आज़ादी का अमृत महोत्सव

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

वर्ष : 19, अंक 3, जुलाई-सितम्बर 2021
Vol. : 19, Issue 3, July-September 2021

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, वर्ष : 19, अंक 3, जुलाई–सितम्बर 2021

VIGYAN PRAKASH : Research Journal of Science & Technology, Vol. 19, Issue 3, July-September 2021

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, Indian Institute of Information Technology,
  (IIIT), Pune, Maharashtra
  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)
  & National Manuscripts Mission, 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

- **लोक विज्ञान परिषद् / Lok Vigyan Parishad**
  C-15, Tarang Apratment, 19 IP Extension, Delhi-110092
  www.LokVigyanParishad.in / www.VigyanPrakash.in

ऑनलाइन प्रदर्श (वैबसाइट) / Online Presence (Website)

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

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

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** *शिफा मनिहार एवं संदीप राय* — 43
- 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

प्रतिक्रियाएं / **Feedback** — 80

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

तिरुवल्लुवर सूक्ति / **ThiruValluvar's Verse** — Back Cvr

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।

दायित्वपूर्ण कृत्रिम बुद्धि

Responsible Artificial Intelligence

बुध् धातु से बुद्धि शब्द बना है। संस्कृत में मूल संकल्पना की धातु में उपसर्ग (Pre-fix) और प्रत्यय (Post-fix) लगाकर संकल्पनाओं का विस्तार करते हैं। प्रकृति में बुद्धि के कारण मानव का विशिष्ट स्थान है। बाह्यकरण ज्ञानेद्रियों (Sense Organs) से शब्द, स्पर्श, रूप, रस, और गंध पांच विषयों (Attributes) को ग्रहण करते हैं और बाह्यकरण कर्मेद्रियों (Motor Organs : वाक्, हस्त, पाद, लिंग, गुदा) से पांच कार्यों (Actions : बोलना, पकड़ना, चलना, मूत्र–मल त्यागने) को करते हैं। ज्ञान के आधार पर कर्म करने की प्रेरणा बुद्धि से होती है। बुद्धि पूर्व ज्ञान एवं अनुभव के आधार पर निश्चयात्मक निर्णय लेती है। कम्प्युटर विज्ञान की प्रगति के संदर्भ में शब्द, स्पर्श, रूप इन 3 विषयों के ज्ञान की दिशा में प्रगति हुई है, लेकिन रस, गंध विषयों के कम्प्युटर तकनीकी ज्ञान की दिशा में बहुत कम प्रगति हुई है। कारक बाह्यकरण द्वारा मुख से बोलना, हाथ से पकड़ना और पैर से चलना जैसे कर्म किये जाने की मानव की परिमाण, गति और परिशुद्धता की सीमाएं हैं। इन सीमाओं से परे कर्म करने के लिए उपकरण बने, इनके संचालन के लिए कृत्रिम बुद्धि (Artificial Intelligence (AI)) प्रणालियों का विकास हुआ। एक से अधिक प्रकार के कार्यों को एक या कई वस्तुओं के बीच साधने की दिशा में प्रगति हुई है।

(प्रायः अनुवादक Artificial Intelligence के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता का प्रयोग करते हैं। बुद्धि द्रव्यवाचक (concrete) संज्ञा है, करण है, और बुद्धिमता भाववाचक (abstract) संज्ञा है, गुण है। इसलिए यहाँ AI के लिए बुद्धि का प्रयोग किया गया है।)

बुद्धि (Intelligence) से तात्पर्य है, सीखने, समझने और अपने परिवेश से व्यवहार करने की क्षमता, पटुता और कौशल। इसके अन्तर्गत परिवेश में परिवर्तन से सामंजस्य (adjust) करना, जानकारी लेना, संबंधों को समझना, तर्कसंगत सोच और निर्णय लेने की क्षमता आते हैं। बुद्धि के दो प्रकार हैं – प्राकृतिक (सहज) बुद्धि (Natural Intelligence) और मानवकृतिक (कृत्रिम) बुद्धि (Artificial Intelligence)।

ज्ञान इंद्रियां करण (instruments) हैं जो शब्द, स्पर्श, रूप, रस, गन्ध बाह्य विषयों (attributes) का संज्ञान लेती हैं और कर्म इंद्रियां तदनुसार कार्य (action) करती हैं। (मन, बुद्धि, अहंकार, चित्त) वृत्तियां अन्तःकरण (internal sensor instruments) हैं जो क्रमशः (संशय, निश्चय, गर्व, स्मरण) अन्तः विषयों (Internal senses / attributes) का अनुभव कराती हैं।

मनो बुद्धिरहङ्कारश्चित्तं करणमान्तरम्।
संशयो निश्चयो गर्वः स्मरणं विषया इमे।। – वेदान्तपरिभाषा से

पदच्छेद –

मनः बुद्धिः अहंकारः,चित्तं करणम् आन्तरम्।
इमे विषयाः– संशयः, निश्चयः गर्वः स्मरणम्।।

चित्त की स्मृतियां मन में संकल्प–विकल्प से संशय उत्पन्न करती हैं। महर्षि पतंजलि के अनुसार योगः चित्तवृत्ति निरोधः। प्रायः चित्त को मन में समाहित करते हैं। मन के संकल्प–विकल्प विचारों के बीच बुद्धि से निर्णय लेते हैं। अहंकार सात्विक है तो स्वाभिमान, राजसी है तो गर्व और तामसी होने पर परपीड़न का

भाव देता है। बुद्धि के निर्णय इन परिस्थितियों में भिन्न–भिन्न होते हैं।

शिक्षाविद् Howard Gardner ने अपनी पुस्तक *Frames Of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, Basic Books, New York 1983 में 8 प्रकार की बुद्धिमता बताई गईं हैं –

वाक् पटुता (Word Smart), तर्क पटुता (Logic Smart), चित्रण पटुता (Visual Smart), संगीत पटुता (Music Smart), काय पटुता (Body Smart), व्यवहार पटुता (People Smart), आत्म पटुता (Self-Smart), प्रकृति पटुता (Nature Smart)।

वाक्, तर्क, संगीत, चित्रण पटुता के संदर्भ में प्रचलित नीति श्लोक है –

साहित्यसङ्गीतकलाविहीनः
साक्षात्पशुः पुच्छविषाणहीनः।

अर्थात् जो साहित्य, संगीत, तथा कला से विहीन है वह तो साक्षात् बिना पूंछ और सिंगो वाले पशु के समान है।

व्यवहार, आत्म एवं काय पटुता के संदर्भ में लगभग 150 BC (ई. पूर्व) पतंजलि कृत योग दर्शन में अष्टांग योग का विस्तृत उल्लेख है —

यम नियम आसन प्राणायाम प्रत्याहार धारणा ध्यान समाधयोऽष्टावङ्गानि।

जागतिक व्यवहार के संदर्भ में "यम" के अंतर्गत पाँच अपेक्षित गुण हैं —

अहिंसा सत्य अस्तेय ब्रह्मचर्य अपरिग्रहाः यमा।।

आत्मसंयम के संदर्भ में "नियम" के अंतर्गत पाँच अपेक्षित गुण हैं —

शौच संतोष तपः स्वाध्याय ईश्वर प्रणिधानानि नियमाः।।

भारतीय दर्शन में चेतना निर्गुण है, निर्विकार है। सगुण तत्त्व जैसे पृथ्वी में 5 गुण (शब्द, स्पर्श, रूप, रस, गंध), जल में 4 गुण (शब्द, स्पर्श, रूप, रस), अग्नि में 3 गुण (शब्द, स्पर्श, रूप), वायु में 2 गुण (शब्द, स्पर्श), आकाश में 1 गुण (शब्द) है। भौतिक विज्ञान इन गुणों की पहचान के लिए उपकरण बना सकता है, विश्लेषण कर सकता है। लेकिन चेतना (Consciousness) इसके परे निर्गुण है। मानव सहज बुद्धि (Natural Intelligence) से ही सहज बोध (Intuition) होते हैं, जो नव नवीन आविष्कारों के कारक बनते हैं।

चेतना (consciousness) से अनुप्राणित मस्तिष्क (brain) में अन्तःविषयक अन्तःकरण संचालित होते हैं। चेतना की मशीनी अनुकृति (simulation) और निर्माण की दिशा में भी सोचा जाने लगा है।

बाह्य विषय–करण–कार्य (attribute–instrument–action) के अनुसार मानवकृतिक कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों का विकास हुआ। मनोविकार जैसे भय, क्रोध, हर्ष, विस्मय, घृणा, प्रेम, आदि जो भाव मुख पर प्रकट होते हैं, उनकी पहचान की दिशा में भी कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों के विकास के प्रयास किए जा रहे हैं। कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों से बहुत सारे कार्यों को समेकित कर तेजी से, एकरूपता के साथ कर सकते हैं। जोखिम भरे कार्य भी आसानी से किए जा सकते हैं। इनसे गति, शक्ति, और परिशुद्धता मिलती है।

जॉन मेकार्थी ने 1956 में एक प्रोपोजल में पहली बार Artificial Intelligence (आर्टिफ़िशियल इंटेलिजेंस) शब्द को गढ़ा और यह प्रचलन में आ गया।

कृत्रिम बुद्धि (AI) में डाटा संग्रह एवं विश्लेषण (Data Analysis), समस्या समाधान (Problem Solving), और परस्पर संचार (Interactive Communication) का समीचीन सम्मिश्रण होता है।

कृत्रिम बुद्धि (AI) खेल प्रणाली गणना–प्रधान है। सोशल साइट्स व मार्केटिंग प्रणाली डाटा–प्रधान है। रोबोट सिस्टम में संज्ञान और क्रिया उपकरणों का सामंजस्य है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) में सभी वस्तुएं, उपकरण संचार माध्यम से जुड़े होते हैं; इन सभी में सेंसर, प्रोसेसर और डाटा–विनिमय की सुविधा अन्तः स्थापित (embedded) होती है।

AI के विकास की प्रमुख विधाएँ हैं —

1. Symbolic AI- इसमें मानव दत्त नियमों के आधार पर तर्कपूर्ण विचारपरक कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों से विशेषज्ञ तंत्र (Expert Systems) बनाए गए।
2. Machine Learning — मशीन अधिगम विधा.
   2.1 प्रथक् वस्तु पहचान और समान वस्तु वर्गीकरण के लिए टेस्टडाटा से मशीन को प्रशिक्षित करने के बाद मशीन स्वयं एल्गॉरिथ्म बना लेती है।
   2.2 ANN (Artificial Neural Network)- यह मॉडल मानव मस्तिष्क की जैविक तंत्रिकाओं (biological neurons) की संरचना और कार्यविधि के आधार पर डिजायन किया जाता है। इससे परिणाम की परिशुद्धता (accuracy) अधिक मिलती है। लेकिन इसके लिए ट्रेनिंग डाटा सेट बहुत बड़ा होता है, और कम्प्यूटिंग पावर भी अधिक खर्च होती है। 2010 के दशक में महत्त्वपूर्ण विधा रही।
3. Hybrid Approach- 2020 से AI और Robotics / Cyber Physical Systems (CPS) की मिश्रित विधा का उदय हो रहा है, जिसमें अनजान परिस्थितियों में भी रोबॉट का स्वचालन नियंत्रण सुचारु हो। *यह शोध का विषय है।*

बुद्धि के विकास में अधिगम (Learning) महत्त्वपूर्ण है। अधिगम (लर्निंग) में निरीक्षण (सुन, स्पर्श, देख, चख, सूंघ) कर तदनुसार परिणाम का अनुभव करते हैं, कभी सही कभी गलत परिणाम, बार बार अभ्यास से परिणाम सही निकलते हैं। नई संकल्पनाओं के ज्ञान को पुराने अनुभव के ज्ञान से संबंध स्थापित करते हैं। इस प्रकार ज्ञान की मिली हुई परतों में तथ्यात्मक और कौशलात्मक ज्ञान संग्रहीत रहता है, जो नई समस्या के समाधान में सहायक होता है।

20वीं सदी में गेस्टाल्ट के समग्र अधिगम (Holistic Learning) और पिआजे का संज्ञानात्मक अधिगम (Cognitive Constructivist Learning) सिद्धान्त प्रसिद्ध हुए।

भारतीय ज्ञान परंपरा में श्रवण, मनन, निदिध्यासन के अधिगम सोपान उल्लिखित हैं। श्रवण में इंद्रियों से ज्ञान और कौशल ग्रहण करते हैं, तथ्य संग्रह (Information-base) करते है। मनन में नए ज्ञान का विश्लेषण और पूर्व ज्ञान से संबंध स्थापित कर समेकित ज्ञान (knowledge-base) का सृजन करते हैं। निदिध्यासन में अनुभूत ज्ञान सार अर्थात् प्रज्ञा (wisdom) का सृजन होता है।

कृत्रिम बुद्धि (Artificial Intelligence) कम्प्यूटर युक्ति है, जिससे किसी मशीन को प्रशिक्षित (train) करते हैं, जिससे मानव की भांति सोचने, समझने और निर्णय लेने की क्षमता का विकास करते हैं। परम्परागत कम्प्यूटिंग में इनपुट डाटा+प्रोग्राम देते थे, लेकिन मशीन लर्निंग (Machine Learning (ML)) में इनपुट डाटा और आउटपुट डाटा से मशीन स्वयं प्रोग्राम लॉजिक (मॉडल) बनाती है, जिससे यह नए इनपुट डाटा की पहचान कर सके।

मशीन लर्निंग (ML) कृत्रिम बुद्धि (AI) के अंतर्गत आता है। ML में मशीन डाटा ग्रहण करती है, उसी से सीखती है। मशीन को सिखाने की युक्तियों (algorithms) में प्रमुख हैं —

Supervised Learning में ज्ञात इनपुट डाटा का ज्ञात वांछित आउटपुट डाटा से मिलान करते हैं। इससे सीखी हुई युक्ति मॉडल से नए अज्ञात डाटा की पहचान करते हैं। इससे इनपुट डाटा का वर्गीकरण (classification) कर सकते हैं।

Unsupervised Learning में अज्ञात इनपुट डाटा में समानता (similarities) के आधार पर पेटर्न, ग्रुप, फीचर्स का पता लगाते हैं। इसे खोजी युक्ति (Exploratory Algorithm) कह सकते हैं।

Reinforced Learning- डाटा सेट से ट्रेन करने पर बने एल्गोरिद्म को प्रयोग करने पर आई बाधाओं और विफलता के फीडबेक के आधार पर एल्गोरिद्म स्वयं सुधार कर लेता है।

Deep Learning युक्ति मनुष्य के मस्तिष्क के मॉडल के आधार पर कार्य करती है। इसमें इनपुट और आउटपुट लेयरों के बीच एक या अधिक आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क (ANN) नोड की लेयर रखते हैं। इस अल्गोरिथम में नोड्स को जोड़ने वाली तंतुओं को मूल्य देते हैं, जो इनपुट डाटा देने पर आउटपुट डाटा की स्वीकृति तक बदलते हैं। इस प्रकार मशीन स्वतः सीखती है और उसी के आधार पर काम करती है। इस प्रणाली में परिणाम की परिशुद्धता पर बल दिया जाता है, इस कारण बहुत अधिक डाटा प्रोसेस करना पड़ता है, इसलिए प्रोसेसिंग पावर की भी अधिक जरूरत होती है।

कृत्रिम बुद्धि के अन्तर्गत कई शोध–क्षेत्र विकसित हुए जैसे– Natural Language Processing (NLP), Machine Translation, Expert Systems, Gaming Systems, Robotics, Intelligent User Interfaces, Machine Learning, Fuzzy Systems, Neural Computing, Data Mining, IoT, Big Data, Cyber Security, Robotics, Cognitive Systems, इत्यादि .

वर्तमान AI प्रणालियां पूर्व प्रशिक्षित वस्तुओं को ही पहचान सकती हैं, नई अज्ञात वस्तुओं को नहीं। नए को सिखाने पर पुरानी सीख भुला देती हैं। ANN ब्लैक बॉक्स है। इसमें "कैसे किया"? यह समझना और समझाना मुश्किल है। पहचान के लिए ANN और तर्कपूर्ण निर्णय के लिए प्रतीकपरक (symbolic) AI की मिश्रित विधा पर शोध–विकास किए जाने की बहुत संभावनाएं हैं।

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 (ऑपरेटर) 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।

सामान्य (general) समस्या के लिए विकसित AI प्रणालियों को विशेष (particular) समस्या के समाधान के लिए प्रयोग नहीं कर पाते, और न ही इसके विपरीत। इस प्रकार शोध के कई विषय हैं।

कोविड महामारी काल में भारत में वैक्सीन के आविष्कार, आक्सीजन प्रबंधन, टीकाकरण, ऑनलाइन शिक्षण जैसे विविध क्षेत्रों में कई नई नूतन कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों का विकास हुआ, जिससे शिक्षा, स्वास्थ्य, कृषि, उद्योग, सेवा क्षेत्रों में व्यवस्था को साधने में बहुत मदद मिली। आपदा को अवसर में बदलते हुए स्टार्टअप बढ़े। भारत सरकार ने Startup India प्रोग्राम के अंतर्गत नए स्टार्टअप को वित्तीय प्रोत्साहन देने का प्रावधान किया। सितंबर 2021 तक करीब 57,400 स्टार्टअप को उद्योग एवं आंतरिक व्यापार संवर्धन विभाग (DPIIT) से मान्यता मिली। (www.StartupIndia.gov.in)

नैतिक कृत्रिम बुद्धि (Ethical AI) प्रणालियों में मौलिक मूल्यों के संबंध में अच्छी तरह से परिभाषित नैतिक दिशा निर्देशों का पालन किया जाता है, जिनमें व्यक्तिगत अधिकार, गोपनीयता, गैर–भेदभाव और गैर–हेरफेर जैसी चीजें शामिल हैं।

"यम", "नियम" के अंतर्गत मानवीय मूल्यों के कौशल गुणों के अनुकूल कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों का विकास शिक्षा के क्षेत्र में बहुत उपयोगी होगा। यम से तात्पर्य दूसरों से व्यवहार में अपेक्षित गुण हैं — (तन, मन, कर्म से) अहिंसा, (कर्म, वाणी में) सत्य, (दूसरे के धन और बौद्धिक संपदा की चोरी न करना) अस्तेय, (सात्विक जीवन) ब्रह्मचर्य, (अपव्यय और अनावश्यक संचय न करना) अपरिग्रहा। नियम से तात्पर्य है आत्मसंयम और अपेक्षित गुण हैं – (तन मन की शुद्धता) शौच, (तृप्ति व प्रसन्नता का भाव) संतोष, (संयम संकल्प) तप, (आध्यात्मिक अनुभव) स्वाध्याय, (ईश्वरीय तत्त्व को जानना और समर्पण) ईश्वर प्रणिधान।

विज्ञान के आविष्कार प्रयोग के अनुसार वरदान अथवा अभिशाप बनते हैं। उदाहरण के लिए

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, असहयोगिता, वैमनस्य और दंगे बढ़ सकते हैं। राजनीति में छिद्रान्वेषी वृत्ति बढ़ने से विकास की गति और दिशा बाधित होते हैं।

मानव बुद्धि 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।

कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों के विकास में व्यक्ति, समाज और प्रकृति के प्रति सचेष्ट करते रहने की भी व्यवस्था रहे। इनके दुरुप्रयोग की सतत जांच हो, और तत्काल प्रभावी अंकुश लगाए जाएं।

इसलिए कृत्रिम बुद्धि के दायित्वों को भी परिभाषित करने की आवश्यकता है।

कृत्रिम बद्धि प्रणालियों से अपेक्षा है कि प्रयोगकर्ता में प्रकृति के संरक्षण के प्रति अभिरुचि बढ़े, व्यापार में अनैतिक मार्केटिंग, मिलावट, मुनाफाखोरी के दुष्परिणामों के बारे में आगाह करते हुए शुचिता बढ़ाएं। डाक, यातायात, स्वास्थ्य आदि जनसेवाओं में पारस्परिक सहयोग और उत्कृष्ट प्रतिस्पर्धा बढ़े। 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।

व्यक्तिगत, समाजिक एवं वैश्विक उन्नयन में कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों के दायित्वपूर्ण विकास एवं प्रयोग के बढ़ाने के समावेशी प्रयासों पर बल देने की आवश्यकता है।

सेवा प्रणालियों के विकास के दौरान प्रशासन (government) और उपभोक्ताओं (customers) के बीच सहभागिता हो। उपभोक्ताओं में कुछ विशेषज्ञ आंशिक विकास कर सकते हैं, और कई प्रयोक्ता सुधारात्मक फीडबेक दे सकते हैं।

भारत की लोक संस्कृति के वैविध्य को संरक्षित और संवर्धित करने के लिए कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों के विकास को बढ़ावा दिया जाए। संस्कृत और तद्जनित भारतीय भाषाएँ ध्वन्यात्मक है। ध्वनि संकुल विशेष 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।

वैज्ञानिक एवं तकनीकी साहित्य प्रणयन में अनुसृजन विधा से सुबोध लेखन के लिए समेकित अनुसृजन सिस्टम (Integrated Transcreation System) विकसित करने की आवश्यकता है। इसमें मशीन अनुवाद सिस्टम के साथ तकनीकी शब्दावली, कोश, कॉर्पस, व्याकरण चैक, 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।

आत्मनिर्भर भारत बनाने के लिए आवश्यक है कि मशीन–मानव के सह–सृजन (Co-creation) से मानव केन्द्रित कृत्रिम बुद्धि प्रणालियों (human-centred AI) को विकसित किया जाए।

. . . **ओम विकास**

dr.omvikas@gmail.com

शोधपत्र–आमंत्रण - Call for Papers

अंतरराष्ट्रीय वेब सम्मेलनः "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता"

International Web conference on "AI for Resilient Happy Society"

8th – 9th January, 2022

Indian Institute of Information Technology (IIIT) Pune

The conference on "AI for Resilient Happy Society" endeavors to bring together the researchers and scientists working in the field of artificial intelligence and allied areas across the world. The conference intends to deliberate the recent developments in the field of Machine Learning, Artificial Intelligence, Intelligent User Interfaces, Indian Language Processing, Computer Vision and perception, IoT applications, Robotics in healthcare, agriculture, disaster management, AI solutions for socio-economic sectors, etc. The conference will witness multiple eminent keynote speakers from academia and industry from India and abroad. Research students and faculty will make presentation of the peer-reviewed articles. The advisory board involves top notch researchers from academia and industry from India and abroad

अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनः "सुदृढ़ खुशहाल समाज के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता" दुनिया भर में कृत्रिम बुद्धि मत्ता और संबद्ध क्षेत्रों में काम करने वाले शोधकर्ताओं और वैज्ञानिकों को एक साथ लाने का प्रयास है। इस सम्मेलन का अभिप्राय इंटरनेट ऑफ थिंग्स के अनुप्रयोग, स्वास्थ्य सेवाओं में रोबोटिक्स, कृषि, आपदा प्रबंधन, सामाजिक आर्थिक क्षेत्रों के लिए कृत्रिम बुद्धि मत्ता समाधान आदि के क्षेत्र में हाल के घटनाक्रमों पर चर्चा और प्रसार करना है। यह शोधकर्ता के लिए एक मंच के रूप में भी काम करेगा, ताकि व्यापक रूप से संबंधित मुद्दों पर अनुसंधान साक्ष्य, व्यक्तिगत वैज्ञानिक विचारों और कृत्रिम बुद्धिमत्ता के क्षेत्र से सम्बन्धित नवीन विचारों का आदान–प्रदान किया जा सके। यह सम्मेलन दुनिया भर के अकादमिक और उद्योग के कई प्रतिष्ठित वक्ताओं के साथ–साथ समकक्षों द्वारा समीक्षित लेखों की प्रस्तुति का भी गवाह बनेगा। इस सम्मेलन के सलाहकार बोर्ड में भारत और विदेशों के अकादमिक और उद्योग के शीर्ष शोधकर्ता शामिल होंगे। सम्मेलन का आयोजन भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईआईटी) पुणे (राष्ट्रीय महत्व का एक संस्थान) द्वारा 8–9 जनवरी 2022 को प्रो. अनुपम शुक्ला (निदेशक, आईआईआईटी पुणे) के नेतृत्व में किया जाएगा।

सम्मेलन में शामिल विषय (लेकिन इन तक सीमित नहीं हैं) इस प्रकार हैं:

यंत्र अधिगम (मशीन लर्निंग): पर्यवेक्षित अध्ययन, अनिरीक्षित अध्ययन, खेल सिद्धांत (गेम थ्योरी), संचार प्रौद्योगिकी (आईटी), अराजक प्रणालियाँ, फर्जी सिस्टम, अभिकलनात्मक अनुकूलन, अभिकलनात्मक बुद्धि मत्ता, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस), मानव–मशीन अन्योन्यक्रिया (ह्यूमन कंप्यूटर इंटरैक्शन), भारतीय भाषा प्रसंस्करण (इंडियन लैंग्वेज प्रोसेसिंग), संगणक दृष्टि और धारणा (कंप्यूटर विजन और धारणा), मल्टी–एजेंट सिस्टम, इंटरनेट ऑफ थिंग्स के अनुप्रयोग, कृषि, आपदा प्रबंधन (डिज़ैस्टर मैनेजमेन्ट),एनसेंबल क्लासिफायर

Machine Learning - Supervised, Unsupervised & Reinforcement Learning, Indian Language Processing, Computer Vision & Perception, Intelligent User Interface, Artificial Intelligence, Nature-Inspired Algorithms, Evolutionary Computing, Fuzzy Systems, Computational Intelligence, Deep Learning, Game theory, Neural Network, Rough Sets, Chaotic Systems, Multi-Agent Systems, Computational Optimization,

Ensemble classifiers, Hybrid Learning

सम्मेलन में निम्नलिखित सत्र होंगे:

- शिक्षा में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI in Education)
- कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI in Agriculture)
- स्वास्थ्य सेवा में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI in Healthcare)
- उद्योग में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI in Industry)
- समाज में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI in Society)

शोध पत्र जमा करना:

AIRHS2022 में प्रस्तुत किए जाने वाले शोधपत्र पूर्णतः मौलिक होने चाहिए। शोधपत्र पूर्वप्रकाशित नहीं होने चाहिए, या कहीं दूसरी जगह प्रकाशन के लिए स्वीकृत नहीं होने चाहिए, साथ ही अन्यत्र प्रकाशन के लिए विचाराधीन भी नहीं होने चाहिए। सबसे पहले शोधपत्र का सार (abstract) निर्धारित तिथि तक submit_airhs2021@iiitp.ac.in पते पर प्रेषित किया जाना चाहिए। तकनीकी समिति द्वारा भेजे गये सार की समीक्षा की जाएगी। सार हिंदी और इंग्लिश दोनों में प्रस्तुत किया जाना चाहिए। स्वीकृत सार के लेखकों को अपने शोधपत्र के पूर्ण संस्करण प्रस्तुत करने के लिए आमंत्रित किया जाएगा। स्वीकृत एवं समीक्षित शोधपत्र **VIGYAN PRAKASH – UGC-CARE listed Peer-Reviewed Research Journal of S&T** विज्ञान प्रकाश (www.VigyanPrakash.in) में प्रकाशित किए जाएंगे। शोधपत्र का फोर्मेट वेबसाइट पर दिया है।

- ***सारांश*** (**abstract**) प्रस्तुत करने की अंतिम तिथि: **30/11/2021** है।
- ***पूर्ण शोधपत्र*** (**Full Paper**) जमा करने की अंतिम तिथि: **10/12/2021** है।
- ***स्वीकृति सूचना*** (**Acceptance Notification**) की तिथि : **12/12/2021** है।
- ***रजिस्ट्रेशन कराने*** (**Last Date for Registration**) की अंतिम तिथि : **15/12/2021** है।

पूछताछ के लिए admin@airhs2021.com पर मेल करें। अधिक विवरण : www.airhs2021.com पर देखें।

आयोजन संस्था :

भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी संस्थान, पुणे (Indian Institute of Information Technology - IIIT, Pune). यह भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी संस्थानों में से एक है। इसे 2016 में PPP मोड में स्थापित किया गया था। इसमें भारत सरकार, महाराष्ट्र राज्य सरकार, और इंडस्ट्री की भागेदारी 50%, 35%, और 15% के अनुपात में है। महाराष्ट्र सरकार ने इसके लिए 100 एकड़ जमीन आवंटित की है। यह राष्ट्रीय महत्व का संस्थान है, इसके निदेशक प्रो. अनुपम शुक्ल हैं (director@iiitp.ac.in)।

IIIT पुणे में कम्प्युटर विज्ञान एवं इंजीनियरिंग (CSE) और इलेट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग (ECE) विभागों में B.Tech., M.Tech., Phd. प्रोग्राम चलाए जा रहे हैं। AI और IoT पर फोकस है।

सम्पूर्ण जानकारी के लिए वैबसाइट देखिए www.iiitp.ac.in

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[1], सीमा गुप्ता[2] अंकुर आनंद[3], नीरू[4]
Rachana Kumar[1], Seema Gupta[2], Ankur Anand[3], Neeru[4]
[1, 2] Associate Professor, Department of Physics, Kalindi College, University of Delhi
[3] Assistant Professor, Department of Physics, Kalindi College, University of Delhi
[4] Centre for Nanoscience and Technology, Jamia Millia Islamia, Delhi,
Solid State physics laboratory, DRDO, Delhi
Corresponding Author : [2] Seemagupta@kalindi.du.ac.in
[1] rachnakumar@kalindi.du.ac.in, [3] ankuranand@kaindi.du.ac.in

सारांश

प्रस्तुत शोध का उद्देश्य टिन ऑक्साइड (SnO_2) फंक्शनलईजेशन (functionalization) द्वारा एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब (single walled carbon nanotube, एसडब्ल्यूएनटी) की संवेदन क्षमता (responsivity) में सुधार का अध्ययन करना है। इस उद्देश्य की प्राप्ति के लिए नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड और अमोनिया दोनों गैसों के 0.5 पीपीएम से 20 पीपीएम सांद्रता (concentration) के क्रमवार एक्सपोजर द्वारा प्रिस्टिन (Pristine) और SnO_2 फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी की संवेदन प्रतिक्रिया का प्रयोगात्मक रूप से अध्ययन किया गया है। 30 पीपीबी की पहचान सीमा (detection limit) के साथ, गैस की एक निश्चित सांद्रता के संपर्क में सेंसर का प्रतिरोध परिवर्तन (resistance change) प्रति सेकंड दर्ज किया गया। चरम प्रतिक्रिया (peak response) प्राप्त करने के बाद, यूवी/आईआर (UV/IR) के संपर्क में लाकर इसे बेसलाइन पर वापस लाया गया। यह स्पष्ट रूप से देखा गया कि टिन ऑक्साइड सतह संशोधन एसडब्ल्यूएनटी सेंसर की संवेदनशीलता को बेहतर बनाने का काम करता है। देखी गई वृद्धि नैनो हेट्रोजंक्शन के गठन और बेहतर सतह क्षेत्र के माध्यम से प्राप्त हुई मानी जा सकती है। टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी में नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस पर किये गए प्रयोगों में प्रिस्टिन की तुलना में रिकवरी टाइम (recovery time) कम पाया गया जो कि उसे एक कुशल गैस सेंसर के रूप में दर्शाता है। इसके साथ ही यह अध्ययन, गैसों की पृथकता (differential response) की जानकारी के लिए एसडब्ल्यूएनटी गैस सेंसर की उपयोगिता भी प्रस्तुत करता है। जैसा कि प्रतिरोध प्रतिक्रिया के बढ़ने (NH_3, रिड्यूसिंग गैस) और कम होने (ऑक्सीकारक NO_2 गैस) द्वारा दर्शाया गया है। संवेदनशील गैस सेंसर द्वारा रिसाव, उद्योग या प्रयोगशाला परिवेश में हानिकारक गैसों की सांद्रता में अचानक उछाल को रिकॉर्ड किया जा सकता है और इस प्रकार निवारक समय पर बचाव के उपाय किए जा सकते हैं।

ABSTRACT

The present research aims to improve the detection of environment prevalent gases NO_2 and NH_3 by functionalization of single walled carbon nanotubes (SWNT). The response of pristine

and SnO_2 functionalized SWNT has been experimentally studied by step wise exposure of 0.5 ppm to 20 ppm of NO_2 and NH_3 gases. With a detection limit of 30 ppb, the sensor was exposed to a certain concentration of the gas and resistance changes were recorded per second. After achieving peak response, it was recovered to baseline by exposure to UV/IR. It has been categorically observed that SnO_2 functionalization serves to improve the sensor response. This observed increase can be attributed to formation of nano hetrojunctions and improved surface area. Recovery time was seen to be markedly reduced for functionalized SWNT exposed to NO_2 and hence enhances its application in ambient enviormnment. This work highlights the importance of surface decoration of SWNT in improving its morphology and adsorption capacity. This also presents the use of SWNT to differentiate gases as represented by increasing resistance response (for reducing gases like NH_3) and decreasing resistance response (for oxidizing gas like NO_2). The work can find potential applications in areas prone to sudden upsurge in hazardous gas concentration like leakage, industry or laboratory ambience. An efficient detection of changed concentration can be recorded and preventive timely measures may be thus taken.

मुख्य शब्दः एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब, प्रिस्टिन और फंक्शनलाइज़्ड नैनोट्यूब, गैस संवेदक, संवेदनशीलता, वातावरण में हानिकारक गैसें

Key words: Single walled Carbon nanotubes, Pristine and Functionalized nanotubes, gas sensor, Responsivity, Environmental hazardous gases

परिचय

कार्बन नैनोट्यूब का अधिक सतह–आयतन अनुपात (surface to volume ratio) और खोखली नैनो संरचना, गैस के सोखने और भंडारण के लिए आदर्श है (1–2)। इनकी उच्च संवेदनशीलता और कम ऑपरेटिव तापमान गैस संवेदक के रूप में इनकी उपयोगिता दर्ज कराता है। नैनोट्यूब के इलेक्ट्रॉनिक गुण उनके रासायनिक वातावरण के प्रति अत्यंत संवेदनशील होते हैं (3)। गैस के संपर्क में आने पर गैस कणों और कार्बन नैनोट्यूब के बीच आवेश (charge) के स्थानांतरण (transfer)होने की वजह से इलेक्ट्रॉनिक गुणों में बदलाव आता है जिसकी वजह से वह गैस संवेदक के रूप में प्रयोग किए जाते हैं। पिछले कुछ दशकों से वैज्ञानिक एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब (SWNT) और बहु दीवार कार्बन नैनोट्यूब (MWCNT) व उनके परिवर्तित रूपों का गैस संवेदक के रूप में अध्ययन कर रहे हैं (4)।

कोरोना काल में फेफड़ों का स्वास्थ्य एक बहुत ही महत्वपूर्ण विषय है। वातावरण में मौजूद गैसें जैसे कार्बन मोनो ऑक्साइड, नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड, अमोनिया, सल्फर डाई ऑक्साइड (CO, NO_2, NH_3, SO_2) सीमा रेखा से अधिक मात्रा में होने पर फेफड़ों पर विपरीत और आपत्तिजनक असर डालती हैं। अनुसंधान प्रमाणों के आधार पर नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड गैस की सांद्रता 1.5 पीपीएम – 2 पीपीएम अगर एक स्वस्थ इंसान लंबी अवधि तक ग्रहण करता है तो उसको श्वसन स्वास्थ्य संबंधी बीमारियां हो सकती हैं। सीमित मात्रा में अमोनिया गैस की मनुष्य को आवश्यकता होती है। औद्योगिक इकाइयों में, कचरे के ढेर, उर्वरक के आसपास, उत्सर्जन बहुलता क्षेत्रों में नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड और अमोनिया की सांद्रता हानिकारक सीमा में पहुंच सकती हैं। वातावरण में इन गैसों की सांद्रता एकाएक बढ़ने पर कार्बन नैनोट्यूब को गैस संवेदक के रूप में प्रयोग कर सकते हैं।

प्रस्तुत शोध लेख, प्रिस्टिन एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड कार्बन नैनोट्यूब की गैस मापने की क्षमता का अध्ययन करता है। रासायनिक विधि से तैयार की गई नैनोट्यूब सतह का विश्लेषण एक्स आर डी (XRD) व रमन स्पेक्ट्रा द्वारा किया गया। प्रिस्टिन एसडब्ल्यूएनटी

और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी को नाइट्रोजन डाई ऑक्साइड और अमोनिया गैसों के संपर्क में लाकर गैस रिस्पांस का आकलन किया गया है। दोनों परिस्थितिओं में प्राप्त गैस रिस्पांस का विस्तृत तुलनात्मक विश्लेषण और रिकवरी टाइम का अध्ययन प्रस्तुत किया गया है।

साहित्य सर्वेक्षण

बाई एट अल (Hua Bai et al, 5) के शोध सर्वेक्षण में चर्चा की गई है कि पॉलीमर, सेमीकंडक्टर व मेटल ऑक्साइड पर आधारित गैस सेंसर अंतरिक्ष और वातावरण निगरानी के क्षेत्र में बहुत ही उपयोगी सिद्ध हुए हैं। एक गैस संवेदक के लिए उच्च संवेदनशीलता और स्थिर प्रदर्शन वांछनीय विशेषताएँ हैं (1–3)। वैज्ञानिक इन्हीं विशेषताओं को ध्यान में रखकर कमरे के तापमान में कार्य करने वाले नैनो प्रौद्योगिकी पर आधारित कार्बन नैनोट्यूब गैस सेंसरों पर निरंतर शोध कर रहे हैं (4)। इनकी पोरस संरचना और रासायनिक रूप से निष्क्रिय सतह गैस सोखने के लिए उपयुक्त है। कार्बन नैनोट्यूब, एकल दीवार और बहुदीवार दोनों संरचना में पाए जातें हैं (1–3)। बहुदीवार कार्बन नैनोट्यूब की बहुपरत संरचना के कारण गैस एडसोर्ब करने की क्रिया अत्यधिक जटिल है, अतः ज्यादातर शोधों में एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब को प्राथमिकता दी गई है (4)।

झांग एट अल (Zhang et al, 6) के शोध पत्र में बताया गया कि गैस सेंसर जब निर्धारित गैसों के संपर्क में आते हैं तो इनकी डेंसिटी ऑफ़ स्टेट्स (Density of States), थर्मोपॉवर और प्रतिरोध में परिवर्तन आता है। आमतौर पर एसडब्ल्यूएनटी के लिए, गैसों की बाइंडिंग एनर्जी अधिक होने के कारण, वे सतह से धीरे डिसॉर्ब होती हैं। फंक्शनलईजेशन से कार्बन नैनोट्यूब की बाइंडिंग एनर्जी पर सकारात्मक प्रभाव की वजह से उनकी प्रतिरोध क्षमता में सुधार पाया गया है। आरौशनियन (Aroutiounian, 7) के शोध अध्ययन में आर्गेनिक पदार्थ जैसे कि पोलीएथीलीन, धातु नैनो कणों जैसे पैलेडियम, गोल्ड और निकल (Pd, Au, Ni) तथा मेटल ऑक्साइड द्वारा कार्बन नैनोट्यूब को फंक्शनलाइज़्ड किये जाने की चर्चा की गयी है। झांग एट अल (Zhang et al, 6) द्वारा किये गए अध्ययन में –OH–, –COOH– से सतह को हाइड्रोफिलिक बनाया गया, जिससे कम आणविक वजन वाली गैसों के आडसोर्प्शन के लिए भी वे उपयुक्त हों। ह्युन्जु एट अल (Hyunju et al, 8) और एलिसों एट अल (Ellison et al, 9) के शोध पत्रों में अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों के संवेदन के लिए कार्बन नैनोट्यूब पर गैस सेंसर के रूप में शोध को विस्तार से प्रस्तुत किया गया है। क्सु एट अल (Xu et al, 10) और अपेक्षा एट अल (Apeksha et al, 11) के कार्यों में विभिन्न परिस्थितियों में इन गैसों का वांछनीय सांद्रता से ऊपर बढ़ना और उनके हानिकारक प्रभाव बताये गए हैं। ह्युन्जु एट अल (Hyunju et al, 8) के शोध में फंक्शनलाइज़्ड कार्बन नैनोट्यूब पर अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों के फिजिअबसोर्प्शन (physisorption) को दर्शाया गया है। कंचनातिप एट अल (Kanchanatip et al,12) के शोध में प्रस्तुत किया गया है ये गैसें एकल नैनोट्यूब के गठनों में मौजूद नैनोट्यूब बंडलों के साथ क्रियाशीलता दिखाती हैं।

जैसा ज्ञात है कि फंक्शनलईजेशन की क्रिया और संवेदकों पर प्रभाव का निष्कर्ष एक जटिल विषय है, अतः निरंतर किये जाने वाले प्रयोगों द्वारा इसे समझने में मदद हासिल हो सकती है। हमारे शोध में प्रिस्टिन और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी संवेदकों की गैस संवेदनशीलता का तुलनात्मक अध्ययन कर कार्यप्रणाली का विश्लेषण किया गया है।

प्रयोगात्मक विवरण

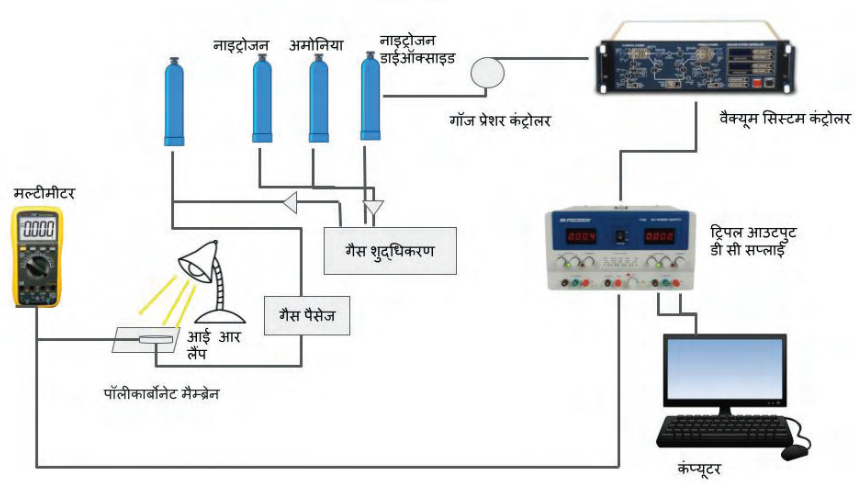
प्रिसटीन एसडब्ल्यूएनटी प्राप्त करने के लिए, पूर्वोक्त विधि (13) के अनुसार कार्बन सॉल्यूशन आई एन सी (Carbon Solutions Inc., USA) के पाउडर का उपयोग किया गया। 0.5 मि. ग्राम पाउडर को

100 मि.लीटर डाइमिथाइल फोर्मामाइड (DMF) में घोला गया और इसे दो घंटे के लिए अल्ट्रा सोनिकेट किया गया।

