



सत्यमेव जयते

विज्ञान गरिमा सिंधु

ISSN: 2320-7736 (ONLINE)

अंक - 125

अप्रैल - जून 2023

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग

शिक्षा मंत्रालय

(उच्चतर शिक्षा विभाग)

भारत सरकार

COMMISSION FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL TERMINOLOGY
MINISTRY OF EDUCATION
(DEPARTMENT OF HIGHER EDUCATION)
GOVERNMENT OF INDIA





विज्ञान गरिमा सिंधु

(त्रैमासिक विज्ञान पत्रिका)

अंक 125

(अप्रैल-जून 2023)



वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
शिक्षा मंत्रालय
(उच्चतर शिक्षा विभाग)
भारत सरकार

COMMISSION FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL TERMINOLOGY
MINISTRY OF EDUCATION
(DEPARTMENT OF HIGHER EDUCATION)
GOVERNMENT OF INDIA

“वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग” द्वारा प्रकाशित “विज्ञान गरिमा सिंधु” एक त्रैमासिक विज्ञान पत्रिका है। पत्रिका का उद्देश्य हिंदी भाषा में तकनीकी लेखन के माध्यम से शिक्षाविदों, विश्वविद्यालयी एवं अन्य विद्यार्थियों तथा जनमानस के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी संबंधी उपयोगी एवं अद्यतनित पाठ्य पुस्तकीय तथा संपूरक साहित्य की प्रस्तुति करना है। पत्रिका में वैज्ञानिक लेख, शोध-लेख, तकनीकी निबंध, शब्द-संग्रह, शब्दावली- चर्चा, विज्ञान-समाचार, पुस्तक समीक्षा आदि का समावेश होता है।

लेखकों के लिए निर्देश-

1. लेख की सामग्री मौलिक, अप्रकाशित तथा प्रामाणिक होनी चाहिए।
2. लेख का विषय विज्ञान और प्रौद्योगिकी विषयों से संबंधित होना चाहिए और लेख हिंदी भाषा में देवनागरी लिपि में लिखित होना चाहिए।
3. लेख सरल हों जिसे विद्यालय/ महाविद्यालय/विश्वविद्यालय के छात्र आसानी से समझ सकें।
4. लेख लगभग 2000 से 3000 शब्दों का हो तथा लेख यूनिकोड फॉन्ट में लिखा गया हो।
5. कृपया लेख vgscstt202425@gmail.com पर ई-मेल द्वारा अनिवार्यतः वर्ड और पी डी ऍफ़ दोनों प्रारूप में भेजें तथा हार्ड कॉपी ‘संपादक’ विज्ञान गरिमा सिंधु, वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, पश्चिमी खंड-7, रामकृष्णपुरम, नई दिल्ली -110066 पर भेजें।
6. लेख के प्रकाशन के संबंध में संपादक या संपादन मंडल का निर्णय ही अंतिम होगा।
7. लेखों की स्वीकृति के संबंध में पत्र व्यवहार का कोई प्रावधान नहीं है। अस्वीकृत लेख वापस नहीं भेजे जाएँगे अतः लेखक कृपया टिकट लगा लिफाफा साथ ना भेजें।
8. पत्रिका में प्रकाशित लेखों के लिए किसी भी प्रकार के मानदेय का प्रावधान नहीं है।
9. पुस्तक-समीक्षा हेतु कृपया पुस्तक की दो प्रतियाँ भेजें।
10. लेख की सन्दर्भ सूची का अनुवाद ना करें, सन्दर्भ सूची सन्दर्भों की मूल भाषा एवं लिपि में ही भेजें।
11. लेख से संबंधित तकनीकी शब्दावली हेतु <https://shabd.education.gov.in> का प्रयोग किया जाना आवश्यक है।
12. प्रकाशन हेतु विस्तृत जानकारी आयोग की वेबसाइट <http://cstt.education.gov.in/> पर उपलब्ध है।

पत्राचार विवरण :		
वेबसाइट : www.cstt.education.gov.in कॉपीराइट : ©2025 प्रकाशक : वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार पश्चिमी खंड -7, रामकृष्णपुरम, नई दिल्ली - 110066	बिक्री हेतु पत्र-व्यवहार का पता : प्रभारी अधिकारी, बिक्री एकक, वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, पश्चिमी खंड -7, रामकृष्णपुरम, नई दिल्ली- 110066 टेलीफोन - (011) 20867172 फैक्स - (011) 26105211/246	बिक्री स्थान : प्रकाशन नियंत्रक, प्रकाशन विभाग भारत सरकार, सिविल लाइन्स, दिल्ली- 110054

पत्रिका का शुल्क:	भारतीय मुद्रा	विदेशी मुद्रा
सामान्य ग्राहकों/संस्थाओं के लिए प्रति अंक शुल्क	Rs 14.00	पौंड 1.64 डॉलर 4.84
वार्षिक शुल्क	Rs 50.00	पौंड 5.83 डॉलर 18.00
विद्यार्थियों के लिए प्रति अंक शुल्क	Rs 8.00	पौंड 0.93 डॉलर 10.80
विद्यार्थियों के लिए वार्षिक शुल्क	Rs 30.00	पौंड 3.50 डॉलर 2.88

अध्यक्ष की कलम से...

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा प्रकाशित "विज्ञान गरिमा सिंधु" का नवीनतम विशेषांक आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे अपार हर्ष हो रहा है। वैज्ञानिक तथा तकनीकी विषयों के प्रतिपादन में हिंदी भाषा की मानक तकनीकी शब्दावली का प्रयोग करने वाली यह एकमात्र विज्ञान पत्रिका है। हालांकि हिंदी में मूल रूप से वैज्ञानिक लेखन करने वाले लेखकों की संख्या बहुत अधिक नहीं है, तथापि विविध वैज्ञानिक पत्रिकाओं में 'विज्ञान गरिमा सिंधु' का अपना विशिष्ट स्थान है। पत्रिका के पाठक और लेखकों को विदित है कि 'विज्ञान गरिमा सिंधु' विज्ञान की अध्ययन सामग्री के अतिरिक्त मानक तकनीकी शब्दावली एवं उसके प्रयोग व प्रचार-प्रसार के प्रति भी कटिबद्ध है। अतः आशा और पूर्ण विश्वास है कि इस पत्रिका के माध्यम से भविष्य में भी पाठकों को उच्च स्तरीय पाठ्य सामग्री निरंतर प्राप्त होती रहेगी।

इस अंक में हम 11 लेखों का संग्रह प्रस्तुत कर रहे हैं, जो विज्ञान के विभिन्न शाखाओं जैसे आयुर्विज्ञान, प्रौद्योगिकी, पर्यावरण, हरित उर्जा, कृषि एवं गणित पर आधारित हैं। आयुर्विज्ञान में इन्सुलिन प्रतिरोध का स्वास्थ्य पर प्रभाव, सिकल रोग से जुड़ी आर्थिक सामाजिक चुनौतियाँ, प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में सौर ऊर्जा, पर्यावरण अनुकूल भवन व निर्माण सामग्री का सटीक विश्लेषण किया गया है। इसी के साथ जैव विविधता, पर्यावरण व जल संबंधित ज्वलंत समस्याओं के कारणों को उजागर कर समाधानों पर चर्चा की गयी है। हमें विश्वास है कि यह अंक पाठकों की वैज्ञानिक सोच व कौशल को समृद्ध करेगा।

सभी पाठकों से अपेक्षा है कि वे पत्रिका के संबंध में अपने सुझावों एवं प्रतिक्रियाओं से आयोग को अवगत कराते रहें ताकि पत्रिका में सुधार हो और इसकी स्वीकार्यता में निरंतर वृद्धि होती रहे। पत्रिका की परामर्श एवं संपादन समिति के विशेषज्ञों के प्रति विशेष सहयोग हेतु आभार व्यक्त करता हूँ। पत्रिका के संपादक श्री विजय राज सिंह शेखावत, सहायक निदेशक एवं सह-संपादक डॉ. आकाश मोहन रावत सराहना के पात्र हैं। हम उन विद्वान लेखकों के प्रति अत्यंत आभारी हैं जिन्होंने विज्ञान गरिमा सिंधु के इस अंक के लिए लेख भेजे हैं। भविष्य में भी विद्वान लेखकों से इसी तरह के सहयोग की अपेक्षा रहेगी।

सुधी पाठकों के अमूल्य सुझावों एवं सहयोग की प्रतीक्षा रहेगी।



(प्रोफेसर धनंजय सिंह)
अध्यक्ष

संपादकीय...

'विज्ञान गरिमा सिंधु' के 125वें अंक को आप सभी पाठकों के समक्ष प्रस्तुत किया जा रहा है, जो विज्ञान के विभिन्न आयामों व नवीनतम अनुसंधानों पर आधारित है। यह अंक हमारी पत्रिका के विशेष वैज्ञानिक एवं तकनीकी दृष्टिकोण को प्रतिबिंबित करता है जिसमें विज्ञान, प्रौद्योगिकी के अद्यतन एवं नवीन शोध कार्यों को प्रस्तुत किया गया है।

पर्यावरण, विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं स्वास्थ्य किसी भी प्रगतिशील समाज को मजबूत नींव प्रदान करता है व देश में सतत विकास की भूमिका निभाता है। उपरोक्त सभी विधाओं से परिपूर्ण समाज शिक्षा, संस्कृति तथा आर्थिक प्रगति की ओर अग्रसर रहता है तथा नागरिकों में तार्किक समझ को और गहरा करता है। विविधताओं से परिपूर्ण हमारा देश जिसमें पर्यावरण, विज्ञान, प्रौद्योगिकी, स्वास्थ्य एवं शिक्षा देश की आर्थिकी का आधार है, इस अंक में इन्हीं संबंधित विविध विषयों को समावेशित कर शोध लेखों को सुधी पाठकों के समक्ष रखा गया है।

इस अंक में हमने 11 लेखों का संग्रह प्रस्तुत किया है, जिसमें जल संसाधन, नगरीय हरित क्षेत्र, पर्यावरण अनुकूल प्रौद्योगिकी, स्वास्थ्य, अभियांत्रिकी, संक्रिया विज्ञान तथा अनुप्रयुक्त रसायनशास्त्र जैसे विषयों पर गहन विश्लेषण कर शोध प्रस्तुत किया गया है।

नगरीय हरित क्षेत्र द्वारा महानगरों में कार्बन उत्सर्जन की समस्या का समाधान, सौर उर्जा को अपनाने हेतु नवीन पद्धति, इन्सुलिन प्रतिरोध से जुड़े हृदय संबंधी निदान, सिकल रोग व उपचार, नवीन योगिकों के निहितार्थ, आदिवासी समाज के पारंपरिक ज्ञान का उपयोग, पर्यावरण अनुकूल प्रौद्योगिकी से भवन एवं निर्माण सामग्री एवं कृषि आधारित जल की गुणवत्ता पर विशेष ध्यान दिया गया जो पाठकों को इन विभिन्न आयामों की गहरी समझ प्रदान करेंगे।

इस पत्रिका के माध्यम से हम पर्यावरण, विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं स्वास्थ्य के उच्च स्तरीय अनुसंधान को प्रोत्साहित करना चाहते हैं। हम लेखकों से आग्रह करते हैं कि वे अपने शोध और विचार हमारे साथ साझा करें, ताकि ज्ञान-विज्ञान विनिमय के माध्यम से एक समृद्ध वैज्ञानिक दृष्टिकोण वाले समाज का निर्माण किया जा सके। आगामी अंकों में भी हम नवीनतम अनुसंधान और विचार प्रकाशित करने के लिए प्रयासरत रहेंगे।



(विजय राज सिंह शेखावत)
सहायक निदेशक

संपादन सलाहकार समिति

प्रो. सुधीर कुमार सोपोरी (पद्मश्री), एमेरिटस वैज्ञानिक, पूर्व कुलपति, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

डॉ. संजय मिश्रा, वैज्ञानिक 'एच' जैवप्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार, दिल्ली

प्रो. सुकल्याण सेनगुप्ता, सिविल एवं पर्यावरण इंजीनियरिंग विभाग, मैसाचुसेट्स विश्वविद्यालय, डार्टमाउथ, संयुक्त राज्य अमरीका

प्रो. पवन धर, जैव प्रौद्योगिकी विभाग, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

प्रोफेसर अरुण खरात, स्कूल ऑफ लाइफ साइंसेस, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

प्रोफेसर सी.बी.शर्मा, इंदिरा गाँधी मुक्त विश्वविद्यालय, मैदानगढ़ी दिल्ली।

प्रो. ए.जी. रामकृष्णन, वैज्ञानिक भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलुरु

प्रोफेसर राकेश भटनागर, पूर्व कुलपति बनारस हिंदू विश्वविद्यालय

प्रोफेसर सुरेश सी.आमेटा, अधिष्ठाता-विज्ञान, पी ए एच ई आर, उदयपुर, राजस्थान

संपादन मंडल

प्रधान संपादक
प्रोफेसर धनंजय सिंह
अध्यक्ष

संपादक
श्री विजय राज सिंह शेखावत
सहायक निदेशक (विषय)

सह-संपादक
डॉ. आकाश मोहन रावत
सहायक वैज्ञानिक अधिकारी (भूविज्ञान)

समीक्षा एवं संपादन समिति

प्रोफेसर पीयूष प्रताप सिंह, जवाहर लाल नेहरु विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

डॉ.निमिषा शर्मा, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली

श्री रतनाकर सिंह, आल इंडिया रेडियो, नई दिल्ली

डॉ.संगमेश, जवाहर लाल नेहरु विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

प्रोफेसर (डॉ.) डी.के. शर्मा, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली

डॉ.राहुल कुमार मीणा, राष्ट्रीय प्रायोगिकी संस्थान, नई दिल्ली

डॉ. छगन लाल, दिल्ली विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

वेद्य संघमित्रा दास, आयुर्वेदाचार्य, नई दिल्ली

डॉ.पवन कुमार, इंदिरा गाँधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

श्री रघुबर दत्त, रिखाड़ी, पूर्व संपादक (आविष्कार एवं इंटेलिजेंस)

प्रोफेसर पूरण चंद टंडन, दिल्ली विश्वविद्यालय

डॉ.पीयूष गोयल, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, नई दिल्ली

डॉ.एम.पी. मिश्रा, इंदिरा गाँधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

प्रोफेसर प्रोफेसर पूनम शर्मा, शहीद भगत सिंह कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय

अनुक्रमणिका

प्रधान संपादक
प्रोफेसर धनंजय सिंह
अध्यक्ष

संपादक
श्री विजय राज सिंह शेखावत
सहायक निदेशक (विषय)

सह-संपादक
डॉ. आकाश मोहन रावत
सहायक वैज्ञानिक अधिकारी
(भूविज्ञान)

प्रकाशन-मुद्रण व्यवस्था
डॉ. अशोक एन. सेलवटकर
सहायक निदेशक (विषय)

सम्पर्क सूत्र
'संपादक'
विज्ञान गरिमा सिंधु,
वैज्ञानिक तथा तकनीकी
शब्दावली आयोग
शिक्षा मंत्रालय, भारत
सरकार, पश्चिमी खंड -7
रामकृष्णपुरम,
नई दिल्ली - 110066

तालिका-प्रबंधन के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) और गणितीय निदर्शों का प्रयोग: कार्बन उत्सर्जन और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने की एक रणनीतिक दृष्टि	मनोज कुमार शर्मा, सार्थक अवस्थी, विजय राज सिंह शेखावत	1
फ्लाइ ऐश और ग्राउंड ग्रेनुलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग (जीजीबीएस) का उपयोग करके सिलिका काँच तंतु - प्रबलित जियोपॉलिमर (भू-बहुलक) सीमेंट गारे का प्रदर्शन एवं मूल्यांकन	अनिल कुमार, प्रदीप कुमार घोष, विवेक पाहूजा	13
उत्तरी दीवार परावर्तक से युक्त प्रेरित संवहन और प्राकृतिक संवहने मिश्रित सौर शुष्कित (ड्रायर) का तुलनात्मक विश्लेषण: एक प्रायोगिक खोज	सतीश कुमार, हरीश कुमार घृतलहरे, संजय अग्रवाल, शिना शेखर	30
नगरीय हरित क्षेत्र का वायुमण्डलीय कार्बन पृथक्करण में योगदान	शेरिन बाबू, अदिति अग्रवाल, डॉ तारकेश्वर, डॉ मनीषा अरोड़ा पंडित, डॉ वर्षा सिंह	38
पाइरानो पाइरिडीन व्युत्पन्न के संश्लेषण का नया दृष्टिकोण संरचनात्मक लक्षण वर्णन और प्रतिऑक्सीकारक गुण	श्रीमती पुष्पांजली शर्मा, श्रीमती आरती दुबे, एम. के. द्विवेदी, दीपक शर्मा	45
सिकल सेल रोग, इसकी प्रकृति और उपचार	डॉ पी. के. पात्र, डॉ आशीष पटेल, डॉ क्षितिज वर्मा, डॉ एम. के. वर्मा	54
उत्तराखंड राज्य की ऊपरी यमुना नदी के पानी की गुणवत्ता का घरेलू एवं सिंचाई उपयोग हेतु आंकलन	पूजा, धीरेंद्र सिंह बागड़ी, सुमित सिंह राणा, सुधीर कुमार	73
कंक्रीट में प्रबलन सामग्री के रूप में बाँस के गुणों की जाँच	विवेक पहाड़ा, प्रदीप कुमार घोष, अनिल कुमार	88
दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका वाले समतल प्लेट सौर जल तापक के उष्मीय प्रदर्शन पर संग्राहक झुकाव कोण का प्रभाव: एक तुलनात्मक अध्ययन	योगेश कुमार, शीना शेखर, मनोज वर्मा, हरीश कुमार घृतलहरे	98
उत्तराखण्ड के गढ़वाल क्षेत्र की अलकनंदा नदी में विलीन ऑक्सीजन पर कृत्रिम जलाशय का प्रभाव	आकाश मोहन रावत, धीरेंद्र सिंह बागड़ी	115
आदिवासी परिवेश में नृजाति, जैविकी, जैवविविधता एवं मत्स्य पारंपरिक तकनीकी ज्ञान का प्रभाव	डॉ. सुशान्त पुणेकर	120

“विज्ञान गरिमा सिंधु” पत्रिका में प्रकाशित लेखों में अभिव्यक्त विचारों, सूचनाओं, जानकारियों आदि से वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार, या इस अंक के संपादक का सहमत होना आवश्यक नहीं है। यह पत्रिका वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा निर्मित शब्दावली के प्रचार प्रसार के साथ हिंदी में वैज्ञानिक तथा तकनीकी लेखन को प्रोत्साहित करने के लिए त्रैमासिकी के रूप में प्रकाशित की जाती है।

1. तालिका-प्रबंधन के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी), और गणितीय निदर्शों का प्रयोग: कार्बन उत्सर्जन और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने की एक रणनीतिक दृष्टि

¹मनोज कुमार शर्मा, ²सार्थक अवस्थी, ³विजय राज सिंह शेखावत

सार : प्राकृतिक संसाधनों के अनियंत्रित दोहन और औद्योगिक गतिविधियों ने पृथ्वी को पर्यावरणीय संकट के कगार पर पहुँचा दिया है, जिससे मानवता और असंख्य प्रजातियों का अस्तित्व खतरे में है। यह शोध संधारणीय विकास की अत्यावश्यकता को रेखांकित करता है, जिसमें आर्थिक विकास और पर्यावरणीय संरक्षण के बीच संतुलन साधने की आवश्यकता है। इस दिशा में, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), और उन्नत गणितीय निदर्शों का तालिका-प्रबंधन प्रणालियों में समेकन एक प्रभावी समाधान प्रस्तुत करता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, माँग पूर्वानुमान को सटीक बनाकर, अधिसंग्रहण को कम करके, और अपशिष्ट को न्यूनतम करके आपूर्ति श्रृंखला को कुशल बनाता है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स, वास्तविक समय में तालिका (Inventory) और पर्यावरणीय स्थितियों की निगरानी करके, भंडारण को इष्टतम बनाता है और खराबी को घटाता है। गणितीय निदर्श इन सभी तकनीकों को एकीकृत करके, आपूर्ति श्रृंखला को इष्टतम करने और कार्बन पदचिह्न को घटाने में केंद्रीय भूमिका निभाते हैं। यह शोधपत्र बताता है कि तालिका प्रबंधन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) और गणितीय निदर्शों का तालमेल उद्योगों, विशेषकर खाद्य क्षेत्र में, कैसे अधिक कुशल, लचीले और टिकाऊ संचालन को संभव बना सकता है। कार्बन उत्सर्जन को घटाकर, अपशिष्ट को कम करके, और सुप्रचालन तंत्र (Logistics) में सुधार करके, ये प्रौद्योगिकियाँ न केवल जलवायु परिवर्तन के खिलाफ लड़ाई में योगदान देती हैं, बल्कि महत्वपूर्ण आर्थिक लाभ भी प्रदान करती हैं।

मुख्य शब्द (Key words): तालिका प्रबंधन (Inventory Management), कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (Internet of Things), संधारणीय विकास लक्ष्य (Sustainable Development Goals)

1. प्रस्तावना

मानव द्वारा असीमित शोषण और अनियंत्रित लालच ने पृथ्वी के क्षरण को बहुत तेजी से बढ़ाया है, जिससे यह पारिस्थितिकी तंत्र के पतन के कगार पर पहुँच गया है, जिससे निकट भविष्य में मानव जाति का अस्तित्व खतरे में पड़ गया है। जीवाश्म ईंधन की अत्यधिक खपत, वनों की कटाई, औद्योगिक प्रदूषण और अस्थिर कृषि पद्धतियों ने पृथ्वी के पारिस्थितिकी तंत्र को प्रभावित किया है। परिणामस्वरूप, स्वच्छ जल, उपजाऊ मिट्टी और जैव विविधता जैसे महत्वपूर्ण संसाधन तेजी से कम हो रहे हैं। पर्यावरणीय प्रभाव की परवाह किए बिना आर्थिक विकास की निरंतर प्रयासों ने वैश्विक तापमान, चरम मौसम की घटनाओं और समुद्र के स्तर में वृद्धि को तेज कर दिया है। तेजी से हो रहा जलवायु परिवर्तन खाद्य सुरक्षा को खतरे में डालते हैं, समुदायों को विस्थापित करते हैं और वन्यजीवों को खतरे

में डालते हैं। वर्तमान पीढ़ियों के लिए, जलवायु परिवर्तन के बुरे प्रभाव पहले से ही दिखाई दे रहे हैं , लगातार प्राकृतिक आपदाएँ, संसाधनों की कमी और प्रदूषण के स्वास्थ्य पर प्रभाव आदि इसके उदाहरण हैं। भावी पीढ़ियों को और भी गंभीर खतरों का सामना करना पड़ सकता है जैसे संसाधनों की कमी, अधिक गंभीर जलवायु-संकट और पतन के कगार पर पहुँचे पारिस्थितिकी तंत्र। अगर इस पर अंकुश नहीं लगाई गई तो यह पर्यावरणीय हास अपरिवर्तनीय क्षति का कारण बन सकती है, जिससे मानव जीवन की गुणवत्ता और अनगिनत प्रजातियों के अस्तित्व में भारी परिवर्तन आ सकता है।

इसलिए, यह जरूरी है कि मानव जीवन संधारणीय और उत्तरदायी पद्धतियों को अपनाएं क्योंकि यही पृथ्वी और मानव जाति के अस्तित्व को बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण है तथा यह पद्धतियाँ पारिस्थितिकी तंत्र की रक्षा करते हुए प्राकृतिक संसाधनों का विवेकपूर्ण उपयोग सुनिश्चित करती हैं। संधारणीय विकास, जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए पारिस्थितिक संतुलन को बढ़ावा देकर, पर्यावरण को संरक्षित करने में मदद करता है, साथ ही यह सुनिश्चित करता है कि भावी पीढ़ियाँ वासयोग्य, संसाधन-समृद्ध पृथ्वी पर जीवन यापन कर सकें।

2. संधारणीय विकास

संधारणीय विकास से तात्पर्य , भावी पीढ़ियों को अपनी आवश्यकता-पूर्ति क्षमता से समझौता किए बिना वर्तमान की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए संसाधनों के जिम्मेदार उपयोग से है । यह अवधारणा महत्वपूर्ण है क्योंकि हम वैश्विक तापन, वनों की कटाई और जैव विविधता हानि जैसी क्रांतिक पर्यावरणीय चुनौतियों का सामना कर रहे हैं, जो मुख्य रूप से औद्योगिक गतिविधियों और अनियंत्रित कार्बन उत्सर्जन के फलस्वरूप हो रहे हैं। समय पर हस्तक्षेप ना करने से , पर्यावरणीय परिणाम और विकट हो जाएंगे, जिससे आर्थिक स्थिरता, सामाजिक कल्याण और पारिस्थितिक संतुलन प्रभावित होगा। संधारणीय विकास की आवश्यकता पर्यावरणीय चुनौतियों को पार कर, आर्थिक और सामाजिक आयामों को शामिल करने के लिए विस्तारित होती है।

संधारणीय विकास वैश्विक, आर्थिक और पर्यावरणीय रणनीतियों में, विशेष रूप से बढ़ती जलवायु परिवर्तन और संसाधनों की कमी संबंधी चुनौतियों के परिप्रेक्ष्य में, एक महत्वपूर्ण कारक बन गया है। संयुक्त राष्ट्र के संधारणीय विकास लक्ष्य SDGs (एसडीजी), विकास के लिए एक संतुलित दृष्टिकोण अपनाने के महत्व तथा जिम्मेदार उपभोग और उत्पादन (लक्ष्य 12) एवं जलवायु अनुयोजन (लक्ष्य 13) जैसे लक्ष्यों पर ध्यान केंद्रित करने पर बल देते हैं। [1],[2] प्रकृति और उसके संसाधनों के समस्त अवक्रमणी पहलुओं में से, वर्तमान में मुख्य चुनौतियों में से एक उद्योगों में कार्बन उत्सर्जन को कम करना है, जिसके लिए नवाचार, तकनीकी एकीकरण और पारंपरिक परिचालन विधियों में बदलाव की आवश्यकता है। इन वैश्विक लक्ष्यों के साथ सामंजस्य के लिए, औद्योगिक क्षेत्र को चाहिए कि वो संधारणीयता को अपनी व्यावसायिक रणनीतियों का मुख्य बिंदु बनाए और अपने संचालन पर पुनर्विचार करें । विभिन्न विधाओं में से, तालिका प्रबंधन उन्नत तकनीकों को अपनाने के माध्यम से कार्बन फुटप्रिंट को कम करने की महत्वपूर्ण क्षमता रखता है, इसी के अंतर्गत AI (एआई), IoT(आईओटी) और तालिका प्रबंधन में गणितीय निदर्श

बेहतर संभावनाओं को लाने और मौजूदा प्रणालियों और विधियों की कमियों का सामना करने में सहायता करते हुए एक परिवर्तनकारी भूमिका निभाते हैं। जैसा कि अल्बर्ट आइंस्टीन ने कहा था "हम अपनी समस्याओं को उसी सोच से हल नहीं कर सकते हैं जिसका हमने उन्हें बनाते समय इस्तेमाल किया था", हमें यह सुनिश्चित करना चाहिए कि हम बेहतर और अधिक प्रभावी हल खोजने के लिए नए दृष्टिकोण के साथ तकनीकी प्रगति का उपयोग करें।

3. तालिका प्रबंधन में एआई एवं आईओटी तथा संधारणीयता के लिए गणितीय निदर्शों के साथ इसका एकीकरण

किसी व्यवसाय में स्टॉक के प्रवाह को प्रबंधित करने, इष्टतम स्टॉक स्तर सुनिश्चित करने और लागत को कम करने के लिए तालिका नियंत्रण आवश्यक है। इस प्रक्रिया में तालिका का अनुवीक्षण करना, पुनःपूर्ति का प्रबंधन करना और भविष्य की आवश्यकताओं का पूर्वानुमान लगाना शामिल है। प्रभावी तालिका नियंत्रण धारण लागत को कम करने, स्टॉकआउट को रोकने, ग्राहक संतुष्टि को बढ़ाने और परिचालन दक्षता में सुधार करने में मदद करता है। सटीक डेटा का लाभ उठाकर, व्यवसाय क्षेत्र सूचित निर्णय ले सकते हैं और आपूर्ति श्रृंखला व्यवधानों से जुड़े जोखिमों को कम कर सकते हैं।[3]

एआई ने बुद्धिमान तंत्र प्रदान करके तालिका प्रबंधन में क्रांतिकारी परिवर्तन किया है जो विशाल डेटा संमुच्चय का विश्लेषण, प्रवृत्ति-पूर्वानुमान और निर्णयन प्रक्रियाओं को स्वचालित कर सकते हैं। संधारणीयता के संदर्भ में, एआई माँग पूर्वानुमान में सुधार करके, अधिसंग्रहण को कम करके और अपव्यय को कम करके पारंपरिक तालिका प्रबंधन विधियों को गति देता है। सटीक माँग पूर्वानुमान, इष्टतम तालिका स्तरों को बनाए रखने के लिए आवश्यक है, जो बदले में अत्यधिक उत्पादन और भंडारण की आवश्यकता को कम करता है, जो कि कार्बन उत्सर्जन में प्रमुख योगदानकर्ता हैं। एआई एल्गोरिथ्म, माँग में परिवर्तन का अनुमान लगाने के लिए ऐतिहासिक डेटा से सीख सकते हैं, जिससे अविलंब तालिका-तंत्र लागू हो जाते हैं जो अधिशेष स्टॉक से बचाते हैं। यह न केवल विनिर्माण से जुड़े उत्सर्जन को कम करता है बल्कि बड़े पैमाने पर भंडारण की आवश्यकता को भी सीमित करता है, जिसके लिए प्रकाश, तापन और शीतलन हेतु ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, एआई-संचालित इष्टतमीकरण निदर्श सबसे कुशल परिवहन मार्गों का निर्धारण करके, यात्रा-दूरी को कम करके और लदान में पूर्ण भार सुनिश्चित करके सामान को सुव्यवस्थित कर सकते हैं, जिससे ईंधन की खपत और कार्बन निर्गत कम हो सकता है।

IoT, आपस में जुड़े उपकरणों और संवेदकों से वास्तविक काल डेटा प्रदान करके संधारणीय तालिका प्रबंधन को प्राप्त करने में एआई का सहायक है।[4] IoT-आधारित तंत्र, स्टॉक स्तरों एवं उत्पाद की स्थितियों का अनुवीक्षण कर सकते हैं और संपूर्ण आपूर्ति श्रृंखला को स्पष्टता प्रदान कर सकते हैं। सूचना का यह निरंतर प्रवाह कंपनियों को डेटा-संचालित निर्णय लेने की अनुमति देता है जो तालिका स्तरों को इष्टतम करते हैं और अधिक उत्पादन को रोकते हैं [5] । उदाहरण के लिए, IoT संवेदक गोदामों में पर्यावरण की स्थितियों का अनुवीक्षण करते हुए, उत्पादों का इष्टतम स्थितियों में संग्रहण सुनिश्चित कर सकते हैं, जो खराब होने की संभावना को कम करता है, विशेष रूप से खाद्य और

औषधनिर्माण जैसे उद्योगों में अपशिष्ट को रोककर, कंपनियाँ न केवल संसाधनों का संरक्षण करती हैं, बल्कि क्षतिग्रस्त वस्तुओं के निस्तारण और प्रतिस्थापन से जुड़े उत्सर्जन को भी कम करती हैं। इसके अलावा, IoT युक्तियाँ, परिवहन और सामग्री संचालन में विस्तृत जानकारी प्रदान कर सकते हैं। संबद्ध ट्रक और प्रेषण कंटेनर, वाहन-दक्षता, ईंधन-खपत और मार्ग-इष्टतमीकरण का अनुवीक्षण कर सकते हैं।

वास्तविक काल में अदक्षताओं को निर्धारित करके कंपनियाँ मार्ग-इष्टतमीकरण, व्यर्थ काल कम करके तथा अवांछित फेरों के निवारण से कार्बन अवशेष-चिह्न (Carbon Footprints) को कम कर सकती हैं। गणितीय निदर्श, तालिका प्रबंधन में एआई और IoT को एकीकृत करने के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये निदर्श, उत्पादन अनुसूचन से लेकर डिलीवरी मार्गों तक आपूर्ति श्रृंखला के विभिन्न कारकों को, संधारणीयता को मुख्य व्यरोध लेते हुए, इष्टतम करने के लिए उन्नत एल्गोरिथम का प्रयोग करते हैं। इन निदर्शों में कार्बन उत्सर्जन कारकों को शामिल करके, कंपनियाँ आर्थिक दक्षता को पर्यावरणीय उत्तरदायित्व के साथ संतुलित कर सकती हैं। उदाहरण के लिए, बहु-सोपानिक तालिका निदर्श जिसमें कार्बन उत्सर्जन को एक चर के रूप में लिया जाता है, परिवहन और भंडारण संबंधी उत्सर्जन को कम करते हुए कई स्थानकों पर स्टॉक-स्तर को इष्टतम कर सकते हैं। इसी तरह, गतिक मूल्य-निर्धारण निदर्श ग्राहकों को ऐसे प्रकारों से माँग करने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं जो अधिक संधारणीय तालिका और परिवहन पद्धतियों के साथ मेल खाते हों।

एआई एल्गोरिथम में वास्तविक काल में बड़ी मात्रा में डेटा का विश्लेषण करने की क्षमता है, जिससे उद्योग-क्षेत्र अधिक परिशुद्धता के साथ माँग का अनुमान लगा सकते हैं। ऐतिहासिक डेटा, उपभोक्ता व्यवहार और मौसम और बाजार की प्रवृत्ति जैसे बाहरी कारकों के सुचारू प्रयोग से, एआई माँग के पूर्वानुमान को बढ़ाता है, इष्ट-समयावधि (Just-in-Time) तालिका प्रबंधन होता है। यह विधि अतिरिक्त तालिका की आवश्यकता को काफी कम करती है, जिससे भंडारण लागत और अधिक उत्पादन और गोदाम से जुड़े उत्सर्जन दोनों में कटौती होती है। उदाहरण के लिए, अमेज़न जैसी कंपनियाँ माँग का पूर्वानुमान लगाने और तालिका का प्रबंधन करने के लिए एआई का उपयोग करती हैं, यह सुनिश्चित करती हैं कि ज़रूरत पड़ने पर उत्पाद बिना ज़्यादा स्टॉक किए उपलब्ध हों, जिससे अपशिष्ट कम होता है और उत्सर्जन कम किया जा सकता है [6],[7]। एआई-संचालित इष्टतम निदर्श संचालन को सुव्यवस्थित करके सुप्रचालन-तंत्र को भी तीव्र गति देते हैं। पारंपरिक सुप्रचालन-तंत्र अक्सर अकुशल मार्गों और आंशिक भार से बाधित होती है, जिससे अत्यधिक ईंधन की खपत होती है।



