director, NIT Sikkim
director@nitsikkim.ac.in

Prof. S. G. Deshmukh
Ex. Director, IIITM Gwalior
deshmukh@mech.iitd.ac.in

Dr. S. Sridhar
Principal Scientist, CSIR-IICT
s_sridhar@iictnet.org

Prof. Ashok Jhunjhunwala
IIT Madras
ashok@ee.iitm.ac.in

Prof. Jagdish Narayan
N C State University, USA
narayan@ncsu.edu

Dr. Peeyush Tiwari
Director, BIT Mesra Jaipur
peeyush@bitmesra.ac.in

Dr. Rajesh Kumar Sharma
Nirma University, Ahmedabad
rajesh.sharma@nirmauni.ac.in

Prof. Tushar N Desai
Chairman, Hindi Cell, SVNIT
tnd@med.svnit.ac.in

Organizing Committee :

Dr. Sarita Kalla
sarita_kalla@ched.svnit.ac.in

Dr. Deepak Joshi
d.joshi@eced.svnit.ac.in

Dr. Shailesh Kr Srivastava
shailesh@amhd.svnit.ac.in

Dr. Ketan C Kuperkar
kck@chem.svnit.ac.in

Dr. Amit Sharma
amitsharma@amhd.svnit.ac.in

Dr. Alok Kumar
akumar@coed.svnit.ac.in

Dr. Rahul Dixit
rahuldixit@iiitp.ac.in

अभियांत्रिकी और विज्ञान में नव प्रवृत्तियों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (RTES – 2023)

International Conference on Recent Trends in Engineering and Sciences (RTES – 2023)
2nd – 3rd May 2023 (Online-Mode)

Organized By

सरदार वल्लभभाई राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, सूरत, गुजरात, भारत
Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology, Surat, Gujarat, INDIA

सम्मेलन के विषय में

हिंदी भाषा ने वैश्विक संदर्भ में एक विशिष्ट पहचान बनाई है। दुनिया भर के अनेक विश्वविद्यालय हिंदी भाषा की शिक्षण–प्रशिक्षण प्रक्रियाओं और तकनीकों पर महत्वपूर्ण कार्य कर रहे हैं। इसी श्रृंखला में, सरदार वल्लभभाई राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, सूरत, गुजरात "अभियांत्रिकी और विज्ञान में नव प्रवृत्तियों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (RTES – 2023)" विषय पर हिंदी भाषा में एक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन का आयोजन कर रहा है। सम्मेलन का मुख्य उद्देश्य दुनिया भर से विज्ञान और अभियांत्रिकी के क्षेत्र में काम करने वाले शोधकर्ताओं और वैज्ञानिकों को अपने शोध कार्य को प्रस्तुत करने और विचारों का आदान–प्रदान करने के लिए एक साथ लाना है।

Tracks and topics for Call for Papers

- Computer, Electronics and Electrical Engineering
- Chemical Engineering & Environment
- Physical Sciences
- Mechanical & Civil Engineering

(For further details regarding tracks and topics please visit the conference website)

Paper Submission

Full Paper submitted to RTES - 2023 conference must be original with plagiarism check, not previously published or accepted for publication elsewhere, and not under consideration for publication elsewhere. Abstract must be submitted through the following google link:

https://forms.gle/876Raa7Y6c6egaxRA

The submitted abstract will undergo the review process, coordinated by the Technical Committee. The abstract must be submitted in Hindi and English (template is available on website).

Authors of accepted abstracts will be invited to submit full versions of their papers.

Publication

The RTES - 2023 Conference Proceedings will be published in " विज्ञान प्रकाश– **VIGYAN PRAKASH**" - a UGC-CARE listed peer-reviewed quality research journal of science and technology (www.VigyanPrakash.in).

Important Dates : Last Date of Abstract Submission: **31/01/2023**; Last Date for Acceptance Notification: **20/02/2023**; Last Date of Full Paper Submission: **01/04/2023** ; Last Date of Registration: **10/04/2023**

Contact Us : Email: rtes2023@svnit.ac.in Website: https://bit.ly/3DAm6U2

रेक्टीफायर और एम्पलीफायर आउटपुट का वेवलेट विश्लेषण

WAVELET ANALYSIS OF RECTIFIER AND AMPLIFIER OUTPUTS

एस. शंकर रामन

S. Sankararaman

ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स विभाग, केरल विश्वविद्यालय, तिरुवनंतपुरम, केरल, भारत

Department of Optoelectronics, University of Kerala, Thiruvananthapuram, Kerala, India

drssraman@gmail.com, Mob: 9447421844

सार

अधिकांश पावर इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम के साथ–साथ इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में हार्मोनिक्स को देखा जा सकता है। हार्मोनिक्स के अध्ययन पर अधिक ध्यान देने की आवश्यकता है क्योंकि उनसे संबंधित समस्या आम नहीं है। यह सिस्टम के आउटपुट को प्रभावित कर सकता है। तो उन्हें छानने के अगले चरण के लिए हार्मोनिक घटक की पहचान बहुत उपयोगी है। इस कार्य में, रेक्टिफायर सर्किट और इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट में हार्मोनिक्स की उपस्थिति को विश्लेषण फ़ंक्शन के रूप में बम्प वेवलेट का उपयोग करके निरंतर तरंगिका विश्लेषण का उपयोग करके पहचाना जाता है।

Abstract

Harmonics can be observed in most power electronic systems as well as electronic circuits. The study of harmonics needs more attention as the problem related to them is not common. This can affect the output of the system. So identifying the harmonic component is very useful for the next step of filtering them. In this work, the presence of harmonics in the rectifier circuit and the inverting amplifier circuit is identified using continuous wavelet analysis using the bump wavelet as the analysis function.

विषय बोधक शब्द –रेक्टिफायर, एम्पलीफायर, वेवलेट, हार्मोनिक विश्लेषण

Keywords - Rectifier, Amplifier, Wavelet, Harmonic Analysis

1. परिचय

हाल ही में, हार्मोनिक अध्ययन पर अधिक ध्यान दिया जाता है क्योंकि एक प्रणाली में वर्तमान या वोल्टेज तरंगों में विरूपण की मात्रा महत्वपूर्ण है। सबसे महत्वपूर्ण हार्मोनिक पीढ़ी प्रणालियों में से एक एसी/डीसी (AC/DC) कन्वर्टर्स है। अन्य स्रोतों में ऐसे उपकरण शामिल हैं जो वोल्टेज–वर्तमान ट्रांसफार्मर, रिएक्टर, AC आर्क फर्नेस की गैर–रैखिक विशेषताओं के कारण हार्मोनिक्स उत्पन्न करते हैं) और हाइब्रिड डिवाइस (DC आर्क फर्नेस, इलेक्ट्रॉनिक रोड़े के साथ फ्लोरोसेंट लैंप) (1)। हार्मोनिक अध्ययन के क्षेत्र में पावर सिस्टम हार्मोनिक्स भी अधिक लोकप्रिय हो गया है। हालांकि हार्मोनिक्स के संबंध में समस्याएं बहुत दुर्लभ हैं, इसकी जागरूकता बहुत महत्वपूर्ण है (2)।

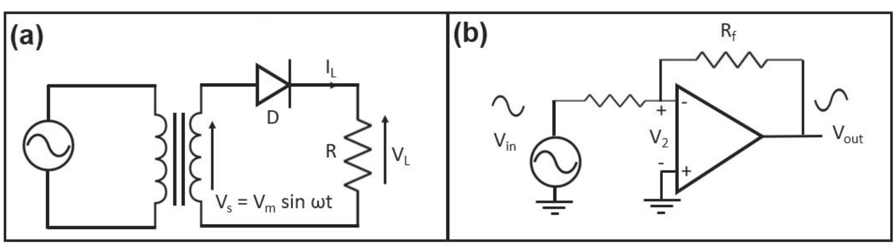
हार्मोनिक्स के कारण उत्पन्न समस्याओं में ताप प्रभाव के कारण उपकरण (संधारित्र, मोटर) की विफलता, वोल्टेज में उच्च विकृति और संचार सर्किट के साथ हस्तक्षेप, उपकरण की रीडिंग में त्रुटि की संभावना शामिल

है। हार्मोनिक्स एक ऐसा शब्द है जो एक तरंग की मौलिक आवृत्ति के पूर्णांक गुणक का प्रतिनिधित्व करता है। फूरियर सिद्धांत के अनुसार, यह ज्ञात है कि किसी भी दोहराई जाने वाली तरंगों को साइनसॉइडल तरंगों के योग के रूप में दर्शाया जा सकता है जो एक मौलिक आवृत्ति के हार्मोनिक्स या पूर्णांक गुणक होते हैं और आवृत्ति बढ़ने पर आवृत्ति की तीव्रता कम हो जाती है (2,4)।

वेवलेट विश्लेषण सिग्नल विश्लेषण के लिए शक्तिशाली गणितीय उपकरणों में से एक है जो प्रमुख आवृत्ति और उस समय के बारे में जानकारी प्रदान करने में सक्षम है जिस पर यह होता है (5,6)। वेवलेट ट्रांसफॉर्म में उपयोग किए जाने वाले विश्लेषण कार्यों को वेवलेट (7) कहा जाता है। विभिन्न प्रकार के तरंगिकाएँ उपलब्ध हैं, जैसे मैक्सिकन हैट वेवलेट, मोरेलेट वेवलेट, हार वेवलेट, मेयर वेवलेट, शैनन वेवलेट, आदि (8)। निरंतर तरंगिका विश्लेषण का उपयोग पावर स्पेक्ट्रा का उपयोग करके समय–आवृत्ति डोमेन में सिग्नल का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है जबकि असतत तरंगिका परिवर्तन का उपयोग सिग्नल को विघटित और फ़िल्टर करने के लिए किया जाता है (8–10)। बंप वेवलेट की एक अच्छी विशेषता यह है कि इसकी आवृत्ति में संकीर्ण विचरण और समय में व्यापक विचरण होता है। वर्तमान कार्य में, हाफ वेव रेक्टिफायर और इनवर्टिंग एम्पलीफायर के आउटपुट में हार्मोनिक्स की पीढ़ी का विश्लेषण बम्प वेवलेट का उपयोग करके किया जाता है।

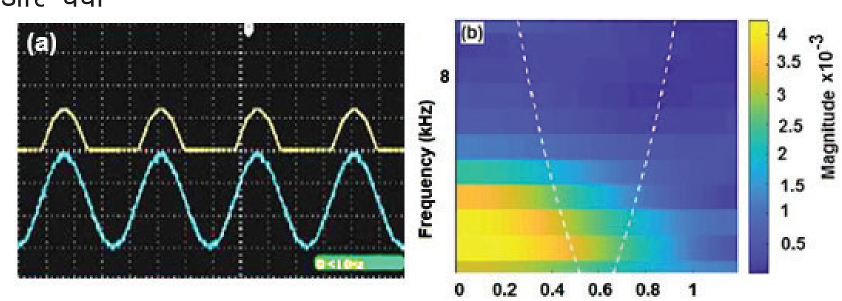
2. प्रयोग

चित्र 1 में दिखाए गए हाफ वेव रेक्टिफायर और इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट का निर्माण किया जाता है और डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (डीएसओ–DSO) का उपयोग करके इनपुट और फीडबैक रेजिस्टर Rf के साथ आउटपुट की भिन्नता का अध्ययन किया जाता है। डीएसओ में संग्रहीत आउटपुट तरंगों का विश्लेषण कार्य के रूप में बम्प वेवलेट के साथ विश्लेषण के अधीन किया जाता है।



चित्र 1. (ए) हाफ वेव रेक्टिफायर सर्किट और (बी) इनवर्टिंग एम्पलीफायर सर्किट

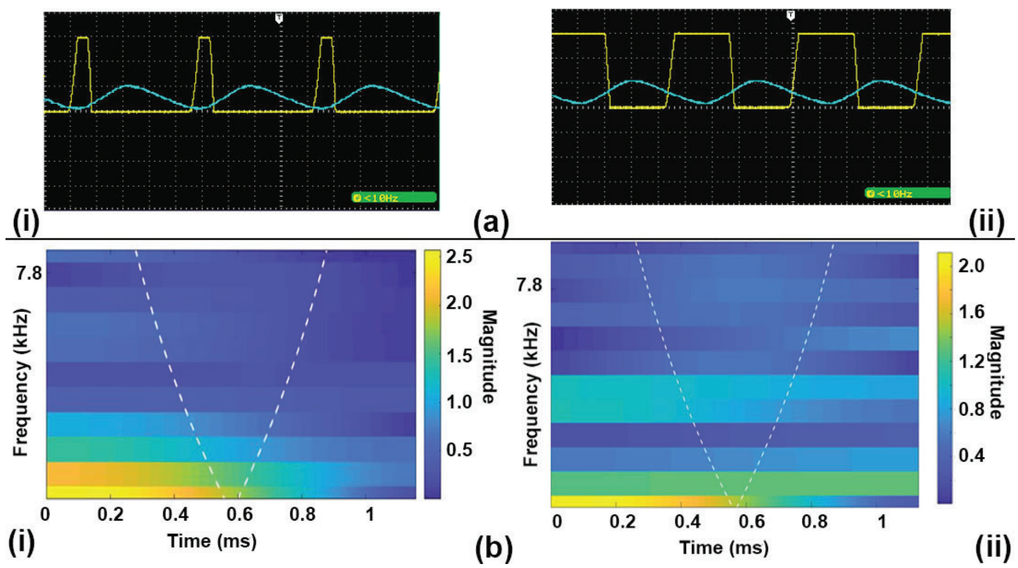
3. परिणाम और चर्चा



चित्र 2. (ए) हाफ वेव रेक्टिफायर इनपुट और आउटपुट और (बी) हाफ वेव रेक्टिफायर आउटपुट का वेवलेट्स ट्रांसफॉर्म।

चित्र 2 हाफ वेव रेक्टिफायर सर्किट के इनपुट (50 Hz) और आउटपुट को इसके वेवलेट ट्रांसफॉर्म के साथ दिखाता है। चित्र 2 (बी) से, प्रभाव के शंकु के भीतर (बिंदीदार रेखाओं के रूप में दिखाया गया है), यह देखा जा सकता है कि उच्च हार्मोनिक घटकों का आयाम वर्ग तरंग के फूरियर विस्तार के रूप में उत्तरोत्तर घटता जाता है।

प्रतिक्रिया प्रतिरोध Rf=20 kΩ और 100 kΩ के साथ ऑप–एम्प (Op-amp) इनवर्टिंग एम्पलीफायर के इनपुट और आउटपुट तरंगों को चित्र 3 में दिखाया गया है। हम देख सकते हैं कि जैसे–जैसे Rf का मान बढ़ता है, एम्पलीफायर का लाभ बढ़ता है और ±Vcc से आगे निकल जाता है। एम्पलीफायर का ऐसा क्लिप्ड आउटपुट वेवफॉर्म चित्र 3 (ए) में दिखाया गया है। बम्प वेवलेट और वेवलेट ट्रांसफॉर्म का उपयोग करके विश्लेषण किए गए एम्पलीफायर आउटपुट को चित्र 3 (बी) में दिखाया गया है। चित्रा 3 (बी) से, हम उच्च तीव्रता के रूप में इंगित सबसे कम आवृत्ति के साथ विभिन्न आवृत्तियों की उपस्थिति देख सकते हैं।



चित्र 3. (ए) ऑप–एम्प इनपुट और आउटपुट वेवफॉर्म (i) Rf = 20 kΩ (ii) Rf = 100 kΩ और (बी) आउटपुट का वेवलेट ट्रांसफॉर्म (i) Rf = 20 kΩ (ii) Rf = 100 kΩ

4. निष्कर्ष

इस पत्र में वर्णित कार्य शक्तिशाली गणितीय उपकरण – वेवलेट विश्लेषण का उपयोग करके, इलेक्ट्रॉनिक सर्किट के आउटपुट में हार्मोनिक्स के रूप में मौजूद विभिन्न आवृत्ति घटकों को समझने की एक संभावित विधि का सुझाव देता है। एक उदाहरण के रूप में, हाफ वेव रेक्टिफायर और ऑपरेशनल एम्पलीफायर के आउटपुट का विश्लेषण बम्प वेवलेट का उपयोग करके किया जाता है। तरंगिका रूपांतरण स्केलोग्राम के माध्यम से आउटपुट में मौजूद विभिन्न आवृत्ति घटकों में प्रकाश डाल सकता है। तरंगिका विश्लेषण के माध्यम से पहचाने गए आउटपुट पर आवृत्तियों, फास्ट फूरियर ट्रांसफॉर्म (एफएफटी –FFT) विश्लेषण के अनुरूप हैं और इस प्रकार संकेत विश्लेषण के लिए तकनीक की क्षमता का सुझाव देते हैं।

संदर्भ

[1] A B Yildiz, and E U Aglar. "Harmonic modeling of full-wave diode rectifier for nonuniform load currents." Informacije MIDEM 44, 4 (2014): 288-295.

[2] R G Ellis and P Eng. "Power system harmonics–a reference guide to causes, effects and corrective measures." An Allen-Brandley Series of Issues and Answers-Rockwell Automation (2001): 3.

[3] V E Wagner, J C Balda, D C Griffith, et al. "Effects of harmonics on equipment." IEEE Transactions on Power Delivery 8, 2 (1993): 672-680.

[4] BR Kusse and E A Westwig. Mathematical physics: applied mathematics for scientists and engineers, 2nd edn. John Wiley & Sons (Weinheim, 2006).

[5] S A Adewusi and B O Al-Bedoor. "Wavelet analysis of vibration signals of an overhang rotor with a propagating transverse crack." Journal of sound and vibration 246, 5 (2001): 777-793.

[6] I Daubechies. "The wavelet transform, time-frequency localization and signal analysis." IEEE transactions on information theory 36, 5 (1990): 961-1005.

[7] A Graps. "An introduction to wavelets." IEEE computational science and engineering 2, 2 (1995): 50-61.

[8] S Mallat. A wavelet tour of signal processing, 2nd edn. Academic Press (UK, 1999).

[9] A Grossmann and J Morlet. "Decomposition of Hardy Functions into Square Integrable Wavelets of Constant Shape." SIAM journal on mathematical analysis 15, 4 (1984): 723-736.

[10] R Haddadi, E Abdelmounim, M El Hanine, and A Belaguid. "Discrete Wavelet Transform Based Algorithm for Recognition of QRS Complexes." WCSIT 4, 9 (2014): 127-132.

चाणक्य (अनुमानतः 376 BC) चन्द्रगुप्त मौर्य के महामंत्री थे। वे **कौटिल्य** या **विष्णुगुप्त** नाम से भी विख्यात हैं। आचार्य चाणक्य ने विश्वप्रसिद्ध तक्षशिला विश्वविद्यालय से शिक्षा ग्रहण की और वहीं पर आचार्य के पद पर विद्यार्थियों का मार्गदर्शन भी किया था। वे न सिर्फ एक कुशल कूटनीतिज्ञ बल्कि एक महान रणनीतिकार और अर्थशास्त्री भी थे। आचार्य चाणक्य ने अपने जीवन में विषम से विषम परिस्थितियों का सामना किया था, परंतु कभी हार नहीं मानी और अपने लक्ष्य को प्राप्त किया। चाणक्य नीति के अनुसार प्रत्येक मनुष्य जीवन में सफलता प्राप्त करना चाहता है। उसकी कामना रहती है सुख-समृद्धि, धन और वैभव सदैव बना रहे। चाणक्य नीति के ये श्लोक बहुत महत्वपूर्ण है :

नात्यन्तं सरलैर्भाव्यं गत्वा पश्य वनस्थलीम् ।
छिद्यन्ते सरलास्तत्र कुब्जास्तिष्ठन्ति पादपाः ॥
अर्थ - मनुष्य को अपने व्यवहार में बहुत ही भोलापन या सीधापन नहीं दिखाना चाहिए। ध्यान रहे वन में जो सीधे पेड़ पहले काटे जाते हैं, और जो पेड़ टेढ़े हैं वो खड़े रहते हैं ।

कः कालः कानि मित्राणि को देशः कौ व्ययागमौ ।
कश्चाहं का च मे शक्तिरिति चिन्त्यं मुहुर्मुहुः ॥
अर्थ - सही समय, सही मित्र, सही ठिकाना, पैसे कमाने के सही साधन, पैसे खर्चा करने के सही तरीके और अपने ऊर्जा स्रोत पर गौर जरूर करें, भविष्य में यही काम आएंगे।
यो ध्रुवाणि परित्यज्य अध्रुवं परिषेवते ।
ध्रुवाणि तस्य नश्यन्ति चाध्रुवं नष्टमेव हि ॥
अर्थ - जो मनुष्य निश्चित यानि सही को छोड़कर अनिश्चित यानि गलत का सहारा लेता है, उसका सही भी नष्ट हो जाता है। इसलिए जब भी कोई निर्णय लें तो सही और गलत की परख अवश्य करें।

प्रलये भिन्नमर्यादा भवन्ति किल सागराः ।
सागरा भेदमिच्छन्ति प्रलयेऽपि न साधवः ॥
अर्थ - जिस सागर को हम इतना गम्भीर समझते हैं, प्रलय आने पर वह भी अपनी मर्यादा भूल जाता है और किनारों को तोड़कर जल-थल एक कर देता है; परन्तु साधु अथवा श्रेष्ठ व्यक्ति संकटों का पहाड़ टूटने पर भी श्रेष्ठ मर्यादाओं का उल्लंघन नहीं करता।

शोध पत्र / Research Paper

पारंपरिक और मशीन लर्निंग आधारित टीसीएससी का उपयोग करके बिजली की चुनौतियों का सामना करना

Meeting Power Challenges using Traditional and Machine Learning based TCSC

निहारिका अग्रवाल[1], डॉ.फहीम अहमद खान[2] एवं डॉ. ममता गौड़ा[3]

Niharika Agrawal[1], Dr. Faheem Ahmed Khan[2] and Dr. Mamatha Gowda[3]

[1,2]Electrical and Electronics Engineering Department, Ghousia College of Engineering, Visvesvaraya Technological University,Ramanagaram, Karnataka 562159,India

[3]Electrical and Electronics Engineering Department, BGS College of Engineering and Technology, Bengaluru 560086,India

[1]niharika.svits@gmail.com, [2]faheemahmedkhan11@gmail.com
[3]mahesh.mamatha@gmail.com

सारांश

बिजली की मांग खतरनाक दर से बढ़ रही है। बढ़ती बिजली की मांग को पूरा करने के लिए नए बिजली संयंत्रों और लाइनों के निर्माण की आवश्यकता है, लेकिन इसके लिए भारी खर्च की आवश्यकता होती है। इसलिए, मौजूदा ट्रांसमिशन लाइनें अधिभार हो जाती हैं ,जिससे बिजली व्यवस्था की स्थिरता की समस्या होती है। प्रस्तावित कार्य में पावर इलेक्ट्रॉनिक्स आधारित सीरीज डिवाइस , थाइरिस्टर नियंत्रित श्रृंखला संधारित्र (Thyristor Controlled Series Capacitor–TCSC) का उपयोग मौजूदा सिस्टम की बिजली हस्तांतरण क्षमता को बढ़ाकर उपरोक्त समस्या को पूरा करने का प्रस्ताव है। फ्लेक्सिबल अल्टरनेटिंग करंट ट्रांसमिशन सिस्टम (Flexible Alternating Current Transmission System–FACTS) को अल्टरनेटिंग करंट ट्रांसमिशन सिस्टम के रूप में परिभाषित किया गया है जिसमें मौजूदा सिस्टम की नियंत्रणीयता बढ़ाने और विद्युत शक्ति हस्तांतरण क्षमता बढ़ाने के लिए पावर इलेक्ट्रॉनिक्स आधारित और अन्य स्टैटिक कंट्रोलर शामिल हैं। TCSC अन्य बिजली चुनौतियों का भी सामना करने में सक्षम है जैसे कि सिस्टम की पावर ऑसीलेशन डंपिंग क्षमता में सुधार, विभिन्न बिजली की गुणवत्ता की समस्याओं को हल करना , वोल्टेज प्रोफाइल में सुधार करना आदि। यहां, बिजली के बहाव को पहले पारंपरिक स्थिर संधारित्र और आनुपातिक इंटीग्रल (Proportional Integral–PI) कंट्रोलर आधारित TCSC के साथ बढ़ाया जाता है। फिर मशीन लर्निंग यादृच्छिक वन एल्गोरिथम (Random Forest Algorithm–RFA) के साथ बिजली के बहाव की जाँच की जाती है। बिजली की बढ़ती मांग, मौजूदा प्रणाली की बिजली हस्तांतरण क्षमता, बिजली की गुणवत्ता और बिजली प्रणाली स्थिरता जैसी विभिन्न बिजली चुनौतियों को TCSC के पारंपरिक PI और RFA आधारित TCSC दोनों प्रकार से सफलतापूर्वक पूरा किया जाता है। RFA के आधार पर TCSC द्वारा बिजली हस्तांतरण में अधिक वृद्धि हुई है।

Abstract

The power demand is increasing at an alarming rate. In order to meet the rising power demand there is a need for construction of new power plants and lines, but this requires heavy expenditure. The existing transmission lines are overloaded which cause power system stability problems. In the proposed work the use of Power Electronics-based series FACTS device

TCSC is proposed to meet the above problem by increasing the power transfer capacity of the existing system. TCSC is capable to meet other power challenges also such as to improve the power oscillation damping capability of the system , to solve various power quality problems like voltage sag and voltage swell created due to disturbances or faults , to improve the voltage profile of the system. Here, the power flow is first increased with the traditional fixed capacitors (FC) and Proportional Integral (PI) controller based TCSC. Then TCSC based on machine learning Random Forest algorithm (RFA) is implemented in the system to further increase the power transfer capacity of the system. The power challenges are successfully met by both the types of TCSC which are the traditional PI and RFA based TCSC. There is more power transfer in the system with TCSC based on RFA.

मुख्य शब्दः बिजली की गुणवत्ता, आगमनात्मक, कैपेसिटिव, वोल्टेज संधारित्र, शक्ति

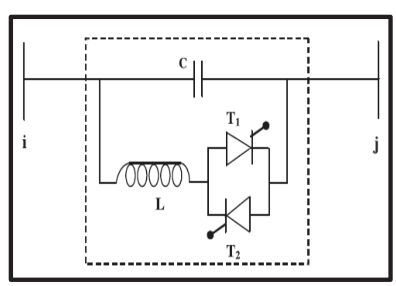
Keywords: Power quality, inductive, capacitive, voltage, capacitors, power.

1 परिचय

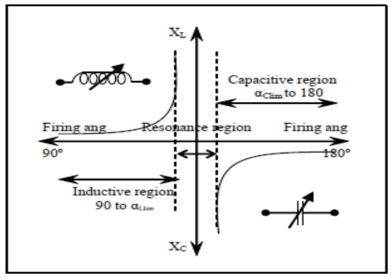
विद्युत प्रणाली के विभिन्न भाग उत्पादन, पारेषण और वितरण हैं। तेजी से औद्योगिक विकास और जनसंख्या वृद्धि के रूप में बिजली की मांग में तेजी से वृद्धि के कारण। उत्पादन केंद्र आर्थिक, पर्यावरण और सुरक्षा कारणों से लोड केंद्रों से बहुत दूर स्थित हैं। ट्रांसमिशन लाइनों को बिजली उत्पादन स्टेशनों से लोड केंद्रों तक ले जाना पड़ता है। उत्पादन और पारेषण सुविधाओं का अभाव है, इसलिए मौजूदा प्रणाली का उपयोग अधिक बिजली की मांग को स्थानांतरित करने के लिए किया जाता है। यह वर्तमान प्रणाली के अत्यधिक दोहन का कारण बनता है और स्थिरता की समस्याओं को जन्म देता है। मौजूदा ट्रांसमिशन लाइनों की विद्युत शक्ति हस्तांतरण क्षमता को ट्रांसमिशन लाइनों के प्रतिबाधा को बदलकर स्थिर संधारित्र का उपयोग करके बढ़ाया जा सकता है, लेकिन उनमें उप तुल्यकालिक अनुनाद समस्याएं जुड़ी हुई हैं। इस स्थिति में FACTS उपकरणों का उपयोग प्रतिबाधा, वोल्टेज और चरण कोण जैसे मापदंडों को नियंत्रित करके सिस्टम में बिजली के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

1.1 थाइरिस्टर नियंत्रित श्रृंखला संधारित्र

TCSC उपकरण में एक स्थिर संधारित्र और एक थाइरिस्टर नियंत्रित रिएक्टर (Thyristor Controlled Reactor-TCR) होता है। TCR संधारित्र के समानांतर जुड़ा होता है। थाइरिस्टर के फायरिंग कोण को बदलकर, TCSC का उपयोग परिवर्तनीय मुआवजा प्रदान करने के लिए किया जाता है। TCSC के विभिन्न ऑपरेटिंग मोड हैं जो बाईपास मोड, अवरुद्ध थाइरिस्टर मोड और आंशिक रूप से संचालन मोड हैं। आंशिक रूप से संचालन मोड को फिर से दो प्रकारों में विभाजित किया जाता हैः आगमनात्मक बढ़ावा मोड और कैपेसिटिव बूस्ट मोड। TCSC के इंडक्टिव मोड में बिजली का बहाव कम होता है और कैपेसिटिव मोड में बिजली का बहाव बढ़ता है। TCSC विभिन्न समस्या को हल करने, दोलनों को कम करने, सिस्टम की स्थिरता में सुधार करने में सक्षम है (1–2)। चित्र 1 TCSC मॉडल दिखाता है। चित्र 2 आगमनात्मक, कैपेसिटिव और अनुनाद क्षेत्रों को दिखाते हुए TCSC की प्रतिक्रिया विशेषता वक्र दिखाता है।



चित्र 1:TCSC



चित्र 2: प्रतिक्रिया विशेषता वक्र

$$X_L(\alpha) = X_L \frac{\pi}{\pi-2\alpha-\sin 2\alpha} \quad (1)$$

$$X_{TCSC}(\propto) = -X_C + C_1(2(\pi-\propto)+\sin(2(\pi-\propto))) - C_2\cos^2((\pi-\propto)(\omega\tan(\omega(\pi-\propto))-\tan(\pi-\propto)) \quad (2)$$

$$X_{LC} = \left(\frac{X_{L*}X_C}{X_C-X_L}\right) \quad (3)$$

$$c_1 = \left(\frac{X_C+X_{LC}}{\pi}\right) \quad (4)$$

$$c_2 = \left(\frac{4*X_{LC}^2}{\pi*X_L}\right) \quad (5)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} \quad (6)$$

सिस्टम व्यवहार को नियंत्रित करने वाले विभिन्न समीकरण हैं :

इन समीकरणों का विवरण (3–4) में दिया गया है। फायरिंग कोण और प्रतिक्रिया के बीच TCSC रिएक्टेंस विशेषता वक्र TCSC के आगमनात्मक और कैपेसिटिव क्षेत्रों को दिखाने के लिए प्लॉट किया गया है। इन दो क्षेत्रों के बीच एक अनुनाद क्षेत्र है ,जहां TCSC का संचालन निषिद्ध है। TCSC की अंतर्निहित संपत्ति लाइन में बिजली के प्रवाह में सुधार और सिस्टम की स्थिरता में सुधार करना है।

2 साहित्य सर्वेक्षण

विद्युत प्रवाह को पहले पारंपरिक विधि द्वारा स्थिर कैपेसिटर का उपयोग करके विश्लेषण किया गया और फिर TCSC का उपयोग बिजली प्रवाह नियंत्रण और सुधार के लिए सिमुलेशन मॉडल में किया गया। क्लोज्ड लूप कंट्रोल सिस्टम विकसित किया गया और TCSC के विभिन्न कार्य मोड के साथ वास्तविक और प्रतिक्रियाशील शक्ति के मूल्यों को दिखाते हुए विभिन्न ग्राफ प्लॉट किए गए थे। TCSC को पारंपरिक PI आधारित नियंत्रक द्वारा नियंत्रित किया गया। TCSC का उपयोग उपकरणों के पावर फैक्टर में सुधार के लिए किया गया था। विभिन्न FACTS डिवाइस की तुलना पावर फ्लो, वोल्टेज आदि जैसे विभिन्न मापदंडों पर की गई थी। डिवाइस का हार्डवेयर कार्यान्वयन किया गया था। विभिन्न गुंजयमान वक्रों को प्लॉट किया गया था। यह दिखाया गया था कि TCSC प्रेरक और संधारित्र के मूल्यों को ठीक से चुना जाना चाहिए। रेजोनेंस क्षेत्र में TCSC का संचालन प्रतिबंधित था। स्थिर कैपेसिटर के बदलते मूल्यों के साथ पावर की भिन्नता को दर्शाने वाले रेखांकन को प्लॉट किया गया था। सिस्टम की स्थिरता का आकलन करने

के लिए पावर एंगल और पी–वी कर्व्स का उपयोग किया गया था, जिससे पता चलता है कि TCSC का उपयोग करके सिंक्रोनस स्थिरता और वोल्टेज स्थिरता मार्जिन दोनों में सुधार हुआ है (5)। प्राप्त अंत वोल्टेज अलग–अलग लोड स्थितियों के तहत स्थिर पाया गया। नियंत्रक ने पारेषण प्रणाली में वांछित विद्युत प्रवाह को भी बनाए रखा। ट्रांसमिशन लाइन के समग्र अधिष्ठापन में वृद्धि हुई थी। आगमनात्मक मोड में विद्युत प्रवाह में कमी हुई थी। TCSC को गुंजयमान क्षेत्र में काम करने से रोकने के लिए अधिकतम प्रतिक्रिया सीमा ठीक से चुनी गई। कैपेसिटिव मोड में TCSC फायरिंग कोण के आधार पर ट्रांसमिशन लाइन की आगमनात्मक प्रतिक्रिया को कम करने वाले वेरिएबल कैपेसिटेंस के रूप में कार्य करता है। TCSC के उपयोग से पारेषण लाइन की दक्षता वोल्टेज विनियमन में सुधार हुआ था। TCSC का हार्डवेयर कार्यान्वयन किया गया था। हार्डवेयर सर्किट की विभिन्न छवियों को कैप्चर किया गया था, और विभिन्न फायरिंग कोणों के लिए तरंगों को प्लॉट किया गया था (6–7)। खराबी के कारण कंपनी को नुकसान होता है, उपभोक्ताओं को नुकसान होता है। दूरियों के विभिन्न मूल्यों के लिए TCSC के विभिन्न तरीकों का अनुकरण किया गया। परिणाम ने लाइन में गलती की सटीक स्थिति का पता लगाने के लिए फॉल्ट सेक्शन इंडिकेटर की साजिश को दिखाया। पावर स्विंग के दौरान खराबी का पता लगाने पर चर्चा की गई (8)। एक मजबूत और अद्वितीय दोष पहचान एल्गोरिथम प्रस्तावित किया गया था। उपयोग किए गए एल्गोरिथम बैक प्रोपेगेशन (Back Propagation) और रेडियल बेसिस फंक्शन (Radial Basis Function) के रूप में थे। ये एल्गोरिथम कम समय में उत्कृष्ट कम्प्यूटेशनल परिणाम उत्पन्न करते हैं (10–11)। डेटा को पहले प्रशिक्षित किया जाता है और फिर नए डेटा के लिए परिणामों की भविष्यवाणी की जाती है। पवन ऊर्जा के प्रभावी उत्पादन के लिए हमें वह स्थान उपयुक्त होना चाहिए जहाँ हवा की गति हमेशा उपलब्ध हो। हवा प्रकृति में बहुत अस्थिर है। इसलिए, अलग–अलग समय क्षितिज के लिए बिजली प्रणाली नेटवर्क में संतुलन बनाए रखने के लिए प्रभावी भविष्यवाणी बहुत अधिक आवश्यक है। पूर्वानुमान पद्धति को दृढ़ता, भौतिक, में विभेदित किया गया है। अन्य प्रकार हैं :सांख्यिकीय और सॉफ्ट कंप्यूटिंग। हवा की गति के पूर्वानुमान के लिए कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क (Artificial Neural Network-ANN)का उपयोग किया गया था (12)। ANN के साथ सटीक और तेज भविष्यवाणी थी। सॉफ्ट कंप्यूटिंग तकनीकों में जटिल समस्याओं को हल करने के लिए विशाल कम्प्यूटेशनल और गणितीय क्षमताएं हैं। पारंपरिक नियंत्रक को आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (Artficial Intelligence–AI)तकनीक का उपयोग करके यहां लागू किया गया था।

3 ज्ञान अंतराल

लाइन की बिजली हस्तांतरण क्षमता बढ़ाने के लिए निश्चित कैपेसिटर का उपयोग किया गया (2)। लेकिन ये उपकरण धीमे थे और टूट–फूट के अधीन थे। बिजली प्रवाह को बढ़ाने के लिए TCSC का उपयोग PI नियंत्रकों के साथ किया गया। लेकिन ये नियंत्रक पारंपरिक नियंत्रक थे। बिजली व्यवस्था की परिचालन स्थितियों को बदलने में इन नियंत्रकों की ट्यूनिंग मुश्किल थी। RFA आधारित नियंत्रक तेज है और बेहतर परिणाम देता है क्योंकि यह मशीन लर्निंग एल्गोरिथम पर आधारित है जिसमें व्यापक कम्प्यूटेशनल क्षमताएं हैं। TCSC को बिजली की बढ़ती मांग में सुधार करने, बिजली की गुणवत्ता की समस्या को पूरा करने के साथ–साथ सिस्टम की स्थिरता में सुधार करने में सक्षम होना चाहिए। बिजली की मांग की इन सभी चुनौतियों पर पूरी तरह से चर्चा नहीं की गई थी। यहां इन सभी चुनौतियों का सामना करने के लिए कृत्रिम होशियारी आधारित मशीन

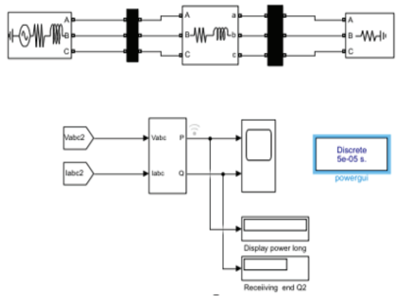
लर्निंग एल्गोरिथम का उपयोग किया जाता है। इस RFA कम्प्यूटेशनल तकनीक का उपयोग करते हुए दोलनों को व्यवस्थित होने में कम समय लगता है, सिमुलेशन तेज है और बेहतर बिजली प्रवाह परिणाम उत्पन्न होते हैं। इस प्रकार, प्रस्तावित कार्य में मौजूदा प्रणाली को बेहतर बनाने के लिए इस उत्कृष्ट एल्गोरिथम का उपयोग शामिल है।