टिन क्लोराइड सोल्युशन ($SnCl_2$-$2H_2O$) को अमोनिया से रिड्यूस करके नैनोकणों को प्राप्त किया गया। टिन ऑक्साइड नैनो कणों (0.2 मि. ग्राम) को घोल में सस्पेंड हुई एसडब्ल्यूएनटी (20–32 नैनो मीटर Diameter) से रासायनिक विधि द्वारा जोड़ा गया। इसके बाद इसका वैक्यूम फिल्ट्रेशन करके इसे पॉलीकार्बोनेट मेम्ब्रेन (पोर साईज़ =0.2 माइक्रो मीटर) के ऊपर फैलाया गया। प्राप्त सतह की संरचना का विधिवत आकलन रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी (HoribaJovinYvon micro Raman spectrophotometer) व एक्स आर डी (XRD) द्वारा किया गया। एक्स –रेज़ (Cu-Kα, वेव लेंथ = 1.54 Å) के द्वारा स्कैटरिंग एंगल 2θ = 10–70^0 के लिए पाउडर डिफ्रैक्शन स्पेक्ट्रा लिया गया।

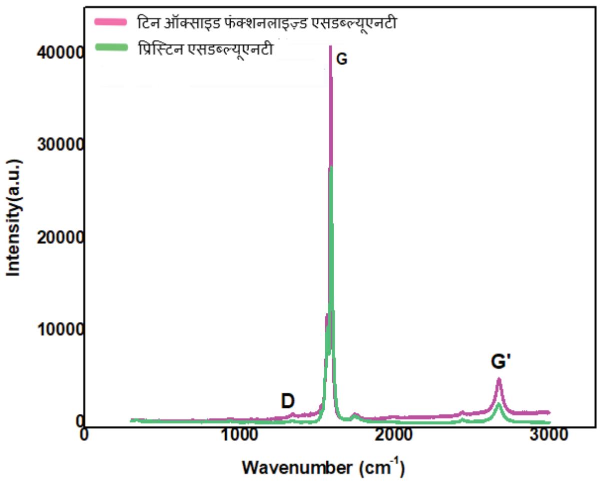
एसडब्ल्यूएनटी गैस सेंसर को 400^0 डिग्री सेल्सियस पर 10 मिनट के लिए गर्म किया गया। इलेक्ट्रॉनिक पैड और TO-5 हैडर लेग सोने के तार द्वारा संपर्क बनाए गए। नाइट्रोजन गैस का वातावरण निरंतर बनाने के लिए गैस सेंसर को गैस कक्ष के अंदर रखा गया और सारे अध्ययन इसी बंद उपकरण में किए गए। सभी प्रयोग कमरे के तापमान (25^{0}C) और सापेक्षिक आद्रता (Relative Humidity) (40–48%) पर किए गए। सेंसर के प्रतिरोध में बदलाव को देखने के लिए मल्टीमीटर (fluke – 289) जोकि बहुत संवेदनशील है, इस्तेमाल किया गया। प्रयोग किये गए उपकरणों की व्यवस्था चित्र 1 में दिखाई गयी है।

गैस सेंसर को पीसीबी (PCB) हैडर पर लगा कर गैस चैम्बर में रखा गया और उसके बाद प्रयोगात्मक गैसों को उसके संपर्क में लाया गया। सबसे पहले सेंसर को नाइट्रोजन (N_2) गैस के संपर्क में लाकर प्रतिरोध को नापा गया। उसके बाद विभिन्न सांद्रता (0.5 पीपीएम –20 पीपीएम) की अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों के संपर्क में लाया गया। गैस प्रवाह को प्रवाह नियंत्रक (mass flow controller) द्वारा नियंत्रित किया गया। नाइट्रोजन डाइऑक्साइड और अमोनिया गैसों के संपर्क के बाद सेंसर को बेसलाइन पर वापस लाने के लिए क्रमशः यूवी/आईआर लैंप का प्रयोग किया गया। गैस प्रतिरोध 1.4565 कि. ओम (k-ohms)–2.0863 कि. ओम के बीच पाया गया। पूर्व शोधपत्र (14) में दिए सूत्र के अनुसार गैस डिटेक्शन लिमिट की गणना की गयी जोकि 30 पीपीबी पायी गयी।

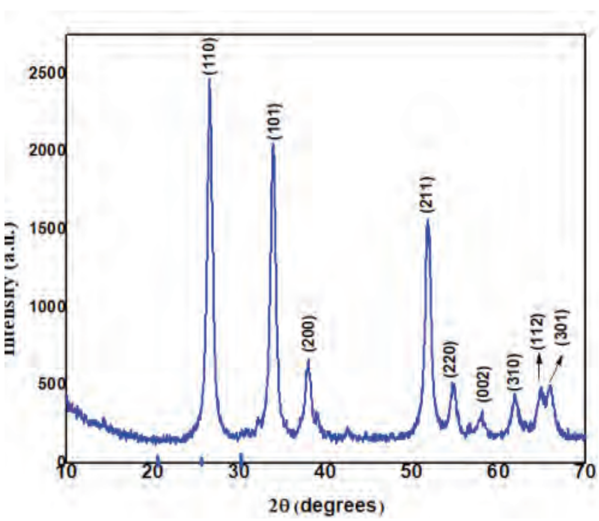


चित्र 1: प्रस्तुत शोध कार्य में उपयोगित प्रयोगात्मक स्थापना

परिणाम और चर्चा



चित्र 2: प्रिस्टिन एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड कार्बन नैनोट्यूब का रमन स्पेक्ट्रा



चित्र 3: टिन ऑक्साइड नैनोकणों का एक्स आर डी (XRD) पैटर्न

टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी की संरचना की विशेषता की जानकारी के लिए रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग किया गया। चित्र 2 में दिखाए गए रमन स्पेक्ट्रम में फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी में प्रिस्टिन की तुलना में I_D/I_G अनुपात का 0.015 से 0.072 बढ़ना (1570cm^{-1} व 2800 cm^{-1} पर प्राप्त पीक का उपयोग गणना के लिए किया गया है),

कार्बन नैनोट्यूब पर टिन ऑक्साइड के फंक्शनलईजेशन की क्रिया को दर्शाता है।

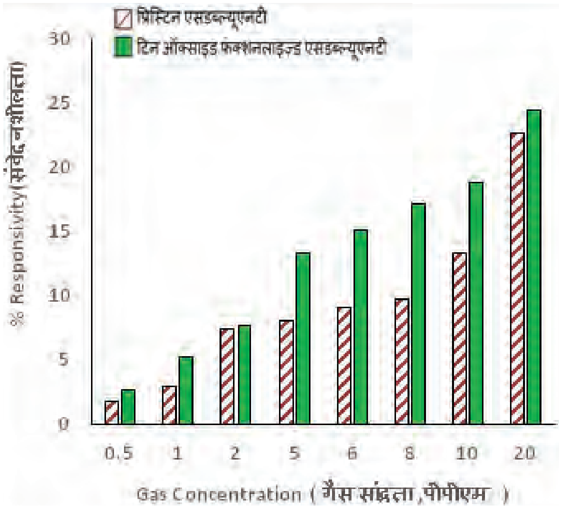
चित्र 3 में टिन ऑक्साइड के नैनो कणों का एक्स आर डी (XRD) पैटर्न दिखाया गया है, जिससे टिन ऑक्साइड के नैनो कणों का आकार 20 –30 नैनो मीटर (nm) मापा गया।

प्रस्तुत शोध में प्रिस्टिन और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी को अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों की क्रमवार सांद्रता 0.5 पीपीएम–20 पीपीएम के संपर्क में लाया गया और संवेदनशीलता का आकलन किया गया। प्रतिशत संवेदनशीलता निकालने के लिए नीचे लिखे सूत्र का प्रयोग किया गया

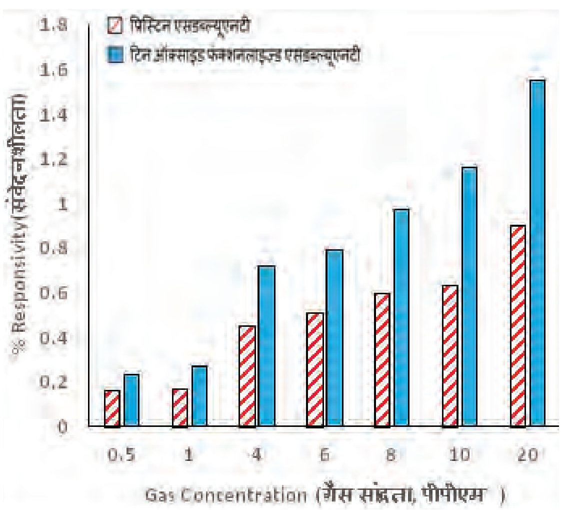
$$\% \text{ संवेदनशीलता} = \frac{(R_{gas}-R_0)}{R_0} \times 100\%$$

सूत्र में R_{gas} प्रयोगात्मक गैस की उपस्थिति में संवेदक की प्रतिरोध क्षमता है व R_0 गैस की अनुपस्थिति में प्रतिरोध क्षमता है। प्रयोगों से प्राप्त आधार सामग्री के अनुसार, प्रिस्टिन और फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी की परसेंटेज संवेदनशीलता को बार डायग्राम के द्वारा नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (चित्र 4) और अमोनिया (चित्र 5) गैसों की विभिन्न सांद्रता के लिए दर्शाया गया है।

दोनों ही चित्रों में फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी प्रिस्टिन के अनुपात में ज्यादा संवेदनशील है।

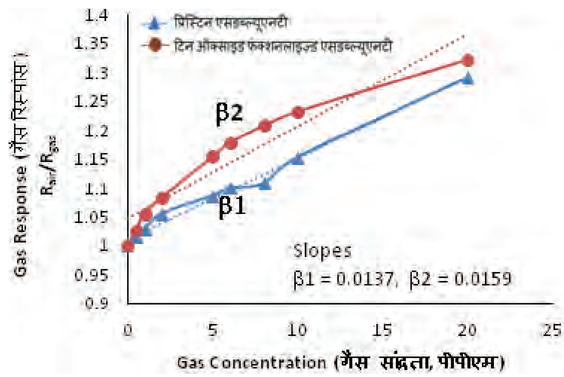


चित्र 4: नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस सांद्रता परिवर्तन के साथ संवेदक की प्रतिशत संवेदनशीलता

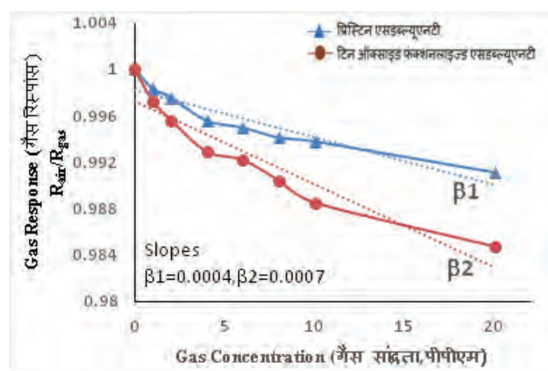


चित्र 5: अमोनिया गैस सांद्रता परिवर्तन के साथ संवेदक की प्रतिशत संवेदनशीलता

चित्र 6 में प्रिस्टिन और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी की गैस रिस्पांस R_{air}/R_{gas} को नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस सांद्रता के साथ प्रदर्शित किया गया है। बेस्ट फिट लाइन बनाकर दोनों सेंसरों के लिए स्लोप का आकलन किया गया। नाइट्रोजन डाइऑक्साइड ऑक्सीकारक (oxidising) गैस है। यह गैस संपर्क में आए एसडब्ल्यूएनटी से आवेशों को निकाल कर उसकी प्रतिरोधक क्षमता को कम करती है व R_{air}/R_{gas} में लगातार वृद्धि प्रदर्शित होती है। फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी (β2=0.0159), प्रिस्टिन की तुलना में ज्यादा स्लोप (β1=0.0137) दिखाते हैं।



चित्र 6: नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस सांद्रता परिवर्तन व गैस रिस्पांस R_{air}/R_{gas}

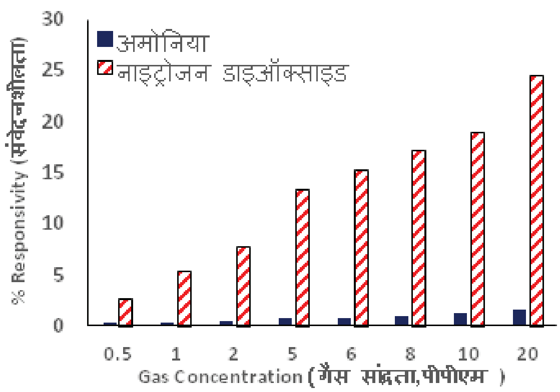


चित्र 7: अमोनिया गैस सांद्रता परिवर्तन व गैस रिस्पांस R_{air}/R_{gas}

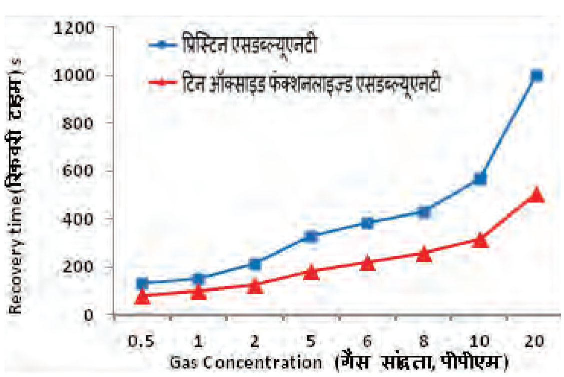
चित्र 7 में प्रिस्टिन और फंक्शनलिज़्ड एसडब्ल्यूएनटी की गैस रिस्पांस R_{air}/R_{gas} को अमोनिया गैस सांद्रता के साथ प्रदर्शित किया गया है। अमोनिया एक रेडूसिंग (reducing) गैस है। यह एसडब्ल्यूएनटी को आवेश दान करके उसकी प्रतिरोध

क्षमता को बढ़ा देती है, जिसके परिणाम स्वरुप R_{air}/R_{gas} में लगातार कमी दिखाई पड़ती है। बेस्ट फिट लाइन के अनुसार फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी (β2=0.0007) की स्लोप वैल्यू प्रिस्टिन (β1=0.0004) की तुलना में एक बार फिर से ज्यादा है।

फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी में अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड दोनों गैसों के लिए प्रिस्टिन की तुलना में अधिक स्लोप का मिलना प्रमाणित करता है कि टिन ऑक्साइड फंक्शनलिज़ेशन से कार्बन नैनोट्यूब की सतह वृद्धि व नैनो हेट्रोजंक्शन के गठन के कारण गैस एडसोर्ब करने की क्षमता में वृद्धि हुई है।



चित्र 8: गैसों की सांद्रता व टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी संवेदक की % संवेदनशीलता



चित्र 9: नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस सांद्रता व रिकवरी टाइम

चित्र 8 में दिखाए गए बार–डायग्राम में फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी पर अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों के प्रति % संवेदनशीलता की तुलना दिखाई गई है। इस आरेख से प्रमाणित होता है कि फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी अमोनिया गैस की तुलना में नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस के लिए ज्यादा संवेदनशील है।

चित्र 9 में नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस के लिए गैस सांद्रता व रिकवरी टाइम आलेख प्रिस्टिन और फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी दोनों के लिए दिखाया गया है। प्रत्येक सांद्रता पर फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी में प्रिस्टिन की तुलना में कम रिकवरी टाइम पाया गया। हालांकि अमोनिया गैस के लिए इस प्रकार का रुझान नहीं मिला।

निष्कर्ष

हमारे अनुसंधान में प्रयोगों द्वारा प्रिस्टिन और टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब पर अमोनिया और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैसों की संवेदनशीलता का अध्ययन व तुलना की गई है। टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी प्रिस्टिन की तुलना में ज्यादा संवेदनशील पाए गए हैं। ये गैसों की कम सांद्रता (0.5 पीपीएम) और अधिक सांद्रता (20 पीपीएम) दोनों के लिए प्रिस्टिन की तुलना में बेहतर गैस संसर के रूप में प्रतिष्ठित होते हैं।

फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी के लिए R_{air}/R_{gas} व गैसों की सांद्रता ग्राफ में प्रिस्टिन की तुलना में अधिक स्लोप का मिलना भी इसी बात को प्रमाणित करता है कि संवेदक में सतह वृद्धि व सतह संशोधन हुआ है। प्रयोगों से प्राप्त हुए डाटा के अनुसार नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस के लिए फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी में प्रिस्टिन की तुलना में संवेदन शीलता की अधिकतम बढ़ोतरी 7.46% है, जबकि अमोनिया गैस के लिए अधिकतम बढ़ोतरी 0.65% है। प्रतिरोध क्षमता का कम होना (नाइट्रोजन

डाइऑक्साइड गैस के संपर्क में) या बढ़ना (अमोनिया गैस के संपर्क में) तथा % संवेदनशीलता का अनुपात, एसडब्ल्यूएनटी गैस सेंसर की विभिन्न गैसों को पृथक करने के साधन के रूप में उपयोगिता को भी दर्शाता है।

प्रस्तुत शोध कार्य से यह भी प्रमाणित होता है कि फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी अमोनिया गैस की तुलना में नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस के लिए अधिक संवेदनशील है। अमोनिया गैस की अधिक सांद्रता (>17 पीपीएम) वातावरण में उत्पन्न गंध से भी कुछ हद तक अनुमानित की जा सकती है, जबकि नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस की अधिक सांद्रता का अनुमान करना मुश्किल है। फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी, नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस की कम से अधिक प्रत्येक सांद्रता के लिए बहुत ही संवेदनशील और उपयोगी गैस सेंसर है। प्रिस्टिन की तुलना में फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी का रिकवरी टाइम कम होना भी फंक्शनलईजेशन द्वारा सतह की बेहतरी को इंगित करता है। प्रयोगशाला के नियंत्रित वातावरण में रिकवरी टाइम सरलता से कम किया जा सकता है जबकि बाहर के वातावरण में रिकवरी टाइम का सहज़ रूप से कम होना फंक्शनलाइज़्ड गैस सेंसर की उपयोगिता बढ़ाता है।

नैनो हेट्रो जंक्शन के गठन की वजह से फंक्शनलाइज़्ड सेंसर की गैस एडसोर्ब करने की क्षमता में भी बढ़ोतरी हुई है। फंक्शनलईजेशन से हुआ सतह संशोधन कार्बन नैनोट्यूब के वर्क फंक्शन (पोटेंशियल बैरियर की ऊंचाई) में भी बदलाव लाता है। इन्हीं सब संबंधित क्रियाओं के फलस्वरूप टिन ऑक्साइड फंक्शनलाइज़्ड एसडब्ल्यूएनटी गैस सेंसर की संवेदनशीलता में बेहतरी देखी गई। आडसोर्प्शन की जटिल प्रक्रिया को विभिन्न सैद्धांतिक मॉडलों (Adsorption isotherms) (15) द्वारा विस्तार से समझना भविष्य के शोध का विषय है।

तकनीकी शब्दों की तालिका

charges	आवेशों
Comparative	तुलनात्मक
Concentraion	सांद्रता
Detection limit	डिटेक्शन लिमिट
differentiation	पृथकता
Experimental	प्रयोगात्मक
Functionalization	फंक्शनलईजेशन
Multi walled carbon nanotube	बहु दीवार कार्बन नैनोट्यूब
Nano Hetero junctions	नैनो हेट्रो जंक्शन
Polycarbonate membrane	पॉलीकार्बोनेट मेम्ब्रेन
Pristine single walled carbon nanotube	प्रिस्टिन एकल दीवार कार्बन नैनोट्यूब
Raman spectrum	रमन स्पेक्ट्रा
Reducing	रेडूसिंग
Relative Humidity	सापेक्षिक आद्रता
Resistance	प्रतिरोध
Response	प्रतिक्रिया
Sensitivity	संवेदनशीलता
Surface improvement	सतह संशोधन
Vacuum filtration	वैक्यूम फिल्ट्रेशन

आभार

प्रस्तुत शोध–पत्र के लेखक, डॉ. सीमा विनायक (निर्देशक एसएसपीएल) और डॉ. पिका झा (वैज्ञानिक जी, एसएसपीएल, डीआरडीओ) को नैनो टेक्नोलॉजी ग्रुप, सॉलिड स्टेट फिजिक्स लेबोरेटरी, डीआरडीओ में प्रायोगिक सुविधाओं तक पहुंच की अनुमति देने के लिए धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ सूचीः

[1] YunWang and John T. W. Yeow. *Review Article:* "A Review of Carbon Nanotubes-Based Gas Sensors". Journal of Sensors, Article ID 493904, doi:10.1155/2009/493904, pp 1-24, 2009.

[2] T Zhang, S Mubeen, N. V Myung and M.A Deshusses "Recent progress in carbon nano tube based gas sensors", Nanotechnology, Volume 19, Issue *33,* pp 1-14, 2008

[3] Alexander G. Bannov, Maxim V. Popov et.al, Review "Recent advances in ammonia gas sensors based on Carbon nanomaterials". Micromachines, Volume 12, Issue 186, pp 1-30, 2021

[4] Luca Camilli 1, Maurizio Passacantando. "Advances in Sensors Based on Carbon Nanotubes". Chemosensors, volume 6, Issue 4, pp. 62-78, 2018

[5] Hua Bai, Gaoquan Shi. "Gas Sensors Based on Conducting Polymers", Sensors, Volume 7, Issue 3 , https://doi.org/10.3390/s7030267, pp 267-307, 2007

[6] Zhang, X., Cui, H., Gui, Y. *et al.* "Mechanism and Application of Carbon Nanotube Sensors in SF_6 Decomposed Production Detection: a Review". *Nanoscale Res Lett.*, Volume 12, https://doi.org/10.1186/s11671-017-1945-8, pp 1-12, 2017

[7] V. M. Aroutiounian. "Gas Sensors Based on Functionalized Carbon Nanotubes", Journal of Contemporary Physics, Armenian Academy of Sciences, Volume 50, No. 4, pp. 333–354, 2015

[8] Hyunju Chang and Jae Do Lee. "Adsorption of NH_3 and NO_2 molecules on carbon nanotubes", Applied Physics Letters, Volume 79, Issue 23, pp. 3863-3865, 2001

[9] Mark D. Ellison, Michael J. Crotty, Dukho Koh, Ryan L. Spray, and Kaitlin E. Tate. "Adsorption of NH_3 and NO_2 on Single-Walled Carbon Nanotubes*",* J. Phys. *Chem. B*, volume 108, Issue 23, pp 7938–7943, 2004

[10] Xu R, Tian H, Pan S, Prior SA, Feng Y, Batchelor WD, Chen J, Yang J.Glob Chang. "Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process-based estimates and uncertainty", Global Chang Biol, Volume 25, Issue 1, pp.314-326, 2019

[11] Apeksha Aggarwal, Durga Toshniwal. "Detection of anomalous nitrogen dioxide (NO_2) concentration in urban air of India using proximity and clustering methods", Journal of the Air and Waste management Association, Volume 69, Issue7, pp 805-822, 2019

[12] E.Kanchanatip, S.Tulaphol , Walter Den, Nurak Grisdanurak, Hsin-Yuan Miao, Mi Yan."Sensing and Adsorption study of Gaseous phase Chlorophenols on functionalized Carbon Nano Tube Membranes", http://doi.org/10.1002/ep.13038, Vol 38, Issue S1, pp S315-S322, 2018

[13] Deepak Kumar, Ishita Kumar, Poornendu Chaturvedi Abhilasha Chouksey, R.P.Tandon, P.K.Chaudhury. "Study of simultaneous reversible and irreversible adsorption on single-walled carbon nanotube gas sensor", Material Chemistry and Physics, Vol 177, pp.276-282, 2016

[14] D. Kumar, P. Chaturvedi, P. Saho, P. Jha, A. Chouksey, M. Lal, J. Rawat, R.P. Tandon, P.K. Chaudhury. "Effect of single wall carbon nanotube networks on gas sensor response and detection limit", Sensors and Actuators B, volume 240, pp. 1134–1140, 2017

[15] Seema Gupta, Ankur Anand, Neeru, Rachana Kumar. "Study of adsorption kinetics of pristine and SnO2 functionalized carbon nanotubes as environment gas sensors for NO_2 and NH_3 gases",Materials Today Proceedings, doi 10.1016/j.matpr.2021.04.546, 2021

आई.ओ.टी. आधारित जल गुणवत्ता परीक्षण प्रणाली

IOT Based Water Quality Testing System

डॉ. सिद्धार्थ अरजरिया[1], प्रिया शर्मा[2], शुभम कुमार[3], ललित कठेरिया[4], सूरज कुमार[5]
Dr. Siddhartha Arjaria[1], Priya Sharma[2], Shubham Kumar[3], Lalit Katheria[4], Suraj Kumar[5]
[1, 2, 3, 4, 5] Department of Information Technology, Rajkiya Engineering College, 210201, Banda,
[1]arjarias@gmail.com, [2]priyasharma209206@gmail.com, [3]shubhamkumar3788211@gmail.com, [4]lalitkatherya8897@gmail.com, [5]surajkm0037@gmail.com

सारांश :

औद्योगिक विकास ने दुनिया को काफी परिवर्तित किया है। इससे जीवन आसान बनने के साथ–साथ विकास के नये– नये अवसरों के द्वार भी खुल रहें हैं, लेकिन यह पर्यावरण को भी बहुत ज्यादा प्रदूषित कर रहा है। प्रदूषण के अंतर्गत मुख्य रूप से जल प्रदूषण, वायु प्रदूषण और ध्वनि प्रदूषण आदि आते हैं। प्रस्तुत पेपर में जल प्रदूषण से सम्म्बन्धित विषय पर कार्य किया गया है। विश्व स्तर पर देखने पर लगभग चार अरब लोग उन क्षेत्रों में रहते हैं, जहां पानी की गुणवत्ता में काफी कमी है जो कि पूरे विश्व की एक बड़ी समस्या और चुनौती बनता जा रहा है। प्रस्तुत कार्य में आईओटी आधारित जल की गुणवत्ता प्रणाली का प्रस्तुतिकरण किया जा रहा है। जल के सभी मापदंडों और गुणों को निर्धारित करना आवश्यक है। उद्योगों के तेजी से विकास के कारण जल काफी ज्यादा प्रदूषित हो रहा है। मानक तरीका, जल के नमूनों को अलग अलग जगह से एकत्रित करना फिर उसे परीक्षण और विश्लेषण के लिए प्रयोगशाला में भेजने से, जल गुणवत्ता की परीक्षण और विश्लेषण में काफी ज्यादा पैसा और समय दोनों लगता है। प्रस्तुत कार्य में पानी के विभिन्न भौतिक और रासायनिक मापदंडों को चालकता, pH, तापमान, Turbidity के रूप में मापने के लिए उभरती हुई तकनीक Internet of Things का उपयोग किया जा रहा है। विभिन्न संसरों और ESP8266 वाई–फाई मॉड्यूल के माध्यम से वास्तविक समय में पानी की गुणवत्ता का अनुमान लगाया जा रहा है तथा उन गुणवत्ता को Website पर वास्तविक समय पर दर्शाया जा रहा है।

Abstract :

Industrial development has changed the world a lot. With industrial development, life has become easier and new doors of opportunities are being opened. But it is also polluting the environment too much. Pollution mainly consists of water pollution, air pollution, noise pollution etc. In the work presented, the topic related to water pollution has been done. Looking at the global level, about four billion people live in areas where there is a considerable reduction in water quality and this is becoming a major problem and challenge on the global lining. It is necessary to determine all the parameters and properties of water. Due to the rapid development of industries, water is getting heavily polluted. The standard method is to collect water samples from different places and then send them to the laboratory for testing and analysis. Water quality testing and analysis takes both a lot of money and time. In the presented work, an emerging technique is being used to measure various physical parameters of water as conductivity, pH, temperature, turbidity. Water quality is being estimated in real time through various sensors and ESP8266 WI-Fi module and showing those qualities on the website in real time.

मुख्य शब्द : ESP8266 (वाई–फाई), pH, चालकता, टर्बिडिटी, टीडीएस (टोटल डिसॉल्व्ड सॉलिड्स), तापमान, पानी की गुणवत्ता की निगरानी, जल परीक्षण, Arduino Uno।

Keywords: ESP8266 (Wi-Fi), pH, Conductivity, Turbidity, TDS (Total Dissolved Solids), Temperature, Water Quality Monitoring, Water Testing, Arduino Uno.

प्रस्तावना :

जल हमारे ग्रह पर एक अमूल्य संसाधन है। साफ और सुरक्षित जल मनुष्यों और अन्य जीवों के स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है। वर्तमान औद्योगिक दुनिया में, जल संसाधनों में औद्योगिक अपव्यय के मिश्रण के कारण जल प्रदूषित होता जा रहा है। प्रत्येक दिन लगभग दो मिलियन टन मानव अपशिष्ट जल के संसाधनों में जमा हो रहा है, इसलिए जल की गुणवत्ता को बनाए रखना बहुत महत्वपूर्ण है। स्विट्जरलैंड को दुनिया में नल के जल की सबसे अच्छी गुणवत्ता वाला देश माना जाता है। वर्तमान में, भारत की रैंकिंग जल गुणवत्ता सूचकांक में 122 देशों में से 120 है। प्रदूषित जल कई बीमारियों को जन्म दे रहा है। दुनिया भर में लगभग 435 मिलियन लोग असुरक्षित कुओं और झरनों से पानी ले रहे हैं। लगभग 144 मिलियन लोग झीलों, तालाबों, नदियों, और नालों से औपचारिक सतही जल का भंडारण कर रहे हैं। कई सर्वेक्षणों के अनुसार 3.4 मिलियन लोग, ज्यादातर बच्चे जल से संबंधित बीमारियों से मर रहें हैं। हर साल लगभग 2.2 मिलियन लोग डायरिया से मर रहें हैं, जिनमें से लगभग 90% बच्चों की मृत्यु हो रही है।

पेयजल का उपयोग करने से पहले, यह पता लगाना आवश्यक है कि यह पीने योग्य है या नहीं। जल की गुणवत्ता की निगरानी ग्रामीण क्षेत्रों के साथ–साथ शहरी क्षेत्रों के लिए भी लाभदायक है। यह पेपर जल गुणवत्ता सूचकांक की निगरानी और परीक्षण के लिए कार्यप्रणाली की जाँच कर रहा है। यह पेपर जल के pH, तापमान, चालकता, Turbidity और घुलित ऑक्सीजन जैसे कारकों को मापने और उनकी निगरानी करने के लिए Internet of Things (IoT) तकनीक और सेंसर का प्रयोग कर रहा है।

उद्देश्य (Objective):

पानी का शुद्धिकरण एवं स्वच्छता सही प्रकार से न हो पाने के परिणामस्वरूप भारत में प्रति वर्ष 400,000 लोग अपनी जान खो बैठते है। विश्व स्तर पर पानी से संबन्धित बीमारियो के परिणाम स्वरूप हर पाँच साल से कम उम्र के 1.5 मिलियन बच्चों की मृत्यु हो जाती है। इन सारी पेयजल से संबन्धित समस्यायों से निजात पाने के लिए कुछ आवश्यक उपाय करना बेहद जरूरी है, कही ना कही लोगो को ज्ञात नही हो पाता की जिन जन श्रोतों से वह पानी ले रहे है वह असल मे पीने योग्य है या नहीं और वो बिना जानते हुए ही उस पानी का सेवन कर लेते है और आगे चल कर वही बीमारी का कारण बन जाता है। अगर लोगो को पेयजल के कुछ आवश्यक प्राचल (Parameter) के बारे बताया जाय जो पेयजल में कितनी मात्रा में होना चाहिए तो निश्चित रूप से पानी से संबन्धित समस्याए धीरे धीरे कम होने लगेगी।

हमारी इस प्रस्तुति "आई ओ टी आधारित जल गुणवत्ता परीक्षण प्रणाली" के माध्यम से हम पेयजल के कुछ आवश्यक भौतिक प्राचल को मापने के संदर्भ में एक डिवाइस बना रहे है जिससे पेय जल की गुणवत्ता को बहुत ही कम समय और कम खर्च में माँपा जा सकता है।

प्रेरणा (Motivation):

ग्रामीण इलाकों एवं दुर्लभ इलाको में पेय जल की समस्या बहुत चिंता का विषय बनता जा रहा है क्योंकि प्रत्येक वर्ष औद्योगिक विकास तेजी से बढ़ता जा रहा है, जिसके परिणामस्वरूप प्रदूषण चरम सीमा पर पहुंचता जा रहा है। प्रदूषित जल से होने वाली मृत्यु का आंकड़ा भी प्रत्येक वर्ष बढ़ता जा रहा है।

लोग प्रदूषित जल का सेवन ना करे, इसके लिए लोगों को यह ज्ञात होना चाहिए कि पेय जल में कौन सा प्राचल कितनी मात्रा में उपलब्द्ध है जिससे कि जल से संबन्धित बीमारी से लोग ग्रसित ना हो और प्रदूषित जल से होने वाली मृत्यु दर मे कमी आए।

"जल ही जीवन है, जल की एक एक बूंद कीमती है : स्वामी रामदयाल"

तालिकाः 1 WHO मानक के अनुसार पीने के पानी में टर्बिडिटी, pH चालकता और तापमान की आदर्श श्रेणियों को दर्शाता है।

Parameter Monitored	Quality Range	Units
Turbidity	5-10	NTU
pH	6.5-8.5	pH
Conductivity	300-800	Micro S/cm
Temperature	10-15	Celsius

भारत में:

(i) 50% जिलों के भूजल में नाइट्रेट मौजूद है और पीने के पानी में नाइट्रेट, मेथेमोग्लोबिनमिया का कारण बनता जा रहा है तथा शरीर के चारों ओर महत्वपूर्ण ऑक्सीजन ले जाने के लिए रक्त की क्षमता में कमी आ रही है।

(ii) लगभग 301 जिलों के भूजल में लोहा (contamination of Iron) मौजूद है तथा पानी में अत्यधिक लोहे के कारण मानव शरीर में हीमोक्रोमैटोसिस हो रहा है।

(iii) लगभग 335 जिलों के भूजल में फ्लोराइड (contamination of flouride) मौजूद है और अत्यधिक फ्लोराइड दांतों और हड्डियों को प्रभावित कर रहा है।

(iv) लगभग 212 जिलों के भूजल में लवणता (नमकीन पानी) मौजूद है और यह हृदय रोगों, दस्त और असामान्य दर्द का कारण बनता जा रहा है।

(v) 153 जिलों के भूजल में आर्सेनिक मौजूद है और यह कैंसर और त्वचा के घावों का कारण बन रहा है।

(vi) 93 जिलों के भूजल में शीशा (lead) मौजूद है और lead की अधिकता से उच्च रक्तचाप और एनीमिया हो रहा है।

(vii) 30 जिलों के भूजल में क्रोमियम मौजूद है और अधिक मात्रा में क्रोमियम फेफड़ों के कैंसर का कारण बनता जा रहा है।

उपरोक्त कारणों को ध्यान केंद्रित करते हुए, यह पेपर पानी की गुणवत्ता के परीक्षण के लिए बनाया गया है तथा इसे नवीनतमरूप प्रदान किया गया है। जिसमे सॉफ्टवेयर, embedded systems और IoT का उपयोग किया जा रहा है।

साहित्य सर्वेक्षणः

शोध के अनुसार, भारत के अतिरिक्त अन्य देशों में भी जल की गुणवत्ता एक महत्वपूर्ण विषय बन चुका है। वास्तविक समय में ग्रामीण क्षेत्रों में पानी के परीक्षण की कोई सुविधा उपलब्ध नहीं है। इसलिए रसायन विज्ञान में विशेषज्ञता के साथ प्रयोगशाला में जल की जांच करना आवश्यक हो गया है। इस कार्य का मुख्य उद्देश्य एक कुशल, कम लागत, पोर्टेबल और वास्तविक समय में जल की सर्वोत्तम गुणवत्ता के लिए मॉडल विकसित करना है। जल का परीक्षण करने के लिए विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा उपयोग की जाने वाली विधियों और तकनीकों को निम्न बिंदुओं में वर्णित किया गया है:

Chaudhary_et.al (2019) ने, इस पेपर के माध्यम से deep learning और belief rule-based system टेक्नोलॉजी पर ध्यान केंद्रित किया है। उन्होंने इसमें माइक्रोकंट्रोलर और Internet of Things सहित एक वायरलेस सेंसर नेटवर्क का प्रस्ताव रखा है। उन्होंने इस पेपर में नई तकनीकों जैसे कि big data analytics systems, न्यूरल नेटवर्क मॉडल और सेंसर को भी सम्मिलित किया है। उन्होंने अपने सिस्टम में हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर डिजाइन का भी उल्लेख किया है। (1)

Ramesh_et.al (2017) ने इस पेपर के माध्यम से जल प्रदूषण, मृदा तथा अपअशष्ट प्रबंधन के कार्य को वर्णित किया है। प्रस्तुत पेपर में लेखकों ने pH, Turbidity और Dissolved Oxygen की पहचान के लिए सेंसर के बारे में बताया है। इस पेपर में, उन्होंने जल संसाधनों और उनके प्रबंधन पर भी चर्चा की है। (2)

Sevda Mohammadi_et.al (2020) ने प्रस्तावित प्रणाली में 3D प्रिंटिंग और डबल–रिंग गुंजयमान (double ring resonator) यंत्र जैसी विभिन्न तकनीकों के एकीकरण को प्रस्तावित किया है। उन्होंने पानी की निगरानी में उपस्थित पैरामीटर को रासायनिक ऑक्सीजन की मांग और कम–water में ग्लूकोज की माप को दर्शाया है। इसके अतिरिक्त, इस प्रणाली को 3D प्रिंटेड माइक्रोफ्लूडिक चैनल का उपयोग करके कम लागत और जोखिम–मुक्त रूप में प्रस्तुत किया गया है। (3)

Chen and Han (2018) ने अपने पेपर में कंजं संग्रह, ट्रांसमिशन, स्टोरेज और विज़ुअलाइज़ेशन की प्रक्रिया का प्रदर्शन किया है। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए एक बड़ी तकनीक के रूप में स्मार्ट कंजं, IoT और स्मार्ट सिटी का प्रस्ताव रखा है। उनके पेपर में वायरलेस नेटवर्क और उच्च्च आवृत्ति के द्वारा पानी की गुणवत्ता प्रदर्शित होती है। (4)

Koditala and Pandey (2018) ने मशीन लर्निंग, IoT और, Cloud Computing जैसी उभरती प्रौद्योगिकियों पर ध्यान केंद्रित किया है। उन्होंने अपने पेपर के मूल्यांकन को बेहतर दृष्टिकोण प्रदान करने के लिए R-squared मान के dataset का प्रयोग किया है। प्रस्तावित मॉडल में तापमान सेंसर और माप का भी उल्लेख किया गया है। उन्होंने अपने मॉडल में यह भी बताया है कि उनका सिस्टम उपयोगकर्ता को इलेक्ट्रॉनिक मेल भी प्रदान करेगा। (5)

Muhammad Niswar_et.al (2018) ने पानी की गुणवत्ता के स्तर तक पहुँचने के लिए नोड–रेड डैशबोर्ड का उपयोग करके एक वेब–आधारित मॉनिटरिंग एप्लिकेशन सेटअप तैयार किया है। लेखकों ने दक्षिण–पूर्व एशियाई देशों में नरम खोल केकड़े की खेती के बारे में सम्बोधित किया है। उन्होंने अपने पेपर में स्मॉल embedded devices और LoRa (Long Range) पर आधारित वायरलेस नेटवर्क इंटरफ़ेस का उपयोग करके सिस्टम को डिजाइन किया है। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए तापमान सेंसर, लवणता और intelligent सेंसर को भी प्रस्तावित किया है।(6)

Jiping Jiang_et.al (2020) ने प्रस्तुत पेपर में जल की गुणवत्ता और स्मार्ट सिटी के कार्यान्वयन के साथ सतही जल गुणवत्ता की निगरानी नेटवर्क को तैयार किया है। उनके इस पेपर में एक उपन्यास डिजाइन विधि (Novel design method) और अनुकूलन विधि (optimization method) भी शामिल हैं। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए स्टेशन के स्थान (Station location) पर अनुभव, नमूना आवृत्ति, और पानी की गुणवत्ता संकेतक डिज़ाइन किए हैं। (7)

Kumar and Samalla (2019) ने प्रस्तुत पेपर में IoT से जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली टी डिजाइन और विकास के बारे में सम्बोधित किया है। इस पेपर में, उन्होंने अपने मॉडल को CO_2 सेंसर, माइक्रोकंट्रोलर (RPI), तापमान सेंसर और pH सेंसर का उपयोग करते हुए प्रस्तुत किया है। उन्होंने डिजिटल से एनालॉग के रूप में सेंसर का उपयोग करके भी अपने मॉडल को प्रस्तावित किया है। उन्होंने अपने सिस्टम में डाटा को भेजने के लिए वेब क्लाउड की जानकारी भी दी है। (8)

Kartakis_et.al ने वितरित नेटवर्क (distributed network) के विश्लेषण को प्रस्तावित किया है। प्रस्तुत पेपर में, लेखक ने प्रौद्योगिकियों को adaptive edge analytics और स्थानीयकरण योजना के रूप

में सम्बोधित किया है। उन्होंने पानी के वितरण नेटवर्क के लिए हल्के संपीड़न और विसंगति का पता लगाने के संयोजन के साथ इसका इस्तेमाल किया है। इसके अलावा, उन्होंने इसमें प्रभावी रूप से पानी के फटने (water burst) की घटनाओं और कंपन में भिन्नता का पता लगाने का भी वर्णन किया है। (9)

Madhavireddy and Koteswarrao (2018), ने अपने पेपर में नई तकनीक इंटरनेट ऑफ थिंग्स के साथ इस प्रणाली को प्रस्तावित किया है। उन्होंने पानी की निगरानी के लिए वायरलेस सेंसर नेटवर्क प्रस्तुत किया है। इसे डाटा अधिग्रहण और प्रसारण प्रणाली द्वारा समझाया गया है। उन्होंने पानी में भौतिक मापदंडों के मूल्यों को दिखाने के लिए एक वेब सर्वर का उपयोग किया है। जिसमें उन्होंने सेंसर के काम के लिए बजर सिस्टम भी लगाया है। (10)

Daigavane, V.V., and Gaikwad, M.A. (2017) ने प्रस्तुत पेपर में IoT पर आधारित जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली का प्रस्ताव दिया है। उन्होंने अपने पेपर में, pH Sensor, Temperature Sensor, Turbidity Sensor, और Flow Sensor को वर्णित किया है। उन्होंने अपने प्रोजेक्ट में Arduino model और Wi-Fi को भी शामिल किया हैं। उन्होंने न्यूनतम लागत के साथ सिस्टम डिजाइन को प्रस्तुत करने के बारे में बताया है। (11)