चित्र क्रमांक:1 तालिका प्रबंधन में एआई की भूमिका

एआई एल्गोरिथम यातायात, मौसम और ईंधन दक्षता जैसे वास्तविक काल के डेटा का विश्लेषण करके परिवहन को इष्टतम कर सकते हैं। सबसे कुशल मार्गों की योजना बनाकर और लोड क्षमताओं को अधिकतम करके, एआई फेरों की संख्या, ईंधन उपयोग और अंततः कार्बन उत्सर्जन को कम करता है। वास्तविक जगत का एक उदाहरण डीएचएल है, जो मार्गों को इष्टतम करने और ईंधन की खपत को कम करने के लिए एआई का उपयोग करता है, जिससे डिलीवरी की गति और दक्षता में सुधार करते हुए अपने कार्बन अवशेष-चिह्न को काफी कम किया जा सकता है। इसके अलावा, ये एआई निदर्श अब संधारणीयता आव्यूह को एकीकृत कर रहे हैं, जिससे व्यवसायों को अपने निर्णयों के आर्थिक और पर्यावरणीय प्रभावों का मूल्यांकन करने की सुविधा मिलती है। उदाहरण के लिए, एआई संधारणीय पद्धतियों वाले आपूर्तिकर्ताओं का उपयोग करने या ऊर्जा-कुशल परिवहन विधियों का चयन करने का सुझाव दे सकता है। यूनीलीवर जैसी कंपनियां पहले से ही अपने आपूर्ति श्रृंखला प्रचालन को अनुवीक्षण और इष्टतम करने के लिए एआई का उपयोग कर रही हैं, जिससे लाभप्रदता बनाए रखते हुए पर्यावरणीय प्रभाव कम हो रहा है। जब एआई को गणितीय निदर्श के साथ जोड़ा जाता है, तो उद्योग अधिक गतिशील और उत्तरदायी आपूर्ति श्रृंखला बना सकते हैं। संक्षेप में कहें तो तालिका प्रबंधन में AI (एआई), IoT (आईओटी) और उन्नत गणितीय निदर्श

का एकीकरण कार्बन उत्सर्जन को कम करने और संधारणीयता को बढ़ावा देने के लिए एक शक्तिशाली उपगमन है। दक्षता बढ़ाने और अपशिष्ट को कम करने से, ये प्रौद्योगिकियां उद्योगों को प्रतिस्पर्धात्मकता बनाए रखते हुए वैश्विक संधारणीयता लक्ष्यों को पूरा करने में मदद करती हैं। इन नवाचारों को अपनाने वाली कंपनियाँ विनियमों को पूरा करने, पर्यावरण-अनुकूल प्रणालियों के लिए उपभोक्ता की माँग को पूरा करने और जलवायु परिवर्तन का सामना करने के लिए बेहतर स्थिति में हैं, परिचालन दक्षता या लाभप्रदता का त्याग किए बिना संधारणीय विकास सुनिश्चित करती हैं।

4. खाद्य आपूर्ति तालिका-प्रबंधन में दक्षता बढ़ाकर संधारणीयता सुनिश्चित करने में एआई और आईओटी की भूमिका

वैश्विक स्तर पर, प्रतिवर्ष लगभग 1.3 बिलियन टन भोजन बर्बाद होता है, जो कुल खाद्य उत्पादन का लगभग 30% है। अकेले भारत में, खराब तालिका प्रबंधन, अकुशल सुप्रचालनिक तंत्र और शीत-संग्रहण की कमी के कारण खाद्य अपशिष्ट का अनुमान 40% है। इससे पर्यावरण को बहुत हानि होती है, क्योंकि खाद्य अपशिष्ट, वैश्विक ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में 8-10% योगदान देता है, जिससे जलवायु परिवर्तन में तेजी आती है। इसके अलावा खाद्य अपशिष्ट भूखमरी और कुपोषण को बढ़ाता है, भारत वैश्विक भूखमरी सूचकांक में 107वें स्थान पर है [8]। भारत में खाद्य अपव्यय की आर्थिक लागत सालाना ₹92,000 करोड़ आंकी गई है, जो पर्यावरण और अर्थव्यवस्था दोनों को प्रभावित करती है। अप्रभावी खाद्य आपूर्ति तालिका-प्रबंधन से अति-संग्रहण, गलत माँग पूर्वानुमान और शीत-संग्रहण की कमी के कारण महत्वपूर्ण खाद्य अपशिष्ट होता है। अपशिष्ट खाद्य भू-भरण (Landfill) में अपघटित हो जाता है, जिससे मीथेन गैस निकलती है, जो CO₂ से 25 गुना ज़्यादा शक्तिशाली ग्रीनहाउस गैस है। यह वैश्विक कार्बन उत्सर्जन में 8-10% का योगदान देती है, जो जलवायु परिवर्तन को बढ़ाता है। इसके अतिरिक्त, अपशिष्ट खाद्य हेतु उत्पादन और परिवहन में उपयोग किए जाने वाले पानी, ऊर्जा और श्रम जैसे संसाधन भी नष्ट हो जाते हैं, जिससे पर्यावरण और आर्थिक व्यवस्था पर अधिक दबाव पड़ता है। खाद्य आपूर्ति तालिका-प्रबंधन में कई चुनौतियाँ आती हैं, खासकर फलों, सब्जियों और डेयरी जैसी खराब होने वाली वस्तुओं के प्रबंधन में, क्योंकि उनकी निधानी-आयु (Shelf-life) कम होती है, जिससे इनकी प्रायः खराब होने और विनष्ट होने की संभावना होती है। उपभोक्ता माँग का सटीक पूर्वानुमान लगाना कठिन है, विशेषतः मौसमी उतार-चढ़ाव के साथ, जिसके परिणामस्वरूप अधिसंग्रहण या अपर्याप्त संग्रहण होता है। शीत श्रृंखला सुप्रचालन तंत्र ज़रूरी है, लेकिन इसे बनाए रखना चुनौतीपूर्ण है, क्योंकि तापमान में उतार-चढ़ाव से उत्पादों का अपकर्ष हो जाता है। इसके अतिरिक्त, मौसम या परिवहन में देरी जैसे कारकों के कारण उत्पादकों से अलग-अलग आपूर्ति के कारण तालिका में उतार-चढ़ाव होता है [9],[10]। खाद्य सुरक्षा विनियमों के अनुपालन के लिए निरंतर अनुवीक्षण की आवश्यकता होती है, जिससे प्रबंधन में जटिलताएँ बढ़ जाती हैं। कई कंपनियाँ अभी भी हस्तगत प्रक्रियाओं पर निर्भर हैं, जिनमें इष्टतमीकरण के लिए एआई और आईओटी जैसी उन्नत तकनीकों का अभाव है। तालिका लागत, भंडारण, परिवहन और ताज़गी को संतुलित करना एक चुनौती

बनी हुई है, साथ ही खाद्य अपशिष्ट और कार्बन उत्सर्जन को कम करने जैसी संधारणीयता संबंधी चिंताओं पर विचार करना भी एक चुनौती है। खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में इन बाधाओं को दूर करने के लिए प्रभावी तालिका-प्रबंधन हल आवश्यक हैं [11] ।

जहाँ विनश्यता (Perishability), परिवर्तनशील माँग और आपूर्ति-व्यवधान जैसी चुनौतियाँ विद्यमान हैं, वहाँ तालिका-प्रबंधन में गणितीय निदर्श, खाद्य आपूर्ति श्रृंखला को इष्टतम करने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) को साथ लेने पर अत्यधिक प्रभावी हो सकते हैं । यह एकीकरण दक्षता कैसे बढ़ा सकता है इसके लिए निम्नलिखित बिन्दुओं को देखा जा सकता है-

4.1 विनश्य सामग्री के लिए माँग-पूर्वानुमान बढ़ाना

- **गणितीय निदर्श:** पारंपरिक माँग-पूर्वानुमान विधियाँ जैसे काल श्रृंखला विश्लेषण या समाश्रयण, ऐतिहासिक बिक्री डेटा पर आधारित भविष्य की माँग का पूर्वानुमान लगा सकती हैं।
- **एआई एकीकरण:** मौसम के स्वरूप, छुट्टियाँ, प्रचार कार्यक्रम और सोशल मीडिया ट्रेंड जैसे अतिरिक्त चरों को शामिल करके, एआई इन पूर्वानुमानों की सटीकता को बढ़ाता है। यंत्र-अधिगम निदर्श (machine learning model) व्यापक डेटा समुच्चय को संसाधित कर सकते हैं, जो माँग को प्रभावित करने वाले जटिल संबंधों को खोजते हैं।
- **परिणाम:** बेहतर माँग-पूर्वानुमान, विनश्य सामग्री के अधिसंग्रहण के जोखिम को न्यूनतम करता है, खाद्य अपशिष्ट को कम करता है और यह सुनिश्चित करता है कि आवश्यकता होने पर ताज़ा उत्पाद उपलब्ध हों।

4.2 गतिक निधानी-आयु प्रबंधन

- **गणितीय निदर्श:** तालिका निदर्श आमतौर पर अग्रता काल और औसत माँग जैसे निश्चित प्राचलों के आधार पर पुनर्माँग बिंदु और सुरक्षा संग्रहण स्तरों की गणना करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई, विनश्य सामग्री के वास्तविक काल निधानी-आयु का विश्लेषण करके गतिक रूप में इन गणनाओं को संयोजित कर सकता है। उदाहरण के लिए, एआई परिवहन और भंडारण के दौरान तापमान में बदलाव जैसे कारकों का विश्लेषण कर सकता है, जिससे उत्पाद की शेष निधानी-आयु के बारे में अधिक सटीक पूर्वानुमान मिल सकता है।
- **परिणाम:** इससे तालिका नियंत्रण अधिक सटीक होता है, जो यह सुनिश्चित करता है कि पुराने स्टॉक को प्राथमिकता दी जाए, विनश्यता कम हो और उत्पाद की गुणवत्ता बनी रहे।

4.3 शीत श्रृंखला सुप्रचालन तंत्र का इष्टतमीकरण

- **गणितीय निदर्श:** इष्टतमीकरण निदर्श लागत और समय व्ययों को ध्यान में रखते हुए, खाद्य उत्पादों के परिवहन के लिए कुशल मार्गों और समय-सारणी की योजना बनाने के लिए सहायता प्रदान कर सकते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई, इन निदर्शों का आईओटी संवेदक से वास्तविक काल के डेटा, जो पारगमन के दौरान तापमान और आर्द्रता जैसी महत्वपूर्ण स्थितियों का अनुवीक्षण करते हैं, को सम्मिलित करके वर्धन करता है। एआई एल्गोरिथम यातायात या उपकरण विफलताओं जैसे चरों पर विश्लेषण करते हुए, मार्गों और समय-सारणी को अविलंब इष्टतम कर सकते हैं।
- **परिणाम:** बेहतर शीत श्रृंखला सुप्रचालन तंत्र यह सुनिश्चित करता है कि खाद्य उत्पादों को इष्टतम स्थितियों में ले जाया जाए, जिससे खराब होने की संभावना कम हो और निधानी-आयु बढ़े।

4.4 आपूर्ति श्रृंखला व्यवधानों के लिए पूर्वानुमानित विश्लेषण

- **गणितीय निदर्श:** जोखिम मूल्यांकन निदर्श, आपूर्ति श्रृंखला व्यवधानों की प्रायिकता और प्रभाव की जांच कर सकते हैं, जिससे आकस्मिक योजनाओं के विकास में सहायता मिलती है।
- **एआई एकीकरण:** एआई मौसम पूर्वानुमान, भू-राजनीतिक घटनाओं और बाजार प्रवृत्ति जैसे स्रोतों से विशाल डेटा समुच्चय का विश्लेषण करके व्यवधानों का पूर्वानुमान लगा सकता है। इसके अतिरिक्त, एआई आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधानों के उतार-चढ़ाव वाले प्रभावों का निदर्शन (modeling) कर सकता है।
- **परिणाम:** आपूर्ति श्रृंखला जोखिमों का सक्रिय प्रबंधन व्यवधानों के लिए अविलंब प्रतिक्रिया सक्षम बनाता है, खाद्य आपूर्ति में निरंतरता सुनिश्चित करता है और स्टॉकआउट या खराब होने की संभावना को कम करता है।

4.5 बहु-भंडारण स्थानों के लिए तालिका इष्टतमीकरण

- **गणितीय निदर्श:** आर्थिक माँग मात्रा (EOQ) और बहु-सोपानिक तालिका इष्टतमीकरण जैसी तकनीकें विभिन्न गोदामों या स्टोर में इष्टतम स्टॉक स्तर निर्धारित करती हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई इन निदर्शों को कारकों की एक विस्तृत रूप में विचार करके वर्धन करता है, जैसे कि विभिन्न अग्रता काल, प्रत्येक स्थान पर विभिन्न बिक्री स्वरूप और उत्पाद विनश्यता की संभावना। एआई वास्तविक-काल की बिक्री और आपूर्ति डेटा के आधार पर तालिका नीतियों का लगातार अद्यतन (update) करता है।
- **परिणाम:** कई स्थानों पर इष्टतम तालिका स्तर स्टॉकआउट और अधिसंग्रहण दोनों के जोखिम को कम करते हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि ताजा उत्पाद वहाँ उपलब्ध हैं जहाँ उनकी सबसे अधिक आवश्यकता है।

4.6 पुनःपूर्ति और ऑर्डर प्रबंधन में स्वचालन

- **गणितीय निदर्श:** पारंपरिक पुनःपूर्ति निदर्श निश्चित नियमों, जैसे पुनर्मांग बिंदु या आवधिक समीक्षा के आधार पर पुनर्मांग की गणना करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई तालिका स्तरों और बिक्री प्रवृत्ति का निरंतर अनुवीक्षण करके पुनःपूर्ति प्रक्रिया को स्वचालित करता है, जब ज़रूरत होती है तो स्वचालित रूप से माँग प्रवर्तन (triggering) करता है। एआई प्रवृत्तियों, मौसमी बदलाव और यहां तक कि प्रतिस्पर्धी गतिविधि का विश्लेषण करके भी भावी माँगों का पूर्वानुमान लगा सकता है।
- **परिणाम:** स्वचालित पुनःपूर्ति माँग-प्रबंधन को सुव्यवस्थित करती है, यह सुनिश्चित करती है कि खाद्य उत्पादों का न्यूनतम मानवीय हस्तक्षेप के साथ कुशलतापूर्वक पुनर्भंडारण किया जाता है।

4.7 अपशिष्ट न्यूनीकरण और संधारणीयता

- **गणितीय निदर्श:** तालिका टर्नओवर और निधानी आयु को अनुवर्त(track) करने वाले निदर्श, मंद गति से चलने वाले या शीघ्र समाप्त होने वाले मदों की पहचान करके खाद्य अपशिष्ट को प्रबंधित करने में मदद करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई इसका विश्लेषण कर अगले चरण में, यह अनुमान लगाकर कि कौन से उत्पाद विनश्यता के जोखिम में हैं और छूट, दान या सामग्री का पुनरुपयोग करने जैसे उपायों का सुझाव देता है। एआई अनावश्यक परिवहन और ऊर्जा उपयोग को कम करके संधारणीयता के लिए आपूर्ति श्रृंखला को भी इष्टतम कर सकता है।
- **परिणाम:** खाद्य अपशिष्ट में कमी एक सशक्त आपूर्ति श्रृंखला में योगदान देती है, जिससे लागत और पर्यावरणीय प्रभाव कम होते हैं और खाद्य सुरक्षा में सुधार होता है।

4.8 अनुकूली मूल्य-निर्धारण युक्तियाँ

- **गणितीय निदर्श:** पारंपरिक मूल्य-निर्धारण निदर्श लागत, माँग लोच और प्रतिस्पर्धी मूल्य-निर्धारण जैसे कारकों पर विचार करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई वास्तविक काल की तालिका के स्तर, निधानी आयु और बाज़ार की स्थितियों के आधार पर मूल्य-निर्धारण को गतिक रूप से समायोजित करता है। उदाहरण के लिए, एआई त्वरित बिक्री को प्रोत्साहित करने के लिए समाप्ति तिथि के निकट आने वाली वस्तुओं का मूल्य कम कर सकता है।
- **परिणाम:** अनुकूली मूल्य-निर्धारण राजस्व को अधिकतम करता है जबकि अपशिष्ट को कम करता है, यह सुनिश्चित करता है कि विनश्य सामग्री समाप्ति से पहले बेची जाएँ।

4.9 आपूर्तिकर्ता प्रबंधन और सहयोग

- **गणितीय निदर्श:** आपूर्तिकर्ता प्रबंधन निदर्श प्रायः लागत, गुणवत्ता और डिलीवरी समय के आधार पर आपूर्तिकर्ता के प्रदर्शन का मूल्यांकन करने पर ध्यान केंद्रित करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई आपूर्तिकर्ता की विश्वसनीयता और प्रदर्शन का पूर्वानुमान करने के लिए व्यापक डेटा का विश्लेषण करके आपूर्तिकर्ता प्रबंधन को बढ़ाता है। यह संयुक्त तालिका योजना और पुनःपूर्ति के लिए वास्तविक काल अंतर्दृष्टि (insights) और संस्तुतियाँ (recommendations) प्रदान करके बेहतर सहयोग की सुविधा भी देता है।
- **परिणाम:** बेहतर आपूर्तिकर्ता संबंध और सहयोग से अधिक विश्वसनीय और कुशल खाद्य आपूर्ति श्रृंखला बनती है, जिससे देरी कम होती है और उत्पाद की गुणवत्ता लगातार बनी रहती है।

4.10 उन्नत अभिविधीयता (Traceability) और अनुपालन (compliance)

- **गणितीय निदर्श:** अभिविधीयता निदर्श आपूर्ति श्रृंखला के माध्यम से उत्पादों की आवाजाही का अनुवर्तन करते हैं, सुरक्षा और गुणवत्ता विनियमों के अनुपालन को सुनिश्चित करते हैं।
- **एआई एकीकरण:** एआई खंडक श्रृंखला तंत्र (block chain system) , आईओटी उपकरणों और अन्य स्रोतों से डेटा का विश्लेषण करके खाद्य उत्पादों की वास्तविक काल अनुवर्तन और सत्यापन प्रदान करके अभिविधीयता को बढ़ाता है। यह सुनिश्चित करता है कि उत्पाद नियामक मानकों को पूरा करते हैं और उपभोक्ताओं को पारदर्शिता प्रदान करते हैं।
- **परिणाम:** वर्धित अभिविधीयता खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता सुनिश्चित करती है, प्रत्याह्वान(recall) के जोखिम को कम करती है और आपूर्ति श्रृंखला में उपभोक्ता का विश्वास बनाती है।

5. निष्कर्ष

तालिका प्रबंधन में एआई, आईओटी और उन्नत गणितीय निदर्श का एकीकरण कार्बन उत्सर्जन को कम करने और संधारणीय विकास को आगे बढ़ाने में एक महत्वपूर्ण कदम है। एआई की पूर्वानुमान शक्ति, आईओटी का वास्तविक काल डेटा और परिष्कृत इष्टतमीकरण निदर्श का उपयोग करके कम्पनियाँ दक्षता बढ़ाने, अपशिष्ट को कम करने और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने में सक्षम हो सकती हैं। यह परिवर्तन उन उद्योगों के लिए आवश्यक है जो आर्थिक विकास और प्रतिस्पर्धात्मकता को बनाए रखते हुए अपने प्रचालन का वैश्विक संधारणीयता लक्ष्यों के साथ सामंजस्य रखना चाहते हैं। लम्बे समय के लिए, संधारणीय तालिका-प्रबंधन केवल पर्यावरणीय आवश्यकता नहीं है, बल्कि तेजी से बढ़ते पर्यावरण के प्रति जागरूक बाजार में व्यवसायों के लिए एक रणनीतिक अनिवार्यता है। जो कंपनियाँ इन नवाचारों को सक्रिय रूप से अपनाती हैं, वे विकसित नियामक आवश्यकताओं का अनुपालन करने, संधारणीय पद्धतियों के लिए उपभोक्ता की माँग को पूरा करने और जलवायु परिवर्तन से निपटने में सक्षमता से

योगदान करने के लिए बेहतर ढंग से तैयार होंगी। इस प्रौद्योगिकीय सामंजस्य के माध्यम से, उद्योग परिचालन दक्षता या लाभप्रदता से समझौता किए बिना संधारणीय विकास प्राप्त करने की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति कर सकते हैं। हमें मानव और पर्यावरण के बीच महत्वपूर्ण अंतर्संबंध को समझने के साथ-साथ संधारणीय पद्धतियों को भी अपनाना होगा, जो ना केवल पृथ्वी को संरक्षित करने बल्कि भावी पीढ़ियों के लिए एक व्यवहार्य एवं सुखद भविष्य सुनिश्चित करने के लिए भी आवश्यक है। जैसा कि एक अमेरिकी कहावत है कि "हमें पृथ्वी अपने पूर्वजों से विरासत में नहीं मिली है; हम इसे अपने बच्चों से उधार लेते हैं।" इस सिद्धांत को समझकर और उसके अनुसार कार्य करके, उद्योग जगत पृथ्वी की सुरक्षा करने तथा अधिक संधारणीय और समतापूर्ण भविष्य बनाने में सहायता कर सकते हैं।

^{1,2} गणित विभाग, उत्तरांचल विश्वविद्यालय, देहरादून, भारत- 248007

³ सहायक निदेशक (गणित), वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, शिक्षा मंत्रालय (उच्चतर शिक्षा विभाग)

¹manojsharamath1984@gmail.com

²shukumar3344@gmail.com

³vj.shekhawat@ymail.com

संदर्भ:

1. M. P. C. David, "Sustainable development goals (SDGS)-challenges for India," *Indian J Public Health Res Dev*, vol. 9, no. 3, pp. 1–5, 2018, doi: 10.5958/0976-5506.2018.00172.9.
2. P. Pradhan, L. Costa, D. Rybski, W. Lucht, and J. P. Kropp, "A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions," *Earths Future*, vol. 5, no. 11, pp. 1169–1179, Nov. 2017, doi: 10.1002/2017EF000632.
3. M. K. Sharma, "An Inventory Model for Deteriorating Products with Demand Appraise by Promotional Effort," *International Journal of Mathematics And its Applications*, vol. 6, no. 2-A, pp. 295–301, 2018, Accessed: Jul. 25, 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/343230569_An_Inventory_Model_for_Deteriorating_Products_with_Demand_Appraise_by_Promotional_Effort
4. R. Toorajipour, V. Sohrabpour, A. Nazarpour, P. Oghazi, and M. Fischl, "Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review," *J Bus Res*, vol. 122, pp. 502–517, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.JBUSRES.2020.09.009.
5. N. Rani, M. K. Sharma, S. Kathuria, N. Yamsani, S. V. Akram, and R. Balyan, "Revolutionizing Inventory Management: The Role of IoT in Inventory Management 4.0," *Proceedings - 2024 3rd International Conference on Sentiment Analysis and Deep Learning, ICSADL 2024*, pp. 642–646, 2024, doi: 10.1109/ICSADL61749.2024.00110.

6. A. Khan, N. Z. Jhanjhi, D. H. T. B. A. H. Hamid, and H. A. H. B. H. Omar, "Internet of Things (IoT) Impact on Inventory Management: A Review," <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-6684-7625-3.ch008>, pp. 224–247, Jan. 1AD, doi: 10.4018/978-1-6684-7625-3.CH008.
7. R. Cui, D. J. Zhang, and A. Bassamboo, "Learning from Inventory Availability Information: Evidence from Field Experiments on Amazon," <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2950>, vol. 65, no. 3, pp. 1216–1235, Apr. 2018, doi: 10.1287/MNSC.2017.2950.
8. S. Ardra and M. K. Barua, "Inclusion of circular economy practices in the food supply chain: Challenges and possibilities for reducing food wastage in emerging economies like India," *Environ Dev Sustain*, vol. 25, no. 12, pp. 13825–13858, Dec. 2023, doi: 10.1007/S10668-022-02630-X/FIGURES/1.
9. M. Matharu, N. Gupta, and V. Swarnakar, "Efforts are made but food wastage is still going on: a study of motivation factors for food waste reduction among household consumers," *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, vol. 14, no. 2, pp. 244–264, Apr. 2022, doi: 10.1108/APJBA-07-2021-0303/FULL/XML.
10. M. Balaji and K. Arshinder, "Modeling the causes of food wastage in Indian perishable food supply chain," *Resour Conserv Recycl*, vol. 114, pp. 153–167, Nov. 2016, doi: 10.1016/J.RESCONREC.2016.07.016.
11. M. K. Sharma and D. Mandal, "An inventory model with preservation technology investments and stock-varying demand under advanced payment scheme," *OPSEARCH*, 2024, doi: 10.1007/s12597-024-00743-7.

2. फ्लाई ऐश और ग्राउंड ग्रेनुलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग (जीजीबीएस) का उपयोग करके सिलिका काँच तंतु - प्रबलित जियोपॉलिमर (भू-बहुलक) सीमेंट गारे का प्रदर्शन एवं मूल्यांकन

अनिल कुमार¹, प्रदीप कुमार घोष², विवेक पाहूजा³

सार:- ओजोन परत के क्षरण और वैश्विक तापमान वृद्धि को लेकर बढ़ती चिंताओं को देखते हुए, निर्माण उद्योग में पर्यावरण-अनुकूलन भवन निर्माण सामग्रियों को अपनाने को प्राथमिकता दे रहा है। जियोपॉलिमर (भू-बहुलक) मिश्रण, एक टिकाऊ और क्रांतिकारी भवन निर्माण सामग्री के रूप में पारंपरिक सीमेंट मिश्रण का एक विकल्प है। हालांकि, जियोपॉलिमर सामान्यतः भंगुर गुण प्रदर्शित करते हैं, की कमियों को दूर करने के लिए, तंतु (रेशों)को जियोपॉलिमर में शामिल करने पर व्यापक शोध हुआ है जिसमें, काँच तंतु से सुदृढ़ जियोपॉलिमर मिश्रण के विकास के लिए फ्लाई ऐश और ग्राउंड ग्रेनुलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग (जीजीबीएस) आधारित जियोपॉलिमर मिश्रण के ताजे गुणों और यांत्रिक शक्तियों की जांच की गई है। सोडियम हाइड्रॉक्साइड की सांद्रता को 12 मोल के साथ सोडियम सिलिकेट को क्षारीय सक्रिय कारक (Alkali Activator) के रूप में काँच तंतु (ग्लास फिलामेंट या GF) के विभिन्न अंशों 0%, 0.5%, 1%, और 1.5% में मिलाया गया। सोडियम सिलिकेट से क्षारीय सक्रियकारक से बंधक तंतुओं का अनुपात 0.45 और सोडियम हाइड्रॉक्साइड का अनुपात 1.5 गुना लिया गया। इस अध्ययन के दौरान इनके गुणों का मूल्यांकन ओवन परिपक्वण और बाहरी (oudoor) परिपक्वण दोनों पस्थितियों में किया गया है। कार्यक्षमता (workability) को समझने के लिए प्रवाह मान (flow value) का विश्लेषण किया गया है, जबकि संरचनात्मक प्रदर्शन का आकलन करने के लिए संपीड़न शक्ति (compressive strength) और विभाजित तन्यता शक्ति (split tensile strength) का भी निर्धारण किया गया। परिणाम दिखाते हैं कि काँच तंतु का समावेशन संपीड़न और तन्यता शक्ति में काफी सुधार दिखाता है, जबकि काँच तंतु की मात्रा इस मिश्रण की कार्यक्षमता को कम कर सकती है।

मुख्य शब्द(Key Words): जियोपॉलिमर मसाला; फ्लाई ऐश; काँच तंतु; जीजीबीएस; फ्लो मान; यांत्रिक शक्ति।

1. प्रस्तावना

वर्तमान में, सीमेंट निर्माण को CO₂ उत्सर्जन के एक महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में माना जाता है। जलवायु परिवर्तन अब एक गंभीर चिंता का विषय बन गया है, जिस पर दुनियाभर के शोधकर्ताओं को पूरा ध्यान देने की आवश्यकता है। जनसंख्या वृद्धि और बढ़ते CO₂ उत्सर्जन के बीच सीधा संबंध है। नतीजतन, CO₂ उत्सर्जन और सीमेंट निर्माण से होने वाली पर्यावरणीय क्षति का सीमेंट उत्पादकों और सामान्य जनसंख्या दोनों पर काफी प्रभाव पड़ता है। सतत विकास की चुनौती को पूरा करने के लिए पारंपरिक ओ.पी.सी. कंक्रीट को आधुनिक संरचनात्मक सामग्रियों से बदलना चाहिए। इस क्षेत्र में अग्रणी कार्य 1978 में शुरू हुआ, जिसे जोसेफ डेविडोविट्स के नाम से जोड़ा जाता है,

जिन्होंने 1990 में इन नई सामग्रियों के वर्ग को "जियोपॉलिमर" नाम दिया [1] । जियोपॉलिमर प्रौद्योगिकी एक पर्यावरण-संवेदनशील समाधान प्रस्तुत करती है जिसमें फ्लाई ऐश और ब्लास्ट फर्नेस स्लैग जैसी औद्योगिक अपशिष्ट सामग्री का उपयोग किया जाता है, जो एल्युमिना और सिलिका से भरपूर होती हैं, और कंक्रीट उत्पादन के लिए एक सीमेंट के विकल्प को बनाने में मदद करती है, जैसा कि पूर्व के अध्ययनों में उल्लेखित है [2], [3], [4], [5]। जियोपॉलिमरीकरण तब होता है जब इन अपशिष्ट सामग्रियों से सिलिकॉन और एल्युमिनियम ऑक्साइड एक क्षारीय उपादान से प्रतिक्रिया करते हैं, जिससे ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में योगदान नहीं होता है और एक सीमेंटीय सामग्री बनती है [6], [7], [8], [9] । जियोपॉलिमर कंक्रीट की ताकत पर पकाने की प्रक्रिया का प्रभाव पड़ता है; ओवन में पकाए गए नमूने, वायुमंडलीय वातावरण में पकाए गए नमूनों की तुलना में अधिक संपीड़न शक्ति प्रदर्शित करते हैं [10] । हालांकि, फ्लाई ऐश आधारित जियोपॉलिमर्स के लिए बाह्य तापमान क्यूरिंग पर निर्भरता व्यापारिक परियोजनाओं के लिए चुनौतियां पेश करती है, जबकि जीजीबीएस (ग्राउंड ग्रेन्युलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग) पर आधारित जियोपॉलिमर्स वायुमंडलीय परिपक्वण के माध्यम से पर्याप्त मजबूती हासिल करके एक फायदा प्रदान करते हैं, बाह्य ऊर्जा स्रोतों की आवश्यकता को खत्म करते हैं [9], [11] । यह नवाचार केवल पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने में ही नहीं समर्थन देता है, बल्कि नवीनतम तकनीकी अनुप्रयोगों में जियोपॉलिमर प्रौद्योगिकी की संभावनाओं को भी बढ़ाता है। जीजीबीएस जियोपॉलिमर कंक्रीट के निर्माण में व्यापक रूप से प्रयुक्त होता है। इसका शामिल होना फ्लाई ऐश आधारित जियोपॉलिमर कंक्रीट की ताकत को बढ़ाने के लिए फायदेमंद साबित हुआ है, [6] । फिर भी, इसके प्रभाव की मात्रा विभिन्न कारकों पर निर्भर करती है, जिसमें सक्रियकारक के प्रकार और संघटन, साथ ही जीजीबीएस और फ्लाई ऐश के अनुपात शामिल हैं [6], [7] । अनुसंधान सूचित करता है कि पूरक सामग्री में उच्च स्तर का कैल्शियम ऑक्साइड (CaO) होने से जियोपॉलिमर कंक्रीट की शक्ति बढ़ती है । इसके परिणामस्वरूप यह ठंडे माहौल में पकाई गई स्थितियों में विन्यास समय को कम करता है और यांत्रिक गुणधर्मों को सुधारता है [7] ।

जियोपॉलिमर-आधारित बंधक और पारंपरिक सीमेंट-आधारित बंधक के गुणधर्म समान होते हैं [12] । इन सामग्रियों को क्रासी-ब्रिटल माना गया है, जिनमें कम तनाव शक्ति होती है। इसलिए, जियोपॉलिमर सामग्रियों की ताकत को बढ़ाने के लिए तंतुओं को जियोपॉलिमर प्रणाली में शामिल करना व्यापक रूप से स्वीकार किया जाता है [13], [14], [15] । इसके अलावा, [16] के अनुसार, जियोपॉलिमर सामग्रियाँ पारंपरिक सीमेंट की तुलना में पर्यावरणीय लाभ प्रदान करती हैं और इन्हें तंतु संवर्धित किया जा सकता है ताकि उनकी ढाल और स्थायिता में सुधार हो। इसका अर्थ है कि जियोपॉलिमर सामग्रियाँ पारंपरिक सीमेंट-आधारित सामग्रियों की तुलना में बेहतर यांत्रिक गुणधर्म और अधिक पर्यावरणीय मित्रता प्रदान कर सकती हैं। अनेक शोध अध्ययनों ने दिखाया है कि विभिन्न कृत्रिम तंतु को जोड़ने से जियोपॉलिमर सामग्रियों की यांत्रिक विशेषताएँ बढ़ सकती हैं, जो फ्लाई ऐश पर आधारित हैं। इन तंतुओं में बासाल्ट, स्टील, पॉलीथीन, पॉलीविनाइल अल्कोहल (PVA), पॉलीप्रोपिलीन (PP), पॉलीओलेफिन, काँच, और कार्बन तंतु शामिल हैं। इन तंतुओं से सामग्रियों की प्रत्यास्थता और विभाजित तन्यता शक्ति को काफी

बढ़ाया गया है। विशेष रूप से, बासाल्ट तंतु तापमान और रासायनिक प्रतिरोध में योगदान करते हैं, स्टील तंतु उत्कृष्ट दरार प्रतिरोध और भार-बोध क्षमता प्रदान करते हैं, और पॉलीथीन तंतु ढालता और सख्तता को बढ़ाते हैं। [16], [17], [18], [19]. पॉलीविनाइल आल्कोहल तंतु तनाव गुणस्तर और दरार प्रतिरोध में सुधार करते हैं [20]। पॉलीप्रोपीलीन तंतु संकुचन को कम करते हैं और प्रभाव संवेदनशीलता को बढ़ाते हैं [21], [22], [23]। काँच के तंतु संरचनात्मक समर्थन और आयामात्मक स्थिरता को बढ़ाते हैं [24], [25] और कार्बन तंतु असाधारण मजबूती और कठोरता प्रदान करते हैं, जिससे तानात्मक और मुड़ने की गुणधर्मिता में सुधार होता है। इन तंतुओं और जियोपॉलिमर संधात्री के अंतरफलक बंधन से तनाव सहने की क्षमता में वृद्धि की जाती है, जिससे तंतु का बाहर निकलना रोका जाता है और भार वितरण में सुधार होता है। इसके परिणामस्वरूप, जियोपॉलिमर मिश्रण से विभिन्न संरचनात्मक अनुप्रयोगों में उन्नत प्रदर्शन के साथ सुधार होता है। [26], [27], [28].