4 कार्यप्रणाली / परीक्षण प्रणाली

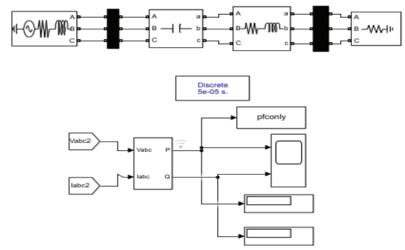
TCSC के बिना बिजली प्रवाह नियंत्रण के परीक्षण के लिए पारंपरिक और RFA आधारित TCSC के साथ निम्नलिखित परीक्षण प्रणाली विकसित की गई थी। TCSC द्वारा श्रृंखला मुआवजा 400 केवी और 400 किमी लंबी पारेषण लाइन पर प्रस्तावित कार्य में किया जाता है। लाइन को 75% मुआवजे के लिए डिज़ाइन किया गया है।रेखा का अधिष्ठापन 1.044 mH/km है। 400 km किमी लाइन का कुल अधिष्ठापन 0.4176 H है। ओम में कुल रेखा प्रतिघात 131.1929 है। 75% श्रृंखला क्षतिपूर्ति के लिए संधारित्र का मान 32.3503μF और प्रेरक का मान 0.07828 H है। अनुनाद कारक को 2 के रूप में लिया जाता है। इस प्रकार, अनुनाद कोण 45^o है। 90% मुआवजे के लिए TCSC संधारित्र और प्रेरक के मूल्य 26. 9722 μF और 0.09400 H हैं। स्थिर संधारित्र का मान 85 μF है। सिमुलेशन आरेख में ट्रांसमिशन लाइन, स्रोत, लोड, नियंत्रण प्रणाली, TCSC के लिए फायरिंग इकाई और सक्रिय शक्ति के लिए क्षेत्र, TCSC प्रतिबाधा और कोण शामिल हैं। पहले 0.5 सेकंड के लिए TCSC को बायपास किया जाता है। सिस्टम के प्रदर्शन का पहले पारंपरिक तरीकों से विश्लेषण किया जाता है जैसे कि स्थिर संधारित्र , PI नियंत्रक के साथ TCSC का उपयोग करना। सिस्टम का विश्लेषण TCSC के दो मॉड्यूल के साथ कैस्केड में प्रेरक और संधारित्र के मूल्यों के विभिन्न संयोजनों के साथ किया जाता है। फिर दूसरे काम में TCSC इंटेलिजेंट मशीन लर्निंग आधारित RFA एल्गोरिथम से लैस है। स्थिर संधारित्र और TCSC का उपयोग करके बिजली प्रवाह में सुधार के परिणाम तालिका संख्या 1 में दिए गए हैं। PI और RFA द्वारा बिजली प्रवाह में वृद्धि के परिणाम तालिका संख्या 4 में दिए गए हैं। सभी विभिन्न परिणाम दिखाए गए हैं।

4.1 सिमुलेशन आरेख

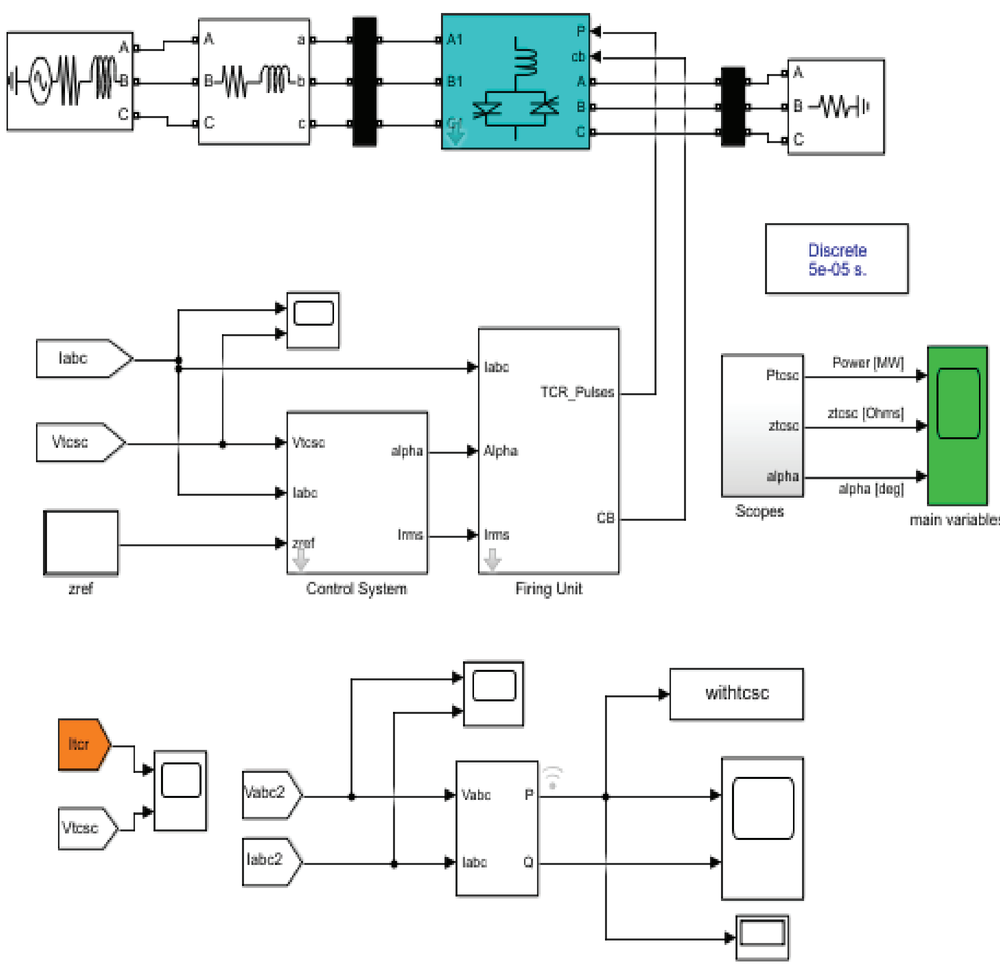
चित्र 3 बिना किसी मुआवजे के सिस्टम को दिखाता है। विभिन्न ब्लॉक तीन चरण एसी स्रोत, लोड, ट्रांसमिशन लाइन, स्कोप और डिस्प्ले हैं चित्र 4 निश्चित कैपेसिटर के साथ आरेख दिखाता है। सक्रिय और प्रतिक्रियाशील शक्ति को चित्र 3 और 4 दोनों में स्कोप में एकत्र किया जाता है। चित्र 5 TCSC के साथ सिस्टम को दिखाता है। TCSC के वोल्टेज और करंट को मापा जाता है और सिस्टम में इनपुट के रूप में फीड किया जाता है। इसका उपयोग TCSC प्रतिबाधा की गणना के लिए किया जाता है। TCSC ब्लॉक के अंदर कंट्रोल सिस्टम ब्लॉक और फायरिंग यूनिट ब्लॉक हैं। फायरिंग यूनिट में फायरिंग यूनिट ए फेज, फायरिंग यूनिट बी फेज और फायरिंग यूनिट सी फेज होती है। TCSC निरंतर प्रतिबाधा मोड में काम करता है। फायरिंग सर्किट में तीन सिंगल फेज चरण बंद लूप हैं। तुल्यकालन के लिए लाइन करंट का उपयोग किया जाता है। TCR पल्स जनरेटर एक TCR के लिए फायरिंग पल्स उत्पन्न करता है और अन्य TCR पल्स जनरेटर अन्य TCR के लिए फायरिंग पल्स उत्पन्न करता है। एक ब्लॉक है जो लाइन करंट के साथ सिंक्रोनाइज़्ड स्क्वायर–वेव उत्पन्न करता है। सकारात्मक (सिंक +) और नकारात्मक (सिंक –) संक्रमण के लिए चित्र 6 स्थिर संधारित्र और TCSC दोनों के साथ एक ही प्रणाली दिखाता



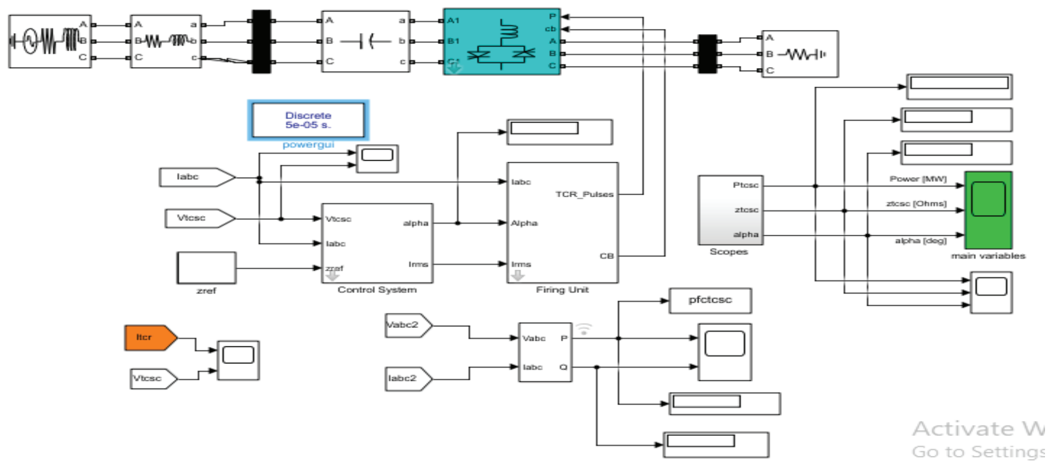
चित्र 3: मुआवजे के बिना प्रणाली



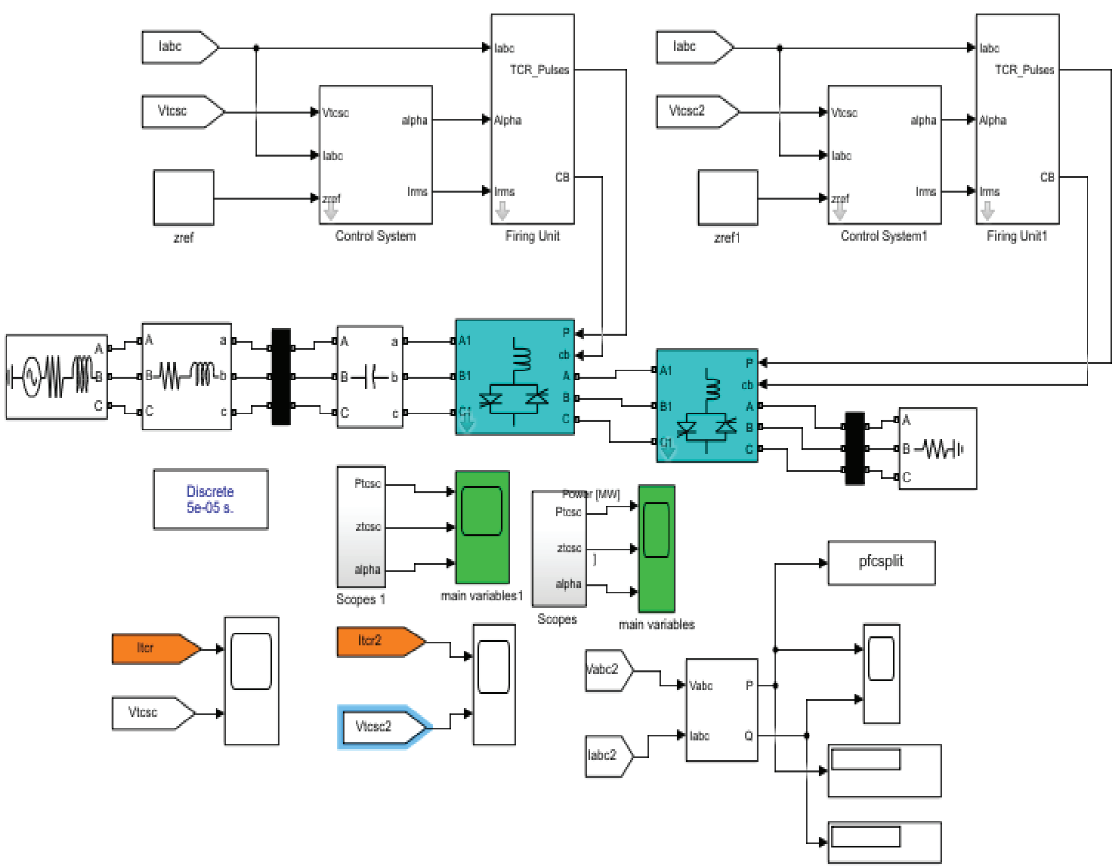
चित्र 4: केवल स्थिर संधारित्र वाला सिस्टम



चित्र 5: केवल TCSC के साथ सिस्टम



चित्र 6: स्थिर संधारित्र और TCSC दोनों के साथ सिस्टम



चित्र 7: स्थिर संधारित्र और TCSC के दो मॉड्यूल के साथ सिस्टम

है। चित्र 7 दिखाता है कि TCSC के दो मॉड्यूल कैस्केड में जुड़े हुए हैं।

5 प्रदर्शन जांच

TCSC द्वारा प्रदर्शन का विवरण पहले स्थिर संधारित्र और TCSC का उपयोग करके दिया गया है। स्थिर संधारित्र और TCSC के विभिन्न संयोजनों पर चर्चा की गई है। फिर PI और RFA के आधार पर प्रदर्शन दिया गया है।

5.1 स्थिर संधारित्र और TCSC का उपयोग करते हुए प्रदर्शन विश्लेषण

सक्रिय पावर ट्रांसफर की गणना विभिन्न मामलों के लिए की गई है और परिणाम तालिका 1 में दिखाए गई हैं। स्थिर संधारित्र, TCSC और TCSC के दो मॉड्यूल का उपयोग करके सिस्टम में पावर ट्रांसफर में वृद्धि हुई है।

तालिकाः 1 स्थिर संधारित्र और TCSC सहित सक्रिय पावर ट्रांसफर

क्रमांक संख्या		सक्रिय पावर (मेगावाट)	परिणाम और विश्लेषण
1	मुआवजे के बिना	339.44	
2	फायरिंग कोण 30^o पर TCSC के साथ	258.65	30^o कोण पर आगमनात्मक मोड में असम्पीडित मामले की तुलना में पावर ट्रांसफर कम हो जाता है
3	फायरिंग कोण 75^o पर TCSC के साथ	372.08	75^o कोण पर कैपेसिटिव मोड में असम्पीडित मामले की तुलना में पावर ट्रांसफर में वृद्धि होती है
4	स्थिर संधारित्र और TCSC के साथ फायरिंग कोण 30^o.	277.05	गैर–क्षतिपूर्ति मामले की तुलना में पावर ट्रांसफर कम हो जाता है लेकिन स्थिर संधारित्र को शामिल करने के कारण केवल TCSC का उपयोग करने से अधिक होता है
5	स्थिर संधारित्र और TCSC के साथ फायरिंग कोण 75^o	380.55	गैर–क्षतिपूर्ति मामले की तुलना में पावर ट्रांसफर में वृद्धि, लेकिन स्थिर संधारित्र को शामिल करने के कारण केवल TCSC का उपयोग करने से अधिक होती है
6.	स्थिर संधारित्र और TCSC के दो मॉड्यूल के साथ। TCSC प्रेरक और संधारित्र के दो मॉड्यूल की रेटिंग सामान्य TCSC प्रेरक और संधारित्र के समान है।	385.10	पावर ट्रांसफर बढ़ जाता है क्योंकि इसमें स्थिर संधारित्र और TCSC के दो मॉड्यूल होते हैं। दोनों की रेटिंग सामान्य TCSC जैसी ही है।

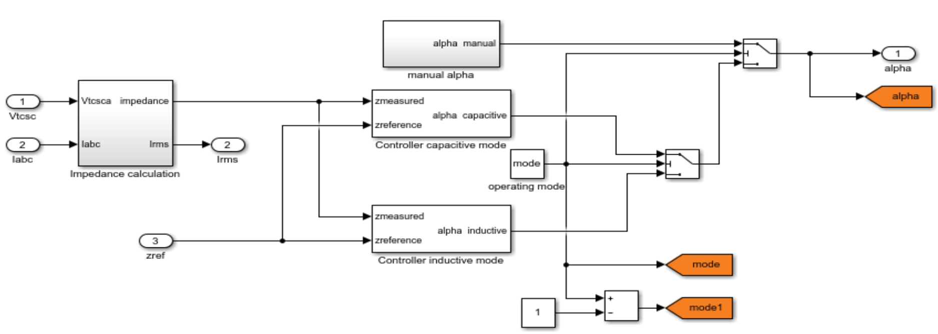
7.	स्थिर संधारित्र और TCSC के दो मॉड्यूल के साथ। प्रारंभ करनेवाला प्रेरक का मान सामान्य TCSC के प्रेरक के मान से आधा रखा जाता है। संधारित्र का मान सामान्य TCSC के संधारित्र के मान से दोगुना होता है। यह TCSC के दोनों दो मॉड्यूल के लिए किया जाता है।	380.55	स्थिर संधारित्र और TCSC के दो मॉड्यूल का उपयोग करने के कारण पावर ट्रांसफर बढ़ जाता है। लेकिन प्रेरक और संधारित्र के मूल्यों के कारण दो मॉड्यूल सामान्य TCSC की तरह व्यवहार करते हैं

5.2 पारंपरिक PI आधारित TCSC

एक PI नियंत्रक एक फीडबैक कंट्रोल लूप है जो एक सिस्टम के आउटपुट के बीच अंतर को लेकर एक त्रुटि संकेत की गणना करता है। पावर सिस्टम में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न पारंपरिक नियंत्रक हैं। फायरिंग कोणों की ट्यूनिंग PI नियंत्रक द्वारा की जाती है। नियंत्रक को ठीक से ट्यून करने से प्रतिबाधा त्रुटि कम हो जाती है और यह सिस्टम में बिजली के प्रवाह को बढ़ाता है। प्रतिबाधा त्रुटि मापी गई प्रतिबाधा और सिस्टम को दिए गए संदर्भ प्रतिबाधा के बीच का अंतर है। प्रदर्शन में सुधार के लिए सिस्टम को ठीक से ट्यून करना आवश्यक है और स्थिरता। सिमुलेशन सिस्टम में एक PI कंट्रोलर ब्लॉक, प्रतिबाधा माप ब्लॉक, फायरिंग यूनिट सबसिस्टम होता है। फायरिंग यूनिट सबसिस्टम ब्लॉक में फायरिंग यूनिट फेज ए, फायरिंग यूनिट फेज बी और फायरिंग यूनिट फेज सी के लिए ब्लॉक होते हैं। इसमें तीन पीएलएल होते हैं। फायरिंग सर्किट सबसिस्टम और यह लाइन करंट के साथ सिंक्रोनाइज़ होता है। लाइन वोल्टेज की तुलना में लाइन करंट का उपयोग सिंक्रोनाइज़ेशन के लिए किया जाता है। PI नियंत्रक प्रतिबाधा में परिवर्तन के अनुसार TCSC के फायरिंग कोण को ठीक से समायोजित करता है। इसके बाद फायरिंग कोण के अनुसार बिजली हस्तांतरण को नियंत्रित करेगा।

5.3 PI नियंत्रक पर आधारित नियंत्रण प्रणाली सबसिस्टम का आंतरिक विवरण

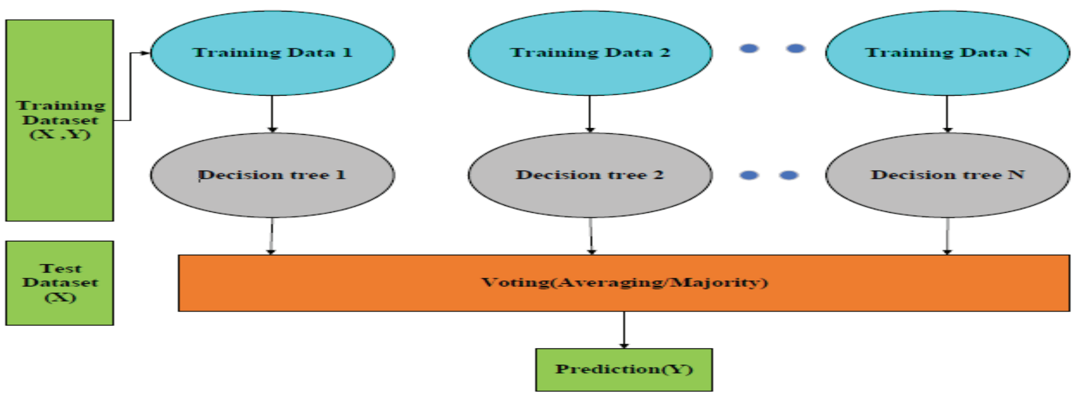
PI नियंत्रक के आंतरिक विवरण में विभिन्न ब्लॉक होते हैं जैसा कि चित्र 8 में दिखाया गया है। ये प्रतिबाधा नियंत्रण ब्लॉक और आगमनात्मक और कैपेसिटिव मोड नियंत्रण के लिए ब्लॉक हैं। मोड बदलने के लिए टॉगल स्विच है।च्प् कंट्रोलर को ठीक से ट्यून करने से लाइन में TCSC का उपयोग करके पावर फ्लो में सुधार होता है।



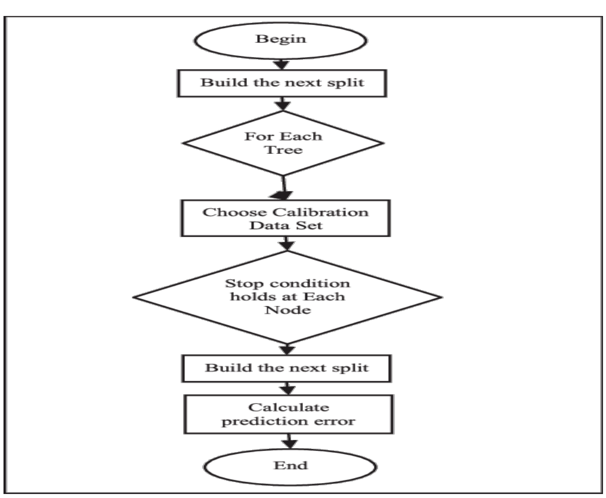
चित्र 8: PI आधारित नियंत्रक

5.4 रैंडम फ़ॉरेस्ट क्रियाविधि

RFA वर्गीकरण और प्रतिगमन के लिए उच्च कम्प्यूटेशनल क्षमताओं पर्यवेक्षित मशीन लर्निंग एल्गोरिथम है। यह एन्सेम्बल लर्निंग की अवधारणा पर आधारित है, जो एक जटिल समस्या को हल करने और मॉडल के प्रदर्शन में सुधार करने के लिए कई वर्गीकरणों को संयोजित करने की प्रक्रिया है। यहां व्यक्तिगत नमूना मॉडल के संयुक्त परिणामों पर भविष्यवाणियां की जाती हैं। पहले निर्णय वृक्ष पद्धति का उपयोग किया जाता था जो प्रशिक्षित डेटा के साथ प्रभावी ढंग से काम करती थी, लेकिन इस पद्धति ने डेटा के परिणामों को पकड़ लिया जो तब परीक्षण डेटा में परिलक्षित होता है। इसलिए परिणाम प्रशिक्षित डेटा से प्रभावित होते हैं। Random Forest इसके विपरीत विधि है, डेटा सेट का प्रशिक्षण बैगिंग विधि द्वारा किया जाता है। इस पद्धति का उपयोग भविष्यवाणियों में भिन्नता को कम करने के लिए किया जाता है। इसमें दिए गए डेटा सेट के विभिन्न नमूनों पर निर्मित कई निर्णय वृक्षों के परिणामों को संयोजित किया जाता है। RFA पद्धति में निर्णय वृक्ष विधि की कमियों को दूर किया जाता है। RFA AI तकनीकों से संबंधित है। रेंडम फ़ॉरेस्ट क्रियाविधि नीचे दिए गए चित्र 9 में दी गई है (9)।



चित्र 9: रैंडम फ़ॉरेस्ट क्रियाविधि

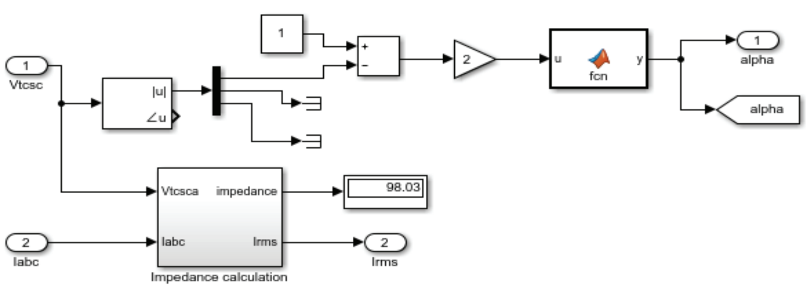


चित्र 10: RFA प्रवाह चार्ट

निर्णय लेने के लिए डेटा को विभाजित करने के लिए कई प्रश्न पूछे जाते हैं। डेटा के प्रत्येक विभाजन पर डेटा सेट के बारे में जानकारी प्राप्त की जाती है। इससे मॉडल की भविष्यवाणी क्षमता में वृद्धि हुई। निर्णय वृक्षों में डेटा की अधिकता की समस्या का समाधान RFA पर आधारित निर्णय वृक्षों द्वारा किया जाता है। RFA एल्गोरिथ्म के लिए प्रवाह चार्ट चित्र 10 में दिखाया गया है।

5.5 RFA आधारित TCSC

यहां एक कॉy फ़ंक्शन बनाया गया है। कार्यक्षेत्र में उलकंजं.उंज फ़ाइल से पावर और कोण का डेटा लोड किया गया है। वेरिएबल X को मेगावाट में पावर के लिए चुना गया है और वेरिएबल Y को डिग्री में आउटपुट फायरिंग कोण के लिए चुना गया है। पावर के मूल्यों को TCSC विशेषताओं के अनुसार चुना जाता है कि आगमनात्मक वर्नियर क्षेत्र में विद्युत प्रवाह घटता है और कैपेसिटिव वर्नियर क्षेत्र में वृद्धि होती है जैसे कि मेगावाट में पावर = (390 380 340 340 320 300 590 580 570 560) और डिग्री में फायरिंग कोण = (0 10 20 30 40 50 60 70 80 90)। इस इनपुट डेटा को सिस्टम में लोड किया जाता है और RFA की वर्गीकरण पद्धति का प्रदर्शन किया जाता है। निर्णय वृक्षो का एक बैग बनाने के लिए इस फ़ंक्शन में ट्री बैगर वर्ग का उपयोग किया जाता है। ट्री बैगर के प्रयोग से वृक्षो को आकार में और गहरा किया जाता है। इसलिए इसका उपयोग कार्य में किया जाता है। बूटस्ट्रैपिंग के लिए चुने गए बैग की संख्या 60 है। डेटा से विभिन्न नमूने लिए जाते हैं और कई निर्णय वृक्ष तैयार किए जाते हैं। जैसा कि उपरोक्त फ़ंक्शन में वर्गीकरण का उपयोग किया जाता है, इसलिए निर्णय के लिए अधिकांश वोट लिए जाते हैं। डिफ़ॉल्ट रूप से न्यूनतम पत्ती का आकार 1 है। अनुकूलन के बाद प्राप्त वर्ग नाम वेरिएबल Y के कोण हैं। RFA द्वारा फायरिंग कोण 78^{o} पाया जाता है जैसा कि चित्र संख्या 12 में दिखाया गया है। यह फायरिंग कोण MATLAB फ़ंक्शन का उपयोग करके TCSC के साथ सिस्टम की सिमुलेशन फ़ाइल को सौंपा गया है। इस फ़ंक्शन ने EVALIN और ASSIGNIN कमांड और कार्यक्षेत्र के डेटा का उपयोग किया। फ़ंक्शन के अंदर लूप के लिए बनाया गया है जो उपयुक्त फायरिंग दालों को TCSC सिस्टम में सेट करता है जो अंततः RFA द्वारा अधिकतम पावर ट्रांसफर क्षमता में सुधार करता है (13)।



चित्र 11: RFA आधारित TCSC के लिए सिमुलेशन आरेख का आंतरिक विवरण

चुने गए विभिन्न मापदंडों के ट्रीबैगर मान चित्र 12 में दिखाए गए हैं। इस चित्र में X और Y दो प्रशिक्षण चर हैं। परिणाम MATLAB से उत्पन्न होता है।

```
TreeBagger
Ensemble with 60 bagged decision trees:
                    Training X:              [30x4]
                    Training Y:              [30x1]
                        Method:      classification
                 NumPredictors:                   4
         NumPredictorsToSample:                   2
                   MinLeafSize:                   1
                 InBagFraction:                   1
         SampleWithReplacement:                   1
          ComputeOOBPrediction:                   1
 ComputeOOBPredictorImportance:                   0
                     Proximity:                  []
                    ClassNames: ''seventy eight''        'eighty'

ans =

  1×1 cell array

    {''seventy eight''}
```

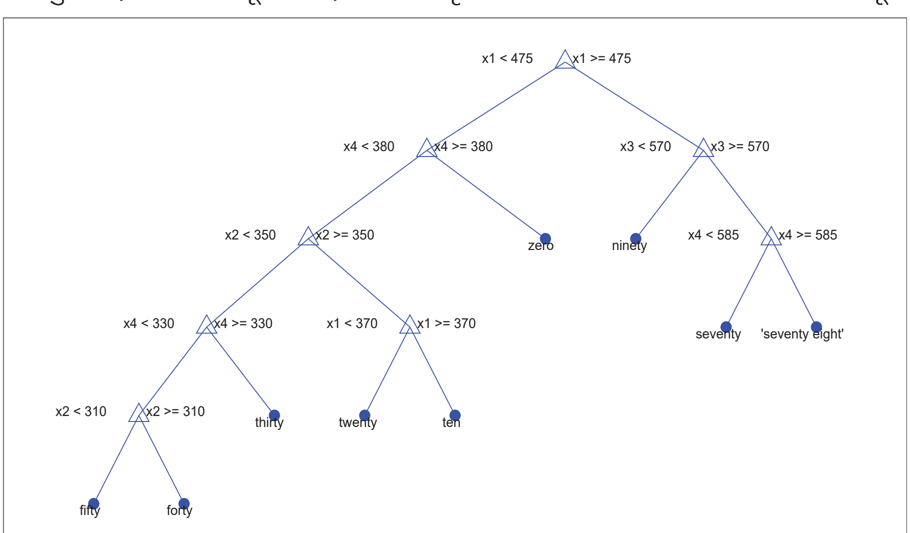
चित्र 12: RFA में ट्रीबैगर के परिणाम

एक निर्णय वृक्ष एक पेड़ के रूप में एक समस्या का प्रतिनिधित्व करने का तरीका है। वृक्ष में सभी संभावित समाधानों का प्रतिनिधित्व किया जाता है और कुछ शर्तों के आधार पर अंतिम परिणाम उत्पन्न होता है। वर्गीकरण पद्धति RFA द्वारा निर्णय वृक्ष बनाया गया है। निर्णय वृक्ष को दो तरह से दर्शाया गया है जैसा कि चित्र 13 और चित्र 14 में दिखाया गया है। पूरे डेटा सेट का उपयोग बैगेड एन्सेम्बल लर्निंग के आधार पर वर्गीकरण वृक्ष को प्रशिक्षित करने के लिए किया जाता है।

```
Decision tree for classification
 1  if x1<475 then node 2 elseif x1>=475 then node 3 else ninety
 2  if x4<380 then node 4 elseif x4>=380 then node 5 else thirty
 3  if x3<570 then node 6 elseif x3>=570 then node 7 else ninety
 4  if x2<350 then node 8 elseif x2>=350 then node 9 else thirty
 5  class = zero
 6  class = ninety
 7  if x4<585 then node 10 elseif x4>=585 then node 11 else seventy
 8  if x4<330 then node 12 elseif x4>=330 then node 13 else thirty
 9  if x1<370 then node 14 elseif x1>=370 then node 15 else twenty
10  class = seventy
11  class = 'seventy eight'
12  if x2<310 then node 16 elseif x2>=310 then node 17 else fifty
13  class = thirty
14  class = twenty
15  class = ten
16  class = fifty
17  class = forty
```

चित्र 13: निर्णय वृक्ष प्रकार 1

नोड को विभाजित करने के रूप में निर्णय वृक्ष नीचे दिखाया गया है। RFA डेटा को संसाधित करता है और डेटा से यादृच्छिक रूप से कुछ नमूनों का चयन करता है और इसका उपयोग प्रशिक्षण के लिए किया जाता है। चुने गए डेटा के नमूनों से एक निर्णय वृक्ष बनता है। फायरिंग कोण का अंतिम मूल्य RFA से उत्पन्न होता है। वर्गीकरण प्रकार की समस्याओं के लिए निर्णय वृक्ष सर्वोत्तम कार्य करते हैं। एल्गोरिथ्म आसान और सरल है। परिणाम बहुत तेज़ और समझने में आसान हैं।



चित्र 14: निर्णय वृक्ष प्रकार 2

5.6 पारंपरिक और RFA आधारित TCSC का उपयोग करके सक्रिय शक्ति का प्रदर्शन विश्लेषण

मुआवजे के बिना सक्रिय बिजली हस्तांतरण 339.44 मेगावाट है।

तालिका 2: कैपेसिटिव मोड में पारंपरिक TCSC के साथ विद्युत प्रवाह

क्रम संख्या	कोण (डिग्री)	शक्ति (मेगावाट)	प्रतिबाधा (ओम)
1	59	381.88	87.56
2	60	381.83	87.53
3	65	380.99	85.13
4	70	380.52	83.52
5	73	380.08	82.45
6	80	379.95	82.03
7	85	379.90	81.86
8	90	379.84	81.84

तालिका 3: आगमनात्मक मोड में पारंपरिक TCSC के साथ विद्युत प्रवाह

क्रम संख्या	कोण (डिग्री)	शक्ति (मेगावाट)	प्रतिबाधा (ओम)
1	0	310.86	46.32
2	10	290.76	55.67
3	20	286.77	83.59
4	25	274.08	101.20
5	30	258.65	126.20
6	35	232.43	164.00
7	40	196.59	222.40

तालिका 4: विभिन्न नियंत्रकों से सक्रिय शक्ति का परिणाम

क्रम संख्या	नियंत्रक	सक्रिय शक्ति प्राप्त करने वाले छोर पर (मेगावाट)
1	TCSC के बिना	339.44
2	PI आधारित TCSC के साथ	380.03
3	RFA आधारित TCSC के साथ	385.00

तालिका 5: निर्णय वृक्ष तथा रैंडम फ़ॉरेस्ट की सटीकता

क्रम संख्या	विधि	सटीकता (%)
1	निर्णय वृक्ष	94.00
2	रैंडम फ़ॉरेस्ट	97.04

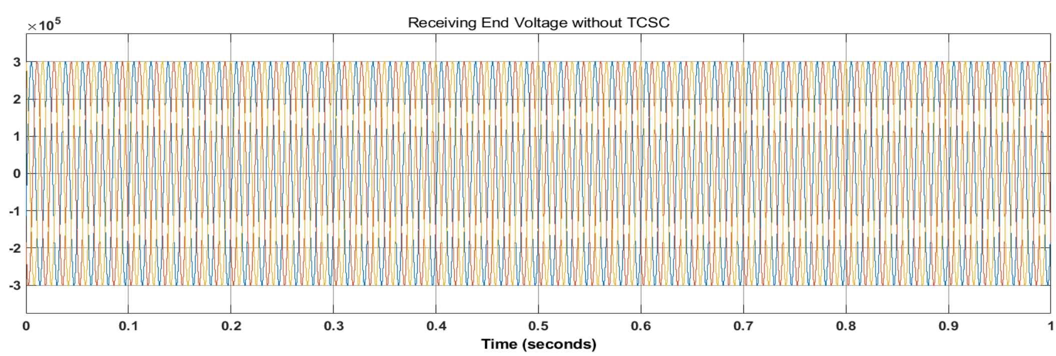
5.7 परिणाम और चर्चा / संभावित अनुप्रयोग

तालिका 3 और 4 के मूल्यों से यह स्पष्ट है कि आगमनात्मक मोड में विद्युत प्रवाह घटता है और कैपेसिटिव मोड में विद्युत प्रवाह की वृद्धि होती है। कैपेसिटिव मोड में प्रतिबाधा कम हो जाती है और आगमनात्मक मोड में प्रतिबाधा बढ़ जाती है। अनुनाद क्षेत्र में अर्थात आगमनात्मक और कैपेसिटिव क्षेत्रों के बीच बिजली हस्तांतरण निषिद्ध है। TCSC का यह लाभ है कि TCSC के फायरिंग कोणों को समायोजित करके लोड की स्थिति के अनुसार बिजली हस्तांतरण को बढ़ाने और घटाने के लिए किया जाता है। TCSC के बिना सिस्टम के सिमुलेशन आरेखों से, RFA का उपयोग करके PI और TCSC पर आधारित TCSC के साथ सिस्टम में सक्रिय पावर ट्रांसफर का परिणाम तालिका 4 में दिया गया है। तालिका संख्या 4 से यह देखा जाता है कि RFA आधारित TCSC का उपयोग करना सिस्टम में अधिकतम सक्रिय पावर ट्रांसफर है। यह TCSC मशीन लर्निंग आधारित है। तालिका 5 निर्णय वृक्ष और RFA की सटीकता को दर्शाता है। RFA का लाभ यह है कि यह निर्णय वृक्ष की डेटा समस्या को