Mithila Barabde and Shruti Danve (2015) ने अपना पेपर रियल टाइम वॉटर क्वालिटी मॉनिटरिंग सिस्टम पर प्रस्तुत किया है। उनके सिस्टम आर्किटेक्चर में डाटा मॉनिटरिंग नोड्स, बेस स्टेशन और रिमोट स्टेशन प्रयोग किए गए हैं। उन्होंने अपने सिस्टम में ARM controller तथा सर्वर PC पर डाटा विजुलाइजेशन के लिए MATLAB सॉफ्टवेयर की मदद से प्रदर्शित किया है। उन्होंने उच्च आवृत्ति, उच्च गतिशीलता और कम शक्ति के साथ जल निगरानी प्रणाली प्राप्त की है। (12)

Fawaz Al-Badaii_et.al (2013) ने अपने पेपर के माध्यम से मलेशिया के Selangor नामक राज्य की Semenyih River पर पानी की गुणवत्ता का आकलन किया है। उनका पेपर 3 क्लस्टर में विभाजित 8 सैंपलिंग स्टेशनों के मौसम और स्थानों पर आधारित है। अपने पेपर में उन्होंने भौतिक रसायन (पीएच, तापमान, मैलापन और चालकता आदि) और जैविक मापदंडों को वर्गों के अनुसार वर्गीकृत किया है। (13)

Tarun Juneja and Alankrita Chaudhary (2013) ने राजस्थान जिले के झुंझुनू नामक स्थान के निवासियों के स्वास्थ्य पर एक क्रॉस सेक्शनल अध्ययन किया और पानी की गुणवत्ता और उसके प्रभावों के आकलन के बारे में बताया है। उन्होंने अपने पेपर में Statistical Package for Social sciences (SPSS 10) सामाजिक विज्ञान के लिए सांख्यिकीय पैकेज का उपयोग करके डेटा एकत्र किया है। (14)

इस पेपर में, पानी की निगरानी, परीक्षण और IoT, पैरामीटर–आधारित सेंसर और सॉफ्टवेयर एप्लीकेशन के आधार पर पानी के नमूनों की शुद्धि के लिए कम लागत वाले पोर्टेबल डिवाइस को विकसित करने पर कार्य किया गया है। यह डिवाइस पीने योग्य पानी के लिए ग्रामीण क्षेत्रों मैं काफी लाभदायक सिद्ध होगी।

सम्बंधित कार्य :

प्रस्तुत कार्य में, विभिन्न जल स्रोतों जैसे पीने के पानी, स्विमिंग पूल, नदियों, तालाबों, नहरों और औद्योगिक अपशिष्ट जल में भौतिक गुणों की जाँच की जा रही है। यह खंड दो अलग–अलग भागों से बना है। सर्वप्रथम विभिन्न स्थानों से पानी का नमूना एकत्र करते हैं, तत्पश्चात एकत्रित नमूनों की सूक्ष्मजीवविज्ञानी विशेषताओं पर विभिन्न प्रकार के भौतिक गुणों का परीक्षण करते हैं। इसमें सेंसर के द्वारा pH, टीडीएस, टर्बिडिटी, चालकता और तापमान को भी बताया गया है।

आंकड़ा 1: प्रस्तुत प्रणाली में सिस्टम डिज़ाइन के प्रमुख हार्डवेयर घटक निम्नलिखित हैं–

a) Arduino Uno

b) Arduino ESP8266 के लिए वाई–फाई मॉड्यूल
c) Arduino के लिए OLED
d) Arduino के लिए मॉड्यूल के साथ pH सेंसर
e) Arduino के लिए मॉड्यूल के साथ टर्बिडिटी सेंसर
f) जल के लिए तापमान सेंसर
g) Arduino के लिए Oxygen dissolve sensor
h) जल के लिए चालकता सेंसर
i) जल के लिए TDS सेंसर
j) एक बजर

ब्लॉक आरेख में यह दर्शाया गया है कि Arduino Uno को सबसे पहले laptop से कनेक्ट करते हैं तत्पश्चात powerbank से power supply, Arduino को देते है उसके बाद सारे सेंसर (pH sensor, Temperature sensor, Turbidity sensor, Conductivity sensor) को क्रमशः Arduino से प्रशिक्षण के लिए जोड़ते हैं। ESP8266 Wi-Fi module Arduino को इंटरनेट से जोड़ता है जिससे Arduino प्रशिक्षण के सारे data को Cloud (Think Speak) पर प्रेषित करता है।

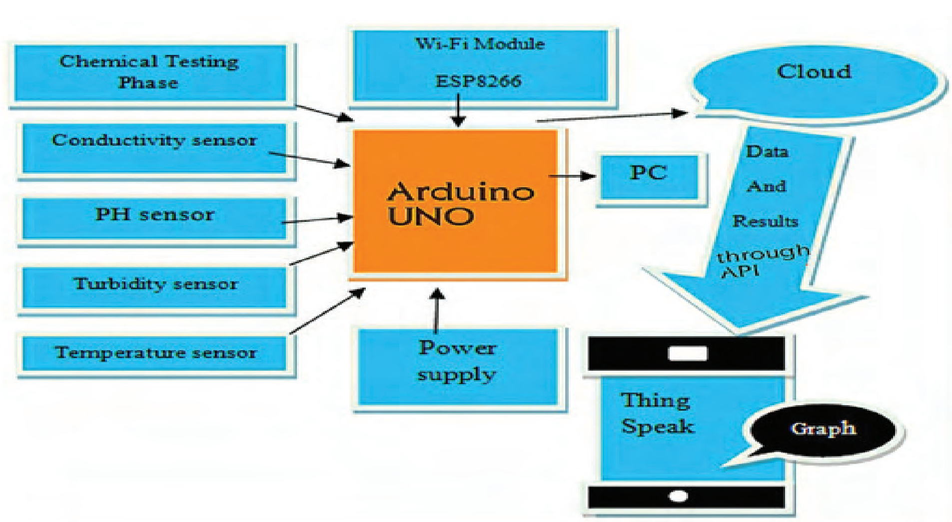
भौतिक पैरामीटर : भौतिक पैरामीटर का तात्पर्य तापमान, pH मान, टर्बिडिटी और टीडीएस सहित किसी पदार्थ की औसत प्रारूप की विशेषताओं से है। जल की अशुद्धियां हमारे स्वास्थ्य को प्रत्यक्ष तथा अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती हैं, इसलिए विभिन्न पैरामीटर के सेंसर का प्रयोग करके जल की अशुद्धियों को ज्ञात किया गया है।

पानी की भौतिक विशेषताओं को जानने के लिए निम्नलिखित परीक्षणों की आवश्यकता होती है।

(i) तापमान
(ii) pH
(iii) Total Dissolve Solids (TDS)
(iv) Turbidity
(v) Flow

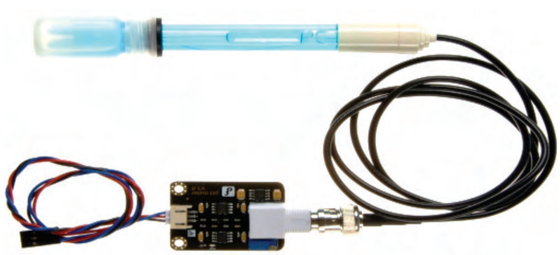
सेंसर का वर्गीकरण :

पीएच टेस्टिंगः जल की गुणवत्ता की पहचान तथा pH मापने के लिए pH सेंसर एक महत्वपूर्ण उपकरण है। यह सेंसर तरल पदार्थों के परीक्षण के लिए एक pH पैमाने का उपयोग करता है। यदि pH पैमाने में किसी भी तरल पदार्थ का pH मान 7 से नीचे है तो जल की यह अधिक अम्लीय अवस्था में



चित्र 1: जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली के लिए ब्लॉक आरेख

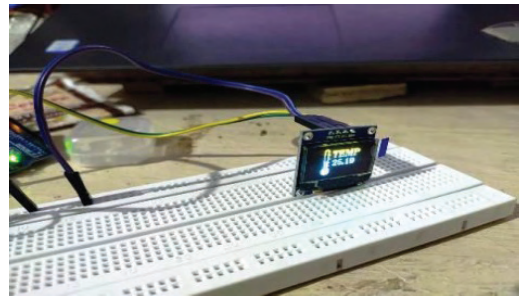
है और यदि पैमाने पर pH मान 7 से अधिक है तो यह जल की क्षारीय अवस्था में है। pH मान 0–14 के मध्य परिवर्तित होता रहता है है। यदि pH पैमाने पर pH मान 7 है तो जल उदासीन अवस्था में होगा। pH सेंसर एक ऐसा उपकरण है जो अम्लीय और क्षारीय के आधार पर हाइड्रोजन–आयन और हाइड्रॉक्सिल आयन को मापता है। यह सेंसर किट चिपसेट वोल्टेज की एक विस्तृत श्रृंखला का समर्थन करता है। pH सेंसर स्वयं ही Arduino इंटरफ़ेस बोर्ड को संग्रहित करता है और इसमें pH जांच की भी पुष्टि करता है। pH सेंसर में नियंत्रक बोर्ड प्रयोग किए जाते हैं जिसमें एनालॉग सेंसर, डेटा रीड के लिए 3 पिन होती हैं और शेष दो पिन सेंसर को चालित करने के लिए उपयोग की जाती हैं।



चित्र 2 : pH सेंसर

तापमान परीक्षण :

जल के तापमान को मापने के लिए तापमान परीक्षण भी एक प्रक्रिया है। इस पेपर के माध्यम से यह भी कथित है कि पानी के तापमान को मापने के लिए DS18B20 का उपयोग करके तापमान को माप सकते हैं तथा यह सेंसर तापमान को मापने के लिए वोल्टेज अंतर का उपयोग करता है। निम्न चित्र में तापमान संवेदक में पावर इनपुट के लिए तीन तार दिए गए हैं तथा सेंसर डेटा के अनुरूप मान के लिए 1 तार है।



चित्र 3 :Arduino और OLEDडिस्प्ले के साथ तापमान सेंसर

Turbidity Testing of Water:

टर्बिडिटी, जल का ही एक फिजिकल पैरामीटर है जो इसमें उपस्थित ठोस को निलंबित कर देती है। टर्बिडिटी का एक उच्च मूल्य मानव शरीर के साथ–साथ पारिस्थितिकी तंत्र पर भी नकारात्मक प्रभाव डालता है। जल की टर्बिडिटी टेस्ट के लिए स्टेबिलिटी सेंसर का प्रयोग किया जाता है। पानी के कणों द्वारा परावर्तित प्रकाश की किरणें जल में उपस्थित टर्बिडिटी को प्रदर्शित करतीं हैं। जल के टर्बिडिटी टेस्टिंग में मौजूद कणों की संख्या अधिक प्रकाश परिलक्षित (Reflected) होती है तो इसकी जांच 0–3000 NTU की सीमा में टर्बिडिटी को मापने में सक्षम है। टर्बिडिटी सेंसर में 6 पिन होतीं हैं, जिसमें की तीन पिन जांच से जुड़े होतीं हैं तथा शेष तीन पिन सेंसर एनालॉग डेटा और बिजली की आपूर्ति के लिए उपयोग किए जातीं हैं।

चित्र 4: एल. सी. डी. पर टर्बिडिटी सेंसर रीडिंग

Conductivity Sensor:

चालकता एक वस्तु प्रतिरोधकता का पारस्परिक रूप है, जिससे कि जल में उपस्थित सभी आयनो की चालकता को संदर्भित किया जाता है, जल के कंडक्टिविटी टेस्टिंग में इलेक्ट्रॉनों के संचालन की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। जल की गुणवत्ता को मापने के लिए चालकता भी एक उपयोगी पैरामीटर है, जो दिए गए पानी में इलेक्ट्रोलाइट्स की उपस्थिति को दर्शाता है।

चित्र 5: चालकता सेंसर

Total Dissolve Solid (TDS):

टीडीएस सेंसर जल में उपस्थित सभी कार्बनिक और अकार्बनिक पदार्थों को मापता है। जल के नमूने का परीक्षण तथा जाँच करने के लिए सेंसर को जल में डुबोया जाता है तथा आउटपुट रीडिंग के लिए OLED Display का उपयोग किया जाता है। पानी के टीडीएस की गणना विद्युत चालकता और तापमान मूल्यों से की जाती है। टीडीएस सेंसर पानी में मौजूद सभी आयनों और उद्धरणों का भी पता लगाता है। टीडीएस सेंसर पानी की चालकता को भी रिकॉर्ड करता है जो शुद्ध पानी खोजने में मदद करता है क्योंकि शुद्ध पानी की चालकता लगभग शून्य होती है।

चित्र 6: टीडीएस सेंसर

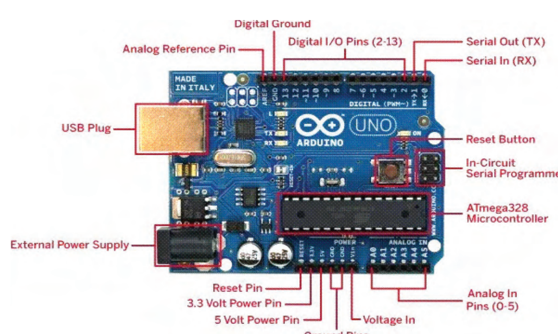
Dissolve Oxygen Sensor:

Dissolve Oxygen Sensor नदी की निगरानी तथा जल की गुणवत्ता की जाँच के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह सेंसर मूल रूप से ऑक्सीकरण–अपचयन प्रक्रिया (चित्र 7) के लिए उपयोग किया जाता है तथा जल के नमूने में Dissolve Oxygen की पुष्टि करता है।

चित्र 7:Arduino के लिए Dissolve Oxygen Sensor

Arduino Uno:

Arduino Uno एक माइक्रोकंट्रोलर बोर्ड है जो ATmega16 microchip (डेटाशीट) पर आधारित है। इसमें 16 डिजिटल इनपुट / आउटपुट पिंस होते हैं। Arduino एनॉलॉग और डिजिटल पिंस को तमंक करता है तथा सेंसर से डाटा लेकर serial monitor या LCD स्क्रीन पर वनजचनज को display करता है।



चित्र 8: Arduino Uno

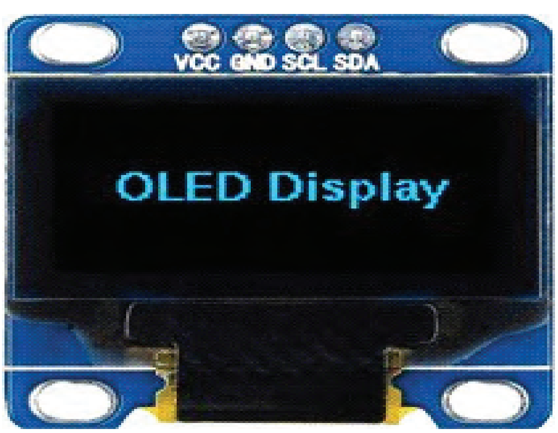
Powerbank:

पावर बैंक में एक 3.6 बोल्ट की लिथियम बैटरी उपस्थित होती है, इसलिए एक विनियमित 5 वोल्ट की बैटरी लगाने के लिए इसमें एक पावर अप–कन्वर्टर होता है। Arduino को पावर बैंक के USB कनेक्शन के साथ बाहर बिजली की आपूर्ति के रूप में संचालित किया जा सकता है।

चित्र 9: Arduino Power के लिए पावर बैंक

OLEDFor Display:

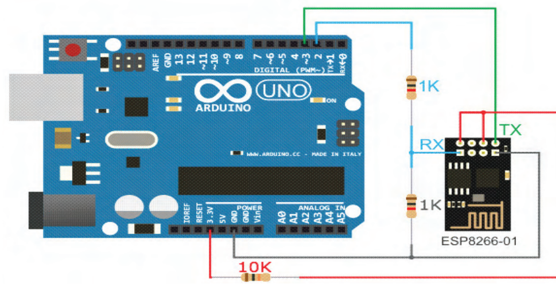
ओ. एल. ई. डी. का तात्पर्य ऑर्गेनिक लाइट एमिटिंग डायोड है। इसका उपयोग डिस्प्ले को इनिशियलाइज़ करने के लिए किया जाता है और आरडीनो, लाइब्रेरीज़ को स्थापित करने के बाद एक निम्न–स्तरीय डिस्प्ले फ़ंक्शन प्रदान करता है।



चित्र 10: Arduino के लिए OLED

Arduino के लिए वाई–फाई मॉड्यूल nodemcu:

ESP8266 एक एकीकृत वाई–फाई सर्किट है जो वायरलेस फिडेलिटी (Wi-Fi) को Arduino बोर्ड को प्रदान करता है। इसका उपयोग इंटरनेट से कनेक्टिविटी के लिए किया जाता है और मॉडल को अधिक कार्यक्षमता प्रदान करता है।



चित्र 11: Arduino Uno के लिए वाई–फाई मॉड्यूल

Buzzer:

बजर एक ऑडियो सिग्नलिंग पीजोइलेक्ट्रिक डिवाइस है। यह Arduino के साथ जुड़ा होता है। एक अलार्म डिवाइस है और उपयोगकर्ता इनपुट की पुष्टि के रूप में उपयोग किया जाता है।

चित्र 12: बजर

प्रारूपिक सिस्टम के कार्य प्रणाली की प्रक्रिया अधोलिखित है :

(i) उपर्युक्त सिस्टम में Arduino Board की कार्य प्रक्रिया और अनुप्रयोगों की टेस्टिंग की गई है। कार्य प्रणाली का प्रसंस्करण Arduino के साथ जुड़ा होता है जहां Atmega16 माइक्रोकंट्रोलर प्रोग्रामिंग कोड के अनुसार काम करता है। उपयोगकर्ता डेटा को सेंसर से अभिगृहीत करता

है और यह दर्शाता है कि इसका उपयोग कैसे किया जाना चाहिए। Arduino के एनालॉग पिंस में सभी सेंसरों की एन्कोडिंग के बाद पिन को कोड में परिभाषित किया गया है। टेस्टिंग के लिए जल के नमूने को फ्लास्क में लिया जाता है और पानी के विभिन्न सैंपल में प्रत्येक सेंसर को उसके पैरामीटर की माप करने के लिए डुबोया जाता है।

(ii) तत्पश्चात Arduino को USB के माध्यम से कंप्यूटर या लैपटॉप से कनेक्ट किया जाता है। USB के द्वारा पोर्ट नंबर का चयन होता है जिसमें की Arduino COM3 की तरह जुड़ा होता है। कोड को संकलित करने के बाद सबमिट पर क्लिक करते हैं। जब कोड प्क्म पर अपलोड किया जाता है तो Arduino IDE में लिखे गए कोड के अनुसार कार्य करता है। उदाहरण के तौर पर वाई–फाई से कनेक्ट करना, सेंसर से डेटा एकत्रित करना, और स्क्रीन पर डेटा को प्रदर्शित करना इत्यादि।

(iii) Arduino ESP8266 वाईफाई मॉड्यूल की सहायता से इंटरनेट से कनेक्ट किया जाता है और कोड को वेबसाइट में डेटा के प्रसंस्करण के माध्यम से लिखा जाता है। जहां मापदंडों के ग्राफ के अनुसार कल्पना की जाती है तथा उस संसाधित डेटा को दिए गए कोड के अनुसार लिखा जाता है तथा कुछ सेकंड बाद दाईं ओर नई वेबसाइट लिखी जाती है। इस प्रकार से एक ग्राफ बनता है फिर विभिन्न मानकों के आधार पर अलग–अलग पानी का परीक्षण परिलक्षित होता है और इंटरनेट के माध्यम से स्क्रीन पर सारे पैरामीटर प्रदर्शित होते हैं। किसी भी वेबसाइट या वेबपेज की मदद से कोई भी यूजर इसे मोबाइल या लैपटॉप पर देख सकता है।

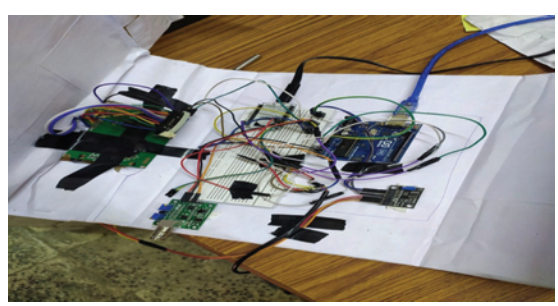
(iv) इस प्रकार इस पोर्टेबल डिवाइस को ऑफलाइन और ऑनलाइन दोनों तरह से प्रयोग किया जा सकता है और पानी के सैंपल के डेटा को तारीख, समय, और स्थान के अनुसार सेव किया जा सकता है।

प्रयोगात्मक स्थापना :

प्रायोगिक सेटअप में, सर्वप्रथम Arduino के 5 वोल्ट आउटपुट पिन का उपयोग सेंसर को पावर देने के लिए किया जाता है तथा Arduino के एनालॉग पिन का उपयोग सेंसर से डेटा ग्रहण करने के लिए किया जाता है। सभी सेंसर को चालित करने के पश्चात एनालॉग पिन को कोड में परिभाषित किया जाता है। यह प्रक्रिया सभी प्रकार के सेंसर के साथ कार्यान्वित की जाती है।

(i) 2 से 3 प्रकार के पानी के सैंपल लेने के पश्चात सेंसर को पानी में डुबोया जाता है और Arduino को लैपटॉप से कनेक्ट करके कोड संकलित करने के बाद अपलोड किया जाता है।

(ii) तत्पश्चात जल के पैरामीटर के परिणाम एलसीडी स्क्रीन, ओएलईडी स्क्रीन और वेबपेज पर प्रदर्शित होंगे। वेब पेज पर परिणाम देखने के लिए Arduino को इंटरनेट से कनेक्ट किया जाता है। यह डेटा प्रसंस्करण उद्देश्यों (चित्र 14) के लिए संग्रहित किया जा सकता है।



चित्र 13: प्रायोगिक सेटअप

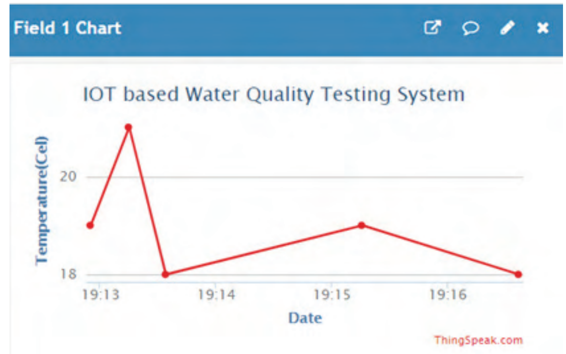
सॉफ्टवेयरः

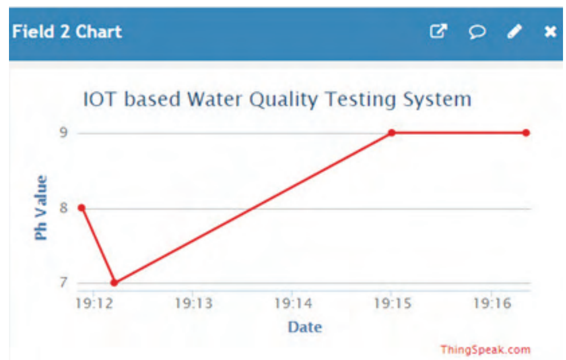
इस परियोजना में Arduino, Integrated Development Environment (IDE) कोडिंग का

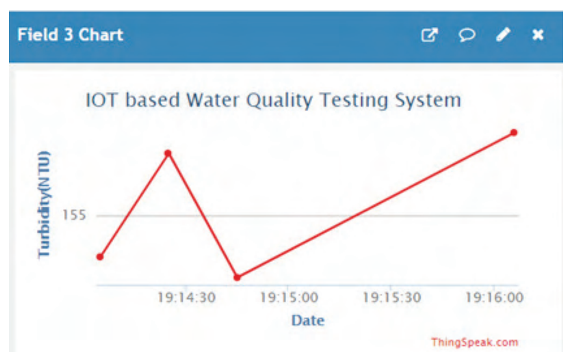
समर्थन करता है। स्रोत कोड C, C ++ और Python प्रोग्रामिंग भाषाओं में किया गया है। यह प्रोग्राम लिखने में आसान है, तथा यूजर इस लैंग्वेज का प्रयोग कर सकते हैं। प्रायोगिक परीक्षण में जल के विभिन्न पैरामीटर को ज्ञात करने के लिए प्रत्येक सेंसर के साथ क्रियान्वित किया जाता है। समीक्षा सेंसर को Arduino बोर्ड के साथ कनेक्ट किया जाता है और USB केबल के माध्यम से Arduino को उप–पोर्ट से जोड़ा जाता है। Arduino बोर्ड प्रकार का चयन करता है और प्क्म पर कोड संकलित किया जाता है, तत्पश्चात कोड को अपलोड किया जाता है। आउटपुट IDE के सीरियल मॉनिटर में प्रदर्शित होता है। उपर्युक्त मानक आउटपुट को OLED डिस्प्ले में सेंसर के साथ प्रदर्शित किया जाता है।

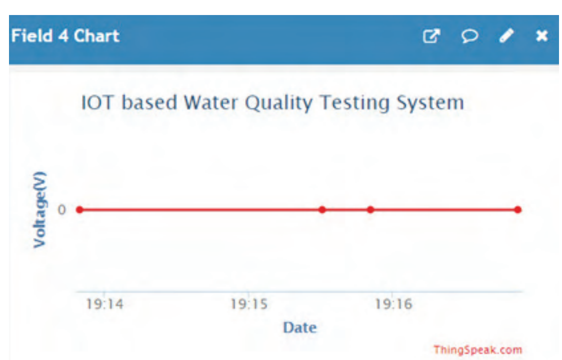
परिणाम विश्लेषणः

विश्लेषण करने पर, जल में सभी सेंसरों का परीक्षण यह देखने के लिए किया जाएगा कि क्या वह पीने योग्य है और उस पानी में सम्मिलित अशुद्धियों की संख्या और गुणवत्ता की पहचान ज्ञात की जा सकेगी। सभी जल सैंपल डेटा की प्रोसेसिंग को वेब पेज की सहायता से किसी भी मोबाइल और लैपटॉप पर देखा जा सकता है तथा साथ ही परिणाम OLED डिस्प्ले और 20X4 एलसीडी स्क्रीन पर भी देखा जा सकता है। ESP8266 ने परिणाम API के माध्यम से THINKSPEAK वैबसाइट पर परिणाम के ग्राफ को प्रदर्शित कर दिया। इस प्रकार इस डिवाइस के माध्यम से ऑफलाइन और ऑनलाइन वेब पर दोनों प्रकार से परिणाम देखे जा सकते है। ऑनलाइन परिणाम को लैपटाप मोबाइल किसी पर भी इंटरनेट से जुड़ी डिवाइस पर आप देख सकते है और इन परिणामों को आगे के लिए स्थान दिनांक के हिसाब से सुरक्षित भी रखा जा सकता है। किसी भी पानी के नमूने का परीक्षण करने में 2 मिनट से कम समय लगता है। कुछ परिणाम स्नैपशॉट में प्रदर्शित किए गए हैं जिन्हें अलग–अलग पानी के नमूनों के साथ लिया गया है। कुछ पानी के नमूनों का चित्रांकन निम्न ग्राफ द्वारा दर्शाया गया है–

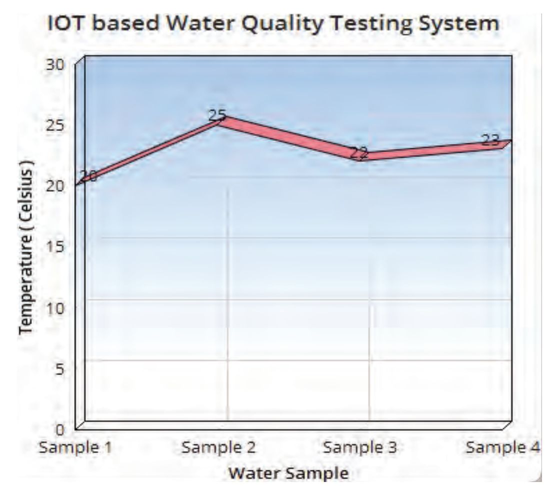


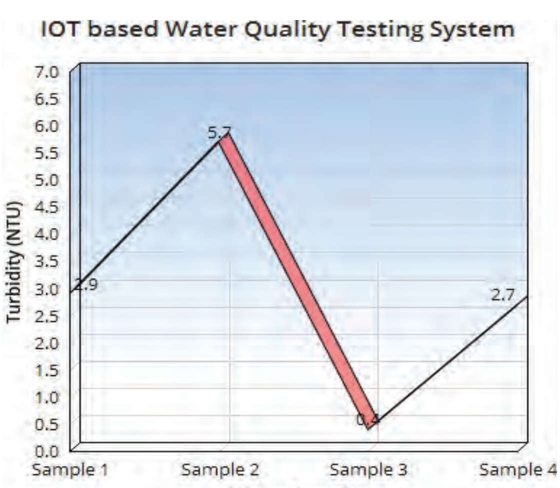


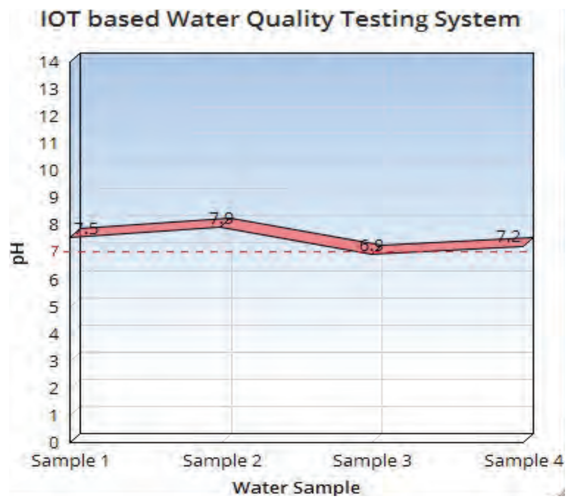


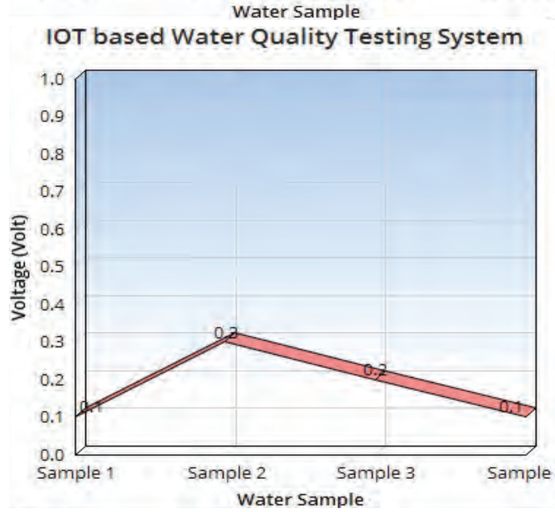


इस सेटअप की मदद से कई पानी के नमूनों का परीक्षण किया जाता है और आसानी से लोगों के लिए सुरक्षित और असुरक्षित पानी के बीच अंतर को माप सकता है। सबसे पहले हमने चार Water Samples लिया, उसके बाद उन Water Samples की Testing (pH, Turbidity, Temperature और Voltage) को मापा। जिसमे चारो Water Samples के pH क्रमशः (7.5, 7.9, 6.9, 7.2), Temperature (Celsius) क्रमशः (20, 25, 22, 23), Turbidity (NTU) क्रमशः (2.9, 5.7, 0.4, 2.7), Voltage (volts) क्रमशः (0.1, 0.3, 0.2, 0.1) हैं, जिसे हमने ग्राफ से भी दिखाया है। कुछ परिणामों के चित्र भी (एलसीडी डिस्प्ले) नीचे दिए गए हैं।

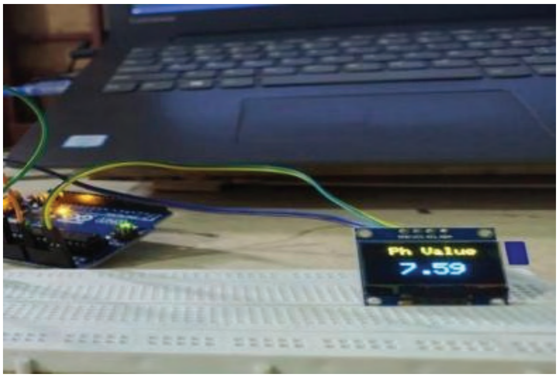


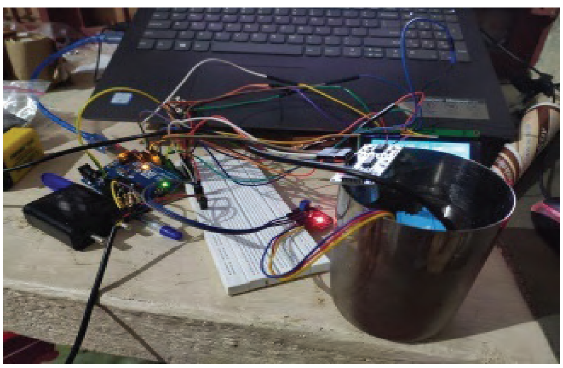






चित्र 14: विभिन्न वॉटर सैंपल्स के मध्य पैरामेट्रिक ग्राफ





चित्र 15: एलसीडी डिस्प्ले पर परिणाम

निष्कर्ष एवं भविष्य में अनुसंधान की संभावनाएं :

अंततः इस पेपर के माध्यम से यह निष्कर्ष निकलता है कि एक पोर्टेबल डिवाइस को डिज़ाइन किया गया है जिसमें पानी की गुणवत्ता के सभी मापदंडों को सीधे सेंसर के माध्यम से पता लगाया जा सकता है और इसके अतिरिक्त, यह डिवाइस जल स्तर के सापेक्ष मूल्य का निर्धारण और सेंसर के माध्यम से पानी की खपत का मूल्यांकन भी करेगी।

उपर्युक्त पेपर के माध्यम से लोगों को इस क्षेत्र में जानकारी प्राप्त करने के लिए समय की बचत होगी। पहले पानी के मापदंडों, टीडीएस को उत्पन्न करने के लिए अलग–अलग सेंसर की आवश्यकता होती थी, लेकिन आजकल कागज के माध्यम से, सभी मापदंडों (भौतिक व रासायनिक) को एक साथ ही प्राप्त किया जा सकता है।

(i) भविष्य में सेंसर अंशांकन और मशीन लर्निंग के उपयोग के साथ अधिक पानी की गुणवत्ता के मापदंडों को भी पाया जा सकता है।

(ii) इस पेपर में IoT, AI और ML की नई तकनीकों की अवधारणा का उल्लेख किया जा सकता है।

(iii) इस पेपर के माध्यम से पानी (पीएच, टीडीएस, और चालकता आदि) से संबंधित मापदंडों का अध्ययन तथा शोध सफलतापूर्वक किया जा सकेगा।

तालिका : 2 शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक तकनीकी हिंदी शब्दावली

Adaptive edge analytics	एडाप्टिव एज एनालिटिक्स
Arduino Uno	आरडीनो यूनो
Belief rule based system	बिलीव रूल बेस्ट सिस्टम
Cloud Computing	क्लाउड कंप्यूटिंग
COM 3	कम्युनिकेशन 3 पोर्ट
Conductivity	चालकता
Deep learning	डीप लर्निंग
Distributed network	वितरित नेटवर्क
Double ring resonator	डबल रिंग गुंजायमान
Embedded system	एंबेडेड सिस्टम
ESP8266 Wi-Fi module	ईएसपी8266 वाईफाई मॉड्यूल
Flow sensor	फ्लो सेंसर
IDE (Integrated Development System)	इंटीग्रेटेड डेवलपमेंट एनवायरनमेंट
IOT (Internet of Things)	इंटरनेट ऑफ थिंग्स
Novel design method	उपन्यास डिजाइन विधि

OLED(Organic Light Emitting Diode) display	ऑर्गेनिक लाइट एमीटिंग डायोड डिस्प्ले
Optimization method	अनुकूलन विधि
Oxygen dissolved sensor	ऑक्सीजन डिजॉल्व सेंसर
Quality	गुणवत्ता
RPI Microcontroller	रास्पबेरी पाई माइक्रो कंट्रोलर
TDS (Total dissolved solids)	टोटल डिसोल्वड सॉलिड्स
Testing	परीक्षण
Turbidity	टर्बिडिटी / गंदगी
Water quality monitoring	जल की गुणवत्ता की निगरानी
Wi-fi module nodemcu	वाईफाई मॉड्यूल नोडिमसीयू
USB (Universal Serial Bus) cabel	यूएसबी यूनिवर्सल सर्विस बस केबल

संदर्भ (References)

[1] Chowdury, M., Emran, T., Ghosh, S., Pathak, A., Alam, M., Absar, N., Andersson, K. and Hossain, M. (2019). IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System. Procedia Computer Science, 155, pp.161-168.

[2] Ramesh, M.V., Nibi, K.V., Kurup, A., Mohan, R., Aiswarya, A., Arsha, A. and Sarang, P.R. (2017). Water quality monitoring and waste management using IoT. IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC) (pp. 1-7).

[3] Mohammadi, Sevda, Anupama Vijaya Nadaraja, Deborah J. Roberts, and Mohammad H. Zarifi (2020). "Real-Time And Hazard-Free Water Quality Monitoring Based On Microwave Planar Resonator Sensor". Sensors and Actuators A: Physical 303: 111663. doi:10.1016/j.sna.2019.111663.

[4] Chen, Yiheng, and Dawei Han. (2018). "Water Quality Monitoring In Smart City: A PilotProject". Automation in Construction 89: 307-316. doi:10.1016/j.autcon.2018.02.008.

[5] Koditala, N. and Pandey, P(2018). Water quality monitoring system using IoT and machine learning. International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering (RICE), (pp. 1-5).

[6] Niswar, M., Wainalang, S., Ilham, A.A., Zainuddin, Z., Fujaya, Y., Muslimin, Z., Paundu, A.W., Kashihara, S. and fall, D., (2018), November. IoT-based water quality monitoring system for soft-shell crab farming. IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS) (pp. 6-9).

[7] Jiang, Jiping, Sijie Tang, Dawei Han, Guangtao Fu, Dimitri Solomatine, and Yi Zheng. (2020). "A Comprehensive Review on the Design and Optimization of Surface Water Quality Monitoring Networks". Environmental Modeling & Software 132: 104792. doi:10.1016/j.envsoft.2020.104792.

[8] Kumar, M.V., and K. Samalla. (2019) "Design and Development of Water Quality Monitoring System in Iot". International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) 7 (5S3), 412-418.

[9] S. Kartakis, W. Yu, R. Akhavan, and J.A. McCann,(2016) " Adaptive Edge Analytics for Distributed Networked Control of Water Systems," First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), Berlin, pp. 72-82, DOI: 10.1109/IoTDI.2015.34.

[10] Madhavireddy, Vennam, and B. Koteswarrao (2018). "Smart Water Quality Monitoring System Using Iot Technology". International Journal of Engineering & Technology 7 (4.36):636.doi:10.14419/ijet.v7i4.36.24214.

[11] Daigavane, V.V., and Gaikwad, M.A. (2017). Water Quality Monitoring System based on IOT. Advances in Wireless and Mobile Communications. ISSN 0973-6972 Volume 10, Number 5 (2017), pp. 1107-1116

[12] Mithila Barabde and Shruti Danve (2015).

Real Time Water Quality Monitoring System. International journal of Innovative Research in Computer and Communication engineering. volume-3, issue-6.

[13] Fawaz Al-Badaii, Mohammad Shuhaimi-Othman, and Muhd Barzani Gasim (2013). July, Water Quality Assessment of the Semenyih River, Selangor, Malaysia. Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry. Volume 2013, Article ID 871056

[14] Taruna Juneja and Alankrita Chaudhary (2013). Assessment of water quality and its effects on the health of residents of Jhunjhunu district, Rajasthan: A cross sectional study. Journal of Public Health and Epidemiology. Vol. 5(4), pp. 186-191. DOI: 10.5897/JPHE12.096

भगवद् गीता से प्रेरित परमाणुविद ओपेनहाइमर

जूलियस रॉबर्ट ओपेनहाइमर (J. Robert Oppenheimer (April 22, 1904 – Feb.18, 1967)) एक सैद्धांतिक भौतिकविद् थे जिन्हें 'एटोमिक बॉम्ब का जनक' भी कहा जाता है। वे द्वितीय विश्वयुद्ध के समय परमाणु बम के निर्माण के लिये आरम्भ की गयी मैनहट्टन परियोजना के वैज्ञानिक निदेशक थे। ओपेनहाइमर ने न्यू मेक्सिको के ट्रिनिटी टेस्ट केंद्र पर 16 जुलाई 1945 को जब सबसे पहले एटोमिक बॉम्ब का विस्फोट देखा तो उन्होंने कहा ,'मुझे हिन्दू शास्त्र भगवद् गीता की वह पंक्ति याद आ रही है जब विष्णु अपना विराट स्वरूप दिखाते हुये अर्जुन को समझा रहे है कि मैं लोकों का नाश करने वाला महाकाल हूँ। और मैं इस समय अधर्म का नाश करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ। ("Now I am become Death, the destroyer of worlds.")