देखा गया है कि काँच तंतु को जियोपॉलिमर समग्र में मिलाने से इसके यांत्रिक गुणधर्मों, जैसे कि तन्यता और मोड़ने की शक्ति में सुधार होता है। इस अध्ययन में जियोपॉलिमर मसाले के नमूनों में काँच तंतु के विभिन्न स्तरों के प्रयोग किए जाएंगे। इन प्रयोगों में जियोपॉलिमर मसाले की कार्यक्षमता का विश्लेषण विभिन्न प्रतिशत में जोड़े गए तंतु के साथ किया जाएगा। इसके अतिरिक्त, यांत्रिक विशेषताएँ, जैसे कि संपीड़न शक्ति और विभाजित तन्यता शक्ति का मूल्यांकन किया जाएगा। इन प्रयोगों से प्राप्त नतीजों को जांचा जाएगा ताकि जियोपॉलिमर मसाले के प्रदर्शन को सुधारने के लिए उचित काँच तंतु की मात्रा निर्धारित की जा सके। इसके अलावा, जियोपॉलिमर के विकास में उष्णता से सम्बंधित महत्वपूर्ण समस्या के कारण, इस काम में बाहरी परिपक्वण का प्रयास किया गया है जिसे उष्णता से बचने का साधन माना गया है।

2. सामग्रियाँ और विधियाँ

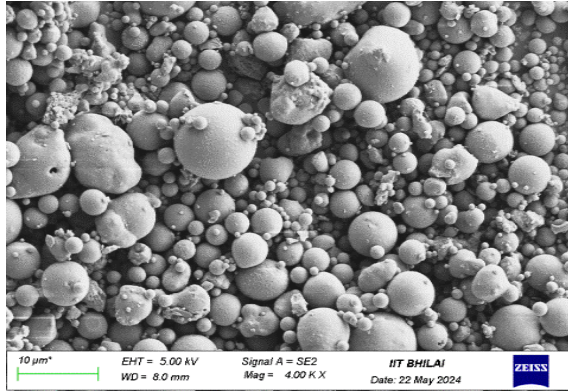
2.1 सामग्रियाँ

प्रयोगात्मक कार्यक्रम में भारत के छत्तीसगढ़ में स्थित एनएसपीसीएल भिलाई पावर प्लांट से आयात किया गया फ्लाई ऐश प्रयुक्त किया गया, जो IS 3812-2013 (भाग II) द्वारा कक्षा F फ्लाई ऐश के रूप में वर्गीकृत किया गया है [29]। फ्लाई ऐश का विशिष्ट गुरुत्व 2.28 माना गया, IS 1727 [30] के अनुसार, जिसकी सूक्ष्मता $280 \text{ m}^2/\text{kg}$ है। ग्राउंड ग्रेनुलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग (जीजीबीएस) जिंदल स्टील वर्क्स (JSW) से बेल्लारी, कर्नाटका से प्राप्त किया गया था। जीजीबीएस का विशिष्ट गुरुत्व 2.88 और सूक्ष्मता $375 \text{ m}^2/\text{kg}$ है। बंधक सामग्रियों के रासायनिक संघटन, जो एक्स - किरण प्रतिदीप्ति (XRF) का उपयोग करके विश्लेषित किए गए, सारणी 1 में प्रस्तुत हैं। महीन मिलावा के रूप में प्राकृतिक नदी की रेत का उपयोग इस अध्ययन में किया गया है, जो कि, IS 383-2016 के अनुसार Zone-II में वर्गीकृत है [31], इसे 2.36 मिमी की छलने से गुजारा गया, इसकी घनत्व 2.7 है और सूक्ष्मता मापांक 2.75 है। क्षारीय सक्रियकारक (AA) में सोडियम हाइड्रोक्साइड और सोडियम सिलिकेट का मिश्रण लिया गया है, जो स्थानीय

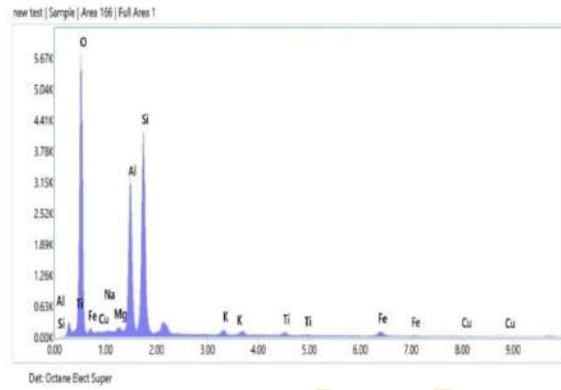
निर्माताओं से आयात किया गया है। सोडियम हाइड्रॉक्साइड फ्लेक्स (98% शुद्धता) और तरल सोडियम सिलिकेट (Na_2O : 14.70%, SiO_2 : 34.26%, H_2O : 51.04%) का उपयोग किया गया है। अल्कली-प्रतिरोधी काँच तंतु का घनत्व 2680 किलोग्राम/मीटर³, लंबाई 24 मिमी, और औसत व्यास 14 माइक्रोन है जो स्वास्थ्यक इंटरनेशनल, गुजरात से प्राप्त किया गया। इस अध्ययन जिन सामग्रियों का उपयोग किया गया है उन्हें चित्र 1 में दिखाया गया है। फ्लाइ ऐश की मोर्फोलॉजी, जीजीबीएस, और काँच तंतु की सतही गुणवत्ता को क्रमविक्रम इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी (SEM) का उपयोग करके जांचा गया, जैसा कि चित्र 2, 4, और 6 में दिखाया गया है। फ्लाइ ऐश के कण अधिकतर गोलाकार आकार में थे, जबकि जीजीबीएस के कणों में कोणीय और क्रिस्टलीय संरचना दिखाई दी। ऊर्जा विश्लेषण एक्स-किरण स्पेक्ट्रमिती (EDS) विश्लेषण में फ्लाइ ऐश और जीजीबीएस की चित्र 3 और 5 में किया गया, जिससे पता चलता है कि फ्लाइ ऐश में मुख्य रूप से सिलिका और एल्युमिना होती है, जबकि जीजीबीएस में अन्य घटक तत्वों की तुलना में अधिक सिलिका होती है।



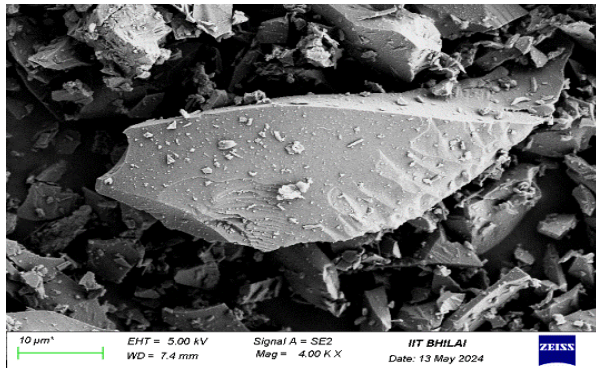
चित्र 1 (अ) फ्लाइ ऐश, (ब) जीजीबीएस, (स) काँच तंतु, (द) सोडियम हाइड्रॉक्साइड फ्लेक्स और (ई) सोडियम सिलिकेट



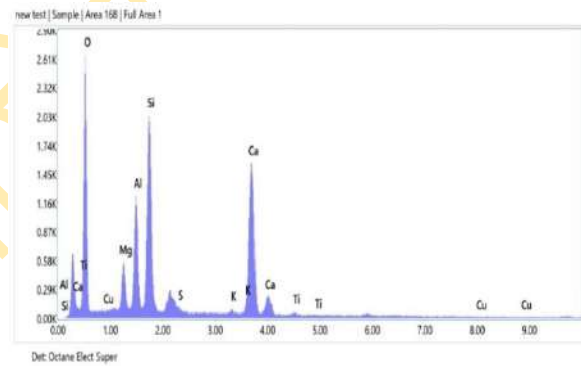
चित्र 2 फ्लाई ऐश की एसईएम छवि



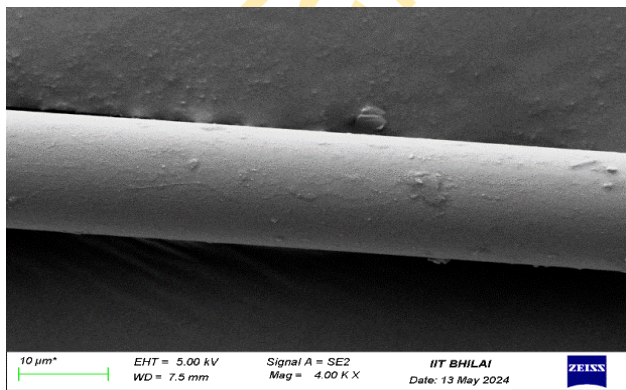
चित्र 3 फ्लाई ऐश का ईडीएक्सए चित्र



चित्र 4 जीजीबीएस का एसईएम छवि



चित्र 5 जीजीबीएस का ईडीएक्सए का छवि



चित्र 6: काँच तन्तु का एसईएम छवि

**सारणी 1: स्रोत सामग्री का रासायनिक संरचना का विवरण, एक्स-किरण प्रतिदीप्ति का प्रयोग करके
(वजन % में)**

रासायनिक संघटन	फ्लाई ऐश (कक्षा F)	जीजीबीएस
CaO	4.5	37.63
SiO ₂	56.42	34.81
Al ₂ O ₃	25.92	17.92
Fe ₂ O ₃	4.2	0.66
MgO	1.72	7.8
SO ₃	0.39	0.2
Na ₂ O	0.18	NIL
MnO	NIL	0.21
LOI	0.76	NIL

2.2 प्रयोगात्मक कार्यक्रम

2.2.1 मिश्रण संघटन

जियोपॉलिमर मिश्रण के तैयारी में सामग्रियों का सटीक अनुपात में होना जरूरी है ताकि वांछित गुण प्राप्त किए जा सकें। इस अध्ययन में फ्लाई ऐश और ग्राउंड ग्रेनुलेटेड ब्लास्ट फर्नेस स्लैग (जीजीबीएस) को बंधक के रूप में उपयोग किया गया है, जिनके साथ-साथ संवेदनशीलता और क्षारीय सक्रियकारक-से-बंधक अनुपात ध्यानपूर्वक निर्धारित किए गए हैं। क्षारीय सक्रियकारक-से-बंधक अनुपात को 0.45 और सोडियम सिलिकेट से सोडियम हाइड्रॉक्साइड अनुपात को 1.5 लिया गया है, जिसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड की सांद्रता 12 मोल है। इसके अतिरिक्त, अल्कलि-संशोधनीय काँच तंतु प्रबलीकरण के प्रभाव को मूल्यांकन किया गया है, जिसमें इन्हें जियोपॉलिमर मसाले में 0%, 0.5%, 1.0%, और 1.5% अंश आयतन के रूप में मिलाया गया है। जियोपॉलिमर मसाले के मिश्रण अनुपात संदर्भित सारणी 2 में विस्तृत रूप से दिए गए हैं, जिसमें उनके संरचना का नामकरण किया गया है, जैसे F85G15GF1.0, जो कि 85% फ्लाई ऐश, 15% जीजीबीएस, और 1.0% काँच तंतु का मिश्रण

दर्शाता है। यह व्यवस्थित दृष्टिकोण विभिन्न मिश्रणों की सम्पूर्ण मूल्यांकन और उनकी परिणामी गुणधर्मों की व्यापक मूल्यांकन को संभव बनाता है।

2.2.2 कास्टिंग और परिपक्वण

12 मोलर सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन, 1 लीटर पानी में 480 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को घोलकर प्राप्त किया गया। क्षारीय सक्रियकारक तैयार करने के लिए, पहले सोडियम हाइड्रॉक्साइड के फ्लेक्स को पानी में डाला गया ताकि इच्छित विलयन प्राप्त किया जा सके। सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के बाद, सीधे सोडियम सिलिकेट को मिलाया गया। इस प्रक्रिया को प्रयोग से एक दिन पहले पूरा किया गया। बंधक और रेत को 5 मिनट तक मिश्रित किया गया जब तक एक समान मिश्रण नहीं मिल गया, इसके बाद क्षारीय सक्रियकारक को मिलाया गया। फिर काँच तंतु मिलाया गया और अतिरिक्त 2 मिनट तक मिश्रित किया गया। यह मिश्रण 70.6×70.6×70.6 मिमी³ क्यूब्स में डाला गया जिसे संपीड़न शक्ति परीक्षण के लिए उपयोग किया गया, विभाजित तन्यता शक्ति परीक्षण के लिए 100 मिमी व्यास और 200 मिमी ऊंचाई के सिलेंडर में। संपीड़न क्यूब्स को संघटित करने के लिए विद्युत् पटल कम्पिटर का उपयोग किया गया। नमूने को 24 घंटे बाद खोला गया और गर्म ओवन और बाहरी परिपक्वण के लिए रखा गया। गर्म ओवन परिपक्वण के लिए, नमूने को 60°C पर 24 घंटे तक रखा गया और फिर परीक्षण तक कमरे की तापमान पर रखा गया। बाहरी परिपक्वण के लिए निर्धारित नमूने को परीक्षण तक कमरे की तापमान पर ही रखा गया। तीन नमूनों से परीक्षण के औसत को दर्ज किया गया। जियोपॉलिमर सामग्री की सामान्य स्थिरता IS 4031 (भाग IV) के अनुसार सीमेंट की प्रक्रिया का पालन करते हुए निर्धारित किया गया [32], और स्थिरता को "P" के रूप में दर्शाया गया है। प्रारंभिक और अंतिम विन्यास समय IS 4031 (भाग V) [33] के अनुसार निर्धारित किया गया और इसे जियोपॉलिमर का उपयोग करते हुए बनाया गया, जिसमें 0.85P क्षारीय सक्रियकारक मिलाया गया। मसाला का फ्लो मान ASTM C1437-2009 द्वारा निर्दिष्ट किया गया था [34]। चित्र 7, 8, 9, और 10 में जियोपॉलिमर मसाला तैयार करने की प्रक्रिया दर्शाई गई है।

सारणी 2 मिश्रण अनुपात

क्र. सं.	मिश्रण पदनाम	फ्लाईऐश (किग्रा/मी ³)	जीजीबीएस (किग्रा/मी ³)	रेत (किग्रा/मी ³)	सोडियम हाइड्रॉक्साइड (किग्रा/मी ³)	सोडियम सिलिकेट (किग्रा/मी ³)	क्षारीय सक्रिय-कारक घोल (किग्रा/मी ³)	काँच तंतु (किग्रा/मी ³)
1	F100G0GF0	700	-	1400	126	189	315	-
2	F100G0GF0.5	700	-	1400	126	189	315	13.4
3	F100G0GF1.0	700	-	1400	126	189	315	26.8
4	F100G0GF1.5	700	-	1400	126	189	315	40.2
5	F85G15GF0	595	105	1400	126	189	315	-
6	F85G15GF0.5	595	105	1400	126	189	315	13.4
7	F85G15GF1.0	595	105	1400	126	189	315	26.8
8	F85G15GF1.5	595	105	1400	126	189	315	40.2
9	F75G25GF0	525	175	1400	126	189	315	-
10	F75G25GF0.5	525	175	1400	126	189	315	13.4
11	F75G25GF1.0	525	175	1400	126	189	315	26.8
12	F75G25GF1.5	525	175	1400	126	189	315	40.2
13	F65G35GF0	455	245	1400	126	189	315	-
14	F65G35GF0.5	455	245	1400	126	189	315	13.4
15	F65G35GF1.0	455	245	1400	126	189	315	26.8
16	F65G35GF1.5	455	245	1400	126	189	315	40.2
17	F50G50GF0	350	350	1400	126	189	315	-
18	F50G50GF0.5	350	350	1400	126	189	315	13.4
19	F50G50GF1.0	350	350	1400	126	189	315	26.8
20	F50G50GF1.5	350	350	1400	126	189	315	40.2



चित्र 7 सामग्री का मिश्रण



चित्र 8 तन्यता शक्ति के नमूने



चित्र 9 मिश्रण क्यूबों की ओवन परिपक्वण



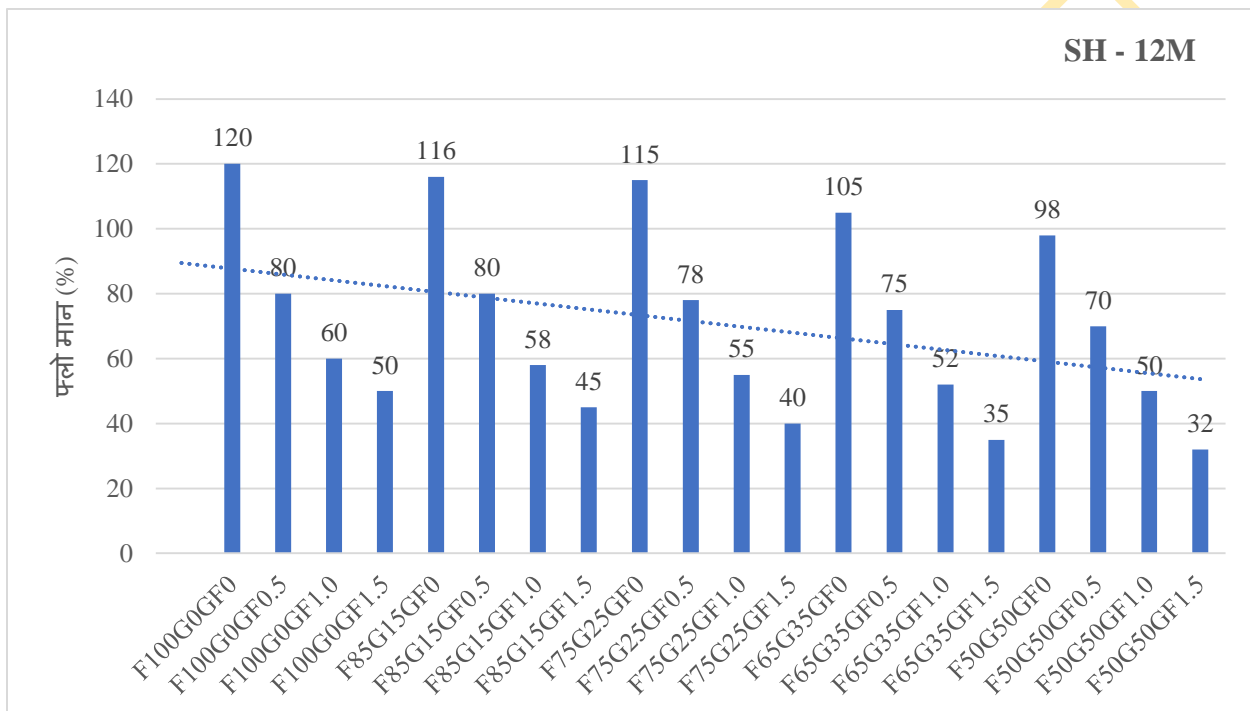
चित्र 10 मिश्रण क्यूब

3. परिणाम और चर्चा

3.1 फ्लो मान

चित्र 11 में जियोपॉलिमर मसाला के फ्लो मानों का प्रस्तुतीकरण किया गया है, जिसमें सोडियम हाइड्रोक्साइड की 12 मोल सांद्रता है। जियोपॉलिमर समग्र के फ्लो मान की जांच विभिन्न मिश्रण संयोजनों का उपयोग करके की गई, जिनमें जीजीबीएस और काँच तंतु की विभिन्न मात्राओं के साथ मिश्रण है। परिणाम दिखाते हैं कि काँच तंतु की मात्रा बढ़ने पर फ्लो मान सामान्यतः कम होता जाती है। [35], [36] भी इसी दिशा में देखा गया। उदाहरण के लिए, F100G0GF0 संयोजन के लिए फ्लो मान 120% था, जो काँच तंतु की मात्रा 0.5%, 1.0%, और 1.5% के साथ 80%,

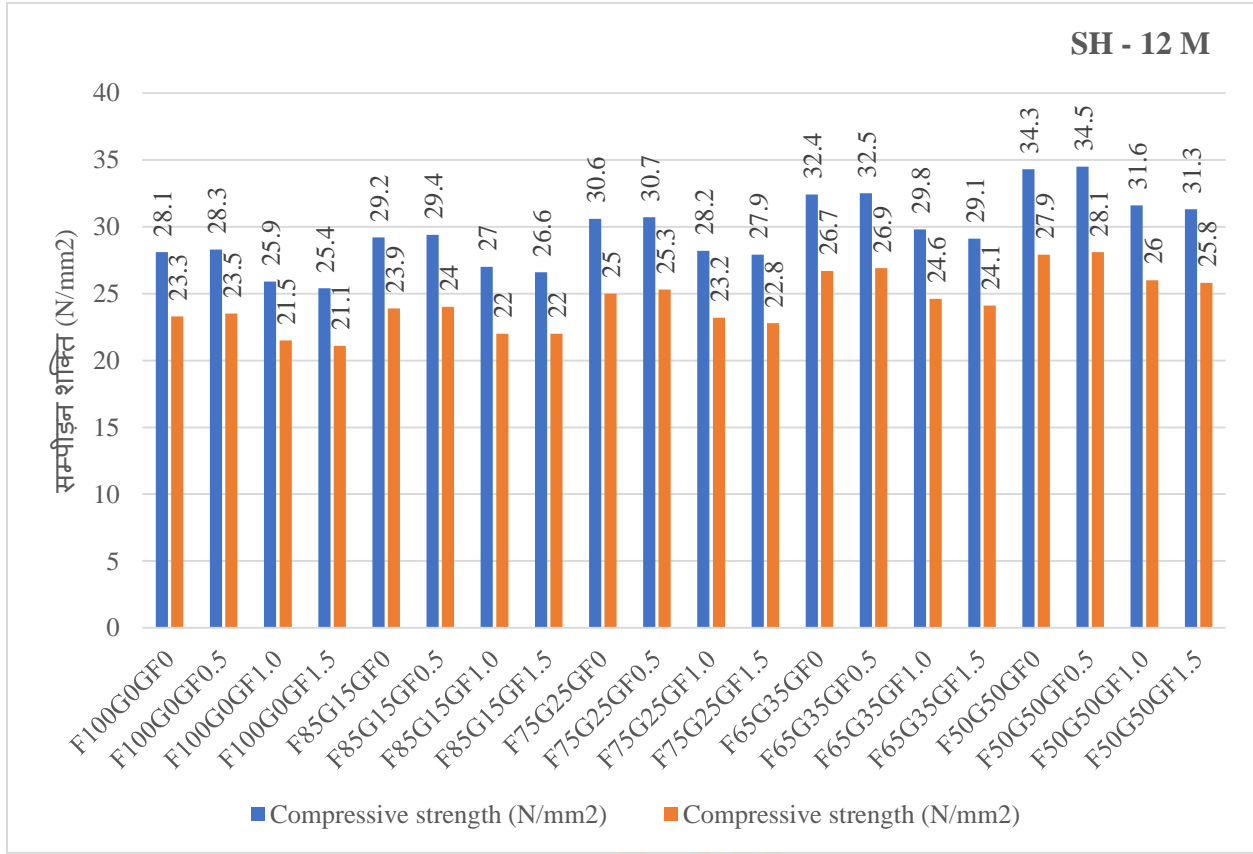
60%, और 50% हो गया। इसी तरह की दिशा अन्य मिश्रण संयोजनों में भी देखा गया। F85G15GF0 संयोजन के लिए फलो मान 116% था, जो काँच तंतु की मात्रा बढ़ने पर 80%, 58%, और 45% हो गया। F75G25GF0 के लिए फलो मान 115% से काँच तंतु की मात्रा बढ़ने पर 78%, 55%, और 40% हो गया, जबकि F65G35GF0 के लिए फलो मान 105% से 75%, 52%, और 35% हो गया। अंत में, F50G50GF0 का प्रारंभिक फलो मान 98% था, जो काँच तंतु की मात्रा बढ़ने पर 70%, 50%, और 32% हो गया। ये परिणाम दिखाते हैं कि अधिक जीजीबीएस और काँच तंतु की मात्रा से फलो मान में गिरावट आ रही है, इससे जियोपॉलिमर समग्र की कार्यक्षमता में सुधार करने के लिए सुपरप्लास्टिसाइजर का उपयोग महत्वपूर्ण है।



चित्र 11: 12 मोल के सोडियम हाइड्रॉक्साइड आसंदन के साथ काँच तंतु के सम्मिलन से जियोपॉलिमर मिश्रण का फलो मान

3.2 जियोपॉलिमर मिश्रण की यांत्रिक शक्तियाँ

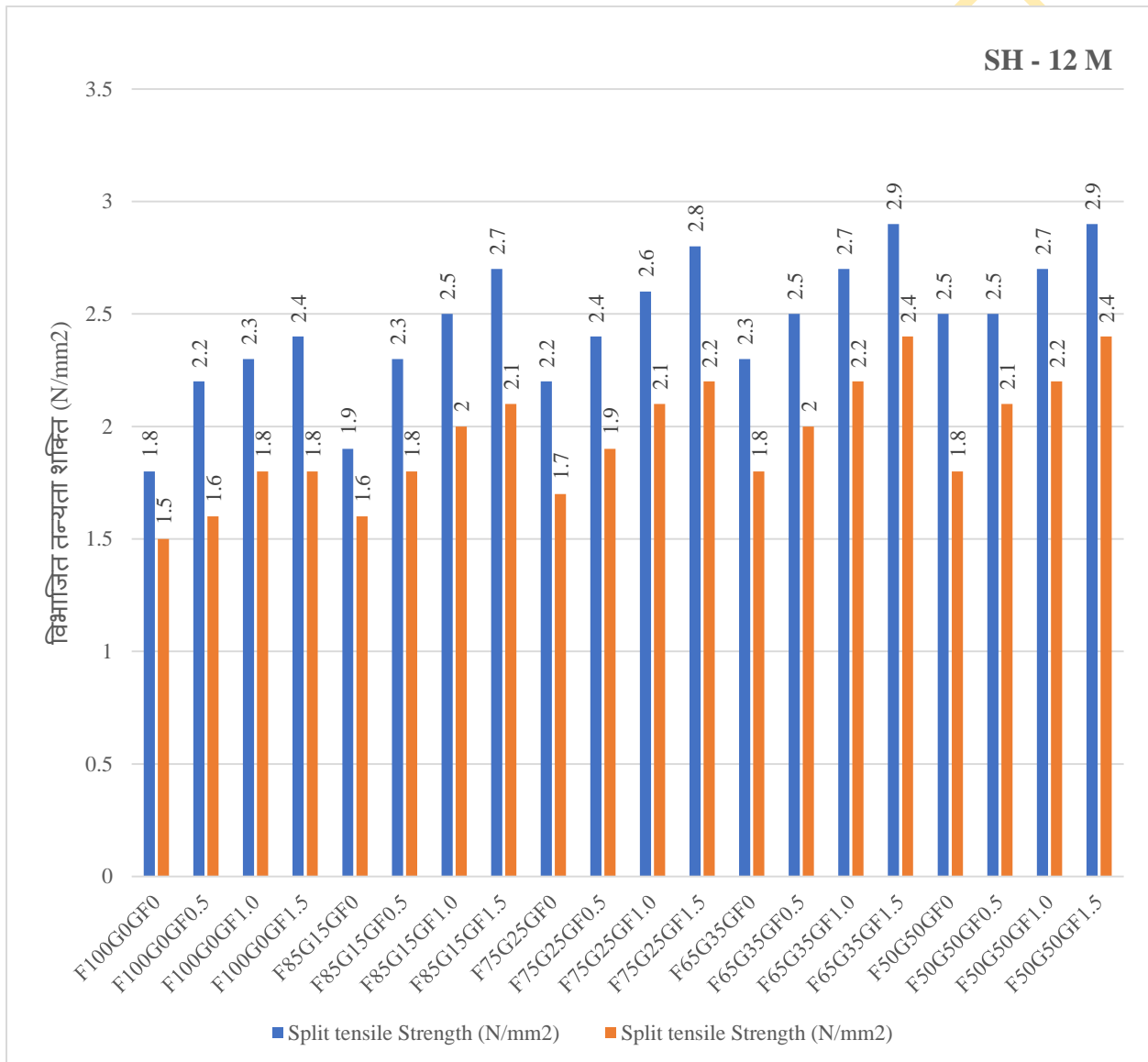
यह अनुभाग चारों मिश्रण संयोजनों की सम्पीड़न शक्ति, और विभाजित तन्यता शक्ति पर काँच तंतु आयतन अंश, फ्लाई ऐश और जीजीबीएस के विभिन्न संयोजनों के विभिन्न सोडियम हाइड्रॉक्साइड सांद्रता और परिपक्वन विधियों के प्रभाव की जांच करता है। ओवन और बाहरी परिपक्वन स्थितियों के लिए परिणामों को यांत्रिक शक्तियों पर उनके प्रभाव को समझने के लिए तुलना की गई है, जो चित्र 12 और 13 में मौजूद हैं।



चित्र 12: 12 मोल की सोडियम हाइड्रॉक्साइड सांद्रता के लिए काँच तंतु के समावेश के साथ जियोपॉलिमर मिश्रण की संपीड़न शक्ति

जियोपॉलिमर समग्र की संपीड़न और विभाजित तन्यता शक्ति का मूल्यांकन विभिन्न मिश्रण संयोजनों का उपयोग करके ओवन परिपक्वन और बाहरी परिपक्वन स्थितियों के तहत किया गया। F100G0GF0 संयोजन के लिए, संपीड़न शक्ति ओवन परिपक्वन के लिए 28.1 N/mm² और बाहरी परिपक्वन के लिए 23.3 N/mm² थी, और विभाजित तन्यता शक्ति क्रमशः 1.8 N/mm² और 1.5 N/mm² थी। 0.5% काँच तंतु जोड़ने पर, संपीड़न शक्ति थोड़ी बढ़कर 28.3 N/mm² और 23.5 N/mm² हो गई, और विभाजित तन्यता शक्ति में सुधार होकर क्रमशः 2.2 N/mm² और 1.6 N/mm² हो गई, जो ओवन परिपक्वन के लिए 22.2% और बाहरी परिपक्वन के लिए 6.7% की वृद्धि को दर्शाती है। जैसे-जैसे काँच तंतु की मात्रा 1.0% और 1.5% तक बढ़ाई गई, संपीड़न शक्ति में कमी आई, जबकि विभाजित तन्यता शक्ति बढ़कर F100G0GF1.5 के लिए क्रमशः 2.4 N/mm² और 1.8 N/mm² हो गई, जो ओवन परिपक्वन के लिए कुल 33.3% और बाहरी परिपक्वन के लिए 20% की वृद्धि के बराबर है। इसी प्रकार के रुझान अन्य मिश्रण संयोजनों में भी देखे गए। F85G15GF0 संयोजन ने क्रमशः 29.2 N/mm² और 23.9 N/mm² की संपीड़न शक्ति और 1.9 N/mm² और 1.6 N/mm² की विभाजित तन्यता शक्ति दिखाई। F75G25GF1.5 मिश्रण के लिए, संपीड़न शक्ति क्रमशः 27.9 N/mm² और 22.8 N/mm² थी, और विभाजित तन्यता शक्ति क्रमशः

2.8 N/mm² और 2.2 N/mm² थी, जो क्रमशः 27.3% और 29.4% की वृद्धि को दर्शाती है। सबसे उच्च संपीड़न शक्ति F50G50GF0.5 मिश्रण के लिए दर्ज की गई, जो क्रमशः 34.5 N/mm² और 28.1 N/mm² थी, जबकि सबसे उच्च विभाजित तन्यता शक्ति F50G50GF1.5 मिश्रण में मिली, जो क्रमशः 2.9 N/mm² और 2.4 N/mm² थी, जो क्रमशः 16% और 33.3% की वृद्धि को दर्शाती है। कुल मिलाकर, परिणाम इंगित करते हैं कि काँच तंतु का समावेश सामान्यतः विभाजित तन्यता शक्ति को बढ़ाता है, हालांकि उच्च काँच तंतु सामग्री के साथ संपीड़न शक्ति में कमी हो सकती है। इसके अलावा, ओवन परिपक्वण लगातार बाहरी परिपक्वण की तुलना में उच्च शक्ति देती है। यही पैटर्न (प्रतिरूप) [8], [9], [36] द्वारा देखा गया है।



चित्र 13: जियोपॉलिमर मिश्रण की विभाजित तन्यता शक्ति, जिसमें 12 मोल सोडियम हाइड्रॉक्साइड सांद्रता के लिए काँच तन्तु मिलाया गया है।

4. निष्कर्ष

इस शोधपत्र में, ओवन परिपक्वण और बाहरी परिपक्वण परिस्थितियों के तहत काँच तंतु के साथ और बिना काँच तंतु के फ्लाइ ऐश- जीजीबीएस मिश्रण जियोपॉलिमर मिश्रण के फ्लो मान और यांत्रिक शक्तियों का अध्ययन किया गया, जिसके आधार पर निम्नलिखित निष्कर्ष प्राप्त हुए:

1. जीजीबीएस और काँच तंतु की बढ़ी हुई मात्रा फ्लो मान को कम कर देती है, जिससे जियोपॉलिमर मिश्रण की कार्यक्षमता में सुधार के लिए सुपरप्लास्टिसाइज़र का उपयोग आवश्यक हो जाता है।
2. जीजीबीएस संपीड़न शक्ति और विभाजित तन्यता शक्ति (split tensile strength) को बढ़ाता है, क्योंकि इसमें मौजूद कैल्शियम जियोपॉलिमरीकरण में सहायक होती है, जिससे कुल सामग्री के निष्पादन (material performance) में सुधार होता है।
3. फ्लाइ ऐश के स्थान पर जीजीबीएस के उपयोग और संपीड़न शक्ति के बीच एक सकारात्मक सहसंबंध है, जिसमें सबसे उच्च संपीड़न शक्ति 0.5% काँच तंतु वॉल्यूम अंश पर ओवन और बाहरी परिपक्वण दोनों स्थितियों में देखी गई।
4. काँच तंतु मिश्रण को सुदृढ़ करते हैं, जिससे विभाजित तन्यता शक्ति (split tensile strength) में काफी सुधार होता है।
5. काँच तंतु जियोपॉलिमर मिश्रण की तन्यता शक्ति को बढ़ाने के लिए एक प्रभावी विकल्प है।
6. परिणाम बताते हैं कि फ्लाइ ऐश के साथ जीजीबीएस का संयोजन जियोपॉलिमर मिश्रण का निर्माण कर सकता है जो बाहरी परिपक्वण के लिए उपयुक्त है, जिससे ओवन परिपक्वण की आवश्यकता समाप्त हो जाती है।

लेखकीय योगदान विवरण -

अनिल कुमार - कार्यप्रणाली, जाँच, औपचारिक विश्लेषण, लेखन - मूल मसौदा

प्रदीप कुमार घोष - संसाधन, लेखन - समीक्षा और संपादन

विवेक पाहुजा - संसाधन, सुझाव

घोषणा – लेखकों ने घोषणा की है कि उनके कोई ज्ञात प्रतिस्पर्धी वित्तीय हित या व्यक्तिगत संबंध नहीं हैं जो इस पेपर में रिपोर्ट किए गए कार्य को प्रभावित कर सकते थे।

^{1,2,3} विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग (यूटीडी), छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, भारत

पत्राचार लेखक (Corresponding author) – anilray926@gmail.com

संदर्भ:

1. J. Davidovits, "Geopolymer chemistry and sustainable Development . The Poly (silate) terminology: a very useful and simple model for the promotion and understanding of green-chemistry .," Geopolymer 2005 Conf., no. July 2005, pp. 9–16, 2005.
2. F. Pacheco-Torgal, J. Castro-Gomes, and S. Jalali, "Alkali-activated binders: A review. Part 1. Historical background, terminology, reaction mechanisms and hydration products," *Constr. Build. Mater.*, vol. 22, no. 7, pp. 1305–1314, 2008, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2007.10.015.
3. F. Pacheco-Torgal, J. Castro-Gomes, and S. Jalali, "Alkali-activated binders: A review. Part 2. About materials and binders manufacture," *Constr. Build. Mater.*, vol. 22, no. 7, pp. 1315–1322, 2008, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.019.
4. M. D.J. Sumajouw and B. V. Rangan, "LOW-CALCIUM FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE : REINFORCED BEAMS AND COLUMNS By Faculty of Engineering Curtin University of Technology," GC3, Fac. Eng. Curtin Univ. Technol., pp. 1–120, 2006.
5. D. Hardjito and B. V. Rangan, "Development and properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete," *Res. Rep. GC*, p. 94, 2005, [Online]. Available: http://www.geopolymer.org/fichiers_pdf/curtin-flyash-GP-concrete-report.pdf
6. Y. K. Cho, S. W. Yoo, S. H. Jung, K. M. Lee, and S. J. Kwon, "Effect of Na₂O content, SiO₂/Na₂O molar ratio, and curing conditions on the compressive strength of FA-based geopolymer," *Constr. Build. Mater.*, vol. 145, pp. 253–260, 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.04.004.
7. P. Nath and P. K. Sarker, "Effect of GGBFS on setting, workability and early strength properties of fly ash geopolymer concrete cured in ambient condition," *Constr. Build. Mater.*, vol. 66, pp. 163–171, 2014, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2014.05.080.
8. D. Hardjito, S. E. Wallah, D. M. J. Sumajouw, and B. V. Rangan, "On the development of fly ash -based geopolymer concrete," *ACI Mater. J.*, vol. 101, no. 6, pp. 467–472, 2004, doi: 10.14359/13485.