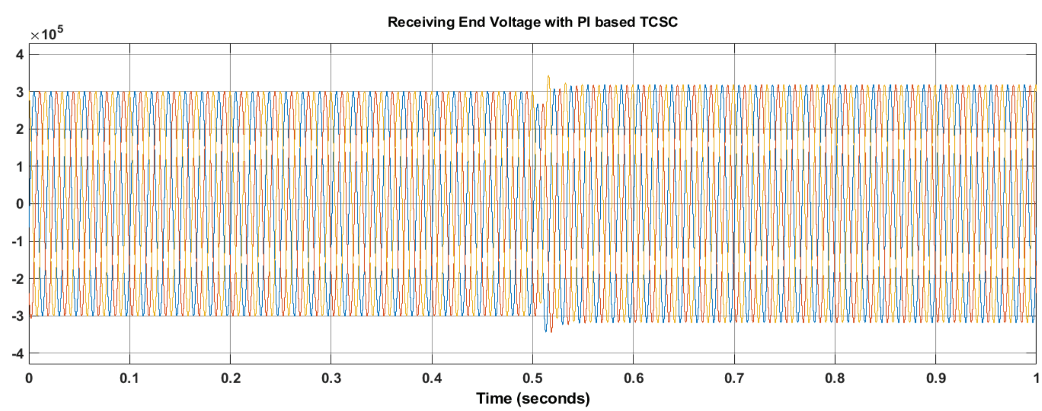
ओवरफिट करने का ध्यान रखता है। निर्णय वृक्ष विधि की सटीकता RFA विधि की तुलना में कम पाई जाती है। RFA पर आधारित इस नियंत्रक का उपयोग विभिन्न बिजली चुनौतियों का सामना करने के लिए सिस्टम में सफलतापूर्वक किया जाता है।

5.8 TCSC के बिना और तीन प्रकार के नियंत्रकों के आधार पर TCSC के साथ प्राप्त करने वाले छोर पर वोल्टेज में भिन्नता का प्लॉट।

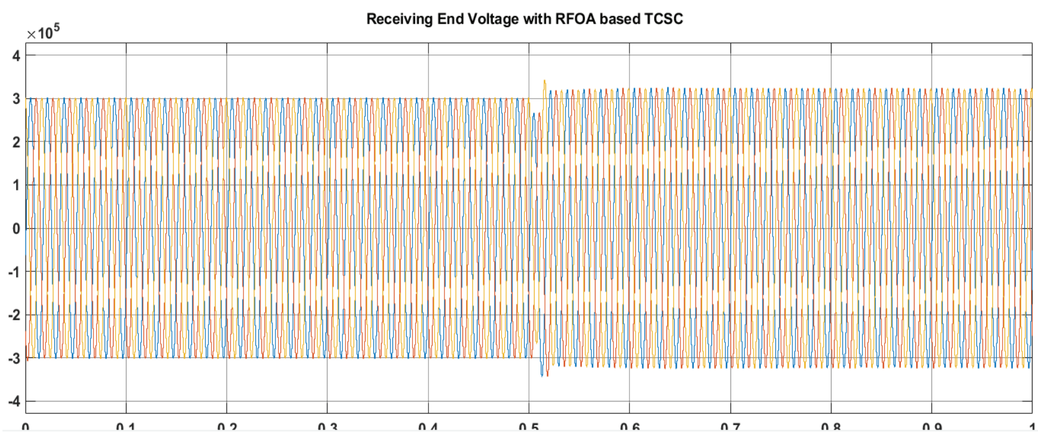
प्राप्त अंत वोल्टेज विभिन्न नियंत्रकों के लिए प्लॉट किया गया है। चित्र 15 सिस्टम में किसी भी नियंत्रक के बिना वोल्टेज दिखाता है। फिर चित्र (16),(17) में विभिन्न नियंत्रकों के साथ प्राप्त करने वाले अंत में वोल्टेज दिखाया गया है। TCSC को पहले 0.5 सेकंड के लिए बायपास किया जाता है। वोल्टेज RFA आधारित TCSC नियंत्रक के साथ अधिकतम है जो दर्शाता है कि RFA एक उत्कृष्ट मशीन लर्निंग एल्गोरिदम है:



चित्र 15: TCSC के बिना वोल्टेज प्राप्त करना



चित्र 16:PI नियंत्रक के साथ वोल्टेज प्राप्त करना



चित्र 17:RFA आधारित नियंत्रक के साथ वोल्टेज प्राप्त करना

6 निष्कर्ष

प्रस्तावित कार्य में FACTS डिवाइस TCSC का उपयोग सिस्टम में पावर फ्लो को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। TCSC को PI नियंत्रक का उपयोग करके और फिर मशीन लर्निंग एल्गोरिदम–आधारित नियंत्रक का उपयोग करके डिजाइन किया गया है। आगमनात्मक मोड में बिजली का बहाव कम होता है और कैपेसिटिव मोड में बिजली का बहाव बढ़ता है। स्थिर संधारित्र और TCSC के विभिन्न संयोजनों के साथ बिजली प्रवाह के परिणाम तालिका 1 में दिए गए हैं। TCSC के दो मॉड्यूल सक्रिय शक्ति को बढ़ाने के लिए उपयोग किए जाते हैं। फिर अगले कार्य में RFA आधारित TCSC कंट्रोलर का प्रयोग किया जाता है। इस TCSC का उपयोग करके सिस्टम में अधिक सक्रिय बिजली का बहाव होता है। RFA में उत्कृष्ट कम्प्यूटेशनल क्षमताएं हैं और निर्णय की सबसे बड़ी समस्या का समाधान करती हैं। फायरिंग कोण का उचित मूल्य उत्पन्न होता है और डिज़ाइन किए गए फ़ंक्शन द्वारा और सुधार किया जाता है जिससे सिस्टम में बिजली का प्रवाह अधिकतम हो जाता है। इस RFA नियंत्रक का उपयोग विभिन्न बिजली समस्याओं और चुनौतियों को हल करने और कम करने के लिए किया जाता है। पारंपरिक और साथ ही RFA के आधार पर दोनों प्रकार के नियंत्रकों का उपयोग करके सिस्टम की दक्षता में सुधार किया जाता है। लेकिन RFA के साथ सर्वोत्तम परिणाम उत्पन्न होते हैं। RFA की सटीकता निर्णय ट्री आधारित एल्गोरिथम से बेहतर है। चूंकि RFA आधारित नियंत्रक के साथ अधिक बिजली हस्तांतरण है, नई लाइनों में निवेश करने की कोई आवश्यकता नहीं है और उपयोगिता और उपभोक्ताओं पर अनावश्यक वित्तीय बोझ से राहत मिलेगी। देश का चहुंमुखी आर्थिक और सुदृढ़ विकास होगा।

7. भविष्य के अनुसंधान निर्देश

यह काम विभिन्न मल्टीमशीन बस सिस्टम तक बढ़ाया जा सकता है। काम का विश्लेषण विभिन्न गुंजयमान कारकों के साथ किया जा सकता है। सिस्टम का टोटल हार्मोनिक डिस्टोर्शन और लोड फ्लो विश्लेषण दो प्रकार के TCSC के बिना और उसके उपयोग के साथ किया जा सकता है। कार्य प्रणाली में दोषों को शामिल करने के साथ किया जा सकता है दोष शक्ति के सामान्य प्रवाह में बाधक हैं। इसलिए मशीन लर्निंग का उपयोग करके दोषों वाले सिस्टम के प्रदर्शन में सुधार किया जा सकता है

८. स्वीकृति

लेखक इस काम को पूरा करने के लिए विस्तारित समर्थन प्रदान करने के लिए इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिंग विभाग, घोसिया कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग के प्रिंसिपल को ईमानदारी से धन्यवाद व्यक्त करना चाहते हैं।

९. अंग्रेजी शब्दों के साथ कागज में प्रयुक्त हिंदी शब्दों की तालिका

English	Hindi
Artificial Intelligence	कृत्रिम होशियारी
Control System	नियंत्रण प्रणाली
Controller	नियंत्रक
Inductive mode	आगमनात्मक मोड
Machine Learning	यंत्र अधिगम
Power transfer	विद्युत शक्ति हस्तांतरण
Proportional Integral	आनुपातिक इंटीग्रेटर
Thyristor Controlled Series Capacitor	थाइरिस्टर नियंत्रित श्रृंखला संधारित्र
Transmission lines	पारेषण लाइनें
Random Forest Algorithm	यादृच्छिक वन एल्गोरिथम

१०. सन्दर्भ सूची

1. R.Mohan Mathur,Rajiv K.Varma, "Thyristor-based Flexible AC Transmission System Controllers for Electrical Transmission Systems ",IEEE Press, Wiley India Pvt. Ltd.,New Delhi,(2016).
2. Anjali Rakhonde,Shreya Mukkawar, Megha Wankhade , "Simulation and Performance Analysis of FACTS Controllers in Transmission line", International Journal of Advance Engineering and Research Development,Volume.5, Issue-3, pp.2348-6406,(2018).
3. S. Meikandasivam, D.Vijaya Kumar, Rajesh Kumar Nema, Shailendra Kumar Jain, " Investigation of Split TCSC on Kanpur-Ballabhgarh Transmission System", International Journal of Electrical and Computer Engineering, Volume. 8,Issue No.1.pp 76-83,(2014).
4. Arman Fathollahi , Abbas Kargar , Sayed Yaser Derakhshandeh," Enhancement of power system transient stability and voltage regulation performance with decentralized synergetic TCSC controller", International Journal of Electrical Power and Energy Systems , pp.1-11,(2021).
5. Ashraf Mohamed Hemeida, Mohamed M. Hamada , Youssef A. Mobarak A. El-Bahnasawy , Mohamed G. Ashmawy, Tomonobu Senjyu , "TCSC with auxiliary controls-based voltage and reactive power controls on grid Power System ",Ain Shams Engineering Journal , Volume -11 , pp. 587–609,(2020).
6. Okumu Cephas, Akshay A. Pandya , "Analysis of fault location in a transmission line with and without TCSC ",3rd International Conference on Advances in Power Generation from Renewable Energy Sources, pp 1-12,(2019).
7. Salah Kamel , Mohamed Abokrisha, Ali Selim , Francisco Jurado , "Power flow control of power systems based on a simple TCSC model" , Ain Shams Engineering Journal,Volume-12,pp. 2781–2788,(2021).
8. Hamed Fasihipour, Saeed Seyedtabaii," Fault detection and faulty phase(s)identification in TCSC compensated transmission lines",IET Generation, Transmission & Distribution , Volume. 14,Issue. No. 6, pp. 1042-1050,(2020).
9. Niva Mohapatra, K. Shreya , Ayes Chinmay, "Optimization of the Random Forest

Algorithm Springer Nature Singapore Pvt. Ltd", Advances in Data Science and Management, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Volume 37,pp.201-208,(2020).

10. Mona Bhatnagar, Suyash Kumar, Chetana Jain, "Understanding the COVID-19 Pandemic Using the Machine Learning Techniques" , Vigyan Prakash, Research Journal of Science and Technology , Volume. 19, Issue No. 4,pp 20-29,(2021).
11. Deepesh Bhati," Fault Detection and Classification System on Transmission Lines Using Artificial Neural Network", Vigyan Prakash, Research Journal of Science and Technology, Volume. 19, Issue 1, pp. 31-37,(2021)
12. Ajay Kumar Bansal, Vikas Garg, Particle Swarm Optimization based Artificial Neural Network for Wind Speed Forecasting," Vigyan Prakash, Research Journal of Science and Technology , Volume. 19, Issue 1-2,pp.21-31,(2021).
13. Nazmus Sakib Akash, Shakir Rouf, Sigma Jahan, Amlan Chowdhury, Amitabha Chakrabarty , Jia Uddin," Botnet Detection in IoT Devices Using Random Forest Classifier with Independent Component Analysis ",Journal of Information and Communication Technology,Volume. 21,Issue. 2 , pp. 201-232,(2022).

कटपयआदि विधि से स्मरण-सुगम श्लोक रचना

वेदांग ज्योतिष में गणित का स्थान सर्वोपरि (मूधन्य) बताया गया है -

यथा शिखा मयूराणां नागानां मणयो यथा।
तद्वद् वेदांगशास्त्राणां गणितं मूर्ध्नि संस्थितम् ॥ -- (वेदांग ज्योतिष - ५)

(जिस प्रकार मोरों के सिर पर शिखा और नागों के सिर में मणि सर्वोच्च स्थान में होते हैं उसी प्रकार वेदांगशास्त्रों में गणित का स्थान सबसे उपर (मूर्धन्य) है।

गणित सूत्रों और बड़ी संख्याओं को याद करने में सुगम बनाने के लिए श्लोकों की रचना की जाती थी । इनसे सूत्र और बड़ी संख्याओं को याद करना आसान हो जाता है । क-ट-प-य-आदि (कटपयादि) तरीके से केरल में श्लोक लिखे गए । त्रिकोणमिति के सूत्रों के लिए स्मरण सुगम श्लोकों की रचना की ।

भगवान कृष्ण की स्तुति श्लोक -

गोपीभाग्यमधुव्रात- षुङ्गिशोदधिसन्धिग। खलजीवितखाताव गलहालारसंधर ॥

अर्थात् - हे कृष्ण, गोपियों के भाग्य, राक्षस मधु का वध करने वाले , पशुओं के रक्षक, जिसने समुद्र की गहराई नापी है, दुर्जनों के नाशक, जिसके कंधे पर हल है और जो अमृत धारण करते हैं, रक्षा करो!

इस श्लोक में गणित कहां है? इसे कटपयादि पद्धति से मालूम करते हैं । कटपयादि पद्धति

क , ग, ज, आदि अक्षर हैं । इनका मान कटपयादि (क ट प य आदि) पद्धति में इस प्रकार है –

हलंत वर्ण , स्वर का मान नहीं होता । मिश्र अक्षर (CV/CCV : Syllable) का मान मूल अक्षर का ही होगा । गोपीभाग्य वाले शब्द से ग, प, भ... ऐसे. ये भगवान् कृष्ण वाला श्लोक भी पाई (π) का ही मान देगा 3.14159265358979323846264338327792

गो 3 पी 1 भा 4 ग्य 1 म 5 धु 9 व्रा 2 त 2
षु 6 ङ्गि 3 शो 5 द 8 धि 9 स 7 न्धि 9 ग 3
ख 2 ल 3 जी 8 वि 4 त 6 खा 2 ता 6 व 4
ग 3 ल 3 हा 8 ला 3 र 2 सं 7 ध 9 र 2 ॥

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
क	ख	ग	घ	ङ	च	छ	ज	झ	ञ
ट	ठ	ड	ढ	ण	त	थ	द	ध	न
प	फ	ब	भ	म	-	-	-	-	-
य	र	ल	व	श	ष	स	ह	-	-

14वी शताब्दी में माधवाचार्य ने कटपयादि सिस्टम में एक टेबल बनाई थी. उन्होंने 90 डिग्री कोण के 24 टुकड़े किए। हर टुकड़े के ज्या (Sine) का मान श्लोक से मिलता है । इसे माधवाचार्य की ज्या सारणी कहते हैं । पहले टुकड़े के ज्या मान के लिए श्लोक है - 'श्रेष्ठं नाम वरिष्ठानां' कटपयादी से मान है : 22 05 4220 इसे रिवर्स करके एक अन्य फॉर्मूले से 3.75 डिग्री के ज्या Sine(3.75) = 0.06540314 . इसी प्रकार कोण बढ़ाते हुए 90 डिग्री के ज्या का मान 1.0000000 मिलेगा । Reference: www.thelallantop.com/lallankhas/post/katapayadi-system

ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के मानकीकरण के लिए यूवी स्पेक्ट्रोस्कोपिक विधि का मान्यकरण

Validation of UV Spectroscopic Method for the Standardization of Jwarhara Kwatha Churna

राहुल कुमार मौर्य[1]',तिरुपतैय्या बी[1],लक्ष्मीनारायण मिश्रो[1],तुलसी आर[1],
रोहित केएस[1], गौरव पाण्डेय[1], सरिता कुशवाहा[2]
Rahul Kumar Maurya[1*], Thirupataiah B[1], Lakshminarayana Misro[1],
Thulasi R[1], Rohit K S[1], Gaurav Pandey[1], Sarita Kushwaha[2]
[1]National Ayurveda Research Institute for Panchakarma,
Cheruthuruthy, Thrissur, Kerala, India, 679 531
[2]Government College Umranala, Chhindwara, MP, 480 111
mauryabrahul@gmail-com

सारांशः

शोध कार्य का उद्देश्य एक मानक के रूप में पाइपरिन (piperine) का उपयोग करके ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के मानकीकरण के लिए पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि (UV spectroscopic method) का मान्यकरण (validation) करना है। विलायक (solvent) के रूप में मेथनॉल का उपयोग कर पराबैंगनी वर्णक्रममापी (UV spectrophotometer) द्वारा पाइपरिन का विश्लेषण (analysis) 343 nm के तरंगदैर्घ्य (wavelength) पर किया गया। पाइपरिन के लक्षणों (characters) को पराबैंगनी और एफटी–आईआर वर्णक्रममापी (FT-IR spectroscopy) से ज्ञात किया गया। पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि का मान्यीकरण रैखिकता (linearity), परिमाण ीकरण की सीमा (limit of quantification) और पता लगाने की सीमा (limit of detection), परिशुद्धता (accuracy) एवं सटीकता (precision), दृढ़ता (robustness) एवं कठोरता (ruggedness) के आधार पर किया गया। विकसित विधि की संवेदनशीलता (sensitivity) का अनुमान परिमाणीकरण की सीमा/limit of quantification (1.5298 μg/ml) और पता लगाने की सीमा/ limit of detection (0.5049 μg/ml) द्वारा लगाया गया। रैखिकता 0.999 के प्रतिगम गुणांक (regression coefficient) के साथ 2–10 μg/ml की सीमा में देखी गई। परिशुद्धता 99.08–101.78% पाई गयी, अन्तःदिवसीय और अंतर्दिवसीय परिशुद्धता (intra and inter day precision) क्रमशः 0.2255 और 0.0749% सापेक्षिक मानक विचलन/relative standard deviation प्राप्त हुई, इससे यह अनुमान लगता है कि विधि आईसीएच दिशानिर्देशों (ICH guideline) के अनुसार मान्य है, और सभी प्राप्त मापदंड सीमाओं के अंतर्गत हैं। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण तथा अन्य सभी आयुर्वेदिक दवाइयाँ जिनमें पाइपरिन पाया जाता है, उन सभी में पाइपरिन का अनुमान लगाने के लिए विकसित विधि परिशुद्ध, रैखिक, मजबूत और सटीक है।

Abstract:

The objective of the research work is to validate the UV spectroscopic method for the standardization of Jwarhara Kwatha Churna by using Piperine as a marker. The analysis of Piperine was carried out by UV spectrophotometer at the wavelength of 343 nm and methanol was used as a solvent. Piperine was characterized by UV and FT-IR Spectroscopy. The UV spectroscopic method was validated by the value of linearity, limit of quantification & detection, precision, accuracy,

robustness, and ruggedness. The sensitivity of the developed method was estimated by the LOQ (1.5298 µg/ml) and LOD (0.5049 µg/ml). The linearity was observed in the range of 2-10 µg/ml with a regression coefficient of 0.999. The accuracy was 99.08-101.78%, Intra and Inter day precision was 0.2255 and 0.0749 % RSD respectively, it indicates that the method was validated as per ICH guidelines, and all the obtained parameters are under the limits.

The developed method was precise, linear, robust and accurate to estimate Piperine in Jwarhara Kwatha Churna and other ayurvedic preparations contain Piperine.

मुख्य शब्द : पाइपरिन, ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण, एफटी–आईआर और पराबैंगनी वर्णक्रममापी, मानकीकरण.

Keywords: Piperine, Jawarhara Kwatha churna, FT-IR, UV Spectroscopy, standardization.

परिचयः

आयुर्वेदिक औषधीय प्रणाली, विभिन्न नैदानिक अनुप्रयोग (clinical application) के लिए वैश्विक स्तर पर स्वीकृत प्राचीन विज्ञान है (1)। आयुर्वेदिक उत्पाद मुख्य रूप से विभिन्न प्रकार के प्राकृतिक स्रोतों से निर्मित होते हैं। बहुवानस्पतिक उत्पाद (polyherbal formulation) नैदानिक स्वास्थ्य (clinical health) और सुखद जीवन को बनाए रखने का अवसर प्रदान करते हैं (2)। आयुर्वेदिक औषधीय प्रणाली में, चूर्ण एक व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला हर्बल उत्पाद (formulation) है। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण उन आयुर्वेदिक उत्पादों में से एक है, जिसका उपयोग बुखार (fever) और अन्य दीर्घकालिक बीमारियों (chronic diseases) के इलाज में किया जाता है। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के निर्माण में उपयोग किया जाने वाले पौधे का नैदानिक अनुप्रयोग तालिका 1 में वर्णित है।

आयुर्वेदिक औषधीय प्रणाली में दीर्घकालिक बीमारियों (chronic diseases) के इलाज की काफी संभावनाएं हैं, लेकिन मानकीकरण (standardization) की कमी के कारण यह व्यापक रूप से प्रचलित नहीं हो पाई है। आयुर्वेदिक दवाइयों की सुरक्षा (safety), प्रभावकारिता (efficacy) और विषाक्तता (toxicity) नैदानिक अनुप्रयोग के दौरान एक प्रमुख चिंता का विषय है। आयुर्वेदिक उत्पादों के मानकीकरण के लिए, विभिन्न गुणवत्ता नियंत्रण मानक (quality control parameters) स्थापित किए गए हैं। क्वाथ और चूर्ण के गुणात्मक विश्लेषण के लिए मानक (qualitative analysis parameters) आयुर्वेदिक फार्माकोपिया (ayurvedic pharmacopoeia) में दिए गए हैं (3)। शुष्कीकरण क्षय (loss on drying), ठोस अवशेष (solid residue) और कुल घुलनशीलता (total solubility) आदि जैसे भौतिक रासायनिक मापदंड (physicochemical parameters) आयुर्वेदिक उत्पादों को पूरी तरह से मानकीकृत (standardize) करने के लिए पर्याप्त नहीं हैं। अतः सक्रिय पादप घटक (phytoconstituent) के मात्रात्मक अनुमान (quantitative estimation) की आवश्यकता है। आयुर्वेदिक उत्पाद के सक्रिय यौगिकों (active compounds) के गुणात्मक और मात्रात्मक (qualitative and quantitative) अनुमान (estimation) तथा मानकीकरण के लिए नवीन विश्लेषणात्मक विधियाँ उपलब्ध हैं (4)। इस कार्य में ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण को पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि द्वारा मानकीकृत करने के लिए उत्पाद के प्रमुख सक्रिय घटक (active constituent) पाइपरिन का उपयोग मानक (reference) के रूप में किया गया है (5)। इस मान्य विधि (validated method) का उपयोग भविष्य में पाइपरिनयुक्त एक और बहु वानस्पतिक उत्पाद (polyherbal formulation) को मानकीकृत करने के लिए किया जा सकेगा ।

2. प्रयोग (experiment)

2.1. रसायन और अभिकर्मक (chemicals and reagents)

पाइपरिन; विश्लेषणात्मक ग्रेड (Analytical grade) (शुद्धता–98%) को सिग्मा एल्ड्रिच (sigma aldrich) (लुई, यूएस) से खरीदा गया है। एचपीएलसी ग्रेड (HPLC grade) मेथनॉल (methanol) एसआरएल (मुंबई, भारत) से खरीदा गया है। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण फार्मेसी विभाग, एनएआरआईपी, त्रिशूर, केरल, भारत से प्राप्त किया गया है।

2.2. उपकरण स्थितियां (instrumental conditions)

मानक पदार्थ पाइपरिन (marker compound piperine) की विशेषता का एफटी–आईआर वर्णक्रममापी (FT-IR spectrophotometer) (एगिलेंट, CARY630, मलेशिया) द्वारा पता लगाने के लिए इसका 4000–600 cm^{-1} की सीमा में विश्लेषण किया गया। पराबैंगनी वर्णक्रममापी (UV spectrophotometer, Shimadzu, 1800, जापान) द्वारा 200–800 nm की तरंगदैर्घ्य (wavelength) सीमा में प्रयोग किए गए। क्वाट्र्ज नमूना धारक (quartz sample holder) में 1.5 ml नमूना रखा गया। पाइपरिन का विश्लेषण करने के लिए को नोट किया गया।

2.3. नमूना तैयार करना (Sample Preparation)

मानक विलयन (standard solution): मेथनॉल में पाइपरिन का 10 μg/ml मानक स्टॉक विलयन तैयार किया गया। इसके अलावा, प्राथमिक स्टॉक विलयन मेसे 2 से 10 μg प्रति ml के विभिन्न तनुकरण (dilution) तैयार किए गए थे।

नमूना विलयन (sample solution): सटीक रूप से तौला गया (1 ग्राम) ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण रात भर 20 ml मेथनॉल में भिगोकर रखा गया, प्राप्त मिश्रण को फ़िल्टर किया गया और अग्रिम विश्लेषण के लिए 10 μg/ml तक पतला किया गया।

2.4. विधि का मान्यकरण (validation of method)

पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि का मान्यकरण (validation) इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन हार्मोनाइजेशन (ICH) Q2 (R1) दिशानिर्देशों के अनुसार किया गया। सत्यापन, उत्पाद में संबंधित मानक के व्यवस्थित विश्लेषण को सुनिश्चित करता है। आईसीएच दिशानिर्देशों के अनुसार विधि के मान्यकरण के लिए विभिन्न मापदंडों जैसे– रैखिकता (linearity), परिमाणीकरण की सीमा और जांच (limit of quantification and detection), परिशुद्धता (accuracy) और सटीकता (precision), दृढ़ता (robustness) और कठोरता (ruggedness) का चयन किया गया (6)। रैखिकता को विश्लेषण सांद्रता की सीमा के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जिसमें मापांकन वक्र (calibration curve), रैखिक संबंध (linear relation) दिखाता है। पाइपरिन विलयन (2–10 μg/ml) का मापांकन वक्र बनाया गया तथा उसका रैखिक प्रतिगम विश्लेषण (linear regression analysis) किया गया। यह अध्ययन विश्लेषणात्मक पद्धति की विश्वसनीयता (reliability of the analytical procedure) को दर्शाता है। पाइपरिन के तीन अलग–अलग सांद्र विलयनों (4, 6 और 8 μg/ml) का तीन अलग–अलग समय अवधि में अनुमानित कर अन्तःदिवसीय और अन्तर दिवसीय सटीकता का मूल्यांकन किया। परिशुद्धता को औसत मूल्य के प्रतिशत मानक विचलन सहित (% of mean with standard deviation) के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। परिमाणीकरण की सीमा (limit of quantification) और पता लगाने की सीमा (limit of detection) को दिए गए समीकरणों द्वारा ज्ञात किया गया (7) ।

यहाँ, σ मानक विचलन (standard

$$LOD = \frac{3.3\sigma}{S} ------eq.(01)$$

$$LOQ = \frac{10\sigma}{S} ------eq.(02)$$

deviation), S ढाल (slope), LOD पता लगाने की सीमा (limit of detection), और LOQ परिमाणीकरण की सीमा (limit of quantification) है।

कठोरता (ruggedness) को विभिन्न विश्लेषकों द्वारा किए गए एक ही प्रयोग से प्राप्त परिणाम के पुनरुत्पादकता (reproducibility) की श्रेणी के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। दो अलग–अलग विश्लेषकों द्वारा पाइपरिन के तीन अलग–अलग विलयनों (4, 6, और 8 µg/ml) का विश्लेषण किया गया। सभी प्रयोग तीन बार आयोजित किए गए। प्राप्त परिणाम को सापेक्षिक मानक विचलन % (% RSD) के रूप में व्यक्त किया गया। विभिन्न प्रायोगिक स्थितियों (experimental conditions) में पुनरुत्पादन की श्रेणी को विकसित पद्धति की दृढ़ता (robustness) के रूप में व्यक्त किया जाता है। तीन अलग–अलग विलयनों (4, 6, और 8 µg/ml) का दो चर (variable) तापमान (कमरे का तापमान / ambient temperature और 18 डिग्री सेल्सियस) पर तीन बार विश्लेषण किया गया। विश्लेषण विधि की दृढ़ता सापेक्षिक मानक विचलन % (% RSD of Robustness) द्वारा व्यक्त की गई।

2.5. विधि का अनुप्रयोग (application of method)

विकसित विधि का उपयोग ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन के मात्रात्मक अनुमान (quantitative estimation) के लिए किया गया। पाइपरिन के अनुमान से ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण की खुराक के निर्धारण (dose determination) में मदद मिलेगी। प्रयोगात्मक त्रुटि (experimental error) को कम करने के लिए अध्ययन तीन बार किया गया। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन की मात्रा निम्नलिखित समीकरण द्वारा निर्धारित की गई।

$$\text{Piperine (mg)} = \text{Amount of JKC weighed (g)}\,\frac{\textit{Absorbance of sample}}{\textit{Absorbance of standard}} \times 100 - (03)$$

$$\text{पाइपरिन(मिग्रा)} = \text{ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण का भार(ग्रा.)}\,\frac{\text{नमूने का अवशोषणांक}}{\text{मानक का अवशोषणांक}} \times 100 - (03)$$

3. परिणाम और चर्चा (result and discussion)

3.1. उपकरण स्थितियों का अनुकूलन (optimization of instrumental conditions)

पाइपरिन मानक (piperine marker) 10 µg/ml को विभिन्न विलायकों (टाल्यूईन / toluene, मेथनॉल / methanol और इथाइल एसीटेट / ethyl acetate) में तैयार किया गया और 200–800 nm की सीमा में वर्णक्रम (spectrum) लिया गया। 343 nm पर अन्य विलायकों (solvents) की तुलना में पाइपरिन के मेथनॉल यूवी स्पेक्ट्रम में अधिकतम अवशोषण (maximum absorption) दिखाया। इसलिए, ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन के विधि विकास और मान्यकरण (method development and validation) के लिए मेथनॉल विलायक का चयन किया गया। प्रस्तावित कार्य के अंतर्गत पाइपरिन युक्त ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के मानकीकरण के लिए सरल, तीव्र, सटीक और परिशुद्ध विधि (simple, rapid, precise and accurate method) का मान्यकरण शामिल है। पाइपरिन के विभिन्न कार्यात्मक समूहों (different functional groups) का विश्लेषणात्मक वर्णक्रम शिखरों (characteristics peak of spectra) को एफटी–आईआर (चित्र 1) में दिखाया गया है और पराबैंगनी वर्णक्रममापी ने 343 nm (चित्र 2ए) पर अधिकतम अवशोषण (absorption) प्रदर्शित किया, जोकि यौगिक (compound) के पाइपरिन होने की पुष्टि करता है।

3.2. विधि मान्यकरण (method validation)

पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि का मान्यकरण विभिन्न मापदंडों जैसे–रैखिकता, परिशुद्धता, पता लगाने की सीमा, परिमाणीकरण की सीमा, कठोरता, दृढ़ता और सटीकता से प्राप्त मूल्यों पर किया गया।

रैखिकता (linearity): मेथनॉल में पाइपरिन का अधिकतम अवशोषण 343 nm पर पाया गया (चित्र 2ए)। रैखिकता का अनुमान 2–10 μg/ml की सीमा में मापांकन वक्र द्वारा लगाया गया। अवशोषण बनाम सांद्रता (absorption Vs concentration) के बीच ग्राफ बनाया गया जिससे प्रतिगम गुणांक (regression coefficient) (r^2) 0.9995 प्राप्त हुआ, यह प्रदर्शित करता है कि चयनित सांद्रता, रैखिक संबंध दिखाती है, और इस सीमा में बीयर के नियम का पालन करती है (चित्र 3)। पूर्व शोध में, सीधी रेखाओं का प्रतिगम गुणांक ($r^2 > 0.998$) बताया था (8), जबकि, प्राप्त परिणाम ने प्रदर्शित किया कि विकसित विधि उपयुक्त है और पाइपरिन के मानकीकरण के लिए मान्य है।

परिशुद्धता (precision): बार–बार परीक्षणों से प्राप्त परिणाम की पुनरावृत्ति परिशुद्धता (precision) को दर्शाती है। न्यूनतम सापेक्षिक मानक विचलन % (% RSD), परिशुद्धता (accuracy) को इंगित करता है। अन्तःदिवसीय और अन्तर दिवसीय परिशुद्धता (intra and inter day accuracy) का अध्ययन कर परिणाम को तालिका 2 और 3 में इंगित किया गया। सापेक्षिक मानक विचलन % क्रमशः अन्तःदिवसीय और अन्तर दिवसीय परिशुद्धता के लिए 0.2255 और 0.0749 प्राप्त हुई। सापेक्षिक मानक विचलन % मान 0.5 से कम है, यह दर्शाता है कि प्राप्त सापेक्षिक मानक विचलन % पर विकसित विधि की पुनरावृत्ति और विश्वसनीयता (repeatability and reliability) की क्षमता अधिकतम है।

पता लगाने की सीमा और परिमाणीकरण की सीमा (LOD and LOQ): पता लगाने की सीमा और परिमाणीकरण की सीमा मान क्रमशः 0.5049 और 1.5298 μg/ml प्राप्त हुये। प्राप्त मान यह दर्शाता है कि मापांकन वक्र की मदद से किसी भी आयुर्वेदिक उत्पाद में पाइपरिन की 0.5049 μg या उससे अधिक मात्रा को देखा जा सकता है तथा 1.5298 μg/ml या उससे ज्यादा मात्रा का सरलता से परिमाणीकरण किया जा सकता है। यह विधि आयुर्वेदिक उत्पाद में पाइपरिन के मानकीकरण के लिए विश्वसनीय है।

कठोरता और दृढ़ता (ruggedness and robustness): विभिन्न विश्लेषकों (different analyst) द्वारा स्थिर स्थितियों (constant condition) में किए प्रयोगों से प्राप्त परिणामों की निकटता (closeness) को कठोरता द्वारा व्यक्त किया जाता है। प्राप्त परिणाम तालिका 4 में दिया गया है। विश्लेषक 1 और विश्लेषक 2 की सापेक्षिक मानक विचलन % क्रमशः 0.1166 और 0.1675 पाई गई। दोनों सापेक्षिक मानक विचलन % मान निकट हैं, यह दर्शाता है कि विकसित विधि कठोर (rugged) है। दो अलग–अलग तापमानों पर एक समान प्रयोग करके दृढ़ता संबन्धित आंकड़ों को तालिका 4 में दर्शाया गया है। कमरे के तापमान और 18 ^{o}C पर सापेक्षिक मानक विचलन % का मान क्रमशः 0.05325 और 0.10693 प्राप्त हुआ। सापेक्षिक मानक विचलन % में न्यूनतम अंतर देखा गया, यह दर्शाता है कि विकसित विधि परिवर्तनीय परिस्थितियों (variable conditions) में भी मजबूत और भरोसेमंद (robust and reliable) है और इसका उपयोग पाइपरिन समाहित उत्पादों के मानकीकरण के लिए किया जा सकता है।

परिशुद्धता : विभिन्न तनुकरणों (dilution) के माध्य और मानक विचलन (mean and standard deviation) से प्राप्त परिणाम तालिका 5 में दर्शाये गए हैं। विधि (method) की परिशुद्धता 99.08–101. 78% है, यह दर्शाता है कि ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन के मानकीकरण के लिए विधि उपयुक्त है।

3.3. विकसित विधि की ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के लिए उपयोगिता (use of developed method for jwarhara kwatha churna)

विकसित विधि का उपयोग ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण

में पाइपरिन की मात्रा निर्धारित करने के लिए किया जायेगा। पराबैंगनी वर्णक्रम में 343 nm पर प्रदर्शित अवशोषण शिखर (absorption peak) पाइपरिन की उपस्थिति की पुष्टि करती है (चित्र 2बी)। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण का गुणात्मक और मात्रात्मक विश्लेषण एफटी–आईआर और पराबैंगनी वर्णक्रममापी द्वारा किया गया। एफटी–आईआर वर्णक्रम (FT-IR spectrum) (चित्र 1) पाइपरिन, 2940 cm^{-1} (असममितिक खिंचाव/asymmetrical stretching –CH2 समूह), 1632 cm^{-1} (एमाइड/amide –C=O समूह), 1609 (डाइन/diene C=C सममित खिंचाव), 1579 cm^{-1} और 1490 cm^{-1} (बेंजीन/benzene C=C समूह) पर विश्लेषणात्मक पीक को प्रदर्शित करता है, जोकि पूर्व वर्णित साहित्य से मेल खाता है (9)। 1434 cm^{-1} (एलीफैटिक/aliphatic -CH समूह),1248 cm^{-1} (झुकाव/bending CN समूह) 994 cm^{-1} (ऑर्थो/ortho, पैरा/para, और मेटा/meta प्रतिस्थापित सुगंधित वलय समूह/substituted aromatic group) की स्थिति को इंगित करता है। इन विश्लेषणात्मक वर्णक्रम शिखरों (characteristics peak of spectra) को ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के एफटी–आईआर वर्णक्रम में देखा गया (चित्र 1)। यह इंगित करता है कि ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन है। इसके अलावा, इस आंकड़े की पुष्टि अन्य शोध कार्यों द्वारा भी की गई है (10)। मानक पाइपरिन और ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के पराबैंगनी वर्णक्रम (चित्र 2ए और 2बी) में 343 nm पर अधिकतम अवशोषण दिखाया, जिससे ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन की उपस्थिति की पुष्टि हुई। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन का मात्रात्मक विश्लेषण विकसित यूवी स्पेक्ट्रोस्कोपिक विधि द्वारा किया गया (तालिका 5)। ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण के अवशोषण (0.273) का विश्लेषण पाइपरिन के मानक मापांकन वक्र (चित्र 3) द्वारा किया गया। 10 µg/ml ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण घोल में मौजूद पाइपरिन की मात्रा 2.256 µg/ml पाई गई। प्राप्त मान यह प्रदर्शित करता है कि विकसित विधि ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन को चिह्नित करने के लिए संवेदनशील (sensitive) है। इस विधि में मानकीकरण के लिए ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण की 0.1 मिलीग्राम से कम मात्रा की जरूरत होगी। इस विकसित विधि की विशेषता है कि पाइपरिन के माध्यम से ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण का मानकीकरण करने के लिए नमूने की न्यूनतम मात्रा (minimum amount of sample) आवश्यक होगी।