ओपेनहाइमर का यह कथन भगवद् गीता के इस श्लोक की ओर इशारा करता है, जो कहता है –

कालोऽस्मि लोकक्षयकृत्प्रवृद्धो लोकान्समाहर्तुमिह प्रवृत्तः।
ऋतेऽपि त्वां न भविष्यन्ति सर्वे येऽवस्थिताः प्रत्यनीकेषु योधाः।।
भगवद् गीता 11.32।।

भावार्थ – मैं लोकों का नाश करने वाला महाकाल हूं। मैं समस्त लोकों को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूं।

ओपेनहाइमर ने गीता को समझने के लिए संस्कृत की अतिरिक्त शिक्षा ली क्योंकि वह गीता को उसी की भाषा में समझना चाहते थे। उनका जन्म भले ही एक यहूदी परिवार में हुआ था लेकिन भगवद्–गीता के ज्ञान ने उन्हें अपनी ओर आकर्षित कर लिया। ओपेनहाइमर के अनुसार 19वीं शताब्दी में अगर ऐसा कुछ था जो पश्चिम के देश भारत से सीख सकते थे तो यह गीता का अध्ययन था। भारत के महाकव्य महाभारत में ब्रह्मास्त्र का उल्लेख मिलता है जो परमाणु बम के समान ही माना जाता था। उल्लेखनीय रूप से ओपेनहाइमर भी परमाणु के साथ ब्रह्मास्त्र की संभावना पर विश्वास करते थे।

ओपेनहाइमर को गीता पर इतना विश्वास था कि अपने दोस्तों को भी गीता पढ़ने की सलाह देते थे और वे स्वयं गीता की एक प्रति अपने पास रखते थे। फ्रैंकलिन रूज़वेल्ट के दाह संस्कार के दौरान भी उन्होंने गीता के 17वें अध्याय के तीसरे श्लोक को पढ़ा था जिसमें यह लिखा है कि सभी मनुष्योंकी श्रद्धा अन्तःकरण के अनुरूप होती है। मनुष्य श्रद्धामय है। इसलिये जो जैसी श्रद्धावाला है? वही उसका स्वरूप है अर्थात् वही उसकी निष्ठा कृ स्थिति है।

सत्त्वानुरूपा सर्वस्य श्रद्धा भवति भारत।
श्रद्धामयोऽयं पुरुषो यो यच्छ्रद्धः स एव सः।।
भगवद् गीता 17.3।।

भावार्थ : हे भारत ! सभी मनुष्यों की श्रद्धा उनके अन्तःकरण के अनुरूप होती है। यह पुरुष श्रद्धामय है, इसलिए जो पुरुष जैसी श्रद्धावाला है, वह स्वयं भी वही है।।17.3।

ओपेनहाइमर भी महाभारत के अर्जुन की तरह थे जो इतनी बड़ी संख्या में लोगों को नहीं मारना चाहते थे लेकिन युद्ध से नफरत करने वाले व्यक्ति को परिस्थितियों ने परमाणु बम विकसित करने के लिए मजबूर कर दिया था।

ओपेनहाइमर का अमर आत्मा के विचार को न स्वीकार पाना उनके मन में कई सवाल खड़े करता था। उन्हें सदैव यही लगता था कि उनके हाथ उन असंख्य लोगों के रक्त से रंगे है, जो उनके द्वारा निर्मित परमाणु बम से मारे गए थे।

शोध आलेख / **Research Article**

उपयुक्त कार्यशील द्रव जोड़ी का उपयोग करके अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का थर्मोडायनामिक अध्ययन

Thermodynamic Study of Absorption Refrigeration System using Suitable Working Fluid Pair

डॉ. विरांग एच ओझा[1]

Dr. Virang H Oza[1]

[1]Department of Mechanical Engineering,
Shri Labhubhai Trivedi Institute of Engineering and Technology, Rajkot, Gujarat

E-mail: virang_h@rediffmail.com

सारांश

सार. यह लेख पानी–अमोनिया और LiBr-H_2O को शोषक–रेफ्रिजरेंट जोड़ी के रूप में उपयोग करके अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का तुलनात्मक अध्ययन प्रस्तुत करता है। सिस्टम सीओपी और एक्सर्जेटिक दक्षता पर जनरेटर, कंडेनसर और बाष्पीकरण तापमान के प्रभाव का दोनों प्रणालियों का अध्ययन किया हुआ है। बाष्पीकरण तापमान में वृद्धि के साथ, LiBr-H_2O और पानी–अमोनिया दोनों प्रणालियों का COP में वृद्धि होती है, जबकि एक्सर्जेटिक दक्षता कम हो जाती है। वाष्पीकरण तापमान के सभी मूल्यों के लिए पानी–अमोनिया अवशोषण प्रणाली की तुलना में LiBr-H_2O प्रणाली की सीओपी और एक्सर्जेटिक दक्षता अधिक पाई गई। जबकि, पानी–अमोनिया और LiBr-H_2O सिस्टम दोनों के लिए कंडेनसर तापमान में वृद्धि के साथ COP और एक्सर्जेटिक दक्षता दोनों घट जाती है। यह भी कहा जाता है कि कंडेनसर तापमान के सभी मूल्यों के लिए जल–अमोनिया प्रणाली की तुलना में सीओपी और एक्सर्जेट दक्षता दोनों LiBr-H_2O प्रणाली के लिए अधिक हैं। यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि दोनों प्रणालियों के बेहतर प्रदर्शन के लिए कम कंडेनसर और उच्च बाष्पीकरण तापमान बेहतर हैं। लेकिन, अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के विश्लेषण के लिए कंडेनसर तापमान को भारतीय मौसम की स्थिति की ओर देखते हुए 50°C के रूप में चुना जाता है, और थर्मल आराम अनुप्रयोग के लिए 10°C के वाष्पीकरण तापमान के साथ–साथ 0.7 के समाधान ताप विनिमायक की प्रभावशीलता भी होती है। परिणाम दर्शाते हैं कि LiBr-H_2O प्रणाली में क्रमशः 110°C, 120°C, 130°C और 140°C के जनरेटर तापमान पर पानी–अमोनिया प्रणाली की तुलना में 58.76%, 48.27%, 45.81% और 45.87% अधिक सीओपी और 62.90%, 50.61%, 47.35%, और 47.02% उच्च एक्सर्जेट दक्षता है। यह निष्कर्ष निकाला गया है कि प्रदर्शन की तुलना में पानी–अमोनिया प्रणाली की तुलना में LiBr-H_2O प्रणाली आराम अनुप्रयोग के लिए बेहतर विकल्प है।

Abstract

This article presents comparative study of absorption refrigeration system using aqua-ammonia and LiBr-H_2O as absorbent-refrigerant pair. Effect of generator, condenser, and evaporator temperatures on system COP and exergetic efficiency of both the systems are studied. With the increase of evaporator temperature, COP of LiBr-H_2O and

aqua-ammonia both the systems increases, while exergetic efficiency decreases. COP and exergetic efficiency of LiBr-H_2O system found higher compared to aqua-ammonia absorption system for all the values of evaporator temperature. While, COP and exergetic efficiency both decreases with increase in condenser temperature for both aqua-ammonia and LiBr-H_2O systems. It is also said that COP and exergetc efficiency both are higher for the LiBr-H_2O system compared to aqua-ammonia system for all values of condenser temperature. It can be concluded that lower condenser and higher evaporator temperatures are preferable for the better performance of both the systems. It can be concluded that lower condenser and higher evaporator temperatures are preferable for the better performance of both the systems. But, for the analysis of absorption refrigeration system condenser temperature is selected as 50°C looking towards the Indian weather condition, and evaporator temperature of 10°C for the thermal comfort application, as well as effectiveness of solution heat exchanger of 0.7. Results indicate that LiBr-H_2O system has 58.76%, 48.27%, 45.81% and 45.87% higher COP and 62.90%, 50.61%, 47.35%, and 47.02% higher exergetic efficiency as compared to aqua-ammonia system at generator temperature of 110°C, 120°C, 130°C and 140°C respectively. It is concluded that LiBr-H_2O system is the better option for the comfort application as compared to aqua-ammonia system in comparison of the performance.

मुख्य शब्दः अवशोषण प्रशीतन प्रणाली, पानी–अमोनिया, सीओपी, लीथाइम ब्रोमाइड–पानी।

Key words: absorption refrigeration system, aqua-ammonia, COP, LiBr-H_2O.

1. परिचय

वाष्प संपीड़न प्रशीतन प्रणाली बिजली जैसे उच्च ग्रेड ऊर्जा का उपयोग करती है। कुछ रेफ्रिजरेंट जो वर्तमान में वाष्प संपीड़न प्रशीतन चक्र में उपयोग करते हैं, पर्यावरणीय मुद्दों का कारण बनते हैं। शोधकर्ता अवशोषण प्रशीतन प्रणाली पर काम कर रहे हैं जो सौर ऊर्जा, अपशिष्ट ताप आदि जैसे निम्न ग्रेड ऊर्जा का उपयोग करती है। हालांकि, वाष्प अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की तुलना में अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में कम सीओपी होता है। इसलिए, शोधकर्ता और इंजीनियर अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए काम कर रहे हैं। यह खंड कुछ शोधकर्ताओं के काम को प्रस्तुत करता है जिन्होंने अवशोषण प्रशीतन प्रणाली पर काम किया है।

दूसरे नियम के विश्लेषण पर आधारित अवशोषण प्रशीतन प्रणाली को।चीवतदतंजंदं ंदक म्ंउमे (1) द्वारा प्रस्तुत किया गया था। LiBr समाधान की एन्ट्रापी की गणना की एक नई विधि प्रस्तुत की गई थी। उनके मॉडल द्वारा प्राप्त परिणामों की तुलना साहित्य के परिणामों से की गई। प्रदर्शन की भविष्यवाणी के संदर्भ में, पहली प्राथमिकता बाष्पीकरण करने वाले और दूसरी अवशोषक को दी गई थी। सिस्टम के प्रदर्शन को परिभाषित करने के लिए समाधान परिसंचरण अनुपात का मुख्य योगदान है। विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा दो प्रकार के समाधान जोड़े का उपयोग किया गया था, अर्थात् LiBr-H_2O और पानी–अमोनिया सिस्टम के प्रदर्शन और विभिन्न ऑपरेटिंग मापदंडों के लिए उनके अध्ययन का पता लगाने के लिए [2–5]। यह निष्कर्ष निकाला गया कि पानी–अमोनिया प्रणाली मुख्य रूप से प्रशीतन प्रणाली के लिए उपयोग की जाती है और LiBr-H_2O प्रणाली आराम थर्मल सिस्टम के लिए उपयोग की जाती है। NH3/$LiNO_3$, NH3/

$LiNO_3+H_2O$, NH_3/NaSCN और H_2O/LiCl [6-10] का उपयोग करके सिस्टम के प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए कई अध्ययन किए गए। भूतापीय ऊर्जा में एक संयुक्त अवशोषण/संपीड़न प्रशीतन प्रणाली (11) में उपयोग करने की क्षमता भी है। R134a का उपयोग संपीड़न प्रणाली में रेफ्रिजरेंट के रूप में किया गया था, जबकि पानी–अमोनिया को अवशोषण प्रणाली में शोषक–रेफ्रिजरेंट जोड़ी के रूप में इस्तेमाल किया गया था। उनके परिणामों से पता चला कि वर्तमान कार्यशील तरल पदार्थ पर्यावरण ीय मुद्दों को कम करने के लिए सिस्टम का बेहतर प्रदर्शन प्रदान करते हैं। ऊर्जा और एन्ट्रापी पीढ़ी पर आधारित थर्मोडायनामिक विश्लेषण Kaynakli and Yamankaradeniz [12] द्वारा प्रस्तुत किया गया था। यह निष्कर्ष निकाला गया कि सिस्टम का सबसे अच्छा सीओपी अवशोषक और कंडेनसर तापमान के कम मूल्य, बाष्पीकरण के उच्च मूल्य और जनरेटर तापमान पर पाया गया। परिणामों से पता चला कि जनरेटर अधिकतम एन्ट्रापी उत्पादन प्रदान करता है और आरएचई, पंप और विस्तार वाल्व में न्यूनतम एन्ट्रापी पीढ़ी होती है। Mohtaram et al. [13] $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का अध्ययन किया। आवश्यक ऊर्जा की आपूर्ति भाप द्वारा 100°C पर 1 ंजउ दाब पर की जाती थी। अवशोषक में अधिकतम ऊर्जा विनाश पाया गया। Banu et al. [14] सौर ऊर्जा का उपयोग करते हुए $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया। सीओपी पर विभिन्न ऑपरेटिंग मापदंडों के प्रभाव, परिसंचरण अनुपात और दक्षता अनुपात का अध्ययन किया गया। कंडेनसर और अवशोषक तापमान के उच्च मूल्य और जनरेटर और बाष्पीकरण तापमान के कम मूल्य पर जनरेटर और अवशोषक थर्मल लोड अधिक था। Kilic और Ipek [15] ने $LiBr-AL_2O_3$/ पानी नैनोफ्लुइड के साथ सौर ऊर्जा के उपयोग के साथ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का विश्लेषण किया। गर्मी हस्तांतरण दर में सुधार के लिए नैनो द्रव का उपयोग किया जाता है। उनके अध्ययन में जनरेटर में गर्मी प्रदान करने के लिए फ्लैट प्लेट सोलर कलेक्टर का उपयोग किया गया था। उच्चतम सीओपी 0.86 के रूप में 85°C जनरेटर तापमान पर 0.1% नैनोकणों की एकाग्रता में पाया गया था।

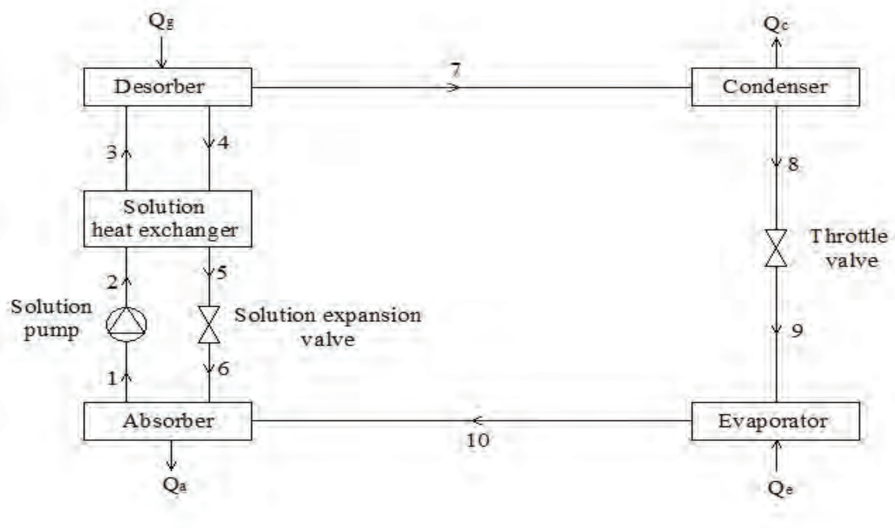
साहित्य के आधार पर, यह देखा जा सकता है कि शोधकर्ता और इंजीनियर अवशोषण प्रशीतन प्रणाली, इसके प्रदर्शन में सुधार और उनकी ऊर्जा और ऊर्जा विश्लेषण पर काम कर रहे हैं। कई शोधकर्ताओं ने अलग–अलग शोषक–रेफ्रिजरेंट जोड़ी खोजने के लिए भी काम किया है। लेकिन सबसे उपयुक्त जोड़ी एक्वा–अमोनिया और $LiBr-H_2O$ है। इसलिए, वर्तमान अध्ययन $LiBr-H_2O$ और पानी–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के तुलनात्मक अध्ययन से संबंधित है।

2 अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का सैद्धांतिक मॉडल

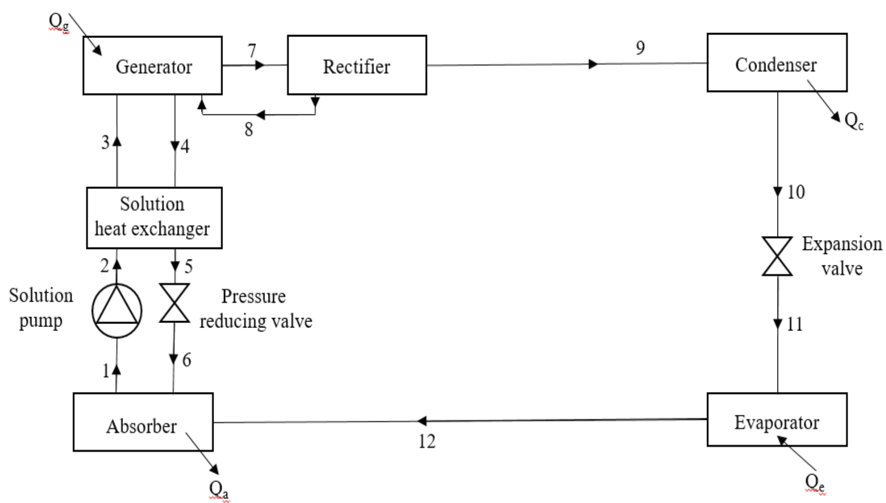
2.1 सिस्टम विवरण

चित्र 1 $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के योजनाबद्ध आरेख को चित्रित करता है। इसी तरह, चित्र 2 पानी–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली को दर्शाता है। वाष्प संपीड़न प्रशीतन प्रणाली में मुख्य घटकों के रूप में कंप्रेसर, कंडेनसर, विस्तार वाल्व और बाष्पीकरण होता है। अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में कंप्रेसर को अवशोषक, पंप और जनरेटर द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। समाधान हीट एक्सचेंजर का उपयोग सिस्टम के प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में किया जाता है। $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में, LiBr का उपयोग शोषक के रूप में और H_2O को रेफ्रिजरेंट के रूप में किया जाता है। जबकि, पानी–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में, एक्वा का उपयोग शोषक के रूप में और अमोनिया को रेफ्रिजरेंट के रूप में किया जाता है। चूंकि $LiBr-H_2O$ प्रणाली में पानी का उपयोग रेफ्रिजरेंट के रूप में किया जाता है, इसलिए एयर कंडीशनिंग अनुप्रयोग

के लिए वर्तमान अध्ययन किया जाता है।



चित्र 1 $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का योजनाबद्ध आरेख



चित्र 2 जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का योजनाबद्ध आरेख

पानी–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली को अतिरिक्त रूप से रेक्टिफायर की आवश्यकता होती है, जिसे जनरेटर के बाद रखा जाता है। यह चित्र 1 में नहीं दिखाया गया है। $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में दिष्टकारी की आवश्यकता नहीं है। जबकि, पानी–अमोनिया रेफ्रिजरेशन सिस्टम में रेक्टिफायर की आवश्यकता होती है, जिसे चित्र 2 में दिखाया गया है। पानी–अमोनिया अवशोषण रेफ्रिजरेशन सिस्टम में रेक्टिफायर की आवश्यकता होती है, क्योंकि सिस्टम में सामान्य क्वथनांक तापमान अंतर 200°C से कम होता है।

2.2 शासी समीकरण

यह लेख $LiBr\text{-}H_2O$ के साथ–साथ पानी–अमोनिया को कार्यशील द्रव जोड़ी के रूप में उपयोग करके 1 TR अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का अध्ययन प्रस्तुत करता है। प्रणाली के लिए एक पूर्ण गणितीय मॉडल तैयार किया जाता है। निम्नलिखित मान्यताओं पर विचार करके सिस्टम के सीओपी को खोजने के लिए वर्तमान कार्य किया जाता है।

- कंडेनसर और बाष्पीकरणकर्ता से निकलने वाला रेफ्रिजरेंट अपने–अपने तापमान पर संतृप्त होता है।
- अमीर और गरीब घोल क्रमशः अवशोषक और जनरेटर को उनके संबंधित तापमान पर छोड़ते हैं।
- पाइपों और सिस्टम घटकों में दबाव ड्रॉप की उपेक्षा की जाती है।
- अवशोषक तापमान कंडेनसर तापमान के समान होता है।
- रेफ्रिजरेंट एक्वा–अमोनिया अवशोषण रेफ्रिजरेशन सिस्टम में रेक्टिफायर के आउटलेट पर शुद्ध वाष्प है।
- समाधान पंप दक्षता 100% है।

तालिका 1 अवशोषण प्रशीतन प्रणालियों का गणितीय समीकरण

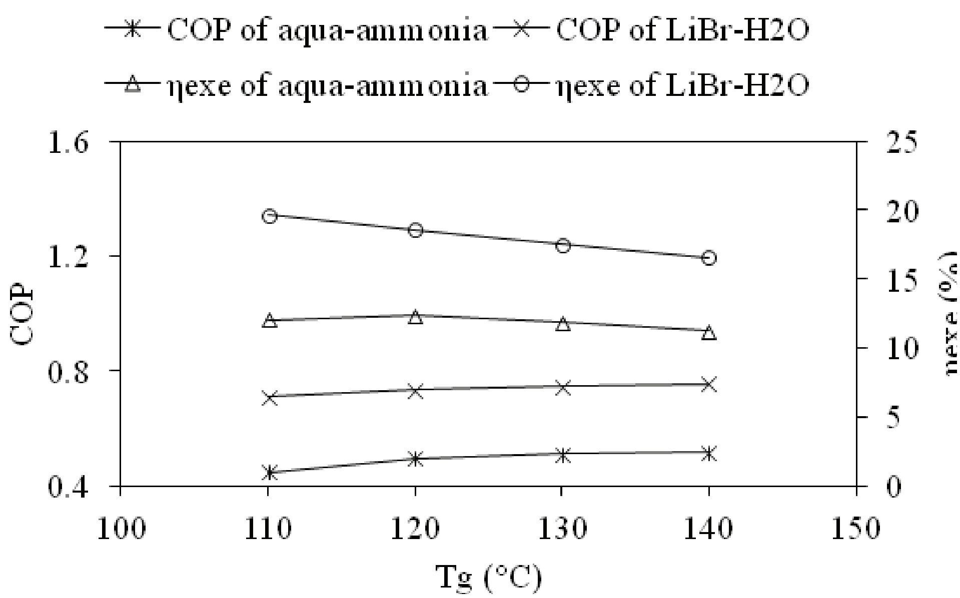
विशेष	$LiBr\text{-}H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली	जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली
द्रव्यमान संतुलन	$\sum \dot{m} = 0$	$\sum \dot{m} = 0$
सर्द द्रव्यमान संतुलन	$\sum \dot{m}x = 0$	$\sum \dot{m}x = 0$
संघनित्र में ऊर्जा संतुलन	$q_c = \dot{m}_7 (h_7 - h_8)$	$q_c = \dot{m}_9 (h_9 - h_{10})$
थ्रॉटल वाल्व में ऊर्जा संतुलन	$h_9 = h_8$	$h_{11} = h_{10}$
बाष्पीकरण में ऊर्जा संतुलन	$q_e = \dot{m}_9 (h_{10} - h_9)$	$q_e = \dot{m}_{11} (h_{12} - h_{11})$
अवशोषक में ऊर्जा संतुलन	$q_a = \dot{m}_{10}h_{10} + \dot{m}_6 h_6 - \dot{m}_1 h_1$	$q_a = \dot{m}_{12}h_{12} + \dot{m}_6 h_6 - \dot{m}_1 h_1$
समाधान विस्तार वाल्व में ऊर्जा संतुलन	$h_6 = h_5$	$h_6 = h_5$
डिसोर्बर/जनरेटर में ऊर्जा संतुलन	$q_g = \dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_7 h_7 - \dot{m}_3 h_3$	$q_g = \dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_7 h_7 - \dot{m}_3 h_3$

समाधान हीट एक्सचेंजर की प्रभावशीलता	$\varepsilon_{she} = \frac{T_4 - T_5}{T_4 - T_2}$	$\varepsilon_{she} = \frac{T_4 - T_5}{T_4 - T_2}$
समाधान हीट एक्सचेंजर में ऊर्जा संतुलन	$\dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_5 h_5 + \dot{m}_3 h_3$	$\dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_5 h_5 + \dot{m}_3 h_3$
सीओपी	$COP = \frac{q_e}{q_g + W_p}$	$COP = \frac{q_e}{q_g + W_p}$
अत्यधिक दक्षता	$\eta_{exe} = \frac{-q_e \times \left(1 - \frac{T_0}{T_e}\right)}{\left(q_g \times \left(1 - \frac{T_0}{T_g}\right)\right) + W_p}$	$\eta_{exe} = \frac{-q_e \times \left(1 - \frac{T_0}{T_e}\right)}{\left(q_g \times \left(1 - \frac{T_0}{T_g}\right)\right) + W_p}$

क्रमशः LiBr-H_2O और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के लिए चित्र 1 और 2 में उल्लिखित स्टेट बिंदुओं के अनुसार EES सॉफ़्टवेयर (16) का उपयोग करके एक पूर्ण गणितीय मॉडल तैयार किया जाता है। तालिका 1, चित्र 1 और 2 में उल्लिखित स्टेट पॉइंट्स के अनुसार लिथियम ब्रोमाइड–पानी और पानी–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली दोनों के लिए उपयोग किए जाने वाले द्रव्यमान संतुलन, ऊर्जा संतुलन, सीओपी और अत्यधिक दक्षता समीकरण दिखाती है।

3। परिणाम और चर्चा

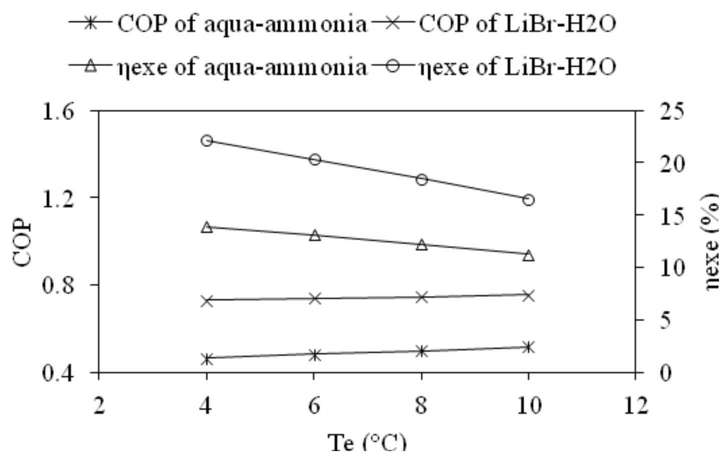
वर्तमान अध्ययन LiBr-H_2O और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के प्रदर्शन की तुलना से संबंधित है। वर्तमान अध्ययन 5°C के अंतराल पर 35°C से 50°C की सीमा में कंडेनसर तापमान पर, 2°C के अंतराल पर 4°C से 10°C के बीच वाष्पीकरण तापमान और जनरेटर तापमान पर किया जाता है। 10°C के अंतराल पर 110°C से 140°C की सीमा में। अवशोषक तापमान को कंडेनसर तापमान के समान माना जाता है। भारतीय मौसम की स्थिति को देखते हुए कंडेनसर तापमान रेंज का चयन किया जाता है, थर्मल आराम अनुप्रयोग के आधार पर बाष्पीकरण तापमान का चयन किया जाता है, साथ ही पिछले साहित्य के लिए जनरेटर तापमान की संभावित सीमा का चयन किया जाता है। समाधान हीट एक्सचेंजर की प्रभावशीलता को 0.7 माना जाता है। जब अवशोषण प्रणाली के प्रदर्शन पर जनरेटर तापमान के प्रभाव का अध्ययन किया जाता है, तो भारतीय मौसम की स्थिति के अनुसार कंडेनसर तापमान को 50°C के रूप में स्थिर रखा जाता है और एयर कंडीशनिंग तापमान के लिए वाष्पीकरण तापमान 10°C के रूप में स्थिर रखा जाता है।



चित्र 3 सीओपी की विविधता और जनरेटर तापमान के साथ अत्यधिक दक्षता

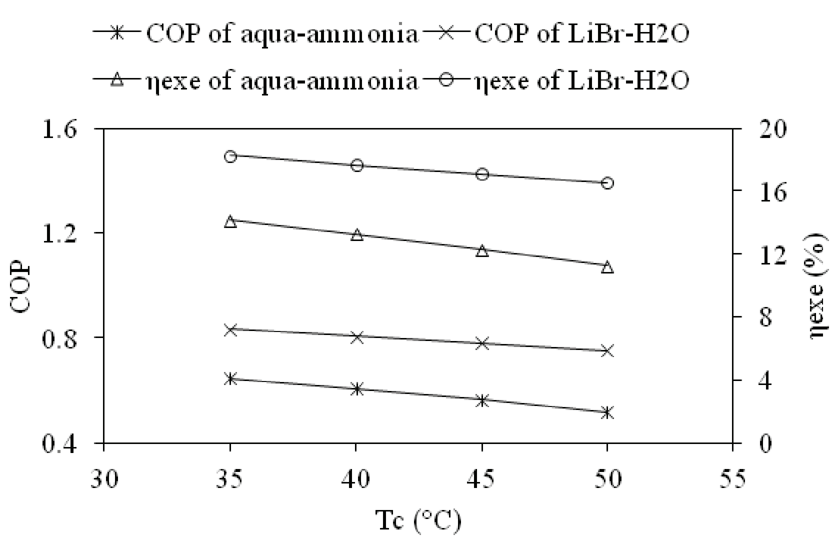
चित्र 3 सीओपी पर जनरेटर के तापमान के प्रभाव और काम कर रहे द्रव जोड़ी के रूप में $LiBr-H_2O$ और पानी–अमोनिया के उपयोग के साथ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की अत्यधिक दक्षता को दर्शाता है। यह देखा गया है कि जनरेटर के तापमान में वृद्धि के साथ सीओपी बढ़ता है। यह भी देखा गया है कि एक्वा–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की बाहरी दक्षता पहले बढ़ जाती है और फिर घट जाती है, और $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली जनरेटर तापमान में वृद्धि के साथ घट जाती है। एक ही कंडेनसर और बाष्पीकरण तापमान के लिए जैसे जनरेटर का तापमान बढ़ता है degasing रेंज बढ़ जाती है इसलिए समृद्ध समाधान परिसंचरण कम हो जाता है, जो अंततः सिस्टम के COP को बढ़ाता है। यह भी देखा गया है कि, $LiBr-H_2O$ अवशोषण प्रशीतन प्रणाली का COP जनरेटर तापमान के सभी मूल्यों के लिए अन्य सभी ऑपरेटिंग मापदंडों पर जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की तुलना में अधिक है। यह भी देखा गया है कि जनरेटर के तापमान में वृद्धि के साथ, अन्य सभी ऑपरेटिंग मापदंडों पर पंप का काम कम हो जाता है।

चित्र 4 सीओपी पर बाष्पीकरण तापमान के प्रभाव और $LiBr-H_2O$ और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली दोनों के लिए जनरेटर तापमान के निश्चित मूल्य के लिए 140°C और कंडेनसर तापमान के निश्चित मूल्य 50°C के लिए बाहरी दक्षता के प्रभाव को दर्शाता है। यह दर्शाता है कि बाष्पीकरण तापमान में वृद्धि के साथ सिस्टम का COP बढ़ता है, जबकि एक्सर्जेट दक्षता कम हो जाती है। बाष्पीकरण तापमान अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के कम दबाव को प्रभावित करता है। बाष्पीकरण तापमान में वृद्धि के साथ, समृद्ध समाधान एकाग्रता बढ़ जाती है जो समाधान परिसंचरण दर को कम करती है और गिरावट सीमा को बढ़ाती है। यह जनरेटर और अवशोषक पर थर्मल लोड में कमी का कारण बनता है जो उच्च सीओपी सुनिश्चित करता है।

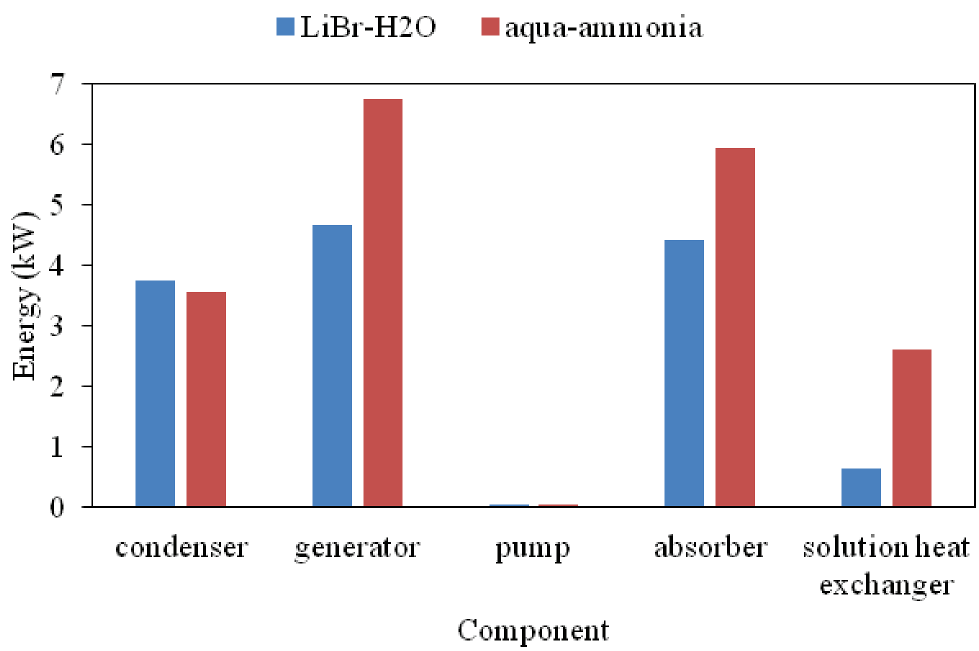


चित्र 4 सीओपी और एक्सर्जेटिक दक्षता पर बाष्पीकरण तापमान का प्रभाव

चित्र 5 सीओपी पर कंडेनसर तापमान के प्रभाव और $LiBr-H_2O$ और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली दोनों के लिए 140°C के जनरेटर तापमान के निश्चित मूल्य और 10°C के बाष्पीकरण तापमान के निश्चित मूल्य के लिए दक्षता के प्रभाव को दर्शाता है। यह इंगित करता है कि कंडेनसर तापमान में वृद्धि के साथ और सीओपी और एक्सर्जेट दोनों दक्षता कम हो जाती है। कंडेनसर तापमान अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के उच्च दबाव को प्रभावित करता है। कंडेनसर तापमान में वृद्धि के साथ, कंडेनसर को छोड़ने वाली संतृप्ति तरल थैलीपी बढ़ जाती है, यह अंततः समान क्षमता के लिए बाष्पीकरण के माध्यम से सर्द के द्रव्यमान प्रवाह दर में वृद्धि करता है। कंडेनसर तापमान में वृद्धि के साथ, जनरेटर का दबाव भी बढ़ जाता है, जिसके परिणामस्वरूप कमजोर समाधान की उच्च सांद्रता होती है। यह जनरेटर के माध्यम से समाधान परिसंचरण को बढ़ाता है जो अंततः जनरेटर को आपूर्ति की जाने वाली गर्मी को बढ़ाता है और इस प्रकार यह उच्च कंडेनसर तापमान पर कम सीओपी की ओर जाता है।



चित्र 5 सीओपी और अत्यधिक दक्षता पर कंडेनसर तापमान का प्रभाव



चित्र 6 LiBr-H_2O और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की तुलना

चित्र 6 LiBr-H_2O और जल–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली में विभिन्न ऊर्जा की तुलना दिखाता है। LiBr-H_2O अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के लिए ऊर्जा इनपुट 2.109 kW कम है, जो 140°C जनरेटर तापमान पर अन्य सभी ऑपरेटिंग मापदंडों के लिए एक्वा–अमोनिया अवशोषण प्रशीतन प्रणाली की तुलना में कम है। यह भी देखा जा सकता है कि दोनों प्रणालियों के लिए आवश्यक पंप का काम बहुत कम है, लेकिन LiBr-H_2O प्रणाली के लिए यह पानी–अमोनिया प्रणाली की तुलना में बहुत कम है।

4. निष्कर्ष

वर्तमान अध्ययन पानी–अमोनिया और LiBr-H_2O को शोषक–रेफ्रिजरेंट जोड़ी के रूप में उपयोग करके अवशोषण प्रशीतन प्रणाली के तुलनात्मक अध्ययन से संबंधित है। चयनित ऑपरेटिंग पैरामीटर 50°C के कंडेनसर और अवशोषक तापमान, 10°C के वाष्पीकरण तापमान, और 0.7 के समाधान ताप विनिमायक की प्रभावशीलता हैं। सीओपी पर जनरेटर, कंडेनसर और बाष्पीकरण तापमान के प्रभाव और सिस्टम की बाहरी दक्षता का अध्ययन किया जाता है। यह देखा गया है कि दोनों प्रणालियों के लिए जनरेटर तापमान में वृद्धि के साथ सीओपी बढ़ता है। यह निष्कर्ष निकाला गया है कि कम दबाव अनुपात में अवशोषण प्रशीतन प्रणाली बेहतर प्रदर्शन प्रदान करती है। परिणाम दर्शाते हैं कि LiBr-H_2O प्रणाली में क्रमशः 110°C, 120°C, 130°C और 140°C के जनरेटर तापमान पर एक्वा–अमोनिया सिस्टम की तुलना में 62.9%, 50.61%, 47.35% और 47.02% अधिक एक्सर्जेटिक दक्षता है। कंडेनसर और बाष्पीकरण करने वाले तापमान का निश्चित मान क्रमशः 50°C और 10°C है। यह भी देखा गया है कि LiBr-H_2O अवशोषण प्रणाली सीओपी और एक्सर्जेटिक दक्षता दोनों के मामले में जल–अमोनिया प्रणाली की तुलना में बेहतर है। साथ ही LiBr-H_2O प्रणाली में ऊर्जा इनपुट की आवश्यकता जल–अमोनिया प्रणाली की तुलना में कम है।

शब्दावली

COP	प्रदर्शन के गुणांक
h	तापीय धारिता (kJ/kg)
$\dot{m}$	सामूहिक प्रवाह दर (kg/s)
q	गर्मी की दर (kW)
SHE	समाधान हीट एक्सचेंजर
T	तापमान (ºC)
T_0	परिवेश का तापमान (°C)
x	अमोनिया द्रव्यमान अंश (kg/kg of solution)
η	दक्षता
W_p	पंप का काम (kW)
सबस्क्रिप्ट	
a	अवशोषक
c	कंडेनसर
e	बाष्पीकरण करनेवाला
exe	ऊर्जावान
g	जेनरेटर

References :

[1] S.Aphornratana, and I. W. Eames, "Thermodynamic analysis of absorption refrigeration cycles using the second law of thermodynamics method," *International Journal of Refrigeration,* **4**, 244-252 (1995).

[2] A. T. Bulgan, "Use of low temperature energy sources in aqua-ammonia absorption refrigeration systems," *Energy Conversion and Management*, **38**, 1431-1438 (1997).

[3] S. Du et al., "Experimental studies on an air-cooled two-stage NH_3-H_2O solar absorption air-conditioning prototype," *Energy*, **45**, 581-587 (2012).

[4] K. Cezar et al., "Flow control for absorption chillers using the pair H_2O/LiBr driven in recirculation pumps of low power," *IEEE Lat. Am. Trans.*, **14**, 1624-1629, (2016).

[5] S. Du, and R. Z. Wang, "A unified single stage ammonia-water absorption system configuration with producing best thermal efficiencies for freezing, air-conditioning and space heating applications," *Energy*, **174**, 1039-1048 (2019).

[6] S. Libotean et al., "Vapor-liquid equilibrium of ammonia + lithium nitrate + water and ammonia + lithium nitrate solutions from (293.15 to 353.15) K," *J. Chem. Eng. Data*, **52**, 1050-1055 (2007).

[7] S. Libotean et al., "A. Densities, viscosities, and heat capacities of Ammonia + Lithium Nitrate and Ammonia + Lithium Nitrate + Water Solutions between (293.15 and 353.15) K," *J. Chem. Eng.*, 2383-2388 (2008).

[8] C. Oronel et al., "Performance comparison of a bubble absorber with Ammonia/ Lithium Nitrate and Ammonia/(Lithium Nitrate+Water) for Absorption Chillers," *In Proceedings of the International Sorption Heat Pump Conference*. Padua, Italy, 6–8 April (2011).

[9] L. Farshi, and S. Asadi, "Ammonia lithium nitrate and ammonia sodium thiocyanate double effect absorption refrigeration systems: Thermodynamic analysis," A*ppl. Therm. Eng.*, **138**, 374-385 (2018).

[10] J. Cerezo et al., "Dynamic simulation of an absorption cooling system with different working mixtures," *Energies*, **11**, (2018).

[11] L. Kairouani, and E. Nehdi, "Thermodynamic analysis of an absorption/compression refrigeration system using geothermal energy," A*merican Journal of Applied Sciences*, **2**(5), 914-919 (2005).

[12] O. Kaynakli, and R. Yamankaradeniz, "Thermodynamic analysis of absorption refrigeration system based on entropy generation," *Current Science*, **92**(4), 473-479 (2007).

[13] S. Mohtaram et al., "A study on an absorption refrigeration cycle by exergy analysis approach," *9th International Conference on Environmental Science and Technology*, (2018) [doi: 10.1088/1755-1315/182/1/012021].

[14] P. S. Arshi Banu et al., "Parametric behavior of vapour absorption cooling system using H_2O-LiBr as working fluid for solar energy applications," *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, **9**(13), 1537-1548 (2018).

[15] B. Kilic, and O. Ipek, "Thermodynamic analysis of absorption cooling system with LiBr-AL_2O_3/ water nanofluid using solar energy," *Thermal Science*, (2020) [doi:https://doi.org/ 10. 2298/ TSCI 200817340K].

[16] S.A. Klein, EES- Engineering Equation Solver, *F-Chart Software*, 1992-2003.

शोध आलेख / **Research Article**

मानेट में स्थान और प्राप्त सिग्नल शक्ति आधारित ऊर्जा कुशल मार्ग चयन

Location and Received Signal Strength based Energy Efficient Route Selection in MANET

शिफा मनिहार[1], संदीप राय[2]

Shifa Manihar[1], Sandeep Rai[2]

[1]UIT RGPV, Bhopal, 462033, M.P.

[2]LNCT, Bhopal, 462037, M.P.

[1]shifa27manihar@gmail.com, [2]sandtec@gmail.com

सारः

मोबाइल तदर्थ नेटवर्क जंगम नोड्स का एक समूह है जो आपसी प्रयास से अस्थायी आधारिक संरचना रहित टोपोलॉजी बनाता है। नोड्स या डिवाइस रेडियो रेंज, इंटरमीडिएट डिवाइस और सिग्नल स्ट्रेंथ बेस्ड मैकेनिज्म के जरिए एक–दूसरे से संवाद करते हैं। मोबाइल डिवाइस सीमित ऊर्जा के साथ काम करते हैं क्योंकि मोबाइल डिवाइस में बैटरी होती है जो केवल डिवाइस को सक्रिय करने में मदद करती है। पिछले संबंधित काम में, कई शोधकर्ताओं ने ऊर्जा खपत रूटिंग (ईसीआर), मैक्स–मिन बैटरी कॉस्ट रूटिंग (एमएमबीसीआर) और कई अन्य तकनीकों का उपयोग करके नेटवर्क लाइफ टाइम बढ़ाया। इस पेपर में सिग्नल स्ट्रेंथ बेस्ड, ट्रांसमिशन पावर रिक्वायरमेंट बेस्ड और लोकेशन बेस्ड एप्रोच को लागू किया गया है जो कम ओवरहेड के साथ नेटवर्क की विश्वसनीयता बढ़ाने में मदद करता है। सापेक्ष समन्वय आधारित तंत्र के माध्यम से नोड स्थानों का पता लगाया जाता है। सिग्नल की शक्ति नोड्स के स्थान के व्युत्क्रमानुपाती होती है। इसका मतलब है कि यदि नोड स्थान निकट है तो सिग्नल की शक्ति अधिक है, और यदि नोड का स्थान दूर है तो सिग्नल की शक्ति कम है। स्रोत से रिसीवर पथ का चयन निकट नोड और उच्च सिग्नल शक्ति और कम संचरण शक्ति के आधार पर किया जाता है, जो नेटवर्क के प्रदर्शन को बढ़ाता है।

प्रस्तावित कार्य नेटवर्क सिम्युलेटर–2 के माध्यम से सिम्युलेटेड है। सिम्युलेटेड परिणाम उच्च डेटा भेजता है और दर प्राप्त करता है और नेटवर्क की अवशिष्ट ऊर्जा, प्रत्येक नोड की सिग्नल शक्ति प्राप्त करने और प्रत्येक असतत समय अंतराल में नोड स्थान की गणना भी करता है।

ABSTRACT:

Mobile ad-hoc network is a grouping of movable nodes whose mutual effort creates the temporary infrastructure less topology. Nodes or devices communicate each other through radio range, intermediate devices and signal strength based mechanism. Mobile devices work with limited energy because mobile device contain battery that helps only to activate the devices. In previous related work, number of researcher enhanced the network life time by deploying energy consumption routing (ECR), Max-Min Battery cost routing (MMBCR) and many more techniques. In this paper, signal strength, transmission power requirement and location based approach is applied that helps to increase the reliability of the network with low overhead. Node locations are calculated through relative coordinate based mechanism. Signal strength is inversely proportional to location of nodes. It means signal strength is higher if node location is near, and on the other end, lower is the signal strength if far is the location of the node. Source to receiver path are selected on the basis of near node and higher signal strength and low transmission power, which increase the network performance in every aspect of network parameters.