9. G. Mallikarjuna Rao and T. D. Gunneswara Rao, "Final Setting Time and Compressive Strength of Fly Ash and GGBS-Based Geopolymer Paste and Mortar," *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 40, no. 11, pp. 3067–3074, 2015, doi: 10.1007/s13369-015-1757-z.
10. A. M. Mustafa Al Bakria, H. Kamarudin, M. Bin Hussain, I. Khairul Nizar, Y. Zarina, and A. R. Rafiza, "The effect of curing temperature on physical and chemical properties of geopolymers," *Phys. Procedia*, vol. 22, pp. 286–291, 2011, doi: 10.1016/j.phpro.2011.11.045.
11. M. Albitar, P. Visintin, M. S. Mohamed Ali, and M. Drechsler, "Assessing behaviour of fresh and hardened geopolymer concrete mixed with class-F fly ash," *KSCE J. Civ. Eng.*, vol. 19, no. 5, pp. 1445–1455, 2015, doi: 10.1007/s12205-014-1254-z.
12. N. Ranjbar, S. Talebian, M. Mehrali, C. Kuenzel, H. S. Cornelis Metselaa r, and M. Z. Jumaat, "Mechanisms of interfacial bond in steel and polypropylene fiber reinforced geopolymer composites," *Compos. Sci. Technol.*, vol. 122, pp. 73–81, 2016, doi: 10.1016/j.compscitech.2015.11.009.
13. N. Ranjbar and M. Zhang, "Fiber-reinforced geopolymer composites: A review," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 107, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2019.103498.
14. T. Alomayri, F. U. A. Shaikh, and I. M. Low, "Synthesis and mechanical properties of cotton fabric reinforced geopolymer composites," *Compos. Part B Eng.*, vol. 60, pp. 36–42, 2014, doi: 10.1016/j.compositesb.2013.12.036.
15. D. P. Dias and C. Thaumaturgo, "Fracture Toughness of Geopolymeric Concretes Reinforced with Basalt Fibers," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 27, no. 1, pp. 49–54, 2005, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2004.02.044.
16. A. R. Sakulich, "Reinforced geopolymer composites for enhanced material greenness and durability," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 1, no. 4, pp. 195–210, 2011, doi: 10.1016/j.scs.2011.07.009.
17. P. Sukontasukkul, P. Pongsopha, P. Chindapasirt, and S. Songpiriyakij, "Flexural performance and toughness of hybrid steel and polypropylene fibre reinforced geopolymer," *Constr. Build. Mater.*, vol. 161, pp. 37–44, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.122.

18. M. M. Al-mash hadani, O. Canpolat, Y. Aygörmez, M. Uysal, and S. Erdem, "Mechanical and microstructural characterization of fiber reinforced fly ash based geopolymer composites," *Constr. Build. Mater.*, vol. 167, pp. 505–513, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.02.061.
19. G. Mucsi, Á. Szenczi, and S. Nagy, "Fiber reinforced geopolymer from synergetic utilization of fly ash and waste tire," *J. Clean. Prod.*, vol. 178, pp. 429–440, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.018.
20. M. H. Al-Majidi, A. P. Lampropoulos, A. B. Cundy, O. T. Tsioulou, and S. Al-Rekabi, "A novel corrosion resistant repair technique for existing reinforced concrete (RC) elements using polyvinyl alcohol fibre reinforced geopolymer concrete (PVAFRGC)," *Constr. Build. Mater.*, vol. 164, pp. 603–619, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.12.213.
21. F. U. A. Shaikh, A. Fairchild, and R. Zammar, "Comparative strain and deflection hardening behaviour of polyethylene fibre reinforced ambient air and heat cured geopolymer composites," *Constr. Build. Mater.*, vol. 163, pp. 890–900, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.12.175.
22. A. Noush ini, M. Hastings, A. Castel, and F. Aslani, "Mechanical and flexural performance of synthetic fibre reinforced geopolymer concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 186, pp. 454–475, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.07.110.
23. E. Mohseni, "Assessment of Na₂SiO₃ to NaOH ratio impact on the performance of polypropylene fiber-reinforced geopolymer composites," *Constr. Build. Mater.*, vol. 186, pp. 904–911, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.08.032.
24. K. Vijai, R. Kumutha, and B. G. Vish nuram, "Properties of glass fibre reinforced geopolymer concrete composites," *Asian J. Civ. Eng.*, vol. 13, no. 4, pp. 511–520, 2012.
25. A. İ. Çelik, Y. O. Özkılıç, A. Bahrami, and I. Y. Hakeem, "Effects of glass fiber on recycled fly ash and basalt powder based geopolymer concrete," *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 19, no. November, 2023, doi: 10.1016/j.cscm.2023.e02659.
26. T. Gupta, S. Chaudhary, and R. K. Sharma, "Assessment of mechanical and durability properties of concrete containing waste rubber tire as fine aggregate," *Constr. Build. Mater.*, vol. 73, pp. 562–574, 2014, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2014.09.102.

27. R. M. Novais, J. Carvalheiras, M. N. Capela, M. P. Seabra, R. C. Pullar, and J. A. Labrincha, "Incorporation of glass fibre fabrics waste into geopolymer matrices: An eco-friendly solution for off-cuts coming from wind turbine blade production," *Constr. Build. Mater.*, vol. 187, pp. 876–883, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.08.004.
28. T. Sathanandam, P. O. Awoyera, V. Vijayan, and K. Sathish kumar, "Low carbon building: Experimental insight on the use of fly ash and glass fibre for making geopolymer concrete," *Sustain. Environ. Res.*, vol. 27, no. 3, pp. 146–153, 2017, doi: 10.1016/j.serj.2017.03.005.
29. IS-3812, "Indian Standard Pulverized fuel ash -Specification Part-2," Bur. Indian Stand., 2013.
30. IS: 1727, "Methods of test for pozzolanic materials," Bur. Indian Stand. New Delhi New Delhi, no. February, pp. 1–55, 2013.
31. BIS 383, "Specification for Coarse and Fine Aggregates From Natural Sources for Concrete," Bureau of Indian Standards, New Delhi. pp. 1–24, 2016.
32. IS4031Part4, "Methods of physical tests for Hydraulic cement Part 4," IS 4031 Part 4, 1988.
33. BIS 4031(Part-5), "Methods of physical tests for hydraulic cement- Determination of initial and final setting times," Bur. Indian Stand., no. 1988, pp. 1–6, 2019.
34. Standard Test Method and F. of H. C. Mortar, "Standard, A., C1437," *Astm C1437*, pp. 15–16, 2009, [Online]. Available: www.astm.org
35. P. Chindaprasirt, T. Chareerat, and V. Sirivivatnanon, "Workability and strength of coarse high calcium fly ash geopolymer," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 29, no. 3, pp. 224–229, Mar. 2007, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2006.11.002.
36. A. Wongsu, R. Kunthawatwong, S. Naenudon, V. Sata, and P. Chindaprasirt, "Natural fiber reinforced high calcium fly ash geopolymer mortar," *Constr. Build. Mater.*, vol. 241, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118143.

3. उत्तरी दीवार परावर्तक से युक्त प्रेरित संवहन और प्राकृतिक संवहने मिश्रित सौर शुष्कित्र (ड्रायर) का तुलनात्मक विश्लेषण: एक प्रायोगिक खोज

सतीश कुमार ^{1*}, हरीश कुमार घृतलहरे ², संजय अग्रवाल ^{3,4}, शिना शेखर ⁵

सार: वर्तमान अध्ययन में, प्राकृतिक और प्रेरित संवहन सौर शुष्कित्र (ड्रायर) के उत्तरी दीवार परावर्तक का उपयोग करके सब्जियों को सुखाने के लिए एक नया मिश्रित सौर ड्रायर विकसित किया गया है। इस प्रयोग में, शुष्कित्र (ड्रायर) के प्रदर्शन मूल्यांकन के लिए 5 किलोग्राम कटे हुए टमाटरों का परीक्षण किया गया है। सुखाने वाले क्षेत्र के अंदर तीन ट्रे रखी गईं और टमाटर के टुकड़ों को समान रूप से भरा गया। प्राकृतिक और प्रेरित संवहन विन्यास और खुली धूप में सुखाने के बीच प्रदर्शन विशेषताओं की जाँच की गई। आरंभ में तीनों नमूनों की आर्द्रता 94.8 % मापी गई। प्रेरित संवहन सौर ड्रायर के उत्तरी दीवार परावर्तक विधि से नमी 16 घंटों में 1.48 % तक हो गई, 24 घंटे में प्राकृतिक संवहन सौर ड्रायर का उपयोग करके 1% तक हो गई और खुली धूप में सुखाने में 2.7% नमी के स्तर तक पहुंचने में 38 घंटे लगे।

मुख्य शब्द: सौर ऊर्जा, सौर ड्रायर, मिश्रित मोड सौर ड्रायर, उत्तरी दीवार परावर्तक, नमी अनुपात, सुखाने की दर

1. प्रस्तावना

सभी लोगों को कई अलग-अलग उद्देश्यों के लिए ऊर्जा चाहिए। दुनिया भर में ऊर्जा के उपयोग पर चिंता बढ़ी है, क्योंकि दुनिया की आबादी बढ़ती जा रही है। तेल, कोयला और पेट्रोलियम गैस, व्यक्तिगत ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सही साबित हुए, लेकिन इनका भंडार बहुत कम बचा है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों, जैसे पवन उर्जा, सूर्य आधारित (सौर उर्जा), बायोमास, हाइड्रो और भूतापीय उर्जा, सामान्य ऊर्जा स्रोतों की जगह ले सकते हैं। ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में कमी करने और प्रदूषण को कम करने के लिए नवीकरणीय ऊर्जा एक स्थायी विकल्प बन गया है। कार्बन डाइऑक्साइड के का उत्सर्जन को कम करना ही संभवतः नवीकरणीय ऊर्जा का मुख्य उद्देश्य है। विश्व भर में सौर ऊर्जा की उपलब्धता और बहिर्वाह मुफ्त है [1]। सौर ऊर्जा के उपयोग में सौर विकिरण को इकट्ठा करके या सीधे फोटोवोल्टिक पैनल का उपयोग करके विद्युत ऊर्जा बनाई जाती है। सौर उर्जा का कई प्रकार जैसे कि अनाज को सुखाना, पानी को ठंडा या गर्म करना, प्रकाश और खाना बनाने में उपयोग होता है। सूर्य उन्मुख ऊर्जा सुरक्षित है, क्योंकि यह संदूषण (कंटामिनेशन) को रोकती है, और इससे प्राप्त विद्युत ऊर्जा, कोयला या अन्य स्रोतों से बिजली बनाने के मुकाबले कम लागत लेती है। अपने कई लाभों के कारण सौर शुष्कित्र (ड्रायर) सभी सौर तापीय प्रणालियों में सर्वश्रेष्ठ है। यह फसल कटाई के बाद होने वाले नुकसान और उत्पाद की नमी को

कम करता है [2]। चूँकि ये विद्युत शक्ति का उपयोग नहीं करते, इसलिए अक्षय ऊर्जा संसाधन (रिन्युवेबल इनर्जी रिसोर्सेज) पर आधारित सौर ड्रायर सबसे कुशल और फायदेमंद हैं। सुखाने की प्रक्रिया के दौरान में फसल या अन्य खाद्य पदार्थों से तरल पदार्थ निकालना शामिल होता है। खुली धूप में सुखाने की अपेक्षा सौर ड्रायर से सुखाने का मुख्य लाभ यह है कि यह उत्पाद की गुणवत्ता, और पोषक तत्वों को बनाए रखता है तथा धूल आदि से बचाव रहित उत्पाद प्रदान करता है। सौर ड्रायर, कीटों और जानवरों से फसल की रक्षा करता है, और फसल कटाई के बाद होने वाले के नुकसान को कम करता है। इसके अलावा, यह भंडारण और रखरखाव की लागत को कम करता है [3]। खुली धूप में सुखाने का तरीका बहुत पुराना हो चुका है, जिसमें इसमें कुछ बुनियादी कमियाँ हैं, जिसमें नमों कीड़ों और जानवरों से उत्पाद के खराब होने की संभावना भी शामिल है।

विभिन्न शोधकर्ताओं ने प्रत्यक्ष, अप्रत्यक्ष और मिश्रित सौर ड्रायर के सुखाने के प्रदर्शन का विकास और अध्ययन किया है। साधारणतः अनुसंधानकर्ताः शुष्कित्र या ड्रायर को बनाने में आम तौर पर जीवाश्म ईंधन और जंगली वनस्पति का उपयोग करते हैं, लेकिन यह तरीका ये पर्यावरण के लिए घातक है। जीवाश्म ईंधन, जो बहुव्यापी रूप में ऊर्जा के स्रोत की तरह उपयोग किया जाता है, की कमी एक विश्वव्यापी समस्या बन गई है। अक्षय ऊर्जा स्रोत जैसे सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा और ज्वार ऊर्जा, ऊर्जा का वैकल्पिक स्रोत हैं; जिनमें सौर ऊर्जा की मात्रा बहुलता में है। अभी तक सौर, ज्वार और पवन ऊर्जा का दक्षतापूर्ण उपयोग नहीं हुआ है। सौर ड्रायर बहुत व्यावसायिक (कमर्शियल) नहीं हैं। हम सौर तापीय उपकरणों की दक्षता को बढ़ावा देने का परामर्श देते हैं। फसल और सब्जियों को सुखाने के लिए सौर तापीय प्रणाली में, सौर ड्रायर एक बहुत ही महत्वपूर्ण उपकरण है। शुष्कित्र या ड्रायर का मूल कार्य भोजन और वनस्पति उत्पादों से नमी हटाना है। सुखाने से उत्पादों का अपना जीवन (शेल्फ लाइफ) बढ़ती (है और बैक्टीरिया की वृद्धि कम होती है। मिश्रित मोड) मिले जुले प्रकार का सौर (ड्रायर जो कि एक महत्वपूर्ण प्रकार का सौर ड्रायर है, में सौर विकिरण एक अवशोषक प्लेट के द्वारा अवशोषित होता है, और फिर नलिकाओं के माध्यम से प्रवाहित हवा में स्थानांतरित होता है। इस प्रकार के सौर ड्रायर भी सौर विकिरण को प्रत्यक्ष रूप से सुखाने के लिए उपयोग करते हैं [4]। पंगाव्हाने और अन्य के द्वारा [5] प्राकृतिक संवहन प्रकार के सौर ड्रायर को सौर वायु हीटर और सुखाने वाले कक्ष के साथ एकीकृत कर विकसित किया गया और प्रयोगात्मक रूप से जांचा गया। परीक्षण में पाया गया कि अंगूर की अंतिम नमी चार दिनों में ही सूख जाती है, जबकि खुले और छायादार जगह पर सुखाने में 7 से 15 दिन लगते हैं। नमी संग्राहक दक्षता 26% (0.0126 किग्रा/सेकेंड पर) से 65% (0.0246 किग्रा/सेकेंड पर) तक दर्ज की गई। आलू के टुकड़ों को सुखाने के लिए वर्मा और अन्य [6] ने एक मिश्रित प्राकृतिक वायु प्रवाह पराबैंगनी प्रचालन (ऑपरेशन) सौर ड्रायर अधिष्ठापित किया (इन्सटाल्ड) है। विभिन्न पर्यावरणीय स्थितियों में इस ड्रायर की प्रभावशीलता को मापा गया, जिसमें अलग-अलग मात्रा में सूरज की रोशनी, तापमान और हवा की गति शामिल थी। 2.5 मिमी और 5.0 मिमी तक मोटाई वाले आलू के टुकड़ों का शुरुआती नमी स्तर क्रमशः 85.25% और 85.10% था। 5.0 मिमी मोटे टुकड़ों की तुलना में 2.5 मिमी मोटे टुकड़ों के लिए सुखाने की गति बेहतर थी, और दोनों मोटाई के लिए उच्चतम

सुखाने की दक्षता 26.62% थी। ओघेनेरुओना और यूसुफ़ [7] ने 100 किलोग्राम टैपिओका को सुखाने के लिए एक प्राकृतिक संवहन सौर ड्रायर विकसित और अधिष्ठापित किया है। जिसके द्वारा सुखाने के दौरान शुरूआती और अंतिम नमी अंश (गीले आधार पर) क्रमशः 79% और 10% थी, जो औसत वायुमंडलीय तापमान 32 डिग्री सेल्सियस और 74% सापेक्ष आर्द्रता के साथ दर्ज की गई है। हिडाल्गो और अन्य [8] ने फोटोवोल्टिक मॉड्यूल के साथ एकीकृत कर प्रत्यक्ष सौर ड्रायर बनाया है, जो हरी प्याज को सुखाता है। विभिन्न प्रदर्शन मापदंडों को प्रेरित और प्राकृतिक संवहन विधि द्वारा सुखाने में परीक्षण और मूल्यांकन किया गया। प्रेरित संवहन ड्रायर की औसत दक्षता 38.3% थी, जबकि प्राकृतिक ड्रायर (नेचुरल) की 34.2% देखी गई थी। सीज़र और अन्य [9] ने एक मिश्रित सौर ड्रायर विकसित किया, जिसमें तीन अलग-अलग प्रचालन अवस्थाओं (पेरिटिंग) मोड (जैसे मिश्रित प्राकृतिक मोड, मिश्रित प्रेरित मोड और अप्रत्यक्ष प्राकृतिक संवहन मोड) थे, जिसकी क्रमिक अवधि (रेस्पेक्टिव ड्यूरेशन) 5.25 घंटे, 4.5 घंटे और 6.6 घंटे थी। मिश्रित मोड में प्राकृतिक संवहन विधि से सुखाने में 76.2 डिग्री सेल्सियस तक का तापमान प्राप्त होता है। सिंह और अन्य [10] ने अप्रत्यक्ष सक्रिय प्रकार का ड्रायर बनाया और उसमें हल्दी और मेथी के पत्तों को सुखाया गया। उन्होंने 34.1 और 23.6 प्रतिशत की तापीय दक्षता को हासिल किया, जबकि खुली धूप में तापीय दक्षता 5.7 और 5.4% तक थी। एक्का और पलानीसामी [11] ने एक मिले-जुले प्रकार का (मिश्रित मोड) सोलर ड्रायर का प्रारूप तैयार किया जो हल्दी, मिर्च और अदरक के लिए 15 से 33 डिग्री सेल्सियस अधिक तापमान उत्पन्न करने में सक्षम था। सुखाने के लिए अंतिम नमी का अंश 4.2% था, जो सुखाने में लगने वाले 10 घंटे के समय से भी कम था।

वर्तमान अध्ययनों की समीक्षा के आधार पर, यह देखा गया है, कि कई प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रकार के सौर ड्रायर को विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा प्रारूपित (डिजाइन) किया गया है, लेकिन, मिश्रित या मिले-जुले प्रकार के सौर ड्रायर के मामले में बहुत सीमित काम हुआ है। इस मिश्रित मोड (मिले-जुले प्रकार) के सौर ड्रायर में, सुखाने वाले कक्ष में उत्तरी दीवार का परावर्तक के रूप में उपयोग नवों-वेशी (इन्डोवेटिव) अवधारणा है, जिसे अभी तक किया नहीं गया है। इस कारण से, इस कार्य में उत्तरी दीवार परावर्तक का उपयोग करने वाले मिश्रित प्रकार के सौर ड्रायर पर विचार किया गया है। इसलिए, सुखाने वाले कक्ष में उत्तरी दीवार परावर्तक का उपयोग करके मिश्रित मोड सौर ड्रायर प्रदर्शन की विस्तृत परख (जाँच) करने की सलाह दी जाती है।

2. वर्तमान अध्ययन के उद्देश्य

- उत्तरी दीवार परावर्तक का उपयोग करके मिश्रित (मिले-जुले) सौर ड्रायर का निर्माण और विकास।
- सुखाने के प्राकृतिक और प्रेरित तरीकों का मूल्यांकन करना।
- सुखाने के प्राकृतिक और प्रेरित तरीकों का उपयोग करके सुखाने के प्रदर्शन का तुलनात्मक अध्ययन।

3. प्रयोग की प्रक्रिया

भिलाई के एक बाजार से टमाटर खरीद कर, साफ किए गए और 5 मिमी के टुकड़ों में काटे गए। ड्रायर के सुखाने वाले कक्ष में तीन ट्रे शामिल थीं, जिनमें से प्रत्येक में टमाटर के टुकड़ों की समान मात्रा रखी गई थी। यह प्रयोग प्रतिदिन 8 घंटे तक चला, जब तक कि सूखे हुए टुकड़ों का वजन स्थिर नहीं हो गया। प्रत्येक 30 मिनट में सापेक्ष आर्द्रता, सौर विकिरण, हवा की गति और हवा के तापमान को मापा गया। सुखाने की गति का विश्लेषण करने के लिए टमाटर के टुकड़ों का द्रव्यमान नियमित रूप से दर्ज किया गया। प्रयोग को छत्तीसगढ़ के स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़ में सुबह 9:00 बजे से शाम 5:00 बजे तक किया गया, और आसपास के वातावरण की आर्द्रता को डिजिटल हाइग्रोमीटर का उपयोग करके मापा गया। सौर संग्राहक के अंतर्गम (इनलेट) और निर्गम (आउट लेट) तापमान को मापने के लिए थर्मोकपल का उपयोग किया गया।

4. सौर ड्रायर का विवरण

मिश्रित या मिले-जुले रूप वाले सौर ड्रायर के घटक में, सुखाने के लिए एक कक्ष है, जिसमें उत्तर की ओर एक परावर्तक (रिफ्लेक्टर) लगा होता है। सुखाने के लिए कक्ष के अंदर, ट्रे की व्यवस्था के लिए पर्याप्त जगह है, और सुखाने वाले इस कक्ष के प्रवेश द्वार पर एक सौर वायु हीटर लगा होता है। सौर वायु हीटर में सौर विकिरण के संग्रह के लिए एक धातु शीट लगी होती है। यह सौर वायु हीटर दो भागों में विभाजित होता है, जिनमें से एक खुला भाग होता है, और दूसरा इन्सुलेटर की मदद से इन्सुलेट होता है। सुखाने वाले उत्पाद से निकलने वाली नमी को बाहर निकालने के लिए सुखाने वाले कक्ष में एक छेद बनाया जाता है। सौर ड्रायर का पूरा सेटअप एक धातु फ्रेम द्वारा समर्थित होता है, जैसा कि चित्र:- 1 में दिखाया गया है।



(अ) प्रेरित संवहन मिश्रित सौर ड्रायर

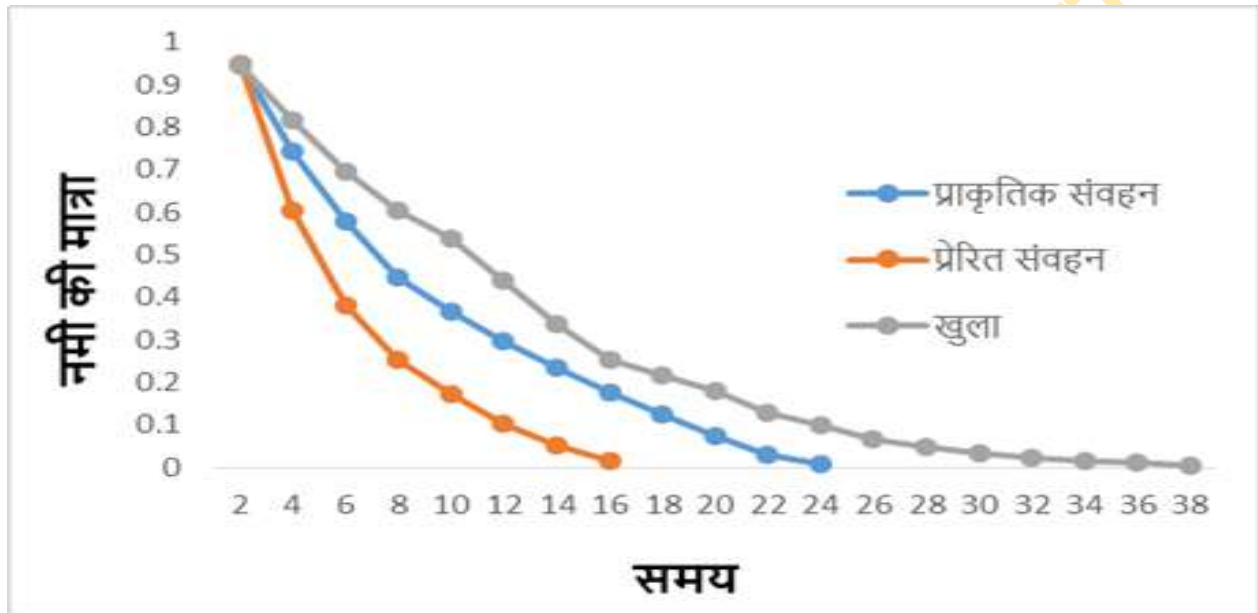
(ब) प्राकृतिक संवहन मिश्रित सौर ड्रायर

चित्र 1. उत्तरी दीवार परावर्तक से युक्त प्रेरित और प्राकृतिक संवहन मिश्रित सौर ड्रायर

5. सौर ड्रायर का प्रदर्शन विश्लेषण

5.1 नमी की मात्रा (अंश):

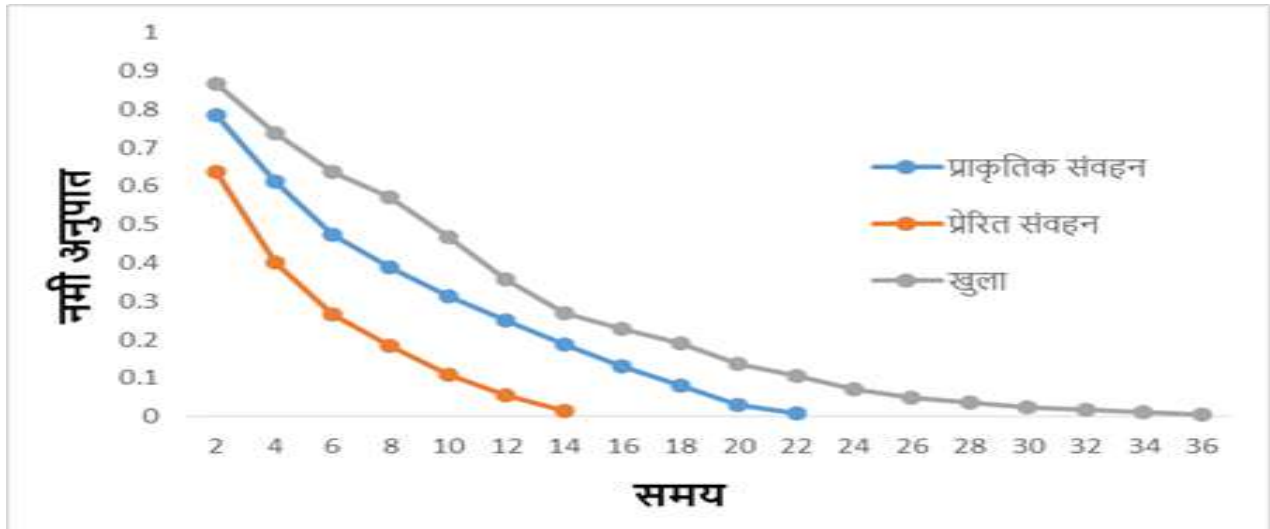
किसी दिए गए नमूने या वस्तु में पानी की मात्रा को उसकी नमी की मात्रा कहा जाता है। चित्र - 2 में हर दो घंटे में कटे हुए टमाटरों को सुखाने के दौरान नमी की मात्रा में होने वाले बदलाव को दर्शाया गया है। प्राकृतिक संवहन मिश्रित सौर ड्रायर में उत्तरी दीवार परावर्तक का उपयोग करने पर **94.5%** की प्रारंभिक नमी की मात्रा का मान **24** घंटे तक सुखाने के बाद **1%** हो गया गई, और उत्तरी दीवार परावर्तक के साथ मिश्रित प्रेरित संवहन सौर ड्रायर के लिए नमी की मात्रा **16** घंटे की सुखाने की अवधि में **1.48%** तक पहुँच गई थी।



चित्र - 2. समय के अनुसार नमी की मात्रा में भिन्नता

5.2 नमी का अनुपात:

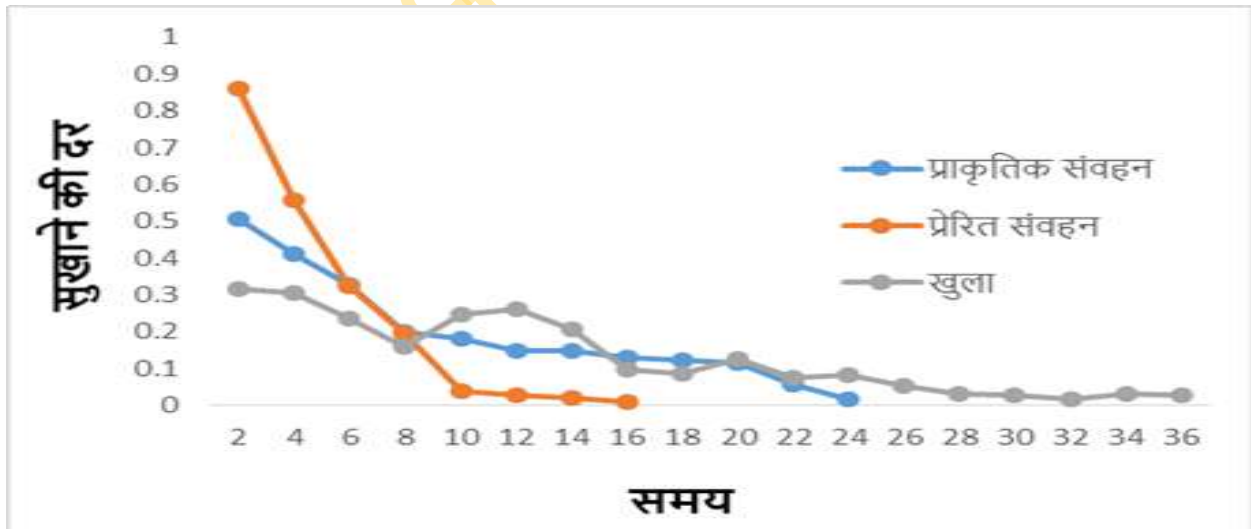
नमी का अनुपात, प्रारंभिक नमी मात्रा के सापेक्ष समय में मौजूद हाइड्रेशन की सापेक्ष मात्रा को बताता है। चित्र - 3 में दिखाया गया है, कि सुखाने की प्रक्रिया के शुरू होने से लेकर समाप्त होने तक कटे हुए टमाटर का नमी अनुपात निरंतर कम होता जाता है। प्राकृतिक संवहन मिश्रित सौर ड्रायर में टमाटर के टुकड़ों के **5** किग्रा बैच के लिए नमी अनुपात मान **0.786** से **0.007** है, और प्रेरित संवहन सौर ड्रायर में यह नमी अनुपात **0.7526** और **0.00211** के बीच देखा गया है।



चित्र 3. समय के अनुसार नमी अनुपात में भिन्नता

5.3 सुखाने की दर

सुखाने की दर उस गति को संदर्भित करती है, जिस पर सुखाने की प्रक्रिया के दौरान उत्पाद से नमी का वाष्पीकरण होता है। चित्र - 4 में दर्शाए गए सुखाने की दर की विवरणिका के अंतर्गत सुखाने की प्रक्रिया की शुरुआत से लेकर उसके पूरा होने तक की सूखने की प्रगति को दर्शाती है। 5 किलोग्राम टमाटर के टुकड़ों के लिए सुखाने की दर प्रेरित संवहन के लिए **0.860** किलोग्राम/घंटा से लेकर **0.007** किलोग्राम/घंटा तक होती है। प्राकृतिक संवहन और ड्रायर के लिए, सुखाने की दर **0.506** किलोग्राम/घंटा से **0.018** किलोग्राम/घंटा तक थी।



चित्र 4. समय के अनुसार सुखाने की दर में भिन्नता



खुले धूप में सुखाया हुआ



सौर ड्रायर में सुखाया गया

चित्र 5. सौर ड्रायर और खुली धूप में टमाटर के सूखे उत्पाद की गुणवत्ता के बीच तुलना

6. निष्कर्ष

उत्तरी दीवार पर परावर्तक के साथ एक मिले-जुले अर्थात मिश्रित सौर ड्रायर का निर्माण और विश्लेषण किया गया। सापेक्ष आर्द्रता, सूर्य की तीव्रता, हवा की गति, और परिवेश के तापमान सहित जलवायु परिस्थितियों में क्रमशः **22.4%** से **54.3%**, **15.1** वाट प्रति वर्ग मीटर से **835.4** वाट प्रति वर्ग मीटर, **0.8** मीटर प्रति सेकंड से **3.8** मीटर प्रति सेकंड, और **21.5** से **34.4** डिग्री सेल्सियस की सीमा के बीच उतार-चढ़ाव हुआ। प्रयोग की पूरी अवधि के दौरान, टमाटर के टुकड़ों के द्रव्यमान की निगरानी दो घंटों के नियमित अंतराल पर की गई। इसका अनुमान उपरोक्त दी गई जानकारी से लगाया जा सकता है। प्राकृतिक संवहन मिश्रित सौर ड्रायर के लिए अधिकतम सुखाने की दर **0.506** किग्रा/घंटा और प्रेरित संवहन मिश्रित सौर ड्रायर के लिए **0.860** किग्रा/घंटा तक देखी गई। प्रेरित संवहन सौर ड्रायर सबसे अधिक प्रभावी है, इसके बाद प्राकृतिक संवहन सौर ड्रायर और फिर खुले सूर्य में सुखाने की प्रक्रिया की प्रभावशीलता है।

¹मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़

²ऊर्जा और पर्यावरण इंजीनियरिंग विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़

³ छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़

⁴इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विभाग, स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी, इग्नू, नई दिल्ली

⁵मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग भिलाई इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, दुर्ग, छत्तीसगढ़

Email - satishverma013@gmail.com

संदर्भ:

1. Nayak, J.K. ed., 2008. *Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage*. Tata McGraw Hill India.
2. Tiwari, G.N., 2002. *Solar energy: fundamentals, design, modelling and applications*. Alpha Science Int'l Ltd.
3. Prakash, O. and Kumar, A., 2020. *Solar drying systems*. CRC Press, London, New York.
4. Kumar, S., Parihar, J.S., Kumer, L., Ghritlahre, H.K., Verma, M. and Shekhar, S., 2022. Performance evaluation of cabinet solar dryer using ultraviolet (UV) sheet. *Materials Today: Proceedings*, 56, pp.2735-2741.
5. Pangavhane, D.R., Sawhney, R.L. and Sarsavadia, P.N., 2002. Design, development and performance testing of a new natural convection solar dryer. *Energy*, 27(6), pp.579-590.
6. Verma, G., Dewangan, N., Ghritlahre, H.K., Verma, M., Kumar, S., Kumar, Y. and Agrawal, S., 2023. Experimental investigation of mixed mode ultraviolet tent house solar dryer under natural convection regime. *Solar Energy*, 251, pp. 51-67.
7. Ogheneruona, D. and Yusuf, M.O., 2011. Design and fabrication of a direct natural convection solar dryer for tapioca. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, 3, pp.95-104.
8. Hidalgo, L.F., Candido, M.N., Nishioka, K., Freire, J.T. and Vieira, G.N.A., 2021. Natural and forced air convection operation in a direct solar dryer assisted by photovoltaic module for drying of green onion. *Solar Energy*, 220, pp.24-34.
9. César, L.V.E., Lilia, C.M.A., Octavio, G.V., Orlando, S.S. and Alfredo, D.N., 2021. Energy and exergy analyses of a mixed-mode solar dryer of pear slices (*Pyrus communis* L). *Energy*, 220, p.119740.
10. Singh, S., Gill, R.S., Hans, V.S. and Singh, M., 2021. A novel active-mode indirect solar dryer for agricultural products: Experimental evaluation and economic feasibility. *Energy*, 222, p.119956.
11. Ekka, J.P. and Palanisamy, M., 2021. Performance assessments and techno and enviro-economic analyses on forced convection mixed mode solar dryer. *Journal of food process engineering*, 44(5), p.e13675.