4. निष्कर्ष

पराबैंगनी वर्णक्रममापी विधि द्वारा ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन के मानकीकरण का विश्लेषण किया गया। विकसित विधि सटीक, विश्वसनीय, सुनिश्चित, पुनरावृत्ति योग्य, संवेदनशील, तीव्र और आईसीएच दिशानिर्देशों का अनुपालन करती है। भौतिक रासायनिक अध्ययन के अलावा, विकसित विधि का उपयोग ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में पाइपरिन के गुणात्मक और मात्रात्मक विश्लेषण के लिए किया जा सकता है। इस विधि में 1 ग्राम ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण में 220 मिलीग्राम पाइपरिन की मात्रा प्राप्त हुई। इस अध्ययन से दवा के रूप में ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण की उपयुक्त मात्रा (dose) निर्धारित की जा सकती है और नैदानिक अनुप्रयोगों में ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण की सुरक्षा और प्रभावकारिता भी आश्वासित की जा सकेगी।

5. स्वीकृतियाँ

लेखक, निदेशक (संस्थान), राष्ट्रीय आयुर्वेद पंचकर्म अनुसंधान संस्थान, चेरुतुरुत्ति (एनएआरआईपी), केरल, भारत–679531, केंद्रीय आयुर्वेद विज्ञान अनुसंधान परिषद (सीसीआरएएस), आयुष मंत्रालय, नई दिल्ली, भारत को प्रोत्साहन और प्रेरणा एवं इस कार्य में निरंतर सहयोग के लिए महानिदेशक, सीसीआरएएस, आयुष मंत्रालय, नई दिल्ली, भारत–110058 के आभारी हैं।

हितों के टकरावः कोई नहीं

वित्तीय सहायताः कोई नहीं

नैतिकता कथनः कोई नहीं

तालिकाओं एवं चित्रों की सूची

तालिका 1–ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण अवयवों की सूची (पौधे के भागों के नाम और उनके नैदानिक अनुप्रयोग)

क्र.सं.	पौधे का नाम (संस्कृत)	वानस्पतिक नाम	उपयोग किया गया भाग	नैदानिक उपयोग
1	मुस्तकम, क्रोडेस्टा	साइपरुस रोटुंडस लिन्न *Cyperus rotundus Linn*	जड़ (Root)	रोगाणुरोधी (antimicrobial), कवकरोधी (antifungal) और एंटी–ऑक्सीडेंट (antioxidant) गतिविधि
2	पिप्पली	पाइपर लोंगम *Piper longum*	फल (Fruit)	एंटी–ऑक्सीडेंट, मलेरिया–रोधी (antimalarial), कृमिनाशक क्रिया (Anthelmintic action)
3	मारीचा	पाइपर नाइग्रम *Piper nigrum*	फल	ज्वरनाशक (antipyratic), और अवसादरोधी गतिविधि (anxiolytic)
4	शुंटी	जिंजीबर ऑफिसिनेल *Zingiber officinale*	प्रकंद (Rhizome)	एंटी इंफलामेट्री anti-inflamatory), दर्द निवारक (anti-analgesic), मोटापा–रोधी (anti-obesity), रोगाणुरोधी गतिविधि
5	परपटा	हेडयोटिस कोरीमबोसा *Hedyotis corymbosa*	सम्पूर्ण पौधा	एंटीप्रोटोज़ोअल (Anti-protozoal), रोगाण ुरोधी, एंटीस्पास्मोडिक (antispasmodic) और ब्रोन्कोडायलेटर गतिविधि (Bronchodilator activity)
6	करंजा	एंड्रोग्राफिस पैनीकुलाटा *Andrographis paniculata*	सम्पूर्ण पौधा (Whole Plant)	ज्वरनाशक, एनाल्जेसिक, घाव भरने की गतिविधि (Wound healing activity)
7	कटुकुरोहिणी	पिक्रोरहिज़ा कुररो *Picrorhiza kurroa*	जड़ / प्रकंद	मलेरिया–रोधी (antimalarial), रोगाणुरोधी (antimicrobial), गतिविधि

तालिका 2. अन्तःदिवसीय परिशुद्धता (Intraday precision)

सांद्रता (µg/ml)	अवशोषण 1 (सुबह 10:00 बजे)	अवशोषण 2 (दोपहर 12: 00)	अवशोषण 3 (दोपहर 2:00 बजे)	औसत %आरएसडी (Average % RSD)	अंतिम माध्य %आरएसड (Overall mean % RSD)
4	0.359	0.355	0.367	0.052357	0.225536
4	0.359	0.355	0.367		
4	0.359	0.355	0.368		
%आरएसडी	0	0	0.15707		
6	0.624	0.627	0.637	0.141707	
6	0.623	0.626	0.634		
6	0.623	0.626	0.636		
%आरएसडी	0.09263	0.09212	0.24037		
8	0.860	0.878	0.861	0.482543	
8	0.860	0.877	0.860		
8	0.861	0.879	0.864		
%आरएसडी	0.06711	1.1389	0.24162		

तालिका 3. अन्तर दिवसीय परिशुद्धता (Inter day precision)

सांद्रता (Dilution) (µg/ml)	अवशोषण (दिन 1)	अवशोषण (दिन 2)	अवशोषण (दिन 3)	औसत %आरएसडी (Average % RSD)	अंतिम माध्य %आरएसडी (Overall mean % RSD)
4	0.359	0.375	0.363	0.05138	0.07492
4	0.359	0.374	0.363		
4	0.359	0.374	0.363		
%आरएसडी	0	0.15414	0		
6	0.624	0.665	0.604	0.0627	
6	0.623	0.665	0.603		
6	0.623	0.665	0.603		
%आरएसडी	0.09263	0	0.09563		
8	0.860	0.887	0.832	0.1107	
8	0.860	0.884	0.833		
8	0.861	0.884	0.833		
%आरएसडी	0.06711	0.195706	0.069297		

तालिका 4. कठोरता (robustness) और मजबूती (ruggedness) का परिणाम

सांद्रता (µg/ml)	अवशोषण (absorbance)			
मापदंड	विश्लेषक 1 (Analyst 1)	विश्लेषक 2 (Analyst 2)	18 डिग्री सेल्सियस तापमान पर	कमरे के तापमान पर (ambient temperature)
4	0.375	0.365	0.359	0.359
4	0.374	0.363	0.359	0.359
4	0.374	0.364	0.359	0.359
6	0.665	0.625	0.624	0.624
6	0.665	0.623	0.623	0.623
6	0.665	0.624	0.623	0.623
8	0.887	0.855	0.860	0.860
8	0.884	0.856	0.860	0.860
8	0.884	0.856	0.861	0.861
%आरएसडी	0.1166	0.167477	0.10693	0.05325

तालिका 5. सत्यापन मापदंड

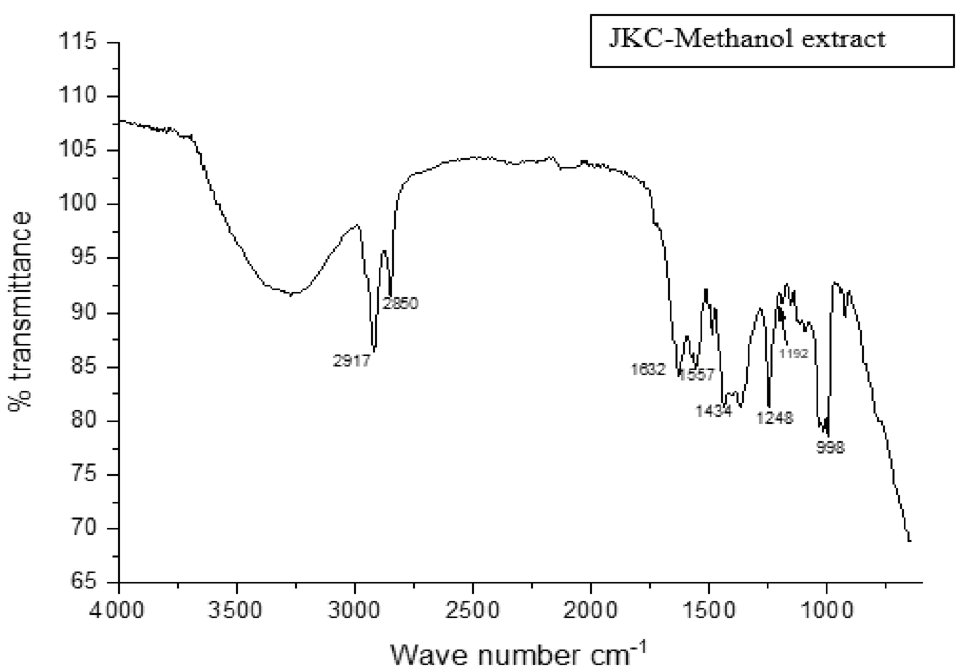
मापदंड	परिणाम
अवशोषण अधिकता (Absorption Maxima)	343 nm
बीयर के नियम की सीमा (Beer's law range) (पाइपरिन सांद्रता)	2–10 µg/ml
प्रतिगम गुणांक (regression coefficient)	0.9995
प्रतिगम समीकरण (Regression equation)	Y = 0.1211X
ढलान (Slope)	0.1211
अवरोधन (Intercept)	0

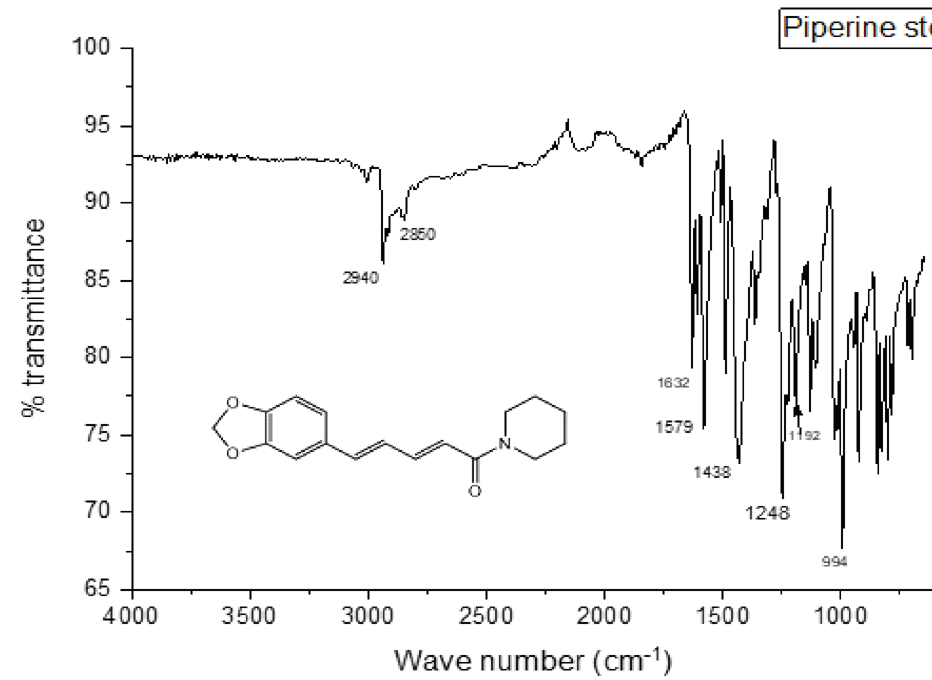
मापदंड	परिणाम
शुद्धता (माध्य + एसडी) (Accuracy mean+SD)	(100.43 ± 1.35)%
परिशुद्धता (सापेक्षिक मानक विचलन %) (Precision % RSD)	अन्तःदिवसीय (0. 22553) अन्तर दिवसीय (0. 07492)
LOD (µg/ml)	0.504823
LOQ (µg/ml)	1.529768
नमूना अवशोषण (sample absorption) 10 (µg/ml) @343 nm	0.273

Table of the Hindi equivalents for the technical terms

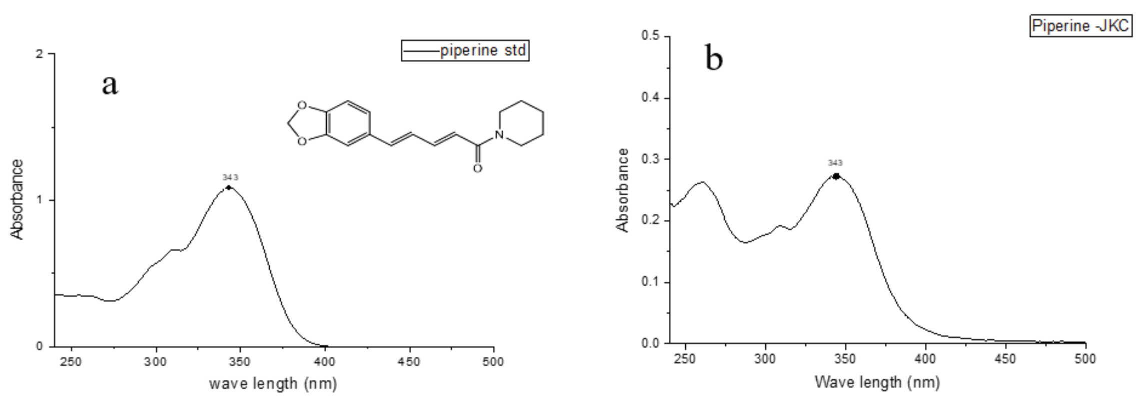
Absorption	अवशोषण
Analysis	विश्लेषण
Asymmetrical stretching	असममित खिंचाव
Bending	झुकाव
Clinical Application	नैदानिक अनुप्रयोग
Concentration	सांद्रता
Dilution	तनुकरण
Dose	खुराक
Limit of detection and quantification	परिमाणीकरण की सीमा और जांच
Linearity	रैखिकता

Loss on drying	शुष्कीकरण क्षय
Method development	विधि विकास
Qualitative and quantitative	गुणात्मक और मात्रात्मक
Solid residue	ठोस अवशेष
Standardization	मानकीकरण
Substituted aromatic ring	प्रतिस्थापित सुगंधित वलय
Symmetrical stretching	सममित खिंचाव
Toxicity	विषाक्तता
Validation	मान्यीकरण / सत्यापन
Wavelength	तरंगदैर्घ्य

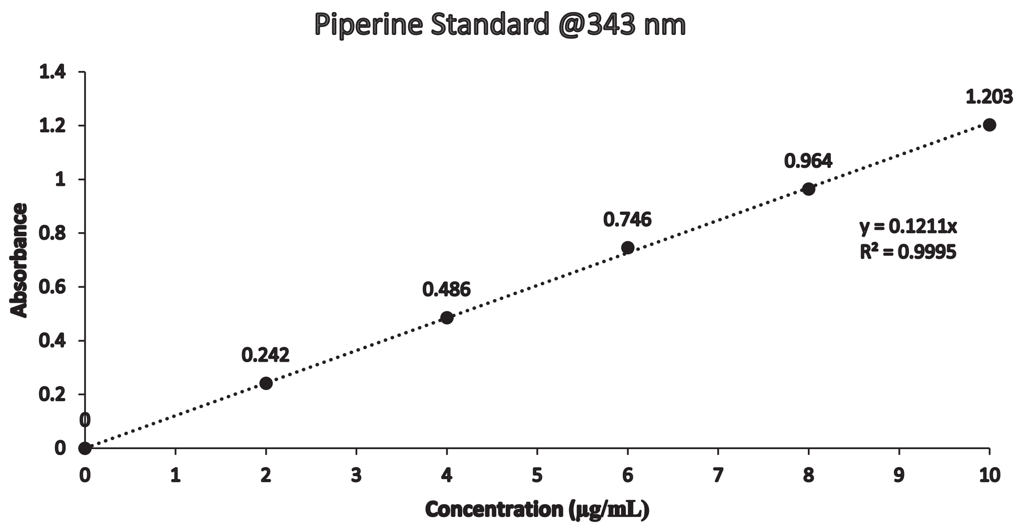




चित्र 1. ज्वरहरा क्वाथ चूर्ण और मानक पाइपरिन (marker piperine) का एफटी–आईआर वर्णक्रम (FT-IR spectrum)



चित्र 2. (ए) मेथनॉल में पाइपरिन का पराबैंगनी वर्णक्रम, (बी) ज्वरहारा क्वाथा चूर्ण मेथनॉलिक अर्क (methanolic extract) का पराबैंगनी वर्णक्रम (UV spectrum)



चित्र 3. मेथनॉल में 343 nm पर पाइपरिन का मापांकन वक्र (Calibration curve)

संदर्भ (Reference)

1) Thomford NE, Senthebane DA, Rowe A, Munro D, Seele P, Maroyi A, Dzobo K. Natural products for drug discovery in the 21st century: innovations for novel drug discovery. IntJ Mol Sc. 2018 Jun;19(6):1-29.

2) Mukherjee PK, Harwansh RK, Bahadur S, Banerjee S, Kar A, Chanda J, Biswas S, Ahmmed SM, Katiyar CK. Development of Ayurveda–tradition to trend. J Ethnopharmacol. 2017 Feb; 2(197):10-24.

3) Joshi VK, Joshi A, Dhiman KS. The Ayurvedic Pharmacopoeia of India, development and perspectives. Journal of ethnopharmacology. 2017 Feb; 2(197):32-8.

4) Maurya R, Boini T, Lakshminarayana M, Radhakrishnan T, & Sudayadas R K., Recent Trends in Medical Pharmaceutical Different aspects of quality control in the standardization of Ayurvedic formulation, innovatpublisher, 2022 May; 5(1):106-120.

5) Shah U, Patel S, Raval M, Desai P. Chemometric assisted spectrophotometric methods for the simultaneous determination of Rifampicin and Piperinee in bulk and capsule. Indian J Ph Edu Res. 2015 Sep; 49(3):200-07.

6) Singh A, Avupati VR. Development and validation of UV-spectrophotometric method for the estimation of curcumin in standardisedpolyherbal formulations. J Young Pharm. 2017 Oct; 9(4):491-95.

7) Ashwinder S, Rao VA. Development and Validation of UV-Spectrophotometric method for the Estimation of Curcumin in Standardized Polyherbal Formulations. J Young Pharm 2017 Dec; 9(4):491–495.

8) Bhairy S, Shaikh A, Nalawade V, Hirlekar R. Development and validation of bivariate UV-visible spectroscopic method for simultaneous estimation of curcumin and Piperinee in their combined nanoparticulate system. J Appl Pharm Sci. 2021 May; 11(05):64–70.

9) Bhairy S, Shaikh A, Nalawade V, Hirlekar R. Development and validation of bivariate UV-visible spectroscopic method for simultaneous estimation of curcumin and Piperinee in their combined nanoparticulate system. J Appl Pharm Sci. 2021 May; 11(05):64–70.

10) Gorgani L, Mohammadi M, Najafpour GD, Nikzad M. Sequential microwave-ultrasound-assisted extraction for isolation of Piperinee from black pepper (Piper nigrum L.). Food Biop Tech. 2017 Dec; 10(12):2199-207.

एस.आई.आर. मॉडल का उपयोग करके COVID-2019 वैश्विक महामारी के आंकड़ों का विश्लेषणः भारत का एक केस अध्ययन

Data Analysis of the COVID-2019 Pandemic Using the SIR Model: A Case Study of India

डॉ. रामजीत सिंह यादव

Dr. Ramjeet Singh Yadav

Computer Application, Department of Business Management and Entrepreneurship,

Dr. Rammanohar Lohia Avadh University, Ayodhya-224001, Uttar Pradesh, India

ramjeetsinghy@gmail.com, ramjeetsinghyadav@rmlau.ac.in

सारांशः

भारत के केरल राज्य में 30 जनवरी, 2020 को कोरोनावायरस का पहला रोगी मिला था । तब से लेकर आज तक कोरोनावायरस (COVID-2019) के 3 चरण भारत में आ चुके है। इस समय कोरोनावायरस का तीसरा चरण चल रहा है । तीसरे चरण की शुरुआत 1 जनवरी 2022 से हुई है । इस प्रकार, इसके विकास की भविष्यवाणी करने और बाद में सर्वोत्तम रोकथाम रणनीतियों को अनुकूलित करने के लिए महामारी वक्र की समझ बहुत महत्वपूर्ण है। इस समय ऑमिक्रोन नामक कोरोनावायरस के कारण भारत में कोरोना रोगियों की संख्या बहुत तेजी से बढ़ रही है । विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार, ऑमिक्रोन नामक कोरोनावायरस बहुत तेजी से फैलता है । एस.आई.आर. मॉडल का उपयोग करके COVID-2019 महामारी (Epidemic) के मापदंडों का अनुमान लगाने के लिए वर्तमान अध्ययन किया गया है । प्रायोगिक कार्य करने के लिए 20 दिसंबर, 2021 से 8 जनवरी, 2022 तक COVID-2019 के आंकड़ों का उपयोग किया गया है । इस निदर्श की सहायता से भारत में COVID-2019 महामारी के चरम की भविष्यवाणी तथा महामारी के अंत की तारीख का पता भी पता लगाया गया है । इस अध्ययन के प्राप्त परिणामों से पता चलता है कि 14 फरवरी, 2022 को महामारी अपने चरम पर पहुंच जाएगी और महामारी के अंत में कुल संक्रमित व्यक्तियों की संख्या 224659882 से अधिक हो जाएगी । साथ ही, 65 मिलियन से अधिक लोग अतिसंवेदनशील (Susceptible) होंगे तथा प्रजनन संख्या (Reproductive Number-R_0) का मान 2 अनुमानित है। इस अध्ययन से प्राप्त परिणाम, भारत सरकार, अस्पताल, डॉक्टर्स तथा मेडिकल अधिकारियों को COVID-2019 महामारी की रोकथाम के लिए काफी मददगार सिद्ध हो सकते है और भविष्य में कोरोनावायरस के विघटन के चरणों का भी ध्यान रखा जा सकता है ।

Abstract:

The first patient of coronavirus was found on January 30, 2020 in the state of Kerala, India. Since then, till today 3 phases of coronavirus have come to India. Currently the third phase of coronavirus is going on. The third phase has started from 1st January 2022. Thus, an understanding of the epidemic curve is very important to predict its development and subsequently optimize the best prevention strategies. At present, the number of coronaviruses in India is increasing very fast due to the Coronavirus named Omicron. According to the World Health Organization, the coronavirus called Omicron spreads very rapidly. The present study has been conducted to estimate the parameters of the COVID-2019 pandemic using SIR model. The

data of COVID-2019 from December 20, 2021 to January 8, 2022 has been used for conducting the experimental work. With the help of this model, the prediction of the peak of the COVID-2019 epidemic in India and the date of the end of the epidemic has also been found. The results obtained from this study showed that the peak of the epidemic would be reached on February 14, 2022 and the total number of infected persons at the end of the epidemic would exceed 224659882. Also, more than 65 million people will be susceptible and the value of reproduction number (R_0) is estimated to be 2. The results obtained from this study can be of great help to the Indian government, hospitals, doctors and medical authorities for the prevention of the COVID-2019 epidemic and, in future the stages of disintegration of the coronavirus.

मुख्य शब्द : COVID-2019 महामारी, एस.आई.आर. गणितीय मॉडल, झुंड उन्मुक्ति, प्रजनन संख्या।

Keywords% COVID-2019 Epidemic, SIR Mathematical Model, Herd Immunity, Reproductive Number.

1. प्रस्तावना

कोरोनावायरस रोग (COVID-2019) एक श्वसन वायरल बीमारी है जो पहली बार दिसंबर 2019 में चीन के वुहान शहर में प्रेक्षित की गई और दुनिया भर में एक भयंकर महामारी के रूप में फ़ैल गयी (1)। इस बीमारी ने दुनिया भर में 328 मिलियन से अधिक लोगों को प्रभावित किया है, जिससे 5.54 मिलियन से अधिक लोगो की मौते हुई है (2)। भारत में COVID-2019 का पहला रोगी 30 जनवरी 2020 को केरल राज्य में पाया गया था और 10 जनवरी 2022 तक कुल 37380253 रोगियों के साथ अभी भी भारत में यह रोग बहुत तेजी से फ़ैल रहा है। प्रारंभ में इस वायरस को SARSCoV कहा जाता था, हालाँकि, विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) ने इसे COVID-2019 नाम दिया (3) और 11 मार्च, 2020 को इसे वैश्विक महामारी घोषित कर दिया (4)। COVID-2019 एक संक्रामक रोग है जो गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस–2 (SARS-CoV-2) के कारण होता है (5)। वर्तमान में, दुनिया के लगभग सभी हिस्से इस वायरस के संपर्क में हैं, और क्योंकि इस वायरस की संक्रामकता अधिक है, बड़ी संख्या में लोग पहले ही इसके शिकार हो चुके हैं (6)। SARS-CoV-2 संक्रमण इनमें से एक का प्रतिनिधित्व करता है। अतः इसके कारण यह रोग मानवता के लिए सबसे बड़ी चुनौती है । भारत में पिछले दो चरणों में यह देखा गया कि COVID-2019 के चरम के बाद मामलों (रोगियों) की संख्या लगातार घटती दिख रही थी। यह 24 मार्च, 2020 से लागू किए गए उपायों (प्रतिबंध लगाना, स्कूल बंद करना, सामाजिक दूरी बनाना इत्यादि) के कारण हो सकता है। इन हस्तक्षेपों में सीमा पर प्रतिबंध लगाना, स्कूल बंद करना, सामाजिक दूरी बनाना और सभी सार्वजनिक समारोहों को रद्द करना शामिल था। यद्यपि कि COVID-2019 के पहले चरण में मध्य मई से जुलाई 2020 तक COVID-2019 रोगियों की संख्या में काफी तेजी से वृद्धि देखी गयी थी। इसके दूसरे चरण में डेल्टा वैरिएंट के कारण अप्रैल 2021 से जुलाई 2021 तक दैनिक रिपोर्ट किये गये COVID-2019रोगियों के मामले बहुत अधिक संख्या में देखे गये थे। दूसरे चरण में, भारत में COVID-2019 रोगी मृतकों की संख्या भी पहले चरण की अपेक्षा काफी अधिक थी। भारत सरकार द्वारा COVID-2019के रोकथाम के सभी उपायों के उपरांत भी यह संख्या अभी भी बहुत तेजी से बढ़ रही है। इस तरह, सार्वजनिक प्राधिकरणों (भारत सरकर तथा कोविड योद्धा) के लिए जानकारी प्रदान करने के लिए COVID-2019 विकास की भविष्यवाणी का बहुत महत्व है जो उन्हें उनके रोकथाम के उपायों को अपनाने या पढ़ने में मदद कर सकता है। COVID-2019 के भविष्य के रुझानों का विश्लेषण

और भविष्यवाणी करने के लिये कई पूर्वानुमान विधियों का इस्तेमाल किया गया है (जैसे लॉजिस्टिक ग्रोथ मॉडल के रूप में, Susceptible–Infectious–Recover/Removed (SIR) model, Susceptible–Exposed–Infectious–Recovered/Removed (SEIR) model), and Natural Growth Model (7&8)। विभिन्न शोधकर्ताओं के द्वारा COVID-2019 महामारी का मुकाबला करने के लिए मशीन लर्निंग तथा एक नये (एस.+ए.एस.) इ. आई. आर. गणितीय मॉडलका उपयोग किया गया है (9–10)। प्रस्तुत अध्ययन में, भारत में COVID-2019 महामारी के मामलों की संख्या, संचरण की दर, प्रजनन संख्या (R_0), आकार और विलुप्त होने की तारीख की भविष्यवाणी करने के लिए एस.आई.आर. मॉडल का उपयोग किया गया है।

2. एस.आई.आर.मॉडल

वर्तमान अध्ययन में, COVID-2019 महामारी के आंकड़ों का विश्लेषण करने के लिए एस.आई. आर. गणितीय मॉडल का उपयोग किया गया है। यह मॉडल 1920 के दशक में केर्मैक और मैकेंड्रिक द्वारा विकसित किया गया था और महामारी विज्ञान के गणितीय मॉडल के रूप में इसका गहरा तथा स्थायी प्रभाव है। प्रस्तुत इस मॉडल में, भारत की कुल जनसंख्या को तीन श्रेणियों में विभाजित किया गया हैंजो निम्नलिखित प्रकार हैः

Susceptible (संवेदनशील-S): वे लोग जो अतिसंवेदनशील होते हैं।

Infective (संक्रमित-I): वे लोग जो संक्रामक होते हैं।

Recovered (पुनर्प्राप्त-R): वे लोग जिनकी मृत्यु हो जाती है या ठीक हो जाते है।

कोई भी व्यक्ति जो संक्रमित हो सकता है उसे अतिसंवेदनशील माना जाता है। संक्रमित वह व्यक्ति है जिसे रोग है और वे इसे दूसरों तक पहुंचा सकते हैं। कोई भी जो अब बीमारी का अनुबंध नहीं कर सकता है, या तो रोग होने के बाद प्रतिरक्षा के कारण और ठीक होने या मृत्यु के कारण, उसे हटा दिया गया माना जाता है। हमारा मॉडल उपर्युक्त विवरण का स्वाभाविक रूप से अनुसरण करता है। प्रस्तुत अध्ययन में, माना कि N भारत की कुल आबादी है, "S" उन व्यक्तियों की आबादी है जो अतिसंवेदनशील हैं। "I" उन व्यक्तियों की आबादी है जो जो संक्रमित है तथा "R" उन व्यक्तियों की आबादी है जिनकी मृत्यु हो गयी है या बीमारी से ठीक हो गए है। चूंकि जनसंख्या में प्रत्येक व्यक्तिइन तीन श्रेणियों में से एक में आना चाहिए। अतः हमारे पास निम्नलिखित मौलिक समानता हैः

$$N = S+I+R \tag{1}$$

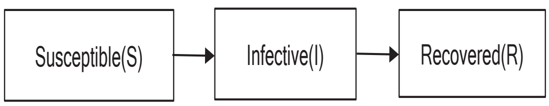
जहां $N = S+I+R$ समय (t) से स्वतंत्र कुल जनसंख्या आकार को दर्शाता है। हमारे द्वारा अध्ययन की जाने वाली सभी स्थितियों की तरह, हमारे मॉडल पर प्रगति करने के लिए, हमें पहले सरलीकृत धारणाएं बनानी चाहिए और हम उन धारणाओं को स्पष्ट करने के लिए अपनी पूरी कोशिश करते हैं ताकि अन्य लोग उनकी आलोचना कर सकें या उन्हें संशोधित कर सकें। प्रारंभ में हम मानते हैं कि भारत की जनसंख्या महामारी के दौरान स्थिर बनी हुई है। दूसरे शब्दों में, हम यह कह सकते हैकि न कोई जन्म हुआ है, ना ही किसी की मृत्यु हुई है और किसी का प्रवास भी नहीं हुआ है। इस मॉडल की एक और धारणा यह है कि हमारी जनसंख्या सजातीय रूप से मिश्रित होती है। हमारे उद्देश्यों के लिए इसका मतलब है कि तीनों श्रेणियों के लोग पूरी आबादी में समान रूप से फैले हुए हैं। अंत में, हम यह कह सकते है कि एक बार जब किसी व्यक्ति को COVID-2019 बीमारी हो जाती है और वह इस बीमारी से ठीक हो जाता है तो उसे स्थायी प्रतिरक्षा प्रदान हो जाती है। इसलिए, एक बार जब कोई संक्रमित अवस्था से हटाई गई अवस्था (Removal State) में चला जाता है तो वह महामारी की अवधि के लिए वहीं रहेगा।चूंकि हम शुरू में अपेक्षाकृत अल्पकालिक महामारियों की मॉडलिंग करते है, इसलिए हम अपनी समय इकाइयों को

दिनों में चुनते हैं। माना कि P(t–1) COVID-2019 महामारी का प्रारंभिक समय है तथा कुछ संकेतांक नीचे दिए गए हैः

S(t) = t दिनों के बाद अतिसंवेदनशील लोगों की संख्या

I(t) = t दिनों के बाद संक्रमित लोगों की संख्या

R(t) = t दिनों के बाद हटाए (Remove) गए लोगों की संख्या



चित्र 1ः एस.आई.आर.मॉडल के लिए प्रवाह आरेख संरचना

चूंकि हम मानते हैं कि महामारी के दौरान जनसंख्या स्थिर रहती है, हम जानते हैं कि प्रत्येक t के लिए 1 दिन है। हमारे प्रस्तुत एस.आई.आर. गणितीय मॉडल के लिए प्रवाह आरेख की संरचना अपेक्षाकृत सरल है क्योंकि एक व्यक्ति केवल S से I और I से R तक जा सकता है।

चूंकि अतिसंवेदनशील रोगी केवल श्रेणी (डिब्बे) छोड़ सकते हैं अतः हमें उम्मीद करनी चाहिए कि "S" के लिए ग्राफ केवल समय के साथ घटेगा। इसी तरह हमें उम्मीद करनी चाहिए कि "R" के लिए ग्राफ केवल बढ़ेगा क्योंकि लोग केवल उस श्रेणी में जा सकते हैं। प्रवाह आरेख के आधार पर एक मॉडल का निर्माण वास्तव में शुरू करने के लिए, हमें तीरों को लेबल करने की आवश्यकता है, अर्थात, हमें यह निर्धारित करने की आवश्यकता है कि प्रत्येक दिन कितने लोग एक श्रेणी से दूसरे में जाते हैं। इसमें दो गुणों के आधार पर दो मूलभूत मानकों का समावेश शामिल होगा जिनका महामारी की गंभीरता पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता हैः

1. कितनी आसानी से यह रोग एक संक्रमित से एक अतिसंवेदनशील व्यक्ति में संचरित होता है।
2. संक्रमित व्यक्ति कितने समय तक संक्रमित रहता है।

हम संक्रमण दर नामक एक प्राचल (Parameter) को पेश करके बिंदु 1 की मात्रा निर्धारित करते हैं, जिसे हम ग्रीक अक्षर बीटा, β द्वारा निरूपित करते हैं। हम β को प्रति संपर्कों की औसत संख्या के रूप में परिभाषित करते हैं । इस प्रकार β एक मात्रात्मक माप है कि रोग कितनी आसानी से फैलता है। व्यवहार में, प्राचल β सीधे मापने के लिए बेहद मुश्किल साबित होता है। यदि हम परिभाषा की जांच करते हैं, तो हम देखते हैं कि β स्वच्छता, जनसंख्या घनत्व और सामाजिक रीति–रिवाजों जैसे सामाजिक कारकों पर निर्भर करता है। हम पुनर्प्राप्ति दर (रिकवरी दर) के रूप में जाना जाने वाला प्राचल पेश करके बिंदु 2 को मापते हैं, और हम इसे ग्रीक अक्षर गामा, γ से निरूपित करते हैं। इसे रिकवरी दर के रूप में परिभाषित किया गया है। प्रस्तुत अध्ययन में, दोनों प्राचलों संक्रमण दर (β) तथा पुनर्प्राप्ति दर(γ) की गणना प्रत्यक्ष अवलोकन COVID-2019 के आंकड़ों के माध्यम से किया गया है। एस.आई. आर. गणितीय मॉडल तीन अवकल समीकरणों का एक संयोजन है। ये समीकरण नीचे दिए गए हैः

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta}{N} SI \qquad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta}{N} SI - \gamma I \qquad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \qquad (4)$$

जहां N = S+I+R समय(t) से स्वतंत्र कुल जनसंख्या आकार को दर्शाता है, β संक्रमण दर (इन्फेक्शन रेट) को दर्शाता है और γ रिकवरी रेट (वसूली)/रिमूवल रेट (हटाने की दर) को दर्शाता है।

संक्रमण दर (β) का निर्धारण

भारत में COVID-2019 संक्रमण की शुरुआत में लगभग पूरी आबादी अतिसंवेदनशील (जैसे S≈N) है। S = N को अवकल समीकरण (2) में रखने के बाद, हम एक नया समीकरण प्राप्त करते है जो नीचे दिया गया हैः

$$\frac{dI}{dt} = \beta I - \gamma I = I(\beta - \gamma)$$
$$\Rightarrow dI = I(\beta - \gamma)dt$$

उपरोक्त समीकरण के दोनों पक्षों का समाकलन करने पर, हम प्राप्त करते हैं:

$$\int \frac{dI}{I} = (\beta - \gamma)\int dt \qquad (5)$$
$$\Rightarrow \ln I = (\beta - \gamma)\, t + A$$

जहाँ । एक स्वेच्छ स्थिरांक है जिसे समाकलन स्थिरांक के रूप में जाना जाता है।

COVID-2019 महामारी की प्रारंभिक स्थिति में $t = 0, I = I_0$. इन मानों को समीकरण (5) में रखने पर, A का मान प्राप्त किया गया है

$$\ln I_O = (\beta - \gamma) * 0 + A$$
$$\Rightarrow A = ln\, I_0$$

A का मान समीकरण (5) में रखने पर, हमें प्राप्त होता है

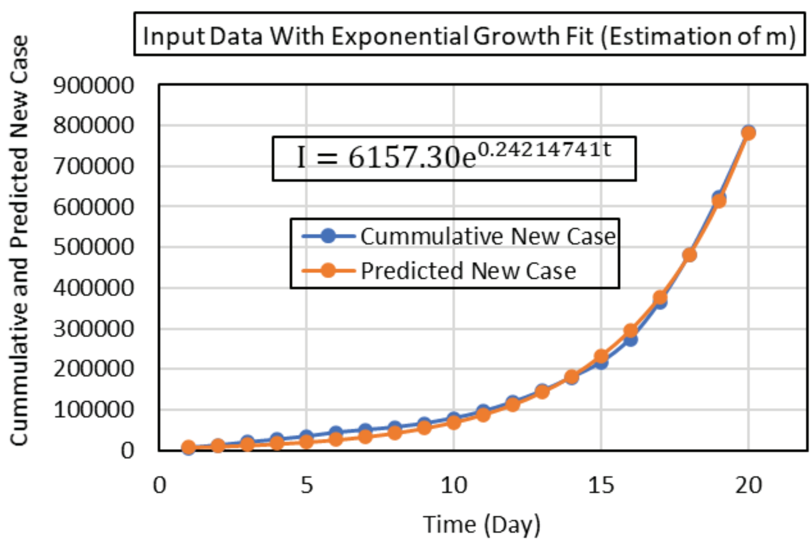
$$\ln I = (\beta - \gamma)\, t + ln\, I_0$$
$$\Rightarrow \ln I - \ln I_0 = (\beta - \gamma)\, t$$
$$\Rightarrow ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = (\beta - \gamma)\, t$$
$$\Rightarrow e^{(\beta-\gamma)\,t} = \frac{I}{I_0}, \left[f(x) = log_e x \Rightarrow e^{f(x)} = x\right]$$
$$\Rightarrow I = I_0 e^{(\beta-\gamma)\,t} \qquad (6)$$
$$\Rightarrow I = I_0 e^{m\,t}, \text{where } m = \beta - \gamma$$