The proposed work is simulated through network simulator -2. Simulated result gives the higher data sends and receives rate and also calculates energy used, residual energy of network, receiving signal strength of each node, and node location in every discrete time interval.

प्रमुख शब्दः एमएमबीसीआर, ईसीआर, आर एस एस, स्थान, ट्रांसमिशन पावर, अवशिष्ट ऊर्जा।

Keyword: MMBCR, ECR, RSS, Location, Transmission Power, Residual Energy

1. परिचय

जब अलग–अलग नोड्स कुछ एडहॉक समय के लिए मनमाने ढंग से इकट्ठा होते हैं, तो यह एडहॉक नेटवर्क का गठन करता है। ऐसे सस्ते, छोटे और अधिक शक्तिशाली नोड्स के प्रसार के कारण मानेट सबसे तेजी से बढ़ता नेटवर्क साबित होता है। एक मोबाइल एड–हॉक नेटवर्क (मानेट) एक प्रकार का वायरलेस एड–हॉक नेटवर्क है, जिसमें फिक्स्ड इन्फ्रास्ट्रक्चर नहीं होता है और इसमें मनमाना टोपोलॉजी और मोबिलिटी होती है। लचीलेपन की इसकी मूलभूत विशेषता, कोई उचित बुनियादी ढाँचा, अंतर, ऑटो–कॉन्फ़िगरेशन, सस्ते और अभूतपूर्व अनुप्रयोगों ने आगामी कंप्यूटिंग प्रतिमानों में इसकी तैनाती में योगदान दिया है। चूंकि इसे नोड गतिशीलता की विशेषता के साथ रखा गया है, नेटवर्क टोपोलॉजी एक अभूतपूर्व और लगातार तरीके से समय बीतने के साथ भिन्न होती है, इस प्रकार संदेश मार्ग विकेन्द्रीकृत परिदृश्य में अड़चन के रूप में कार्य करता है। कुछ उदाहरण जो एडहॉक नेटवर्क की सुविधा का उपयोग करते हैं, उनमें एक इंटरैक्टिव व्याख्यान में छात्र शामिल हैं जो अपने लैपटॉप के साथ भाग लेते हैं, सैनिक युद्ध के मैदान पर स्थितिजन्य जागरूकता के लिए सूचना का संचार करते हैं और आपातकालीन आपदा राहत कर्मियों को भूकंप के बाद के प्रयासों का समन्वय करते हैं। मानेट संचार और सूचना पहुंच के लिए एक व्यावहारिक तरीका हो सकता है (1–3)।

शेष पेपर का आयोजन निम्नानुसार किया गया हैः खंड 2 में, नेटवर्क के जीवनकाल को बढ़ाने के लिए प्रासंगिक विभिन्न शोधों और विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा प्रोटोकॉल और आर्किटेक्चर के विभिन्न ऊर्जा संरक्षण पर चर्चा की गई है। अनुभाग 3 में, मानेट में प्रस्तावित कार्य स्थान और प्राप्त सिग्नल शक्ति आधारित ऊर्जा कुशल मार्ग चयन पर विस्तार से चर्चा की गई है। सेक्शन 4 में, प्रस्तावित कार्य के प्रासंगिक सूत्रों के साथ विस्तृत एल्गोरिथ्म पर चर्चा की जाती है। खंड 5 में, विभिन्न मापदंडों, जिस पर प्रस्तावित एल्गोरिथ्म का प्रदर्शन मूल्यांकन किया गया है, की गणना की जाती है। धारा 6 प्रस्तावित एल्गोरिथ्म के विभिन्न परिणाम देता है। धारा 7 प्रस्तावित कार्य संपन्न करती है और भविष्य की संभावनाओं पर चर्चा करती है।

2. संबंधित कार्य

पुष्पराज रामचंद्रन, दिनाकरन एम ने एक सिग्नल बूस्ट और अवशिष्ट शक्ति आधारित इष्टतम ट्रांसमिशन पावर रूटिंग दृष्टिकोण का प्रस्ताव रखा है, जो ऊर्जा प्राप्त करने और नेटवर्क जीवनकाल और कनेक्टिविटी को बढ़ावा देने के लिए गणना प्राप्त सिग्नल स्ट्रेंथ और कम अवशिष्ट शक्ति मापदंडों के साथ चर ट्रांसमिशन पावर मॉडल को तैनात करता है (1)। ए.विजयन और एम. रामाकृष्णन ने विभिन्न एल्गोरिदम की तुलना की है जो एक साथ ऊर्जा व्यय को कम करने के लिए तैनात किए गए हैं जब मोबाइल नोड्स नेटवर्क गतिविधियों में शामिल होते हैं। ट्रांसमिशन पावर कंट्रोल और लोड बैलेंसिंग एप्रोच सक्रिय संचार के दौरान ऊर्जा व्यय को कम करता है, जबकि निष्क्रिय संचार (2) के दौरान पावर डाउन एप्रोच कम हो जाता है।

वी. भानुमति, आर. धनशेखरन ने नेटवर्क लाइफटाइम को लंबा करने और मानेट के लिए

ऊर्जा कुशल मार्गों पर आने के लिए एक सर्वोत्तम संभव मार्ग पर शासन करने के लिए एक एनर्जी एफिशिएंट bi-objective पाथ सेलेक्शन (EE-BPS) प्रस्तावित किया है। रूटिंग में प्राप्त सिग्नल स्ट्रेंथ (आरएसएस) और अवशिष्ट ऊर्जा और पसंद के आधार पर अनुकूलित bi-objective मॉडल के आधार पर पथ का पता लगाना शामिल है। Bi-objective ऊर्जा और हॉप का प्रतिनिधित्व करता है। पथ खोज की प्रक्रिया में, सबसे पहले, ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए आवश्यक संचारण शक्ति को लगातार बदला जाता है। बाद में रूट अनुरोध (आरआरईक्यू) के आरएसएस और नोड के बचे हुए ऊर्जा को यह चुनने के लिए मान्य किया जाता है कि कोई नोड आरआरईक्यू को अग्रेषित कर सकता है या नहीं। न्यूनतम ऊर्जा और न्यूनतम संख्या में हॉप्स लेने वाले पथ को चुनने से नेटवर्क जीवनकाल में सुधार होता है। सैद्धांतिक संगणना की तुलना अनुकार परिणामों से की जाती है (3)।

ज्योति उपाध्याय, नितिन मांझी ने विभिन्न ऊर्जा कुशल रूटिंग प्रोटोकॉल की तुलना की है जो ऊर्जा के अनुकूल मार्ग चुनकर ऊर्जा व्यय को कम करते हैं (4)। पी. एस. कराडगे, डॉ. एस. वी. संकपाल ने नेटवर्क में उच्च ऊर्जा मार्गों और उन्नत नेटवर्क जीवनकाल के साथ–साथ पैकेट वितरण अनुपात (5) में मानेट में पारंपरिक lODV राउटिंग प्रोटोकॉल के उन्नयन पर चर्चा की है। नेहा यादव, पूजा कुंडू ने एनर्जी अवेयर रुटिंग प्रोटोकॉल (6) पर सर्वे किया है। एम. कोकिलामणि, डॉ. ई. कार्तिकेयन ने विभिन्न ऊर्जा आधारित राउटिंग प्रोटोकॉलों का अध्ययन किया है ताकि कुशल ऊर्जा निर्भर मार्ग योजना (7) को विकसित किया जा सके। नाज़िला मजदखावी, रज़ियह हसनपुर ने समीक्षा की है कि ऊर्जा संबंधी प्रोटोकॉल कुशलता से ऊर्जा का उपयोग करते हैं, ऊर्जा की खपत को कम करते हैं और जीवनकाल बढ़ाते हैं (8)।

मेघनाथन और मिल्टन ने मानेट, स्थिरता–आधारित रूटिंग, पावर–अवेयर रूटिंग और लोड–संतुलित रूटिंग (9) के लिए राउटिंग प्रोटोकॉल के तीन विभिन्न वर्गों के थ्रूपुट मूल्यांकन पर काम किया है। फ्लो–ओरिएंटेड रूटिंग प्रोटोकॉल (एफओआरपी), ट्रैफिक इंटरफेरेंस आधारित लोड बैलेंसिंग रूटिंग (एलबीआर) प्रोटोकॉल और मिन–मैक्स बैटरी कॉस्ट रूटिंग (एमएमबीसीआर) को स्थिरता–आधारित रूटिंग, लोड–बैलेंसिंग और पावर–अवेयर रूटिंग की विशेषताओं के रूप में चुना गया है। एफओआरपी मामूली रूट ट्रांज़िशन दिखाता है और LBR न्यूनतम हॉप काउंट और कम से कम एंड–टू–एंड विलंब प्रति डेटा पैकेट लेता है। प्रति नोड ऊर्जा व्यय एमएमबीसीआर के लिए न्यूनतम है, इसके बाद एलबीआर का स्थान आता है। एमएमबीसीआर ने नोड उपयोग के मामले में सर्वश्रेष्ठ सेवा दी और इसलिए यह पहली नोड विफलता के लिए सबसे बड़ा समय लेता है। FORP बार–बार स्थिर पथ पर पड़े नोड्स का उपयोग करता है और इसलिए तीन रूटिंग प्रोटोकॉल में सबसे अनुचित है और पहली नोड विफलता के लिए सबसे छोटा समय लेता है। जब हम नेटवर्क में पहले पांच नोड्स तक की असफल दरों का मूल्यांकन करते हैं, तो हम पाते हैं कि एलबीआर नोड्स के जीवनकाल में उच्चतम उन्नयन करता है और एमएमबीसीआर पहले नोड विफलता के लिए समय से पहले न्यूनतम उन्नयन करता है।

जसप्रीत और कार्तिक शर्मा ने ऊर्जा के अनुकूल lODV रूटिंग प्रोटोकॉल का प्रस्ताव रखा, जिसके तहत नेटवर्क के समग्र थ्रूपुट को अपग्रेड करने के लिए दिज्क्स्ट्रा एल्गोरिथम में सुधार किया गया है (10)। पारंपरिक मौजूदा सिस्टम नेटवर्क में नोड्स के बीच सबसे छोटा और ऊर्जा अनुकूल मार्ग खोजने में सक्षम नहीं हैं यदि कई नोड्स एक साथ विफल हो जाते हैं। प्रदर्शन पैरामीटर पैकेट वितरण अनुपात, थ्रूपुट, ऊर्जा व्यय और रूटिंग ओवरहेड हैं। धरणी डी, डॉ देवकी पी ने मौजूदा तरीकों का सर्वेक्षण

किया है जो पैकेट को स्रोत से गंतव्य तक पहुंचाने में ऊर्जा कुशल मार्ग प्रदान करते हैं और नेटवर्क जीवनकाल को भी अपग्रेड करते हैं (11)। अंकित वर्मा, एके वत्स ने MANET में एक अनुकूलित स्थिर और विश्वसनीय रूटिंग पद्धति का प्रस्ताव दिया है जिसमें विभिन्न मूल्यांकन मापदंडों के आधार पर नोड चयन और किनारे चयन के माध्यम से मार्ग की खोज शामिल है। बाद में वैश्विक वजन (12) के आधार पर इष्टतम पथ चुना जाता है।

नितिन मांझी, और नीलेश पटेल ने एक प्रक्रिया प्रस्तावित की जो नोड्स के बीच सिग्नल पावर का मूल्यांकन करती है और यदि सिग्नल पावर आरएसएस थ्रेशोल्ड मानों से अधिक है, तो इसे आगे की प्रक्रिया के लिए स्वीकृति के लिए रखा जाता है अन्यथा छोड़ दिया जाता है (13) इस योजना का लाभ यह है कि गंतव्य के लिए एक मजबूत रास्ता चुनकर, नेटवर्क जीवनकाल को उन्नत किया जा सकता है। पुरवार और प्रकाश ने मीट्रिक विश्वसनीयता जोड़ी कारक को मापकर लिंक स्थिरता का मूल्यांकन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले एक भोले प्रोटोकॉल का प्रस्ताव दिया है। यह नोड की शक्ति, नोड की सिग्नल शक्ति और नोड्स के बीच की दूरी जैसे विभिन्न कारकों के आधार पर स्थिर लिंक की आपूर्ति करता था। ऐसे कारकों के माध्यम से, प्रस्तावित प्रोटोकॉल प्रेषक और रिसीवर के बीच के मार्ग का पता लगाता है (14)। गौरव शर्मा, जिज्ञासु दुबे ने एक एल्गोरिथ्म प्रस्तावित किया है जो अनियमित तरीके से डेटा ट्रांसफर से बचने के लिए नोड्स के कम से कम अवशिष्ट ऊर्जा स्तर को निर्दिष्ट करता है (15)। प्रस्तावित दृष्टिकोण ने नियमित प्रसारण की अवधि के लिए प्राथमिकता वाले डेटा पैकेट भेजने और अन्य नोड्स से आने वाले रूट–अनुरोध पैकेट को त्याग दिया।

शेंग हाओ (16) ने MANET के लिए लर्निंग ऑटोमेटा (स्।) सिद्धांत पर आधारित एक स्थिर और ऊर्जा–कुशल रूटिंग एल्गोरिथम का प्रस्ताव रखा। सबसे पहले, वे एक नए नोड स्थिरता माप मॉडल का निर्माण करते हैं और एक प्रभावी ऊर्जा अनुपात फ़ंक्शन को परिभाषित करते हैं। उस आधार पर, वे नोड को एक भारित मान देते हैं, जिसका उपयोग LA के लिए पुनरावृति पैरामीटर के रूप में किया जाता है। इसके बाद, वे उपलब्ध मार्गों के चयन को अनुकूलित करने और उनके एल्गोरिथ्म के अभिसरण को साबित करने के लिए MANET पर्यावरण के लिए एक LA सिद्धांत–आधारित प्रतिक्रिया तंत्र का निर्माण करते हैं।

ई. एडविन लॉरेंस (17) ने अपने पेपर में MANET (SEERP) के लिए सबसे छोटा और ऊर्जा कुशल रूटिंग प्रोटोकॉल प्रस्तावित किया। यह ध्यान में रखते हुए ऊर्जा कुशल मार्ग का चयन करने के लिए एक रणनीति को परिभाषित करता है कि MANET में, चैनल और ऊर्जा क्षमता दुर्लभ संसाधन हैं। SEERP अवशिष्ट ऊर्जा और हॉप्स की संख्या के आधार पर स्रोत से गंतव्य तक रूटिंग पथ चुनता है। नोड्स की न्यूनतम ऊर्जा की गणना करने के लिए पारंपरिक मार्ग अनुरोध पैकेट को बदल दिया जाता है।

सातोशी यामाजाकी (18) ने अपने पेपर में नियंत्रण पैकेट और जटिल गणनाओं का उपयोग किए बिना अपने स्वयं के नोड की शेष शक्ति के आधार पर रूट अनुरोध (आरआरईक्यू) संदेश प्रसारित करने के लिए एक सरल बाढ़ योजना का प्रस्ताव दिया। उन्होंने एक उदाहरण के रूप में तदर्थ ऑन–डिमांड डिस्टेंस वेक्टर (AODV) रूटिंग प्रोटोकॉल के लिए प्रस्तावित योजना को लागू किया और कंप्यूटर सिमुलेशन (ns3) किया। सबसे पहले, उन्होंने नोड घनत्व की सीमा दिखाई जो प्रस्तावित योजना में थ्रूपुट की कमी का कारण बनती है और प्रस्तावित योजना ऊर्जा दक्षता (बिट्स/जे) के मामले में बेहतर थी, जिसमें थ्रूपुट और ऊर्जा खपत शामिल थी। अगला, जैसा कि प्रस्तावित योजना में बाढ़ के समय की संख्या को एक समान बनाया गया है, सभी नोड्स में लगभग समान

बैटरी प्रतिस्थापन समय होगा। नतीजतन, जब नोड्स स्थिर होते हैं, तो प्रस्तावित योजना में जीवनकाल पारंपरिक योजना की तुलना में अधिक लंबा होता है।

Siti Ummi Masruroh (19) ने अपने शोध में ।व्डक्ट रूटिंग प्रोटोकॉल का इस्तेमाल किया। इस शोध में उपयोग की जाने वाली सेवा की गुणवत्ता (क्यूओएस) पैरामीटर थ्रूपुट, पैकेट हानि, घबराहट, और ऊर्जा का उपयोग करने के लिए उपयोग की जाने वाली ऊर्जा दक्षता की जांच करने के लिए उपयोग की जाने वाली ऊर्जा है। एक दुर्भावनापूर्ण नोड का उपयोग करके सिमुलेशन किया जाता है, यह मानते हुए कि दुर्भावनापूर्ण नोड अलग–अलग समय पर प्रकट होता है। इस अध्ययन के परिणाम हैं कि थ्रूपुट का मूल्य घटता है, पैकेट हानि का मूल्य बढ़ता है, असंतुलित जिटर का मूल्य और उपयोग की जाने वाली ऊर्जा भी बढ़ रही है।

निप्पन काम्बोज (20) ने अपने शोध पत्र में नेटवर्क को और अधिक कुशल बनाने के लिए एन्हांस्ड एनर्जी एफिशिएंट सिक्योर–एओडीवी (ईईएस–एओडीवी) का प्रस्ताव रखा। प्रस्तावित एल्गोरिथ्म छै–2.34 का उपयोग करके सिम्युलेटेड है। विलंब, पैकेट वितरण अनुपात (पीडीआर), थ्रूपुट और ऊर्जा खपत जैसे मेट्रिक्स की तुलना मौजूदा प्रोटोकॉल से की जाती है।

3. प्रस्तावित कार्य

(1) में, शोधकर्ताओं ने प्राप्त सिग्नल की शक्ति की मदद से अवशिष्ट ऊर्जा मुद्दे की समस्या को हल किया। उन्होंने ऊर्जा खपत मार्ग और न्यूनतम–अधिकतम बैटरी लागत रूटिंग के साथ अपने प्रस्तावित कार्य की तुलना और विश्लेषण भी किया और पाया कि प्रस्तावित सिग्नल स्ट्रेंथ मैकेनिज्म नेटवर्क की ट्रांसमिशन पावर को अनुकूलित करता है। इसने नेटवर्क के जीवन काल को भी बढ़ाया और एंड–टू–एंड देरी को न्यूनतम किया। इस पत्र ने नोड स्थान की मदद से मौजूदा प्रस्तावित कार्य को संशोधित किया है, सिग्नल शक्ति और इष्टतम बिजली की आवश्यकता आधारित रूटिंग प्राप्त की है। प्रस्तावित दृष्टिकोण में, एडहॉक ऑन डिमांड डिस्टेंस वेक्टर (एओडीवी) मार्ग का उपयोग रूट स्थापना के लिए किया जाता है, एओडीवी मार्ग अनुरोध संदेश आरंभ करता है और नेटवर्क में रूट पैकेट प्रसारित करता है, जो स्रोत से रिसीवर तक सबसे छोटा रास्ता देता है। यह पेपर ।ODV रूटिंग रणनीतियों को संशोधित करता है, ताकि स्रोत से रिसीवर नोड तक इष्टतम ऊर्जा आधारित मार्ग स्थापित हो सकें। स्थान और प्राप्त सिग्नल स्ट्रेंथ (LRSS) एप्रोच मार्ग अनुरोध पैकेट जो प्रत्येक नोड (ते (प्राप्त सिग्नल स्ट्रेंथ), स्थान और ट्रांसमिशन पावर की जानकारी रखता है) को प्रसारित करता है और प्रत्येक नोड से संबंधित जानकारी प्राप्त करता है जो मार्ग चयन में भाग लेते हैं। जब पथों की पहचान की जाती है, तो प्रत्येक पथ की तालिका उत्पन्न होती है जिसमें पथ पर प्रत्येक नोड की सिग्नल शक्ति, स्थान और संचरण शक्ति की जानकारी प्राप्त होती है। पथ का चयन निम्न सूत्र के आधार पर होता हैः

$$rss_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} rss_i}{n} \quad ....1$$

$$L_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n} \quad ....2$$

$$Pt_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} pt_i}{n} \quad ....3$$

$$\texttt{Selection_Path} = (\texttt{Max}\ (rss_Path_k), \texttt{Min}(L_Path_k), \texttt{Min}(Pt_Path_k)) \quad ....4$$

यहाँ

rss_Path_k= पथ ा में प्रत्येक नोड का सिग्नल स्ट्रेंथ प्राप्त करता है।

L_Path_k : पथ ा में प्रत्येक नोड का स्थान

Pt_Path_k: पथ ा में प्रत्येक नोड की ट्रांसमिशन पावर

n : नोड्स की संख्या।

प्रस्तावित कार्य में, हम उपरोक्त सूत्र को लागू करते हैं और पथ का चयन करते हैं, जब छ पथ स्रोतों से रिसीवर के बीच पहचाने जाते हैं, तो औसत

प्राप्त सिग्नल की शक्ति, नोड्स के औसत स्थान और प्रत्येक अलग पथ में नोड की औसत संचरण शक्ति की गणना करें। उपरोक्त सभी मापदंडों की गणना के बाद, अधिकतम प्राप्त सिग्नल शक्ति, लिंक के बीच न्यूनतम दूरी और न्यूनतम ट्रांसमिशन पावर आवश्यकता पथ के आधार पर पथ का चयन करें। यदि नोड की सिग्नल स्ट्रेंथ प्राप्त करने वाली पथ प अधिक है और एक पथ में लिंक के बीच की दूरी कम है, लेकिन ट्रांसमिशन पावर की आवश्यकता अन्य पथ n-1 की तुलना में अधिक है, तब फिर हम नोड्स का चयन करते हैं क्योंकि इसकी अधिक विश्वसनीय है। चल और गतिशील वातावरण के तहत नेटवर्क की अधिकतम स्थिरता प्रदान करते हैं।

4. प्रस्तावित एल्गोरिथ्म

इस खंड में, हम प्रस्तावित एल्गोरिथ्म के बारे में वर्णन करते हैं, जो स्रोतों को रिसीवर के बीच कुशल मार्ग प्रदान करते हैं। इस एल्गोरिथ्म के माध्यम से, हम बेहतर पीडीआर (पैकेट वितरण अनुपात), अवशिष्ट ऊर्जा प्राप्त करते हैं और नोड्स के ओवरहेड और ऊर्जा खपत को कम करते हैं।

एल्गोरिदमः मानेट में स्थान और प्राप्त सिग्नल शक्ति आधारित ऊर्जा कुशल मार्ग चयन

इनपुटः

W : मोबाइल सेंसर नोड्स

I : मध्यवर्ती नोड्स

rr : रेडियो रेंज

S : स्रोत नोड

R : रिसीवर नोड

AODV: रूटिंग प्रोटोकॉल

$rss_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} rss_i}{n}$ // पथ k में प्रत्येक नोड का संकेत शक्ति प्राप्त करता है।

$L_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n}$ // पथ k में प्रत्येक नोड का स्थान

$Pt_Path_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} pt_i}{n}$ // पथ k में प्रत्येक नोड की ट्रांसमिशन पावर

आउटपुटः औसत–ऊर्जा–खपत, औसत–अवशिष्ट–ऊर्जा, दतस, पीडीआर, देरी

प्रक्रियाः

```
Step1: If route packets in I node & I != R then
        Create_table(rssi, li, pti)
        Forward route pkt to next hop
        Goto step 1:
        End if
Step2: if I == R through n path then
        Compare ((,, ), (,, ))
        Selection_Path = (Max (), Min(), Min())
        Send data(S, R, Data)
       End if
```

5. सिमुलेशन पैरामीटर

इस खंड में, पेपर नेटवर्क सिम्युलेटर के माध्यम से सिम्युलेटेड परिणामों के बारे में बताता है और नेटवर्क मापदंडों के संदर्भ में परिणामों की तुलना करता है जो नीचे उल्लिखित हैं:

तालिका 1 सिमुलेशन पैरामीटर

नोड्स की संख्या	30,50 है
नकली क्षेत्र का आयाम	800 × 800
राउटिंग प्रोटोकॉल	AODV
ऊर्जा प्रोटोकॉल	MMBCR, RSS, LRSS
सिमुलेशन समय (सेकंड)	100
ट्रांसपोर्ट परत	टीसीपी, यूडीपी
यातायात प्रकार	सीबीआर, एफ़टीपी
पैकेट का आकार (बाइट्स)	512
ट्रैफिक कनेक्शन की संख्या	१०, १६
नोड गति (एम / एस)	Random

6. सिमुलेशन परिणाम

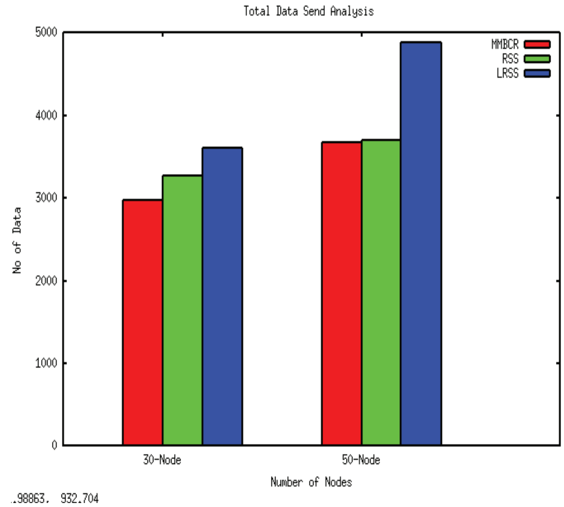
इस खंड में, पेपर नेटवर्क सिमुलेटर के माध्यम से सिम्युलेटेड परिणामों के बारे में एस का वर्णन करता है और नेटवर्क मापदंडों के संदर्भ में परिणाम एस की तुलना करता है जो निम्नानुसार हैं:

6.1 डेटा भेज विश्लेषण

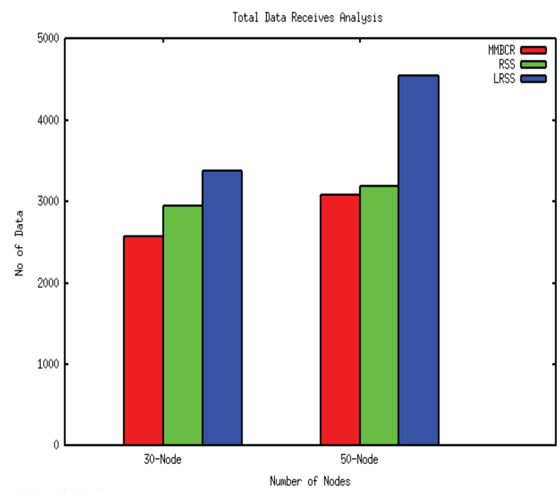
इस ग्राफ (चित्र 1) में, डेटा एमएमबीसीआर, RSS और प्रस्तावित LRSS के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया जाता है। नेटवर्क में प्रस्तावित LRSS में उल्लिखित डेटा की संख्या अलग–अलग नोड घनत्व के साथ दोनों परिदृश्यों में अधिकतम है। मानेट में, नोड्स, किसी भी समय नेटवर्क में डेटा स्थानांतरित करने के लिए तैयार हैं क्योंकि चैनल मुफ़्त है, बैंडविड्थ उपलब्ध है और इस बीच डेटा भेजने के लिए कोई अन्य नोड मौजूद नहीं है। कम पैकेट ट्रांसमिशन का कारण यह है कि प्रेषक रिसीवर की उचित प्रतिक्रिया की प्रतीक्षा करता है और प्रतिक्रिया में देरी के कारण; नया प्रसारण भी प्रभावित होता है। नोड्स की ऊर्जा खपत का उचित उपयोग किया जाता है।

6.2 डेटा प्राप्त विश्लेषण

किसी भी नेटवर्क में डेटा पैकेट प्राप्त दर नेटवर्क प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए नेटवर्क का सबसे महत्वपूर्ण पैरामीटर है। यदि नेटवर्क में प्राप्त डेटा खराब है, तो उस स्थिति में यह सुनिश्चित है कि नेटवर्क का प्रदर्शन खराब हो जाता है और अन्य मैट्रिक्स भी असंतोषजनक परिणाम प्रदान करते हैं। इस ग्राफ (चित्र 2) में, तीन प्रोटोकॉल के प्रदर्शन को प्राप्त करने वाले डेटा की तुलना और जांच की जाती है और यह पाया गया है कि प्रस्तावित एलआरएसएस का प्रदर्शन बेहतर है। दोनों नोड घनत्व परिदृश्य में प्रस्तावित प्रोटोकॉल का पैकेट उच्चतम है और इसकी वजह से, ऊर्जा उपयोग में भी सुधार हुआ है।



चित्र 1: डेटा भेजें विश्लेषण



चित्र 2: डेटा प्राप्त विश्लेषण

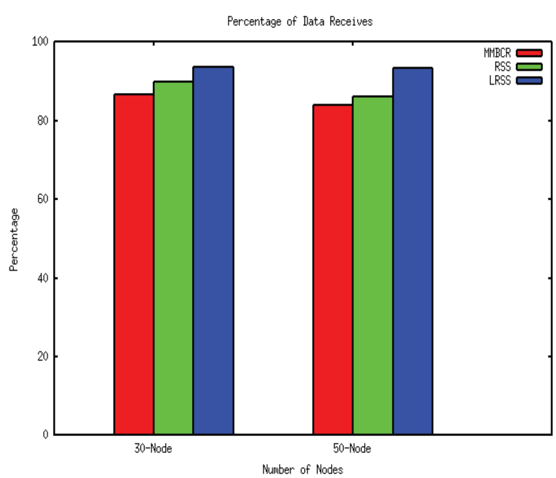
6.3 पैकेट वितरण अनुपात विश्लेषण

बेहतर डेटा प्राप्त करने की दर वास्तव में नेटवर्क के प्रदर्शन को बेहतर बनाती है और नोड के डेटा पैकेटों को अग्रेषित करने और प्राप्त करने की ऊर्जा का भी उपयोग करती है। नेटवर्क में प्रेषकों की संख्या डेटा पैकेट भेज रही है और रिसीवर डेटा पैकेट प्राप्त कर रहे हैं। प्राप्त पैकेट और पैकेट भेजने का प्रतिशत अनुपात च्क्त प्रदर्शन मेट्रिक्स द्वारा दर्शाया गया है। ग्राफ (चित्र 3) में, दो परिदृश्य, 30 नोड

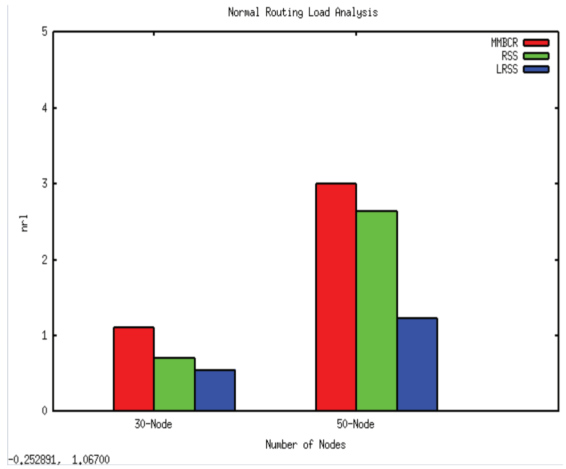
घनत्व और 50 नोड घनत्व घनत्व पीडीआर प्रदर्शन को मापा जाता है और यह पहचान की जाती है कि प्रस्तावित स्थान आधारित पीडीआर सिग्नल सिग्नल की शक्ति बेहतर है और यह बेहतर ऊर्जा उपयोग का प्रतिनिधित्व करता है। बाकी दो प्रोटोकॉल का प्रदर्शन खराब नहीं है लेकिन LRSS से कम पाया गया है।

6.4 सामान्य रूटिंग लोड

रिसीवर के साथ कनेक्शन स्थापना के लिए प्रेषक द्वारा नेटवर्क में राउटिंग पैकेट की संख्या भर दी जाती है। पूरे नेटवर्क में गंतव्य को खोजने के लिए राउटिंग पैकेट का महत्व है। हर दिशा में प्रेषक द्वारा भरे गए पैकेटों की संख्या और मध्यवर्ती नोड्स जो डेटा पैकेट प्राप्त करते हैं, को अन्य नोड्स को तब तक भेजा जाता है जब तक कि गतिशील नेटवर्क में गंतव्य न मिल जाए। ग्राफ (चित्र 4) में, सभी तीन प्रोटोकॉल के पैकेट के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया जाता है और यह जांच की जाती है कि LRSS द्वारा भरे गए पैकेटों की संख्या न्यूनतम है। इससे पता चलता है कि लिंक टूटना कम से कम है और संचार में भी कम ऊर्जा का उपयोग किया जाता है।



चित्र 3: पीडीआर विश्लेषण



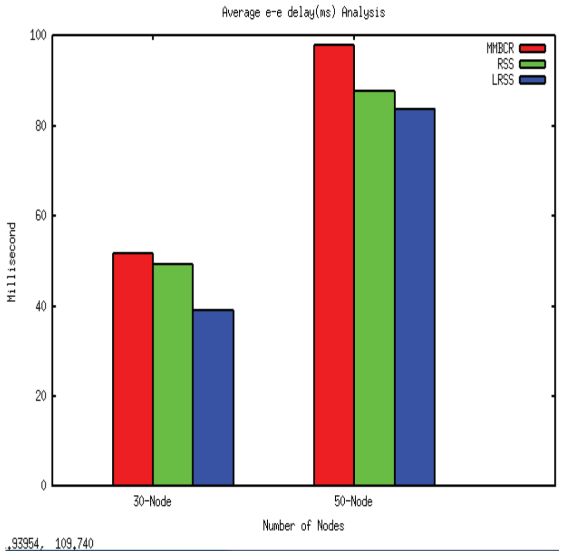
चित्र 4: एनआरएल विश्लेषण

6.5 औसत एंड–टू–एंड विलंब (मिलीसेकंड में)

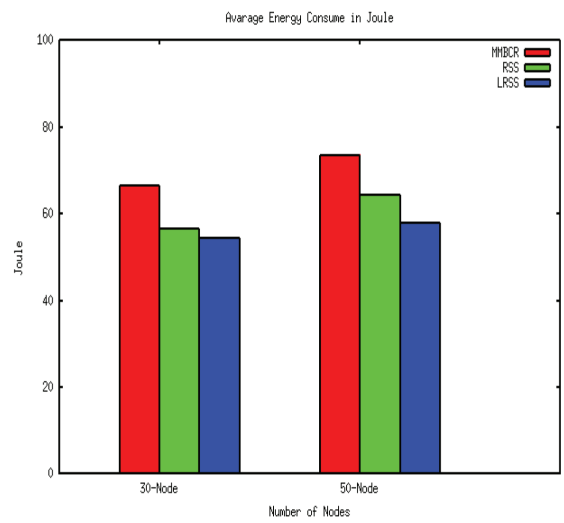
नेटवर्क में पैकेट ड्रॉप की संख्या भी पुनः प्रवेश की संभावना को बढ़ाती है और जिसके कारण नेटवर्क में देरी को बढ़ाया जाता है। नेटवर्क में अधिक देरी निश्चित रूप से अधिक पैकेट नुकसान को दिखाती है। ग्राफ (चित्र 5) में, नेटवर्क के विलंब प्रदर्शन की तुलना सभी तीन प्रोटोकॉल के साथ की जाती है और फिर से प्रस्तावित दृष्टिकोण बेहतर परिणाम प्रदान करता है। दोनों नोड घनत्व परिदृश्यों में, पैकेट को कम छोड़ने के कारण प्रस्तावित योजना का विलंब बेहतर है।

6.6 जूल में औसत ऊर्जा खपत

यह मानेट में अनजान है, मोबाइल नोड्स कामकाज केवल मोबाइल नोड्स की सीमित बैटरी शक्ति पर निर्भर करता है। नोड्स की ऊर्जा संचार में कम हो गई है। ग्राफ (चित्र 6) में, सभी प्रोटोकॉल की ऊर्जा खपत को मापा जाता है और यह पहचान की जाती है कि प्रस्तावित एलआरएसएस की ऊर्जा खपत न्यूनतम है और बाकी के दो प्रोटोकॉल की ऊर्जा खपत अधिक है और प्रदर्शन भी प्रस्तावित से कम महत्वपूर्ण है गतिशील नेटवर्क में LRSS योजना। कम ऊर्जा खपत नेटवर्क के बेहतर जीवन को दर्शाता है।



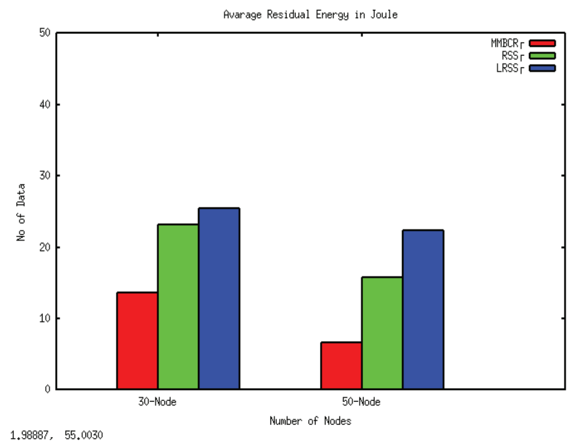
चित्र 5: विलंब विश्लेषण



चित्र 6: जूल में ऊर्जा खपत जूल में

6.7 औसत अवशिष्ट ऊर्जा

नेटवर्क में, मोबाइल नोड्स की अधिकांश ऊर्जा डेटा पैकेटों के पुनः प्रसारण और प्रेषक और रिसीवर के बीच कनेक्शन की पुनः स्थापना के लिए रूटिंग पैकेटों की बाढ़ में बर्बाद हो जाती है। डायनामिक नेटवर्क में तीनों प्रोटोकॉल की मौजूदगी में इस ग्राफ में औसत अवशिष्ट ऊर्जा विश्लेषण को मापा जाता है। प्रस्तावित एलआरएसएस योजना में औसत शेष ऊर्जा कुशल मार्ग चयन के कारण बेहतर परिणाम प्रदान करती है। बेहतर मार्ग चयन नोड्स के बीच की कड़ी में स्थिरता प्रदान करता है और ऊर्जा उपयोग को बढ़ाता है।



चित्र 7: अवशिष्ट ऊर्जा विश्लेषण

7. निष्कर्ष और भविष्य का काम

नोड्स के बीच संचार स्थापित करने के लिए बाधाओं की संख्या के कारण, मोबाइल तदर्थ नेटवर्क में रूट चयन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। रूट सेलेक्शन यानी सबसे छोटा रास्ता आधारित, नोड मोबिलिटी, लोकेशन और एनर्जी बेस्ड एप्रोच के क्षेत्र में कई शोध किए गए हैं। लेकिन इस पेपर लोकेशन में सिग्नल स्ट्रेंथ और ट्रांसमिशन पॉवर की आवश्यकता आधारित राउटिंग स्ट्रेटेजी का उपयोग किया जाता है जो नेटवर्क के जीवनकाल, अवशिष्ट ऊर्जा को बढ़ाते हैं और ओवरहेड और नेटवर्क की ऊर्जा खपत को कम करते हैं। प्रस्तावित रूटिंग रणनीतियों की तुलना एमएमबीसीआर और पिछले कार्यों से की जाती है और यह पाया जाता है कि प्रस्तावित स्थान, सिग्नल शक्ति प्राप्त करना और पारेषण शक्ति तंत्र मानेट संचार के लिए अधिक उपयुक्त है। प्रस्तावित कार्य प्रत्येक संचार में नोड स्थान देता है जो सिग्नल शक्ति की गणना और स्रोतों के बीच रिसीवर नोड के बीच मार्ग स्थापना में मदद करता है और ट्रांसमिशन बिजली खपत के संबंध में विश्वसनीय मार्ग प्रदान

करता है। इस पत्र में, न्यूनतम ओवरहेड के साथ नोड की ऊर्जा खपत को कम करने पर ध्यान केंद्रित किया गया है। ऊर्जा समस्या नेटवर्क विश्वसनीयता को बढ़ाती है लेकिन सुरक्षा प्रदान नहीं करती है इसलिए भविष्य में हम सुरक्षा तंत्र के माध्यम से भी काम करते हैं और स्रोत से रिसीवर नोड्स के बीच सुरक्षित संचार पर काम करेंगे। नोड क्षमता और चैनल क्षमता माप का मोबाइल एड–हॉक संचार के लिए भी बहुत प्रभाव पड़ता है क्योंकि यह नोड के चैनल उपयोग और लोड साझाकरण को बढ़ाता है, इसलिए भविष्य में नोड क्षमता और चैनल क्षमता को मापने और नेटवर्क के प्रदर्शन को सुधारने की दिशा में प्रस्तावित कार्य ढालना है।

तालिका 2 हिंदी शब्दावली

English Terminology	Hindi Terminology
Average End to End Delay	औसत एंड–टू–एंड विलंब
Average Energy Consume	औसत ऊर्जा खपत
Channel Capacity	चैनल क्षमता
Data Receive Analysis	डेटा प्राप्त विश्लेषण
Data Send Analysis	डेटा भेज विश्लेषण
ECR	ईसीआर
Energy	ऊर्जा
Infrastructureless	आधारिक संरचना रहित
Intermediate Nodes	मध्यवर्ती नोड्स
Load Balancing	लोड साझाकरण
Location	स्थान
MANET	मानेट, मोबाइल एड–हॉक नेटवर्क
MMBCR	एमएमबीसीआर
Node Speed	नोड गति
Normal Routing Load	सामान्य रूटिंग लोड
Packet Delivery Ratio Analysis	पैकेट वितरण अनुपात विश्लेषण
Parameters	मापदंडों
Residual	अवशिष्ट
RSS	प्राप्त सिग्नल स्ट्रेंथ
Simulated Area	नकली क्षेत्र
Source	स्रोत
Transmission Power	संचरण शक्ति

संदर्भ

1. Pushparaj Ramachandran, Dinakaran M: Signal Strength and Residual Power Based Optimum Transmission Power Routing for Mobile Ad hoc Networks. 2nd International Conference on Intelligent Computing, Communication & Convergence ELSEVIER Procedia Computer Science 92 (2016) 168 – 174 (ICCC-2016).
2. A.Vijayan and M. Ramakrishnan: Transmission Power Control Techniques on Energy Management in Mobile AD HOC Networks: Descriptive Review Study. East Journal of Scientific Research 25 (3): 497-501 (2017).
3. V. Bhanumathi, R. Dhanasekaran: Energy Efficient Routing with Transmission Power Control based Biobjective Path Selection Model for Mobile Ad-hoc Network. Issue 11, Volume 11, November (2012).
4. Jyoti Upadhyaya, Nitin Manjhi: A Survey on Energy Efficient Routing Protocols and problems in MANET. International Journal of Smart Device and Appliance Vol. 3, No. 2 (2015).
5. P. S. Karadge, Dr.S.V.Sankpal: A Performance Comparison of Energy Efficient AODV Protocols in Mobile Ad hoc Networks. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 2, Issue 1, January (2013).
6. Neha Yadav, Pooja Kundu: A Survey on Energy Efficient Routing Protocols in Mobile Ad hoc Network. IJARCCE Vol. 5, Issue 12, December (2016).