4. नगरीय हरित क्षेत्र का वायुमण्डलीय कार्बन पृथक्करण में योगदान

शेरिन बाबू, अदिति अग्रवाल, डॉ तारकेश्वर, डॉ मनीषा अरोड़ा पंडित, डॉ वर्षा सिंह

सार: मानवजनित गतिविधियों में वृद्धि के कारण, विशेष रूप से वनों की कटाई से वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड के स्तर में वृद्धि हो रही है। यह एक ज्ञात तथ्य है, कि पेड़-पौधे कार्बन डाइऑक्साइड को पृथक करने की क्षमता रखते हैं। इस वर्तमान कार्य के माध्यम से हमारा उद्देश्य अपने शैक्षिक संस्थान, कालिंदी कॉलेज, के हरित क्षेत्र की कार्बन डाइऑक्साइड को पृथक करने की क्षमता का आंकलन कर इसको हमारे आस-पास के क्षेत्र के लाभ हेतु उपयोग करना शामिल है। हमारा उद्देश्य इस बात पर केंद्रित है, कि हम अपने संस्थानों के हरित क्षेत्र का ठीक प्रकार से रखरखाव कर सकें और पादप जीवभार (बायोमास) के रूप में इसकी कार्बन पृथक्करण क्षमता की गणना कर सकें। हमारे शोध का परिणाम ऐसे पेड़ों की सूची बनाने में मदद करेगा, जो न्यूनतम समय में कार्बन की अधिकतम मात्रा को पृथक करते हैं, और इस प्रकार विभिन्न मानवजनित गतिविधियों के कारण बढ़े हुए कार्बन प्रदूषण को नियंत्रित करने में मदद करेगा

मुख्य शब्द: हरित क्षेत्र, जीवभार, कार्बन डाइऑक्साइड, वैश्विक तापमान

1. प्रस्तावना

पिछले एक दशक में, वैश्विक कार्बन डाइऑक्साइड के स्तर में अप्रत्याशित वृद्धि हुई है। यह मुख्य रूप से बढ़ी हुई मानवजनित गतिविधियों, जैसे कि वनों की कटाई और जीवाश्म ईंधन के अत्यधिक उपयोग और उसे जलाने के का परिणामस्वरूप है। वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड के स्तर में वृद्धि, वैश्विक तापमान (ग्लोबल वार्मिंग) में बढ़ावा देती है। वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करने और दीर्घकालिक भंडारण की प्रक्रिया हरे पौधों (Gazioğlu et al., 2015; Gazioğlu and Okutan, 2016) के द्वारा की जाती है। इसमें वायुमंडल से कार्बन हास और उसे संग्रहीत करने की प्रक्रिया भी शामिल है। कार्बन को प्राकृतिक प्रक्रियाओं द्वारा अथवा कृत्रिम गतिविधियों के द्वारा पृथक किया जाता है। प्राकृतिक कार्बन पृथक्करण एक ऐसी प्रक्रिया है, जहां कार्बन-डाइऑक्साइड को पृथ्वी के वायुमंडल में एक निश्चित संतुलन में रखा जाता है, जिससे जीवन का सर्वोत्कृष्ट समर्थन होता है। कार्बन-डाइऑक्साइड का प्राकृतिक भंडारण, स्वाभाविक रूप से उपस्थित कार्बन सिंक, जैसे कि पेड़-पौधे, महासागर, मिट्टी आदि में पृथक्करण प्रक्रिया द्वारा अथवा पशुओं के शरीर में प्राकृतिक रूप से संग्रहित किया जाता है। जबकि पादप जीवभार (बायोमास) के रूप में पेड़-पौधे कार्बन डाइऑक्साइड पृथक करने की अद्वितीय क्षमता

रखते हैं, और यह पेड़-पौधों की प्रजातियों, मिट्टी के प्रकार, क्षेत्रीय जलवायु, स्थलाकृति तथा इनके प्रबंधन के आधार पर अलग-अलग हो सकता है।

पेड़-पौधे, कार्बन को अपने पर्ण समूह (पत्तियों) द्वारा अवशोषित कर कार्बनिक यौगिकों जैसे सेल्युलोज व हेमिसेल्युलोज, लिग्निन, स्टार्च, लिपिड और मोम (वैक्स) के रूप में संग्रहित करते हैं, और इन्हें अपनी माध्यमिक शाखाओं के ऊतकों में, तनों में, बड़ी जड़ों में और साथ ही साथ अपने पत्तों में आत्मसात कर लेते हैं। यदि हम वर्तमान में हम कुशल साधनों के साथ, गैर-वन भूमि पर वृक्षारोपण करें, तो यह अतिरिक्त वायुमंडलीय कार्बन-डाइऑक्साइड (CO₂) अवशोषित होकर एक स्वच्छ और ऊर्जा-सचेत दुनिया बनाने में सक्षम होगी है (Chavan and Rasal, 2012)। वर्तमान शोध कार्य हमें यह समझने में मदद करेगा, कि पादप बायोमास, कार्बन-डाइऑक्साइड को संग्रहित करने में कैसे मदद कर सकता है, जिसके फलस्वरूप कालिंदी कॉलेज का कार्बन पदचिह्न (फुटप्रिन्ट) कम किया जा सकेगा।

2. उद्देश्य

इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य विद्यालय (कॉलेज) के हरित क्षेत्र की कार्बन पृथक्करण क्षमता का अध्ययन करना और तत्पश्चात विद्यालय की वानस्पतिक जैवविविधता (बायोडाइवर्सिटी) को एक विवरण पुस्तिका (मार्गदर्शिका) के रूप में विकसित करना शामिल है। यह कार्य परिसर में उपलब्ध पेड़ों के घनत्व-व्यास (density-diameter) वक्र का विश्लेषण करके किया जाएगा, तथा विद्यालय की वानस्पतिक जनसंख्या की संरचना का प्रस्तुतीकरण करने के लिए उपयोग किया जाएगा। घनत्व-व्यास वितरण की जानकारी हमारे लिए वानस्पतिक विकास के इतिहास के साथ-साथ इनकी रचना और आकार की वांछित स्थिति को प्राप्त करने की विकासशील रणनीतियों के बारे में योजना बनाने के लिए एक आधार हो सकती है।

इस प्रकार हमारा अध्ययन मुख्यतः पादप बायोमास के रूप में कार्बन प्रबंधन की एक प्रारम्भिक आधारभूत सूची बनाना है, और यह समझना है कि विद्यालय के कार्बन उत्सर्जन को कम करने के लिए इसका कैसे प्रयोग किया जा सकता है।

3. क्रियाविधि

प्रारम्भ में विद्यालय कॉलेज में उपलब्ध ऐन्जियोस्पर्म पेड़ों की प्रजातियों की पहचान उनके वर्गीकरण विज्ञान (टेक्सोनॉमी) के आधार पर की गई।

विद्यालय (कॉलेज) के प्रत्येक ऐन्जियोस्पर्म पेड़ के जीवभार के आकलन हेतु 'King et al. 2006' के मानक प्रोटोकॉल का उपयोग किया गया, जिसके अंतर्गत DBH अर्थात् छाती कि ऊंचाई तक के पेड़ों के व्यास का माप और घनत्व का आकलन लिया गया।

तने का जीवभार (B) कि०ग्रा०/वृक्ष = $0.5 (\pi / 4) \rho D^2 H$, जहां

H (मी०) = पेड़ की ऊँचाई (Height of the tree)

D (सेमी०) = छाती की ऊँचाई पर व्यास (DBH - Diameter at Breast Height)

[छाती की ऊँचाई पर पेड़ की परिधि का माप (DBH) सामान्यतः धरती से 1.3 मीटर की ऊँचाई पर होता है जहां से पेड़ का व्यास लिया जाता है]

ρ (rho) (ग्रा०/सेमी³) = लकड़ी का घनत्व है।

4. परिणाम और चर्चा:

विद्यालय कॉलेज परिसर के कुल 99 पेड़ों को, जो 32 विभिन्न प्रजातियों से संबन्धित हैं, को सूचीबद्ध किया गया है (संलग्न तालिका -1)। पेड़ों का अध्ययन करने की विशिष्ट विधि 'छाती की ऊँचाई पर व्यास' (1.5 मी०) और व्यक्तिगत पेड़ों की ऊँचाई मापी गयी तथा प्रत्येक पेड़ के बायोमास की गणना लगातार दो वर्षों तक (2018 और 2019) के लिए की गई। पेड़ के काष्ठ घनत्व का आकलन भारत के उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में पाये जाने वाले वनों में पेड़ों के मानक घनत्व से किया गया। लगातार दो वर्ष (2018-2019) तक का अध्ययन परिसर के पेड़ों के बायोमास में वृद्धि को दर्शाता है (तालिका - 2)। हालांकि पेड़ों द्वारा पृथक्कृत कार्बन की गणना का कार्य एवं अध्ययन अभी प्रक्रियारत है।

वर्तमान शोध कार्य कालिंदी विद्यालय कॉलेज परिसर में वनस्पतियों की समृद्धि को देखने हेतु एक सूक्ष्म दृष्टि प्रदान करता है। हमारा उद्देश्य इन पेड़ों द्वारा पृथक्कृत कार्बन को मापने का है, जो भविष्य में हमें कालिंदी विद्यालय कॉलेज के पेड़ों द्वारा कार्बन-डाइऑक्साइड पृथक्करण का मूल्यांकन करने के लिए तथा नियमित समय अंतराल पर आगे के अध्ययन के लिए एक आधारभूत जानकारी प्रदान करेगा। एक वर्ष में हुई इन पेड़ों के बायोमास में वृद्धि को इन पेड़ों द्वारा कार्बन हास (पृथक्करण) करने की क्षमता में वृद्धि के रूप में सीधे तौर पर देखा जा सकता है। इससे हम यह समझ सकते हैं, कि किस प्रकार पादप बायोमास विद्यालय कॉलेज के कार्बन पदचिन्ह को कम करने में मदद कर रहा है।

वर्तमान डेटा इंगित करता है, कि अब तक हुए अध्ययन की गई सभी प्रजातियों में बायोमास में वृद्धि हुई है। यह देखा गया है, कि छोटे पेड़ों की तुलना में ऐन्जियोस्पर्म पेड़ों में ने बायोमास में अधिक वृद्धि दिखाई दी है। यह इन पेड़ों की उच्च कार्बन पृथक्करण क्षमता की ओर संकेत करता है।

आगे के अध्ययनों में, हम इन ऐन्जियोस्पर्म पेड़ों पर अधिक ध्यान केंद्रित करेंगे क्योंकि कार्बन पृथक्करण पर उनका प्रभाव अधिक स्पष्ट है, और ये कार्बन पदचिन्ह को कम करने में बड़ी भूमिका निभाएंगे।

तालिका-1. दिल्ली विश्वविद्यालय के कालिंदी कॉलेज परिसर में पहचानी और गिनी जाने वाली पौधों की प्रजातियों की सूची

क्र.सं.	पेड़ की प्रजाति			पेड़ की संख्या
	अंग्रेजी नाम	वानस्पतिक नाम	हिन्दी नाम	
1	<i>Hyphorbe lagenicaulis</i>	हाइफोरबे लेगेनिकौलिस	बोतल पाम	33
2	<i>Mangifera indica</i>	मैन्जीफेरा इंडिका	आम	3
3	<i>Nyctanthes arbortis</i>	निकटेन्थस आर्बोर्टिस	हरसिंगार	1
4	<i>Langerstroemia indica</i>	लैंगरस्ट्रोमिया इंडिका	क्रेप मर्टल	1
5	<i>Eucalyptus</i>	युकैलिप्टस	नीलगिरी	6
6	<i>Ficus religiosa</i>	फाइकस रिलीजिओसा	पीपल	4
7	<i>Acacia nilotica</i>	अकेसिया नीलोटिका	बबूल	1
8	<i>Actocarpus heterophylus</i>	एक्टोकार्पस हेटेरोफिलस	भूरी शैवाल	2
9	<i>Cassia fistula</i>	कैसिया फिस्टुला	अमलतास	2
10	<i>Ficus benghalensis</i>	फाइकस बेंघालेंसिस	बरगद	4
11	<i>Tamarindus indica</i>	टेमेरिंडस इंडिका	इमली	1
12	<i>Pterospermum acerofolium</i>	टेरोस्पेर्मस एसिरोफोलियम	कनकचंपा	4
13	<i>Ficus virens</i>	फाइकस वाइरेन्स	पाकड़	3
14	<i>Dalbergia sisso</i>	डालबर्गिया सिसो	शीशम	6
15	<i>Moria alba</i>	मोरिया अल्बा	शहतूत	1
16	<i>Syzygium cumini</i>	सिजिजियम कुमिनी	जामुन	4
17	<i>Mimusops elengi</i>	मिमुसौप्स एलेञ्जि	बकल/मौलसरी	3

18	<i>Callistemon citrinus</i>	कैलिस्टेमोन सिट्रिनस	बोतल ब्रश	2
19	<i>Delonix regia</i>	डेलोनिक्स रेजिया	गुलमोहर	6
20	<i>Dyopsis lutescens</i>	डाइपसिस ल्युटेसेन्स	एरेका पाम	1
21	<i>Aegle marmelos</i>	एगल मार्मेलोस	बेल	1
22	<i>Melia azedarach</i>	मेलिया अजीडेरक	बकायन	1
23	<i>Azadirachta indica</i>	अजीडेरक्टा इंडिका	नीम	2
24	<i>Bombax ceiba</i>	बॉम्बैक्स सेइबा	सेमल	1
25	<i>Moringa oleifera</i>	मोरिंगा ओलिफेरा	सहजन	1
26	<i>Saraca asoca</i>	सरका एसोका	अशोक	1
27	<i>Bahuhinia variegata</i>	बहुहिनिया वेरीगेटा	कचनार	1
28	<i>Prunus dulcis</i>	प्रूनस डलसिस	बादाम	1
29	<i>Elaeocarpus ganitrus</i>	एलेओकार्पस गनीट्रस	रुद्राक्ष	1
30	<i>Citrus limetta</i>	सिट्रस लिमेटा	मौसमी	1
31	<i>Santalum album</i>	सनतलम एल्बम	चन्दन	1
32	<i>Phyllanthus emblica</i>	फाइलेंथस ऐम्ब्लिका	आंवला	1

तालिका-2: लगातार दो वर्षों (2018 और 2019) में कालिंदी कॉलेज परिसर के विभिन्न वृक्षों के बायोमास

क्र. सं.	प्रजाति		जीवभार (कि.ग्रा./पेड़) (दिसंबर 2018 की गणना)	जीवभार (कि.ग्रा./पेड़) (जुलाई 2019 की गणना)
1	<i>Moringa oleifera</i>	मोरिंगा ओलईफेरा	172.89	273.780
2	<i>Citrus sinensis</i>	सिट्रस सिनेसिस	29.7	53.704
3	<i>Embelica officinalis</i>	एम्बेलिका ऑफिसिनलिस	79.20	114.86
4	<i>Mangifera indica</i> (1)	मैन्जीफेरा इंडिका	354.09	528.015
5	<i>Mangifera indica</i> (2)	मैन्जीफेरा इंडिका	10471.32	13347.20
6	<i>Santalum album</i>	सन्तालम एल्बम	87.74	111.6
7	<i>Prunus amygdalus</i>	प्रूनस एमिगडेलस	143.55	274.35
8	<i>Elaeocarpus ganitrus</i>	एलेओकार्पस गैनीट्रस	101.93	145.65

प्राणि विज्ञान विभाग, कालिंदी कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली -110008
* varshabhu@gmail.com

संदर्भ:

1. Chavan, B. L., Rasal, G. B., 2010. Sequestered standing carbon stock in selective tree species grown in University campus at Aurangabad, (MS). Science Research Reporter, 2, 51-55.
2. Gaziođlu, C. and Okutan, V. (2016). Underwater Noise Pollution at the Strait of Istanbul (Bosphorus), International Journal of Environment and Geoinformatics (IJEGEO), 3, 26-39.
3. Gaziođlu, C., Müftüođlu, AE., Demir, V., Aksu, A. and Okutan, V. (2015). Connection between Ocean Acidification and Sound Propagation, International Journal of Environment and Geoinformatics (IJEGEO), 2, 16-26.
4. King, D. A, Davies, S. J., Tan, S., Noor, N.M.S.D, 2006. The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. J. Ecol, 94, 670-680.

5. पाइरानो पाइरिडीन व्युत्पन्न के संश्लेषण का नया दृष्टिकोण संरचनात्मक लक्षण वर्णन और प्रतिऑक्सीकारक गुण

श्रीमती पुष्पांजली शर्मा, श्रीमती आरती दुबे, एम. के. द्विवेदी, दीपक शर्मा

सार : पाइरानो [3,2-सी] पाइरीडीन-2-ऑन व्युत्पन्न (derivatives) का संश्लेषण (synthesis) एक त्वरित, ऊर्जा-प्रभावी और आर्थिक रूप से व्यवहार्य तकनीक के अनुसार किया गया है। एरोमेटिक एल्डिहाइड और सक्रिय मेथिलीन यौगिकों से क्नोवेनागेल संघनन (Knoevenagel condensation) उत्पादों कि एक श्रृंखला निर्मित कि गयी है। सोडियम एथोक्साइड को उत्प्रेरक और इथेनॉल को विलायक के रूप में इस्तेमाल करके क्नोवेनागेल उत्पादों का उत्कृष्ट संश्लेषण किया गया है। संश्लेषित यौगिकों की संरचना का विश्लेषण करने के लिए अवरक (IR), 1एच-एनएमआर (1H-NMR) और 13 सी-एनएमआर (13-C NMR) का उपयोग किया, और प्रतिऑक्सीकारक (antioxidant) गुण का मूल्यांकन भी किया गया।

मुख्य शब्द: क्नोवेनागेल संघनन, पाइरिडॉन, सक्रिय मेथिलीन यौगिक, सोडियम एथोक्साइड, प्रतिऑक्सीकारक गुण

1. प्रस्तावना

मुक्त मूलक (free radical) वे पदार्थ होते हैं जो हमारे शरीर में स्वाभाविक रूप से होते हैं लेकिन हमारी कोशिकाओं में वसा, प्रोटीन और डीएनए पर हमला करते हैं, जो विभिन्न प्रकार की बीमारियों का कारण बन सकते हैं और उम्र बढ़ने की प्रक्रिया को तेज कर सकते हैं। प्रतिऑक्सीकारक गुण संपूर्ण स्वास्थ्य में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये कुछ खाद्य पदार्थों में पाए जाने वाले प्राकृतिक यौगिक भी हैं जो हमारे शरीर में मुक्त मूलक (free radical) को बेअसर करने में मदद करते हैं। कोशिकाओं को खराब होने से बचाते हैं, इससे कैंसर, उम्र के बढ़ने व अन्य रोग होने से बचाव होता है। हमारी शारीरिक संरचना की रक्षा करने के लिए भी काम करते हैं। कैंसररोधी कर्मक (anticancerous agent) की भूमिका मुक्त मूलक (free radical) को हटाने की होती है। इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए सबसे महत्वपूर्ण मुक्त मूलक कणों को गैर-प्रतिक्रियाशील प्रजातियों में परिवर्तित करना है। मुक्त मूलक कण की जैविक प्रणालियों में प्रभावों की विस्तृत श्रृंखला ने कई विशेषज्ञों की रुचि पैदा की है। कई संश्लेषिक कैंसर रोकथाम कारकों ने विषाक्त (toxic) या उत्परिवर्तजन (mutagenetic) गुण प्रस्तुत किये हैं, इस प्रकार, स्वाभाविक रूप से पाए जाने वाले प्रतिऑक्सीकारक पर विचार किया गया है।

कार्बनिक रसायन विज्ञान का सबसे बड़ा पारंपरिक क्षेत्र विषमचक्रीय (Heterocyclic) रसायन है जो जैविक और व्यावसायिक दृष्टिकोण से अत्यंत महत्वपूर्ण है। एज़ोविषमचक्रीय (Azoheterocyclic) यौगिक, ने समाज की उन्नति

के साथ-साथ जीवन की गुणवत्ता में सुधार के प्रयासों में महत्वपूर्ण सहायता की है। एज़ोविशमचक्रीय यौगिक जैविक गतिविधि वाले अधिकांश औषधि और कृषि रसायनों का निर्माण करते हैं। प्रकृति में एज़ोथेरोसाइक्लिक का उपयोग, प्लास्टिक, सौंदर्य पुनरलेखन (Cosmetic reprography) और आणविक डेटा संग्रहण (Molecular data storage) के निर्माण में किया जाता है। इसके अलावा, इलेक्ट्रॉनिक्स, जीव विज्ञान, प्रकाशिकी (optics), चिकित्सा (Medicine), सामग्री विज्ञान (Material Science) और अन्य क्षेत्रों में उपयोग किए जाने वाले अधिकांश कार्बनिक यौगिकों में अक्सर एक एज़ोविशमचक्रीय मूल शामिल होता है। पाइरानो[3,2-सी] पाइरिडीन व्युत्पन्न, औषधीय और जैविक गुणों की एक विशाल श्रृंखला के साथ आवश्यक विषमचक्रीय यौगिक हैं। ये व्युत्पन्न प्रदाहरोधक (anti-inflammatory), अर्बुदरोधी (anti-tumor), क्षयनाशक (anti-tubercular) और कवकरोधी (anti-fungal) यौगिक के महत्वपूर्ण घटक भी हैं।

विविध संरचनात्मक रासायनिक यौगिक के संश्लेषण की बहुघटक अभिक्रिया (Multicomponent reaction) एक अत्यंत प्रभावशाली तकनीक है, क्योंकि इसके माध्यम से अत्यधिक दक्षता व वेग के साथ संश्लेषित मध्यमवर्ती तक पहुंचा जा सकता है। बहुघटक अभिक्रिया के आधार पर मूल भूत अवधारणा ज्ञात नहीं होने के बावजूत विषमचक्रीय यौगिकों का संश्लेषण बहुघटक अभिक्रिया के द्वारा किया जाता था। बहुघटक अभिक्रिया के द्वारा पाइरिडिन [1-4] और पाइरीमिडीन [5-11] के व्युत्पन्न कुशल नवाचार (Protocol) से संश्लेषित करना आकर्षण का केंद्र था।

पायरानोपाइरीडाइन्स को संश्लेषित करने के लिए कई अलग-अलग तरीकों का इस्तेमाल किया गया है, जो हाल के संश्लेषण विकास का केंद्र बन गए हैं। पहले के अध्ययनों में इन व्युत्पन्न के संक्षेपण में, विस्तारित प्रतिक्रिया अवधि, खतरनाक रसायनों का उपयोग होने के साथ संश्लेषित व्युत्पन्न की मात्रा कम प्राप्त होती थी। Hassan Sheibani et al. ने प्रतिक्रिया के दौरान हानिकारक उत्प्रेरक का इस्तेमाल किया [12], Naif K. Binsaleh et al ने बहुचरणीय (multistep) संश्लेषण के माध्यम से यौगिकों को संश्लेषित किया [13]। उपरोक्त को देखते हुए, पाइरानोपाइरीडीन के संश्लेषण के लिए एक प्रभावी और व्यावहारिक नवाचार वाली प्रक्रिया का शोध हमारा उद्देश्य है।

परंपरागत सामान्य प्रक्रिया की तुलना में एक बर्तन बहुघटक अभिक्रिया की सरल और दक्षता विशेष रुचि का पहलू है। इसके साथ ही प्रयोगात्मक समय का कम लगना और अंतिम उत्पादों की उच्च उपज इस विधि के अन्य उपयोग हैं। शोध पत्रों से प्राप्त जानकारी के अनुसार पाइरानो (3,2-सी) पाइरिडीन के बहुत सारे औषधीय (pharmacological) और औद्योगिक (industrial) अनुप्रयोग हैं। उपरोक्त उपयोगों और योजनाओं को देखते हुए बहुत कम समय व उच्च उपज वाले उत्पादों में नए उत्प्रेरक (catalyst) का उपयोग करके पाइरानो (3,2-सी) पाइरिडीन के संश्लेषित मार्ग का विवरण हमारा उद्देश्य है।

2. सामग्री और विधि

2.1 सामग्री:

पाइरानो (3,2-सी) पाइरिडीन के संश्लेषण में उपयोग आने वाले सभी रसायन प्रयोगशाला शोध श्रेणी के थे। गलनांक (melting point) खुली कोशिका विधि द्वारा [गलनांक उपकरण(लैबटेक)] मापा गया। ¹H-एच-एनएमआर, 400 MHz स्पेक्ट्रोमीटर, DMSO-d₆ का उपयोग करके रिकॉर्ड किया आंतरिक मानक के रूप में TMS का उपयोग किया, स्पेक्ट्रम BX श्रृंखला पर अवरक स्पेक्ट्रा और 13 सी एनएमआर की मदद से पाइरानो (3,2-सी) पाइरिडीन युत्पन्न की संरचना का विवरण किया। उपरोक्त सभी विश्लेषण रायबरेली में स्थित राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (NEERI) में किये गये।

2.2 विधि:

क्वोवेनागेल संघनन एक कार्बोनिल समूह में सक्रिय हाइड्रोजन यौगिक का नाभिकरागी संकलन (Nucleophilic addition) अभिक्रिया है, जिसके बाद एक निर्जलीकरण प्रतिक्रिया होती है, उत्पाद अक्सर एक α , β -असंतृप्त कीटोन के रूप में प्राप्त होते हैं।

वर्तमान शोध में, पीरिडॉन (1), मैलोनोनिट्राइल (2), और एरोमैटिक/ ऐलिफैटिक एल्डिहाइड/कीटोन (3) के (0.01m) सममोलर सांद्रता को गोल तल फ्लास्क (round bottom flask) में लिया और इथेनॉल (10 -15 मिली) में मिलाया गया। उत्प्रेरक (catalyst) के रूप में, सोडियम एथोक्साइड को उपयोग किया, अभिक्रिया मिश्रण को फिर 50-60 डिग्री सेल्सियस पर तीन घंटे के लिए पश्चवाही प्रक्रम (reflux) किया गया। प्राप्त हुए यौगिकों (4) को बर्फ के ठंडे पानी के उपयोग से पृथक किया। अंत में इथेनॉल से पुनः क्रिस्टलीकृत (recrystallize) कर कमरे के तापमान पर सुखाया गया।

यौगिक की शुद्धता का मूल्यांकन और सत्यापन करने के लिए पतली परत विश्लेषण (TLC Chromatography) का उपयोग किया, सिलिका जेल जी (silica gel G) को अधिशोषक (adsorbant) के रूप में उपयोग किया और वर्णलेख (Chromatogram) बनाने के लिए एक आयोडीन कक्ष का उपयोग किया गया।

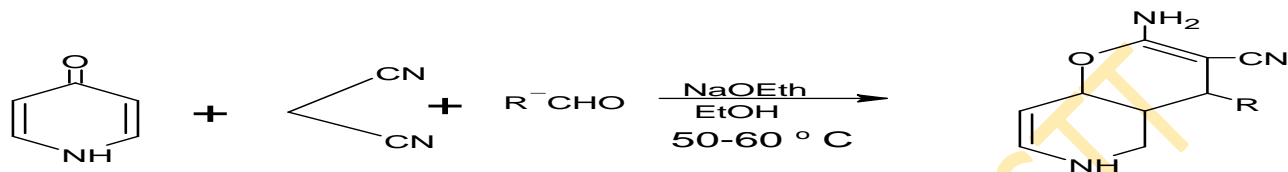
प्रतिऑक्सीकारक गुण:

हाइड्रोजन पेरोक्साइड अपमार्जन गतिविधि (Scavenging Activity):

सबसे पहले हाइड्रोजन पेरोक्साइड विलयन(40 mM) को फॉस्फेट उभयप्रतिरोधी (Buffer) (pH 7.4) में तैयार किया गया। संश्लेषित यौगिकों की सांद्रता 10, 20, और 50 $\mu\text{g/ml}$ को हाइड्रोजन पेरोक्साइड विलयन (0.6 ml, 40 mM) में मिश्रित किया गया। चयनात्मक फ़िल्टर 230 nm (selected filter) पर हाइड्रोजन पेरोक्साइड युक्त

फॉस्फेट उभयप्रतिरोधी रिक्त विलयन (blank solution) का ऑक्सीजन आवश्यकता (OD) मान निकाला गया। पायरानोपाइरीडीन मिश्रण जो हाइड्रोजन पेरोक्साइड विलयन में तैयार किया गया है, को जैविक ऑक्सीजन आवश्यकता ऊष्मायित्र (BOD incubator) में 10 मिनट के लिए रखा गया और फिर प्रत्येक मिश्रण का ऑक्सीजन आवश्यकता (OD) का मान निकाला गया।

अभिक्रिया योजना (Reaction Scheme):



पीरिडॉन
Pyridone
(1)

मैलोनोनिट्राइल
Malononitrile
(2)

(एरोमैटिक/ऐलिफैटिक)
एल्डिहाइड/कीटोन
Aromatic/Aliphatic
aldehyde/Ketone(3)

उत्पाद Product
(4)

सारणी क्रमांक .1 अभिकारकों का उपयोग, गलनांक और उपज का सारांश

अभिकारक (Reactant) (R)	(गलनांक) Melting point/ °C	(उपज)Yield %
एसीटोन (Acetone)	152.5	70-80
अनीसएल्डिहाइड (Anisaldehyde)	98.5	80-85
बेन्जेल्डिहाइड (Benzaldehyde)	82.5	75-80
पेराफॉर्मलडिहाइड (Paraformaldehyde)	162	80-82
बेंजोफिनोन (Benzophenone)	62.5	80-85
एसीटैल्डिहाइड (Acetaldehyde)	119	20-25 (very less)
ग्लूटाराल्डिहाइड (Glutaraldehyde)	203	25-30 (very less)
४-नाइट्रो बेंजाल्डिहाइड (4-nitrobenzaldehyde)	113	80-82
प-डाई एमिनोबेंजाल्डिहाइड (p-Dimethyl amino benzaldehyde)	70	80-85
साइक्लोहेक्सेनोन (Cyclohexanone)	60	80-82
हाइड्रोक्सीक्विनोन (Hydroxiqinone)	230	25-30
ऐसीटोफीनोन (Acetophenone)	80	35-40

3. परिणाम :

उच्च-उपज, प्रभावी उत्पाद बनाने के लिए एक बहुत ही उपयोगी विधि एक बर्तन बहु-घटक प्रतिक्रिया है। अभिकारक में परिवर्तन से उत्पाद में परिवर्तन हो जाता है। यह देखा गया कि अभिक्रिया मिश्रण को केवल 10-15 मिनट के लिए गर्म किया, फिर इसे लगातार तीन घंटे तक हिलाया (stirred) गया। अभिक्रिया के पूरा होने पर पतली परत विश्लेषण द्वारा जांचा गया, जिसके पश्चात उत्पाद को बर्फ के ठंडे पानी द्वारा अलग किया गया। उपरोक्त प्रतिक्रिया तंत्र का उपयोग करके निम्नलिखित यौगिकों को संश्लेषित किया गया (4 ए-एल)। अवरक, 1एच-एनएमआर और 13 सी-एनएमआर की मदद से उत्पादों की विस्तृत संरचना व्याख्या निम्नलिखित है:

4ए: 2-अमीनो-4-(प्रोपेन-2-यलिडीन)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (पीला) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} : - 3404-3295 (NH_2), 2174 (CN), 1605 (C=C)। ^{13}C एनएमआर - 121 (CN), 167 (सी), 163(सी), 37-45 (CHNH) ^1H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 0.9 (R- CH_3), 1.3 (R- CH_2), 4.093(- NH_2), 7.3 (aromatic ring), 7-8 (pyridine proton) [14]

4बी: 2-अमीनो-4-(4-मेथॉक्सीफेनिल)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (ऑफ व्हाइट) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} : -3404-3295 (NH_2), 2184 (CN), 1607 (C=C)। ^{13}C एनएमआर - 124 (CN), 164 (Ring peak), 39-40 (O- CH_3). ^1H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 7.2 (pyridine proton), 8.4 (O- CH_3) [14]

4सी: 2-अमीनो-4-मिथाइल-4-फिनाइल-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (हल्का भूरा) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH_2), 2182 (CN), 1607 (C=C), ^{13}C एनएमआर - 129 (CN), 24 (R- CH_3), 135 (aromatic ring). ^1H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 7.4 (aromatic ring proton), 5.8 (NH_2). [14]

4डी: 2-अमीनो-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (ब्राउन) आईआर (KBr) ν , सेमी-1: - 3404-3295 (NH_2), 2183 (CN), 1611 (C=C). ^{13}C एनएमआर - 121 (CN), 48.3 (O- CH_3), 46.1 (N-CH). ^1H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 4.1 (NH_2), 7.3 (aromatic H), 3.4 (aromatic NH). [14]

4ई: 2-एमिनो-4-(डाइफेनिलमिथाइलिडीन)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (सफेद) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH_2), 2181 (CN), 1604 (C=C). ^{13}C

एनएमआर – 129 (CN), 137 (aromatic ring), 114 (phenyl ring), 40.3 (pyridine nucleus). ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 7.7-7.4 (aromatic ring peak) [14]

4एफ: 2-अमीनो-4-मिथाइल-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (भूरा) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2181 (CN), 1604 (C=C) ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): δ 3.13 (1H, dd, J = 14.3, 2.5 Hz), 6.39 (1H, d, J = 9.1 Hz). ¹³C एनएमआर : δ 123.8-123.8 (2C, 123.8 (s), 123.8 (s)), 136.1 (1C, s), 156.1 (1C, s) [14]