यहाँ पर हमने भारत के COVID-2019 के आंकड़ों तथा न्यूनतम वर्ग विधि (Method of Least Squares) विधि का प्रयोग करके स्थिरांक उ का मान प्राप्त किया है।

तालिका 1: 20 दिसंबर, 2021 से 8 जनवरी, 2022 के दौरान भारत के COVID-2019 का प्रशिक्षण डेटासेट (2,11,12)

दिनांक	समय (दिन)	नया पुष्ट मामला	संचयी नया पुष्ट मामला	अनुमानित पुष्टि नया मामला	वर्ग त्रुटि
20 दिसंबर 2021	1	5326	5326	7844.29	6341787.73
21 दिसंबर 2021	2	6317	11643	9993.48	2720899.96
22 दिसंबर 2021	3	7495	19138	12731.52	41042989.29
23 दिसंबर 2021	4	6681	25819	16219.73	92146046.80
24 दिसंबर 2021	5	7681	33500	20663.64	164772147.20

25 दिसंबर 2021	6	9687	43187	26325.10	284323516.90
26 दिसंबर 2021	7	6531	49718	33537.71	261801819.40
27 दिसंबर 2021	8	6358	56076	42726.44	178210835.40
28 दिसंबर 2021	9	9195	65271	54432.71	117468513.90
29 दिसंबर 2021	10	13154	78425	69346.29	82422925.75
30 दिसंबर 2021	11	16764	95189	88345.93	46827641.84
31 दिसंबर 2021	12	22775	117964	112551.12	29299272.41
1 जनवरी 2022	13	27553	145517	143388.10	4532220.98
2 जनवरी 2022	14	33750	179267	182673.86	11606654.96
3 जनवरी 2022	15	37379	216646	232723.20	258476319.20
4 जनवरी 2022	16	58097	274743	296485.16	472721608.20
5 जनवरी 2022	17	90928	365671	377716.75	145100197.40
6 जनवरी 2022	18	117094	482765	481204.34	2435661.70
7 जनवरी 2022	19	141986	624751	613045.66	137015031.30
8 जनवरी 2022	20	159632	784383	781009.13	11383049.55



चित्र 2: संचयी, अनुमानित नये COVID-2019मामले तथा स्थिरांक (m)

पुनर्प्राप्ति दर (γ) का निर्धारण

हम अवकल समीकरण (3) तथा भारत के COVID-2019 के आंकड़ों का उपयोग कर पुनर्प्राप्ति दर का मान ज्ञात करते है।

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

$$\Rightarrow dR = \gamma I dt$$

उपरोक्त समीकरण के दोनों पक्षों का समाकलन करने पर, हम प्राप्त करते हैं

$$\int dR = \gamma I \int dt$$

$$\Rightarrow R(t) = \gamma It + B \qquad (7)$$

जहाँ B एक स्वेच्छ स्थिरांक है जिसे समाकलन स्थिरांक के रूप में जाना जाता है। प्रारंभिक शर्तों $I = I_0$, $R = 0$ और $t = 0$ समीकरण (7) में रखने पर, हम ठ का मान पाते है

$B = 0$

$B = 0$ को समीकरण (7) में रखने पर, हमें प्राप्त होता है

$R = \gamma I_0 t$

$$\Rightarrow R(t) = \gamma I_0 t \qquad (8)$$

यदि COVID-2019 महामारी को ठीक होने में T दिन लगे, तो

$R(T) = I_0$

समीकरण (8) में मान $R(T) = I_0$ रखने पर, हम प्राप्त करते हैं

$I_0 = \gamma I_0 T$

$\Rightarrow \gamma T = 1$

$\Rightarrow \gamma = 1/T$ पुनर्प्राप्ति अवधि है।

पुनर्प्राप्ति दर का अनुमान लगाने के लिए सीधे भारत के COVID-2019 डाटा सेट तथा अवकल समीकरण (4) का उपयोग किया गया है।

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

$$\Rightarrow \frac{R(t+a) - R(t)}{a} = \gamma I$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{R(t+a) - R(t)}{aI}$$

उपर्युक्त समीकरण में = 1 रखने पर हम पाते है कि

$$\gamma = \frac{R(t+1) - R(t)}{I}$$

समीकरण β = उ+γ का उपयोग करने हम संक्रमण दर का मान प्राप्त करते है।

$\gamma = 0.241947068$

$\beta = 0.242147414 + 0.241947068 = 0.484094482$

प्रजनन संख्या $R_0 = \frac{\beta}{\gamma} = \frac{0.484094482}{0.241947068} = 2$

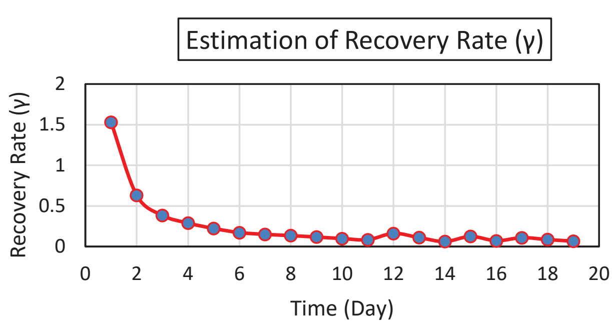
COVID-2019 महामारी के दोगुने होने का समय

$$t_D = \frac{\ln 2}{(\beta - \gamma)} = 2.862501 \approx 3$$

अतः हम यहाँ पर यह कह सकते है कि COVID-2019 महामारी 3 दिन में दोगुना हो जाएगी। इस समय भारत में ऑमिक्रोन वेरिएंट के कारण यह देखने में आ रहा है कि COVID-2019 महामारी से संक्रमितों की संख्या 2 से 3 दिन में दोगुनी हो रही है।

तालिका 2: 20 दिसंबर, 2021 से 8 जनवरी, 2022 के दौरान भारत के COVID-2019 डेटासेट तथा पुनर्प्राप्ति दर का अनुमान (γ)

दिनांक	समय (दिन)	नई पुष्टि मौतें (D)	नई पुष्टि पुनर्प्राप्त (R)	कुल पुनर्प्राप्त (D+R)	संचयी पुनर्प्राप्त	पुनर्प्राप्ति दर का अनुमान (γ)
20 दिसंबर 2021	1	453	8077	8530	8530	1.530229065
21 दिसंबर 2021	2	318	7832	8150	16680	0.630421713
22 दिसंबर 2021	3	434	6906	7340	24020	0.383216637
23 दिसंबर 2021	4	374	6960	7334	31354	0.288082420
24 दिसंबर 2021	5	387	7051	7438	38792	0.222328358
25 दिसंबर 2021	6	162	7286	7448	46240	0.171486790
26 दिसंबर 2021	7	315	7091	7406	53646	0.149523311
27 दिसंबर 2021	8	293	7141	7434	61080	0.134531707
28 दिसंबर 2021	9	302	7242	7544	68624	0.116667433
29 दिसंबर 2021	10	268	7347	7615	76239	0.098259484
30 दिसंबर 2021	11	220	7486	7706	83945	0.083948776
31 दिसंबर 2021	12	406	7585	7991	91936	0.161761215
1 जनवरी 2022	13	284	18798	19082	111018	0.109712267
2 जनवरी 2022	14	123	15842	15965	126983	0.061193639
3 जनवरी 2022	15	124	10846	10970	137953	0.124304164
4 जनवरी 2022	16	534	26396	26930	164883	0.071088253
5 जनवरी 2022	17	325	19206	19531	184414	0.109010559
6 जनवरी 2022	18	282	39580	39862	224276	0.085298230
7 जनवरी 2022	19	286	40893	41179	265455	0.065930267
8 जनवरी 2022	20	327	40863	41190	306645	0.018484592
औसत						0.241947068



चित्र 3: भारत के मामले में एसआईआर मॉडल के पुनर्प्राप्ति दर (γ) प्राचल के लिए चित्रण

तालिका 3: एस.आई.आर. मॉडल के प्रारंभिक प्राचल

N	S_0	I_0	R_0
1380000000	1380000000	5326	8530

संक्रमण की गणना (I) के लिए

अवकल समीकरणों (1) और (2) का उपयोग करके संक्रमण की गणना हमेशा के लिए मान्य है। समीकरण (1) और (2) को विभाजित करने पर, हम प्राप्त करते हैं।

$$\frac{dI/dt}{dS/dt} = \frac{(\beta/N) * S * I - \gamma * I}{(-\beta/N) * S * I}$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dS} = -1 + \frac{\gamma}{\beta} * \frac{N}{S}$$

$$\Rightarrow dI = \left(-1 + \frac{\gamma}{\beta} * \frac{N}{S}\right) dS$$

उपरोक्त समीकरण का समाकलन करने पर, हम प्राप्त करते हैं

$$\int dI = \int \left(-1 + \frac{\gamma}{\beta} * \frac{N}{S}\right) dS$$

$$\Rightarrow I = -S + \frac{\gamma * N}{\beta} * \ln S + C \qquad (9)$$

जहाँ C एक स्वेच्छ स्थिरांक है जिसे समाकलन स्थिरांक कहते हैं। संक्रमण की शुरुआत में, "I" बहुत छोटा है जबकि S = N (कुल जनसंख्या आकार) तो समय t = 0 पर I = 0 तथा S = N होगा। इन मानों को समीकरण (9) में रखने पर

$$0 = -N + N * \frac{\gamma}{\beta} * \ln N + C$$

$$\Rightarrow C = N * \left(1 - \frac{\gamma}{\beta} * \ln N\right)$$

C के मान को समीकरण (9) में रखने पर, हम प्राप्त करते हैं

$$I = -S + \frac{\gamma N}{\beta} * \ln S + N * \left(1 - \frac{\gamma}{\beta} * \ln N\right)$$

$$\Rightarrow I = N - S + \frac{\gamma N}{\beta} * \ln S - \frac{\gamma N}{\beta} * \ln N$$

$$\Rightarrow I = N - S + \frac{\gamma N}{\beta} * (\ln S - \ln N)$$

$$\Rightarrow I = N - S + \frac{\gamma N}{\beta} * \ln\left(\frac{S}{N}\right) \qquad (10)$$

यह सभी समय के लिए मान्य समीकरण है। सामान्य तौर पर, संक्रमण शुरू में तेजी से बढ़ता है और चरम पर पहुंच जाता है तथा धीरे–धीरे शून्य पर वापस आ जाता है।

प्रश्नः

1. क्या हम संक्रमण के चरम पर बीमार लोगों की संख्या I_{max} का पता लगा सकते हैं?
2. क्या हम $S_\infty = \lim_{t\to\infty} S(t)$ ज्ञात कर सकते हैं, यानी संक्रमण के बीत जाने के बाद भी अतिसंवे. दनशील की संख्या शेष है।

उत्तरः हाँ,

दोनों प्रश्नो के उत्तर के लिए हम समीकरण (3) तथा (10) का प्रयोग कर सकते है जो इस प्रकार हैः

समीकरण (3)और (10)से

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta}{N} SI - \gamma I$$

$$I = N - S + \frac{\gamma N}{\beta} * \ln\left(\frac{S}{N}\right)$$

यहाँ पर हम यह मानते हैं कि

$$S = N * s,\ I = N * i,\ R = N * r$$

जहाँ S तथा I क्रमशः कुल अतिसंवेदनशील और संक्रमितों के अंश का प्रतिनिधित्व करते हैं। S, I तथा R का मान समीकरण (3) तथा (10) में रखने पर हम पते हैः

$$\frac{d(N * i)}{dt} = \frac{\beta}{N} * N * s * N * i - \gamma * N * i$$

$$\Rightarrow N * \frac{di}{dt} = N * (\beta s i - \gamma i)$$

$$\Rightarrow \frac{di}{dt} = i(\beta s - \gamma) \qquad (11)$$

$$N * i = N - N * s + \frac{\gamma * N}{\beta} * \ln \frac{N * s}{N}$$

$$\Rightarrow i = 1 - s + \frac{\gamma}{\beta} \ln s \qquad (12)$$

COVID-2019 महामारी के शिखर होने पर कप/dt का मान शून्य होगा।

$$i(\beta s - \gamma) = 0$$
$$\Rightarrow \beta s - \gamma = 0$$
$$\Rightarrow s = \frac{\gamma}{\beta}$$

तब हम पाते है कि

$$i_{max} = 1 - \frac{\gamma}{\beta} + \frac{\gamma}{\beta} ln\left(\frac{\gamma}{\beta}\right)$$
$$\Rightarrow i_{max} = 1 + \frac{\gamma}{\beta}\left(\ln\frac{\gamma}{\beta} - 1\right) \qquad (13)$$

संक्रमण दर (β) तथा पुनर्प्राप्ति दर (γ)का मान समीकरण (13) में रखने पर

$\gamma = 0.241947068$

$\beta = 0.484094482$

$$i_{max} = 1 + \left(\frac{0.241947068}{0.484094482}\right) * ln\left(\frac{0.241947068}{0.484094482} - 1\right)$$

$\Rightarrow i_{max} = 1+(0.499793070883984) * (-1.69356112445493)$

$\Rightarrow i_{max} = 0.1536$

अतः भारत में COVID-2019 के चरम पर कुल जनसँख्या का 15.36% लोग संक्रमित होंगे।

COVID-2019 महामारी के अंत पर अतिसंवेदनशील की संख्या ज्ञात करने के लिए हम i→0 तथा ज→∞ लेंगे।

$$i = 1 - s_\infty + \frac{\gamma}{\beta} \ln s_\infty = 0 \qquad (14)$$

उपर्युक्त समीकरण (14) को संख्यात्मक रूप से हल करने पर s का मान प्राप्त किया जा सकता है। इस समीकरण को न्यूटन–रेफसन विधि से हल करने पर

s–∞ = 0.99

इसलिए, लगभग 99 प्रतिशत आबादी संक्रमण के अंत में अतिसंवेदनशील रहती है और 1 प्रतिशत आबादी किसी न किसी बिंदु पर संक्रमित हो जाती है। संक्रमण दर तथा पुनर्प्राप्ति दर के अनुपात को प्रजनन संख्या (R_0) कहते है अर्थात R_0 = β/γ. यह उन व्यक्तियों की संख्या (औसतन) का

$$i_{max} = 1 - \frac{1}{R_0}\left(1 - \ln\frac{1}{R_0}\right)$$

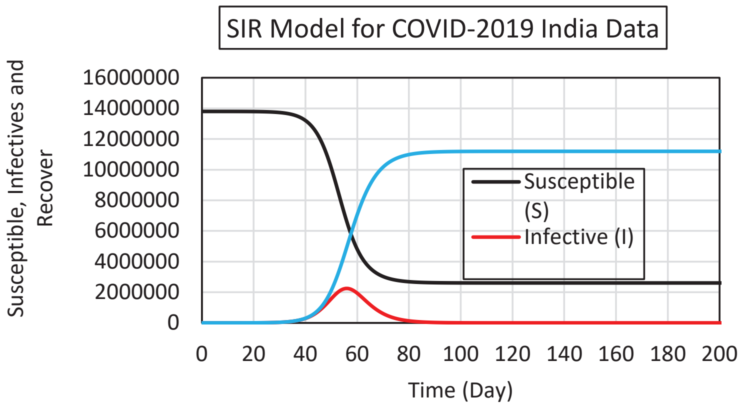
प्रतिनिधित्व करता है जो एक व्यक्ति को संक्रमित करता है। समीकरण (14) को प्रजनन संख्या के पदों के रूप में लिखने पर

COVID-2019 महामारी के अंत में संक्रमण

$$1 - s_\infty + \frac{\gamma}{\beta} \ln s_\infty = 0$$
$$\Rightarrow \frac{\gamma}{\beta} lns_\infty = s_\infty - 1$$
$$\Rightarrow R_0 \ln s_\infty = s_\infty - 1$$
$$\Rightarrow R_0 = \frac{\ln(s_\infty)}{s_\infty - 1}$$
$$R_0 = 1.005033585$$

(i→0) शून्य तथा समय (ज→∞) अनंत की तरफ इंगित करेगा। अतः प्रजनन संख्या महामारी के अंत में निम्न समीकरण द्वारा प्राप्त किया जायेगाः

जहाँ s–∞ महामारी के अंत (संक्रमण की समाप्ति) में अतिसंवेदनशील की संख्या है।



चित्र 4: एस.आई.आर. मॉडल के अनुकार (Simulation) का परिणाम

3. झुंड उन्मुक्ति (Herd Immunity) (%) की गणना

COVID-2019 महामारी को रोकने के लिए, टीकाकरण की गई जनसंख्या का अनुपात कम से कम $(1-1/R_0)$ होना चाहिए। थ्रेशोल्ड प्रमेय से हम जानते हैं कि यदि अतिसंवेदनशीलता का अनुपात $(1/R_0)$ से नीचे चला जायेगा तो COVID-2019 महामारी समाप्त हो जाएगी। चूंकि टीकाकरण लोगों को अतिसंवेदनशील श्रेणी से हटा देता है। हमें भारत में पर्याप्त मात्रा में लोगों का टीकाकरण करना चाहिए ताकि शेष अतिसंवेदनशील का अनुपात $(1/R_0)$ से कम हो जाये । इसका अर्थ है कि टीकाकरण करने वालों का अनुपात $(1-1/R_0)$ से अधिक होना चाहिए। प्रस्तुत अध्ययन में प्रजनन संख्या का परिकलित मान 2 है। अतःझुंड उन्मुक्ति (%) = $(1-1/R_0)'100 = (1-1/2)*100 = 50\%$.

अतः यहाँ हम कह सकते हैं कि वर्तमान समय में भारत की कुल जनसंख्या का 50% लोगों को टीका लगाया जा चुका है। COVID-2019 महामारी को रोकने के लिए भारतीय लोगों के साथ–साथ भारत सरकार की यह बहुत बड़ी उपलब्धि है।

4. विवेचना एवं परिणाम

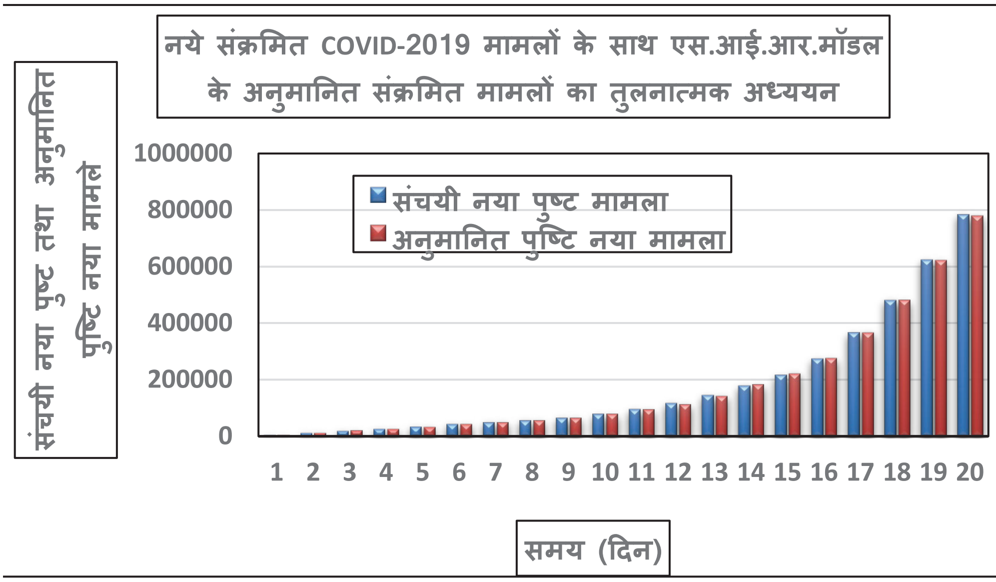
इस अध्ययन में, हमने भारत में बढ़ते COVID-2019 महामारी वक्र से संबंधित प्राचलों की गणना तथा अलग–अलग अनुमान (जैसे महामारी की भविष्यवाणी) लगाने के लिए एस.आई.आर.गणितीयमॉडल का उपयोग किया है। संक्रमण दर का मान (β) और प्राप्त स्थिरांक (m) का मान चित्र 2 में दिखाया गया हैं। भारत के COVID-2019 डेटासेट से सीधे अनुमान लगाकरहमने चित्र 3 में आलेखित पुनर्प्राप्ति दर (γ) का मान प्राप्त किया है। चित्र 4 तथा गणितीय गणना से यहस्पष्ट है कि COVID-2019 के चरम पर भारत की कुल जनसंख्या की 15. 36% आबादी इस रोग से संक्रमित हो जाएगी। इस अध्ययन से यह भी स्पष्ट है कि लगभग 99 प्रतिशत आबादी संक्रमण के अंत में अतिसंवेदनशील रहेगी और 1 प्रतिशत आबादी किसी न किसी बिंदु पर संक्रमित हो जाएगी। अतः भारत में COVID-2019 महामारी के अंत में शेष अतिसंवेदनशीललोगों की संख्या 260481478 (1380000000 का 99%) होगी तथा 1% लोग रोग से ग्रसित होंगे। चित्र 4 से स्पष्ट है कि भारत में COVID-2019 महामारी लगभग 57 दिन में अपने के शिखर पर होगी । इस प्रकार हम कह सकते है कि 14 फरवरी 2022 को भारत में COVID-2019 महामारी अपने शिखर पर होगी। अंत में, 20 दिसंबर, 2021 से 8 जनवरी, 2022 तक के आंकड़ों का उपयोग करके प्रजनन संख्या (ᴛ0) का मान प्राप्त किया है। इस अवधि में इसका मान 2 है। भरत में COVID-2019 महामारी के अंत में भी प्रजनन संख्या की गणना की गयी है जिसका मान लगभग 1 है। हमने भारत के स्वास्थ्य मंत्रालय तथा जॉन्स हॉपकिन्स यूनिवर्सिटी से प्राप्त डेटासेट तथा एस.आई.आर. गणितीय मॉडल का उपयोग करके COVID-2019 महामारी के आंकड़ों का अध्ययन किया है। लंबी अवधि की भविष्यवाणी करने वाले इस मॉडल ने यह दिखाया है कि 24 फरवरी 2022 को भारत में COVID-2019 महामारी अपने शिखर

पर पहुंच जाएगी। इसके साथ ही 57 दिन बाद यानि 31 मई 2022 को इस महामारी का अंत हो जायेगा। प्रजनन संख्या का अनुमानित मान 2 है अर्थात एक व्यक्ति कम से कम दो लोगो को संक्रमित करेगा। अंत में, इन प्राचलों का अनुमान केवल आरटी–पीसीआर पुष्ट मामले का उपयोग करके ही किया गया है। यदि हम कम से कम 50%भारत की आबादी का टीकाकरण करने का प्रबंधन करे तो हम COVID-2019 महामारी को रोक सकते हैं।भारत सरकार तथा लोगो को मैं यह ध्यान दिलाना चाहता हूँ कि प्रजनन संख्या का मान जितना अधिक होगा, टीकाकरण कार्यक्रम के माध्यम से कोविड को नियंत्रित करना उतना ही कठिन होगा।

तालिका 4: नये संक्रमित COVID-2019 मामलों के साथ एस.आई.आर.मॉडल के अनुमानित संक्रमित मामलों का तुलनात्मक अध्ययन

दिनांक	समय (दिन)	नया पुष्ट मामला	संचयी नया पुष्ट मामला	अनुमानित पुष्टि नया मामला
20 दिसंबर 2021	1	5326	5326	5244
21दिसंबर 2021	2	6317	11643	11893
22दिसंबर 2021	3	7495	19138	19232
23दिसंबर 2021	4	6681	25819	25219
24दिसंबर 2021	5	7681	33500	32663
25 दिसंबर 2021	6	9687	43187	43325
26दिसंबर 2021	7	6531	49718	49537
27दिसंबर2021	8	6358	56076	55726
28 दिसंबर 2021	9	9195	65271	65432
29दिसंबर 2021	10	13154	78425	78346
30दिसंबर 2021	11	16764	95189	94345
31दिसंबर 2021	12	22775	117964	112551
1जनवरी 2022	13	27553	145517	143388
2जनवरी 2022	14	33750	179267	182673
3जनवरी2022	15	37379	216646	222723
4जनवरी2022	16	58097	274743	276485
5जनवरी2022	17	90928	365671	367716
6जनवरी2022	18	117094	482765	481204
7जनवरी2022	19	141986	624751	623045
8जनवरी2022	20	159632	784383	781009

चित्र 5 तथा तालिका 4 से स्पष्ट है कि नये संक्रमित COVID-2019 मामलों तथा प्रस्तुत एस.आई.आर.मॉडल के अनुमानित संक्रमित मामलों की संख्या लगभग बराबर है।



चित्र 5: नये संक्रमित COVID-2019 मामलों के साथ एस.आई.आर.मॉडल के अनुमानित संक्रमित मामलों का तुलनात्मक अध्ययन

प्रायोगिक कार्य करने के लिए 20 दिसंबर, 2021 से 8 जनवरी, 2022 तक भारत के COVID-2019 के आंकड़ों का उपयोग किया गया है । यह आंकड़ें भारत के स्वास्थ्य मंत्रालय, कागल तथा जॉन्स हॉपकिन्स यूनिवर्सिटी से लिए गए है (2,11,12) ।

निष्कर्ष

इस अधययन में, हमने 20 दिसंबर 2021 से 8 जनवरी 2022 तक का COVID-2019 के आंकड़ों तथा एस.आई.आर. गणितीय मॉडल का उपयोग करके इस महामारी का संक्रमण दर, पुनर्प्राप्ति दर , महामारी का शिखर बिंदु, महामारी का अंत, भविष्यवाणी तथा प्रजनन संख्या का अधयययन किया है। यह आंकड़ें भारत के स्वास्थ्य मंत्रालय तथा जॉन्स हॉपकिन्स यूनिवर्सिटी से लिए गए है (13,14,15) । एसआईआर गणितीयमॉडल ने यह दिखाया कि COVID-2019 महामारी की शुरुआत से 57 दिनों बाद भारत में यह महामारी अपने शिखर पर होगी। प्रस्तुत इस मॉडल के द्वारा यह अनुमान लगाया गया है कि भारत की कुल आबादी का 1% लोग महामारी से प्रभावित होंगे और संक्रमण की समाप्ति के उपरांत शेष संवेदनशील लोगों का प्रतिशत लगभग 99% तक होगा।COVID-2019 महामारी के प्रारम्भ में इस रोग के दोगुने होने का समय 3 दिन है। इस समय भारत में ऑमिक्रोन वेरिएंट के कारण यह देखने में आ रहा कि COVID-2019 महामारी से संक्रमितों कि संख्या 2 से 3 दिन में दोगुनी हो रही है। तालिका 4 से स्पष्ट है कि, भविष्य में COVID-2019 के नये मामलों की भविष्यवाणी करने में प्रस्तुत अध्ययन सहायक सिद्ध होगा।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक हिंदी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिंदी शब्दावली
Epidemic	महामारी
EÛposed	उजागर
Herd Immunity	झुंड उन्मुक्ति
Incubation	ऊष्मायन

Infection Rate	संक्रमण दर
Infective	संक्रमित
Mathematical Model	गणितीय निदर्श
Parameter	प्राचल
Recovered	पुनर्प्राप्त
Recovery Rate	पुनर्प्राप्ति दर
Reproductive Number	प्रजनन संख्या
(S$AS) EIR Mathematical Model	(एस.+ए.एस.) इ. आई. आर. गणितीय निदर्श
Simulation	अनुकार
SIR Model	एस.आई.आर.निदर्श
Susceptible	अतिसंवेदनशील

सन्दर्भ

1. Lunis M. Descriptive study of the current status of COVID-2019 in Algeria. Electronic Journal of General Medicine, 17(6):253, (2020). https://doi.org/10.29333/ejgm/8287
2. Johns Hopkins University of Medicine (JHUM), Coronavirus Resource Center. Accessed on August 12 (2020). https://coronavirus.jhu.edu/map.html
3. https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it
4. De Leon, U.A.-P., G., P., Avila-Vales, E. A SEIARD pandemic model for COVID-2019 in Mexico: mathematical analysis and state-level forecast. medRxiv [preprint]. (2020). DOI: https://doi.org/10.1101/2020.05.11.20098517
5. Khatua, D., D., A., Kar, S., Samant, E., Mandal, SM. A dynamic optimal control model for SARS-CoV-2 in India. Available at SSRN 3597498. (2020). DOI: http://dx.doi.org/0.2139/ssrn.3597498.
6. Bhattacharya, A., Bhowmik, D., Mukherjee, J. Forecast and interpretation of daily affected people during the 21-day lockdown due to the COVID-19 pandemic in India. medRxiv [preprint]. (2020). DOI: https://doi.org/10.1101/2020.04.22.20075572
7. Bagal DK, Rath A, Barua A, Patnaik D. Estimating the parameters of the susceptible-infected-recovered model of COVID-2019 cases in India during the lockdown period. Chaos, Soliton and Fractals (2020). https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110154
8. Huang NE, Qo F. Data-driven time-dependent transmission rates for tracking an epidemic: a case study of 2019-nCoV. Science Bull 65(6):425-427 (2020). https://doi.org/10.1016/j.scib.2020.02.005
9. Bhatnagar M, Kumar S, Jain C. Understanding the COVID-19 Pandemic Using the Machine Learning Techniques. Vigyan Prakash, 19(4):18-28 (2021). https://www.vigyanprakash.in/article.php?id=19.3.4
10. Jain S, Mangal A, Jain S. New (S+AS) EIR Mathematical Model for COVID Epidemic. Vigyan Prakash, 19(3):65-74 (2021).https://www.vigyanprakash.in/article.php?id=19.2.8
11. https://www.icmr.gov.in/ 2 December 2021.
12. https://www.kaggle.com/datasets/imdevskp/corona-virus-report

विस्तारित के के एल एकधा विधि द्वारा रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का हल

Solution of Linear Integer Fractional Programming Problem by Extended KKL Simplex Method

संजय जैन[1], आदर्श मंगल[2] एवं विजय राज सिंह शेखावत[3]

Sanjay Jain[1], Adarsh Mangal[2] & Vijay Raj Singh Shekhawat[3]

[1] S. P. C.Govt. College, Ajmer-305004

[2] Engineering College, Ajmer-305025

[3] Research Scholar, S. P. C. Govt. College, Ajmer-305004, INDIA

Email: drjainsanjay@gmail.com, dradarshmangal1@gmail.com, vjcstt@gmail.com

सारांश :

इस शोध पत्र में, रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को हल करने के लिए एक नए उपगमन (Approach) को प्रस्तावित किया गया है जो कि पुनरावृत्त प्रक्रिया (Iterative procedure) पर आधारित है। प्रस्तावित विधि साहित्य में उपलब्ध अन्य विधियों, जैसे पारंपरिक एकधा विधि (Traditional Simplex Method) आदि की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक दक्ष तथा समझने की दृष्टि से सरल है। के के एल एकधा विधि का नाम शोधकर्ताओं एन.डब्ल्यू. खोबरागड़े, पी.जी.खोट तथा एन.के. लाम्बा के उपनामों के प्रथम अक्षरों से मिलकर बनाया गया है जिन्होनें सर्वप्रथम इस विधि को रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं पर लागू किया था।

Abstract:

In this research paper, a new approach to find the Linear Integer Fractional Programming is suggested, which is based on the iterative procedure. The proposed method is more efficient and easy to understand as compared to the other methods available in the literature such as Traditional Simplex Method etc. The name of "KKL Simplex Method" is due to the first letters of the researcher's surnames i.e., N. W. Khobragade, P. G. Khot and N. K. Lamba who first applied this method on linear programming problems.

मुख्य शब्दः रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या, के के एल एकधा विधि, इष्टतम हल (Optimal **Solution)**, पूर्णांक हल

Keywords: Linear fractional programming problem, KKL Simplex method, Optimal Solution, Integer Solution.

1. प्रस्तावना

एक भिन्नात्मक प्रोग्रामन निदर्श का उद्देश्य, अंश एवं हर में अऋणात्मक चरों (Non-negative variables) के साथ रैखिक फलनों के भिन्न रूप के उद्देश्य फलन को, दिए गए रैखिक व्यवरोधों (Linear constraints) के साथ इष्टतम करना होता है। भिन्नात्मक प्रोग्रामन आधुनिक व तीव्रगामी वृद्धि लिए हुए एक व्यावहारिक विषय है। भिन्नात्मक प्रोग्रामन का प्रयोग; संचार तंत्र (Communication System), सैन्य विज्ञान (Military Science),

प्रबंध (Management), उद्योग (Industries) तथा उत्पादन (Production) इत्यादि से जुडी हुई विविध समस्याओं में किया जाता है। कई शोधकर्ताओं ने रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्याओं को विभिन्न तकनीकों से हल किया है। पूर्व में चढ़ा (1), चार्नेस एवं अन्य (2), हिर्चे (3), जैन एवं अन्य (4, 5, 6, 7), स्वरुप (10) तथा टांक एवं अन्य (11) ने भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्याओं को हल किया तथा इनसे सम्बंधित पुनरावृत्त विधियाँ प्रस्तुत कीं। के के एल एकधा विधि साहित्य में उपलब्ध नवीनतम विधि है। खोबरागड़े एवं अन्य तथा जैन एवं अन्य ने ही अभी तक इस विधि का प्रयोग करते हुए विभिन्न प्रकार की गणितीय प्रोग्रामन समस्याओं को हल किया है तथा समस्याओं का इष्टतम हल प्राप्त किया है। इस प्रकार प्राप्त इष्टतम हल को साहित्य में उपलब्ध अन्य विधियों जैसे आलेखीय विधि, एकधा विधि, विभिन्न विलोपन विधियों से आसानी से प्रमाणित भी किया जा सकता है। खोबरागड़े एवं अन्य (8) ने रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं का के के एल एकधा विधि से हल प्रस्तुत किया। खोबरागड़े एवं अन्य (9) ने खेल सिद्धांत से सम्बंधित समस्याओं को भी के के एल एकधा विधि से हल किया। इसके पश्चात जैन एवं मंगल (12) ने बहु–उद्देशीय रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं का के के एल एकधा विधि से हल प्रस्तुत किया।

इस शोध पत्र में, रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को के के एल एकधा विधि द्वारा हल किये जाने की विवेचना किया जाना प्रस्तावित है। शोध पत्र का संगठन निम्नानुसार है : खंड 2 में रैखिक प्रोग्रामन समस्या को के के एल एकधा विधि से हल किये जाने से सम्बंधित व्याख्या दी गयी है। खंड 3 में रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को प्रस्तावित के के एल एकधा विधि से हल किये जाने से सम्बंधित विधि प्रस्तुत की गयी है। खंड 4 में प्रस्तावित के के एल एकधा विधि को समझाने के लिए एक दृष्टान्तीय उदाहरण प्रस्तुत किया गया है। अंत में खंड 5 में शोध पत्र का निष्कर्ष समाहित है।

2. रैखिक प्रोग्रामन समस्या के लिए के के एल एकधा विधि

खोबरागडे एवं अन्य (8) तथा हमारे द्वारा किये गए संशोधनों के पश्चात किसी रैखिक प्रोग्रामन समस्या के इष्टतम हल को प्राप्त करने के निम्न चरण है :

1. सर्वप्रथम रैखिक प्रोग्रामन समस्या का गणितीय संरूपण (Mathematical Formulation) किया जाना चाहिए, यदि नहीं दिया गया हो।
2. रैखिक प्रोग्रामन समस्या का उद्देश्य फलन अधिकतमीकरण के रूप में होना चाहिए। यदि उद्देश्य फलन न्यूनतमीकरण के रूप में हो तो उसे (-1) से गुणा कर सर्वप्रथम अधिकतमीकरण में परिवर्तित करते है।
3. रैखिक प्रोग्रामन समस्या के व्यवरोधों के रूप में शामिल असमिकाओं के आवश्यकता पूरक सदिश अऋणात्मक होने चाहिए। यदि किसी असमिका में ऐसा नहीं हो तो, उस असमिका से सम्बंधित आवश्यकता पूरक सदिश के अवयव को धनात्मक बनाने के लिए (-1) से गुणा करते है।
4. मूल रैखिक प्रोग्रामन समस्या में सम्मिलित सभी असमिकाओं में आवश्यकता अनुसार न्यूनतापूरक अथवा आधिक्यपूरक चरों को शामिल करते हुए समीकरणों में परिवर्तित करते हैं।
5. दी गयी रैखिक प्रोग्रामन समस्या के लिए प्रारंभिक के के एल सारणी निम्न प्रकार बनाते हैं :

पंक्ति (R)	आधारी चर	Z	y_1	.....	y_n	S_1	....	S_m	दक्षिण पक्ष
प्रारंभिक पंक्ति ($R*$)	Z	1	c_1	...	c_n	0	......	0	समस्यानुसार
प्रथम पंक्ति (R_1)	S_1	0	a_{11}	......	a_{1n}	1	......	0	b_1
द्वितीय पंक्ति (R_2)	S_2	0	a_{21}	......	a_{2n}	0	......	0	b_2
....	....	...	...	......	......	......	......	......	......
....	....	...	......	......	......	......	......	......	......
m वीं पंक्ति (R_m)	S_m	0	a_{m1}	......	a_{mn}	0	......	1	b_m

प्रारंभिक के के एल सारणी की व्याख्या निम्नानुसार है :

(i) उद्देश्य फलन (Objective function) में सम्मिलित चरों के गुणांकों को निरुपित करने वाली पंक्ति (R*), उद्देश्य पंक्ति कहलाती है।

(ii) R_1 से लेकर R_m तक की पंक्तियाँ, व्यवरोध पंक्तियाँ कहलाती हैं जिनमें व्यवरोधों में शामिल चरों के गुणांकों को लिखा जाता है।

(iii) उपरोक्त सारणी के स्तंभों की व्याख्या निम्नानुसार है :

(a) सारणी का प्रथम स्तम्भ उद्देश्य स्तम्भ कहलाता है।

(b) द्वितीय स्तम्भ (आधारी चर) में न्यूनतापूरक (Slack) एवं आधिक्यपूरक (Surplus) चरों को सम्मिलित किया गया है।

(c) सारणी का तीसरा स्तम्भ, उद्देश्य फलन (Z) में शामिल विविध चरों के गुणांकों को निरूपित करता है (जहाँ इस स्तम्भ का प्रथम अवयव 1 है तथा शेष सभी पंक्तियों के लिए यह 0 है।