7. M. Kokilamani, Dr. E. Karthikeyan: Energy-Efficient Routing Protocols in Mobile Ad Hoc Networks: A Survey. Proceedings of the UGC Sponsored National Conference on Advanced Networking and Applications, 27th March (2015).

8. Nazila Majdkhyavi, Raziyeh Hassanpour: A Survey of Existing Mechanisms in Energy- Aware Routing In MANETs. International Journal of Computer Applications Technology and Research Volume 4– Issue 9, 673 - 679, (2015).

9. Natarajan Meghanathan and Leslie C. Milton: A Performance Comparison of Stability, Load-Balancing and Power-Aware Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks. IJo AT, Vol 1, No 1 (June 2010).

10. Jaspreet Singh, Kartik Sharma: Energy Efficient AODV routing protocol For Mobile Ad-hoc Network. International Journal of Engineering and Computer Science ISSN: 2319-7242, Volume 4 Issue 9 Sep (2015).

11. Dharani D, Dr. Devaki P: A Survey on Improving the Lifetime of the Network in Mobile Ad-hoc Network. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 3 Issue 11, November (2014).

12. Ankit Verma, A.K.Vatsa: Optimized Stable and Reliable Routing (OSRR) Mechanism in MANET. International Journal of Science and Technology Volume 1 No. 9, September, (2012).

13. Nitin Manjhi, and Nilesh Patel: Signal Strength Based Route Selection in MANETs. International Journal of Computer Science and Telecommunications Volume 3, Issue 7, July (2012).

14. Surabhi Purwar, Shiva Prakash: Reliable pair protocol for Link Stability in MANET. IRACST – International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNWC), ISSN: 2250-3501 Vol.2, No.3, June (2012).

15. Gaurav Sharma, Jigyasu Dubey: An Approach to Rigid Minimum Residual Power Level of Nodes in Multi-Hop Wireless Network. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 59– No.7, December (2012).

16. Hao, S., Zhang, H. & Song, M.A Stable and Energy-Efficient Routing Algorithm Based on Learning Automata Theory for MANET. *J. Commun. Inf. Netw.* **3,** 52–66 (2018). https://doi.org/10.1007/s41650-018-0012-7

17. Lawrence, E. & Ramavel, Latha. (2018). Shortest and Energy Efficient Routing Protocol for MANET. International Journal of Computer Sciences and Engineering. 6. 54-57. 10.26438/ijcse/v6i10.5457.

18. Satoshi Yamazaki, Yu Abiko, Hideki Mizuno, "A Simple and Energy-Efficient Flooding Scheme for Wireless Routing", *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2020, Article ID 8832602, 9 pages, 2020. https://doi.org/10.1155/2020/8832602

19. S. U. Masruroh, A. Z. S. Perdana, H. B. Suseno, A. Fiade, D. Khairani and H. T. Sukmana, "Energy Efficient Routing Protocol AOMDV on MANET (Mobile Ad-Hoc Network) with Malicious Node," 2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICIC50835.2020.9288654.

20. Nippun Kamboj, Dalip,Dr. Munishwar Rai. (2020). An Enhanced Energy Efficient Secure Routing Protocol for MANET. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(05), 1135 - 1142. Retrieved from http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/9771.

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[1], अंजना पांडेय[2], सचिन गोयल[3]

Garima Mathur[1], Anjana Pandey[2] , Sachin Goyal[3]

[1]Dept of CSE, UIT RGPV, Bhopal,

[2, 3] Dept of IT, UIT RGPV, Bhopal,

[1]garima41mathur@gmail.com, [2]anjanapandey@rgtu.net, [3]sachingoyal@rgtu.net

सारांशः

रोग ग्रस्त व्यक्तियों की संख्या में निरंतर वृद्धि के साथ, स्वास्थ्य सेवा प्रदाताओं को नियमित आधार पर स्वास्थ्य सुरक्षा डेटा की बढ़ती संख्या का प्रबंधन करने की आवश्यकता है। जैसे–जैसे सूचना की मात्रा हर साल बढ़ेगी, अस्पतालों और क्लीनिकों के लिए सूचनाओं को संसाधित करना और स्टोर करना कठिन हो जायेगा। स्वास्थ्य सेवा संगठनों द्वारा प्रबंधित डेटा में बीमा दावा डेटा और IOT उपकरणों से एकत्र किए गए जैसे कई प्रकार के डेटा शामिल हैं। उचित चिकित्सा सेवाओं को सुनिश्चित करने के लिए एक सुरक्षित सूचना साझा करने की रणनीति होना महत्वपूर्ण है जो स्वास्थ्य सेवा प्रदाताओं और उनकी कवर की गई संस्थाओं दोनों के रिकॉर्ड की शुद्धता को सत्यापित करने की अनुमति दे सके। इसमें ब्लॉकचेन तकनीकी लाभकारी रूप से उपलब्ध है, क्योंकि इसका एक मुख्य लाभ डेटा अखंडता है। जब जानकारी को रिकॉर्ड और एन्क्रिप्ट किया जाता है, तो उसका आदान–प्रदान करना या उसे हटाना असंभव हो जाता है। ब्लॉकचेन का उपयोग करने का एक अन्य लाभ उन लोगों के समूहों के लिए है जो एक दूसरे पर भरोसा नहीं करते हैं, लेकिन फिर भी एक विश्वसनीय तृतीय–पक्ष को शामिल किए बिना डेटा साझा करना चाहते हैं, उनके लिए ब्लॉकचेन सबसे उपयुक्त समाधान होगा। इस पत्र में, हमने बताया है कि ब्लॉकचेन की कार्यप्रणाली, स्वास्थ्य देखभाल में इसकी आवश्यकता और ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी का उपयोग करके जैव चिकित्सा और स्वास्थ्य सूचना विनिमय प्रणाली में सुरक्षा और गोपनीयता कैसे प्राप्त की जा सकती है।

Abstract:

With an ongoing increase in sick person numbers, healthcare providers need to manage an increasing number of healthcare data on a regular basis. As the information volume will increase each year, it turns into tougher for hospitals and clinics to process and store information. Data managed by healthcare organizations include insurance claim data and data gathered from IOT devices. For ensuring proper medical services it is important to have a secure information sharing strategies that can permit both healthcare providers and their covered entities to verify the correctness of record. This is in which blockchain is available in beneficial, as one of its main advantages is data integrity. When information is recorded and encrypted, it becomes impossible to exchange or do away with. Another advantage of using blockchain is for those groups of people who don’t trust one another but still want to share data without including a trusted third-party for them blockchain would

be most appropriate solution. In this paper, we have explained the working of blockchain, its need in healthcare and how security and privacy can be achieved in biomedical and healthcare information exchange system using blockchain technology.

मुख्यशब्दः ब्लॉकचेन, बायोमेडिकल, स्वास्थ्य सेवा, Distributed Ledger, क्रिप्टोग्राफिक हैश।

Keywords : Blockchain, biomedical, healthcare, Distributed Ledger, cryptographic hash.

प्रस्तावना

ब्लॉकचेन एक ऐसी तकनीक है जो जानकारी को पीयर–टू–पीयर (P 2 P) आधार पर स्टोर और आदान–प्रदान करने में सक्षम बनाती है। ब्लॉकचैन तकनीक द्वारा रिकॉर्ड को तीसरे पक्ष की आवश्यकता के बिना सुरक्षित रूप से साझा किया जा सकता है

ब्लॉकचैन प्रौद्योगिकी की कई अवधारणाओं में ट्रुस्त्–एन्फोर्केद सिक्युरिटी को प्राथमिक माना जाता है। एल्गोरिथ्म में ब्लॉकों की एक अनंत श्रृंखला होती है जो इसे अधिक सुरक्षित बनाती है और हमलावरों के लिए इसे बदलना मुश्किल बनाती है।

सबसे सरल शब्दों में, ब्लॉकचेन कंप्यूटर के एक समूह द्वारा प्रबंधित अपरिवर्तनीय रिकॉर्ड का एक क्रम है जिसे किसी एक सिस्टम द्वारा नियंत्रित नहीं किया जाता है। सूचना के इन ब्लॉकों को क्रिप्टोग्राफिक हैश की मदद से एक साथ जोड़ा जाता है।

इसके बारे में असाधारण बात यह है कि ब्लॉकचैन नेटवर्क का कोई केंद्रीय अधिकार नहीं है। इसमें डेटा सभी के लिए खुला है क्योंकि इसमें डेटा विकेंद्रीकृत है। इसमें जो लोग शामिल हैं, वे अपनी गतिविधियों के लिए जिम्मेदार हैं और जो लोग इस पर आधारित हैं वे अपने स्वभाव से पारदर्शी हैं।

प्रेरणा

ब्लॉकचेन में, डेटा सभी के लिए एक आम डेटाबेस के रूप में मौजूद होता है। ब्लॉकचैन डेटाबेस किसी एक स्थान पर स्टोर नहीं होता है; रिकॉर्ड खुले और आसानी से सत्यापित किए जाते हैं। हैकर्स इस जानकारी को बदल नहीं कर सकते क्योंकि इसका कोई केंद्रीकृत संस्करण उपलब्ध नहीं है। नीचे ब्लॉकचेन की प्रशंसा के कुछ कारण दिए गए हैं–

- यह अपने स्वभाव से विकेंद्रीकृत होता है क्योंकि यह एक सिस्टम के पास नहीं होता है।
- यह क्रिप्टोग्राफिक रूप में जानकारी स्टोर करता है।
- यह डेटा को अपरिवर्तनीय बनाता है, ताकि कोईभी ब्लॉकचेन के अंदर की जानकारी से छेड़छाड़ न कर सके।
- ब्लॉकचेन के अंदर के डेटा को ट्रैक किया जा सकता है क्योंकि यह पारदर्शी है।

ब्लॉकचैन में दो विरोधाभासी विशेषताएं हैं यानी यह पारदर्शी और निजी दोनों है। इसमें किसी व्यक्ति की पहचान केवल उनके private address से दर्शाई जाती है और complex क्रिप्टोग्राफी के माध्यम से कवर की जाती है।इस प्रकार, यदि आप किसी भी तरह किसी व्यक्ति के लेन देन के इतिहास को देखेंगे तो आप "ऐलिस sent 1 BTC" के बजाय "0x5eFd6F7c79447eAaCD0c13B4AE17c8F64188ddC5" sent 1 BTC देखेंगे।

इसलिए, भले ही व्यक्तिगत पहचान छिपी हुई हो, हम अभी भी उनके public address के पते का उपयोग करके किए गए लेनदेन का निरीक्षण कर सकते हैं।

ब्लॉकचेन तकनीक की एक और सबसे महत्वपूर्ण विशेषता इसकी अपरिवर्तनीयता है, जिसका अर्थ है कि एक बार ब्लॉकचेन में कुछ हो जाने के बाद, इसे बदला नहीं जा सकता है। क्या आप कल्पना करपाएंगे कि यह धनसंबंधी प्रतिष्ठानों के लिए कितना महत्वपूर्ण होगा? केवल क्रिप्टोग्राफिक हैश के कारण ब्लॉकचेन को यह गुण मिलता है।

b. ब्लॉकचेन तकनीक एक distributed ledger के रूप में

ब्लॉकचैन रिकॉर्ड्स की लिंक की गई सूची है, जिसे ब्लॉक, टाइम–स्टेप के रूप में जाना जाता है और एक क्रिप्टोग्राफ़िक हैश मान के माध्यम से जुड़ा होता है जो एक संरक्षित और अपरिवर्तनीय तरीके से तय किया जाता है [1, 2]। इसकी एक निरंतर बढ़ती हुई सूची है जहाँ हर नए ब्लॉक को अंतिम में जोड़ा जाएगा। प्रत्येक नया ब्लॉक क्रिप्टोग्राफ़िक हैश मान [3] के माध्यम से अपने पिछले ब्लॉक की ओर इंगित करता है। ब्लॉकचैन में ब्लॉक एक वितरित (पी 2 पी) नेटवर्क में सॉर्ट किए जाते हैं। प्रत्येक नोड में दो कुंजियाँ होती हैं [4]। एक का उपयोग संदेशों को encrypt करने के लिए किया जाता है (अर्थात एन्क्रिप्शन के लिए) जिसे सार्वजनिक कुंजी के रूप में जाना जाता है और अन्य का उपयोग संदेशों को decrypt करने के लिए किया जाता है (अर्थात डिक्रिप्शन के लिए) जिसे निजी कुंजी के रूप में जाना जाता है जो इसे समझने के लिए नोड की अनुमति देता है। केवल सही निजी कुंजी संबंधित निजी कुंजी के साथ एन्कोड किए गए संदेशों को हटा सकती है। इस तरह एक ब्लॉकचेन की स्थिरता, अपरिवर्तनीयता और immutability को प्राप्त किया जा सकता है [6]। इसे asymmetric क्रिप्टोग्राफी के रूप में जाना जाता है।

ब्लॉकचैन के प्रत्येक ब्लॉक को क्रिप्टोग्राफ़िक हैश की सहायता से एक साथ जोड़ा जाता है जो क्रिप्टोग्राफ़िक हैश फ़ंक्शन जैसे SHA256 द्वारा उत्पन्न होता है। यह ब्लॉक की anonymity, कॉम्पैक्टनेस और अपरिवर्तनीयता की भी गारंटी देता है [7]।

हर बार एक नोड लेनदेन करता है इसे पहले हस्ताक्षरित किया जाता है और फिर आगे पुष्टि के लिए नेटवर्क को सूचित किया जाता है। लेन–देन की प्रामाणिकता और अखंडता सुनिश्चित करने के लिए प्रत्येक लेनदेन पर एक निजी–कुंजी द्वारा हस्ताक्षर किए जाते हैं। नेटवर्क लेनदेन में जो फैलाया जाता है और जिसे वैध माना जाता है, उसे पहले व्यवस्थित किया जाता है और फिर कुछ विशिष्ट नोड्स द्वारा ब्लॉक में पैक किया जाता है, जिसे खनिक के रूप में जाना जाता है जब नेटवर्क स्पष्ट समझौते प्रणालियों का उपयोग करता है, उदाहरण के लिए, proof-of-stack और proof-of-work.

खनिकों को कैसे चुना जाता है और ब्लॉक में क्या जानकारी होनी चाहिए, यह समझौते पर निर्भर करता है सहमति प्रोटोकॉल आखिरकार तय करते हैं कि खनिकों का चयन कैसे किया जाना चाहिए और इसमें क्या डेटा होना चाहिए। चयनित ब्लॉकों को फिर पूरे नेटवर्क में प्रेषित किया जाता है, स्वीकृत नोड्स फिर पुष्टि कराते हैं कि क्या इस ब्लॉक में वैध लेनदेन शामिल हैं और साथ ही यह सत्यापित करता है कि यह श्रृंखला में पिछले ब्लॉक को संदर्भित करता है या इसके संबंधित हैश के उपयोग से नहीं। इसके अलावा अगर दोनों स्थितियां संतुष्ट हैं तो ब्लॉक नोड द्वारा श्रृंखला में जोड़ दिया जाता है अन्यथा यह नोड को छोड़ देता है।

c. स्वास्थ्य सेवा में ब्लॉकचेन की आवश्यकता

ब्लॉकचैन को स्वास्थ्य सुरक्षा प्रणाली [8] में अविश्वसनीय क्षमता माना जाता है। चिकित्सा सेवाओं को बेहतर बनाने के लिए प्राधिकरण को सूचना के प्रशासन को सौंपा जाना चाहिए और विभिन्न प्रणालियों को जोड़ने की इसकी क्षमता इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य रिकॉर्ड की सटीकता को बढ़ा सकती है। इस तकनीक का उपयोग दवा के नुस्खे के साथ–साथ आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन, गर्भावस्था और किसी भी संवेदनशील जानकारी के लिए किया जा सकता है। अन्य चिकित्सा सेवा क्षेत्र जो ब्लॉकचेन इनोवेशन द्वारा लाभान्वित हो सकते हैं, वो हैं; आपूर्तिकर्ता मान्यता, क्लिनिकल चार्जिंग, कॉन्ट्रैक्टिंग, क्लिनिकल रिकॉर्ड ट्रेड, क्लिनिकल प्रीइमिनीयर आदि।

एक रोगी–संचालित पद्धति को सशक्त बनाने के लिए चिकित्सा सेवा प्रशासन बदल रहे हैं।

ब्लॉकचेन–आधारित चिकित्सा सेवा रूपरेखाएँ गोपनीयता को बेहतर बनाने में सहायक हो सकती हैं और साथ ही रोगी की सूचनाओं की निर्भरता को भी बढ़ा सकती हैं क्योंकि अब रोगियों के पास उनके चिकित्सा सेवा रिकॉर्ड का अधिकार हो सकता है।

रोगियों की नैदानिक जानकारी का भंडारण चिकित्सा सेवा में महत्वपूर्ण है। ये जानकारी असाधारण रूप से संवेदनशील हैं और इस तरीके से डिजिटल हमलों के लिए एक आदर्श उदाहरण है। सभी संवेदनशील जानकारी के बारे में सुनिश्चित करना अनिवार्य है। एक और परिप्रेक्ष्य जानकारी पर कमान है, जो रोगी द्वारा अधिमानतः किया जाएगा। इस प्रकार, मरीजों की चिकित्सा सेवाओं की जानकारी को साझा करना और प्राप्त करना एक और उपयोग है। ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी हमलों के विरुद्ध बेहद शक्तिशाली है, और अभिगम नियंत्रण के लिए विभिन्न तकनीकों को देता है। नतीजतन, ब्लॉकचेन चिकित्सा सेवा की जानकारी के लिए एक सभ्य संरचना देता है।

व्यक्तिगत नैदानिक जानकारी के लिए, सार्वजनिक के बजाय निजी ब्लॉकचेन का उपयोग करना अधिक उचित होगा।

II. साहित्य समीक्षा

ब्लॉकचेन तकनीक पर आधारित बायोमेडिकल और स्वास्थ्य सेवा सूचना विनिमय प्रणाली की सुरक्षा और गोपनीयता के लिए किए गए पूर्व शोधों को नीचे दिखाया गया है।

[10] केंद्रीय प्राधिकरण पर निर्भर न होते हुए भी ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी, विकेंद्रीकृत और वितरित पर्यावरण को सशक्त बनाने के साथ रोगी के केंद्रित डेटा की सुरक्षा पर ध्यान केंद्रित करता है। क्रिप्टोग्राफिक मानकों का उपयोग लेनदेन को सुरक्षित और विश्वसनीय बनाता है। आजकल, क्रिप्टोकरेंसी के प्रसार के कारण, ब्लॉकचेन तकनीक असाधारण रूप से लोकप्रिय हो गई है। एक क्षेत्र जहां ब्लॉकचेन तकनीक में बड़ी संभावनाएं हैं, वह चिकित्सा सेवाओं की आवश्यकता है, क्योंकि चिकित्सा सेवा ढांचे से निपटने के लिए और अलग–अलग रूपरेखाओं को संबद्ध करने के लिए एक अधिक रोगी–केंद्रित तरीके की आवश्यकता होती है और इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य सेवा रिकॉर्ड्स (ईएचआर) की सटीकता में भी सुधार होता है। इस पत्र का उद्देश्य स्वास्थ्य सेवा में ब्लॉकचेन के परिचय और अनुप्रयोग पर प्रकाश डालना है।

[11] यह कार्य एक loss-less compression एल्गोरिदम BAQALC प्रस्तावित करता है जो ब्लॉकचैन लागू FASTQ और FASTA दोषरहित compression के लिए उपलब्ध है जो डीएनए अनुक्रमण डेटा की विशाल मात्रा के भंडारण और विनिमय को सक्षम करता है। प्रस्तावित BAQALC एल्गोरिथ्म न केवल उच्चतम compression प्रदर्शन दिखाता है, बल्कि डीएनए डेटा को अपरिवर्तनीय भी बनाता है। यह पत्र पांच पुराने रोगों के लिए विभिन्न compression एल्गोरिदम के compression अनुपात की तुलना करता है और परिणाम दिखाता है कि BAQALC में उच्चतम compression राशन है और साथ ही सुरक्षित भंडारण मंच भी प्रदान करता है।

[13] [14] द्वारा आईओटी और ब्लॉकचैन संचालित स्वास्थ्य सेवा के मामले के अध्ययन को दर्शाया गया है। मनुष्य को आजकल जिस बुनियादी क्षमता की आवश्यकता है, वह है, प्रभावी रूप से पहचानने, महसूस करने और कार्य करने के लिए स्वास्थ्य, और इस तरह, यह व्यक्ति के विकास में उपयोग किए जाने वाले एक आवश्यक घटक के रूप में कार्य करता है, फिर भी प्रकृति के अलावा लोगों के साथ एक जगह है। रोगी की जांच करते समय, चिकित्सक को व्यक्तिगत स्वास्थ्य के बारे में प्रत्येक विवरण को लिखना चाहिए। इस तरह मापे गए डेटा को नोट करने से मानवीय त्रुटि हो सकती है। इंटरनेट से संबंधित उपकरण, जो रोगी की स्थिति को मापते हैं, कुछ समस्याओं को हल कर सकते हैं।

हर बार अस्पताल जाने वाले मरीज को डॉक्टर के पिछले मेडिकल रिकॉर्ड से गुजरना पड़ता है। जोड़े गए उपकरणों का उपयोग करके, सभी डेटा सीधे उसके / उसके PHI (Personal health information) में स्टोर किए जाते हैं। हालांकि डॉक्टरों को अभी भी रोगी की जांच करने की आवश्यकता है लेकिन इस विशेष उपकरणों की मदद से मरीजों की स्थिति की लगातार निगरानी की जा सकती है और यह उनका समय भी बचाएगा। इसी तरह, पहनने योग्य गैजेट्स विशेषज्ञों और वैज्ञानिकों को बीमारियों की बेहतर समझ के लिए अधिक महत्वपूर्ण जानकारी दे सकते हैं, हर दिन स्पष्ट चीजों की जांच करके, ताकि हम किसी भी घटना को होने से रोक सकें और जीवन को बचा सकें।

एक निरीक्षण प्रणाली और IOT उपकरणों के उपयोग के साथ, बड़ी मात्रा में डेटा का भंडारण संभव है, जिसके परिणामस्वरूप रोगी के इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य रिकॉर्ड को अद्यतन किया जा सकता है [14] । ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी की अपरिवर्तनीयता विशेषता, उपयोगकर्ता को रोगी के डेटा को अपरिवर्तनीय रखने के साथ–साथ पूरी तरह से संरक्षित चिकित्सा इतिहास प्रदान करने की अनुमति देती है। उपयोगकर्ता सही क्रेडेंशियल्स का उपयोग करके किसी भी समय कहीं से भी अपनी रिपोर्ट तक पहुंच सकते हैं और इससे न केवल समय की बचत होगी बल्कि संस्थानों के बीच मेडिकल रिकॉर्ड के हस्तांतरण की लागत भी कम होगी।

एक और मुद्दा केंद्रीयकृत प्रणाली है क्योंकि केंद्रीकृत नियंत्रण में कई डाउनसाइड हो सकते हैं जो संस्थानों के बीच सहयोग करना मुश्किल बनाते हैं। दूसरी ओर, ब्लॉकचेन विकासवादी, सराहनीय और बहुत नई तकनीक है। ब्लॉकचेन पर डेटा की इस बड़ी मात्रा को स्टोर करना एक मुद्दा है। हालाँकि, इस डेटा की प्रतिकृति अभी भी प्राथमिक चिंता बनी हुई है। बिग डेटा तकनीक इस समस्या का सबसे उपयुक्त समाधान होगा। ब्लॉक चेन के साथ–साथ बड़े डेटा का उपयोग करना इसे और अधिक शक्तिशाली बनाता है, उदाहरण के लिए ब्लॉकचेन डीबी [13] [14]।

[15] इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT) और ब्लॉकचैन के मेडिकल उपयोग के मामले के एक केस स्टडी को दर्शाया गया है, जो ब्लॉकचैन आधारित इंटरनेट ऑफ थिंग्स मॉडल का प्रस्ताव करके स्वास्थ्य रिकॉर्ड के अविश्वसनीय भंडारण के मुद्दे पर एक जवाब देने का इरादा रखता है, जहां एक मरीज के रूप में चल रही जानकारी पुनर्स्थापनात्मक स्थिति को एक जैव–सेंसर के माध्यम से एकत्र किया जाता है और इसे ब्लॉकचेन में एकत्रित्त करता है। इन पंक्तियों के साथ अपरिवर्तनीय डेटा संग्रहण उत्पन्न किया जा सकता है। एक स्मार्ट अनुबंध द्वारा अंतिम बीमा क्लिनिक बिल को बीमा कवरेज के साथ निर्धारित किया जा सकता है। यह बाहरी आपूर्तिकर्ताओं की आवश्यकता को कम करेगा और एक सीधी रूपरेखा (पारदर्शी प्रणाली) बनाएगा।

यह पत्र डिस्चार्ज किए गए रोगियों के रिकॉर्ड के विवरण को बचाने के लिए Interplanetary document framework के उपयोग का भी प्रस्ताव करता है, बाद में वास्तविक ब्लॉक श्रृंखला पर भार को कम करता है। आम तौर पर यह निश्चित रूप से रोगियों और विशेषज्ञों को एक रोगी की आवश्यकता के लिए त्वरित प्रतिक्रिया के साथ एक संरक्षित और सीधी स्थिति बनाकर लाभान्वित करेगा।

[16] यह कार्य स्वास्थ्य सेवा में ब्लॉकचेन के अनुप्रयोग पर केंद्रित है। ब्लॉकचेन ने इसी तरह इलेक्ट्रॉनिक उपयोगों (ईएचआर) में सहमति रखने से लेकर क्लेम प्रोसेसिंग तक को व्यवस्थित करने तक कई उपयोग मामलों के माध्यम से चिकित्सीय प्रशासन डेटा की विश्वसनीयता और सरलता को सुधारने के लिए एक चरण के रूप में एकत्र किया है। लेखक इसी तरह ब्लॉकचेन के मूल को दर्शाता है और स्वास्थ्य उद्योग के अंदर इस प्रौद्योगिकी के वर्तमान और भविष्य के उपयोग को दर्शाता है।

[17] हाई–थ्रूपुट डीएनए अनुक्रमण तकनीक में तेजी से विकास और जीनोम–अनुक्रमण की लागत में कमी के बाद, ब्लॉकचेन तकनीक का उपयोग करके अपरिवर्तनीय डीएनए अनुक्रम डेटा ट्रांसमिशन में एक बड़ी प्रगति हुई है। आनुवंशिक उद्योगों में। हालांकि, डीएनए अनुक्रमण के लिए आवश्यक लागत और समय में कमी अभी भी डेटा की इतनी बड़ी मात्रा के प्रबंधन का मुद्दा है। साथ ही, इतनी बड़ी मात्रा में डीएनए अनुक्रम डेटा की सुरक्षा और प्रसारण अभी भी एक मुद्दा है। यह विचार शोधकर्ताओं और स्वास्थ्य सेवा उपयोगकर्ता दोनों के लिए भावी पीढ़ी जैव सूचना विज्ञान प्रणालियों के लिए एक सुरक्षित भंडारण मंच प्रदान करने के लिए है। सुरक्षित डेटा साझाकरण रणनीतियाँ, जो डेटा की सटीकता की पुष्टि के लिए अपने सुरक्षित पदार्थों के साथ स्वास्थ्य सेवा प्रदाताओं को अनुमति दे सकती हैं, उचित चिकित्सा सेवाओं को सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं। इस पेपर में, यह स्वास्थ्य सेवा डेटा को सुरक्षित करने के लिए ब्लॉकचेन तकनीक के अनुप्रयोगों के बारे में सर्वेक्षण किया गया है, जहां रिकॉर्ड की गई जानकारी को एन्क्रिप्ट किया गया है ताकि इसे घुसना या हटाया जाना मुश्किल हो जाए, क्योंकि ब्लॉक–चेन तकनीक के प्राथमिक लक्ष्य डेटा को अपरिवर्तनीय बनाना है।

[18] स्वास्थ्य सेवा अपने मुख्य कामकाज के लिए इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी के कई क्षेत्रों को शामिल करता है। रोगियों के इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य रिकॉर्ड का उपयोग रोगियों के चिकित्सा इतिहास को स्टोर करने और उन्हें उपयोगकर्ता के लिए आसानी से उपलब्ध और उपभोग योग्य बनाने के लिए किया जाता है। यह डेटा साइबर हमलों और दुर्भावनापूर्ण गतिविधियों के लिए भी प्रवृत्त है। ब्लॉकचैन का एक प्रूफ–ऑफ–स्टेक कार्यान्वयन एक विकेन्द्रीकृत स्वास्थ्य प्रबंधन प्रणाली तैयार करने का प्रस्ताव है जो 256–बिट एन्क्रिप्शन का उपयोग करके सुरक्षित और सुरक्षित होने के अलावा अस्पतालों के बीच अंतः क्रियाशीलता प्रदान करता है। यह एक सुरक्षित वातावरण में डेटा को संभालने की बेहतर गति के साथ पर्याप्त विकेन्द्रीकरण प्रदान करता है, स्वास्थ्य सेवा प्रणाली के लिए निजी ब्लॉकचैन नेटवर्क में संबंधित सभी उपयोगकर्ताओं के लिए सूचना तक आसानी से पहुंच प्रदान करता है।

III. स्वास्थ्य संबंधी आंकड़ों के प्रबंधन में समस्याओं की पहचान

स्वास्थ्य सेवा वातावरण में ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों की एक विशाल श्रृंखला है। इसका उपयोग रोगी के स्वास्थ्य सेवा रिकॉर्ड्स, औषधीय आपूर्ति श्रृंखला के प्रबंधन के सुरक्षित रूप से आदान–प्रदान के लिए किया जा सकता है और यह जेनेटिक शोधकर्ता के जेनेटिक कोड को अनलॉक करने के लिए बहुत मददगार हो सकता है। सुरक्षित एन्क्रिप्शन एल्गोरिदम की मदद से घुसपैठियों से रोगी के रिकॉर्ड को रोकने के लिए ब्लॉकचैन तकनीक पहले से ही महत्व प्राप्त कर रही है।

आजकल सबसे प्रसिद्ध ब्लॉकचैन की औषधीय सेवाओं के आवेदन हमारी महत्वपूर्ण नैदानिक जानकारी को संरक्षित और सुरक्षित रखने के लिए है क्योंकि सुरक्षा को स्वास्थ्य प्रणाली में एक बड़ा मुद्दा माना जाता है। वर्ष 2009 और 2017 के बीच में, 176 मिलियन से अधिक रोगी रिकॉर्ड्स को सूचना विराम में उजागर किया गया था। अपराधी वीजा और बैंकिंग डेटा के साथ–साथ स्वास्थ्य सेवा रिकॉर्ड भी ले गए।

ब्लॉकचेन में रोगी के डेटा को अपरिवर्तनीय, विकेन्द्रीकृत और पारदर्शी रखने की क्षमता है जो इसे सुरक्षा अनुप्रयोगों के लिए एक नवीन अतिप्रवाह बनाता है। इसके अलावा, चूंकि ब्लॉकचेन में एक विरोधाभासी विशेषता है, अर्थात यह पारदर्शी होने के साथ–साथ निजी भी है। यहां व्यक्ति की पहचान सुरक्षित और जटिल कोड के साथ कवर की गई है जो नैदानिक जानकारी की सुरक्षा सुनिश्चित कर सकता है। इस तकनीक के विकेंद्रीकृत विचार भी रोगियों, विशेषज्ञों और चिकित्सा सेवा प्रदाताओं को

समान डेटा तेजी से और सुरक्षित रूप से रखने की अनुमति देता है। स्वास्थ्य सुरक्षा में कुछ डेटा सुरक्षा से संबंधित मुद्दे नीचे दिए गए हैं

- **समस्या 1ः नैदानिक परीक्षणों की सूचना सुरक्षा**

किसी भी दवा के अनुमोदन या अस्वीकृति के लिए नैदानिक परीक्षणों का उपयोग किया जाता है या हम कह सकते हैं कि इसका उपयोग किसी विशेष दवा की प्रभावशीलता को निर्धारित करने के लिए किया जाता है। शोधकर्ता हमेशा परीक्षणों के परिणामों, गुणवत्ता विश्लेषण आदि से संबंधित जानकारी एकत्र करने और रिकॉर्ड करने में रुचि रखते हैं। प्रत्येक शोधकर्ता स्पष्ट परीक्षा के लिए उत्तरदायी होता है, जिससे हर किसी को नियंत्रित करना मुश्किल हो जाता है। यह जानकारी तब किए गए शोध के पूरे परिणाम को बदलने के लिए आसानी से बदलने में या कवर करने में सक्षम होगी।

- **समस्या 2ः रोगी डेटा प्रबंधन**

स्वास्थ्य बीमा पोर्टेबिलिटी और जवाबदेही अधिनियम (HIPAA) रोगी के डेटा गोपनीयता को कड़ाई से नियंत्रित करता है, और उम्मीद करता है कि PHI (Personal health information) बिल्कुल सुरक्षित हो। किसी भी मामले में, PHI के साथ पहचाने जाने वाले एक अन्य मुद्देः कुछ समय के लिए, रोगियों को अपने नैदानिक रिकॉर्ड बाहरी लोगों को देने की आवश्यकता होती है (उदाहरण के लिए दवा की दुकानों के साथ होती है, जब उन्हें बाहरी लोगों से दवा खरीदनी पड़ती है)। तो, कैसे ब्लॉकचैन आंशिक पहुंच के साथ–साथ डेटा की सुरक्षा प्रदान कर सकता है?

IV. स्वास्थ्य सुरक्षा में डेटा सुरक्षा मुद्दों के लिए समाधान

• यह युग हर किसी को डिवाइस में पंजीकृत किसी भी रिपोर्ट की वैधता साबित करने की अनुमति देता है। यह लेन–देन के रूप में रिकॉर्ड जोड़ने और सभी सिस्टम नोड्स द्वारा जानकारी को मान्य करने के माध्यम से अस्तित्व का प्रमाण प्रदान करता है। जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है, ब्लॉकचेन अपरिवर्तनीय डेटा रिकॉर्ड करता है। यह एक्सचेंज के प्रकार के अंदर रिकॉर्ड जोड़ने और सभी फ्रेमवर्क हब द्वारा डेटा को अनुमोदित करने के माध्यम से उपस्थिति का प्रमाण देता है। जैसा कि ऊपर सत्यापित किया गया है, ब्लॉकचेन अपरिवर्तित जानकारी को रिकॉर्ड करता है। यह सुविधा नैदानिक परीक्षणों के डेटा को अपरिवर्तनीय बनाने की अनुमति देती है और इसे संशोधित करना मुश्किल बनाती है। 2016 में कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के दो विशेषज्ञों ने यह देखने के लिए एक जांच की कि कैसे ब्लॉकचेन नैदानिक प्राथमिकताओं की उपस्थिति का प्रमाण प्रदान कर सकता है। मूल कोड के साथ सिस्टम द्वारा उत्पन्न कोड की तुलना करने के बाद वे इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि डेटा बदला गया है या नहीं। यह SHA256 की अनूठी विशेषता है जो हर बार एक अद्वितीय हैश बनाता है जब सूचना में परिवर्तन किया जाता है।

• प्रत्येक PHI ब्लॉक के लिए, ब्लॉक चेन रोगी की आईडी के साथ एक हैश# जेनरेट करती है।। एक एपीआई का उपयोग करके, प्रत्येक और प्रत्येक इकाई को रोगी के व्यक्तित्व को उजागर किए बिना आवश्यक डेटा मिल सकता है। एक मरीज यह निर्णय ले सकता है, कि किसको प्रवेश देना है और यह प्रवेश पूर्ण होगा या आधा। इसके अलावा, यदि रोगी को इस बारे में निश्चित नहीं था कि वह क्या कर रहा है या नहीं, तो वे स्पष्ट बाहरी लोगों को सेट कर सकते हैं जिन्हें PHI साझा करने के लिए अपनी सहमति देने की आवश्यकता होगी। ब्लॉकचैन में स्वास्थ्य सेवा के साथ–साथ विभिन्न उद्योगों में उपयोग की पहली दर है।

ब्लॉकचेन को एक लिंक की गई सूची के रूप में देखा जा सकता है जिसमें डेटा और एक पॉइंटर होता है जहां प्रत्येक ब्लॉक संरचना की तरह एक श्रृंखला में अपने पिछले एक की ओर इशारा करेगा।

हैश पॉइंटर कुछ भी नहीं है, एक पॉइंटर है जो केवल अपने पिछले ब्लॉक के पते के साथ–साथ पिछले ब्लॉक के हैश मान को भी रखता है। यह एक छोटा सा बदलाव है, जो ब्लॉकचेन को अविश्वसनीय रूप से भरोसेमंद और अन्वेषण करता है।

अब कल्पना कीजिए, अगर कोई हमलावर ब्लॉक, n* में निहित जानकारी को बदलने का प्रयास करता है, तो nt ब्लॉक में मामूली बदलाव स्वचालित रूप से हैश फ़ंक्शन के गुण के कारण n-1 वें ब्लॉक में एक कठोर बदलाव करेगा। इसी तरह $n\text{-}1^{th}$ ब्लॉक में बदलाव $(n\text{-}2)^{th}$ ब्लॉक के डेटा को बदलने के लिए मजबूर करेगा और इसी तरह, चेन को पूरी तरह से अलग बना देगा। ब्लॉकचेन की इस गुण को अपरिवर्तनीयता के रूप में जाना जाता है।

आइए हम हैशिंग प्रक्रिया के एक उदाहरण पर विचार करें। इस गतिविधि के लिए, हम SHA–256 (सिक्योर हैशिंग एल्गोरिथम 256) का उपयोग कर रहे हैं।

Table 1. Hashing Process

Input	Hash
Hello	185f8db32271fe25f561a6fc938b2 e264306ec304eda518007d176482 6381969
Bye	128901223aac8df3b89cd75d7 ec644f 9924ed9dcd01e0c65 ae99334a3cf9273a

उपरोक्त उदाहरण से यह स्पष्ट है कि आपकी जानकारी कितनी भी बड़ी या कम क्यों न हो, हमारे पास हमेशा एक निश्चित 256–बिट लंबाई आउटपुट होगा। यह तब और महत्वपूर्ण हो जाएगा जब हमें भारी मात्रा में सूचनाओं का सामना करना होगा। इसलिए, इनपुट के बजाय हैश को याद रखना आसान हो सकता है और साथ ही हम इसका ट्रैक भी रख सकते हैं। क्रिप्टोग्राफिक हैश के बारे में एक दिलचस्प तथ्य यह है कि इनपुट में एक छोटा सा बदलाव भी हैश मूल्य में एक बड़ा बदलाव कर सकता है इस गुण को Avalanche effect के रूप में जाना जाता है।

आइए एक उदाहरण पर विचार करके इसे देखें:

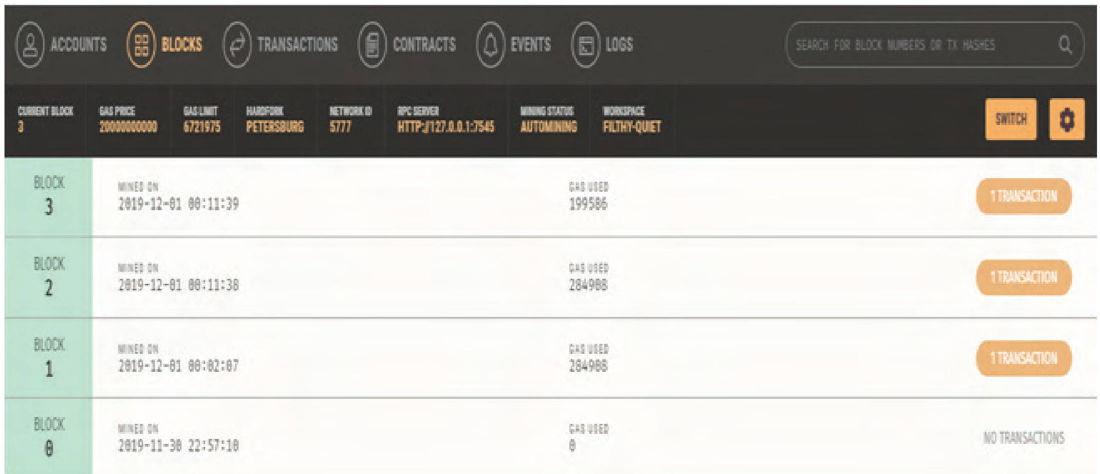
Table 2. Avalanche effect in Hashing Process

Input	Hash
Hello	185f8db32271fe25f561a6fc938b 2e264306ec304eda518007d1764 826381969
hello.	2cf24dba5fb0a30e26e83b2ac5b9e 29e1b161e5c1fa7425e730433629 38b9824

उपरोक्त उदाहरण से यह स्पष्ट है कि इनपुट में एक छोटा सा बदलाव भी हैश मूल्य में एक बड़ा परिवर्तन कर सकता है। चित्र 1 ब्लॉकचेन की संरचना की तरह एक जुड़ी हुई सूची को दर्शाता है, जहां प्रत्येक ब्लॉक में डेटा होता है और एक संकेतक अपने पिछले एक की ओर इशारा करता है।हमने अपना काम दिखाने के लिए गनाचे प्राइवेट (Ganache private) ब्लॉकचैन टूल का इस्तेमाल किया है।

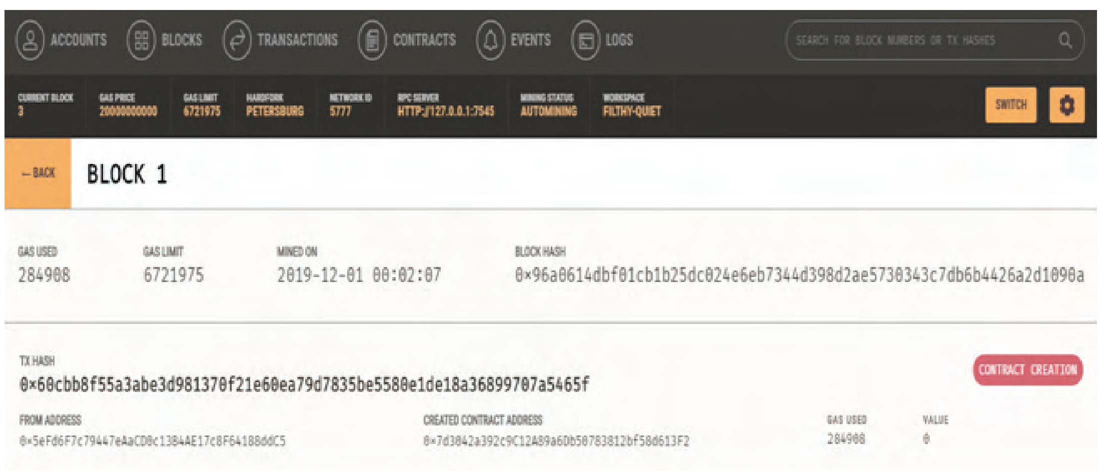
Ganache तेजी से एथेरियम और कॉर्डा वितरित अनुप्रयोग विकास के लिए एक व्यक्तिगत ब्लॉकचेन है। आप पूरे विकास चक्र में Ganache का उपयोग कर सकते हैं; आपको एक सुरक्षित और नियतात्मक वातावरण में अपने dApps को विकसित, परिनियोजित और परीक्षण करने में सक्षम बनाता है।

Ganache दो प्रकार में आता है: एक UI और एक सीएलआई। Ganache UI एक डेस्कटॉप एप्लिकेशन है जो एथेरियम और Corda तकनीक दोनों का समर्थन करता है। कमांड–लाइन टूल, Ganache-Cli (जिसे पहले TestRPC के नाम से जाना जाता था), एथेरियम पर विकास के लिए उपलब्ध है।



चित्र 1. Ethereum एक्सचेंजों का पूर्वावलोकन

ब्लॉक 1 के बारे में पूर्ण विवरण चित्र 2 में दिखाया गया है जैसे हैश मान, स्रोत पता, खनन समय आदि



चित्र 2 Ethereum ब्लॉक का विस्तृत पूर्वावलोकन

V. निष्कर्ष :

रोगी की जांच करते समय, चिकित्सक को व्यक्तिगत स्वास्थ्य के बारे में प्रत्येक विवरण को लिखना चाहिए। इस डेटा को नोट करने से मानवीय त्रुटि हो सकती है। इंटरनेट से संबंधित उपकरण, जो रोगी की स्थिति को मापते हैं, कुछ समस्याओं को हल कर सकते हैं।हर बार डॉक्टर अस्पताल जाने वाले मरीज के पिछले मेडिकल रिकॉर्ड से गुजरना पड़ता है। उपकरणों का उपयोग करके, सभी डेटा को सीधे मरीज के EMR (Electronic Medical Record) में स्टोर किया जा सकता है। हालांकि डॉक्टरों को अभी भी रोगी की जांच करने की आवश्यकता है लेकिन अब यह अपना समय बचाएगा। इस विशेष उपकरणों की मदद से हम मरीजों की स्थिति की लगातार निगरानी कर सकते हैं। इसी तरह, पहनने योग्य गैजेट्स विशेषज्ञों और वैज्ञानिकों को बीमारियों की

बेहतर समझ के लिए अधिक महत्वपूर्ण जानकारी दे सकते हैं, हर दिन स्पष्ट चीजों की जांच करके, ताकि हम किसी भी घटना को होने से रोक सकें और जीवन को बचा सकें।एक निगरानी प्रणाली और IoT उपकरणों के उपयोग के साथ, बड़ी मात्रा में डेटा का भंडारण संभव है, जिसके परिणामस्वरूप रोगी के इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य रिकॉर्ड को अद्यतन किया जा सकता है [14]। ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी की अपरिवर्तनीयता विशेषता, उपयोगकर्ता को रोगी के डेटा को अपरिवर्तनीय रखने के साथ–साथ पूरी तरह से संरक्षित चिकित्सा इतिहास प्रदान करने की अनुमति देती है। उपयोगकर्ता सही क्रेडेंशियल्स का उपयोग करके किसी भी समय कहीं से भी अपनी रिपोर्ट तक पहुंच सकते हैं और इससे न केवल समय की बचत होगी बल्कि संस्थानों के बीच मेडिकल रिकॉर्ड के हस्तांतरण की लागत भी कम होगी।इस पत्र में, हमने ब्लॉकचेन की कार्यप्रणाली, स्वास्थ्य सेवा में इसकी आवश्यकता और ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी का उपयोग करके जैव चिकित्सा और स्वास्थ्य सूचना विनिमय प्रणाली में सुरक्षा और गोपनीयता कैसे प्राप्त की जा सकती है, के बारे में बताया है।

VI. Table of the Hindi terminology used %

Blockchain	ब्लॉकचेन
Biomedical	बायोमेडिकल
Cryptographic hash	क्रिप्टोग्राफिक हैश
Cryptographic currency	क्रिप्टोकरेंसी
Database	डेटाबेस
Decentralized	विकेंद्रीकृत
Distributed	वितरित
DNA sequence	डीएनएअनुक्रमण
Hackers	हैकर्स
Healthcare	स्वास्थ्य सेवा
Input	इनपुट
IOT (Internet of things)	आईओटी
output	आउटपुट
Peer-to-Peer	पीयर–टू–पीयर
Security	सुरक्षा
Technology	तकनीक
Transparent	पारदर्शी

References:

[1] Aste, T.; Tasca, P.; Di Matteo, T. Blockchain Technologies: Th e Foreseeable Impact on Society and Industry. Computer 2017, 50, 18–28.