4जी: 2-अमीनो-4-(4-ऑक्सोब्यूटाइल)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (चॉकलेट ब्राउन) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2181 (CN), 1604 (C=C). ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - 7.7-7.4 (aromatic ring peak) [14]

4एच: 2-अमीनो-4-नाइट्रोबेंज़िल-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (हल्का पीला) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2180 (CN), 1603 (C=C). ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - δ 7.7-7.4 (aromatic ring peak), δ 3.3 (nitro grp peak) [14]

4आई: 2-एमिनो-4-पी-डाइमिथाइलैमिनोबेंज़िल-4ए, 5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (गहरा भूरा) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2182 (CN), 1601 (C=C). ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - δ 6.8-6.7 (aromatic ring peak), δ 2.4(methyl grp peak) [14]

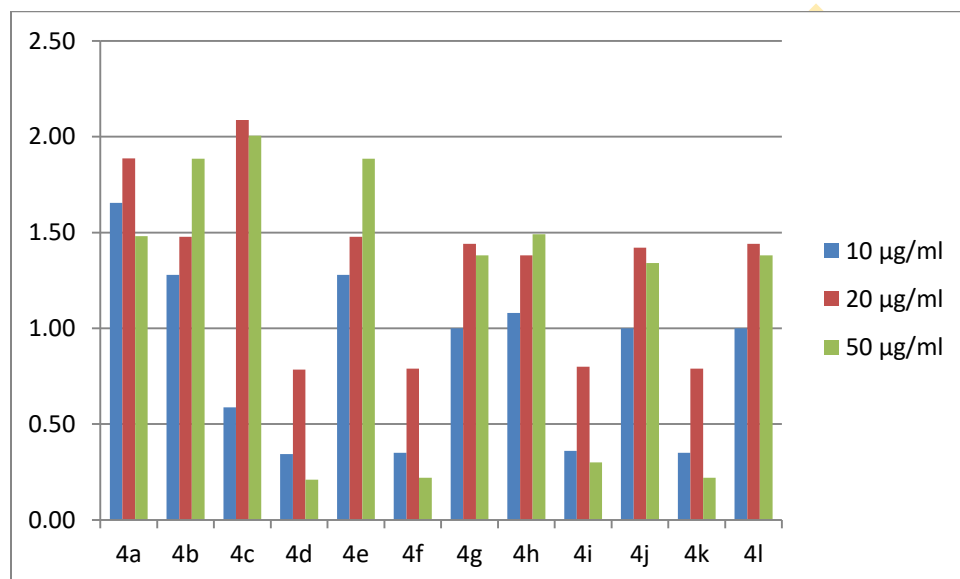
4जे: 2-अमीनो-4-साइक्लोहेक्सिल-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3 कार्बोनाइट्राइल (भूरा)आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2185 (CN), 1606 (C=C). ¹³C एनएमआर :- δ 128(CN peak), δ 117 (aromatic ring) [14]

4के:2-एमिनो-4-(4-हाइड्रॉक्सीफेनिल)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (चिपचिपा भूरा) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH₂), 2181 (CN), 1605 (C=C),). ¹H एनएमआर (400 MHz, DMSO): - δ 6.8-6.7 (aromatic ring peak), δ 2.4(methyl grp peak). [14]

4एल: 2-अमीनो-4-(1-फिनाइलथाइल)-4ए,5,6,8ए-टेट्राहाइड्रो-4एच-पाइरानो[3,2-सी]पाइरीडीन-3-कार्बोनाइट्राइल (पीला) आईआर (KBr) ν , cm^{-1} - 3404-3295 (NH_2), 2183 (CN), 1607 ($\text{C}=\text{C}$). ^{13}C एनएमआर :- δ 125 (CN peak), δ 119 (aromatic ring) [14]

3.1 अपमार्जन गतिविधि (Scavenging Activity):

संश्लेषित पाइरीडीन व्युत्पन्न को हाइड्रोजन पेरोक्साइड का उपयोग कर अपमार्जन गतिविधि की जांच की गई। इन परीक्षित यौगिकों की अपमार्जन गतिविधि का परिणाम लेखाचित्र क्रमांक.1 में दर्शाया गया है। लेखाचित्र में देखा गया कि संश्लेषित यौगिकों ने बहुत कम सांद्रता पर संतोषजनक अपमार्जन गतिविधि दर्शायी है। यौगिक 4d और 4k में बहुत कम निरोधात्मक गतिविधि पाई गई। सबसे अच्छी अपमार्जन गतिविधि संश्लेषित यौगिक 4c सांद्रता 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ पर पाई गई। 4a ने तीनों सांद्रताओं में बहुत अच्छी सक्रियता दिखाई।



चित्र क्रमांक.1 संश्लेषित यौगिकों में प्रतिऑक्सीकारक के गुण

4. निष्कर्ष

उत्प्रेरक के रूप में सोडियम इथाक्साइड का उपयोग करने से संश्लेषित उत्पाद की उपज में वृद्धि हुई। यह भी देखा गया है कि एलिफैटिक कीटोन और एरोमैटिक एल्डिहाइड अभिक्रिया के दौरान अत्यधिक प्रतिक्रियाशील थे, और उत्पाद की उपज भी एरोमैटिक कीटोन और एलिफैटिक एल्डिहाइड की तुलना में बेहतर थी। सभी संश्लेषित व्युत्पन्नों में से 4a और 4c में बहुत कम सांद्रता में प्रभावी प्रतिऑक्सीकारक गुण पाए गए।

बायोसाइंसेज विभाग एक्रोपोलिस इंस्टीट्यूट, इंदौर, म.प्र.
रसायन विज्ञान विभाग, विवा महाविद्यालय, विरार, महाराष्ट्र
रसायन विज्ञान विभाग होलकर साइंस कॉलेज, इंदौर, म.प्र.
रसायन विज्ञान विभाग महाराजा रणजीत सिंह कॉलेज, इंदौर, म.प्र.

संदर्भ:

1. Chen, M. Z., & Micalizio, G. C. (2012). Three-component coupling sequence for the regiospecific synthesis of substituted pyridines. *Journal of the American Chemical Society*, 134(2), 1352-1356.
2. Al-Awadi, N. A., Ibrahim, M. R., Elnagdi, M. H., John, E., & Ibrahim, Y. A. (2012). Enaminones in a multicomponent synthesis of 4-aryldihydropyridines for potential applications in photoinduced intramolecular electron-transfer systems. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 8(1), 441-447.
3. Sha, F., Wu, L., & Huang, X. (2012). Chemo- and regioselective assembly of polysubstituted pyridines and isoquinolines from isocyanides, arynes, and terminal alkynes. *The Journal of Organic Chemistry*, 77(8), 3754-3765.
4. He, Z., Dobrovolsky, D., Trinchera, P., & Yudin, A. K. (2013). Synthesis of multisubstituted pyridines. *Organic Letters*, 15(2), 334-337.
5. Zonouzi, A., Biniiaz, M., Mirzazadeh, R., Talebi, M., & Ng, S. W. (2010). An efficient one-pot and solvent-free synthesis of chromeno [2, 3-d] pyrimidine derivatives: microwave assisted reaction. *Heterocycles*, 81(5), 1271-1278.
6. Majumder, S., & Odom, A. L. (2010). Titanium catalyzed one-pot multicomponent coupling reactions for direct access to substituted pyrimidines. *Tetrahedron*, 66(17), 3152-3158.

7. Sedenkova, K. N., Averina, E. B., Grishin, Y. K., Kutateladze, A. G., Rybakov, V. B., Kuznetsova, T. S., & Zefirov, N. S. (2012). Three-component heterocyclization of gem-bromofluorocyclopropanes with NOBF₄: Access to 4-fluoropyrimidine N-oxides. *The Journal of Organic Chemistry*, 77(21), 9893-9899.
8. You, X., Yu, S., & Liu, Y. (2013). Reactions of zirconocene butadiyne or monoyne complexes with nitriles: Straightfoward synthesis of functionalized pyrimidines. *Organometallics*, 32(19), 5273-5276.
9. Reddy, L. S., Reddy, T. R., Reddy, N. G., Mohan, R. B., & Lingappa, Y. (2013). One-Pot, Three-Component Synthesis of Novel 4-Phenyl-2-[3-(alkynyl/alkenyl/aryl) phenyl] pyrimidine Libraries via Michael Addition, Cyclization, and C-C Coupling Reactions: A New MCR Strategy. *Synthesis*, 45(01), 75-84.
10. Yavari, I., & Nematpour, M. (2013). Copper-catalyzed tandem synthesis of tetrasubstituted pyrimidines from alkynes, sulfonyl azides, trichloroacetonitrile, and tetramethylguanidine. *Synlett*, 24(02), 165-168.
11. Yang, K., Xiang, J., Bao, G., Dang, Q., & Bai, X. (2013). Synthesis of highly substituted 4 H-pyrido [1, 2-a] pyrimidines via a one-pot three-component condensation reaction. *ACS combinatorial science*, 15(9), 519-524.
12. Binsaleh, N. K., Wigley, C. A., Whitehead, K. A., van Rensburg, M., Reynisson, J., Pilkington, L. I., ... & Dempsey-Hibbert, N. C. (2018). Thieno [2, 3-b] pyridine derivatives are potent anti-platelet drugs, inhibiting platelet activation, aggregation and showing synergy with aspirin. *European journal of medicinal chemistry*, 143, 1997-2004.
13. Seifi, M., & Sheibani, H. (2017). Studies on condensation of 1, 3-dicarbonyls with malononitrile: Synthesis of 2-pyridinones. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S2453-S2456.
14. Silverstein, R.M., and Bassler, G.C. (1962) Spectrometric identification of organic compounds. *Journal of Chemical Education*, 39(11), 546.

6.सिकल सेल रोग, इसकी प्रकृति और उपचार

डॉ पी. के. पात्र¹, डॉ आशीष पटेल², डॉ क्षितिज वर्मा², डॉ एम. के. वर्मा²

सार:- सिकल सेल रोग (एससीडी), जिसे सिकल सेल एनीमिया भी कहते हैं, एक आनुवंशिक विकार है, जिसमें लाल रक्त कण अर्धचंद्राकार हो जाते हैं, जिससे एनीमिया, अंगक्षति और संक्रमण का खतरा बढ़ जाता है। छत्तीसगढ़ में, खासकर जनजातीय समुदायों में, यह रोग एक प्रमुख स्वास्थ्य समस्या है। स्वास्थ्य सेवाओं और जागरूकता की कमी तथा सामाजिक-आर्थिक चुनौतियाँ इस रोग को बढ़ावा देती हैं। सरकार और संगठनों के द्वारा जाँच, परामर्श और चिकित्सा सेवाओं के प्रयास किए जा रहे हैं, लेकिन रोग के प्रभाव को कम करने के लिए और भी व्यापक रणनीतियों की जरूरत है।

मुख्य शब्द: सिकल सेल रोग, β -ग्लोबिन जीन, उत्परिवर्तन

प्रस्तावना:

मूल रूप से हेरिक ने 1910 में सिकल सेल रोग (एससीडी) का वर्णन किया था। β -ग्लोबिन जीन उत्परिवर्तन के परिणामस्वरूप समयुग्मजी और यौगिक विषमयुग्मजी वंशानुक्रम दोनों होते हैं। [1] रुधिरवर्णिका की β -श्रृंखला की छठी स्थिति में, जिसे रुधिरवर्णिका एस या सिकल हीमोग्लोबिन (एचबीएस) के रूप में जाना जाता है, एकल आधार-युग्म बिन्दु उत्परिवर्तन (जीएजी से जीटीजी) के परिणामस्वरूप एमिनो एसिड ग्लूटामिक एसिड, जो कि हाइड्रोफिलिक है, के स्थान पर वेलिन, जो कि हाइड्रोफोबिक है, का प्रतिस्थापन होता है। इस उत्परिवर्तन को सबसे पहले पॉलिंग [2] द्वारा आणविक रूप से चित्रित और वर्णित किया गया था, और बाद में लगभग 70 साल पहले इनग्राम [3] द्वारा एकल अमीनो एसिड प्रतिस्थापन, विशेष रूप से वेलिन के कारण होने की पुष्टि की गई थी। एससीडी एक बहु-अंग, बहु-प्रणाली बीमारी है, जो विकट और दीर्घकालिक दोनों समस्याओं के रूप में प्रकट होती है। जब बच्चा पांच से छह महीने का होता है, तो उसका हीमोग्लोबिन भ्रूण (एचबीएफ) वयस्क स्तर तक कम हो जाता है। [4] सिकल सेल रोग सबसे प्रचलित ऑटोसोमल आनुवंशिक बीमारियों में से एक है। यह नियमित हीमोग्लोबिनोपैथी का सबसे गंभीर प्रकार है।

सिकल सेल रोग (एससीडी) विभिन्न बीमारियों का कारण बन सकता है, जिसमें एनीमिया की गंभीरता, आपात स्थिति की पुनरावृत्ति, और जीवित रहने की दर में भिन्नता होती है [5]। सिकल सेल रोग जो सामान्यतः लक्षणहीन होता है, सिकल सेल एनीमिया जैसी गंभीर स्थिति में बदल सकता है। एससीडी वाले व्यक्तियों में हीमोग्लोबिन संरचनाओं का व्यापक स्पेक्ट्रम होता है, जिससे हल्के संकट से लेकर गंभीर नैदानिक लक्षण देखे जा

सकते हैं। विश्व स्तर पर लाखों लोग एससीडी से प्रभावित हैं। मलेरिया प्रतिरोध के कारण सिकल सेल रोग मलेरिया-स्थानिक क्षेत्रों में अधिक पाया जाता है।

एससीडी से पीड़ित होने की संभावना अफ्रीकी, भूमध्यसागरीय, ग्रीस, तुर्की, इटली, अरब प्रायद्वीप, भारतीय, दक्षिण अमेरिकी स्पेनिश भाषी क्षेत्रों, मध्य अमेरिका और कुछ कैरेबियाई द्वीपों के लोगों में अधिक होती है। एक दोषपूर्ण β -ग्लोबिन जीन सिकल सेल विशेषता को विरासत में मिलता है, लेकिन सिकल सेल रोग की तुलना में β -ग्लोबिन श्रृंखला अछूती रहती है, जिससे सिकल सेल विशेषता वाले लोगों में आमतौर पर न्यूनतम एनीमिया या कोई लक्षण नहीं होते हैं। [6]

परंपरागत रूप से सिकल सेल थेरेपी (एस.सी.टी.) को एक गैर रोग अवस्था के रूप में देखा गया है, जनसंख्या आधारित एस.सी.टी का जीवन प्रत्याशा पर कोई स्पष्ट प्रभाव नहीं पड़ता है। दुनिया भर में 300 मिलियन से अधिक लोगों में सिकल सेल विशेषता है, सहारा अफ्रीका में इसकी घटना सबसे अधिक 30% से 40% के बीच है। [5], नेपाल के तराई क्षेत्र में थारू लोग, जो सबसे पुराने जातीय समूहों में से एक हैं, सिकल सेल रोग से प्रभावित होते हैं। 1990 में विश्व स्वास्थ्य संगठन ने बताया था कि पश्चिमी नेपाल में अधिकांश थारू समूह हीमोग्लोबिनोपैथियों का शिकार हैं, जिनमें सिकल सेल रोग सबसे आम आनुवंशिक बीमारी है। सिकल सेल एनीमिया की विशेषता वाले रोगियों में यकृत संबंधी विकृतियां हानिकारक प्रभाव उत्पन्न कर सकती हैं। [7] ऐसा इसलिए है, क्योंकि सिकल सेल रोग में यकृत की शिथिलता बहुघटकीय होती है और यकृत की शिथिलता की जटिलताएँ महत्वपूर्ण होती हैं और ज्यादातर मामलों में घातक होती हैं। सिकल सेल यकृत रोग की पुष्टि या तो असामान्य जैव रासायनिक परीक्षणों से या मरणोत्तर लिवर बायोप्सी नमूने से और शायद कभी एकाध बार एंटीमॉर्टम लिवर नमूने से प्राप्त की जाती है।

सिकल सेल एनीमिया, हीमोग्लोबिन एस (एचजीबी एस) का उत्पादन करने वाली लाल रक्त कोशिकाओं को नुकसान पहुंचाता है। शारीरिक रूप से तनावपूर्ण वातावरण यानी, ऑक्सीजन की कमी, अम्लता, अत्यधिक ठंड में, एचबीएस का बहुलीकरण लाल रक्त कणिकाओं (आरबीसी) सिकलिंग का कारण बनता है। इस विकृति से वासो. वाहिका अंतरोध जन्य विकृति, हीमोलिसिस, नाइट्रॉक्साइड जैवउपलब्धता में कमी, सूजन, एंडोथेलियल क्षति और ल्यूकोसाइट्स और प्लेटलेट्स की सक्रियता होती है। वासो.ओक्लूसिव संकट किसी भी ऊतक, आमतौर पर फेफड़े, मस्तिष्क, हड्डी, गुर्दे या प्लीहा में हो सकता है। आमतौर पर, लीवर में सिकल सेल संकट हेपेटोपैथी का कारण बन सकता है, जो एक अच्छी तरह से परिभाषित लेकिन दुर्लभ बीमारी है। सिकल सेल रोग जटिल है, और आमतौर पर एक साथ कई कारकों के कारण होता है।

सिकल सेल एनीमिया का प्रारंभिक दस्तावेजीकरण दक्षिण भारत में स्वदेशी समुदायों के भीतर हुआ [1] जो बाद में मध्य भारत में फैल गया। पूरे भारत में सिकल सेल विशेषता का प्रसार 4.3% है [2], उड़ीसा और छत्तीसगढ़ जैसे विशिष्ट क्षेत्रों में सिकल सेल रोग की घटना उल्लेखनीय रूप से अधिक है अनुमानतः यह 9% और 10% है [3, 4] छत्तीसगढ़ राज्य, जो वर्ष 2000 में दक्षिणपूर्वी मध्य प्रदेश से अलग हुआ था, ऐसी आबादी का घर है, जहां 32% मूलतः आदिवासी हैं [4]।

सिकल सेल रोग का इतिहास:

सिकल सेल संकट से जुड़े लक्षणों का पश्चिमी दुनिया में निदान किए जाने से बहुत पहले, अफ्रीका में इसे विभिन्न नामों से जाना जाता रहा है। वर्ष 1670 में सिकल सेल एनीमिया के लक्षण एक घाना परिवार में पाए गए थे। [7], वर्ष 1910 में जब जेम्स हेरिक [1] ने एनीमिया से पीड़ित एक अश्वेत वैज्ञानिक के रक्त में "अजीब लम्बी हंसिया (सिकल) के आकार की लाल रक्त कणिकाएँ (आरबीसी)" पाई थी, उसके बाद से ही चिकित्सा समुदाय को इसके बारे में पता चला था। 1917 में एम्मेल [8] द्वारा कृत्रिम परिवेश में सिकलीकरण घटना की खोज एक ऐसे परिवार के सदस्यों में की थी, जिसने पहली बार सिकलीकरण के आनुवंशिक आधार की सिफारिश की थी। इसलिए त्से, इसे एक स्वाभाविक परिस्थिति माना गया। इसके बाद यह पाया गया कि सिकलिंग घटनाएं कृत्रिम परिवेश में ऑक्सीजन की कमी के कारण हुई हैं।

हक और सिडेनस्ट्रिकर हक के रोगियों की वंशावली का विशेष विश्लेषण किया और यह निष्कर्ष निकाला कि सिकल की गतिशीलता की घटना मेंडेलियन स्वतंत्र गुणसूत्र (क्रोमोसोम) के अप्रभावी प्रक्रिया, के रूप में इन्हें विरासत में प्राप्त हुयी थी। दो अलग-अलग अनुसन्धानों (शोध) में, बड़े लक्षणों के बिना सिकल पॉजिटिव लोगों में सिकल जीन के लिए विषमयुग्मजी जगत और रोगसूचक व्यक्तियों में सिकल जीन के लिए समयुग्मजी जगत को जोड़ा गया। उसी वर्ष वैद्युत कण संचलन पर सिकल हीमोग्लोबिन के प्रवासन की असामान्य क्रमिक दर देखी गई। एचबीएस की पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के एक हिस्से में स्थित अमीनो एसिड श्रृंखला में अंतर को बाद के वर्षों में पुष्टि की गई थी। क्योंकि तब सिकल सेल्युलर बीमारी के बारे में तथ्यों का तेजी से विकास हुआ था और यह अभी भी सामने आ रहा है।

बीटा-सिकल ग्लोबिन म्यूटेशन (βS) की व्यापकता स्वदेशी आदिवासी आबादी में उल्लेखनीय रूप से अधिक है, जो कुल आबादी का 8% से अधिक है, साथ ही अनुसूचित जाति जैसे कि ऐतिहासिक रूप से हाशिए पर रहने वाले समूह, में यह 10% से अधिक है। [23]

सिकल जीन की उत्पत्ति:

प्रारंभ में, एक सिद्धांत प्रस्तावित किया गया था, कि नवपाषाण काल में अरब प्रायद्वीप में एक ही उत्परिवर्तन हुआ है। बाद में जलवायु परिवर्तन और इस क्षेत्र के रेगिस्तान में बदलने के कारण लोग यहाँ से प्रवास कर गए, जिससे यह जीन भारत, पूर्वी सऊदी अरब और भूमध्यरेखीय क्षेत्रों तक पहुँच गया। [9] अफ्रीका में, पहले यह माना जाता था, कि सिकल सेल जीन का उत्परिवर्तन विशिष्ट कृषि प्रथाओं से संबंधित है, जिसे मानवशास्त्रीय साक्ष्य ने समर्थन दिया था। हालांकि, अब यह स्पष्ट है, कि सिकल सेल जीन का उत्परिवर्तन विभिन्न परिस्थितियों में स्वतंत्र रूप से विकसित हुआ। विशिष्ट गुणसूत्र संरचनाओं (हैप्लोटाइप) की पहचान के लिए विभिन्न प्रतिबंध एन्डोन्यूक्लियस का उपयोग किया गया, जिससे पता चला है, कि एचबीएस जीन कई हैप्लोटाइप से जुड़ी है, जो एचबी ए जीन से अलग हैं। [10] अफ्रीका में, एचबीएस जीन तीन मुख्य हैप्लोटाइप से क्रमशः बेनिन, सेनेगल, और सेंट्रल अफ्रीकन रिपब्लिक (बंटू) से जुड़ी पाई गई है, जो अफ्रीका के अलग-अलग क्षेत्रों में पाए जाते हैं। इसके अलावा, सऊदी अरब और मध्य भारत में एशियाई हैप्लोटाइप भी पाया गया है। क्षेत्रीय हैप्लोटाइप्स की उपस्थिति से पता चलता है कि इन क्षेत्रों में उत्परिवर्ती बीटा ग्लोबिन जीन स्वतंत्र रूप से विकसित हुआ है। सिकल सेल उत्परिवर्तन का उच्च प्रसार प्राकृतिक चयन का परिणाम है, जो मलेरिया-स्थानिक क्षेत्रों में अधिक दिखता है।

व्यापक रूप से स्वीकृत परिकल्पना यह है, कि एचबीएस फाल्सीपेरम मलेरिया के खिलाफ चयनात्मक रोकथाम देता है, शायद पीएफ द्वारा शारीरिक ऑक्सीजन तनाव पर भी सिकलिंग के शामिल होने का कारण माना गया है। भारत में सिकल सेल रोग मुख्य रूप से आदिवासी समुदायों में देखा जाता था। क्योंकि भारत से फारस की खाड़ी क्षेत्र में जीन प्रवाह के लिए प्रवासन और व्यापार अधिक प्रशंसनीय मार्ग प्रतीत होते थे। यहां सिकल सेल रोग ने उन अफ्रीकियों की संतानों को प्रभावित किया, जो मुगलों के युग में भारत की यात्रा करते थे, और अक्सर भारतीय राजकुमारों के प्रेटोरियन गार्ड के रूप में सेवा करते थे।

भारत में जनजातीय समुदायों में सिकल जीन की व्यापकता:

विश्व में जनजातीय लोगों की सबसे बड़ी सघनता भारत में है, जहां वे सबसे पहले बसने वाले माने जाते हैं। 2011 की जनगणना के अनुसार भारत की कुल जनसंख्या का 8.6% या 67.8 मिलियन व्यक्ति आदिवासी हैं। ये जनजातियाँ मुख्यतः मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, ओडिशा, गुजरात, राजस्थान, झारखंड, छत्तीसगढ़, आंध्र प्रदेश, पश्चिम बंगाल, और कर्नाटक राज्यों में निवास करती हैं, और अधिकांश ग्रामीण इलाकों में रहती हैं। भारत में कुल 461 अनुसूचित जनजातियाँ हैं, जिनकी अलग-अलग सामाजिक संरचनाएँ, बोलियाँ, और सांस्कृतिक पैटर्न हैं, जो आमतौर पर उनकी अपनी सीमाओं में ही रहते हैं। व्यापक अंतर्विवाह जो कई हजार साल पहले पूरे उपमहाद्वीप में हुआ

करता था, ने अपनी आबादी के आनुवंशिक समूह को इतनी अच्छी तरह से मिश्रित किया है, कि इसने आज की सबसे अलग जनजातियों के जीनोम में भी स्पष्ट प्रतिबिंब छोड़ दिया है।

लेहमैन और कटबुश ने 1952 में दक्षिणी भारत के नीलगिरी हाइलैंड्स की स्वदेशी जनजातियों में सिकल हीमोग्लोबिन की पहली पहचान की। उसी वर्ष, उनलप और मजूमदार ने ऊपरी असमिया चाय बागान कार्यबल में सिकल हीमोग्लोबिन का अस्तित्व दर्शाया, जो मुख्य रूप से बिहार और ओडिशा के आदिवासी समुदायों के प्रवासी मजदूर थे। [11], अध्ययन से पता चला कि सिकल सेल जीन भारत में सामाजिक-आर्थिक रूप से वंचित जातीय समूहों, जैसे अनुसूचित जनजाति, अनुसूचित जाति और अन्य पिछड़े वर्गों में सामान्य है। विभिन्न जातीय समूहों में सिकल सेल वाहकों की व्यापकता 1% से 40% तक भिन्न होती है। मध्य प्रदेश राज्य में, 9,61,492 सिकल विषमयुग्मजी और 67,861 सिकल समयुग्मजी के साथ सबसे अधिक संख्या पाई जाती है। मध्य प्रदेश के 45 में से 27 जिले सिकल सेल बेल्ट में आते हैं, जहां एचबीएस की व्यापकता 10% से 33% तक है। अनुमान है कि राज्य में 13,432 गर्भधारण से सिकल सेल रोग वाले बच्चे जन्म ले सकते हैं, और हर साल लगभग 3358 सिकल समयुग्मजी बच्चों का जन्म होता है। [12] मध्य भारत के प्रमुख आदिवासी समुदाय भील और गोंड हैं। महाराष्ट्र के विदर्भ क्षेत्र, सतपुड़ा पर्वतमाला, और मराठवाड़ा के कुछ हिस्से सिकल जीन से प्रभावित हैं। विभिन्न जनजातियों में सिकल सेल वाहकों की दर 0% से 35% तक है। भील, माड़िया, पावरा, परधान, और ओटकर जनजातियों में एचबीएस का प्रसार 20.8% है। गढ़चिरौली, चंद्रपुर, नागपुर, भंडारा, यवतमाल, और नंदुरबार जिलों में सिकल सेल एनीमिया के 5000 से अधिक मामले पाए गए हैं। [13]

भारत में सिकल सेल रोग के बारे में कुछ आँकड़े इस प्रकार हैं:

व्यापकता: सिकल सेल रोग (एससीडी) के वैश्विक बोझ का 14.5% भारत में है। एससीडी की व्यापकता क्षेत्र के अनुसार अलग-अलग होती है, मध्य और पूर्वी क्षेत्रों में पश्चिम और दक्षिण क्षेत्रों की तुलना में अधिक व्यापकता होती है। [25]

नवजात शिशु: 2010 में, भारत में अनुमानित 42,016 बच्चे एससीडी के साथ पैदा हुए थे। [25]

उच्च प्रसार वाले राज्य: मध्य प्रदेश में एससीडी का प्रसार सबसे अधिक है, इसके बाद महाराष्ट्र, गुजरात, ओडिशा और केरल राज्य हैं। [26]

रोगियों की संख्या: भारत में एससीडी के 20 लाख से अधिक रोगी हैं।

स्क्रीनिंग: राष्ट्रीय सिकल सेल एनीमिया उन्मूलन मिशन के अंतर्गत 3.37 करोड़ से अधिक लोगों की जांच की जा चुकी है, जिसमें एससीडी वाले 1.40 लाख से अधिक लोगों की पहचान की गई है।[25]

विकलांगता प्रमाण पत्र: विशिष्ट विकलांगता पहचान परियोजना (यूडीआईडी) ने एससीडी वाले लोगों को 13,677 विकलांगता प्रमाण पत्र जारी किए हैं। [27]

सिकल सेल हीमोग्लोबिन:

सिकल सेल हीमोग्लोबिन (एचबीएस) हजारों वर्षों से मौजूद है। घाना के चिकित्सक डॉ कोनोटे अहुलु ने पश्चिम अफ्रीकी जनजातियों में सिकल सेल एनीमिया के नैदानिक लक्षणों के विभिन्न नाम उजागर किए। शिकागो के चिकित्सक रॉबर्ट हेरिक ने 1910 में सिकल कोशिकाओं (सेल) की खोज की थी। होमोजीगस सिकल सेल एनीमिया सबसे प्रचलित और खतरनाक प्रकार है, लेकिन अन्य सिकल विकार भी हैं, जो हीमोग्लोबिन एस को हीमोग्लोबिन सी, डी, थैलेसीमिया और अन्य प्रकारों से जोड़ते हैं। सिकल सेल रोग का कारण एकल आधार जोड़ी उत्परिवर्तन है, जिसमें बीटा-ग्लोबिन श्रृंखला के छठे कोडन में एडेनिन से थाइमिन का परिवर्तन होता है, जिससे ग्लूटामिक एसिड की जगह वेलिन आ जाता है। लिनुस पॉलिंग ने 1949 में इलेक्ट्रोफोरेटिक रूप से भिन्न हीमोग्लोबिन को इस प्रतिस्थापन के आधार पर पहचाना। जब एचबीएस डीऑक्सीजनीकृत होता है, तो बीटा-6 वेलिन पास की बीटा-ग्लोबिन श्रृंखला में हाइड्रोफोबिक कोष्ठक (जेब) में छिप जाता है, जिससे असाध्य पॉलिमर बनते हैं। ये पॉलिमर पर्याप्त मात्रा में होने पर हंसिया के आकार का निर्माण करते हैं। इस प्रक्रिया से लाल रक्त कोशिका झिल्ली नष्ट हो जाती है और सूक्ष्म-रक्त वाहिनियों में रुकावट उत्पन्न होती है। सिकल लाल रक्त कोशिकाएं विभिन्न साइटोकिन्स के साथ परस्पर क्रिया करती हैं और एंडोथेलियम कोशिकाओं से जुड़ जाती हैं।

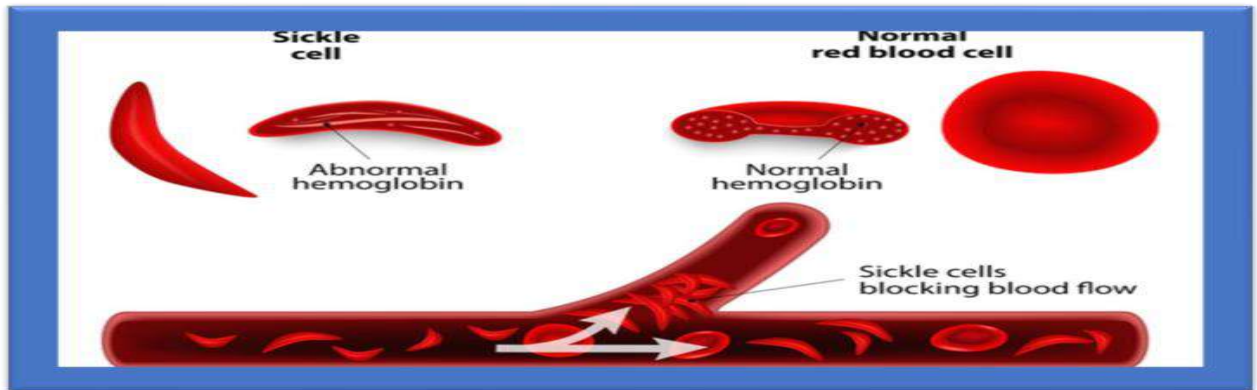
एससीडी की पैथोफिजियोलॉजी माइक्रोथ्रोम्बोसिस और माइक्रोएम्बोलाइज़ेशन पर आधारित है। कई एससीडी रोगियों में क्रोनिक रेटिकुलोसाइटोसिस और हीमोग्लोबिन स्तर 20% से 35% के बीच होता है। बुखार, संक्रमण, शारीरिक गतिविधि, तापमान परिवर्तन, हाइपोक्सिया, और हाइपरटोनिक समाधान लक्षणों को बढ़ा सकते हैं। एससीडी रोगियों में घने, निर्जलित एरिथ्रोसाइट्स की संख्या अधिक होती है। वेलिन के प्रतिस्थापन से हीमोग्लोबिन एस के ऑक्सीजनयुक्त रूप पर न्यूनतम प्रभाव पड़ता है।

डीऑक्सीजनेटेड हीमोग्लोबिन एस के कारण अघुलनशील फाइबर और बंडलों के उत्पादन के परिणामस्वरूप लाल रक्त कोशिका एक सिकल आकार में विकृत हो जाती है, जिसमें डीऑक्सीजनेटेड हीमोग्लोबिन ए से अलग विशेषताएं होती हैं। लाल रक्त कोशिकाओं की झिल्ली के क्षतिग्रस्त होने से कोशिका की व्यवहार्यता में

कमी आती है, जो लगातार हेमोलिटिक एनीमिया का कारण बनता है। इस क्षति से स्ट्रोक का खतरा बढ़ जाता है और बिलीरुबिन पित्त पथरी का उत्पादन बढ़ जाता है, जो काफी खतरनाक होता है।

सिकल लाल रक्त कोशिकाएं रक्त प्रवाह में यांत्रिक बाधा डालती हैं, जिससे एनीमिया बढ़ता है, और वासो-ओक्लूसिव परिणामों का जोखिम बढ़ता है। एनीमिया आंशिक रूप से सिकलिंग के कारण चिपचिपाहट में वृद्धि को कम करके वासो-ओक्लूसिव परिणामों से रक्षा कर सकता है। स्ट्रोक, फुफ्फुसीय उच्च रक्तचाप, और दर्द संकट को रोकने के लिए सावधानीपूर्वक रक्त आधान और विनिमय आधान की सिफारिश की जाती है। रक्त आधान न केवल ऑक्सीजन पहुंचाता है, बल्कि सिकलिंग कोशिकाओं की संख्या भी घटाता है। ट्रांसफ्यूजन के दुष्प्रभावों पर व्यापक शोध हुआ है, जिसमें आयरन की अधिकता और ऑटोइम्यूनाइजेशन, एचआईवी और हेपेटाइटिस सहित संक्रामक बीमारियों का प्रसार शामिल है। इसके अतिरिक्त विश्व स्तर पर बड़ी संख्या में सिकल सेल एनीमिया रोगियों का अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण सफल रहा है।[14] इस प्रक्रिया की अनुमति केवल कुछ रोगियों के लिए है, और अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण से जुड़े 50% से 100% मृत्यु दर का मुख्य कारण ग्राफ्ट-वी-होस्ट रोग है।