(iv) व्यवरोधों में सम्मिलित निर्णायक चर अन–आधारी चरों के अंतर्गत निरूपित किए गए हैं।

(v) दी गई रैखिक प्रोग्रामन समस्या में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक (अथवा / और) कृत्रिम चरों (Artificial variables) के गुणांक, प्रारंभिक के के एल सारणी में इकाई आव्यूह बनाते हैं।

6. अब, इष्टमत्व परीक्षण (Optimality test) की जांच निम्नानुसार करते हैं :

(i) यदि प्रारंभिक पंक्ति का प्रत्येक अवयव धनात्मक हो तो वर्तमान हल इष्टतम है।

(ii) यदि ऐसा नहीं हो, तो इस हल को सुधार किये जाने की आवश्यकता है। हल के सुधार किये जाने के क्रम में Z के न्यूनतम ऋणात्मक गुणांक का चयन करते हैं। इस गुणांक के संगत स्तम्भ वाला सदिश अगली पुनरावृति के लिए प्रवेशी सदिश (Entering vector) होगा। माना y_r प्रवेशी सदिश है। अब y_r स्तम्भ में उच्चतम धनात्मक संख्या का चयन करते हैं। माना यह अवयव a_{rj} है, जो S_k स्तम्भ में स्थित है। अतः अगली पुनरावृति के लिए a_{rj} तथा S_k क्रमशः कीलक अवयव (Pivot element) एवं अपगामी सदिश (Departing vector) है।

(iii) इस प्रक्रिया की जब तक पुनरावृति करते हैं जब तक कि प्रारंभिक पंक्ति के सभी गुणांक धनात्मक नहीं हो जाएँ।

3. रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक समस्या के लिए के के एल एकधा विधि

किसी रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या के इष्टतम हल को प्राप्त करने के निम्न चरण हैं :

1. दी गई रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या को दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं में परिवर्तित करते हैं। रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या के अंश में शामिल रैखिक फलन को अधिकतम तथा हर में प्रयुक्त रैखिक फलन को न्यूनतम के रूप में लिखते हैं।
2. दोनों रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं का उद्देश्य फलन अधिकतमीकरण के रूप में होना चाहिए। यदि उद्देश्य फलन न्यूनतमीकरण के रूप में हो तो उसे (–1) से गुणा कर सर्वप्रथम अधिकतमीकरण में परिवर्तित करते हैं।
3. रैखिक प्रोग्रामन समस्या के व्यवरोधों के रूप में शामिल असमिकाओं के आवश्यकता पूरक सदिश अऋणात्मक होने चाहिए। यदि किसी असमिका में ऐसा नहीं हो तो, उस असमिका से सम्बंधित आवश्यकता पूरक सदिश के अवयव को धनात्मक बनाने के लिए (–1) से गुणा करते हैं।
4. मूल रैखिक प्रोग्रामन समस्या में सम्मिलित सभी असमिकाओं में आवश्यकता अनुसार न्यूनतापूरक अथवा आधिक्यपूरक चरों को शामिल करते हुए समीकरणों में परिवर्तित करते हैं।
5. दोनों रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं के लिए खंड 2 में वर्णन अनुसार अलग–अलग के के एल प्रारंभिक सारणी बनाते हैं।
6. प्रत्येक रैखिक प्रोग्रामन समस्या का इष्टतम हल के के एल एकधा विधि से प्राप्त करते हैं।
7. तत्पश्चात, किसी चर का भिन्नात्मक मान प्राप्त हो तो उसे विविध संयोजनों के द्वारा पूर्णांक मानों में परिवर्तित कर रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक समस्या का इष्टतम हल प्राप्त करते हैं।

प्रस्तावित प्रक्रिया को समझने के लिए अगले खंड में एक दृष्टान्तीय उदाहरण प्रस्तुत किया जा रहा है।

4. दृष्टान्तीय उदाहरण

निम्न रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या पर विचार करते हैं :

उपरोक्त समस्या को दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं में निम्न प्रकार वियोजित किया जाता है:

अधिकतम $Z = \frac{2x_1+2x_2}{4x_1+8x_2+4} = \frac{Z_1}{Z_2}$ (**माना**) $= \frac{N}{D}$(**माना**)

जहाँ N = Numerator (**अंश**) **व** D = Denominator (**हर**)

व्यवरोध $-2x_1 + x_2 \leq 3$

$4x_1 + 2x_2 \leq 8$

तथा $x_1, x_2 \geq 0$

(N)**अधिकतम** $Z = 2x_1 + 2x_2$		(D) **न्यूनतम** $Z = 4x_1 + 8x_2 + 4$	
व्यवरोध	$-2x_1 + x_2 \leq 3$	**व्यवरोध**	$-2x_1 + x_2 \leq 3$
	$4x_1 + 2x_2 \leq 8$		$4x_1 + 2x_2 \leq 8$
तथा	$x_1, x_2 \geq 0$	**तथा**	$x_1, x_2 \geq 0$

उपरोक्त समस्या (N) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर समस्या का परिवर्तित रूप निम्न होगा : अधिकतम

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

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

$$4x_1 + 2x_2 + 0S_1 + S_2 = 8$$

$$x_1, x_2, S_1, S_2 \geq 0$$

प्रारंभिक के के एल सारणी

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	-2	-2	0	0	0
R_2	S_1	0	-2	1	1	0	3
R_3	S_2	0	4	2	0	1	8

प्रारंभिक के के एल सारणी से स्पष्ट है कि Z का न्यूनतम ऋणात्मक गुणांक –2 है जो y_1 व y_2 स्तंभों के संगत है। स्वेच्छतः y_1 स्तम्भ का चयन प्रवेशी सदिश के रूप में करते हैं। अब y_1 स्तंभ के उच्चतम धनात्मक अवयव 4 का चयन करते हैं जो कि S_2 के संगत है अतः S_2 अपगामी सदिश है तथा 4 कीलक अवयव है।

सारणी 2

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	0	-1	0	$\frac{1}{2}$	4
R_2	S_1	0	0	2	1	$\frac{1}{2}$	7
R_3	y_1	0	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{4}$	2

पुनः सारणी 2 से स्पष्ट है कि Z का न्यूनतम ऋणात्मक गुणांक −1 है जो y_2 स्तंभ के संगत है। अतः y_2 स्तम्भ का चयन प्रवेशी सदिश के रूप में करते है। अब y_2 स्तंभ के उच्चतम धनात्मक अवयव 2 का चयन करते हैं जो कि S_1 के संगत है। अतः S_1 अपगामी सदिश है तथा 2 कीलक अवयव है।

सारणी 3

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{15}{2}$
R_2	y_2	0	0	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{2}$
R_3	y_1	0	1	0	$\frac{-1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$

सारणी 3 से स्पष्ट है कि प्रारंभिक पंक्ति के सभी गुणांक धनात्मक हैं। अतः यह हल इष्टतम है। अतः समस्या (N) का इष्टतम हल $x_1 = 1/4$, $x_2 = 7/2$ तथा $Z{-}1 = 15/2$

समस्या (D) में आवश्यकतानुसार न्यूनतापूरक चरों का समावेश करने पर प्रारंभिक के के एल सारणी निम्न अनुसार होगी :

प्रारंभिक के के एल सारणी

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	-4	-8	0	0	4
R_2	S_1	0	-2	1	1	0	3
R_3	S_2	0	4	2	0	1	8

प्रारंभिक के के एल सारणी से स्पष्ट है कि Z का न्यूनतम ऋणात्मक गुणांक −4 है जो y_1 स्तंभ के संगत है। अतः y_1 स्तम्भ का चयन प्रवेशी सदिश के रूप में करते हैं। अब y_1 स्तंभ के उच्चतम धनात्मक अवयव 4 का चयन करते हैं जो कि S_2 के संगत है। अतः S_2 अपगामी सदिश है तथा 4 कीलक अवयव है।

सारणी 2

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	0	-6	0	1	12
R_2	S_1	0	0	2	1	$\frac{1}{2}$	7
R_3	y_1	0	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{4}$	2

पुनः सारणी 2 से स्पष्ट है कि Z का न्यूनतम ऋणात्मक गुणांक –6 है जो y_2 स्तंभ के संगत है। अतः y_2 स्तम्भ का चयन प्रवेशी सदिश के रूप में करते हैं। अब y_2 स्तंभ के उच्चतम धनात्मक अवयव 2 का चयन करते हैं जो कि S_1 के संगत है। अतः S_1 अपगामी सदिश है तथा 2 कीलक अवयव है।

सारणी 3

पंक्ति	आधारी चर	Z	y_1	y_2	S_1	S_2	दायाँ पक्ष
R_1	Z	1	0	0	3	5	33
R_2	y_2	0	0	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{2}$
R_3	y_1	0	1	0	$\frac{-1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$

सारणी 3 से स्पष्ट है कि प्रारंभिक पंक्ति के सभी गुणांक धनात्मक हैं। अतः यह हल इष्टतम है। अतः समस्या (D) का इष्टतम हल $x_1 = \frac{1}{4}, x_2 = \frac{7}{2}$ तथा $Z_2 = 33$

अतः दी गई रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का इष्टतम हल

$$x_1 = \frac{1}{4}, x_2 = \frac{7}{2} \text{ तथा } Z = \frac{\frac{15}{2}}{33} = \frac{15}{66}$$

जिसे साहित्य में उपलब्ध विविध विधियों से आसानी से सत्यापित किया जा सकता है।

किन्तु यहाँ हमें चरों x_1 व x_2 के पूर्णांक हल ज्ञात करने हैं, जहाँ $0 \leq x_1 \leq 1$ व

$3 \leq x_2 \leq 4$ अतः विविध संयोजनों से पूर्णांक हल निकालने का प्रयास करते हैं :

(1) $x_1 = 0, x_2 = 3$ सुसंगत हल

(2) $x_1 = 0, x_2 = 4$ सुसंगत हल नहीं

(3) $x_1 = 1, x_2 = 3$ सुसंगत हल नहीं

(4) $x_1 = 1, x_2 = 4$ सुसंगत हल नहीं

अतः दी गई रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का इष्टतम पूर्णांक हल :

$x_1 = 0, x_2 = 3$ तथा अधिकतम $Z = \frac{3}{14}$

5. निष्कर्ष

इस शोध पत्र में रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या से दो रैखिक प्रोग्रामन समस्याओं की अभिकल्पना कर के के एल एकधा विधि का उपयोग कर इष्टतम हल प्राप्त किया गया है। रैखिक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या के लिए मानक एकधा विधि की तुलना में अपेक्षाकृत कम अथवा बराबर संख्या की पुनरावृत्तियों में के के एल एकधा विधि द्वारा इष्टतम हल प्राप्त किया जा सकता है। इसके साथ ही, के के एल एकधा विधि समझने की दृष्टि से सरल तथा अधिक यथार्थ है। प्रस्तावित विधि गोमोरी कटिंग प्लेन तथा ब्रांच एंड बाउंड विधि की तुलना में किसी रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन समस्या का इष्टतम हल ज्ञात करने में अधिक सशक्त है। गोमोरी कटिंग प्लेन विधि में प्रत्येक पुनरावृति में एक भिन्नात्मक व्यवरोध (Fractional constraint) जोड़ा जाता है तथा एकधा विधि का प्रयोग किया जाता है जोकि विधि को और अधिक कठिन बनाता है। ब्रांच एंड बाउंड विधि में प्रत्येक पुनरावृति में शाखन प्रक्रम का उपयोग करते हैं जब कि प्रस्तावित विधि में केवल एक ही पुनरावृति में परिबंध (Bound) की अवधारणा का प्रयोग किया गया है।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेज़ी शब्दों की समानार्थक हिंदी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिंदी शब्दावली
Artificial Variable	कृत्रिम चर
Bound	परिबंध
Departing Vector	अपगामी चर
Entering Vector	प्रवेशी चर
Fractional Constraint	भिन्नात्मक व्यवरोध
Iterative Procedure	पुनरावृत्त प्रक्रिया
Linear Constraint	रैखिक व्यवरोध
Linear Integer Fractional Programming	रैखिक पूर्णांक भिन्नात्मक प्रोग्रामन
Non-negative Variable	ऋणात्मक चर
Objective Function	उद्देश्य फलन
Optimality Test	इष्टमत्व परीक्षण
Optimal Solution	इष्टतम हल
Pivot Element	कीलक अवयव
Simplex Method	एकधा विधि
Slack Variable	न्यूनतापूरक चर
Surplus Variable	आधिक्यपूरक चर

6. सन्दर्भ

(1) Chadha, S. S. (1999) : A Linear Fractional Program with homogeneous Constraints, OPSEARCH,36, pp. 390-398.

(2) Charnes, A. and Cooper, W.W. (1962) : Programming with linear fractional functionals, Naval Research Log. Quart., 9 pp. 181-186.

(3) Hirche, J. (1996) : A note on programming problems with linear-plus linear fractional objective functions, European Journal of Operations Research, 89, pp. 212-214.

(4) Jain, S. and Mangal, A. (2004) : Modified Fourier elimination technique for fractional programming problem, Acharya Nagarjuna International Journal of Mathematics and Information Technology, 1, pp. 121-131.

(5) Jain, S. and Mangal, A. (2008) : Extended Modified Fourier Elimination Technique for Integer Solution of Fractional Programming Problem, Varahmihir Journal of Mathematical Sciences, Vol.8, No. 1, pp. 179-186.

(6) Jain, S. and Mangal, A. (2008): Gauss Elimination Technique for Fractional Programming Problem, J. Indian Soc. Stat. Opers. Res., Vol. XXIX, No. 1-4, pp. 35-40.

(7) Jain, S. and Mangal, A. (2008) : Extended Gauss Elimination Technique for Integer Solution of Linear Fractional Programming, Journal of the Indian Math. Soc., Vol. 75, Nos. 1-4, pp. 37-46.

(8) Khobragade, N.W., Lamba, N.K. and Khot, P.G. (2013) : Solution of linear programming problem by KKL method, International Journal of Engineering and Innovative Technology, Vol. 3 Issue 4, pp. 334-340.

(9) Khobragade, N.W., Lamba, N.K. and Khot, P. G. (2013) : Solution of Game Theory Problems by KKL Method, International Journal of Engineering and Innovative Technology, Vol.3, Issue 4,pp. 350-355.

(10) Swarup, K. (1965) : Linear Fractional Functionals Programming, Operations Research, 13, pp. 1029-1036.

(11) Tak,P.K., Shekhar, G., Jain,S. and Mangal, A. (2021) : Solution of Linear Fractional Programming Problem by Fourier-Motzkin Elimination Technique, Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, Vol. 12, No.14, 621-625.

(12) Jain, S. and Mangal, A. (2021) : KKL Simplex Algorithm for Multi-Objective Linear Programming Problem , Journal of Xidian University, Vol.15, Issue 6, pp. 358-363.

विज्ञानपरक भारतीय संस्कृति
Scientific Ingredients of Indian Culture

प्रतापानन्द झा

Pratapanand Jha

प्रोफेसर एवं निदेशक (कल्चरल इन्फॉर्मेटिक्स), डीन (अकादमिक)

इन्दिरा गाँधी राष्ट्रीय कला केन्द्र, जनपथ, नई दिल्ली–110001

Email : pjha@ignca-nic-in

सारांश

ज्ञान–विज्ञान भारतीय संस्कृति का आधार है। विज्ञान, ज्ञान का वह भाग है जिसे तर्क अथवा प्रयोग के माध्यम से अन्य लोगों तक पहुँचाया जा सकता है। अध्ययन से पता चलता है कि भारतीय विज्ञान का स्वरूप काफी विकसित था एवं उसके सिद्धान्त मूल रूप में आज भी उतने ही ग्राह्य हैं। शास्त्र और प्रयोग की समानान्तर विधायें, समय के साथ, भारतीय विज्ञान को सम्पुष्ट करता रहा है। शायद यही कारण है कि भारतीय संस्कृति की अविच्छिन्न परम्परा कई सहस्र वर्ष प्राचीन है। इस लेख में कुछ उदाहरणों के साथ भारतीय संस्कृति के वैज्ञानिक पहलू को प्रस्तुत करने का एक प्रयास किया गया है।

Abstract

Knowledge and science are the foundation of Indian culture. Science is that part of knowledge that can be passed on and presented to others through logic or experiment. The study shows that the Indian sciences have evolved with time and experience. Its fundamental principles are still relevent in today's context. The parallel streams of theory and practice (experiment) have been complementing each other. Perhaps this is the reason that the tradition of Indian culture existed since over several millenia, uninterrupted. The present article is an attempt to present scientific aspects of Indian culture with some examples.-

संस्कृत वाङ्मय में ज्ञान और विज्ञान ये दोनों शब्द भिन्न–भिन्न प्रकार के अर्थों में पृथक्–पृथक् रूप में प्रयुक्त देखे जाते हैं। ज्ञान मुख्यतः तीन प्रमुख धाराओं जैसे तर्क, मनोविज्ञान और ज्ञान–मीमांसा से संबंधित है। तदनुसार ज्ञान अनुभव, अनुभाव एवं अनुभूति के माध्यम से मिलता रहा है। तर्कसंग्रह के अनुसार ज्ञान के दो भेद हैं – स्मृति और अनुभव। संस्कार मात्र से उत्पन्न ज्ञान को स्मृति और प्रयोग अथवा परीक्षा द्वारा प्राप्त ज्ञान अनुभव कहलाता है। ज्ञान का वह भाग जिसे तर्कों के माध्यम से प्रस्तुत किया जा सके वह विज्ञान है। अमरकोष के अनुसार –

मोक्षे धीर्ज्ञानमन्यत्र विज्ञानं शिल्पशास्त्रयोः।

अर्थात् मोक्ष के सम्बन्ध में जो विचार किया जाय, उस विचार और बुद्धि को ज्ञान कहते हैं और इसके अतिरिक्त शिल्प या शास्त्र के विषय की बुद्धि को विज्ञान कहते हैं। श्रीशंकराचार्य आदि व्याख्याकारों के अनुसार, शब्द–मात्र के सुनने से जो बुद्धि होती है उसे ज्ञान और मनन एवं एकाग्रता से चित्त लगाने पर जो विशेष रूप से स्पष्ट अनुभव होता है उसे विज्ञान कहते हैं। प्रचलित भाषा में ज्ञान शब्द सामान्य रूप से जानने के अर्थ में और विज्ञान शब्द एक निश्चित सिद्धान्त के अर्थ में प्रयुक्त होता है।

भारतीय संस्कृति के संदर्भ में बात करें तो संस्कृति शब्द का उल्लेख संभवतः सबसे पहले ऐतरेय ब्राह्मण में मिलता है।

आत्मसंस्कृतिर्वाव शिल्पानि। छन्दोमयं वा।
ऐतैर्यजमान आत्मानं संस्कुरुते।

यहाँ वर्णन है कि यह सुंदर नयनाभिराम संसार ईश्वर द्वारा रचित एक कविता मात्र है। शिल्पकार जो कुछ भी रचते हैं, वे ईश्वर की रचना का, उनकी कल्पना के अनुसार अनुसरण करते हैं। संस्कृति शब्द का एक अन्य अर्थ शोधन के रूप में आता है। शिल्प स्वयं का शोधन है। जो कुछ भी शोधन को सक्षम बनाता है, वह संस्कृति है। भारतीय मान्यता के अनुसार, प्रत्येक शोधन व्यक्ति (जीवात्मा) को परम सत्ता (परमात्मा/ईश्वर) की ओर ले जाता है।

हरिदत्त वेदालंकार के शब्दों में, "संस्कृति का शब्दार्थ है उत्तम या सुधरी हुई स्थिति। ...सभ्यता से मनुष्य के भौतिक क्षेत्र की और संस्कृति से मानसिक क्षेत्र की प्रगति सूचित होती है। ...किसी भी देश की संस्कृति उसकी सम्पूर्ण मानसिक निधि को सूचित करती है।" वासुदेवशरण अग्रवाल के अनुसार "स्थूल जीवन में संस्कृति की अभिव्यक्ति कला को जन्म देती है। कला का सम्बन्ध जीवन के मूर्त रूप से है। संस्कृति को मन और प्राण कहा जाय तो कला उसका शरीर है।" भारतीय संस्कृति मूलतः विचार एवं व्यवहार का समन्वय है।

महर्षि पाणिनि द्वारा रचित, अष्टाध्यायी (आठ अध्यायों वाली)

संस्कृत व्याकरण का एक अत्यंत प्राचीन और महत्त्वपूर्ण ग्रंथ है। वैदिक मंत्रों को संरक्षित करने के सदियों पुराने प्रयास को आगे बढ़ाते हुए, पाणिनि ने संस्कृत भाषा के तत्कालीन स्वरूप को परिष्कृत एवं नियमित करने के उद्देश्य से भाषा के विभिन्न अवयवों एवं घटकों यथा ध्वनि–विभाग (अक्षरसमाम्नाय), नाम (संज्ञा, सर्वनाम, विशेषण), पद, क्रिया, वाक्य, लिंग इत्यादि तथा उनके अन्तर्सम्बन्धों का समावेश अष्टाध्यायी में किया है। अष्टाध्यायी के 32 पदों को आठ अध्यायों में समान रूप से विभक्त किया है। प्रत्येक पाद में 38 से 220 तक सूत्र हैं। इस प्रकार अष्टाध्यायी में आठ अध्याय, बत्तीस पाद और सब मिलाकर 3959 सूत्र हैं। अष्टाध्यायी पर महामुनि कात्यायन का विस्तृत वार्तिक ग्रन्थ है और सूत्र तथा वार्तिकों पर भगवान पतंजलि का विशद विवरण ात्मक ग्रन्थ महाभाष्य है। संक्षेप में सूत्र, वार्तिक एवं महाभाष्य तीनों सम्मिलित रूप में 'पाणिनीय व्याकरण' कहलाता है और सूत्रकार पाणिनी, वार्तिककार कात्यायन एवं भाष्यकार पतंजलि – तीनों व्याकरण के 'त्रिमुनि' कहलाते हैं। अष्टाध्यायी का परिमाण एक सहस्र अनुष्टुप श्लोक के बराबर है। महाभाष्य में अष्टाध्यायी को "सर्ववेद–परिषद्–शास्त्र" कहा गया है अर्थात् अष्टाध्यायी का संबंध किसी वेदविशेष तक सीमित न होकर सभी वैदिक संहिताओं से था और सभी के अभिमतों का पाणिनि ने समादर किया था। अष्टाध्यायी में अनेक पूर्वाचार्यों के मतों और सूत्रों का संनिवेश किया गया। उनमें से शाकटायन, शाकल्य, अभिशाली, गार्ग्य, गालव, भारद्वाज, कश्यप, शौनक, स्फोटायन, चाक्रवर्मण का उल्लेख पाणिनि ने किया है। पाणिनि का व्याकरण संस्कृत भाषा का अत्यन्त सूक्ष्म तथा वैज्ञानिक विश्लेषण करता है। रचना की गहनता ऐसी है कि सदियों बाद भी इसके नियमों और उपनियमों के सही अनुप्रयोग पर काम किया जा रहा है। यह उस समय की बोलचाल की मानक भाषा का तो वर्णन करता ही है, इसके साथ ही वैदिक संस्कृत और संस्कृत के क्षेत्रीय प्रयोगों का भी वर्णन करता है। यहाँ तक कि पाणिनि ने भाषा के सामाजिक–भाषिक प्रयोग पर भी प्रकाश डाला है।

भारतीय परम्परा में विज्ञान एवं गणित किसी विषय के रूप में नहीं बल्कि प्रयोग के रूप में मिलते हैं अर्थात् भारतीय परम्परा में ये विषय अन्तर्निहित हैं। जब हम अलग–अलग क्षेत्रों में गणित द्वारा निभाई गई भूमिका के बारे में बात करते हैं, तो सरलता के कारण हम समझ नहीं पाते कि हम गणित का उपयोग कर रहे हैं। हम जानते हैं कि दशमलव एवं स्थान मूल्य प्रणाली का आविष्कार भारत में किया

गया था। शून्य का आविष्कार भी भारत में हुआ, जो कि गणित का मूल है। लेकिन हमें पता नहीं है कि शुल्बसूत्रों में जटिल गणनाओं के लिए भी बहुत ही सरल तरीके प्रयोग किए जाते थे। प्राचीन शुल्बसूत्र ग्रन्थ के रूप में आज भी उपलब्ध हैं, जिनमें स्पष्ट रूप से ज्यामिति, गणित और बीजगणित में उत्कृष्ट प्रदर्शन को सूचित किया गया है।

इसी तरह वेदाङ्गों में वेदाङ्ग ज्योतिष, भारतीय खगोल विज्ञान और ज्योतिष की उत्कृष्टता को रेखांकित करता है। खगोलीय गणना के संदर्भ ऋग्वेद, तैत्तिरीयसंहिता, तैत्तिरीयब्राह्मण, तांड्य ब्राह्मण, अथर्ववेद आदि में मिलते हैं । खगोल विज्ञान का लिखित इतिहास आर्यभट्ट (475 ईस्वी) के आर्यभटीय नामक ग्रन्थ से प्रारम्भ होता है। तदुपरान्त, वराहमिहिर (505 ईस्वी) की पंचसिद्धान्तिका, ब्रह्मगुप्त (550 ईस्वी) के ब्रह्मस्फुटसिद्धांत, भास्कर I (7वीं सदी) की लीलावती, महावीर (8वीं सदी, कर्नाटक) के गणितसारसंग्रह, भास्कराचार्य (1114 ईस्वी) की सिद्धान्तशिरोमणि तथा माधव (1340–1425 ईस्वी), परमेश्वर (1360–1460 ईस्वी), नीलकण्ठ सोमयाजी (1443–1560 ईस्वी) एवं रामानुजन् (20वीं सदी) के शोधों ने इस विषय को अपने सिद्धान्तों से पुष्ट किया।

यह भी उल्लेखनीय है कि भारत में खगोल विज्ञान और गणित की विभिन्न क्षेत्रीय शैलियों का विकास हुआ। इसका उदाहरण हमें शारदा लिपि में लिखी गई 'बख्शाली पाण्डुलिपि' में मिलता है, जो कि एक उल्लेखनीय गणितीय पाण्डुलिपि है। इसी तरह क्षेत्रीय स्तर पर केरल और उड़ीसा शैली इस विषयगत परम्परा की निरंतरता को प्रमाणित करती हैं। उदाहरण के लिए, खगोल विज्ञान और गणित की केरलीय शैली चौथी से बीसवीं सदी के बीच निखरी। यह परम्परा चौथी शताब्दी में वररुचि के चन्द्रवाक्य से स्थापित हुई। सैद्धान्तिक ग्रन्थों में उल्लिखित जटिल प्रक्रियाओं का सहारा लिए बिना चन्द्र वाक्यों के माध्यम से हम सरल गणितीय गणनाओं द्वारा किसी भी दिन चंद्रमा का सही देशांतर ज्ञात कर सकते हैं। यह विषय बीसवीं सदी तक गणित और खगोल विज्ञान के विकास में निरंतरता को इंगित करता है। यदि हम सही ढंग से विश्लेषण करते हैं, तो पाई (π) का मूल्य, वर्गमूल, अनंत शृंखला (फोरियर शृंखला), ज्या और कोज्या के मूल्य और त्वरित अभिसरण अनुमानों (फास्ट कन्वर्जेन्ट अप्रोक्सिमेसन्स), कुट्टक सिद्धान्त (इनडिटरमीनेट इक्वेशन) आदि विषयों के कई उद्धरण मिलते हैं, जो कि आज गणित की उच्च कक्षाओं में पढ़ाया जाता हैं । पाई का मूल्य, जो शुल्बसूत्र में 3.08 अनुमानित किया गया था, वह आर्यभट्ट के समय चार दशमलव स्थानों तक और रामानुजन् द्वारा 8 लाख दशमलव स्थानों तक सही पाया गया। यहाँ तक कि शूल्बसूत्रों के समय में भी, बौधायन शूल्बसूत्र से लेकर कात्यायन शूल्बसूत्र तक गणित का विकास स्पष्ट रूप से इन ग्रंथों में दिखाई देता है।

आयुर्वेद प्राचीन भारतीय चिकित्सा ज्ञान है। आयुर्वेद के अनुसार, शरीर तीन प्राथमिक दोषों अर्थात (प) वायु (पप) पित्त, और (पपप) कफ से मिलकर बना है। दोषों के बीच संतुलन को अच्छे स्वास्थ्य और असंतुलन की स्थिति को रोग के रूप में माना गया है। प्रत्येक दोष आकाश, वायु, अग्नि, जल और पृथ्वी के पांच तत्त्व से प्राप्त विशेषताओं का प्रतिनिधित्व करता है। भारतीय चिकित्सा मर्म पर आधारित है। इसमें उन बिंदुओं की एक शृंखला की पहचान की गई जहाँ चोट या क्षति घातक हो सकती है। जड़ी–बूटियों का उपयोग मन और शरीर के रोगों को ठीक करने और दीर्घायु प्राप्ति के लिए किया जाता है। अष्टांगहृदय आयुर्वेद की आठ शाखाओं को सूचीबद्ध करता है।

कायबालग्रहोर्ध्वाङ्गशल्यदंष्ट्राजरावृषान् ।। 5।।
अष्टावङ्गानि तस्याहुश्चिकित्सा येषु संश्रिता ।
वायुः पित्तं कफश्चेति त्रयो दोषाः समासतः ।।6।।
विकृताऽविकृता देहं घ्नन्ति ते वर्तयन्ति च ।
(अष्टांगहृदय, प्रथमोध्याय)

वे हैं– काया चिकित्सा (आंतरिक चिकित्सा), बाल चिकित्सा (बच्चों का उपचार), ग्रह चिकित्सा (मनोविज्ञान), उर्ध्वांग चिकित्सा (हंसली के ऊपर रोग का उपचार), शल्य चिकित्सा (सर्जरी), दमित्र चिकित्सा (विष विज्ञान), जरा चिकित्सा, और वृष चिकित्सा।

आयुर्वेद दो मुख्य शाखा आत्रेय– चिकित्सकों की शाखा और धन्वंतरि– शल्य चिकित्सकों की शाखा, के नाम से प्रचलित है। इन दो शाखाओं ने आयुर्वेद को अधिक वैज्ञानिक रूप से सत्यापित और वर्गीकृत चिकित्सा प्रणाली बना दिया। चरक और सुश्रुत आयुर्वेद के दो मुख्य पुनः संयोजक हैं, जिनके ग्रंथ आज भी उपलब्ध हैं। चरक–संहिता मुख्य रूप से एक चिकित्सा ग्रंथ है, जबकि सुश्रुत–संहिता शल्य चिकित्सा पर केंद्रित है। तीसरा प्रमुख ग्रंथ वाग्भट का अष्टांगहृदय है, जो चरक और सुश्रुत के कार्यों का एक संक्षिप्त संस्करण है। चरक संहिता में 500 एवं सुश्रुत संहिता में 700 से अधिक वनस्पति–आधारित औषधियों को सूचीबद्ध किया गया है। शल्यचिकित्सा का व्यापक रूप से उपयोग किया गया। 121 से अधिक विभिन्न इस्पात उपकरणों का उपयोग घावों को सिलने, द्रव निकालने, गुर्दे की पथरी निकालने और प्लास्टिक शल्य–चिकित्सा करने के लिए किया गया था। भारत की 70 प्रतिशत से अधिक आबादी आज भी उपचार के इस प्राचीन ज्ञान पर निर्भर है। आयुर्वेद के मूल सिद्धांत आज पश्चिम में उपयोग किए जाने वाले कई "वैकल्पिक" उपचार केंद्रों में भी दिखती है।

वास्तु, किसी निर्दिष्ट कार्य के लिए बनाए गए क्षेत्र में उसके विभिन्न अवयवों का सम्पूर्ण समायोजन है। वास्तु प्राचीन काल से भारतीय स्थापत्य कला का उत्कृष्ट उदाहरण प्रस्तुत करता रहा है। वैदिक काल से प्रचलित किसी यज्ञ की यज्ञशाला हो या किसी भव्य मंदिर का प्राङ्गण, हड़प्पा और मोहनजोदड़ो की नगर स्थापत्य हो या नालन्दा वा तक्षशिला का शैक्षणिक संस्थान सभी अनुकरणीय रहे हैं। स्थापत्य और भवन निर्माण की भारतीय कला इतनी समृद्ध थी, कि हमें आज भी हजारों वर्ष प्राचीन मंदिर उपयोग में दिखते हैं। इसके अनेक प्रमाण मयमतम्, जयपृच्छा, अपराजितपृच्छा, समराङ्गणसूत्रधार आदि ग्रंथों में उपलब्ध है। अगर हम आज की भवन निर्माण कला की बात करें तो हमें कुछ दशक में ही आज के भवनों के अनुपयोगिता का भान हो जाता है।

धातुकर्म – मनुष्य और धातुओं का सदियों पुराना संबंध है। प्रारंभिक मानव सभ्यता के विभिन्न कालखंडों का नाम धातुओं के नाम पर रखा गया है। सोने की विशेषताओं ने भारतीयों के मन और हृदय को इतना प्रभावित किया कि उन्होंने परमात्मा को हिरण्यगर्भ की उपाधि प्रदान की।

ईशानः प्राणदः प्राणो ज्येष्ठः श्रेष्ठः प्रजापतिः।
हिरण्यगर्भो भूगर्भो माधवो मधुसूदनः।।
(विष्णुसहस्रनाम स्तोत्र)

महाभारत और पुराणों में लोहे के तीरों का उल्लेख मिलता है। मानसोल्लास (1131 ईस्वी), मधुच्छिष्ट विधान (लॉस्ट वैक्स प्रक्रिया) द्वारा, उत्कृष्ट गुणवत्ता वाली धातु की छवि की ढलाई के बारे में विस्तृत जानकारी देता है। जिसमें सुशीरा (खोखली) और घन (ठोस) दोनों प्रकार की प्रतिमाएँ हैं। यद्यपि दस्तावेजी साक्ष्य बाद की अवधि के हैं, लेकिन इसका उपयोग बहुत पहले से किया जाता रहा है। मोहनजोदड़ो की प्रसिद्ध कांस्य नृत्यांगना इसी प्रक्रिया द्वारा बनाई गई थी। शिल्परत्न (16वीं शताब्दी के उत्तरार्ध में) में चित्रकला अनुप्रयोगों के लिए सोने की पतली पत्तियों से सोने के महीन पाउडर बनाने की प्रक्रिया का उल्लेख किया है।

भारतीय परंपरा में, तकनीकी विषयों में विशेषज्ञता वाले लोगों को उच्च माना जाता था। अथर्ववेद के एक मंत्र (3.5.6) में कर्मर (सामान्य रूप से लोहार या धातुकार) को मनीषी कहा गया है। इसके अलावा, काव्यमीमांसा (10 वीं शताब्दी ईस्वी) में कहा गया है कि राजाओं द्वारा सुनार, लोहार और इसी तरह के

अन्य लोगों को भी काव्य–परीक–सभा में आमंत्रित किया जाना चाहिए। इन ग्रंथों से हमें ज्ञात होता है कि कैसे प्राचीनकाल में भारतीयों ने धातु संबंधी चुनौतियों का समाधान किया, जिसने भारतीय धातु विज्ञान (प्रौद्योगिकी) के विकास में मदद की और साथ ही उस समय के लोगों में वैज्ञानिक और तकनीकी स्वभाव का भी आधान किया । अतीत की अधिकांश धातु प्रौद्योगिकियां वर्तमान समय में उसी प्रारूप में प्रासंगिक नहीं हैं, परन्तु अतीत के उदाहरण हमें सभी स्तरों पर स्थानीय नवाचारों और उद्यम को प्रोत्साहित करने की दिशा में फिर से सक्रिय कर सकते हैं। आवश्यकता है हमारे ज्ञान की विरासत के पुनरन्वेषण की और इसकी समकालीन प्रासंगिकता का आकलन करने की।

विद्युत्–शास्त्र से संबंधित सूत्र अगस्त्य संहिता में इस प्रकार है–

संस्थाप्य मृण्मये पात्रे ताम्रपत्रं सुसंस्कृतम्।
छादयेच्छिखिग्रीवेन चार्दाभिः काष्ठापांसुभिः।।
दस्तालोष्टो निधात्वयः पारदाच्छादितस्ततः।
संयोगाज्जायते तेजो मित्रावरुणसंज्ञितम्।।

तात्पर्य, एक मिट्टी के पात्र में ताम्र पट्टिका (कॉपर शीट) तथा शिखिग्रीवा (कॉपरसल्फेट) डालें। बीच में गीली काष्ट पांसु (लकड़ी की गीली चूर्ण) लगायें, ऊपर पारा (मरक्यूरी) तथा दस्त लोष्ट (जिंक) डालें, फिर तारों को मिलाएंगे तो, उससे मित्रावरुणशक्ति का उदय होगा। वैज्ञानिकों ने इस आधार पर एक सेल बना कर मल्टीमीटर द्वारा उसको नापा। उसका ओपन सर्किट वोल्टेज 1.38 वोल्ट था और सोर्ट सर्किट करेंट 23 मिली एम्पीयर। यह वर्णन इलेक्ट्रिक सेल का है। इस सेल का प्रदर्शन 7 अगस्त, 1990 को स्वदेशी विज्ञान संशोधन संस्था (नागपुर) के चौथे वार्षिक सर्वसाधारण सभा में अन्य विद्वानों के सामने किया गया। अगस्त्य संहिता में इलेक्ट्रोप्लेटिंग (बैटरी द्वारा तांबा या सोना या चांदी पर पालिश चढ़ाने की विधि) के लिए विद्युत् का उपयोग करने का भी विवरण मिलता है। इसीलिए अगस्त्य को कुंभोद्भव कहते हैं।

कृत्रिमस्वर्णरजतलेपः सत्कृतिरुच्यते।– शुक्र नीति
यवक्षारमयोधानौ सुशक्तजलसन्निधो।।
आच्छादयति तत्ताम्रं स्वर्णेन रजतेन वा।
सुवर्णलिप्तं तत्ताम्रं शातकुंभमिति स्मृतम्।। – अगस्त्य संहिता

अर्थात् कृत्रिम स्वर्ण अथवा रजत के लेप को सत्कृति कहा जाता है। लोहे के पात्र में सुशक्त जल अर्थात तेजाब का घोल इसका सानिध्य पाते ही यवक्षार (सोने या चांदी का नाइट्रेट) ताम्र को स्वर्ण या रजत से ढंक लेता है। स्वर्ण से लिप्त उस ताम्र को शातकुंभ अथवा स्वर्ण कहा जाता है।