[2] Roehrs,A.; da Costa, C.A.; da Rosa Righi, R.;Alex, R.; Costa, C.A.; Righi, R.R. OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records. J. Biomed. Inform. 2017, 71, 70–81.

[3] Sleiman, M.D.; Lauf, A.P.; Yampolskiy, R. Bitcoin Message: Data Insertion on a Proof-of-Work Cryptocurrency सिस्टम . In Proceedings of the 2015 International Conference on Cyberworlds (CW), Visby, Sweden, 7–9 October 2015; pp. 332–336.

[4] Aumasson, J. Serious Cryptography: A Practical Introduction to Modern Encryption; No Starch Press: San Francisco, CA, USA, 2017.

[5] Ferguson, N.; Schneier, B. Practical Cryptography, 1st ed.; John Wiley & Sons, Inc.: New York, NY, USA, 2003.

[6] Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.; Chen, X.; Wang, H. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. In Proceedings of the 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), Boston, MA, USA, 11–14 December 2017; pp. 557–564.

[7] National Institute of Standards and Technology. Secure Hash Standard (SHS); Federal Information Processing Standards Publication: Gaithersburg, MD, USA, 2012.

[8] European Coordination Committee of the Radiological. Blockchain in Healthcare; Technical report; European Coordination Committee of the Radiological: Brussels, Belgium, 2017.

[9] Wüst, K.; Gervais, A. Do you need a Blockchain? IACR Cryptol. ePrint Arch. 2017, 2017, 375.

[10] Marko Hölbl, Marko Kompara, Aida Kamišali´c and LiliNemecZlatolas. "A सिस्टमatic Review of the Use of Blockchain in Healthcare". MDPI, journal, 10 October 2018.

[11] Seo-Joon Lee, Gyoun-Yon Cho, Fumiaki Ikeno and Tae-Ro Lee. "BAQALC: Blockchain Applied Lossless EfficientTransmission of DNA Sequencing Data for NextGeneration Medical Informatics". Appl. Sci. 27 August 2018, 8(9), 1471

[12] LichengWanga, XiaoyingShen a, Jing Li b, Jun Shao c, Yixian Yang. "Cryptographic primitives in blockchains". Elsevier Journal of Network and Computer Applications 127 (2019) 43–58.

[13] BigchainDB: A Scalable Blockchain Database, T McConaghy, R Marques, A M¨uller, D De Jonghe, T. T McConaghy, G McMullen, R Henderson, S Bellemare, A Granzotto, June 8, 2016, ascribe GmbH, Berlin Germany, https://www.bigchaindb.com/whiteपेपर/bigchaindb-whiteपेपर.pdf

[14] BigchainDB features, https://www.bigchaindb.com/features/

[15] TusharDey, ShwetaSunderkrishnan, ShauryaJaiswal, Prof. NehaKatre ,” HealthSense: A Medical Use Case of Internet of Things and Blockchain” . Proceedings of the International Conference on Intelligent Sustainable सिस्टमs (ICISS 2017) IEEE Xplore Compliant.

[16] Angraal,S.;Krumholz,H.M.;Schulz,W.L. Blockchain Technology: Applications in HealthCare. Circ.Cardiovasc. Qual. Outcomes2017,10,e003800

[17] G. Mathur, A. Pandey and S. Goyal, "Immutable DNA Sequence Data Transmission for Next Generation Bioinformatics Using Blockchain Technology," 2nd International Conference on Data, Engineering and Applications (IDEA), Bhopal, India, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/IDEA49133.2020.9170715.

[18] Sagar V., Kaushik P. (2021) Ethereum 2.0 Blockchain in Healthcare and Healthcare Based Internet-of-Things Devices. In: Dave M., Garg R., Dua M., Hussien J. (eds) Proceedings of the International Conference on Paradigms of Computing, Communication and Data Sciences. Algorithms for Intelligent सिस्टमs. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7533-4_17.

अन्तर्ज्ञान

”शान्त मन से ही कई चमत्कारिक खोजों और आविष्कारों ने जन्म लिया है। मन की इस अवस्था में, ब्रह्मांड के सभी रहस्य अनायास प्रकट होते हैं, जैसे स्क्रीन पर चित्र। ”

. . . अम्मा श्री माता अमृतानंदमयी देवी

तात्विक सिद्धान्तों की खोज का कोई तार्किक तरीका नहीं है। केवल अंतर्ज्ञान (intuition) का तरीका है, जो दिख रहा है उसके पीछे पड़ी व्यवस्था के प्रति एक भावना से उद्दीप्त होता है। वह रहस्यवादी भावना है। यहाँ सभी कला और सभी विज्ञान के सत्य बीज कण निहित हैं। जिस किसी में भी ऐसी भावना का अभाव है, वह आश्चर्यभरे समाधान पाने में सक्षम नहीं है और डर की स्थिति में रहता है, वह मृत व्यक्ति की भांति है। यह जानने के लिए कि वास्तव में हमारे लिए जो अभेद्य है वह वास्तव में विद्यमान है और श्रेष्ठतम प्रज्ञान एवं परम सौंदर्य के रूप में प्रकट होता है, जिनके केवल स्थूल रूप ही इंद्रियों की सीमित शक्ति से दिखाई देते हैं। यह ज्ञान, और यह भावना ही सच्ची धार्मिकता का मूल आधार है। केवल इस संदर्भ में, मैं अपने आप को प्रगाढ़ धार्मिक लोगों में शुमार करता हूँ।

. . . अल्बर्ट आइंस्टीन आध्यात्मिकता पर

महामारी हेतु नवीन(एस+एएस) इ आई आर गणितीय निदर्श

New (S+AS) EIR Mathematical Model For Covid Epidemic

संजय जैन[1], आदर्श मंगल[2] एवं शगुन जैन[3]

Sanjay Jain[1], Adarsh Mangal[2] and Shagun Jain[3]

[1]Samrat Prithviraj Chouhan Government College Ajmer-305001, INDIA

[2]Engineering College Ajmer-305025, INDIA

[3]MD Program, AMA School of Medicine, Manila-1200, Philippines

[1]drjainsanjay@gmail.com, [2]dradarshmangal1@gmail.com, [3]shagunajmer@gmail.com

सारांश :

किसी महामारी में बीमारी के लक्षणों, निदर्श, अनुकार तथा संबंधित क्रिया से सम्बद्ध ज्ञानार्जन को सम्मिलित करते हुए उपचार का निर्णय करना एक मूलभूत प्रक्रम होता है। महामारी से संबंधित समस्याओं में उस विशेष बीमारी के लिए जिम्मेदार लक्षणों के आधार पर उपचार का निर्णय किया जाता है, किन्तु बहुत सारे लोगों में महामारी से सम्बद्ध लक्षण प्रकट नहीं होते हुए भी वे इस बीमारी से ग्रसित पाए गए है। अतः इस अवस्था को वर्तमान में महामारी से संबंधित निदर्शों में सम्मिलित करना समय की मांग बन चुकी है। इस शोध पत्र में एक व्यापकीकृत नया गणितीय निदर्श महामारी के संदर्भ में प्रस्तावित किया गया है जिसमें बीमारी से संबंधित लक्षण रखने वाले तथा लक्षण नहीं रखने वाले दोनों ही प्रकार के रोगियों पर विचार किया गया है।

Abstract:

Decision making for treatment in an epidemic is a fundamental process involving acquisition of characteristics of diseases, modelling, simulations and action. In epidemic decision problems, criteria can be determined by prescribed symptoms of disease for treatment but in case of COVID epidemic many asymptomatic patient occurs. Therefore it is demand of time to combine this situation in the models related with today's COVID pandemic. In this research paper, a generalized new mathematical model for COVID epidemic in which both symptomatic and asymptomatic patients are considered for mathematical modelling of COVID epidemic.

मुख्य शब्द : कोविड –19, अलक्षणात्मक रोगी, लक्षणात्मक रोगी, गणितीय निदर्श।

Keywords: COVID-19, asymptomatic patients, symptomatic patients, mathematical model.

1. परिचय

वर्तमान परिदृश्य में लगभग सभी देश कोविड महामारी से लोहा ले रहे है। पिछले लगभग एक वर्ष से हम सामान्य दिशानिर्देशों जिनमें सामाजिक दूरी (Social Distancing), प्रक्षालक (Sanitizer) का प्रयोग तथा मुख–कवच (Face Mask) का उपयोग कर इस महामारी से लड़कर विजय पाने का प्रयास कर रहे थे। जिनमें अब द्विपरतीय मुख–कवच का उपयोग तथा टीके लगवाकर बीमारी को और आगे संक्रमण से रोकने का प्रयास हमारे द्वारा किया जा रहा है। विश्व स्वास्थ्य संगठन की वेबसाईट पर उपलब्ध मृत्यु दर के आंकड़ों से यह दृष्टिगत होता है कि संयुक्त राज्य अमेरिका, फ्रांस, इटली तथा अन्य सर्वश्रेष्ठ चिकित्सा सुविधाओं वाले देशों में भी इस महामारी का व्यापक प्रभाव हुआ है।

कोविड महामारी की प्रारम्भिक अवस्था में, इस रोग से ग्रसित रोगी का RT-PCR परीक्षण (जोकि कोविड़

रोग के लिए उत्तरदायी विषाणु को पहचानने में कारगर प्रयोगशाला परीक्षण है) किया जाता था तथा परीक्षण का परिणाम धनात्मक (Positive) आने पर रोगी को रोग की तीव्रता के आधार पर चिकित्सकीय परामर्श के अधीन प्रेक्षण में तब तक रखा जाता था जब तक कि रोगी की रिपोर्ट ऋणात्मक ना आ जाए। किन्तु बदली हुई परिस्थितियों में अब एक स्वस्थ व्यक्ति का RT-PCR परीक्षण किए जाने पर भी परीक्षण धनात्मक परिणाम दे रहा है। इसका अर्थ यह है कि लगभग सम्पूर्ण जनसंख्या का इस महामारी से ग्रसित होना संदेहास्पद है।

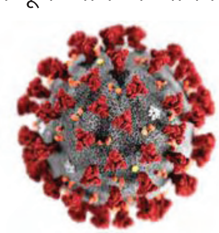
2. साहित्य सर्वेक्षण

कोविड –19 के कारगर ईलाज से संबंधित शोध अभी तक नहीं हो पाई है क्योंकि यह नवीनतम बीमारी है। बकेर (Bacaer) (1) ने वर्तमान कोरोना विषाणु जनित महामारी पर आधारित द्वि प्रावस्था एस ई आई आर (SEIR) गणितीय निदर्श का अध्ययन किया। कोचनकजीक एवं अन्य (Kochanczyk et al) (2) ने कोविड–19 के प्रसार से संबंधित एक संवेदनशील (Susceptible), प्रकट (Exposed), संक्रामक (Infectious) तथा रोगमुक्त (Removed) समूहों पर आधारित निदर्श की रचना की जिसमें निदर्श को केवल औसत ऊष्मायन अवधि (Incubation period) τ तथा दो दर प्राचलों (Rate Parameters): संपर्क दर (Contact Rate) β तथा अपवर्जन दर (Exclusion Rate) γ की सहायता से प्राचलीकृत किया। बनर्जी एवं अन्य (Banerjee et al) (3) ने द्वि चरण वृद्धि को समझने के लिए प्रतिरक्षा–महामारी विज्ञान (Immuno–epidemiological model) से संबंधित निदर्श को प्रस्तावित किया। कुचरस्की एवं अन्य (Kucharski et al) (4) ने कोविड –19 के संचरण (Transmission) की प्रारम्भिक गतिकी तथा नियंत्रण का गणितीय निदर्शन किया। कीयरोची (Ciarochi) (5) ने कोविड –19 एवं अन्य संक्रामक बीमारियों के फैलाव के बारे में प्रारम्भिक रूपरेखा प्रस्तुत की। जैन एवं अन्य (Jain et al) (6) ने समांतर रूप से कोविड–19 के लक्षण रखने वाले तथा बिना लक्षण वाले दोनों ही प्रकार के रोगियों के लिए नवीन निदर्श प्रस्तावित किया। इस अध्ययन में विश्व स्वास्थ्य संगठन, जेनेवा की कोविड–19 के स्थिति प्रतिवेदन (7) को भी सम्मिलित किया गया है। फिट्जपैट्रिक एवं अन्य (Fitzpatrick et al) (8) ने निदर्श के विकास, मान्यकरण (Validation) तथा व्याख्या (Interpretation) से उत्पन्न हुई कठिनाई को रेखांकित किया। इस शोध पत्र में लक्षणात्मक तथा अलक्षणात्मक दोनों ही प्रकार के रोगियों के निकाय में प्रवेश को समाहित करते हुए एक नया गणितीय निदर्श प्रस्तावित किया गया है। शोध पत्र का संगठन इस प्रकार है :–

खंड 3 में कोविड –19 से संबंधित सिद्धांत तथा इस रोग के लिए उत्तरदायी विषाणु से संबंधित सभी आवश्यक जानकारियों का समावेशन किया गया है। खंड 4 में पूर्व में अस्तित्व में आए हुए गणितीय निदर्शों का वर्णन किया गया है। खंड 5 में कोविड–19 के उपचार के लिए निर्णयन किए जाने के लिए एक निदर्श का विकास किया गया है। अंत में खंड 6 में निष्कर्ष समाहित है।

3. रोग से संबंधित प्रारम्भिक जानकारियाँ

वृहद पैमाने पर संक्रामक बीमारी जैसे कोविड–19 से लड़ने में गणितीय महामारी विज्ञान (Mathematical Epidemiology) का अति महत्वपूर्ण स्थान है। जनवरी 2020 में कोरोना विषाणु ने सर्वप्रथम चीन के वुहान से अपना तांडव शुरू किया। उसके बाद सम्पूर्ण चीन में मानवता पर आघात किया, साथ ही



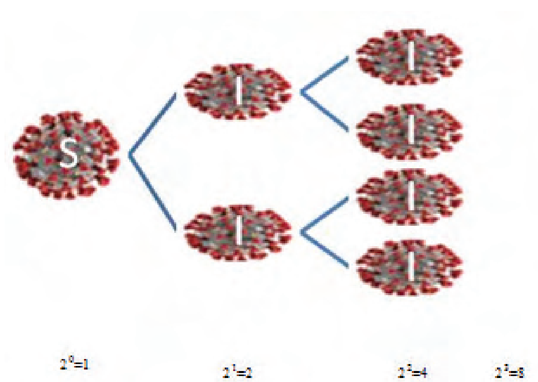
वैश्विक तौर पर इस विषाणु ने अपने पैर पसारना शुरू किया। हम इस विषाणु के फैलाव को गणितीय दृष्टि से समझने का प्रयास करते है।

कोरोना विषाणु का व्यास 120–160 नैनोमीटर होता है। इसका बाहरी आवरण 20 नैनोमीटर लंबे

आकार का होता है जोकि मुकुट के आकार का कहा जा सकता है। इसे नग्न आँखों से नहीं देख सकते है। इसे केवल इलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी (Electron Microscopy) द्वारा ही देखा जा सकता है।

कोविड–19 बीमारी एक विषाणु SARS-CoV–2 से जनित है। यह विषाणु कोरोना विषाणु कुल से संबंध रखता है जोकि सार्स (SARS) (Severe |cute Respiratory Syndrome) तथा मर्स (MERS) (Middle East Respiratory Syndrome) विषाणुओं के काफी करीब है। ये दोनों विषाणु पूर्व में बहुत तबाही मचा चुके है। सार्स, मर्स की तुलना में गरम वातावरण में भी जीवित रह सकता है। वर्तमान में, एक संक्रमित व्यक्ति अन्य को भी संक्रमित कर रहा है ; साथ ही असंक्रमित व्यक्ति भी संक्रमण का शिकार हो रहा है चाहे वह संक्रमित व्यक्ति के साथ प्रत्यक्ष संपर्क में नहीं आया हो।

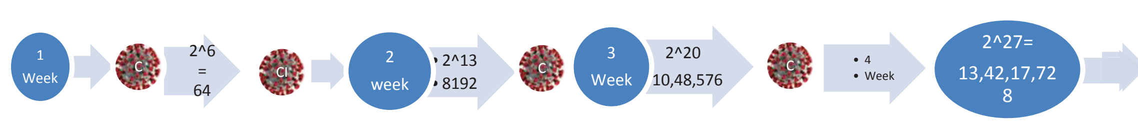
चरघातांकी वृद्धि



किसी महामारी के प्रारम्भिक चरण में, जब अधिकतम लोग संक्रमण के लिए संदिग्ध हो ; तब शाखन प्रक्रम से एक गणितज्ञ, व्यक्ति से व्यक्ति में संक्रमण के फैलाव को निदर्श के माध्यम से प्रस्तुत कर सकता है। यदि एक संक्रमित व्यक्ति औसत रूप से दो व्यक्तियों को संक्रमित करता है, तो प्रत्येक पीढ़ी में संक्रमितों की संख्या दुगुनी हो जाएगी। ऐसी वृद्धि चरघातांकी वृद्धि कहलाती है। निःसंदेह केवल एक संक्रमित व्यक्ति ही अन्यों को संक्रमित कर रहा हो, ऐसा नहीं है। संक्रमण की संभाविता को प्रभावित करने वाले और कई कारण भी है। किसी महामारी में, रोग की वृद्धि दर इस तथ्य पर निर्भर करती है कि एक संक्रमित व्यक्ति औसत रूप से कितने व्यक्तियों को तथा कितने समय में संक्रमित कर सकता है।

प्रत्येक संक्रमित व्यक्ति, व्यक्तियों की एक निश्चित संख्या को संक्रमित कर सकता है। कोरोना विषाणु पर प्राप्त आंकड़ों के अनुसार, एक व्यक्ति लगभग 2.5 व्यक्तियों को संक्रमित कर रहा है जो आगे फिर 2.5 व्यक्तियों को संक्रमित कर रहे है। गणितीय रूप से चरघातांकी वृद्धि को निम्न प्रकार दर्शाया गया है :–

साप्ताहिक चक्रविशलेषण



2^0=1 to 2^6 = 64 2^7 to 2^{13} = 8192 2^{14} to 2^{20} =10,48,576 2^{21} to 2^{27} =134,217,728

सैकड़ो में हजारों में दस लाख में दस करोड़ में इसी प्रकार

प्रारंभ में कोविड–19 का प्रसार बहुत धीमी गति से हुआ किन्तु बाद में अचानक वृद्धि हुई। ऊपर दर्शाये गए गणितीय चक्र विश्लेषण से स्पष्ट हुआ कि सामाजिक संपर्कों को कम कर तथा संक्रमित व्यक्ति को अन्यों के संपर्क से दूर रखकर इस वृद्धि पर विराम लगाया जा सकता है। सामाजिक दूरी के गणितीय अनुकार से संक्रमण वक्र का चपटा होना दृष्टिगत होता है। अधिकतम शोधकर्ताओं के अनुसार, कोविड–19 का प्रसार चरघातांकी नहीं है।

4. पूर्व में ज्ञात गणितीय निदर्श

गणित केवल बीमारी तथा संक्रमण के संदर्भ को समझने के लिए ही लाभदायक नहीं है, अपितु गणितीय निदर्श किसी देश के चिकित्सकर्मियों को उभरते हुए संक्रमणों को कम करने के उपायों के बारे में भी उपयोगी जानकारी उपलब्ध कराते है। इन निदर्शों के लक्ष्य में, ऐसी अनिवार्य समस्याएं जिनमें निदर्शन उपयोगी हो सकता है ; तथा इन समस्याओं को हल करने की दिशा में कारगर सहयोग किए जाने वाले तत्वों को पहचानना समाहित होता है। गणितीय निदर्शों की सहायता से हम बहुसंख्यक विकल्पों का अनुकार कर सकते है। इनकी सहायता से हम महामारी के बारे में पूर्वानुमान लगा सकते है।

गणितीय दृष्टि से, किसी रोग के निदर्शन में एक अति महत्वपूर्ण राशि R_0 होती है, जिसे आधारी जननात्मक (Basic Reproductive Number) संख्या भी कहते है। महामारी विशेषज्ञों के लिए कोविड–19 जैसे नए रोगों के अध्ययन के लिए R_0 का निर्धारण किया जाना मौलिक लक्ष्य होता है। R_0 अनिवार्य रूप से किसी रोग की संक्रामकता को मापने का पैमाना है। R_0, किसी संदिग्ध जनसंख्या में व्यक्तियों की वह औसत संख्या है जिससे यह दृष्टिगत होता है कि एक संक्रमित व्यक्ति किसी निश्चित समय में कितने व्यक्तियों को संक्रमित कर देगा।

R_0 के मानों की निम्न तीन अवस्थाएं होती है :–

(i) यदि $R_0<1$, तो एक संक्रमित व्यक्ति एक से कम व्यक्ति को संक्रमित करता है। रोग के फैलाव के नहीं होने का अनुमान कहा जा सकता है।

(ii) यदि $R_0=1$, तो एक संक्रमित व्यक्ति औसततः एक व्यक्ति को संक्रमित करता है। यह इंगित करता है कि रोग का फैलाव स्थायी है, तथा संक्रमितों की संख्या में वृद्धि अथवा कमी नहीं होना कहा जा सकता है।

(iii) यदि $R_0>1$, तो एक संक्रमित व्यक्ति औसत रूप से एक से अधिक व्यक्तियों को संक्रमित कर सकता है। इस अवस्था में रोग के फैलाव को रोकने में यदि हस्तक्षेप नहीं किया जाए तो रोग के फैलाव में बेतहाशा वृद्धि होती जाती है।

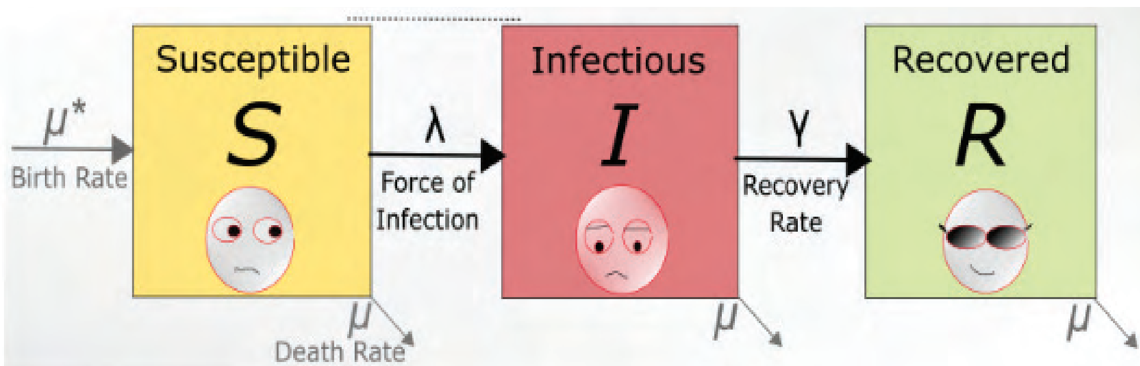
गणितीय दृष्टि से, चरघातांकी बंटन, मोंटे कार्लो अनुकार (यादृच्छिक चरों के हस्तक्षेप से विभिन्न परिणामों की प्रायिकताओं के बारे में पूर्वानुमान के लिए मोंटे कार्लो अनुकार (Monte Carlo Simulation) का प्रयोग किया जाता है। निदर्शों के पूर्वानुमान में जोखिम तथा अनिश्चितता के प्रभाव को समझाने के लिए भी मोंटे कार्लो अनुकार का उपयोग किया जाता है।), SIR निदर्श, SIS निदर्श, SEIR निदर्श, SEIRS निदर्शों का पूर्व में विभिन्न रोगों के निदर्शन में उपयोग किया गया है।

SIR निदर्श : किसी रोग के प्रभाव को कई स्तरों पर गणितीय निदर्शों के द्वारा अनुकारित किया जा सकता है, यथा रोग किस प्रकार एक रोगी की कोशिकाओं के मध्य परस्पर क्रिया पर प्रभाव परिलक्षित करता है, या भौगोलिक रूप से पृथक्कत जनसंख्या पर कैसा फैलाव होता है। किसी जनसंख्या में व जनसंख्या के मध्य रोग के फैलाव के निदर्श, जोकि कोविड–19 का पूर्वानुमान करने में प्रयुक्त होते है, संवेदनशील – संक्रमित – रोग–निवृत (Susceptible–Infectious–Recovered) (SIR) ढांचे पर आधारित होते है।

SIR निदर्श एक मौलिक गणितीय निदर्श है, जोकि 1920 के दशक में विकसित हुआ था किन्तु

महामारी से संबंधित अध्ययन के लिए इसे आज भी प्रयुक्त किया जाता है। इस निदर्श में व्यक्तियों की संख्या N (जनसंख्या) (किसी शहर, देश, महाद्वीप अथवा विश्व की) को तीन वर्गों में विभाजित किया जाता है : वे जो अभी संक्रमित नहीं है, किन्तु जिनकी लक्षणों से रोग से संक्रमितता संदिग्ध है (वर्ग S), वे जो संक्रमित रोगी है (वर्ग I), तथा वे जो रोग से निवृत हो गया है (वर्ग R), क्योंकि या तो वे रोग से उबरकर स्वस्थ हो गए है तथा रोग प्रतिरोधी हो गए है, या वे मृत्यु को प्राप्त हो गए है। इस निदर्श में समीकरणों का समुच्चय भी निर्धारित है, जिससे यह ज्ञात होता है कि किसी समय काल में (एक दिन अथवा एक माह में), कितने व्यक्ति एक वर्ग से किसी दूसरे वर्ग में स्थानांतरित होते है।

किसी मानक SIR निदर्श को निम्न प्रकार निरूपित किया जा सकता है :—



किसी संदिग्ध व्यक्ति के संक्रमित होने की दर को संक्रमण बल कहते है, जिसे λ से निरूपित करते है। व्यक्तियों के संक्रमण से स्वास्थ्य लाभप्राप्त करने की दर को स्वास्थ्य लाभ दर कहते है जिसे γ से निरूपित करते है। यहाँ λ एक अचर नहीं है, वरन संक्रामक विभाग के आकार का फलन है। संक्रमण बल λ, हस्तांतरण दर β के समानुपाती होता है, जहाँ λ तथा β में निम्न संबंध होता है :—

$\lambda(I) = \frac{\beta}{N}$ क्योंकि व्यक्ति विभिन्न विभागों के मध्य आवागमन कर सकता है, अतः प्रत्येक विभाग में व्यक्तियों की संख्या समय के साथ परिवर्तित होती है। अस्थाई रूप से प्राकृतिक जन्म—मृत्यु दरों को उपेक्षणीय करते हुए, SIR निदर्श को साधारण अवकल समीकरणों के निम्न निकाय से निरूपित किया जा सकता है :—

$\frac{dS}{dt} = -\lambda(I)S$,जब संवेदनशील व्यक्तियों तथा संक्रमितों पर विचार किया गया है।

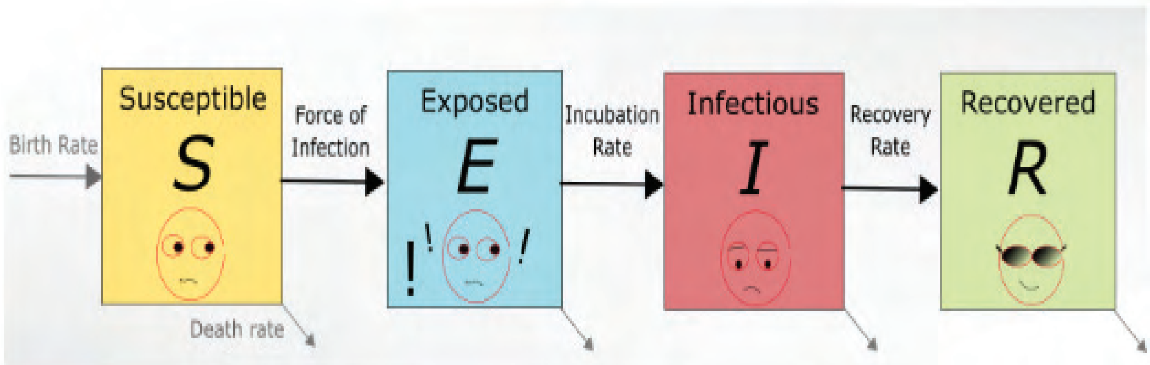
$\frac{dI}{dt} = \lambda(I)S - \gamma I$,जब संवेदनशील व्यक्तियों,संक्रमितों तथा रोग—निवृत्त तीनों वर्गों पर विचार किया गया है।

$\frac{dR}{dt} = \gamma I$, जब संक्रमितों तथा रोग—निवृत्त वाले दोनों वर्गों पर विचार किया गया है।

SEIR निदर्श : उपरोक्त SIR निदर्श को गणितीय निदर्शन के लिए लंबे समय से महामारी विश्लेषण के लिए प्रयुक्त किया जाता है किन्तु कोविड—19 जैसी बीमारी के लिए यह निदर्श अधिक उपयुक्त नहीं है। अधिकांश बीमारियों में एक ऊष्मायन अवधि होती है, जिसमें एक संक्रमित व्यक्ति किसी दूसरे व्यक्ति को संक्रमित नहीं कर सकता। इस अतिरिक्त विभाग – E (Exposed) (प्रकट) को SIR निदर्श में समाहित करने

पर यह SEIR निदर्श में समानीत हो जाता है। विश्व स्वास्थ्य संगठन ने वुहान में कोविड़–19 के प्रारम्भिक चरणों के पूर्वानुमान के लिए SEIR निदर्श का उपयोग किया था।

किसी मानक SEIR निदर्श को निम्न प्रकार निरूपित किया जा सकता है:–



इस निदर्श में ऊष्मायन दर (वह दर जिससे प्रकट हुआ व्यक्ति संक्रमित हो जाता है) को सम्मिलित किया गया है।

प्रकट विभाग में वृद्धि के कारण, एक प्राचल में बढ़ोतरी हो गई है तथा S-E-I-R के विभिन्न संयोजन बन जाते है। इस अवस्था में विभिन्न निदर्शों की अवकल समीकरणें SIR निदर्श की तुलना में कठिन हो जाती है। ऐसी कठिन समीकरणें साधारण अवकल समीकरण के लिए बनाए गए सॉफ्टवेयर से हल की जा सकती है। इस निदर्श से संबंधित अवकल समीकरणें निम्न है :–

$$\frac{\mathrm{dS}}{\mathrm{dt}} = -\frac{\beta \mathrm{SI}}{N}$$

$$\frac{\mathrm{dE}}{\mathrm{dt}} = -\frac{\beta \mathrm{SI}}{N} - \sigma E$$

$$\frac{\mathrm{dI}}{\mathrm{dt}} = \sigma E - \gamma I$$

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

5. प्रस्तावित गणितीय निदर्श का विकास

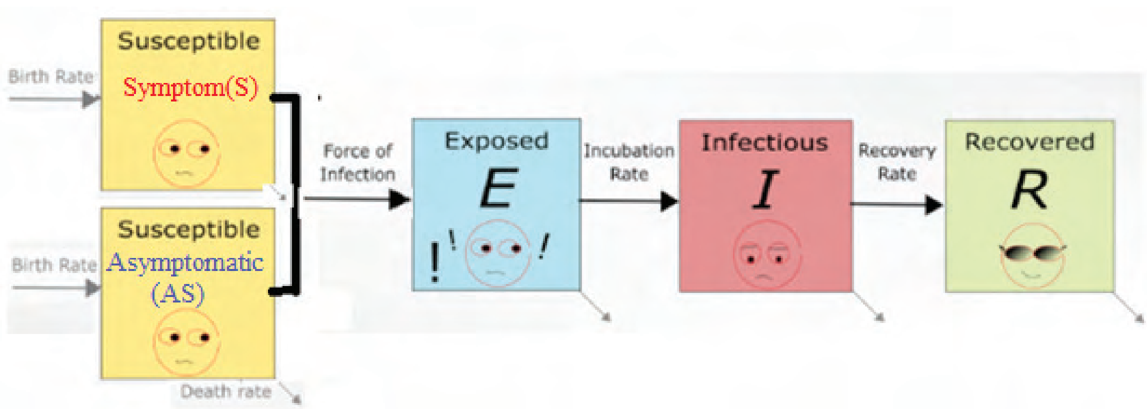
(S+AS) EIR निदर्श ((Symptomatic and Asymptomatic) Exposed Infected Recovered) Model

उपरोक्त SEIR निदर्श को वैश्विक महामारी कोविड–19 के गणितीय निदर्शन के लिए प्रयुक्त किया गया तथा अच्छे परिणाम प्राप्त हुए। SIR व SEIR निदर्शों में, संवेदनशील रोगियों की संख्या को निरूपित करता है; जिन्हें कोविड–19 की प्रारम्भिक अवस्था में चिकित्सा सुविधा की आवश्यकता थी तथा जिनमें रोग के लक्षण यथा बुखार,सूखी खांसी व सांस लेने में कठिनाई थी। अधिकांश अध्ययनों में यह पाया गया कि कोविड–19

के 80 प्रतिशत मामलों में सापेक्षिकतः कम लक्षण पाए गए थे जो बिना गंभीर बीमारी के ही ठीक हो गए अतः ऐसे मामले असूचित रह गए।

वर्तमान में यह देखा गया है कि काफी स्वस्थ लोग जिनमें कोविड–19 से संबंधित कोई लक्षण नहीं थे किन्तु उनका कोरोना परीक्षण धनात्मक प्राप्त हुआ, ऐसी स्थिति में पूर्व प्रचलित SIR व SEIR निदर्श असफल हो जाता है। लक्षण नहीं रखने वाले व्यक्तियों के अध्ययन के लिए ही (S+AS)EIR निदर्श का गणितीय विकास किया गया है। यहाँ लक्षणात्मक तथा अलक्षणात्मक दोनों ही प्रकार के व्यक्तियों के लिए (S+AS) EIR गणितीय निदर्श प्रस्तावित किया गया है।

मानक (S+AS)EIR निदर्श को निम्न प्रकार निरूपित किया जा सकता है :–



(S+AS)EIR निदर्श में दो प्रकार के संवेदनशील विभागों के कारण, एक संभावना में वृद्धि हो जाती है तथा S+AS-E-I.R में विभिन्न संयोजन बनते है। इस अवस्था में विभिन्न निदर्शों की अवकल समीकरणें SEIR निदर्श की तुलना में कठिन हो जाती है। ऐसी कठिन समीकरणें साधारण अवकल समीकरणों के लिए बनाए गए सॉफ्टवेयर से हल की जा सकती है। इस निदर्श से संबंधित अवकल समीकरणें निम्न है :–

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta(S+AS)I}{N}$$

$$\frac{dAS}{dt} = -\frac{\beta(S+AS)I}{N}$$

$$\frac{dE}{dt} = -\frac{\beta(S+AS)I}{N} - \sigma E$$

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - \gamma I$$

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

यहाँ (S+AS)EIR निदर्श में हमने अवकल समीकरण विधि जोकि SIR व SEIR निदर्शों में प्रयुक्त की गई थी, के बजाय अलग उपगमन का उपयोग किया है। इस उपगमन में, दो प्रकार के रोगियों जिनमें कोविड –19 रोग के लक्षण पाए गए है अथवा लक्षण नहीं पाए गए है तथा दोनों ही प्रकार के रोगी समांतर रूप से चिकित्सा उपचार हेतु आते है ; पर विचार किया गया है। निःसंदेह वास्तविक जीवन की सभी समस्याओं में प्रत्येक स्थान पर अवकल समीकरण विधि या पंक्ति सिद्धांत अनिवार्य रूप से उपयुक्त परिणाम देता हो, यह आवश्यक नहीं है।

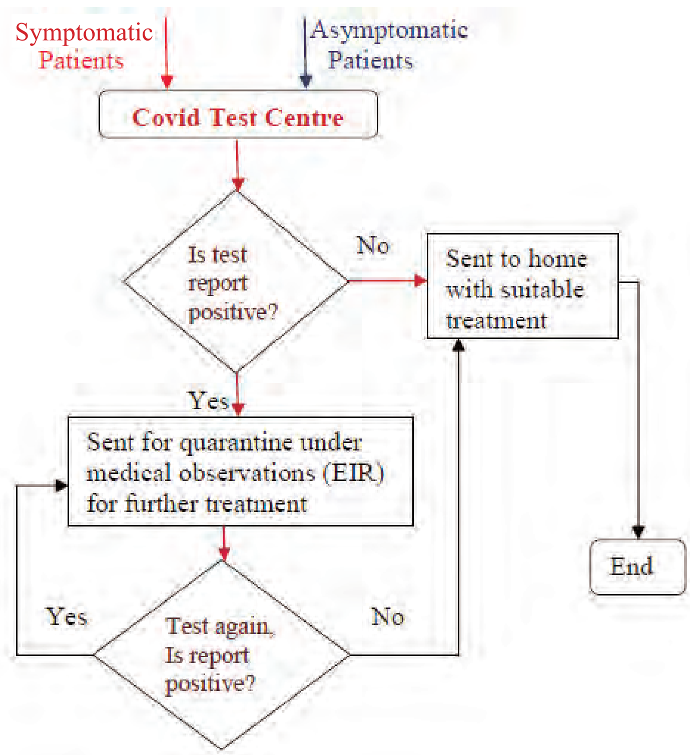
अभी हमें रोग के लक्षण रखने वाले तथा लक्षण नहीं रखने वाले रोगियों के आँकड़ें या उनके मध्य सहसंबंध उपलब्ध नहीं है। अतः हमें कुछ मान्यताओं की आवश्यकता होती है,जब रोगी कोविड–19 का परीक्षण करवाने हेतु परीक्षण केंद्र पर पहुंचते है।

मान्यताएं :

1. सर्वप्रथम रोग के लक्षण रखने वाले रोगियों तत्पश्चात लक्षण नहीं रखने वाले रोगियों का उपचार प्रारम्भ करते है.