1950 के दशक से एचबीएफ पर औषधीय हस्तक्षेप की संभावनाओं पर विचार किया गया है। कई एजेंटों का परीक्षण हुआ, लेकिन हाइड्रोक्सीयूरिया सबसे सुरक्षित और प्रभावी साबित हुआ है, हालांकि यह स्पष्ट नहीं है, कि यह एचबीएफ संश्लेषण को कैसे बढ़ाता है। हाइड्रोक्सीयूरिया को नाइट्रिक ऑक्साइड के संश्लेषण से भी जोड़ा गया है, जो एक शक्तिशाली एंडोथेलियम आराम देने वाला एजेंट है।[15] सिकल लाल रक्त कोशिकाएं सामान्य कोशिकाओं की तुलना में अधिक लेमिनिन उत्पन्न करती हैं, जो एंडोथेलियम मैट्रिक्स में महत्वपूर्ण है। एससीडी में हाइपरकोएग्युलेबिलिटी का दस्तावेजीकरण किया गया है, लेकिन यह स्पष्ट नहीं है कि यह वासो-ओक्लूसिव संकट में योगदान करती है या इसके परिणामस्वरूप होती है।



चित्र 1: सिकल सेल लाल रक्त कोशिका [16]

सिकल सेल की प्रवृत्ति:

सिकल सेल विशेषता एक सौम्य विकार है, जिसमें केवल एक असामान्य हीमोग्लोबिन बीटा जीन एलील होता है, जबकि सिकल सेल रोग (एससीडी) में दोनों जीन एलील असामान्य होते हैं। एससीटी वाले मरीजों में जीवन की गुणवत्ता आमतौर पर बेहतर होती है और वे सिकलिंग के लक्षणों का अनुभव नहीं करते, जबकि एससीडी वाले मरीजों को इससे संबंधित समस्याएं होती हैं। एचबीएस, जिसे सिकल हीमोग्लोबिन कहा जाता है, एक असामान्य हीमोग्लोबिन का रूप है, जो बीटा ग्लोबिन श्रृंखला में बिंदु उत्परिवर्तन के कारण बनता है। यह उत्परिवर्तन बीटा हीमोग्लोबिन के कोडन 6 को ए से टी में बदलता है, जिससे वेलिन की जगह ग्लूटामिक एसिड लेता है। सिकल सेल विशेषता वाले व्यक्ति को एक माता-पिता से एचबीएस और दूसरे से एचबीए विरासत में मिलता है। अफ्रीका और सऊदी अरब जैसे क्षेत्रों में इसका प्रसार 25% से 60% तक हो सकता है। अफ्रीका और मध्य पूर्व से प्रवास के कारण, पश्चिमी क्षेत्रों में सिकल सेल विशेषता और बीमारी के मामलों में वृद्धि हो रही है। सिकल सेल लक्षण आमतौर पर वासो-ओक्लूसिव संकट का कारण नहीं होते, लेकिन सिकलिंग को बढ़ावा देने वाले कारक होने पर सिकल सेल एनीमिया जैसे लक्षण दिखाई दे सकते हैं। सिकल सेल विशेषता वाले मरीजों को आमतौर पर कोई गंभीर संकट नहीं होता और अधिकांश समय वे लक्षणहीन रहते हैं। कुछ मामलों में, वे रबडोमायोलिसिस और हेमट्यूरिया जैसे लक्षण दिखा सकते हैं, लेकिन उन्हें चिकित्सा हस्तक्षेप की आवश्यकता कम होती है। यदि लक्षण उत्पन्न होते हैं, तो समय पर उपचार की सिफारिश की जाती है। डॉक्टरों को सिकल सेल विशेषता से संबंधित समस्याओं, जैसे पैपिलरी नेक्रोसिस, के बारे में सतर्क रहना चाहिए। विभेदक निदान के लिए बीटा-थैलेसीमिया और अन्य सिकल सेल रोगों को ध्यान में रखना महत्वपूर्ण है। सिकल सेल विशेषता वाले मरीज आमतौर पर सामान्य आबादी की तरह दीर्घकालिक जीवन जीते हैं, हालांकि वे कुछ विशेष समस्याओं का सामना कर सकते हैं। यह महिला रोगियों में स्पर्शोन्मुख बैक्टीरियुरिया, वृक्क पैपिलरी नेक्रोसिस संबंधी हेमट्यूरिया, स्प्लेनिक रोधगलनए वृक्क मज्जा कैंसर, क्रोनिक किडनी रोग और परिश्रम संबंधी मृत्यु दर के रूप में प्रस्तुत होता है। सिकल सेल विशेषता वाले मरीजों में एक महत्वपूर्ण दुष्प्रभाव पैपिलरी नेक्रोसिस है। जिनका औसत एचबीएस स्तर 34% या उससे अधिक होता है, उनमें पैपिलरी नेक्रोसिस का जोखिम 20% एचबीएस स्तर वाले लोगों की तुलना में अधिक होता है। सिकल हीमोग्लोबिन की उपस्थिति से गुर्दे की छोटी केशिकाओं में माइक्रोथ्रोम्बस और रोधगलन हो सकता है, जो नेक्रोसिस का कारण बनता है। इस स्थिति में पेट में दर्द और व्यापक हेमट्यूरिया आम लक्षण होते हैं। उपचार में बिस्तर पर आराम, आईवी तरल पदार्थ, और दर्द नियंत्रण शामिल होते हैं।

सिकल सेल रोग के जोखिम कारक:

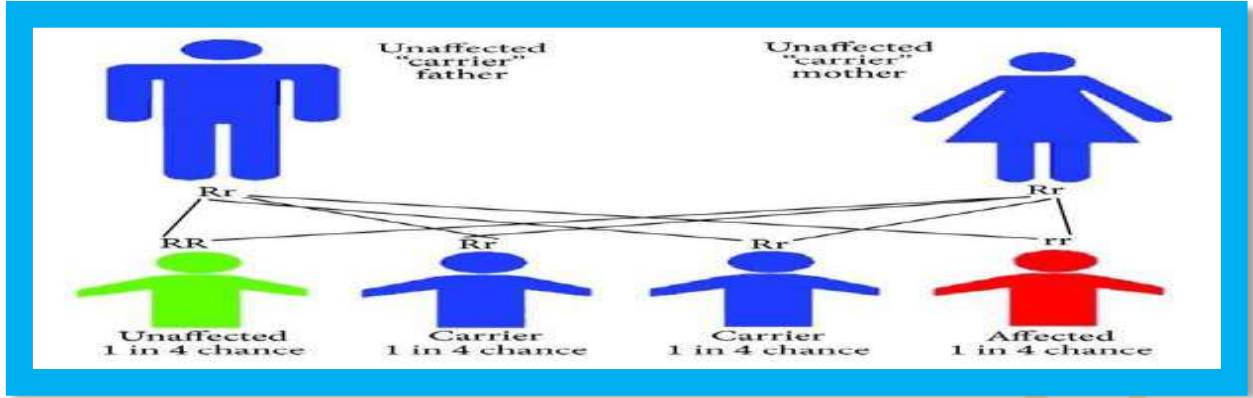
दुनिया में दो मिलियन सिकल सेल लक्षण के वाहक हैं। अधिकांश वाहक कोई लक्षण प्रदर्शित नहीं करते हैं, और उनका सिकल हीमोग्लोबिन (एचबीएस) प्रतिशत न्यूनतम होता है। सिकल सेल रोग दो वाहकों से उनकी संतानों में सिकल सेल गुण के स्थानांतरण के माध्यम से उत्पन्न हो सकता है। प्रत्येक गर्भावस्था में सिकल सेल विशेषता वाले दो बच्चे पैदा होने की 50% संभावना होती है, और बच्चे में सिकल सेल बीमारी विकसित होने की 25% संभावना होती है। संयुक्त राज्य अमेरिका में सिकल सेल रोग के अधिकांश मरीज़ काले लोग या अफ्रीकी मूल के लोग हैं।

1. सिकल सेल लक्षण 13 काले या अफ्रीकी अमेरिकी नवजात शिशुओं में से 1 को प्रभावित करता है।
2. प्रत्येक 365 में से एक काला या अफ्रीकी अमेरिकी बच्चा सिकल सेल रोग से प्रभावित होता है।

सिकल सेल रोग बड़ी संख्या में स्पैनिश, दक्षिणी यूरोपीय, मध्य पूर्वी और एशियाई भारतीय वंश के लोगों को प्रभावित करता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में, लगभग दस लाख लोग सिकल सेल रोग से पीड़ित हैं। सिकल सेल संकट के लिए पूर्वनिर्धारित कारक: (1). संदूषण (2). अपर्याप्त ऑक्सीजन तनाव (3). सह-मौजूदा चिकित्सा रोग (जैसे हर्पीस, मधुमेह, या सारकोइडोसिस) (4). तरल पदार्थ की कमी (5). एसिडिमिया (6). जोरदार शारीरिक गतिविधि (7). तंबाकू (8). मातृत्व (9). ठंड की स्थिति आदि हो सकते हैं।

सिकल सेल रोग का नैदानिक महत्व:

सिकल सेल एनीमिया के उपचार में एचबीएफ (फेटल हेमोग्लोबिन) की औषधीय वृद्धि शामिल होती है, जिससे सिकल सेल रोग के रोगियों में बेसलाइन हेमोग्लोबिन का 2% से 20% के बीच अनुमानित होता है। एचबीएफ की उच्च ऑक्सीजन बंधन क्षमता के कारण दर्द संकट और सिकलिंग की संभावना कम होती है। हाइड्रोक्सी यूरिया, जो एचबीएफ के स्तर को बढ़ाता है, गंभीर एनीमिया और वासो-ओक्लूसिव संकट वाले मरीजों के लिए फायदेमंद हो सकता है। एचबीएफ सिकल हीमोग्लोबिन के पोलिमराइजेशन को रोकता है, जो सिकल सेल रोग की प्रमुख समस्या है। एक वर्ष की आयु में एचबीएफ का स्तर जन्म के समय 85% से घटकर 1% हो जाता है, जबकि वयस्क हीमोग्लोबिन (एचबीए) बढ़ता है।



चित्र 3:सिकल सेल विकार वंशानुक्रम पैटर्न [17]

सिकल सेल रोग का निदान:

सिकल सेल रोगियों में यकृत समस्याएं जैसे हल्के पीलिया से लेकर गंभीर स्थितियों जैसे तीव्र या दीर्घकालिक यकृत विफलता तक हो सकती हैं। यकृत असामान्यताओं का संदेह होने पर पूरी जांच करनी चाहिए और अन्य संभावित कारणों, जैसे दवा-प्रेरित क्षति और वायरल हेपेटाइटिस को खारिज करना आवश्यक है। नैदानिक मूल्यांकन में दवाओं, शराब, और मेटाबॉलिक सिंड्रोम का ध्यान रखना चाहिए, और नियमित अल्ट्रासाउंड के साथ एमआरसीपी, सीटी, और एंडोस्कोपिक अल्ट्रासाउंड का उपयोग किया जाना चाहिए। साथ ही, हेपेटाइटिस बी, सी, एचआईवी, सीएमवी, एपस्टीन-बार वायरस, हेपेटाइटिस ए और हेपेटाइटिस ई वायरस की जांच भी करनी चाहिए।

सिकल सेल रोग के मामलों में एंटीन्यूक्लियर एंटीबॉडी, चिकनी मांसपेशी एंटीबॉडी, यकृत/गुर्दे एंटीबॉडी, एंटी-घुलनशील यकृत एंटीजन, एंटीमाइटोकॉन्ड्रियल एंटीबॉडी, अल्फा-फेटोप्रोटीन स्तर, और सेरुलोप्लास्मिन की जांच करनी चाहिए। कुछ मामलों में, आयरन की मात्रा, सीरम फेरिटिन और आयरन स्थिति की जांच के लिए एमआरआई जैसे परीक्षण आवश्यक हो सकते हैं। यकृत क्षति की पहचान से पहले अन्य संभावित कारणों को खारिज करना जरूरी है। यकृत में गंभीर भागीदारी वाले मरीजों में एन्सेफैलोपैथी और कोगुलोपैथी के लक्षण हो सकते हैं, इसलिए प्रोथ्रोम्बिन समय (पीटी) और अंतरराष्ट्रीय सामान्यीकृत अनुपात (आईएनआर) की सावधानीपूर्वक निगरानी की जानी चाहिए।

भारतीय उपमहाद्वीप में सिकल सेल रोग जैसी बीमारियों में लेप्रोस्पायरोसिस, मलेरिया, और स्क्रब टाइफस शामिल हैं, इसलिए इनसे बचना चाहिए। ऑटोइम्यून हेपेटाइटिस और विल्सन रोग भी सिकल हेपेटिक संकट जैसी तीव्र समस्याएं उत्पन्न कर सकते हैं, इसलिए इनकी जांच उन रोगियों पर की जानी चाहिए जिनमें तीव्र यकृत संकट है। गंभीर रोगियों को एक्सचेंज ट्रांसफ्यूजन की आवश्यकता है या नहीं, यह निर्धारित करने और उनके उपचार की प्रतिक्रिया की निगरानी के लिए हीमोग्लोबिन वैद्युतकणसंचलन की नियमित जांच करनी चाहिए। यकृत ऊतक विज्ञान का उपयोग केवल तब किया जाना चाहिए जब इससे उपचार में बदलाव की उम्मीद हो।

सिकल सेल रोग के निदान में प्रगति:

सिकल सेल रोग का निदान आम तौर पर सीधा होता है, और इसे अक्सर एक महत्वपूर्ण अवरोध नहीं माना जाता है। यद्यपि रोग का नामित सिकल आकार की लाल रक्त कणिका (कोशिका) हमेशा रोगी की रक्त फिल्म में मौजूद नहीं होता है, फिर भी एचबीएस के विशिष्ट प्रवास का इलेक्ट्रोफोरेटिक विश्लेषण सिकल विकार का सटीक निदान कर सकता है। एचबीएस के विशिष्ट प्रवासन का एक इलेक्ट्रोफोरेटिक विश्लेषण सिकल विकारों का सटीक निदान कर सकता है। कुछ सिकलिंग जीनोटाइप के लिए, वैद्युतकणसंचलन एक निर्णायक निदान प्रदान करता है, लेकिन दूसरों के लिए नहीं करता। उदाहरण के लिए, एचबीएसबी⁺-थैलेसीमिया का संकेत तब होता है, जब सिकल सेल रोग के रोगी के रक्त में एचबी एस की तुलना में कम एचबीए होता है। इसके अलावा, जब इलेक्ट्रोफोरेसिस द्वारा कोई एचबीए का पता नहीं लगाया जाता है, तो समयुग्मजी एचबीएसएस के बीच अंतर करना काफी चुनौतीपूर्ण हो सकता है। HbSbo-थैलेसीमिया के मामलों में, HbSbo-थैलेसीमिया के निदान के लिए कम मध्य कणिका आयतन और ऊंचे Hb A2 स्तर का उपयोग किया जाता है। सौभाग्य से, हीमोग्लोबिन रोग वाला प्रत्येक रोगी संयुक्त राज्य अमेरिका में कई शीर्ष संदर्भ प्रयोगशालाओं में से एक में एक निश्चित आणविक निदान प्राप्त कर सकता है।

सिकलिंग विकारों के निदान में मुख्य चुनौती प्रसवपूर्व चरण में सटीक पहचान करना है, जो जोड़े को गर्भपात का निर्णय लेने में मदद करती है। पहले, भ्रूण का निदान केवल गर्भावस्था के 20वें सप्ताह के बाद किया जा सकता था, लेकिन अब डीएनए डायग्नोस्टिक्स की प्रगति के कारण पहली तिमाही में कोरियोनिक विलस बायोप्सी और मां के रक्त से भ्रूण की कोशिकाओं का उपयोग कर निदान संभव हो गया है।

सिकल सेल रोग की स्क्रीनिंग के लिए उपयुक्त प्रौद्योगिकियाँ:

देश के विभिन्न भागों में सिकल सेल हीमोग्लोबिन की महामारी विज्ञान पर आधारित प्रारंभिक अध्ययनों में से अधिकांश में सिकल या घुलनशीलता परीक्षण का उपयोग किया गया था। कई रिपोर्टों में, इसके बाद एचबी

इलेक्ट्रोफोरेसिस किया गया, जो सिकल सेल रोग के रोगियों में फेनोटाइप निर्धारित करने के लिए किया जाता है, और बाद में रोग की पुष्टि करता है। बहरहाल, हाल के दिनों में, कई व्यापक पहल ने सिकल हीमोग्लोबिन और β -थैलेसीमिया वाहकों का पता लगाने के लिए उच्च निष्पादन तरल क्रोमैटोग्राफी (एचपीएलसी) परीक्षण को एकीकृत किया है। कुछ केंद्रों में, केशिका वैद्युतकणसंचलन का भी अब उपयोग किया जाता है। लेकिन आसान और सस्ती घुलनशीलता परीक्षण अभी भी अन्य सुविधाओं तक पहुंच के बिना दूरदराज के क्षेत्रों में सिकल हीमोग्लोबिन के लिए एक अच्छी शुरुआती जांच के रूप में काम कर सकता है, क्योंकि एचपीएलसी की तुलना में इसमें क्रमशः 97.4 % और 100% की संवेदनशीलता और विशिष्टता पाई गई है। [18]

सिकल सेल रोग का प्रबंधन:

5-एज़ेसिटिडाइन: 5-एजेसाइटिडीन पहली दवा थी जिसका उपयोग वयस्क अवस्था में एचबी एफ अभिव्यक्ति को उत्तेजित करने के लिए किया गया था। यह दवा जी-ग्लोबिन जीन को एपिजेनेटिक रूप से शांत करने का काम करती है, जिससे वयस्क अवस्था में एचबीएफ के उच्च स्तर को बढ़ावा मिलता है। भ्रूण के जीवन में जी-ग्लोबिन जीन हाइपोमेथिलेटेड और वयस्क बी-ग्लोबिन जीन हाइपरमेथिलेटेड होते हैं। 5-एजेसाइटिडीन ने एनीमिक बबून में एचबी एफ के उच्च स्तर को दिखाया और बी-थैलेसीमिया और एससीडी रोगियों के एक छोटे समूह में भी इसका प्रभाव देखा गया। [19]

हाइड्रोक्सीयूरिया: हाइड्रोक्सीयूरिया, अपने विभिन्न क्रियाविधियों के साथ, सिकल सेल एनीमिया (SCA) के लिए चिकित्सीय लाभ प्रदान करता है, और इसमें एक आदर्श दवा के गुण होते हैं। पिछले 25 वर्षों में इसकी प्रभावशीलता और सुरक्षा के बारे में काफी अनुभव प्राप्त हुआ है। चरण - 3 के परीक्षणों ने तीव्र वासो-ओक्लूसिव घटनाओं को रोकने में इसके प्रभाव को दर्शाया है। हालांकि हाइड्रोक्सीयूरिया ने दीर्घकालिक लाभ और अंग क्षति की रोकथाम में मदद की है, यह अभी भी एक प्रभावी उपचार नहीं बन पाया है। इसके कम उपयोग का कारण चिकित्सकों में इसकी समझ की कमी और असमान चिकित्सा वितरण प्रणाली है। वर्तमान शोध के अनुसार, युवा सिकल सेल रोगियों को हाइड्रोक्सीयूरिया उपचार मिलना चाहिए, हालांकि इसके दीर्घकालिक प्रभावों पर अभी भी अनिश्चितताएँ हैं। [20]

एनीमिया का उपचार

सिकल सेल रोग (SCD) वाले कई रोगियों को रक्त चढ़ाने के लिए अस्पताल के वार्डों और आपातकालीन कक्षों में रखा जा सकता है, क्योंकि एनीमिया जैसी इस बीमारी में यह एक प्रमुख समस्या है। 2007 के एक अध्ययन में, नाइजीरिया के एक अस्पताल में जिसमें भर्ती 71 बच्चे शामिल थे, में 39.4% में गंभीर एनीमिया पाया गया, जो

आमतौर पर तीव्र सीकेस्ट्रेशन, हाइपर-हेमोलिटिक, वास्कुलो-ओक्लूसिव, और अप्लास्टिक संकटों से जुड़ा हुआ था। इस अध्ययन में यह सुझाव दिया कि एनीमिया के अतिरिक्त कारणों, जैसे सेप्टीसीमिया और मलेरिया पैरासिटिमिया की भी जांच की जानी चाहिए। SCD रोगियों में रक्त आधान का उपयोग स्ट्रोक की रोकथाम के लिए दीर्घकालिक चिकित्सा या एनीमिया और हाइपोवोल्टिमिया को ठीक करने के लिए अंतरिम हस्तक्षेप के रूप में किया जाता है। [21]. ट्रांसफ्यूजन थेरेपी के संकेत निम्नलिखित हैं:

1. क्रोनिक प्लीनिक ज़ब्ती
2. गंभीर या स्थायी अप्लास्टिक संकट
3. तीव्र आघात
4. तीव्र छाती सिंड्रोम; और
5. मलेरिया से जुड़े हेमोलिटिक प्रकरण।

अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण:

सिकल सेल के मरीज़ में, अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण (BMT) उस खराब "मशीनरी" को बदल देता है जो असामान्य सिकल लाल रक्त कोशिकाओं (RBCs) को बनाता है, एक कार्यात्मक मज्जा के साथ जो सामान्य, गैर-सिकल RBCs का उत्पादन करता है। यह विशुद्ध संयोग था कि सिकल सेल रोग के इलाज के लिए पहला सफल अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण हुआ। एक युवा बाल रोगी बच्चे का प्रत्यारोपण प्रक्रिया के माध्यम से ल्यूकेमिया और सिकल सेल रोग दोनों के लिए इलाज किया गया, जिससे रोगी का ल्यूकेमिया भी ठीक हो गया।

जीन थेरेपी:

जीन थेरेपी अभी भी शुरुआती चरण में है, लेकिन यह सिकल सेल रोग के इलाज के लिए आशाजनक है। चिकित्सीय एंटी-सिकलिंग कोडिंग जीन (जीन को जोड़ना) को पेश करने के लिए, गामा ग्लोबिन जीन रिप्रेसर्स (एचबीएफ प्रेरण) को शांत करके एचबीएफ को प्रेरित कर या क्लस्टर्ड रेगुलरली इंटरस्पेस्ड शॉर्ट पालिंड्रोमिक रिपीट (सीआरआईएसपीआर) जैसी जीनोमिक इंजीनियरिंग तकनीकों का उपयोग करके सिकल जीन उत्परिवर्तन को सही किया जा सकता है। Cas9 (जीन सुधार) तकनीकी में वायरल वैक्टर का उपयोग किया जाता है।

2017 में, सिकल सेल रोग के लिए पहला प्रभावी जीन उपचार विकसित किया गया था, जिसमें लेंटिवायरल वैक्टर के जरिए एंटी-सिकलिंग बीटा-ग्लोबिन जीन को रोगी की स्टेम कोशिकाओं में शामिल किया गया है। वर्तमान

में कई नैदानिक परीक्षण इसकी प्रभावशीलता की जांच कर रहे हैं, लेकिन कोई निर्णायक सफलता नहीं मिली है। इसलिए, प्रभावशीलता निर्धारित करने के लिए निरंतर परीक्षण की आवश्यकता है।

सिकल सेल रोग में मृत्यु दर:

दुनिया भर में सिकल सेल रोग से संबंधित मृत्यु दर एक समान और स्थिर नहीं है। उच्च आय वाले देशों में जन्में बच्चों की जीवित रहने की संभावना अधिक होती है, जबकि विकासशील देशों में यह दर कम होती है। जब प्रमुख हीमोग्लोबिनोपैथियों (जैसे एससीडी) की बात आती है, तो उच्च आय वाले देशों में पैदा हुए बच्चों के जीवित रहने की बेहतर संभावना होती है और विकासशील देशों में पैदा हुए बच्चों की तुलना में मृत्यु दर कम होती है। समृद्ध देशों में शीघ्र निदान, बेहतर देखभाल, आसान पहुंच, देखभालकर्ता शिक्षा और बेहतर रोग प्रबंधन के कारण सिकल सेल रोग के मरीज समृद्ध देशों में अधिक समय तक जीवित रहते हैं। उदाहरण के लिए, अमेरिका में सिकल सेल से पीड़ित पुरुष 42 वर्ष तक और महिलाएं 48 वर्ष तक जीवित रह सकते हैं, जबकि जमैका में यह अवधि क्रमशः 53 और 58.5 वर्ष देखी गई है [22] दूसरी ओर, उप-सहारा अफ्रीका में सिकल सेल रोग से पीड़ित लगभग 50-80% बच्चे मुख्यतः संसाधनों की कमी और प्रबंधन की कमजोरियों के कारण पांच साल की उम्र से पहले ही मर जाते हैं। क्लिन एट अल. (2010) [24] में पाया गया कि सिकल सेल रोग से पीड़ित जिन बच्चों का डलास, टेक्सास में अनुवर्ती कार्रवाई की गई, उनमें से 93.9% वयस्क होने तक जीवित रहे (क्लिन, रोजर्स, मैककविट, और बुकानन, 2010)[24] जमैका में जीवन प्रत्याशा महिलाओं के लिए 58.5 वर्ष और पुरुषों के लिए 53 वर्ष है (वेरेन्गा, हैम्बलटन, और लुईस, 2001)। [22] दूसरी ओर, अयगुन और ओडेम के 2010 के आंकड़े बताते हैं, कि सिकल सेल बीमारी के साथ पैदा हुए 50-80% अफ्रीकी बच्चे पांच साल की उम्र से पहले ही मर जाते हैं। उप-सहारा अफ्रीका की उच्च मृत्यु दर में कई कारण योगदान करते हैं, जैसे कि व्यापक सिकल सेल रोग प्रबंधन कार्यक्रमों की कमी और दुर्लभ संसाधन जो देखभाल तक पहुंच में बाधा डालते हैं। अधिकांश गरीब संसाधन वाले देश नवजात शिशुओं की जांच और रोगनिरोधी पेनिसिलिन इंजेक्शन जैसे हस्तक्षेपों को लागू करने में असमर्थ हैं, जो अमीर देशों में सिकल सेल रोग के रोगियों के बीच मृत्यु दर को कम करने में सफल साबित हुए हैं।

चुनौतियाँ और संकट:

सिकल सेल रोग के निदान के प्रति सीमित नैदानिकी विश्लेषणों, छोटे नैदानिक अध्ययनों और राष्ट्रीय स्वास्थ्य संस्थानों से असमान वित्तपोषण का परिणाम एक बड़ी समस्या है। हालाँकि, वर्तमान में सिकल सेल रोग के लिए नए उपचारों की पहचान करने के लिए अनुसंधान कार्य किया जा रहा है। वर्तमान में आयु और जीनोटाइप-विशिष्ट अनुसंधान की आवश्यकता के कारण, कई उपचारों के लिए उपलब्ध साक्ष्य अपर्याप्त हैं। कई नैदानिक

चिंताएँ और चुनौतियाँ अनसुलझी हैं, जो सिकल सेल रोग की चिकित्सा को सीमित करती हैं। इसके लिए तीन मुख्य मुद्दों पर ध्यान देने की आवश्यकता है: (1) गर्भवती सिकल सेल रोगी महिलाओं के लिए उपचार के विकल्प; (2) हेमेटोपोएटिक स्टेम सेल प्रत्यारोपण और जीन थेरेपी की वर्तमान स्थिति के आसपास नैतिक दुविधाएँ, विशेष रूप से स्पर्शोन्मुख रोगियों के लिए; और (3) उस आबादी के लिए दर्द को प्रबंधित करने का सबसे अच्छा तरीका जो अपने पूरे जीवन में तीव्र और दीर्घकालिक दर्द का अनुभव करता है, जो उम्र के साथ बदतर होती जाती है और सामाजिक-आर्थिक तनावों के साथ बदलती रहती है।

सिकल सेल रोग विकृति विज्ञान को लक्षित करने वाली वर्तमान और भविष्य की चिकित्साएँ:

सिकल सेल रोग की रुग्णता से बचने के लिए कई वर्तमान और संभावित भविष्य संभावी चिकित्सीय उपचार कोशकीय (सेलुलर), आणविक (मोलिक्यूलर) और बायोफिजिकल पैथोबायोलॉजी की हमारी बढ़ती समझ से प्रेरित हैं। यह ये उपचार सिकल सेल रोग की विकृति विज्ञान (पैथोलोजी) के कई पहलुओं को संबोधित करके रोग की गंभीरता को प्रदर्शित करते हैं। कुछ संबंधित या संभावित हस्तक्षेप एचबीएस पोलीमराइजेशन को रोक सकते हैं और एचबीएफ (हाइड्रॉक्सीयूरिया, मेटफॉर्मिन और सोडियम ब्यूटायरेट) के उत्पादन को उत्तेजित करके एरिथ्रोसाइट विकृति को संरक्षित कर सकते हैं, एचबीएस ऑक्सीजन आत्मीयता को ऑलस्टरिक रूप से बदल सकते हैं (5-हाइड्रॉक्सीमेथाइल-2-फुरफुरल या ईएस-103), एरिथ्रोसाइट को रोक सकते हैं निर्जलीकरण (सेनिकापोक), या कार्बन मोनोऑक्साइड (CO) दाताओं (PEGylated गोजातीय कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन) के रूप में कार्य करने में मदद कर सकते हैं।

एंटीपोलीमराइजेशन या एंटीसिकलिंग जैसे हस्तक्षेपों के अलावा, विभिन्न एंटीएडिशन थेरेपी उपलब्ध हैं, जो वासो-ओक्लूजन में बहुकोशिकीय आसंजन कैस्केड के निषेध से जुड़ी हुई हैं। एरिथ्रोसाइट आसंजन को रोकने के उद्देश्य से लक्षित उपचार कई लक्ष्यों पर केंद्रित हैं, जैसे कि पी-सेलेक्टिन (क्रिज़ानलिजुमैब), ई-सेलेक्टिन (रिविपेंसेल), मैक-1 (अंतःशिरा इम्पुनोग्लोबुलिन), प्लेटलेट ग्लाइकोप्रोटीन आईबी α (सीसीपी-224), या माइटोजेन-सक्रिय प्रोटीन काइनेज अवरोधक (एमईके अवरोधक)। सेल-मुक्त एचबी (हैटोग्लोबिन) को साफ़ करके, एनओ संश्लेषण (हाइड्रॉक्सीयूरिया, मौखिक या आईवी नाइट्राइट, इनहेल्ड एनओ, और मौखिक आर्जिनिन) को बढ़ाकर, या ऑक्सीडेटिव तनाव (एल-ग्लूटामाइन और एंटीऑक्सीडेंट) को कम करके, अतिरिक्त अनुशासित या एफडीए-अनुमोदित उपचार रोक जा सकता है। एंडोथेलियल डिसफंक्शन जैसे कि सूजन रोधी हस्तक्षेप, जो हीम क्षरण एंजाइम हेमऑक्सीजिनेज-1 (MP4CO) को प्रेरित करते हैं, ROS (एंटीऑक्सिडेंट और L-ग्लूटामाइन) को खत्म करते हैं, TLR4 सिग्नलिंग को रोकते हैं, NETs को खराब करते हैं (DNase-1), ल्यूकोट्रिएन को रोकते हैं, या इन्फ्लेमसोम को रोकते हैं- या IL-1 β -निर्भर सिग्नलिंग, सिकल सेल रोग के रोगियों में फायदेमंद हो सकता है, जैसा कि सिकल सेल रोग से जुड़ी रुग्णता में बाँझ सूजन की उभरती भूमिका से पता चलता है। उपलब्ध डेटा सिकल सेल बीमारी वाले

रोगियों में इन दवाओं के पुनः उपयोग की सुरक्षा और प्रभावशीलता का मूल्यांकन करने के लिए नैदानिक परीक्षण आयोजित करने की आवश्यकता का समर्थन करता है, और यह भी इंगित करता है कि सिकल सेल रोग में इन्फ्लेमसोम मार्गों के कार्य के बारे में हमारी समझ को आगे बढ़ाने के लिए अतिरिक्त शोध की आवश्यकता है।

सिकल सेल हेपेटोपैथी, जिसे सिकल हेपेटोपैथी भी कहा जाता है, सिकल सेल रोग के कारण यकृत में होने वाली विभिन्न चोटों का परिणाम है। सिकल सेल रोग से कई अंगों को धीरे-धीरे नुकसान पहुंचता है, जिससे रोगियों में रुग्णता बढ़ जाती है। इसमें यकृत की चोट, पित्त पथरी, फुफ्फुसीय उच्च रक्तचाप, गुर्दे की हानि, और स्ट्रोक का खतरा शामिल है। सिकल सेल रोग में यकृत की भागीदारी को पूरी तरह से समझा नहीं गया है, लेकिन इसमें इंटरहेपेटिक कोलेस्टेसिस जैसी गंभीर जटिलताएं शामिल हो सकती हैं। कुछ रोगियों में दीर्घकालिक यकृत विफलता हो सकती है, जबकि अन्य में तीव्र अभिव्यक्तियाँ अधिक सामान्य होती हैं।

निष्कर्ष:

सिकल सेल रोग (एससीडी) एक जटिल आनुवंशिक विकार है, जो दुनिया भर में लाखों लोगों को विशेष रूप से अफ्रीकी, भूमध्यसागरीय, मध्य पूर्वी और भारतीय मूल के लोगों को प्रभावित करता है। यह रोग लाल रक्त कोशिकाओं पर अपने प्रभाव के कारण महत्वपूर्ण रुग्णता और मृत्यु दर का कारण बनता है, जिससे क्रोनिक दर्द, अंग क्षति और प्रभावित व्यक्तियों का जीवनकाल कम हो जाता है।

इन चुनौतियों के बावजूद, चिकित्सा अनुसंधान और उपचार में प्रगति ने एससीडी से पीड़ित कई लोगों के लिए परिणामों में सुधार किया है। हाइड्रोक्सीयूरिया, रक्त आधान जैसे उपचार और अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण जैसे संभावित उपचारात्मक विकल्प लक्षणों से आशा और राहत प्रदान करते हैं। आनुवंशिक परामर्श और चल रही सहायता सेवाएँ व्यक्तियों और परिवारों को बीमारी के मनोवैज्ञानिक और सामाजिक प्रभावों का प्रबंधन करने में भी मदद करती हैं।

सिकल सेल रोग जीवन की गुणवत्ता को प्रभावित करता है, लेकिन उपचार में प्रगति और शोध बेहतर परिणामों की उम्मीद जगाते हैं। इसका प्रबंधन लक्षणों को कम करने, जटिलताओं को रोकने और जीवन की गुणवत्ता को बढ़ाने पर केंद्रित है। आनुवंशिक उपचारों और नए तरीकों पर हो रहे शोध से रोगियों की जीवन प्रत्याशा में सुधार की आशा है। इस रोग से निपटने के लिए और जागरूकता बढ़ाना, स्वास्थ्य सेवाओं की पहुंच बढ़ाना और प्रभावित समुदायों का समर्थन करना आवश्यक है।

1. रिसर्च स्कॉलर सीएसवीटीयू भिलाई (छ. ग.)
2. छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानन्द तकनीकी विश्वविद्यालय भिलाई (छ. ग.)