योग – पद्मविभूषण डॉ. कपिला वात्स्यायन के अनुसार शरीर, मन और आत्मा के बीच सामंजस्य स्थापित करना ही भारतीय संस्कृति का मूल उद्देश्य है। इसके लिए अथक प्रयास करती संस्कृति अपने को समयानुसार बदलती रहती है। भारतीय कला के विभिन्न आयाम इस सामंजस्य को साकार करने का प्रयास करते हैं। अनुभवकर्ताओं का मानना है कि संगीत एवं योग अध्यात्म (इष्ट) से जुड़ने के सबसे सुगम मार्ग हैं। लेकिन क्या ये दोनों मार्ग अलग हैं? योग क्या है? योग–सूत्र के अनुसार चित्त की वृत्तियों का निरोध ही योग है।

योगश्चित्तवृत्तिनिरोधः

चित्त का अर्थ है अंतःकरण। योग में बुद्धि, अहंकार और मन इन तीनों को मिलाकर 'चित्त' कहा गया है। पतंजलि कहते हैं कि इस 'चित्त' को समझो, तो रोग और शोक की जड़ का पता चलेगा। पतंजलि मानते हैं कि सभी रोगों की शुरुआत चित्त की अतल गहराई से होती है। शरीर और मस्तिष्क पर उसका असर बाद में नजर आता है। चित्त में ही रोग और शोक उत्पन्न होते हैं जो शरीर, मन और मस्तिष्क को क्षतिग्रस्त कर देते हैं। चित्त हमारी पांचों इंद्रियों (आंख, कान, जिह्वा, नाक और जननेन्द्रिय)

से राग, द्वेष आदि अच्छाइयां, बुराइयां और प्रकृति ग्रहण करता है। वृत्तियां पांच प्रकार की होती हैंः– (1) प्रमाण (2) विपर्यय (3) विकल्प (4) निद्रा और (5) स्मृति। कर्मों से क्लेश और क्लेशों से कर्म उत्पन्न होते हैं। क्लेश पांच प्रकार के होते हैं– (1) अविद्या (2) अस्मिता (अहंकार) (3) राग (4) द्वेष और (5) अभिनिवेश (जीवन के प्रति राग और मृत्यु से डर)। इसके अलावा चित्त की पाँच भूमियाँ या अवस्थाएं होती हैं। ये हैंः– (1) क्षिप्त (2) मूढ (3) विक्षिप्त (4) एकाग्र और (5) निरुद्ध। ऊपर्युक्त शब्दों और उनके अर्थ के विमर्श से चित्त को समझा जा सकता है। चित्त को समझने से रोग और शोक स्वतः ही हटने लगते हैं। सदा प्रसन्न रहना जीवन की सबसे बड़ी सफलता होती है। और यही विज्ञान का भी ध्येय है।

नागार्जुन शून्यवाद के प्रतिष्ठापक तथा प्रख्यात बौद्ध आचार्य थे। युवान् च्वाङ् के यात्रा विवरण से पता चलता है कि ये महाकौशल के अंतर्गत विदर्भ देश में उत्पन्न हुए थे। आंध्रभृत्य कुल के शालिवाहन नरेश के राज्यकाल में इनके आविर्भाव का संकेत चीनी ग्रंथों में उपलब्ध होता है। नागार्जुन ने इस शासक के पास जो उपदेशमय पत्र लिखा था, जिसे 'आर्य नागार्जुन बोधिसत्व सुहृल्लेख' के नाम से जाना जाता है, आज भी तिब्बती तथा चीनी अनुवाद में उपलब्ध है। बौद्ध धर्म की शिक्षा से युक्त यह पत्र साहित्यिक दृष्टि से बड़ा ही रोचक तथा ज्ञानवर्धक है।

नागार्जुन की दृष्टि में मूल तत्त्व शून्य है। यह शून्य कोई निषेधात्मक वस्तु नहीं है जिसको छिपाने (अपधात) की आवश्यकता हो। किसी भी पदार्थ का स्वरूपनिर्णय करने में – अस्ति (विद्यमान है), नास्ति (विद्यमान नहीं है), तदुभयम् (एक साथ ही अस्ति नास्ति दोनों) तथा नोभयम् (अस्ति नास्ति दोनों कल्पनाओं का निषेध) का प्रयोग संभाव्य है। परमार्थ इन चारों कोटियों से मुक्त होता है और इसीलिए उसके गुण–निर्देश के लिए 'शून्य' शब्द का प्रयोग हम करते हैं। नागार्जुन के शब्दों में–

न सन् नासन् न सदसत् न चाप्यनुभयात्मकम्।
चतुष्कोटिर्विनिर्मुक्त तेत्वं माध्यमिका विदुः।।

शून्यवाद की सिद्धि के लिए नागार्जुन ने जिस तर्क का उपयोग किया उसके सहारे पदार्थ का विश्लेषण करते करते वह केवल शून्यरूप में टिक जाता है। इस तर्क के बल पर द्रव्य, गति, जाति, काल, संसर्ग, आत्मा, आदि तत्त्वों का बड़ा ही गंभीर, मार्मिक तथा मौलिक विवेचन करने का श्रेय नागार्जुन को है। इस मत में सत्य दो प्रकार का होता है – (1) सांवृतिक सत्य तथा (2) पारमार्थिक सत्य। पहला अविद्या से उत्पन्न व्यावहारिक सत्ता का संकेत करता है और दूसरा प्रज्ञा जनित सत्य का प्रतिपादक है। 'संवृति' शब्द का अर्थ है अविद्या। अविद्याजनित होने से व्यावहारिक सत्य सांवृतिक सत्य के नाम से जाना जाता है। सत्य की यह द्विविध व्याख्या नागार्जुन की दृष्टि में शून्यवाद के द्वारा उद्भावित नूतन कल्पना नहीं है, प्रत्युत बुद्ध के द्वारा ही प्राचीन काल में संकेतित की गई है। बुद्ध के कुछ उपदेश व्यावहारिक सत्य के आधार पर दिए गए हैं; अन्य उपदेश पारमार्थिक सत्य के ऊपर आलंबित हैं। बुद्ध को दोनों अभीष्ट हैं –

द्वे सत्ये समुपाश्रित्य बुद्धानां धर्मदेशना।
लोक संवृतिसत्यं च सत्यं च परमार्थितः।।

नागार्जुन दार्शनिक आचार्य होते हुए भी जानते थे कि व्यवहार का आश्रय लिए बिना, परमार्थ का उपदेश नहीं हो सकता और परमार्थ की प्राप्ति के अभाव में निर्वाण मिल नहीं सकता। साधारण मानवों की बुद्धि व्यवहार में इतनी आसक्त है कि उसे परमार्थपथ पर लाने के लिए व्यवहार का अपलाप नहीं किया जा सकता। व्यवहार की "असत्यता" दिखलाकर ही साधक को परमार्थ में प्रतिष्ठित करना पड़ता है। परमार्थ शब्दों के द्वारा प्रतिपाद्य वस्तु नहीं है। इसीलिए उसे अनक्षर तत्त्व के अभिधान से जानते हैं। परमार्थतत्व बुद्धि व्यापार से अगोचर, अविषय (ज्ञान की कल्पना से बाहर), सर्वप्रपंचनिर्मुक्त तथा कल्पनाविरहित है,

परंतु उसके ऊपर जागतिक पदार्थों का समारोप करने से ही उसका ज्ञान हमें हो सकता है।

आचार्य पिंगल का छन्दःसूत्र – आज हम अपना अधिकतर कार्य डिजिटल माध्यम में करते हैं। हमारे उपकरण चाहे वह कम्प्यूटर हो या मोबाइल, टैबलेट अथवा कैमरा सभी डिजिटल डेटा बनाते हैं। डिजिटल डेटा का भंडारण बाइट्स (मेगा, गीगा, टेरा, पीटा, एक्सा...) में होता है। हरेक बाइट आठ बिट से बनी होती है और हर बिट की वैल्यू 0 (जीरो) या 1 (वन) होता है। इसे बाइनरी कोड प्रणाली कहते हैं। कम्प्यूटर इसी भाषा में हर आदेश को समझता है चाहे वह टेक्स्ट (लेखन) हो या विजुअल अथवा निर्देश। प्राचीन भारत में आचार्य पिंगल (पाँचवीं ई. पूर्व) द्वारा रचित "छन्दःसूत्र" में अक्षर गणना के आधार पर मंत्रों का वर्गीकरण मिलता है। हमें द्वि–आधारी अंक प्रणाली (बाइनरी नम्बर सिस्टम) का पहला ज्ञात विवरण यहीं मिलता है। इसे ह्रस्व स्वर और दीर्घ स्वर के निश्चित पैटर्न के द्वारा दर्शाया गया है। फिबोनाकी से पहले, आचार्य हेमचंद्र (1150 ई.) ने भी, अनुक्रम (Fn) से संबंधित विषय पर पहले से उपलब्ध कई तरीके गिनाए थे, जो एक–बीट और दो–बीट स्वर–चिह्नों (नोटों) से बनने वाले लयबद्ध पैटर्न को दर्शाता है।

उपरोक्त संदर्भों से स्पष्ट होता है कि ज्ञान–विज्ञान की परम्परा भारतीय संस्कृति का अभिन्न अंग है। ज्ञान की कई विधाओं को आज की वैज्ञानिक पद्धति से मापना संभव नहीं है। आवश्यकता है कि वैज्ञानिक और अन्य संबंधित विशेषज्ञ साथ में बैठकर चिन्तन करें और विज्ञान के विकास में सहायता करें, जिससे समाज का कल्याण हो सके।

श्रीमद्भगवद्गीता में ज्ञान-विज्ञान

ज्ञानं तेऽहं सविज्ञानमिदं वक्ष्याम्यशेषतः ।
यज्ज्ञात्वा नेह भूयोऽन्यज्ज्ञातव्यमवशिष्यते ॥ (गीता 7,2)

भगवान् कहते हैं कि अर्जुन, अब मैं तुझे विज्ञान–सहित वह ज्ञान विशेष रूप से बता देता हूँ, जिसके जान लेने पर कुछ भी जानने की बात बाकी नहीं रह जाती।

इदं तु ते गुह्यतमं प्रवक्ष्याम्यनसूयवे ।
ज्ञानं विज्ञानसहितं यज्ज्ञात्वा मोक्ष्यसेऽशुभात् ॥ (गीता 9,1)

अर्थात्, अब मैं तुम को अत्यंत गुप्त विज्ञान–सहित ज्ञान का उपदेश करूंगा, क्योंकि तुम अच्छे पात्र हो। गुणों में दोष खोजने की तुम्हारी प्रवृत्ति नहीं है। इन ज्ञान–विज्ञान को जानकर तुम शोक-मोहादि अशुभ प्रसंग से विमुक्त हो जाओगे।

संस्कृत कैसे सीखें ?
How to Learn Sanskrit?

विशाल गौतम[1], योगेश शर्मा[2]

Vishal Gautam[1], Yogesh Sharma[2]

[1]उच्च माध्यमिक शिक्षक (संस्कृत) – शा.उ.मा.वि.सोईं कला, श्योपुर, म.प्र.

[2]सह आचार्य – इंदिरा गांधी राष्ट्रीय कला केंद्र नई दिल्ली

Email ID - Vishalgautam928@gmail.com Email ID - ycsharma2000@yahoo.co.in

संस्कृत भाषा भारतीय जनमानस की प्राणस्वरूप भाषा है। सभी भारतीयों के मन में संस्कृत के प्रति अतिशय अनुराग होने के कारण वे संस्कृतभाषा सीखना भी चाहते हैं परन्तु सीखने के उचित आयामों के अभाव के कारण वे संस्कृत से प्रायः दूर ही रह जाते हैं। उनके मन में अनेक प्रकार की शङ्काएँ उत्पन्न होती हैं। जैसे संस्कृत कहाँ से सीखें? कैसे सीखें? सीखने की प्रक्रिया क्या है? संस्कृत भाषा के मूल घटक कौन–कौन से है? संस्कृत की प्रारम्भिक ईकाई क्या है? तथा संस्कृत की वास्तविक प्रौढता का लक्षण क्या है? इत्यादि प्रश्नों का समावेश करते हुए यह लेख प्रस्तुत किया जा रहा है।

भारतस्य प्रतिष्ठे द्वे संस्कृतं संस्कृतिस्तथा
(भारत की दो प्रतिष्ठा हैं – संस्कृत एवं संस्कृति)

संस्कृत भाषा भारत की प्राचीनतम भाषा है। भारत को जानने के लिए संस्कृत को जानना आवश्यक है। भारत का प्रत्येक व्यक्ति किसी न किसी रूप में संस्कृत से अवश्य ही जुड़ा रहता है। भारत में सभी संस्कार प्रायः संस्कृत भाषा में ही होते है इसलिए कहा जा सकता हैं कि संस्कृत भाषा भारत का आधार स्तम्भ है।

संस्कृत भाषा के चार सोपान हैं – श्रवण, भाषण, पठन तथा लेखन। सर्वप्रथम भाषा जिज्ञासु को अधिक से अधिक संस्कृत भाषा सुननी चाहिए, फिर धीरे धीरे वैसे ही बोलने का प्रयास करना चाहिए। प्रारम्भिक अवस्था में व्याकरण के ज्ञान के बिना ही भाषा को सीखना चाहिए। वर्तमान में इसके लिए संस्कृत सम्भाषण शिविर सर्वोत्तम माध्यम है। किसी न किसी माध्यम से संस्कृत को सामान्य रूप से समझने व बोलने की योग्यता विकसित हो जाने से व्यक्ति के अन्दर भाषा के प्रति अनुराग बढ़ जाता है। वह भाषा को और अच्छे से जानने की इच्छा करता है। यही स्थिति उसको भाषाशिल्पज्ञान (व्याकरणज्ञान) की ओर प्रेरित करती है और वह निरन्तर उसकी ओर आगे बढ़ता रहता है।

संस्कृत भाषा के श्रवण तथा भाषण कौशल के विकसित हो जाने के पश्चात् जिज्ञासु को लेखन तथा पठन कौशल को विकसित करना चाहिए। वस्तुतः भाषिक संरचना के मुख्यरूप से तीन चरण होते हैं – वर्ण, शब्द और वाक्य। अतः सर्वप्रथम संस्कृत भाषा की लिपि को समझने के लिए देवनागरी लिपि की वर्णमाला के प्रत्येक वर्ण को कई बार बोल–बोलकर तथा लिखकर अच्छे से अभ्यास करना चाहिए। इसके बाद वर्णों के उच्चारण स्थान, आभ्यन्तरप्रयत्न तथा बाह्यप्रयत्नों को अच्छे से जानना चाहिए। संस्कृत वर्णमाला इस प्रकार है –

स्वर (Vowel)

अ	आ	इ	ई	उ	ऊ	ऋ	ॠ	लृ	ए	ऐ	ओ	औ
a	ā	i	ī	u	ū	ṛ	ṝ	ḷ	e	Ai	o	Au

स्वराश्रितौ (Vowel Dependent)

ं – अनुस्वारः ः – विसर्गः

ṃ –Anusvāraḥ ḥ – visargaḥ

व्यञ्जन (Consonants)

क्	ख्	ग्	घ्	ङ्
k	kh	g	gh	ṅ
च्	छ्	ज्	झ्	ञ्
c	ch	j	jh	ñ
ट्	ठ्	ड्	ढ्	ण्
ṭ	ṭh	ḍ	ḍh	ṇ
त्	थ्	द्	ध्	न्
t	th	d	dh	n
प्	फ्	ब्	भ्	म्
p	ph	b	bh	m
य्	र्	ल्	व्	
y	r	l	v	
श्	ष्	स्	ह्	
ś	ṣ	s	h	

उच्चारण स्थान–

कण्ठ–	अ आ क् ख् ग् घ् ङ् ह् विसर्ग (:)
तालु–	इ ई च् छ् ज् झ् ञ् य् श्
ओष्ठ–	उ ऊ प् फ् ब् भ् म्
मूर्धा –	ऋ ॠ ट् ठ् ड् ढ् ण् र् ष्
दन्त –	लृ त् थ् द् ध् न् ल् स्
कण्ठतालु–	ए ऐ
कण्ठोष्ठ–	ओ औ
दन्तोष्ठ–	व्

वर्णों के उच्चारण और लेखन का सम्यक् ज्ञान होने के पश्चात् व्यक्ति को शब्द ज्ञान की ओर बढ़ना चाहिए। निरुक्तकार यास्क के अनुसार शब्दों के चार प्रकार होते हैं – नाम, आख्यात, उपसर्ग और निपात। नाम से तात्पर्य है संज्ञा व सर्वनाम शब्द, आख्यात अर्थात् क्रियावाचक शब्द, उपसर्ग धातु (क्रिया) के पूर्व लगकर अर्थ प्रकाशन करते हैं और निपात से तात्पर्य है अव्ययवाची शब्द और वाक्य पूरक शब्द। इन चार प्रकार के शब्दों में से सर्वप्रथम व्यवहार में आने वाले शब्दों का स्मरण करना चाहिए उसके पश्चात् अन्य शब्दों का भी स्मरण करना चाहिए। न्यूनतम 1000 शब्दों (600 संज्ञा शब्द 150 क्रियावचक शब्द 250 अव्ययवाची शब्द) के स्मरण के पश्चात् संस्कृत भाषा के शब्दार्थों का अवबोध सरलता से हो जाता है। इस प्रक्रिया में शब्दरूपों और पाँच लकारों में धातुरूपों का भी स्मरण करना चाहिए। शब्दों के स्मरण के साथ साथ वर्णों के मिलान की प्रक्रिया हेतु क्रमशः निम्नलिखित सन्धियों का अभ्यास करना चाहिए–

स्वरसन्धि (अच् सन्धि) –

दीर्घसन्धि, गुणसन्धि, वृद्धिसन्धि, यण्सन्धि, अयादिसन्धि, पूर्वरूपसन्धि, पररूपसन्धि, प्रकृतिभावसन्धि।

यथा–

दीर्घ सन्धि – विद्या + आलयः = विद्यालयः

गुण सन्धि – गण + ईशः = गणेशः

वृद्धि सन्धि – तथा + एव = तथैव (उसी प्रकार)

अयादि सन्धि – यदि + अपि = यद्यपि

व्यञ्जनसन्धि–

श्चुत्वसन्धि, ष्टुत्वसन्धि, जश्त्वसन्धि, चर्त्वसन्धि, अनुनासिकसन्धि, अनुस्वारसन्धि, अनुस्वारपरसवर्णसन्धि, पूर्वसवर्णसन्धि, परसवर्णसन्धि, लत्वसन्धि, छत्वसन्धि, ङमुडागमसन्धि।

यथा –

श्चुत्वसन्धि– हरिस् + शेते = हरिश्शेते (हरि सोते हैं)

ष्टुत्व सन्धि– हरिस् + षष्ठः = हरिषष्ठः (हरि छठे हैं)

जशत्व सन्धि– वाक् + ईशः = वागीशः (वाणी का ईश)

चर्त्व सन्धि– तद् + पुरुषः = तत्पुरुषः (वह पुरुष)

विसर्गसन्धि –

विसर्ग के स्थान पर स्, विसर्ग के आगे चवर्ग रहने पर श्, विसर्ग के आगे टवर्ग रहने पर ष्, विसर्ग के आगे क् ख् व प् फ् रहने पर जिह्वामूलीय व उपध्मानीय, विसर्ग उत्वसन्धि, विसर्गलोप सन्धि।

यथा–

विसर्ग के स्थान पर स् – विष्णुः + त्राता
= विष्णुस्त्राता (भगवान् विष्णु रक्षक हैं)

विसर्ग के आगे चवर्ग रहने पर श् – निः + चय
= निश्चय, इसी प्रकार– दुश्चरित्र, निश्छल

उत्व सन्धि – मनः + हर = मनोहर, इसी प्रकार– तपोवन, रजोगुण, सरोवर

विसर्गलोप सन्धि– एषः + चलति = एष चलति (यह चलता है), इसी प्रकार–अतः + एव = अतएव

सन्धियों का सम्यक् अभ्यास हो जाने के बाद शब्दों के मिलान हेतु निम्नलिखित समासों का अभ्यास करना चाहिए –अव्ययीभाव समास, भेद उपभेद सहित तत्पुरुषसमास, बहुव्रीहि समास, द्वन्द्वसमास।

यथा–

अव्ययीभाव समास–

हरौ इति – अधिहरि (हरि में)

कृष्णस्य समीपम् – उपकृष्णम् (कृष्ण के समीप)

तत्पुरुष समास–

समानाधिकरण तत्पुरुष समास (कर्मधारय समास)–

नीलम् उत्पलम् – नीलोत्पलम् (नीला है जो कमल)

कर्मधारय समास का द्विगु समास –

पञ्चानाम् गवानाम् समाहारः – पञ्चगवम् (पाँच गायों का समाहार)

व्यधिकरण तत्पुरुष समास–

राज्ञः पुरुषः – राजपुरुषः (राजा का पुरुष)

यूपाय स्तम्भः – यूपस्तम्भः (यूप के लिए लकड़ी)

बहुव्रीहि समास–

पीतम् अम्बरम् यस्य सः – पीताम्बरः (पीला है वस्त्र जिसका)

द्वन्द्व समास –

माता च पिता च – पितरौ (माता और पिता)

इस प्रकार से क्रमशः उदाहरणसहित सभी समासों के सामान्य अध्ययन के उपरान्त शब्दरूपों को समझना चाहिए, जिसके अंतर्गत पुल्लिङ्ग में अकारान्त बालक, इकारान्त हरि, ईकारान्त सुधी, उकारान्त गुरु, ऊकारान्त प्रभू, ऋकारान्त कर्तृ आते हैं। स्त्रीलिङ्ग में आकारान्त बालिका, इकारान्त मति, ईकारान्त नदी, उकारान्त धेनु, ऋकारान्त मातृ। नपुंसकलिङ्ग में अकारान्त ज्ञान, वारि, अस्थि, सुलु आदि शब्दों को याद करना चाहिए तथा इनके समतुल्य रूप चलने वाले शब्दों का अभ्यास करना चाहिए। सर्वनाम शब्द हेतु – अस्मद्, युष्मद्, सर्व, यत्, तद्, एतद्, भवत्, इदम्, अदस्, एकम्, इत्यादि शब्दों को तीनों लिङ्गों में स्मरण करना चाहिए। शब्दरूप स्मरण हेतु अनुवादचन्द्रिका पुस्तक की सहायता ली जा सकती है। शब्दरूपों का अच्छे से अभ्यास होने उपरान्त लट्, लोट्, लङ्, विधिलिङ्, तथा लृट् लकार में व्यवहार में आने वाली 200 धातुओं (क्रियावाची शब्दों) का अच्छे से अभ्यास करना चाहिए। इसके बाद सामान्य कारक का अभ्यास करके सभी विभक्तियों में सामान्य वाक्यनिर्माण का अभ्यास करना चाहिए। साथ में संख्यावाची व समयवाची शब्दों का भी वाक्य में प्रयोग सीखना चाहिए। इसके लिए संस्कृत के कारक प्रकरण को अच्छे से पढ़कर धीरे धीरे सरल वाक्य बनाते हुए सभी विभक्तियों के वाक्यों को बनाने का प्रयास करना चाहिए। वाक्यनिर्माण शब्दज्ञान के साथ ही प्रारम्भ कर देना चाहिए। इस प्रकार से पढ़ने पर सामान्य व्यक्ति संस्कृत भाषा में सामान्यकुशलता प्राप्त कर सकता है। वह सामान्य संस्कृत लिख व पढ़ सकता है। सामान्य संस्कृत सम्भाषण भी कर सकता है।

यथा–

लट् लकार

(वर्तमानकाल अर्थ में – वह पढ़ता है– सः पठति।)

पुरुष	एकवचन	द्विवचन	बहुवचन
प्रथम	पठति	पठतः	पठन्ति
मध्यम	पठसि	पठथः	पठथ
उत्तम	पठामि	पठावः	पठामः

लृट् लकार

(भविष्यकाल अर्थ में – वह पढ़ेगा – सः पठिष्यति।)

पुरुष	एकवचन	द्विवचन	बहुवचन
प्रथम	पठिष्यति	पठिष्यतः	पठिष्यन्ति
मध्यम	पठिष्यसि	पठिष्यथः	पठिष्यथ
उत्तम	पठिष्यामि	पठिष्यावः	पठिष्यामः

लोट् लकार

(आज्ञा अर्थ में – आप पढो – भवान् पठतु।)

पुरुष	एकवचन	द्विवचन	बहुवचन
प्रथम	पठतु	पठताम्	पठन्तु
मध्यम	पठ	पठतम्	पठत
उत्तम	पठानि	पठाव	पठाम

लङ् लकार

(भूतकाल अर्थ में – उसने पढ़ा – सः अपठत्)

पुरुष	एकवचन	द्विवचन	बहुवचन
प्रथम	अपठत्	अपठताम्	अपठन्
मध्यम	अपठः	अपठतम्	अपठत
उत्तम	अपठम्	अपठाव	अपठाम

विधिलङ् लकार (चाहिए के अर्थ में – उसे पढना चाहिए– सः पठेत्।)

पुरुष	एकवचन	द्विवचन	बहुवचन
प्रथम	पठेत्	पठेताम्	पठेयुः
मध्यम	पठेः	पठेतम्	पठेत
उत्तम	पठेयम्	पठेव	पठेम

सामान्य संस्कृत सीख जाने पर संस्कृत भाषा में प्रौढता की ओर बढना चाहिए। जिसके लिए पाणिनि व्याकरण को अष्टाध्यायी अथवा सिद्धान्तकौमुदी के क्रमानुसार पढ़ना चाहिए। साथ ही अमरकोश का भी स्वाध्याय करना चाहिए। जैसा कि कहा गया है– "अष्टाध्यायी जगन्माता अमरकोषो जगत्पिता"। अष्टाध्यायी और अमरकोष का सम्यग् ज्ञान ही व्यक्ति को संस्कृतज्ञ बनाता है। अष्टाध्यायी के सूत्रों को ही भट्टोजी दीक्षित द्वारा विभिन्न प्रकरणों में सिद्धान्तकौमुदी के रूप में व्यवस्थित किया गया है। सिद्धान्तकौमुदी के प्रकरणों के अन्तर्गत भाषा के मुख्य तीन तत्त्व वर्ण, शब्द व वाक्य हेतु निम्नलिखित प्रकरण हैं –

क) वर्ण परिचय व वर्णमिलान हेतु – संज्ञाप्रकरण, सन्धि प्रकरण।

ख) शब्दज्ञान के प्रकरण – शब्द ज्ञान पाणिनिव्या. करण का सबसे दीर्घतम भाग है जिसके लिए सिद्धान्तकौमुदी में अलग अलग प्रकरण हैं।

1. संज्ञा व सर्वनाम शब्दमिलान हेतु समास प्रकरण।
2. संज्ञा व सर्वनाम शब्दरूपनिर्माण हेतु षड्लिङ्ग. प्रकरण।
3. निपातशब्द हेतु अव्ययप्रकरण।
4. संज्ञाशब्दनिर्माणविधि जानने हेतु – तद्धितप्रकरण। तद्धितप्रकरण में 16 प्रकार के प्रधान अर्थों में प्रत्यय होते हैं जो क्रमशः – अपत्यादिविकारान्ता. र्थाः साधारणप्रत्ययाः, अपत्याधिकारः, रक्ताद्यर्थकाः, चातुरर्थिकाः, शैषिकाः, विकाराद्यर्थकाः, ठगाधि. कारः, यदधिकारः, छयतोधिकारः, ठञाधिकारः, त्वतलोरधिकारः, भवनाद्यर्थकाः, मत्वर्थीयाः, प्राग्दशीयाः, प्रागिवीयाः, स्वार्थिकाः तक हैं।
5. संज्ञा शब्दों के स्त्रीलिङ्ग जानने हेतु – स्त्रीप्रत्यय प्रकरण।
6. आख्यात शब्द अर्थात् धातुनिर्माण ज्ञान हेतु दशगणप्रकरण (भ्वादि, अदादि, जुहोत्यादि, दिवा.

दि, स्वादि, तुदादि, रुधादि, तनादि, क्र्यादि, चुरादि)

7. लकार्थज्ञान हेतु एकादशलकारार्थ प्रक्रिया (ण्यन्त, सन्नन्त, यङ्न्त, यङ्लुक्, नामधातु, कण्ड्वादि, आत्मनेपद, परस्मैपद, भावकर्म, कर्मकर्तृ, लकारार्थ)।

8. धातुओं के विभिन्न अर्थों के ज्ञान हेतु कृत्य प्रक्रिया पूर्वकृदन्तप्रक्रिया, उत्तरकृदन्त प्रक्रिया तथा उणादि गण प्रक्रिया पाठक को जानना चाहिए। शब्दों के लिङ्गों के सम्यक् ज्ञान हेतु पाठक को पाणिनि का लिङ्गानुशासन नामक ग्रन्थ पढना चाहिए। इस प्रकार से शब्दों के इन सभी प्रकरणों को पढ़ने पर व्यक्ति संस्कृत भाषा में शब्दशिल्पज्ञ की योग्यता प्राप्त कर लेता है।

उपसर्ग, प्रत्यय एवं अव्यय के प्रयोग से एक क्रिया और शब्द से अनेक शब्दों का निर्माण किया जा सकता है। जैसे – आगम, आगमन , प्रत्यागमन, अवगति, संगति, गति, गंतव्य, गमनीय, गमन, निगम, समागम, संगम, निर्गत, निर्गम, प्रगत, उद्गम, प्रगति, अधोगति, ऊर्ध्वगति, अनागत, तथागत, समागत, अधिगम, सुगम, दुर्गम, सुगति, सद्गति, दुर्गति, कुगति, संगतीकरण आदि।

यथा–

उपसर्ग–

आ + गमन = आगमनम् (आना)

प्रति + गमन = प्रत्यागमनम् (लौटना)

सम् + गति = संगतिः (साथ चलना)

प्रत्यय

कृत् प्रत्यय–

कृञ् + तृच् = कर्ता (कार्य को करने वाला)

अट् + तुमुन् = अटितुम् (भ्रमण के लिए)

तद्धित प्रत्यय–

अपत्यार्थक तद्धित प्रत्यय– अश्वपति + अण् = आश्वपतम् (अश्वपति की संतान)

रक्ताद्यार्थक तद्धित प्रत्यय– कषाय + अण् = काषायम् (कषाय रंग से रंगा हुआ)

चातुरर्थिक तद्धित प्रत्यय– उदुम्बर + अण् = औदुम्बरः (उदुम्बर का क्षेत्र)

शैषिक तद्धित प्रत्यय– चक्षुष् + अण् = चाक्षुषम् (चक्षु से देखा हुआ)

विकाराद्यर्थक तद्धित प्रत्यय– आश्मन् + अण् = आश्मः (पत्थर से बना हुआ पदार्थ)

ठगधिकार तद्धित प्रत्यय– अक्ष + ठक् = आक्षिकः (पासों से खेलने वाला)

यदधिकार तद्धित प्रत्यय– रथ + यत् = रथ्यः (रथ को खींचकर आगे ले जाने वाला घोड़ा)

छयतोधिकार तद्धित प्रत्यय– शङ्कु + यत् = शङ्कव्य (खूँटी ए लिए उपयोगी लकड़ी)

ठञधिकार तद्धित प्रत्यय– सप्तति + ठञ् = साप्तिकम् (सत्तर से खरीदी गयी वस्तु)

त्वतलोरधिकार तद्धित प्रत्यय– ब्राह्मण + वति = ब्राह्मणवत् (ब्राह्मण के समान)

भवनाद्यर्थक तद्धित प्रत्यय– मुदग + ख = मौद्गीनम् (मूंग धान्य का उत्पत्तिस्थान खेत)

मत्वर्थीय तद्धित प्रत्यय– गो + मतुप् = गोमान् (गौओं वाला व्यक्ति)

प्राग्दिशीया तद्धित प्रत्यय– किम् + तसिल् = कुतः (किस कारण से)

प्रागिवीया तद्धित प्रत्यय– आढ्य + तमप् = आढ्यतमः (सबसे अधिक धनी)

स्वार्थिक तद्धित प्रत्यय– अश्व + कन् = अश्वकः (घोड़ा)

स्त्री प्रत्यय

अज + टाप् = अजा (बकरी)

ग) **वाक्यनिर्माण हेतु** – कारक प्रकरण।

इनके सामान्य स्वाध्याय के उपरान्त व्याकरण में विशेषज्ञता हेतु व्यक्ति को महाभाष्य इत्यादि व्याकरण ग्रन्थों का भी स्वाध्याय करना चाहिए।

कारक

कर्ता कारक – रामः पठति (राम पढ़ता है।)

कर्म कारक – रामः पुस्तकं पठति (राम पुस्तक पढ़ता है।)

करण कारक – रामः उपनेत्रेण पुस्तकं पठति (राम उपनेत्र से पुस्तक पढ़ता है।)

सम्प्रदान कारक – सः भिक्षुकाय धनं ददाति (वह भिक्षुक के लिए धन देता है।)

अपादान कारक – वृक्षात् पत्रं पतति (वृक्ष से पत्ता गिरता है।)

षष्ठी विभक्ति (सम्बन्ध) – रामस्य पितुः नाम दशरथः आसीत। (राम के पिता का नाम दशरथ था।)

अधिकरण कारक – सः कटे आस्ते (वह चटाई पर बैठता है।)

प्रारम्भिक संस्कृत में उपयोग में आने वाले सामान्य वाक्य –

1. भवान् कथं अस्ति ? (आप कैसे हैं? – पुल्लिङ्ग में)
2. भवती कथं अस्ति ? (आप कैसी हैं? – स्त्रीलिङ्ग में)
3. अहं सम्यक् अस्मि। (मैं ठीक हूँ।)
4. भवतः नाम किम् ? (आपका नाम क्या है ?)
5. भवत्याः नाम किम ? (आपका नाम क्या है ?– स्त्रीलिङ्ग में)
6. मम नाम ....अस्ति। (मेरा नाम .... है।)
7. भवतः पितुः नाम किम् ? (आपके पिता का नाम क्या है?)
8. मम पितुः नाम ....अस्ति (मेरे पिता का नाम .... है।)
9. भवतः मातुः नाम किम्? (आपकी माता का नाम क्या है ?)
10. मम मातुः नाम ....अस्ति। (मेरी माता का नाम .... है।)
11. भवान् कस्मिन् ग्रामे/नगरे निवसति? (आप किस गाँव में रहते हैं?)
12. अहं ....ग्रामे/नगरे निवसामि। (मैं .... गाँव में रहता हूँ।)
13. भवान् किं कार्यं करोति ? (आप क्या काम करते हैं?)
14. अहं शिक्षकः/शिक्षिका अस्मि। (मैं शिक्षक हूँ।)
15. भवान् भोजनं कृतवान् वा ? (क्या आपने भोजन किया ?)
16. आम् अहं भोजनं कृतवान्। (हाँ। मैंने भोजन किया।)
17. भवती भोजनं कृतवती वा ? (क्या आपने भोजन किया ?)
18. आम् अहं भोजनं कृतवती (हाँ। मैंने भोजन कर लिया है।)
19. भवतः गृहे सर्वे कुशलिनः सन्ति वा ? (क्या आपके घर में सभी कुशल हैं ?)
20. आम् मम गृहे सर्वे कुशलिनः सन्ति। (हाँ। मेरे घर में सभी कुशल हैं।)

संस्कृत भाषा को अन्य भाषाओं की जननी भी कहा जाता है। यही कारण है कि आज भी प्रायः सभी भाषाओं में संस्कृतभाषा के शब्द मिलते हैं। दक्षिण के द्रविण परिवार की भी भाषाओं ने संस्कृत के शब्दों को अधिक मात्रा में ग्रहण कर स्वयं को सम्पन्न किया है। हिन्दी, मराठी, नेपाली, मैथिली, कोंकणी, अवधी, ब्रज, भोजपुरी, राजस्थानी, कश्मीरी, बंगाली, असमिया, उड़िया, गुजराती, पंजाबी, उर्दू इत्यादि भाषाएँ संस्कृत से ही निकली हैं।

लोकविज्ञान से जुड़े अनुवाद : कुछ व्यक्तिगत अनुभव

Translation of Popular Science Content: Some Experiences

डॉ. मनीष मोहन गोरे
Dr. Manish Mohan Gore
Scientist
CSIR-National Institute of Science Communication and Policy Research, New Delhi-110012
mmg@niscpr.res.in

लोकविज्ञान लेखन, विज्ञान संचार का एक अभिन्न हिस्सा है। यहां 'लोक' का अर्थ लोग या आमजन से है। भारतीय संविधान के अंतर्गत प्रत्येक नागरिक में वैज्ञानिक दृष्टिकोण (तार्किक सूझबूझ) का विकास अथवा विज्ञान लोकप्रियकरण का हिस्सा बनना एक मौलिक कर्तव्य (अनुच्छेद 51–A(h) नियत किया गया है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी में हो रही प्रगति की जानकारी का संप्रेषण तथा समाज में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास करना ही लोकविज्ञान लेखन और इसके साहित्य के भी अहम लक्ष्य होते हैं। हिंदी सहित अनेक भारतीय भाषाओं में प्रामाणिक लोकविज्ञान साहित्य का सृजन कर उसका प्रकाशन बड़ी चुनौती बनी हुई है। इस चुनौती को दूर करने में विज्ञान साहित्य के अनुवादकों और संपादकों की अहम भूमिका होती है। हिंदी में वैज्ञानिक साहित्य और शोध पत्रों के अनुवाद के दौरान अनुवादकों को अनेक कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है। इस आलेख में लेखक ने लोक विज्ञान साहित्य और शोध पत्रों के अनुवाद से जुड़े अपने कतिपय अनुभवों को साझा किया है।

मौलिकता बनाये रखना एक चुनौती

लोक विज्ञान साहित्य और इससे जुड़े शोध साहित्य का अनुवाद करते समय मूल पाठ की विषयवस्तु में कोई फेरबदल न करते हुए उसी भाव को बनाये रखते हुए दूसरी भाषा में अनुवाद करना एक बड़ी चुनौती होती है। हमेशा यह प्रयास किया जाना अपेक्षित है कि अनुवाद करते समय मूल पाठ की विषयवस्तु या उसकी भावना में कोई बदलाव न किया जाए। केवल अनुवाद का प्रस्तुतिकरण रुचिकर हो, इस ओर ध्यान रखना आवश्यक है, विषयवस्तु में फेरबदल पर नहीं।