2. दोनों ही प्रकार के वे रोगी जिनकी परीक्षण रिपोर्ट धनात्मक प्राप्त हुई है, उन्हें निर्विवाद रोगी माना जा सकता है तथा उन्हें आगे उपचार के लिए उजागर संवर्ग में भेज दिया जाता है.

3. रोगियों के आगमन तथा उनके उपचार (सेवा के शुरू होने) के मध्य कोई भी विलंब नहीं है.



हम रोगियों की स्थिति को निर्दिष्ट करते हुए किसी भी समय पर इस निदर्श का वर्णन कर सकते है। रोगी दोनों ही प्रकार का हो सकता है :– रोग के लक्षणों को रखने वाला (Symptomatic)(अवस्था S) अथवा,रोग के लक्षणों को नहीं रखने वाला (Asymptomatic)(अवस्था AS)

निदर्श का आगे विश्लेषण करने से पूर्व हमें कुछ और जानकारियाँ जैसे रोगी की रोग–निवृत्ति दर आदि की आवश्यकता होगी। अतः हम यह मानते है कि रोग–निवृत्त होने में लिया गया समय ऋणात्मक चरघातांकी बंटन रखता है जिसका माध्य $\frac{1}{\lambda}$ है।

यदि रोगी किसी समय t पर लक्षणयुक्त है, तब उसके किसी समय $t+\delta t$ पर लक्षणयुक्त रहने की प्रायिकता $1-\lambda\,\delta t + O(\delta t)$ तथा समय $t+\delta t$ पर लक्षणमुक्त हो जाने की प्रायिकता $\lambda\,\delta t + O(\delta t)$ होगी।

यदि दोनों ही प्रकार के रोगी किसी समय t पर उपचाराधीन है, तब किसी समय $t+\delta t$ तक उनका उपचार जारी रहने की प्रायिकता $1-\mu\,\delta t + O(\delta t)$ है। जबकि $t+\delta t$ समय पर उपचार के पूर्ण होने की प्रायिकता $\mu\,\delta t + O(\delta t)$ है।

(S+AS)EIR निदर्श का प्रसंभाव्य वर्णन करने हेतु हम यह मानते है कि,

$P_S(t)$ =किसी समय t पर किसी लक्षणात्मक रोगी के उपचाराधीन होने की प्रायिकता

$P_{AS}(t)$ =किसी समय t पर किसी अलक्षणात्मक रोगी के आने की प्रायिकता

तब $P_S(t+\delta t) = P_S(t)(1-\lambda\ \delta t + O(\delta t)) + P_{AS}(t)(\mu\ \delta t + O(\delta t))$ ... (1)

$P_{AS}(t+\delta t) = P_S(t)(\lambda\ \delta t + O(\delta t)) + P_{AS}(t)(1-\mu\ \delta t + O(\delta t))$ ... (2)

दोनों समीकरणों के संयोजन से

$$\frac{P_S(t+\delta t) - P_S(t)}{\delta t} = -\lambda P_S(t) + \mu P_{AS}(t) + \frac{O(\delta t)}{\delta t}$$
$$\frac{P_{AS}(t+\delta t) - P_{AS}(t)}{\delta t} = \lambda P_S(t) - \mu P_{AS}(t) + \frac{O(\delta t)}{\delta t}$$

जब $\delta t \rightarrow 0$

जब $\delta t \rightarrow 0$
$$\frac{dP_S(t)}{dt} = -\lambda P_S(t) + \mu P_{AS}(t) \quad \text{... (3)}$$
$$\frac{dP_{AS}(t)}{dt} = \lambda P_S(t) - \mu P_{AS}(t) \quad \text{... (4)}$$

निःसंदेह $P_S(t) + P_{AS}(t) = 1$ ... (5)

समीकरणों (3) व (4) को जोड़ने पर,

$$\frac{d}{dt}\left(P_S(t) + P_{AS}(t)\right) = 0 \quad \text{... (6)}$$

ताकि $P_S(t) + P_{AS}(t)$ एक अचर है तथा इसका मान 1 है।

इस प्रकार हम प्रायिकताओं $P_S(t)$ तथा $P_{AS}(t)$ के लिए अवकल समीकरणों को व्युतपित कर चुके है। यदि हम समीकरण (3) से $P_{AS}(t)$ का लोप करने के लिए समीकरण (5) का उपयोग करें, तो

$$\frac{dP_S(t)}{dt} = \mu - (\lambda+\mu)P_S(t) \quad \text{... (7)}$$

जिसका व्यापक हल निम्न है

$$P_S(t) = \frac{\mu}{\lambda+\mu} + Ae^{-(\lambda+\mu)t} \quad \text{... (8)}$$

अतः जब t = 0, $P_S(t) = P_S(0)$,तब

$$P_S(t) = \frac{\mu}{\mu+\lambda}\left[1 - e^{-(\mu+\lambda)t}\right] + P_S(0)e^{-(\mu+\lambda)t}$$

इसी प्रकार,

$$P_{AS}(t) = \frac{\lambda}{\lambda+\mu}\left[1 - e^{-(\lambda+\mu)t}\right] + P_{AS}(0)e^{-(\lambda+\mu)t}$$

अंतिम दो समीकरणें (S+AS) निकाय के लिए क्षणिक हल देती है तथा किसी समय t पर निकाय की दोनों अवस्थाओं का प्रसंभाव्य वर्णन करती है।

निष्कर्ष

वर्तमान में तांडव मचा रही कोविड–19 महामारी में प्रकट हो रहे अलक्षणात्मक रोगियों की संभावित रोगग्रस्तता की अवस्था को भी शोध पत्र में शामिल किया गया है। प्रस्तावित (S+AS)EIR निदर्श में लॉकडाउन की स्थितियों के चलते आँकड़ें उपलब्ध नहीं है। लक्षणयुक्त व लक्षणमुक्त वर्गों के आंकड़ों तथा इनके मध्य सहसंबंध की अनुपलब्धता के चलते निदर्श का संख्यात्मक विकास लगभग असंभव है। अतः इस संवर्ग के अंतर्गत निदर्श का संरूपण तथा भविष्य का अनुसंधान आंकड़ों की उपलब्धता के अधीन प्रक्रियाधीन है। हमारा प्रस्तावित (S+AS)EIR निदर्श व्यापक निदर्श है क्योंकि AS के विशेष मानों के लिए यह SEIR निदर्श में समानीत होता है तथा पुनः E (प्रकट) के विशेष मानों के लिए यह निदर्श SIR निदर्श में समानीत होता है।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक हिन्दी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिन्दी शब्दावली
Asymptomatic	लक्षणमुक्त
Branching process	शाखन प्रक्रम
Correlation	सहसंबंध
Epidemic	महामारी
Exclusion	अपवर्जन
Exposed	प्रकट
Immuno–epidemiological model	प्रतिरक्षा– महामारी विज्ञान निदर्श
Incubation	ऊष्मायन
Infected	संक्रमित
Modeling	निदर्शन
Recovered	रोग–निवृत
Reproductive number	जननात्मक संख्या
Sanitizer	प्रक्षालक
Simulation	अनुकार
Stochastic	प्रसंभाव्य
Suspected	संदिग्ध
Symptomatic	लक्षणात्मक
Transient Solution	क्षणिक हल
Validation	मान्यकरण

संदर्भ

1. Nicolas Bacaer, (2020): Un modèle mathématique des débuts de l'épidémie de coronavirus en France. Math. Model. Nat. Phenom., DOI: https://doi.org/10.1051/mmnp/2020015.
2. Marek Kochanczyk, Frederic Grabowski and Tomasz Lipniacki, (2020): Dynamics of COVID19 pandemic at constant and time dependent contact rates. Math. Model. Nat. Phenom. 15 (2020) 28.
3. Malay Banerjee, Alexey Tokarev and Vitaly Volpert (2020): Immuno-epidemiological model of two-stage epidemic growth. Math. Model. Nat. Phenom. 15 (2020) 27.
4. A J Kucharski, T W Russell, C Diamond, Y Liu, J Edmunds, S Funk (2020): Early dynamics of transmission and control of COVID-19: A mathematical modeling study DOI:https://doi.org/10.1016/S1473-3099(2020)30144-4
5. Jennifer Ciarochi (2020) : How COVID-19 and Other Infectious Diseases Spread. Mathematical Modeling, triplebyte.com › blog › modeling-infectious-diseases.
6. Jain S, Jain S (2020): A new mathematical model for covid - 19. Accepted for publication in Communication in Mathematical Modeling and Applications.
7. WHO, Corona virus disease 2019 (COVID-19). Situation report 24. February 13, 2020.World Health Organization, Geneva 2020.
8. Fitzpatrick, Meagan C., Chris T. Bauch, Jeffrey P. Townsend, and Alison P. Galvani. 2019. "Modelling Microbial Infection to Address Global Health Challenges." Nature Microbiology 4 (10): 1612–19. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0565-8.
9. Kapur, J.N., (1998): Mathematical Modelling, New age International Publishers.
10. Brian, A., (2010): Mathematical Modeling with Excel, John & Bartlett Learning.

गणित काव्य लीलावती

Poetic Ganit Lilavati

अनिल कुमार ठाकुर (एस एस यू एन– दिल्ली)
Anil Kumar Thakur (SSUN-Delhi)
akt1974.at@gmail.com

सारांशः

लीलावती, एक महान भारतीय गणितज्ञ भास्कराचार्य–II द्वारा बारहवीं शताब्दी में रचित ग्रंथ सिद्ध ांतशिरोमणि का एक भाग है जिसमें पिता एवं पुत्री (लीलावती) के बीच वार्तालाप के माध्यम से गणित के की जटिल प्रश्नों का समाधान किया गया है। इस गणितीय काव्य में रसों–अलंकारों के साथ–साथ व्याकरण का अद्भुत ज्ञान समाहित है। यह ग्रंथ गणित एवं विज्ञान का अनुपय मिश्रण है, इसका एक श्लोक वृत एवं गोले के पांच सूत्रों को कूटांक सहित प्रस्तुत करता है।

Abstract:

Leelavati is a part of the treatise Siddhant-shiromani by the great Indian mathematician Bhaskaracharya – II during twelfth century] in which many complex questions of mathematics have been resolved through dialogue between father and the daughter (Leelavati)- The mathematical verses of Leelavati contain wonderful knowledge of grammar along with Rasas and Alankaras- This book is a unique mixture of mathematics and science, one of its verses presents five sutras of circle and sphere with encryption-

मूख्य–बोधक शब्दः भास्कराचार्य–II, सिद्धांतशिरोमणि, लीलावती, रस–अलंकार, कूटांकण

Keywords: Bhaskaracharya-II, Siddhanta-Shiromani, Leelavati, Rasa-Alankar, Encryption.

विषय–प्रवेशः

सृष्टि के सृजन से विनाश तक, पदार्थ के सुक्ष्मतम कण अणु–परमाणु तथा बृहत्तम ब्रम्हांडीय पिंड के परिक्रमण–परिभ्रमण के साथ साथ उसके आकर्षण एवं विकर्षण में तथा सजीव–निर्जीव के जन्म एवं मृत्यु की आधारभूत इकाईयों में संख्या जो मूल रूप से विभेदीकरण एवं विशिष्टिकरण का कार्य करती है जिसके लिए महान् वैयाकरण भर्तृहरि ने अपने वाक्यपदिय ग्रंथ में कहा है – क्रिया भेदाय कालस्तु संख्या सर्वस्य भेदिका।

अर्थात् क्रिया काल का भेदक है परन्तु संख्या सभी द्रव्यो का उनके सभी विशेषणों का, उनकी सभी उपाधियों के विभेदीकरण का कार्य करती है।

उपरोक्त तथ्य से यह स्पष्ट है कि संख्याओं की दुनिया अनादि काल से है। ये संख्यायें गणितीय संक्रियाओं का वाहक है। 'गणित' शब्द का सर्वप्रथम प्रयोग महर्षि लगध के वेदाङ्ग ज्योतिष ग्रंथ में इस प्रकार किया गया है —

यथा शिखा मयूराणां नागानां मणयो यथा।
तद्वद् वेदांगशास्त्राणां गणितं मूर्धनि स्थितम्।। कृयाजुष ज्योतिषम्

अर्थात् जैसे मोरों में शिखा और नागों में मणि सबसे ऊपर रहती है, उसी प्रकार वेदांग और शास्त्रों में गणित सर्वोच्च स्थान पर स्थित है।

गणितीय काव्यः

इस प्रकार गणितीय संक्रियाओं के साथ अनेक गणनात्मक एवं व्यवहारिक अनुप्रयोग अनेक भारतीय गणितज्ञों द्वारा किया गया है। बारहवीं शताब्दी के गणितज्ञ भास्कराचार्य (1114 AD – 1185 AD) के द्वारा रचित ग्रंथ सिद्धांतशिरोमणि के चार प्रमुख भागों में प्रथम भाग लीलावती में उनके तथा उनकी पुत्री लीलावती के वार्तालाप के माध्यम से आज के परिवर्तनशील युग में गणितीय संक्रियाओं की प्रासंगिकता एवं उपयोगिता को अक्षुण्ण रखे हुए है। आचार्य भास्कराचार्य ने इस लघु ग्रंथ में अंक प्रणाली, दाशमिक प्रणाली से प्रारंभ कर अंकपाश तक की सभी प्रमुख एवं व्यवहारिक विषयों को सरस छंदमयी भाषा के साथ–साथ काव्यात्मक शैली में रसों–अलंकारों से युक्त गणितीय उदाहरणों का समावेश किया है।

भिन्न (Fraction):

अधोलिखित भिन्नपरिकर्माष्कम् (Fraction) के उदाहरण में काव्यात्मक भाव अधिक प्रबल है।

मूलश्लोक–

पञ्चाशोऽलिकुलात् कदम्बमगयत् त्र्यंशः शिलिन्ध्र तयो– र्विश्लेषस्त्रिगुणो मृगाक्षि ! कुटजं दोलायामनोऽपरः।
कान्ते ! केतकमालतीपरिमलप्राप्तैककालप्रिया–दूताहूत ह्रतस्तो भ्रमति भृङ्गोऽलिसङ्ख्यां वद।। 4।।

पदच्छेद–

पञ्चाशः अलिकुलात् कदम्बम् अगयत् त्र्यंशः शिलिन्ध्र तयोः विश्लेषः त्रिगुणः मृगाक्षि ! कुटजं दोलायामनः अपरः।
कान्ते ! केतक मालती परिमल प्राप्त एककालप्रिया– दूत आहूत ह्रतस्तः भ्रमति भृङ्गः अलिसङ्ख्यां वद।। 4।।

अर्थात् – हे कान्ते ! भ्रमरों के समूह का पञ्चमांश (1/5) कदम्ब पुष्प पर, तृतीयांश (1/3) शिलिन्ध्र पुष्प पर और दोनों के अन्तर का त्रिगुणित (1/5–1/3) ×3= 2/5 कुटज पुष्प पर चला गया, हे मृगाक्षि ! इस प्रकार उस समूह से बचा हुआ 1 भृंग एक ही समय में केतकी और मालती रुपणी प्रिया के आये हुए परिमल रुपी दूत से आमंत्रित होकर आकाश में इधर–उधर (कभी मालती की ओर, कभी केतकी की ओर) भटकता रहा। तो कुल भ्रमरों की संख्या बताओ।

हल– माना की अभिष्ट भ्रमरों की संख्या 1 है, भ्रमरों के समूह का पञ्चमांश (1/5) कदम्ब पुष्प पर, तृतीयांश (1/3) शिलिन्ध्र पुष्प पर, दोनों के अन्तर का त्रिगुणित $(1/5-1/3)\times 3 = ((5-3)/15)\times 3 = (2\times 3)/15 = 2/5$
कुटज पुष्प पर तथा शेष 1 भ्रमर

सूत्रानुसार प्राप्त भागों के योग को 1 से घटाने पर

$1-(1/5 + 1/3 + 2/5) = 1-((3+5+6)/15) = 1-14/15 = (14-15)/15 = 1/15$

कल्पित भ्रमरों की संख्या 1 में 1/15 भाग करने पर $1\div 1/15 = 1\times 15/1 = 15$

अतः अभिष्ट भ्रमरों की संख्या = 15

संकलन एवं व्यवकलन (Addition & Subtraction):

संकलन एवं व्यवकलन (Addition & Subtraction) में काव्य–रस का अद्भुत अनुप्रयोग–

मूलश्लोक–

अये बाले लीलावती मतिमति ब्रूहि सहितान् द्विपञ्चद्वात्रिंशत् त्रिनवतिशताष्टादश दश।
शतोपेतानेतानयुत–वियुतांश्चापि वद मे यदि व्यक्ते युक्तिव्यवकलनामार्गेऽसि कुशला।।

पदच्छेद–

अये बाले लीलावती मतिमति ब्रूहि सहितान् द्विपञ्च द्वात्रिंशत् त्रिनवति शत अष्टादश दश।
शत उपेतान् एतान् अयुत–वियुतान् च अपि वद मे यदि व्यक्ते युक्ति व्यवकलना मार्गे असि कुशला।।

अर्थात् – हे बुद्धिमति बाला लीलावती, यदि तुम बुद्धिमति हो तो अपनी कुशलता का उपयोग कर उत्तर दो कि यदि 2, 5, 32, 193, 18, 10, तथा 100 के योग को 10, 000 से व्यवकलन /घटाया जाय तो क्या फल प्राप्त होगा।

$10{,}000 — (2 + 5 + 32 + 193 + 18 + 10 + 100) = 10{,}000 — 360 = 9640$

द्विघात समीकरण (Quadratic Equation):

द्विघात समीकरण (Quadratic Equation) के प्रस्तुत उदाहरण मे वीररस की प्रधानता ही काव्यात्मक विशेषता है जिसे माध्यम बनाकर गणितीय संक्रिया को सृजित किया गया है।

मूलश्लोक–

पार्थः कर्णवधाय मार्गणगणं क्रुद्धो रणे सन्दधे, तस्यार्धेन निवार्य तच्छरगणं मूलैश्चतुर्भिर्हयान्।
शल्यं षड्भिरथेषुभिस्त्रभिरपिच्छत्रं ध्वजं कार्मुकं, चिच्छेदास्य शिरः शरेण कति ते यानर्जुन सन्दधे।।

(– लीलावती, भागमूलोन–दृष्ट, श्लोक–4)

पदच्छेद–

पार्थः कर्णवधाय मार्गणगणं क्रुद्धो रणे सन्दधे, तस्य अर्धेन निवार्य तत् शरगणं मूलैः चतुर्भिः हयान्।
शल्यं षड्भिः अथ इषुभिः त्रिभिः अपि छत्रं ध्वजं कार्मुकं, चिच्छेद अस्य शिरः शरेण कति ते यान् अर्जुन सन्दधे।।

अर्जुन ने संग्राम में क्रुद्ध होकर कर्ण को मारने के लिए कुछ बाणों का सन्धान किया। उनसे उनमें से 1/2 बाणों से कर्ण के बाणों को रोका तथा उन बाणों के वर्गमूल के चौगुने से उसके घोड़ों को मारा तथा 6 बाणों से शल्य को, 3 से कर्ण के छत्र, ध्वज तथा धनुष को तथा 1 बाण से उसका सिर काट डाला। बताओ अर्जुन ने कुल कितने बाणों का सन्धान किया था?

माना कि अर्जुन ने 1 वाण धारण किया

सूत्रानुसार 1 में से 1/2 को घटाकर शेष से मूलगुण और दृश्य से भाग देने पर नया मूलगुण और दृश्य का साधन किया —

$1 - 1/2 = 1/2$, $4 \div 1/2 = 8$ मूलगुण, $10 \div 1/2 = 20$ दृश्य

गुणघ्नमूलेन के अनुसार

गुणार्ध के वर्ग को दृश्य में जोड़ने पर

$8 \times 1/2 = 4$ गुणार्ध, 4 का वर्ग $= 16$, $16 + 20 = 36$ योगफल

योगफल के वर्गमूल को गुणार्ध में जोड़ने पर

36 का वर्गमूल √36 = 6, गुणार्ध 4 + 6 = 10

अतः योगफल 10 का वर्ग (10)'2100 अभिष्ट वाणों की संख्या होगी।

वृत तथा गोले (Circle - Sphere):

वृत का क्षेत्रफल, गोले का पृष्ठीय क्षेत्रफल तथा आयतन (Area of Circle, Surface Area and Volume of Sphere) एक श्लोक के माध्यम से हास्य–रस के प्रयोग से वृत का क्षेत्रफल (Area of Circle), गोले के पृषठीय क्षेत्रफल (Area of Sphere) तथा गोले के आयतन (Volume of Sphere) का सूत्र न सिर्फ ज्ञात किया जा सकता है वरन् उसकी अनुभूति भी की जा सकती है।

मूलश्लोक–

वृतक्षेत्रे परिधिगुणितव्यासपादः फलं तत्, क्षण्णं वेदैरुपरि परितः कन्दुकस्येव जालम्।
गोलस्यैवं तदपि च फलं पृष्ठजं व्यासनिघ्नं, षड्भिर्भक्तं भवति नियतं गोलगर्भे घनाख्यम्।।43।।

पदच्छेद–

वृत क्षेत्रे परिधि गुणितः व्यास पादः फलम् तत्, वैदैः उपरि परितः कन्दुकस्ये इव जालम्।
गोलस्य एवं तत् अपि च फलं पृष्ठजं व्यास निघ्नं, षडभिः भवतं भवति नियतं गोल गर्भे घन आख्यम्।।

(1) **वृत का क्षेत्रफल** (Area of Circle)

वृतक्षेत्रे परिधिगुणितव्यासपादः फलं तत्,

वृता – circle, क्षेत्रा – Geometry, परिधि – circumference, गुणिता – multiplied, व्यास – diameter, पादा – one fourth (एक चौथाई /¼), फलम् – क्षेत्रफल (Area)

वृत का क्षेत्रफल = परिधि × व्यास का चौथाई

वृत का क्षेत्रफल = $2\pi r\ D/4 = \pi r^2$

(2) **गोला का पृष्ठीय क्षेत्रफल** Surface area of Sphere)

क्षण्णं वेदैरुपरि परितः कन्दुकस्येव जालम्।

गोला का क्षेत्रफल = 4 × वृत का क्षेत्रफल

क्षण्णं – गुणा, वेदः – चार से / वेदों की संख्या, उपरि परितः – संपूर्ण पृष्ठीय, कन्दुकस्येव जालम् – गेन्द के समान आकृति पर जालीदार बनावट जो समलम्ब चतुर्भुज की भी रचना करती है।

गोला का क्षेत्रफल= 4 × वृत का क्षेत्रफल= $4\pi r^2$

(3) **गोला का आयतन** (Volume of Sphere)

गोलस्यैवं तदपि च फलं पृष्ठजं व्यासनिघ्नं,

पृष्ठजं = सतह, व्यासनिघ्नं = व्यास से गुणा, षड्भिर्भक्तं = 6 से भाग, भवति नियतं, गोलगर्भे = गोले के अंदरूनी भाग, घनाख्यम् = घनफल / आयतन

गोले का आयतन = गोले का क्षेत्रफल × (व्यास / 6)

अर्थात् $= 4/3\pi r^3$

उपरोक्त उदाहरणों से स्पष्ट है कि आचार्य भास्कराचार्य द्वारा रचित ग्रंथ उत्कृष्ट भाषा शैली, काव्यात्मक स्वरूप, अलंकार, रस के समायोजन से गणित के व्यवहारिक पक्ष को सजीव बनाता है एवं प्राकृतिक सौंदर्य की अनुभूति कराता है जो सामान्य बौद्धिक क्षमता वाले व्यक्ति को भी गणित के प्रति आकृष्ट करता है। इस ग्रंथ में पिता–पुत्री के संवाद के माध्यम से गणित शिक्षण से भारतीय गुरु–शिष्य परंपरा को सजीव किया गया है जो अपने–आप में इसकी विशिष्टता को प्रदर्शित करता है।

संदर्भग्रंथ– लीलावती – प्रो. रामचंद्र पाण्डेय, कृष्णदास अकादमी, वाराणसी– 1996

महात्मा गांधी का विज्ञान दर्शन

महात्मा गांधी जी वैज्ञानिक विचार–संपन्न तरक्कीपसंद व्यक्ति थे तथा समाज तथा मानवता के प्रति विज्ञान की रचनात्मक भूमिका के समर्थक भी थे। लेकिन गांधी जी विज्ञान के तमाम दूरगामी खतरों के प्रति भी सजग थे।

विज्ञान की सुप्रतिष्ठित पत्रिका 'नेचर' ने अक्टूबर 2019 में महात्मा गांधी की 150वीं जयंती के अवसर पर एक संपादकीय प्रकाशित किया था जिसका शीर्षक था– 'महात्मा गांधी एंड सस्टेनेबल साइंस'। लेख में गांधी के प्रयोगों, तकनीकी में नवाचार के उनके प्रयासों और उनकी खोजी प्रवृत्ति का ज़िक्र किया गया है। आलेख में उस भ्रांति को दूर करने का भी प्रयास किया गया है जिसके अंतर्गत उद्योगों के पर्यावरण और मानव समुदाय पर पड़ने वाले दुष्प्रभावों को लेकर गांधी की मुखर चिंता की वजह से कई बार उनके चिंतन को विज्ञान विरोधी समझ लिया जाता है।

संपादकीय में गांधी को प्रयोगों में आजीवन दिलचस्पी रखने वाले एक जिज्ञासु छात्र के रूप में देखा गया है। यह महज संयोग नहीं है कि गांधी की आत्मकथा का शीर्षक ही था 'सत्य के मेरे प्रयोग'। गांधी की अन्वेषी प्रवृत्ति के संदर्भ में छोटे चरखों के निर्माण के साथ–साथ गाँवों की स्वच्छता और सफ़ाई के तरीके, इस्तेमाल किए गए टायरों से चप्पलों का निर्माण, और आश्रम में साँपों को पकड़ने वाले यंत्रों का निर्माण का भी उल्लेख है।

तकनीक में सुधार करने में गांधी की उत्कट रुचि ने ही उन्हें सन् 1929 में वह प्रतियोगिता आयोजित करने के लिए प्रेरित किया, जिसमें उन्होंने हल्के और टिकाऊ चरखे के नमूने आमंत्रित किए और सबसे उत्कृष्ट चरखे के नमूने को इनाम भी दिया। प्रयोगों की यह प्रक्रिया गांधी के सत्याग्रह आंदोलनों में भी बदस्तूर जारी रहती है। गांधी के ये प्रयोगधर्मी कार्य आज भी दुनिया भर में चल रहे जलवायु परिवर्तन से जुड़े आंदोलनों के लिए प्रेरणास्रोत हैं। लेख में यह भी बताया गया है कि कैसे एमरसन, थोरो, टोल्स्तोय, रस्किन सरीखे विचारकों से प्रेरणा लेते हुए गांधी ने औद्योगिक क्रांति के दुष्प्रभावों को भाँपकर उसका तीव्र विरोध किया। वे ऐसी तकनीक तथा प्रौद्योगिकी की वकालत करते थे जो अपने स्वरूप में मानवीय हो, और जो श्रमिकों और मानव–समुदाय के हित में हो।

वर्ष 1925 में महात्मा गांधी द्वारा त्रिवेन्द्रम में दिए गए उस भाषण का भी ज़िक्र इस लेख में है जिसमें गांधी ने कहा था कि यह बात गलत है कि मैं विज्ञान–विरोधी हूँ। गांधी ने कहा कि 'हम विज्ञान के बगैर नहीं रह सकते।' लेकिन गांधी ने विज्ञान की जवाबदेही पर भी ज़ोर दिया और कहा कि 'मेरी विनम्र राय में वैज्ञानिक खोज की भी सीमाएं हैं, और मैं वैज्ञानिक खोजों पर वही सीमा लगाना चाहूँगा जो मानवता हमारे ऊपर लगाती है।' गांधी ने जल्द ही समझ लिया था कि तकनीकी का दुष्प्रभाव सबसे ज्यादा देहातों में रहने वाले गरीब लोगों पर ही पड़ेगा। इसलिए त्रिवेन्द्रम के उसी भाषण में गांधी ने युवा छात्रों से अपने शोध और प्रयोगों के दौरान गांवों में रहने वाले करोड़ों हिंदुस्तानियों को भी याद रखने को कहा।

लेख में उस विडम्बना की ओर भी ध्यान आकृष्ट किया गया है, जहां दूसरे विश्व युद्ध के बाद भारत समेत दुनिया के अधिकांश देशों ने गांधी के सुझाए राह पर चलने की बजाय यूरोपीय औद्योगिक संस्कृति और प्रौद्योगिकी का अंधानुकरण ही ठीक समझा। अंत में, जैव विविधता, जलवायु परिवर्तन, गरीबी, बीमारियों और कुपोषण से जूझती दुनिया के लिए एक समाधान के रूप में गांधी के विचारों को इस लेख में सुझाया गया है।

प्रतिक्रियाएं / Feedbacks

शोध पत्रिका "विज्ञान प्रकाश" में शोध आलेख प्रस्तुत करने के समय से अंतिम स्वीकृति तक की प्रक्रिया अत्यंत रोचक रही। हिंदी भाषा में तकनीकी शोध पत्र का प्रकाशन हमारे देश से संबंधित विषयों पर शोध को बढ़ावा देने का एक बहुत ही सराहनीय कदम है। मैंने पहले इस शोध पत्र को अंग्रेजी में लिखा लेकिन प्रकाशित होने में कुछ दिक्कतों का सामना करना पड़ा, तत्पश्चात मैंने हिंदी भाषा में शोध पत्र को लिखना प्रारंभ किया। हिंदी टाइपिंग में थोड़ी समस्या हुई लेकिन बहुत कुछ सीखने को मिला। इस पत्रिका के संपादक डॉ. ओम विकास सर के मार्गदर्शन में हिंदी भाषा में तकनीकी शोध पत्रिका को एक नया रूप देने की एक सर्वश्रेष्ठ यात्रा रही है। उनके मार्गदर्शन एवं कार्यशैली को अपनाते हुए मैंने इस शोध पत्रिका को प्रकाशित कराने में सफलता प्राप्त की है। इसके अतिरिक्त मैं सभी समीक्षकों को उनकी निष्पक्ष आलोचनाओं तथा श्रेष्ठ सुझावों के लिए धन्यवाद देती हूं, जिससे कि मेरा शोध पत्र एक सफल संस्करण हो पाया है।

Authors: Priya Sharma, Rajkiya Engineering College Banda, priyasharma209206@gmail.com

'विज्ञान प्रकाश' की समीक्षा प्रक्रिया सराहनीय है। प्रारंभिक स्क्रीनिंग के रूप में, संपादक स्वयं इनपुट देने का प्रयास करते हैं जो लेखकों को सही रडार पर रखता है। जर्नल एक विस्तृत प्रश्नावली के साथ कई समीक्षकों को पांडुलिपि (manuscript) भेजता है ताकि समीक्षकों (reviewer) को पांडुलिपि की व्यापक तरीके से जांच करने में सहायता मिल सके। प्राप्त टिप्पणियाँ बहुआयामी थीं और उनसे लेखकों को कई स्थानों पर पांडुलिपि में सुधार करने में मदद मिली। पत्रिका की गुणवत्ता उत्कृष्ट है जिसने लेखकों को अपने शोध कार्य को उत्साह के साथ इसमें प्रस्तुत करने के लिए आकर्षित किया। यह हिन्दी में विज्ञान के क्षेत्र में ज्ञान का प्रसार करने में योगदान दे रहा है जो उल्लेखनीय है। राष्ट्रीय भाषाओं में विज्ञान का ज्ञान नई शिक्षा नीति (छम्च्) जनादेश में भी शामिल है और पत्रिका इस ओर सतत प्रयासरत है।

Authors: Rachana Kumar, Seema Gupta, Ankur Anand, Neeru;
rachnakumar@kalindi.du.ac.in, seemagupta@kalindi.du.ac.in, ankuranand@kaindi.du.ac.in

हिन्दी जर्नल में प्रकाशन का यह पहला अनुभव था और मैं वास्तव में समीक्षकों की उच्च विशेषज्ञता की सराहना करती हूं। समीक्षकों की टिप्पणियाँ और सुझाव मेरे लिए बहुत उपयोगी थीं। मैं ऑनलाइन सबमिशन सेवा और प्रस्तुत मनुस्कृप्त की स्थिति पर नियमित अपडेट से विशेष रूप से प्रभावित हूं। इसमें कुछ समय लगा लेकिन मैं 'विज्ञान प्रकाश' में प्रकाशन के अनुभव से बहुत संतुष्ट हूँ।

Authors: Garima Mathur, Dr. Anjana Pandey & Dr. Sachin Goyal, UIT RGPV, Bhopal;
garima41mathur@gmail.com, anjanapandey@rgtu.net, sachingoyal@rgtu.net

लेख जमा करने की शुरुआत से लेकर पेपर की स्वीकृति तक की प्रक्रिया बहुत दिलचस्प है। हिंदी में लेख लिखने में कुछ चुनौतियाँ हैं। हालाँकि, हिंदी भाषा में लेख लिखने से बहुत संतुष्टि मिलती है। इस प्रतिष्ठित पत्रिका की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए संपादक बहुत प्रयास कर रहे हैं। मैं इस प्रतिष्ठित पत्रिका में बहुत जल्द एक और लेख जमा करना चाहता हूं, इसका मतलब है कि मुझे समीक्षा प्रक्रिया और "विज्ञान प्रकाश" के संपादकों और टीम के साथ समग्र संचार पसंद है और मैं संतुष्ट हूं। प्रक्रिया का समय उपयुक्त है। प्रतिक्रिया त्वरित है, जो शोधकर्ताओं को अधिक संख्या में प्रकाशनों के लिए लंबे समय तक काम करने के लिए प्रोत्साहित करती है। जर्नल अपनी गुणवत्ता और मानदंड बनाए रखता है, जो एक अच्छा संकेत है। विज्ञान प्रकाश में एक पेपर प्रकाशित करने का मेरा समग्र अनुभव बहुत सकारात्मक और संतोषजनक है।

Author: Dr Virang H Oza, Dept. of Mech Engg., Shri Labhubhai Trivedi Institute of Engineering and Technology, Rajkot, Gujarat, virang-h@rediffmail.com

UGC-CARE listed journal VIGYAN PRAKASH (www.VigyanPrakash.in)
Vol.19, No. 3, July–September, 2021

– – – LIST OF REVIEW COORDINATORS – – –

- **Dr. Priyanka Jain**
  Associate Director, C-DAC, Delhi
  priyankaj@cdac.in
- **Dr. A. K. Sharma**
  Regional Education Officer,
  Bhartiya Vidya Bhawan, Delhi
  draksharma7@gmail.com,
- **Dr. Rahul Dixit**
  Department of CSE, IIIT Pune
  rahul2012ism@gmail.com
- **Prof. Anupam Shukla**
  Director, Indian Institute of
  Information Technology, Pune
  director@iiitp.ac.in
- **Prof. Prem Kumar Singh**
  Department of CSE,
  GITAM University,
  Vishakhapatnam, Andhra Pradesh
  Premsingh.csjm@gmail.com
- *भाषा सुधार* (Language
  Comprehension)
  Prof. K K Mishra
  Homi Bhabha Center for
  Science Education, TIFR,
  Mumbai- 400088
  kkm@hbcse.tifr.res.in

– – – LIST OF REVIEWERS – – –

- **Dr. Preeti Bajpai**
  Dept. of Zoology,
  Mahatma Gandhi Central Univ.,
  Motihari East Champaran, Bihar
  Email: preeti2874@gmail.com
- **Dr. Shilpy Shakya**
  Dept. of Zoology, G.P.G. College,
  Fatehabad, Agra, U.P.
  Email: shilpy.shilpy@gmail.com
- **Dr. Rashmi Srivastava**
  Dept. of Zoology,
  Dr. H.G.Central Univ., Sagar, M.P.
  Email: rashmisri3@gmail.com
- **Dr. Parikshit Kishor Singh**
  IIIT, Kota, MNIT Jaipur campus
  parikshit@iiitkota.ac.in
- **Dr. Tasneem Bano Rehman**
  Sage Univ., Bhopal, M.P.
  tasneem.bano@gmail.com
- **Dr. Rajesh Kumar Boghey**
  Technocrats Inst. of Technology,
  Bhopal, M.P.
  rajeshboghey@gmail.com
- **Prof. Ranjan Maheshwari**
  Dept. of Elec. Inst. & Control Engg.,
  R.T. Univ., Kota, Rajasthan
  ranjan@rtu.ac.in
- **Prof. Sudheer Pratap Singh**
  Center of Indian Languages,
  J.N.U., New Delhi
  sudheerpsingh@gmail.com
- **Prof. Rajiv Agrawal**
  Principal, Deshbandhu College
  (Univ. of Delhi), New Delhi
  rajivani@gmail.com
- **Dr. Raj Kumar**
  Dept. of Math., Kirori Mal
  College (Univ. of Delhi), Delhi
  rajkmc@gmail.com
- **Dr. Anju Khandelwal**
  Dept. of Math., SRMS College of
  Engg. & Technology, Bareilly
  dranju07khandelwal@gmail.com
- **Dr. Jyoti Gajrani**
  Head, Dept. of CS&E, Engg.
  College, Ajmer, Rajasthan
  jyotigajrani@gmail.com
- **Dr. Manish Kumar**
  CSIR-IMMT.,
  Bhubaneshwar-13, Odisha
  manish@immt.res.in
- **Dr. Sanjiv Kumar Jain**
  Medi-Caps Univ., Indore, M.P.
  sanjivkj@gmail.com
- **Prof. A. K. Gupta**
  MJPRU Bareilly, Uttar Pradesh
  akg@mjpru.ac.in
- **Prof. Ved Vyas Dwivedi**
  Gokul Global Univ.,
  Sidhapur, Gujarat
  provost@gokuluniversity.ac.in
- **Dr. Ashish Singh**
  NIT Durgapur, W.B.
  ashish.singh.nitdgp@gmail.com
- **Dr. Arunvir Singh**
  Dept. of Physics, Shivaji College,
  (Univ. of Delhi), Delhi
  arunvir2014@gmail.com,
- **Dr. Sonia Lumb**
  Dept. of Physics, Rajdhani
  College, (Univ. of Delhi), Delhi
  Sonia.lumb@rajdhani.du.ac.in
- **Dr. Neetu Aggarwal**
  Dept. of Physics, Daulat Ram
  College, (Univ. of Delhi) Delhi
  neetu@dr.du.ac.in
- **Dr. Rajarshi Banerjee**
  AVP (R&D), Banka BioLoo Ltd.
  Hyderabad
  rajarshi.rishi@gmail.com,
- **Prof. Syed Javed Islam**
  Liimra Inspire Academy, Lucknow
  javed.biomission@gmail.com,
- **Dr. Kumar Bharat Bhushan**
  Scientist 'E', Vigyan Prasar,
  A-50, Sector 62, Noida
  bharatuhf@gmail.com
- **Dr. Rajesh Shukla**
  OIST Bhopal
  rkumardmh@gmail.com
- **Dr. Dhananjay Bisen**
  Rajkiya Engg. College. Banda. U.P.
  bisen.it2007@gmail.com
- **Dr. Jai Mala Jha**
  MITS, Gwalior
  Jaimala.jha@mitsgwalior.in
- **Dr. Sanjay Dagu Barahate**
  Dept. of Mech. Engg.,
  K. K. Wagh Inst. of Engg.
  Education and Research, Nasik,
  sanjaybarahate@gmail.com
- **Dr. R. L. Patel**
  Dept of Mech. Engg.,
  GEC, Rajkot
  E-mail: rlp131277@gmail.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. For technical terms in Hindi authors may refer to the website of Commission for scientific and technichal terminology, www.csttpublication.mhrd.gov.in/english/. Articles may be submitted to Editor@VigyanPrakash.in

विज्ञान प्रकाश वर्ष : 19, अंक 3, जुलाई-सितम्बर 2021 ISSN : 1549-523-X

तिरुवल्लुवर रचित थिरुक्कुरल से

அகழ்வாரைத் தாங்கும் நிலம்போலத் தம்மை இகழ்வார்ப் பொறுத்தல் தலை.(151)

अकलवारे तांगुम निलम्पोल तम्मै इकलवार पोरूत्तल तलै

नीच और हीन भाषा में बर्ताव करने वाले को उसी प्रकार बर्दाश्त करना जैसे धरती अपने खोदनेवाले को सहन करती है, सत् गुणों से भी महान है।

To bear with those who revile us, just as the earth bears up those who dig it, is the first of virtues.

பொறுத்தல் இறப்பினை என்றும் அதனை மறத்தல் அதனினும் நன்று.(152)

पोरुन्तल इरप्पीनै एन्रुम अतनै मरत्तल अतनिलुम नन्रु

हमारे ऊपर हुए अत्याचार को सहन कर लेना हमेशा अच्छा है। उन्हें भूल जाना और भी अच्छा है।

Bear with reproach even when you can retaliate; But to forget it will be still better than that.

இன்மையுள் இன்மை விருந்தொரால் வன்மையுள் வன்மை மடவார்ப் பொறை. (153)

इन नंयुल इन्मै विरुन्तोराल वन्मयुल वन्मै मटवार पोरै

आये हुए अतिथियों का सेवा न कर पाना अत्यधिक दयनीय दरिद्रता है। लेकिन जो बेवकूफों को स्थायी रूप से सहन करते हैं, वे सब से ताकतवर हैं।

To neglect hospitality is poverty of poverty. To bear with the ignorant is might of might.

நிறையுடைமை நீங்காமை வேண்டின் பொறையுடைமைபோற்றி யொழுகப் படும். (154)

निरैयुडमै नींगामै वेन्टिन पोरयुडमै पोट्री योलुकप्पडुम

अगर आप एक स्थाई और परिपूर्ण जीवन बिताना चाहते हैं तो आप को सहनशीलता का अभ्यास करना और उस को कायम रखना पड़ेगा।

If you desire that the greatness should never leave, You preserve in your conduct the exercise of patience.

ஒறுத்தாரை ஒன்றாக வையாரே வைப்பர் பொறுத்தாரைப் பொன்போற் பொதிந்து. (155)

ओरुत्तारै ओन्राक वैयारे वैपंपर पोरुत्तारै पोनपोर पोतिन्त

औरों को प्रतिशोध से घायल करने वाला मूल्यहीन है। लेकिन जो सहनशील है, वह बहुमूल्य खजाना है।

The wise will not at all esteem the resentful. They will esteem the Patient just as the gold which they lay up with care.

थिरुक्कुरल, तमिल भाषा का एक प्रतिष्ठित काव्य ग्रंथ है जिसमें नैतिकता और मानव मूल्यों पर आधारित 1,330 लघु दोहे शामिल हैं। इसकी रचना का श्रेय पारंपरिक रूप से तिरुवल्लुवर को जाता है। अहिंसा की नींव पर लिखे गए इस महान ग्रंथ को "तमिल वेद" और "दिव्य पुस्तक" जैसे वैकल्पिक शीर्षकों से भी नवाजा गया है।