पूर्व में मुझे अखिल भारतीय आयुर्विज्ञान अनुसंधान संस्थान (आईसीएमआर) के दस्तावेजों और पुस्तकों के अनुवाद का अवसर मिला जिसके अंतर्गत मलेरिया, कुपोषण, एलर्जी, जीवनशैली से जुड़े रोगों (हृदय रोग, कैंसर, मधुमेह, रक्तचाप आदि) से जुड़े जटिल अनुसंधान विश्लेषणात्मक सामग्रियां होती थीं। इनके अनुवाद के समय मैं अनुवाद की इसी कसौटी का अनुपालन करता कि मूल पाठ की मौलिकता को भंग किए बिना सरल शब्दावली के साथ हिंदी अनुवाद कर पाऊं।

स्वास्थ्य विज्ञान की कुछ अहम शब्दावलियों के बारे में उदाहरण सहित मैं चर्चा करना चाहूंगा। सर्वप्रथम अंग्रेजी में 'Virus' शब्द के हिंदी पर्याय की चर्चा। वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग के शब्द–संग्रह के अनुसार इसके लिए नियत हिंदी शब्द 'वाइरस' है जो कि सही शब्द है। मगर इसके स्थान पर आमतौर पर 'वायरस' प्रयोग किया जाता है जो कि त्रुटिपूर्ण है। हिंदी शब्द विषाणु भी Virus का पर्याय होता है। अंग्रेजी शब्द 'Cancer' के लिए शुद्ध हिंदी शब्द 'कर्क रोग' है परंतु मूल अंग्रेजी के देवनागरी में जस का तस 'कैंसर' का आमतौर से प्रयोग भी प्रचलन में है। इसी प्रकार Plasmid के लिए इसका देवनागरी स्वरूप 'प्लाज्मिड' ही शब्दावली आयोग ने स्वीकृत किया है।

भाषा के साथ संप्रेषण कौशल भी आवश्यक

अनुवाद से संबंधित मेरा अनुभव है कि वैज्ञानिक साहित्य का अनुवाद करने वाले व्यक्ति के लिए भाषा का ज्ञान आवश्यक है। अनुवाद संबंधित भाषा साहित्य में प्रयुक्त मुहावरे, लोकोक्तियों, शब्द विन्यास का समग्र ज्ञान अनुवादक को होना अपरिहार्य है। भाषा के साथ अनुवादक को संप्रेषण कौशल में भी पारंगत होना चाहिए। ऐसे शब्दों का प्रयोग जो पाठकों में रोमांच, कौतूहल और हल्का–फुल्का हास्य उत्पन्न कर दे, उनका प्रयोग किया जाना भी श्रेयस्कर होता है। इससे अनुवाद रोचक होगा और रुचि के साथ पाठक को वह अनूदित साहित्य मूल जैसा भाव देगा।

इस संदर्भ में मैं भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी (इंसा), नई दिल्ली के अनुसंधान और अकादमिक प्रकाशन के हिंदी अनुवाद का एक व्यक्तिगत अनुभव साझा करना चाहूंगा। इसमें मैंने पाया कि मूल अंग्रेजी सामग्री अत्यंत दुरूह है और सर्वथा वैज्ञानिक/प्रबुद्ध वर्ग के लिए ही उपयोगी है। एक अनुवादक के तौर पर यह मेरे लिए एक बड़ी चुनौती थी। ऐसे में मैंने इसके हिंदी अनुवाद के समय कुशल संप्रेषण क्षमता का प्रयोग किया और रोचक प्रस्तुति सहित अनूदित पाठ को एक आम पाठक के लिए पठनीय बनाने में सफल रहा।

विज्ञान की मौलिक जानकारी भी आवश्यक

मैं अनुवाद से पूर्व मूल पुस्तक के विषय क्षेत्र का अध्ययन प्रामाणिक स्रोत से करता हूँ। ऐसा करना विषय को समझने के लिए बेहद जरुरी है। तकनीकी अनुवादक का संबंध भाषा, शब्दावली और मुहावरे से होता है लेकिन केवल इतना ही आवश्यक नहीं होता। उसे इनके अतिरिक्त विज्ञान की उस अध्ययन शाखा की मौलिक, सटीक और अद्यतन जानकारी होना भी जरूरी होता है, जिस अध्ययन शाखा की पुस्तक या शोध साहित्य का तकनीकी अनुवाद उसे करना है।

राष्ट्रीय पुस्तक न्यास, भारत की पुस्तक 'अमेजिंग एडेप्टेशन' (लेखिकाः सुकन्या दत्ता) का हिंदी अनुवाद करते समय मैंने जंतु विज्ञान, जंतु व्यवहार और जंतु मनोविज्ञान से संबंधित प्रामाणिक साहित्य का अध्ययन कर पहले स्वयं इनसे जुड़े वैज्ञानिक सिद्धांतों का अध्ययन–मनन किया। इसके बाद उक्त शीर्षक पुस्तक के अनुवाद में मेरा प्रवाह बना और मैं धाराप्रवाह तथा जनग्राह्य अनुवाद करने में सफल हुआ।

वहीं दूसरी ओर, इंजीनियरिंग (अभियांत्रिकी) के अनुवाद के दौरान दो–तीन महत्वपूर्ण शब्दों की चर्चा करना मैं यहां उपयुक्त समझता हूँ। शब्दावली आयोग ने अंग्रेजी शब्द Air seperator के लिए हिंदी शब्द 'वायु पृथकित्र' दिया गया है परन्तु यह शब्द अत्यंत जटिल और आमजन के लिए लगभग अग्राह्य है। इसी तरह से Transduction का हिंदी शब्द 'पारक्रमण' है, और Plaster of Paris का हिंदी शब्द 'पेरिस प्लास्टर' है। ये शब्द भी कठिन लगते हैं, इसलिए इन्हें देवनागरी में जस का तस क्रमशः 'ट्रांसड्यूसर' और 'प्लास्टर ऑफ पेरिस' प्रयोग किया जाना उपयुक्त है।

भाषा की सरलता व सहजता तकनीकी अनुवाद की पहली शर्त

वैज्ञानिक साहित्य का तकनीकी अनुवाद जब पाठकों तक पहुँचता है तो उस अनूदित साहित्य या शोध आलेख की स्वीकार्यता अनुवाद की सरलता और सहजता पर निर्भर करती है। अनुवाद की जाने वाली भाषा में सरलीकरण से तकनीकी जानकारी को समझने में पाठक को सहजता का अनुभव होता है। वैज्ञानिक और तकनीकी जानकारी का अनुवाद करते समय मैं इस बात का सदा ध्यान रखता हूँ।

अनूदित रचना में कही गई विज्ञान की बातें पाठक को आसानी से समझ आये, इस हेतु मैं अक्सर मूल पाठ को अनुवाद करते समय आम जीवन के शब्दों का प्रयोग करता हूँ। जैसे कि डीएनए की व्याख्या करते समय 'जीवन की पुस्तक' जैसे शब्द समूहों का प्रयोग करता हूँ जिससे पाठक को वैज्ञानिक संकल्पना तत्काल समझ में आ जाती है।

रसायन विज्ञान और जीवविज्ञान में सामान्य तौर पर प्रयोग में आने वाले दो–तीन शब्दों की यहां पर चर्चा करना चाहूंगा। पहला शब्द है Sterilization, शब्दावली आयोग द्वारा इसका हिंदी अर्थ 'रोगाणुनाशन' दिया गया है जबकि इसके लिए 'विसंक्रामक' शब्द भी उपयुक्त है। दूसरा शब्द है Pigment जिसके लिए हिंदी शब्द है 'वर्णक' जबकि इसके लिए 'रंजक' शब्द भी सरल, ग्राह्य और प्रचलन में है जिसे स्वीकार करना चाहिए। वैसे प्लास्टर ऑफ पेरिस के समान देवनागरी में इसे भी जस का तस 'पिगमेंट' प्रयोग किया जाए तो कोई हर्ज नहीं है। तीसरा शब्द Optimum है जिसकी हिंदी है 'इष्टतम' जो कि थोड़ा क्लिष्ट है। इसके लिए बेहतर और सहज शब्द है 'अनुकूलतम'।

पर्यावरण विज्ञान के बहुत से शब्द इसकी अनेक संकल्पनाओं को सहजता से अभिव्यक्त करते हैं। उदाहरण के लिए Sustainable शब्द की हिंदी 'धारणीय' थोड़ी क्लिष्ट है जबकि इसके लिए 'टिकाऊ' और 'सतत्' शब्दों में सहजता है। वहीं Ecology के लिए 'पारिस्थितिकी' और Ecosystem के लिए 'पारितंत्र' अथवा 'पारिस्थितिकी तंत्र' शब्द दिए गए हैं। लेकिन वर्तमान परिदृश्य में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की तरह इन्हें भी इकोसिस्टम और इकोलाजी लिखा जाने लगा है। पाठकों ने इन्हें स्वीकार भी कर लिया है।

कुछ वैज्ञानिकों के नामों को त्रुटिपूर्ण ढ़ंग से प्रयोग किया जाता है। यहां मैं केवल दो उदाहरण देता हूँ। रमन और आइन्स्टीन। एकबारगी ये दोनों शब्द सही लगते हैं क्योंकि जहां कहीं भी यह लिखा–पढ़ा जाता है, इसी रूप में लिखा–पढ़ा जा रहा है। लेकिन ये दोनों ही शब्द त्रुटिपूर्ण हैं। सही शब्द हैं रामन और आइंस्टाइन।

अंतरिक्ष विज्ञान में Space शब्द की हिंदी 'अंतरिक्ष' होती है जबकि उसी Space शब्द को रासायनिक अभियांत्रिकी में 'समष्टि' या 'अवकाश' के रूप में प्रयोग किया जाता है।

प्रामाणिक शब्दावली का प्रयोग आवश्यक

विज्ञान लेखन और वैज्ञानिक साहित्य के तकनीकी अनुवाद में प्रामाणिक जानकारी का विशेष महत्व होता है। गलत जानकारी देने से अच्छा है कि जानकारी न दी जाए। इसलिए किसी भी विज्ञान संचार के काम में रोचकता, सामयिकता, उपयोगिता, स्पष्टता और प्रामाणिकता का ध्यान रखा जाना आवश्यक है। वैज्ञानिक साहित्य के तकनीकी अनुवाद के लिए उचित वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली का प्रयोग किया जाना महत्वपूर्ण होता है। भारत के संदर्भ में वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, भारत सरकार द्वारा विज्ञान और प्रौद्योगिकी की विभिन्न अध्ययन शाखाओं में पृथक शब्दकोश विकसित किए गए हैं। ये शब्दकोश डिजिटल स्वरूप में इस आयोग की वेबसाइट पर भी उपलब्ध हैं। उदाहरण के लिए शब्दावली आयोग के अनुसार अंग्रेजी शब्द 'Palaeobotany' का हिंदी अर्थ 'पुरावनस्पतिविज्ञान' होता है। यदि किसी विशिष्ट तकनीकी शब्द का उचित हिंदी शब्द मुझे किसी प्रामाणिक स्रोत जैसे कि शब्दावली आयोग के शब्दावली कोश में नहीं मिलता तो उस अंग्रेजी शब्द को देवनागरी लिपि में लिखते हुए मैं उसका मूल अंग्रेजी शब्द कोष्ठक में लिखना उचित समझता हूँ। उदाहरण के लिए 'राइबोसोम' के लिए इसे लिखने के साथ कोष्ठक में 'ribosome' लिख देना चाहिए।

———————

प्रतिक्रिया / Feedback

विज्ञान प्रकाश पत्रिका हमारे देश की पहली हिंदी पत्रिका है जो विज्ञान तथा तकनीकी के क्षेत्र में उभरते नए शोधों को हिंदी में प्रकाशित करती है। यह पत्रिका अंतर्राष्ट्रीय स्तर के शोध पत्रों के प्रकाशन की गुणवत्ता तथा मापदंडो को बनाये हुए है। भारत की नई शिक्षा नीति–2020 के अनुसार, तकनीकी तथा अभियांत्रिकी की पढ़ाई हिंदी भाषा में शुरू हो गई है। अतः विज्ञान प्रकाश पत्रिका हिंदी भाषी शोधार्थियों के लिए बहुत मददगार साबित होगी। इस प्रत्रिका के शोध पत्रों में विज्ञान, तकनीकी तथा अभियांत्रिकी के क्षेत्र में मशीन लर्निंग तथा कृत्रिम बुद्धिमता जैसे नए उभरते हुए शोध शामिल है। समीक्षकों से मिलने वाली प्रतिक्रियाओं से हमारे द्वारा लिखे गए शोध पत्र में काफी सुधार हुआ है। यह शोध पत्र किसी भी महामारी के प्रकोप के अध्ययन में बहुत उपयोगी सिद्ध होगा। हम अपने शब्दों में कह सकते है कि विज्ञान प्रकाश पत्रिका नई शिक्षा नीति–2020 को सही दिशा प्रदान कर रही है। विज्ञान प्रकाश पत्रिका के सम्पादक मंडल को हमारी तरफ से बहुत सारी शुभकामनाएं।

Author: Dr. Ramjeet Singh Yadav, Dept of Computer Application, Faculty of Commerce and Management, Dr. Rammanohar Lohia Avadh University, Ayodhya-221004, UP. ramjeetsinghy@gmail.com

विश्वविद्यालय अनुदान आयोग द्वारा अनुमोदित यू जी सी केयर सूची में नामांकित शोध पत्रिका विज्ञान प्रकाश में शोध पत्र के संभावित प्रकाशन के लिए प्रेषित किये जाने से लेकर शोध पत्र के प्रकाशन किये जाने तक की यात्रा अत्यंत रोचक रही। प्रस्तुत शोध पत्र की अत्यंत सुधि समीक्षकों से गहन समीक्षा करवाई गई। समीक्षा का स्तर कई नामचीन अंतर्राष्ट्रीय शोध पत्रिकाओं में शोध पत्रों की समीक्षा के समान ही रहा । न्यूनतम संभव समय में पूर्ण गुणवत्ता के साथ शोध आलेख का प्रकाशन हो सके इसके लिए समीक्षा समन्वयक की तत्परता एवं क्रियाशीलता सराहनीय है। प्रधान सम्पादक महोदय द्वारा समय–समय पर उत्साहवर्धन व शोध पत्र को परिमार्जित किये जाने हेतु दिए गए सुझावों हेतु उनका आभार व्यक्त करता हूँ। यह अत्यंत हर्ष का विषय है कि अखिल भारतीय तकनीकी शिक्षा परिषद्, नई दिल्ली ने भी अपने अधीनस्थ सभी महाविद्यालयों एवं समस्त तकनीकी संस्थानों में हिंदी भाषा में विज्ञान एवं तकनीकी विषयों में शोध पत्रों को विज्ञान प्रकाश शोध पत्रिका में प्रकाशित किये जाने हेतु निर्देशित किया है।

Author: Vijay Raj Singh Shekhawat, Research Scholar, S, P. C. Govt. College, Ajmer-305004. vjcstt@gmail.com

मेरे काम को मौका देने के लिए मैं विज्ञान प्रकाश पत्रिका की पूरी टीम को धन्यवाद देना चाहती हूं। मैंने मई 2022 के महीने में अपना शोध कार्य पत्र जमा करने के साथ अपनी यात्रा शुरू की। मैं अपने काम को अपनी मूल भाषा में प्रकाशित करना चाहती थी। इस पत्रिका ने मुझे ऐसा करने के लिए एक उत्कृष्ट मंच प्रदान किया। पत्रिका के सदस्यों द्वारा मुझे अपने काम को बेहतर बनाने के लिए बहुमूल्य सुझाव और सुधार दिए गए। मैंने उन सुझावों को शामिल किया, जिनसे मुझे एक उच्च्व गुणवत्ता वाला शोध पत्र तैयार करने में मदद मिली। मैंने अलग–अलग फाइलों को शामिल किया जैसा कहा गया था। मुझे अपने काम को बेहतर बनाने के लिए लगातार प्रेरणा और प्रतिक्रिया मिली। इस पत्रिका ने मुझे लोगों को अपना काम दिखाने के लिए एक मंच प्रदान किया। मुझे अपने शोध पत्र को अपनी मूल भाषा में प्रकाशित करने में बहुत खुशी हो रही है। अपने शोध पत्र को बेहतर बनाने के लिए मुझे जो सुझाव मिले हैं, वे मुझे अन्य लेखों के विकास में भी मदद करेंगे। मैं अपने सहयोगियों को सूचित करना चाहती हूं कि वे इस पत्रिका में अपना काम प्रकाशित करें। मैं एक बार फिर इस पत्रिका से जुड़े सभी लोगों को धन्यवाद देना चाहती हूं। मुझे अपना कीमती समय और सुझाव देने के लिए मैं टीम का आभारी हूं। उन्होंने लोगों को मेरा काम दिखाने में मेरी मदद की। मैं चाहती हूं कि यह पत्रिका भारत के साथ–साथ अन्य देशों में भी लोकप्रिय हो।

Author: Niharika Agrawal, ,Electrical and Electronics Engineering Department, Ghousia College of Engineering, Visvesvaraya Technological University,Ramanagaram, Karnataka 562159. niharika.svits@sgmail.com

Vision: High-Tech research to reach out widely promoting inclusive innovation and entrepreneurship

Mission: Publication of quality research articles in Hindi in *Sciences* (Physics, Chemistry, Mathematics, Bio-science, Medical Science, AYUSH, Management Science, Agriculture and Environment), *Engineering* and *Technology*, and promoting creative ideas for innovation, incubation and entrepreneurship.

Submission: Title, Author affiliation, abstract and keywords be in both Hindi and English, and references as they are originally referred to. Overview Articles and research papers must be **original without plagiarism**. Authors need to mention three or more subject experts also from different institutions to review the submitted article. Articles may be submitted to Editor@VigyanPrakash.in

पिछले चार अंकों की विषय सूची/ Content list of previous four issues

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष : 20, अंक 2, अप्रैल-जून, 2022
VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 2, April-June 2022
www.VigyanPrakash.in

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल / Advisory & Editorial Board — Inner Cvr
- सम्पादकीय : संज्ञानिकी से संक्रान्ति की ओर Knowledge Technology: an Enabler towards Holistic Revolution — *ओम विकास* — 4

आमंत्रित आलेख / Invited Article

- भाषा प्रौद्योगिकियों में एआई/एमएल की बढ़ती भूमिका — 7
  Increasing Role of AI/ML in Language Technologies — *महेश कुलकर्णी*

शोध पत्र / Research Paper

- फ़्यूज़ प्रतिस्थापन मॉडलिंग और वितरण प्रणाली की विश्वसनीयता पर फ़्यूज़ की विफलता की संभावना का प्रभाव विश्लेषण — 12
  Fuse Replacement Modeling and Impacts Analysis of Fuse Failure Probability on Distribution System Reliability — *डॉ उमेश अग्रवाल, डॉ नवीन जैन और डॉ मनोज कुमावत*
- कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क का उपयोग करके स्वचालित अनाज पत्तियों की पहचान प्रणाली का एक प्रोटोटाइप — 19
  A Prototype of Automatic Grain Leaves Identification System using Artificial Neural Network
  — *कोमल एवं गणेश कुमार सेठी*
- मशीन लर्निंग का उपयोग करके प्रारंभिक चरण मधुमेह जोखिम भविष्यवाणी — 27
  Early Stage Diabetes Risk Prediction using Machine Learning — *पार्थ घोष*
- सिलिका फ्यूम और मार्बल-डस्ट का उपयोग कर मिट्टी के इंजीनियरिंग गुणों में सुधार — 38
  Improvement of Engineering Properties of Soil Using Silica fume and Marble dust
  —*साकेत रुसिया, विकेश कुमार यादव, डॉ. प्रतिभा सिंह, मयंक मिश्र*
- गैर-पारंपरिक तकनीकों का उपयोग करके बिजली उत्पन्न करने की संभावनाओं की खोज — 48
  Exploring The Possibility of Generating Electricity using Non-Conventional Techniques
  —*डॉ. सीमा वत्स*

भारतीय ज्ञान परम्परा / Indian Knowledge Tradition

- भारतीय ज्योतिष और पञ्चाङ्ग — 56
  (Indian Astronomy & Panchang) — *अरुण कुमार उपाध्याय*
- तकनीकी अनुवाद की चुनौतियाँ. कुछ अनुभव — 66
  Challenges in Technical Translation- Some Experiences — *डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र*

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष: 20, अंक 1, जनवरी–मार्च, 2022
VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 20, No. 1, January-March 2022
(www.VigyanPrakash.in)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** — Inner Cvr
- सम्पादकीय : अभ्यास और अस्मिता को साधते विज्ञान शोध लेखन **Scientific Research Writing Balancing Practice and Self-Pride** – *ओम विकास* — 2

आमंत्रित लेख / Invited Article

- स्थानीय भाषाओं में नवाचार कार्यक्रम प्रोग्राम : भाषा निरपेक्ष नवाचार संवर्धन परिवेश / **Vernacular Innovation programme (VIP): Decoupling creative expression from language of transaction in India's innovation ecosystem** — 5
  – *डॉ. चिंतन वैष्णव एवं प्रो. पी.वी. मधुसूदन राव*

शोध आलेख / Research Articles

- प्रकाशीय अनुप्रयोगों के लिए क्वांटम डॉट्स के गुणों का विश्लेषण / **Analyzing the Properties of Quantum Dots for Optical Applications** – *अमित कुमार* — 8
- अतिरिक्त भरण जल तापकों के साथ कोयला दाहित तापीय शक्ति संयंत्र का अनुरूपण एवं निष्पादन की जाँच करना / **Simulation and Investigation of Performance of a Coal Fired Thermal Power Plant with Additional Feed Water Heaters** — 19
  – *डॉ. एस. एस. एल. पटेल एवं पी. पटेल*
- सुरक्षात्मक दस्ताने का अग्नि व ताप के विरुद्ध व्यवहार का आकलन / **Assessing the Behavior of Protective Gloves Against Fire and Heat** — 29
  – *शुभम श्रीवास्तव, नन्दन कुमार एवं चंद्र शेखर मालवी*
- संस्कृत–कृदन्त शिक्षण हेतु पाणिनीय नियमाधारित व्युत्पत्ति प्रक्रिया के लिए ऑनलाइन सिस्टम / **Online System for Derivational Process based on Pāṇinian Rules for Sanskrit Kṛdanta Learning** – *सुमित शर्मा एवं सुभाष चन्द्र* — 38

भारतीय ज्ञान परम्परा / Indian Knowledge Tradition

- पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण के सिद्धान्त / **Principles of Building Definitional Terminology** – *डॉ. रघुवीर* — 50
- अनुवाद : सतत् विकासमान वैश्विक ज्ञान को परस्पर जोड़ने वाला सेतु / **Translation: A Bridge to Connect Continuously Growing Global Knowledge** – *रामशरण दास* — 56

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष :19, अंक 4, अक्टूबर–दिसम्बर, 2021
VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 19, No. 4, October-December 2021
(**www.VigyanPrakash.in**)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** Inner Cvr
- सम्पादकीय : श्रुति क्रान्ति की ओर / **Towards Shruti Revolution** *ओम विकास* 2

अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनः "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता", 8–9 जनवरी, 2022
International conference on "AI for Resilient Happy Society", 8-9 January 2022

- आयोजन का प्रोग्राम विवरण / **Programme Schedule** 7
- शोध पत्र सूची / **List of Papers** 9
- मुख्य अतिथि का उद्धाटन सम्बोघन : 14
  वर्तमान समय में सुदृढ़ समाज के सृजन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का महत्व / **The Importance of Artificial Intelligence in the Creation of a Vibrant Society in the Present Times**
  डॉ. विजय कुमार सारस्वत, सदस्य नीति आयोग

शोध आलेख / **Research Articles**

- मशीन लर्निंग तकनीक का उपयोग करके COVID-19 महामारी को समझना / Understanding **The Covid-19 Pandemic Using the Machine Learning Techniques** 18
  मोना भटनागर, सुयश कुमार एवं चेतना जैन
- डीप लर्निंग तकनीक का उपयोग करते हुए भ्रूण वृद्धि प्रतिधारण की भविष्यवाणी : एक समीक्षा / **Prediction of Fetal Growth Retention using Deep Learning Techniques: A Review** *कौलेश्वर प्रसाद, एम.वी. पद्मावती एवं पवन कुमार पटनायक* 29
- पानी में भारी धातुओं की विषाक्तता कम करने में पादपकीलेटर्स की क्षमता का आकलन / **Assessing the Potential of Phytochelators in Reducing Heavy Metal Water Poisoning** *डॉ. नीना कुमार धीमान और डॉ. रश्मि सैनी* 40
- उच्च दक्षता सौर सेल के लिए चतुष्क अमोनियम धनायन युक्त स्थायी लेड हैलाइड पेरोवस्काइट / **Stable Lead Halide Perovskite with Quaternary Ammonium Cations for High Efficiency Solar Cell** *नमन शुक्ला, बी.गोपाल कृष्णा एवं संजय तिवारी* 47
- सीमित लंबाई के सोशल मीडिया के लिए स्वचालित स्पैमर डिटेक्शन / **Automated Spammer Detection for Limited Length Social Media** डॉ शिल्पा मेहता 56

रेडियो संचार पर विशेष

- रेडियो स्पेक्ट्रम – आवश्यकताएँ और प्रबंधन / **Radio Spectrum- Requirements and its Management** *डॉ. अशोक चन्द्र* 66

भारत ज्ञान परंपरा / **Indian Knowledge Tradition**

- सोपान संगीत – केरल के मंदिरों में प्रचलित संगीत की विशिष्ट गायन शैली / **Sopan Sangeet: A Unique Temple Tradition of Kerala** प्रो. दीप्ति ओमचेरी भल्ला 75

विज्ञान प्रकाश : विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी रिसर्च जर्नल, वर्ष:19, अंक 3, जुलाई–सितम्बर, 2021
VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 19, No. 3, July-September 2021
(**www.VigyanPrakash.in**)

विषय क्रम

- सलाहकार एवं सम्पादक मण्डल /**Advisory & Editorial Board** Inner Cvr
- सम्पादकीय : दायित्वपूर्ण कृत्रिम बुद्धि / **Editorial : Responsible Artificial Intelligence** *ओम विकास* 2
- शोध पत्र आमंत्रण / **Call for Papers** – 7
  अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनः "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता", 8–9 जनवरी, 2022
  International conference on "AI for Resilient Happy Society", 8-9 January 2022

शोध आलेख / **Research Articles**

- एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब (प्रिस्टिन और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड) का वातावरण प्रदूषण गैसों के लिए संवेदक के रूप में प्रयोगात्मक अध्ययन / **Experimental Study of Pristine and SnO_2 functionalized Single Walled Carbon Nanotubes as gas sensors for Environmental hazardous gases** *रचना कुमार, सीमा गुप्ता, अंकुर आनंद, एवं नीरू* 9
- आई.ओ.टी. आधारित जल गुणवत्ता परीक्षण प्रणाली / **IOT Based Water Quality Testing System** *सिद्धार्थ अरजरिया, प्रिया शर्मा, शुभम कुमार, ललित कठेरिया एवं सूरज कुमार* 18
- उपयुक्त कार्यशील द्रव जोड़ी का उपयोग करके अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का थर्मोडायनामिक अध्ययन / **Thermodynamic Study of Absorption Refrigeration System using Suitable Working Fluid Pair** *विरांग एच ओझा* 33
- मानेट में स्थान और प्राप्त सिग्नल शक्ति आधारित ऊर्जा कुशल मार्ग चयन / **Location and Received Signal Strength based Energy Efficient Route Selection in MANET** 43
  शिफा मनिहार एवं संदीप राय
- ब्लॉकचेन तकनीक का उपयोग करके स्वास्थ्य संबंधी सूचना विनिमय प्रणालियों की सुरक्षा और गोपनीयता / **Security & Privacy of Healthcare Information Exchange System Using Blockchain Technology** *गरिमा माथुर, अंजना पांडेय एवं सचिन गोयल* 54
- कोविड महामारी हेतु नवीन (एस+एएस) इ आई आर गणितीय निदर्श / **New (S+AS) EIR Mathematical Model For Covid Epidemic** *संजय जैन, आदर्श मंगल एवं शगुन जैन* 65

भारत ज्ञान परंपरा / **Indian Knowledge Tradition**

- गणित काव्य लीलावती / Poetic Ganit Lilavati- Anil Kumar Thakur 75

UGC-CARE listed journal VIGYAN PRAKASH Vol. 20 No. 3, July-September 2022
List of Review Coordinators (Excellently coordinated with reviewers for critical review.)

- **Prof. Avanish Kumar**
  Prof., Dept. of Mathematics & Comp. Sc.
  Bundelkhand Univ. Jhansi.
  dravanishkumar@gmail.com
- **Dr. Shankar CB**
  Prof. EEE, Dr. Ambedkar Inst. of Tech., Bangalore
  shankarcbt@gmail.com
- **Dr. Ram Singh Bishnoi**
  Asso. Prof. Pharmaceutical Chemistry, School of Pharmaceutical Sc., Rajiv Gandhi Proudyogiki Vishwavidyalaya, Bhopal, MP-462033
  bishnoiram7@gmail.com
- **Prof. Dharamvir Singh Ahlawat**
  Asso. Prof. Dept. of Physics,
  Chaudhary Devi Lal Univ. Sirsa - 125055
  dahlawat66@gmail.com dharamvirsingh@cdlusirsa.ac.in
- भाषा सुधार **(Language Comprehension)**
  Prof. K K Mishra
  Homi Bhaha Center for Sc. Edu., TIFR, Mumbai- 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in
- सम्पादन सहयोग **(Editing Support)**
  Dr Adarsh Mangal
  Dept. of Mathematics, Engg. College, Ajmer, Rajasthan,
  dradarshmangal1@gmail.com

– – – List of Reviewers – – –

- **Prof. Girish Nath Jha**
  Prof., Sch.of Sans. & Indic Studies, Jawaharlal Nehru Univ.
  girishjha@gmail.com
- **Prof. Smita Verma**
  Dept. of Mathematics, SGSITS, Indore.
  smitaverma.sgsits@gmail.com
- **Dr R.K.Sharma**
  Govt. PG College, Vikram Univ. Ujjain.
  raj_rma@yahoo.co.in
- **Dr Anju Khandelwal**
  SRMS College of Engg. & Tech., Bareilly.
  dranju07khandelwal@gmail.com
- **Dr. Lalithamma G A**
  Prof. and Head, Dept. of EEE, RGIT, Chola Nagara, RT Nagar, Bengaluru-560032
  lalithasjb@gmail.com
- **Dr. Priyashree S.**
  Asso. Prof. Dept. of EEE, BNM Inst. of Tech., Banashankari, Bengaluru, Karnataka 560070
  priyashrees@bnmit.in
- **Dr. Prashanth**
  Asso. Prof.. EEE, NMIT, Bangalore
  prashv143@gmail.com
- **Prof. Sanjay Kumar Singh**
  Prof., Dept. of Comp. Sc. and Engg., IIT BHU, Varanasi.
  sks.cse@iitbhu.ac.in
- **Dr. Ajay Kumar Shukla**
  Asso. Prof. Pharmaceutical Sc.,Inst. of Pharmacy
  Dr Ram Manohar Lohia Avadh Univ. Ayodhya, U.P.
  ashukla1007@gmail.com
- **Prof. P K Chaturvedi**
  Prof. Emeritus, SRM Univ. Modi Nagar
  & Ex-Dir., Min. of Elec. &IT, MEITy, GOI
  PKChat1944@gmail.com
- **Dr. M S Swapna**
  Laboratory of Environmental and Life Sc.
  Univ. of Nova Gorica, Slovenia
  swapna.nair@ung.si
- **Prof. Subhash Chandra Yadav**
  Prof. and Head, Dept of CS & Tech, Central Univ. of Jharkhand, Ranchi
  dr.scyadav@cuj.ac.in
- **Dr. Deshmukh Ratnadeep Raghunathrao**
  Prof., Dept of CS&IT, Dr,. Babasaheb Ambedkar Marathwada Univ. Aurangabad
  rrdeshmukh.csit@bamu.ac.in
- **Prof (Dr.) A. K. Nayak**
  Prof., Dept of Comp. App., Indian Inst. of Business Mgmt., Budh Marg, Patna – 800001
  aknayak@iibm.in
- **Dr Adarsh Mangal**
  Dept. of Mathematics, Engg. College, Ajmer - 305025
  dradarshmangal1@gmail.com
- **Dr. Alok Kumar Shukla**
  Prof. & Dir., Babu Sundar Singh College of Pharmacy
  Lucknow-227309
  alokshukla51@rediffmail.com
- **Prof. Shilpa Mehta**
  Dean Academics and Asso. Dean, Office of the Chancellor,Presidency Univ. Bangalore
  shilpamehta1.official@gmail.com
- **Dr. Tukaram Dattatray Dongale,**
  Assistant Prof. School of Nano Sc. and BioTech.
  Shivaji Univ. Kolhapur-416004
  tdd.snst@unishivaji.ac.in
- **Prof. V. P. N. Nampoori**
  Prof. Inter. School of Photonics, Cochin Univ. Kerala,
  nampoori@gmail.com

भर्तृहरि कृत नीतिशतक से–

ब्रह्मा येन कुलालवन्नियमितो ब्रह्माण्डभाण्डोदरे ।
विष्णुर्येन दशावतारगहने क्षिप्तो महासङ्कटे ।।
रुद्रो येन कपालपाणिपुटके भिक्षाटनं कारितः
सूर्यो भ्राम्यति नित्यमेव गगने, तस्मै नमः कर्मणे ।।

जिस कर्म के वशीभूत ब्रह्मा इस ब्रह्माण्ड में
सदा कुम्हार का काम कर रहे हैं,
विष्णु, अनेक संकटों से भरे इस संसार में
दशावतार लेने के लिए विवश हैं,
रूद्र हाथ में कपाल लेकर भिक्षाटन करते हैं और
सूर्य आकाश में चक्कर लगाते रहते हैं, उस कर्म को नमस्कार है।

**By means of destiny
Brahma is constrained to work like
an artificer in the cosmic egg;
Vishnu is compelled to incarnate himself in ten forms;
Siva is forced to live as a mendicant,
holding the skull in his hands as a begging bowl;
the sun is compelled to traverse his daily course in the skies.
Adoration, therefore, be to Karma.**

प्रारभ्यते न खलु विघ्नभयेन नीचैः
प्रारभ्यविघ्नविहता विरमन्ति मध्याः।
विघ्नैर्मुहुर्मुहुरपि प्रतिहन्यमानाः
प्रारब्धमुत्तमगुणा न परित्यजन्ति।।

विघ्न होने के भय से,
अधम मनुष्य काम को आरम्भ ही नहीं करते हैं।
मध्यम मनुष्य कार्य को आरम्भ तो करते हैं,
किन्तु विघ्न आते ही उसे बीच में ही छोड़ देते हैं।
परन्तु, उत्तम मनुष्य जिस काम को आरम्भ करते हैं,
उसे बार–बार विघ्न आने पर भी, पूरा करके ही छोड़ते हैं।

**The lowly people do not begin
any work apprehending obstacles.
The middle ones begin, but stop when faced with obstacles.
But, the best people are consistent in their
efforts despite repeated challenges.**

वहति भुवनश्रेणिं शेषः फणाफलकस्थितां
कमठपतिना मध्येपृष्ठं सदा स विधार्यते ।
तमपि कुरुते क्रोडाधीनं पयोधिरनादरा–
दहह महतां निःसीमानश्चरित्रविभूतयः।।

शेषनाग ने चौदह भुवनों की श्रेणी को
अपने फन पर धारण कर रखा है,
उस शेषनाग को कच्छपराज ने अपनी पीठ
के मध्य भाग पर धारण कर रखा है,
किन्तु समुद्र ने कच्छपराज को भी हलकी सी चीज
समझ कर अपनी गोद में रखा है।
इससे प्रत्यक्ष है कि बड़ों के चरित्र की विभूति असीम है।

**Shesha (the chief serpent) bears the multitude
of worlds (that rest) on (its) hood.
That (Shesha) is always borne by the chief tortoise
on the middle of (its) back.
The ocean shelters it (the chief tortoise)
in (its) laps with ease.
Evidently, the character of the great
people is abundantly glorious.**

दिक्कालाद्यनवच्छिन्नानन्तचिन्मात्रमूर्तये ।
स्वानुभूत्येकमानाय नमः शान्ताय तेजसे ।।

दशों दिशाओं और तीनो कालों से परिपूर्ण,
अनंत और चैतन्य–स्वरुप
अपने ही अनुभव से प्रत्यक्ष होने योग्य,
शान्त और तेजरूप परब्रह्म को नमस्कार है ।

**My obeisance to the ever luminious Brahman,
whose form is only pure unlimited intellect
and unconditioned by space, time,
and the principal means of knowing
which is; self-realization.**

भर्तृहरि एक महान् संस्कृत कवि थे। संस्कृत साहित्य के इतिहास में भर्तृहरि एक नीतिकार के रूप में प्रसिद्ध हैं। इनके आविर्भाव काल के सम्बन्ध में मतभेद है। परम्परानुसार भर्तृहरि विक्रमसंवत् के प्रवर्तक विक्रमादित्य के अग्रज माने जाते हैं। इनके शतकत्रय (नीतिशतक, शृंगारशतक, वैराग्यशतक) भारतीय जनमानस को विशेष रूप से प्रभावित करते हैं। नीतिशतक में भर्तृहरि ने अपने अनुभवों के आधार पर तथा लोक व्यवहार पर आश्रित नीति सम्बन्धी श्लोकों की रचना की है। एक ओर तो उन्होंने अज्ञता, लोभ, धन, दुर्जनता, अहंकार आदि की निन्दा की है तो दूसरी ओर विद्या, सज्जनता, उदारता, स्वाभिमान, सहनशीलता, सत्य आदि गुणों की प्रशंसा भी की है। नीतिशतक के श्लोक संस्कृत विद्वानों में ही नहीं अपितु सभी भारतीय भाषाओं में समय–समय पर सूक्ति रूप में उद्धृत किये जाते रहे हैं।