संदर्भ:

1. Herrick JB. Peculiar elongated and sickle-shaped red blood corpuscles in a case of severe anemia. Archives of internal Medicine. 1910; 6(5):517-21.
2. Pauling L, Itano HA, Singer SJ, Wells IC. Sickle cell anemia, a molecular disease. Science. 1949 Nov 25; 110(2865):543-8.
3. Ingram VM. Sickle-cell anemia hemoglobin: the molecular biology of the first "molecular disease"—the crucial importance of serendipity. Genetics. 2004 May 1; 167(1):1-7.
4. Ballas SK, Kesen MR, Goldberg MF, Luty GA, Dampier C, Osunkwo I, Wang WC, Hoppe C, Hagar W, Darbari DS, Malik P. Beyond the definitions of the phenotypic complications of sickle cell disease: an update on management. The Scientific World Journal. 2012 Oct; 2012.
5. Bunn HF. Pathogenesis and treatment of sickle cell disease. New England Journal of Medicine. 1997 Sep 11; 337(11):762-9.
6. Serjeant GR. One hundred years of sickle cell disease. British journal of haematology. 2010 Dec; 151(5):425-9.
7. Konotey-Ahulu FI. Effect of environment on sickle cell disease in West Africa: Epidemiologic and clinical considerations. Sickle Cell Disease, Diagnosis, Management, Education and Research. Abramson H, Bertles JF, Wethers DL, eds. CV Mosby Co, St. Louis. 1973; 20.
8. Emmel VE. A study of the erythrocytes in a case of severe anemia with elongated and sickle-shaped red blood corpuscles. Archives of Internal Medicine. 1917 Oct 1;20(4):586- NP.
9. Lehmann H. Origin of the sickle cell. South African Association for the Advancement of Science; 1954.
10. Wainscoat JS, Bell JI, Thein SL, Higgs DR, Sarjeant GR, Peto TE, Weatherall DJ. Multiple origins of the sickle mutation: evidence from beta S globin gene cluster polymorphisms. Molecular biology & medicine. 1983 Sep 1;1(2):191-7.
11. Dunlop KJ, Mozumder UK. The occurrence of sickle cell anaemia among a group of tea garden labourers in Upper Assam. The Indian Medical Gazette. 1952 Sep; 87(9):387.
12. Gupta RB. Sickle cell disease load in Madhya Pradesh. RMRCT Update. Newslett Regional Med Res Centre Tribals Jabalpur. 2006 Apr; 3:1-6.

13. Kate SL, Lingojar DP. Epidemiology of sickle cell disorder in the state of Maharashtra. *International Journal of Human Genetics*. 2002 Sep 1;2(3):161-7.
14. Vermylen C. Hematopoietic stem cell transplantation in sickle cell disease. *Blood reviews*. 2003 Sep 1; 17(3):163-6.
15. Platt OS, Brambilla DJ, Rosse WF, Milner PF, Castro O, Steinberg MH, Klug PP. Mortality in sickle cell disease--life expectancy and risk factors for early death. *New England Journal of Medicine*. 1994 Jun 9; 330(23):1639-44.
16. Mazandu GK, Hotchkiss J, Nembaware V, Wonkam A, Mulder N, Sickle Cell Disease Ontology Working Group. The Sickle Cell Disease Ontology: recent development and expansion of the universal sickle cell knowledge representation. *Database*. 2022 Mar 2; 2022.
17. Imaga NA. Phytomedicines and nutraceuticals: alternative therapeutics for sickle cell anemia. *The scientific world journal*. 2013 Jan 1; 2013.
18. Surve RR, Mukherjee MB, Kate SL, Nagtilak SB. Detection of the (beta) s gene: An evaluation of the solubility test against automated chromatography and haemoglobin electrophoresis. *British journal of biomedical science*. 2000 Oct 1; 57(4):292.
19. Balogun RA, Obalum DC, Giwa SO, Adekoya-Cole TO, Ogo CN, Enweluzo GO. Spectrum of musculo-skeletal disorders in sickle cell disease in Lagos, Nigeria. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2010 Dec;5(1):1-6
20. Brawley OW, Cornelius LJ, Edwards LR, Gamble VN, Green BL, Inturrisi C, James AH, Laraque D, Mendez M, Montoya CJ, Pollock BH. National Institutes of Health Consensus Development Conference statement: hydroxyurea treatment for sickle cell disease. *Annals of internal medicine*. 2008 Jun 17; 148(12):932-8.
21. Stuart MJ, Nagel RL. Sickle-cell disease. *The Lancet*. 2004 Oct 9; 364(9442):1343-60.
22. Wierenga KJ, Hambleton IR, Lewis NA, Unit SC. Survival estimates for patients with homozygous sickle-cell disease in Jamaica: a clinic-based population study. *The Lancet*. 2001 Mar 3; 357(9257):680-3.
23. Dipty Jain, Mihir Gupta, Manisha Madkaikar, Rabindra K Jena, Naveen Khargekar, Santosh L Saraf,.Sickle cell disease in India: current status and progress, *The lancet haematology*, Volume 11, Issue 5, e322-e323, May 2024.

24. Quinn CT, Rogers ZR, McCavit TL, Buchanan GR. Improved survival of children and adolescents with sickle cell disease. Blood. 2010; 115 (17):3447-52.
25. Priyanka Rao, Elstin Anbu Raj, Senthikumar Natesan, Nachiket Gudi, Prevalence of Sickle cell disease, Sickle cell trait and HBS-beta-thalassemia in India: A systematic review and Meta-analysis, Clinical Epidemiology and Global Health, Volume 28, July–August 2024, 101678.
26. <https://pib.gov.in/PressNoteDetails.aspx?NotelD=151898&ModuleId=3®=3&lang=1>
(Press Information Bureau, Government of India)
27. <https://sansad.in/getFile/annex/255/AU2832.pdf?source=pqars#:~:text=The%20Ministry%20implements%20Unique%20Disability,persons%20with%20sickle%20cell%20disease.>
(GOVERNMENT OF INDIA, MINISTRY OF SOCIAL JUSTICE AND EMPOWERMENT, DEPARTMENT OF EMPOWERMENT OF PERSONS WITH DISABILITIES, RAJYA SABHA, UNSTARRED QUESTION NO.2832, TO BE ANSWERED ON: 22.12.2021).

शब्दावली आयोजन

7. उत्तराखंड राज्य की ऊपरी यमुना नदी, के पानी की गुणवत्ता का घरेलू एवं सिंचाई उपयोग हेतु आंकलन

पूजा ^{1*}, धीरेन्द्र सिंह बागड़ी ¹, सुमित सिंह राणा¹, सुधीर कुमार ²

सार : ऊपरी इलाकों में यमुना नदी के पानी का उपयोग ऊपरी इलाकों में यहाँ के लोग मुख्य रूप से इसका उपयोग घरेलू और कृषि कार्यों के लिए करते हैं। जैसे-जैसे जनसंख्या प्रतिदिन बढ़ती जा रही है, प्रत्येक मनुष्य का पेट भरने के लिए कृषि आवश्यक है। कृषि में प्रयुक्त उर्वरक, कीटनाशक और अपशिष्ट पदार्थ नदी के जल की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। इस शोध पत्र का उद्देश्य सिंचाई उद्देश्यों के लिए पानी की उपयुक्तता का आकलन करने के लिए नदी के पानी की गुणवत्ता का विश्लेषण करना है। यह अध्ययन ऊपरी यमुना क्षेत्र यानी डाक पत्थर बैराज के निचले हिस्से तक किया गया था। दिसंबर 2021 (शीतकालीन) के अंत और अक्टूबर 2022 (मानसून के बाद) में 17 स्थानों से पानी के नमूने एकत्र किए गए थे। सिंचाई के लिए जल गुणवत्ता सूचकांक विभिन्न भौतिक-रासायनिक विशेषताओं का विश्लेषण करता है, जैसे सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR), मैग्नीशियम खतरा (MH), सोडियम प्रतिशत (Na%), केली का अनुपात (KR), अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC), और कुल कठोरता (TH)। जबकि सर्दियों में TH 41.56 से 139.70 mg/L और मानसून के बाद 35.31 से 278.64 mg/L तक होता है, यह इंगित करता है, कि पानी यहाँ पर नरम से बहुत कठोर श्रेणी (हार्ड) में है। SAR, RSC, RSBC, Na%, SSP, KR, PI, MH, PS और CR के मान अलग-अलग स्थानों पर कुछ उतार-चढ़ाव दिखाते हैं, लेकिन वे सभी खाद्य और कृषि संगठन की अनुशंसित सीमाओं के भीतर हैं। कुल मिलाकर देखा गया कि पानी सिंचाई के लिए उपयुक्त है।

मुख्य शब्द- सिंचाई जल; यमुना नदी; भौतिक-रासायनिक; पानी की गुणवत्ता

1. प्रस्तावना

कृषि उत्पादन श्रृंखला बढ़ती हुई आबादी के दबाव में है, और दक्षता के साथ-साथ उत्पादकता भी बढ़नी चाहिए। बढ़ती आबादी का भरण-पोषण के लिए इस मुद्दे का समाधान करना और खाद्य उत्पादन की स्थिरता को सुनिश्चित करना आवश्यक है। (STATE PROFILE, 2024) उत्तराखंड के सिंचाई क्षेत्र को कृषि-जलवायु परिस्थितियों, ऊंचाई और ढलानों के आधार पर चार क्षेत्रों में विभाजित किया गया है।

जोन ए: औसत समुद्र तल से 1000 मीटर ऊपर है। जोन ए को खेती की स्थिति के आधार पर 4 प्रकारों में विभाजित किया गया है, यानी, तराई सिंचित क्षेत्र, भाबर सिंचित क्षेत्र, सिंचित निचली पहाड़ी क्षेत्र और वर्षा आधारित निचली पहाड़ी क्षेत्र।

जोन बी: इस क्षेत्र में खेती का परिदृश्य दक्षिण की ओर मध्य पहाड़ियों पर है। यह क्षेत्र समुद्र तल से 1000 से 1500 मीटर ऊपर है जहाँ 1200-1300 मिमी वार्षिक वर्षा और बलुई दोमट मिट्टी वाले क्षेत्रों के रूप में पाए जाते हैं, जैसे चंपावत, नैनीताल, अल्मोडा, देहरादून, बागेश्वर और टिहरी गढ़वाल का क्षेत्र। इस क्षेत्र में पशुधन जैसे मवेशी, भेड़ और बकरियां बहुमत में हैं। यहाँ बाजरा, चावल, गेहूँ, मटर, प्लम, आड़ू, कोल फसल, आलू और दालों की खेती की जाती थी।

जोन सी: इस क्षेत्र में खेती के लिए ऊंची पहाड़ियां हैं, जिसकी ऊंचाई सीमा 1500-2400 मीटर है। क्षेत्र में लाल से काली मिट्टी होने के साथ यहाँ 1200-2500 मिमी वार्षिक वर्षा रिकार्ड की गई है, जिसमें पिथौरागढ़, अल्मोडा, बागेश्वर और चमोली के क्षेत्र शामिल हैं। पशुधन के रूप में बकरी, भेड़ और मवेशी मिलते हैं। क्षेत्र में उगाए जाने वाले उत्पादों में फिंगर बाजरा, पालक, फ्रेंच बीन्स, आलू, सेब, गुठलीदार फल, मटर, प्लम और आड़ू आदि शामिल हैं थे।

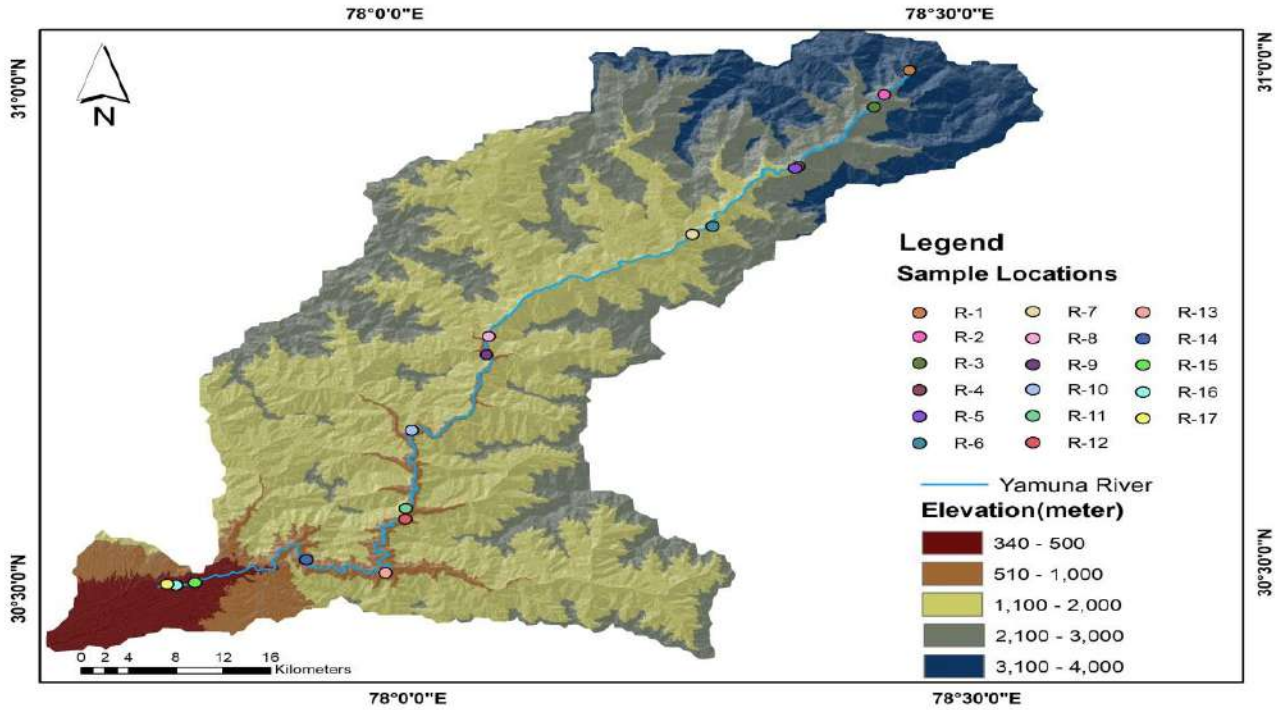
जोन डी: बहुत ऊंची पहाड़ियों में 2400 मीटर से अधिक की ऊंचाई पर स्थित खेती की यहाँ लाल से गहरे काले रंग की मिट्टी से बनी मिट्टी पर आधारित है, जहाँ 1300 मिमी की वार्षिक वर्षा होती है। इसमें पिथौरागढ़, उत्तरकाशी और चमोली के क्षेत्रों में पाए जाने वाले बकरियों और भेड़ों में अधिकांश पशुधन शामिल हैं। तथा कृषि इस क्षेत्र में सेब, आलू एक प्रकार का अनाज, चौलाई और कोल की फसलें आदि पैदा होती हैं थीं।

यमुनोत्री से डाकपत्थर तक का यह अध्ययन क्षेत्र इन सभी 4 जोन के अंतर्गत आता है। नदी का पानी सिंचाई प्रयोजनों के लिए पानी के महत्वपूर्ण स्रोतों में से एक है। यह नदी महत्वपूर्ण है क्योंकि बहुत से लोग इस नदी पर निर्भर हैं। घरेलू, कृषि निर्भरता यमुना नदी पर बहुत अधिक है। मानवजनित गतिविधियों, उर्वरकों और कीटनाशकों तथा भूमि उपयोग और भूमि आवरण में परिवर्तन के कारण पानी हर दिन खराब होता जा रहा है। नदी के पानी का भौतिक-रासायनिक मूल्यांकन आवश्यक है क्योंकि यह पानी में प्रदूषण की डिग्री को दर्शाता है, जो सिंचाई, जलीय आवास, औद्योगिक उपयोग अनुप्रयोगों के लिए नदी के पानी की गुणवत्ता स्थापित करता है। सिंचाई के लिए पानी की गुणवत्ता क्षारीयता, लवणता, क्षारीयता, कठोरता आदि पर निर्भर करती है (Laboratory (US), 1954; Rawat et al., 2018)। शोध पत्र का मुख्य उद्देश्य सिंचाई उद्देश्यों के लिए पानी की गुणवत्ता का विश्लेषण करना है।

2. अध्ययन क्षेत्र:

अध्ययन क्षेत्र में यमुना नदी का ऊपरी भाग शामिल है जो उच्च, लघु और बाहरी हिमालय के अंतर्गत आता है। अध्ययन का क्षेत्र उत्तरकाशी और देहरादून में पड़ता है। विश्लेषण में 17 नमूना (सैम्पल) संग्रहण स्थान शामिल हैं, यमुनोत्री मंदिर से शुरू (R1; 31° 0' 0.63238"N, 78° 27' 46.22638"E) डाकपत्थर बैराज के डाउनस्ट्रीम तक

(R17; 30° 30' 8.7237"N, 77° 47' 27.61861"E), R2 और R3 क्रमशः जानकी चट्टी और फूलचट्टी से हैं, इसके नीचे की ओर आने वाले R4, R5, R6, R7, R8 और R9 निपटान के संदर्भ में लिए गए नमूने इकत्र किए गए थे यानी, R4 और R5 स्यानाचट्टी के पहले और बाद के नमूना संग्रहण क्षेत्र हैं, इसी तरह R6, R7 और R8, R9 खराड़ी के निपटान क्षेत्र के पहले और बाद के स्थान हैं। लाखामंडल क्षेत्र R10, R11, R12, R13, R14 डामटा, बदरपुल, नैनबाग, यमुना पुल और व्यासी बांध के डाउनस्ट्रीम से हैं। R15 कालसी के पास है यानी कि, डाकपत्थर बैराज के जलाशय से टोंस और यमुना R16 के संगम के ठीक नीचे, तथा उच्च से लेकर बाहरी हिमालय तक सभी विभिन्न संरचनाओं से लिया गया नमूना शामिल है। नमूना स्थान चित्र - 1 में दिखाया गया है।



चित्र.1: प्रतिदर्श स्थान दर्शाने वाला अध्ययन क्षेत्र का मानचित्र

3. सामग्री और तरीके:

नमूनाकरण: अध्ययन क्षेत्र जोन डी से लेकर जोन ए तक सभी 4 क्षेत्रों में आता है। अध्ययन के लिए सर्दियों और मानसून के बाद नदी से बड़ी संख्या में नमूने एकत्र किए जाते हैं। सैंपलिंग का क्षेत्र यमुनोत्री से लेकर डाकपत्थर क्षेत्र के डाउनस्ट्रीम तक है। साफ बोतलों में नदी से पानी के नमूने लिए गए, बोतल को नमूने के पानी से धोया गया, बोतल भर दी गई और कसकर सील कर दी गई, उस पर उचित लेबल लगाया गया। संग्रह करते समय मानक पद्धति का पालन किया जाता है (APHA, 1998)।

भौतिक-रासायनिक विश्लेषण:

पीएच, टीडीएस, ईसी और लवणता की गणना मल्टी-पैरामीटर का उपयोग करके की जाती है। पानी के नमूनों की जांच राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान (एनआईएच) प्रयोगशाला में की गई। प्रत्येक नमूने के लिए, कैल्शियम (Ca^{++}), मैग्नीशियम (Mg^{++}), पोटेशियम (K), सोडियम (Na), बाइकार्बोनेट (HCO_3^-), कार्बोनेट (CO_3^{2-}), सल्फेट (SO_4^{2-}) जैसे रासायनिक मापदंडों पर परीक्षण किए गए हैं। आयनिक क्रोमैटोग्राफी विधि का उपयोग करके क्लोराइड (Cl^-), और नाइट्रेट (NO_3^-) की जांच की गई। सिंचाई के लिए अनुशंसित मूल्य तालिका - 1 में दिखाया गया है।

जल गुणवत्ता सूचकांक:

सिंचाई प्रयोजनों तथा पानी की गुणवत्ता के लिए, सोडियम प्रतिशत (Na%), घुलनशील सोडियम प्रतिशत (SSP), सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR), केली अनुपात (KR) जैसे सोडिसिटी खतरों का विश्लेषण किया गया; क्षारीयता के खतरे के लिए, अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC) तथा ऋ अवशिष्ट क्षारीयता (RA) को मापा गया; मैग्नीशियम खतरा या मैग्नीशियम अवशोषण अनुपात (एमएच) जो सिंचाई जल में मैग्नीशियम के खतरे स को बताता है; तथा लवणता का खतरा को संभावित लवणता (पीएस) के द्वारा दिखाया गया है; पारगम्यता सूचकांक (पीआई) मिट्टी की पारगम्यता को प्रभावित करने के लिए पानी की क्षमता को दर्शाता है (Sarkar & Islam, 2019); संक्षारण अनुपात (सीआर) पानी की संक्षारक प्रकृति को बताता है, कि इसे पाइप से ले जाया जा सकता है या नहीं; कुल कठोरता से पता चलता है, कि पानी कठोर (हार्ड वाटर) है या नरम (Ayers & Westcot, 1985) अनुशंसित मान तालिका - 2 में दिखाए गए हैं। कई शोधकर्ताओं द्वारा उपयोग किए गए सूत्रों का उपयोग करके उनका भी विश्लेषण किया गया था (Ayers & Westcot, 1985; Todd & Mays, 2004;) ।

$$\text{कुल कठोरता (TH): } TH = 2.5 * Ca^{2+} + 4.1 * Mg^{2+}$$

$$\text{सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR): } SAR = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{सोडियम प्रतिशत (Na%): } \%Na = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+} * 100$$

$$\text{सोडियम घुलनशील प्रतिशत (SSP): } SSP = \frac{Na^+ + K^+}{Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}} * 100$$

$$\text{मैग्नीशियम खतरा या मैग्नीशियम सोखना अनुपात (MH): } MH = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} * 100$$

अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC): $RSC = (HCO_3^- + CO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$

केली का अनुपात (KR): $KR = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$

संभावित लवणता (PS): $PS = Cl^- + 0.5 * SO_4^{2-}$

पारगम्यता सूचकांक (PI): $PI = \frac{Na^+ + \sqrt{HCO_3^-}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+} * 100$

संक्षारण अनुपात (CR): $CR = \frac{\left(\frac{Cl^-}{85}\right) + 2\left(\frac{SO_4^{2-}}{95}\right)}{\frac{Ca^{2+}}{80} + \frac{HCO_3^-}{95}} * 100$

तालिका 1: सिंचाई प्रयोजनों के लिए जल गुणवत्ता दिशानिर्देश

(Food and Agriculture Organization (1985). Water Quality for Agriculture. Irrigation and drainage paper. 29 Rev.1.) and (Ayers & Westcot, 1985)

पैरामीटर	अनुशंसित मान
पीएच (pH)	6.5-8.4
विद्युत चालकता (ईसी)	0-3 dS/m i.e., 0-3000 μ S/cm
टीडीएस	0-2000 mg/L
कैल्शियम	0-20 meq/L
मैगनीशियम	0-5 meq/L
सोडियम	0-40 meq/L
पोटेशियम	0-2mg/L
बाईकार्बोनेट	0-10 meq/L
कार्बोनेट	0-0.1 meq/L
क्लोराइड	0-30 meq/L
सल्फेट	0-20 meq/L
नाइट्रेट	0-10 meq/L"

तालिका 2: सिंचाई प्रयोजनों के लिए मापदंडों का वर्गीकरण

सूचकांक	सीमा	वर्गीकरण	References
कुल कठोरता (TH)	0-60mg/L	कोमल	(टॉड एंड मेज़, 2004)
	60-120mg/L	मध्यम रूप से कठोर	
	120-180mg/L	कठोर	
	>180mg/L	बहुत कठोर	
सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR)	<10	आदर्श या उत्कृष्ट	(सिंह आदि, 2015)
	10-18	अच्छा	
	18-26	संदिग्ध	
	>26	अनुपयुक्त	
सोडियम प्रतिशत (Na%)	<20%	उत्कृष्ट	(खोडापनाह आदि, 2009)
	20-40%	अच्छा	
	40-60%	जायज़	
	60-80%	संदिग्ध	
	>80%	अनुपयुक्त	
मैग्नीशियम खतरा या मैग्नीशियम सोखना अनुपात (MH)	<50%	उपयुक्त	
	>50%	अनुपयुक्त	
सोडियम घुलनशील प्रतिशत (SSP)	<60%	उत्कृष्ट	(टॉड एंड मेज़, 2004)
	60-75%	अच्छा	
	>75%	संदिग्ध	
अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC)	<1.25	उपयुक्त	(प्रयोगशाला (अमेरिका) 1954)
	1.25-2.50	संदिग्ध/सीमांत	
	>2.50	अनुपयुक्त	
केली का अनुपात (KR)	<1	उपयुक्त	(केली, 1940)
	>1	अनुपयुक्त	
संभावित लवणता (PS)	<3	उपयुक्त	(रावत आदि, 2018)
	>3	अनुपयुक्त	
पारगम्यता सूचकांक (PI)	>75%	उपयुक्त	(डोनेन, 1964)
	25-75%	अच्छा	
	<25%	अनुपयुक्त	
संक्षारण अनुपात (CR)	<1	उपयुक्त	(बालासुब्रमण्यम, 1986)
	>1	अनुपयुक्त	

4. परिणाम और चर्चा:

भौतिक पैरामीटर के विश्लेषण से संकेत मिलता है, कि जल का पीएच थोड़ा क्षारीय है। सर्दियों में, पीएच 6.8 से 8.1 के बीच होता है, जिसका औसत 7.32 होता है, और मानसून के बाद, 7.07 से 8.1 तक होता है, जिसका औसत 7.47 होता है। सर्दियों में, विद्युत चालकता (EC) 85 से 348 μ S/cm तक थी, जबकि मानसून के बाद, यह 65.3 से 171.5 μ S/cm तक देखी गई थी। टीडीएस मानसून के बाद 46.8 से 123 मिलीग्राम/लीटर और सर्दियों में 59.1 से 203 मिलीग्राम/लीटर तक होता है। सर्दियों और मानसून के बाद लवणता की सीमा क्रमशः 59 से 166 और 29.6 से 84.3 तक होती है। सिंचाई प्रयोजनों के लिए इन स्थानों से पानी के नमूने का पीएच 6-8.5 की सीमा के भीतर है (Ayers & Westcot, 1985)। विद्युत् चालकता (ईसी) सिंचाई के लिए पानी की उपयुक्तता को निर्धारित करने के लिए महत्वपूर्ण संकेतकों में से एक है, ईसी सिंचाई उद्देश्यों के लिए उपयुक्त है (BIS. 2009)। पीएच, टीडी, ईसी लवणता को तालिका 3, 4 में दिखाया गया है।

तालिका 3: पीएच, टीडी, ईसी, लवणता सर्दियों में

नमूना स्थान	पीएच	ईसी (μ S/cm)	टीडीएस (ppm=mg/L)	लवणता (ppm=mg/L)
R1	6.8	85	59.1	59
R2	6.7	348	166	166
R3	7	262	122	122
R4	6.5	157	111	74
R5	7.2	152	108	72
R6	7.2	156	111	74
R7	7.3	152	108	72
R8	7.5	169	120	79
R9	7.6	189	135	89
R10	7.5	198	141	93
R11	7.3	141	101	67
R12	7.4	147	106	73
R13	7.7	247	175	117
R14	7.4	267	189	126
R15	7.6	287	203	134
R16	7.7	225	106	160
R17	8.1	208	147	98

तालिका 4: पीएच, टीडी, ईसी, लवणता मानसून के बाद				
नमूना स्थान	पीएच	ईसी($\mu\text{S}/\text{cm}$)	टीडीएस($\text{ppm}=\text{mg}/\text{L}$)	लवणता ($\text{ppm}=\text{mg}/\text{L}$)
R1	7.3	65.3	46.8	29.6
R2	7.07	160.9	114	81.8
R3	7.59	162.8	115	76.2
R4	7.53	109.5	77.4	50.7
R5	7.39	110	77.6	51.2
R6	7.62	101.1	71.8	49.5
R7	7.15	100.8	72.1	49.9
R8	6.5	412	293	199
R9	7.67	138.9	97.7	66.9
R10	7.75	150.7	107	73.7
R11	7.71	123.7	88.1	61.3
R12	7.6	141.7	101	69.4
R13	7.5	160.2	114	77.4
R14	7.6	171.5	123	84.3
R15	7.24	168	120	82.9
R16	7.6	130	86	59.8
R17	8.1	162	113	77.9

रासायनिक पैरामीटर का विश्लेषण करना भी महत्वपूर्ण है, यहां दोनों महीनों में आयन $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{NO}_3^-$ की सांद्रता (तालिका - 5 और तालिका - 6 में दिखाया गया है) लेकिन आयन $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ आयन मानसून के बाद और सर्दी में पाए गए हैं। सर्दियों में HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} और NO_3^- की सांद्रता 28 से 110, 9.98 से 45, 2.14 से 20.26, 0 से 32 और 0.96 से 2.37 के बीच रही, जिसके संगत औसतमान 76.71, 24.95, 5.02, 3.29, और 1.51 मिलीग्राम/लीटर था। इसी तरह, मानसून के बाद, सांद्रता 18 से 228, 8.85 से 23.79, 1.18 से 4.92, 0 से 9 और 0.56 से 2.53 के बीच रही, जिसका संगत औसतमान 64.88, 14.22, 2.12, 1.35 और 1.33 मिलीग्राम/लीटर था। कार्बोनेट की मात्रा बहुत कम संख्या में नमूनों में देखी गई है।

सर्दियों में, आयन Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} और K^+ की सांद्रता क्रमशः 14.14 से 42.37, 4.07 से 18.07, 1.51 से 10.40 और 0.87 से 4.38mg/L के बीच थी, जिसका औसत मान 29.28, 7.16, 6.12 था, और औसत 2.43 मिलीग्राम/लीटर था। इसी प्रकार, मानसून के बाद, सांद्रता 12.41 से 81.25, 1.89 से 7.07, 1.05 से 18.42 और 1.71 से 11.27 मिलीग्राम/लीटर के बीच रही और औसत मान 30.84, 4.04, 6.06, और 3.24 मिलीग्राम/लीटर रही। Ca^{2+} , Mg^{2+} और HCO_3^- अधिकतम नमूनों में हावी पाई है, जो यह दर्शाता है, कि लंबे समय तक इस जल के उपयोग से मिट्टी खराब हो जाएगी (Ray et al., 2023).

तालिका 5: सर्दियों में कटियन और आयन

नमूना स्थान	बाई कारबोनेट (mg/L)	कार्बोनेट (mg/L)	क्लोराइड (mg/L)	नाइट्रेट (mg/L)	सल्फेट (mg/L)	सोडियम (mg/L)	पोटेशियम (mg/L)	मैगनीशियम (mg/L)	कैल्शियम (mg/L)
R1	28.00	0.00	9.80	1.07	14.40	10.46	3.85	1.51	14.14
R2	72.00	32.00	20.26	2.09	37.82	18.07	4.38	7.61	42.37
R3	56.00	24.00	11.07	1.27	41.87	10.29	3.76	6.83	38.04
R4	60.00	0.00	3.34	1.40	22.03	4.66	2.58	4.07	24.79
R5	58.00	0.00	2.69	0.96	19.43	4.87	2.51	3.99	23.91
R6	64.00	0.00	3.54	1.34	16.98	5.94	2.56	3.82	22.72
R7	60.00	0.00	3.45	1.16	16.48	6.16	2.47	3.96	23.54
R8	82.00	0.00	4.15	0.99	14.73	6.71	2.38	5.66	27.50
R9	84.00	0.00	3.87	1.29	14.93	6.03	2.28	5.71	27.84
R10	84.00	0.00	3.34	1.41	19.33	5.51	2.41	6.44	29.62
R11	72.00	0.00	2.31	1.60	9.92	7.35	0.87	3.77	23.31
R12	76.00	0.00	2.43	1.65	9.98	6.58	0.96	3.74	23.06
R13	102.00	0.00	3.25	1.87	33.02	5.81	1.71	8.83	32.85
R14	98.00	0.00	3.41	1.91	42.16	7.05	2.07	10.37	35.06
R15	110.00	0.00	3.28	2.37	42.14	6.15	2.11	10.40	38.80
R16	106.00	0.00	3.05	1.98	45.00	5.98	2.09	10.39	38.85
R17	92.00	0.00	2.14	1.29	23.98	4.07	2.42	6.87	31.38

तालिका 6: मानसून के बाद कटियन और आयन

नमूना स्थान	बिकारबोनिट (mg/L)	कार्बोनिट (mg/L)	क्लोराइड (mg/L)	नाइट्रेट (mg/L)	सल्फेट (mg/L)	सोडियम (mg/L)	पोटेशियम (mg/L)	मैगनीशियम (mg/L)	कैल्शियम (mg/L)
R1	18	0	1.48	0.56	9.80	1.89	1.93	1.05	12.41
R2	54	0	4.92	1.08	17.04	7.07	2.94	4.29	27.61
R3	52	0	3.39	1.07	23.79	4.74	3.23	5.02	30.90
R4	40	0	1.80	1.03	13.62	2.83	2.77	3.26	21.37
R5	42	0	1.23	1.11	12.91	2.42	2.61	3.17	22.26
R6	42	0	1.18	0.99	10.66	2.91	2.44	3.01	19.97
R7	38	0	1.35	1.10	10.64	2.88	2.46	3.15	23.30
R8	228	0	2.18	2.33	15.22	4.04	6.19	18.42	81.25
R9	58	0	1.72	0.92	10.79	3.71	2.69	6.36	30.76
R10	66	0	2.21	1.35	11.03	4.37	2.42	6.12	29.24
R11	56	0	2.54	1.25	8.85	5.85	1.71	4.55	27.10
R12	64	0	2.16	1.32	9.46	4.20	2.22	5.73	28.83
R13	70	6	1.72	1.26	15.06	4.02	2.13	7.42	32.32
R14	64	8	2.44	2.53	21.48	4.83	11.27	9.27	33.60
R15	73	9	2.26	1.72	21.67	5.22	2.48	9.47	37.64
R16	60	0	1.68	1.42	14.13	3.89	2.37	5.75	28.68
R17	78	0	1.78	1.60	15.60	3.71	3.29	7.01	37.10

तालिका - 7 और तालिका - 8 में दर्शाए गए विभिन्न सिंचाई खतरे यह निर्धारित करते हैं, कि नदी का पानी सिंचाई के लिए उपयुक्त है या नहीं। सोडिसिटी खतरों को SAR, Na%, SSP और KR द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। सर्दियों में यह बढ़ा हुआ 0.17 से 0.71 meq/L, 7.43 से 32.80%, 10.04 से 39.92%, 0.08 से 0.55 meq/L, औसत 0.32 meq/L, 13.78%, 16.60%, 0.17 meq/L होता है, इसके विपरीत, मानसून के बाद यह 0.11 से 3.05 meq/L, 2.96 से 14.49%, 5.64 से 18.05% और 0.03 से 0.18 meq/L तक मापा गया जिसके संगत औसत मान 0.18 meq/L, 8.24%, 11.99% और 0.10 meq/L तक रहा। SAR सोडियम खतरे को दर्शाता है, जो मिट्टी की पारगम्यता और लवणता को प्रभावित करता है। तालिका - 2 के अनुसार SAR < 10 और SSP < 60% उत्कृष्ट है, तथा सभी नमूने सीमा के भीतर हैं। KR < 1 उपयोग के लिए उपयुक्त है %Na < 20 उत्कृष्ट है, और 20-40% तक की नकारात्मकता या झूठ अच्छे हैं; सभी नमूने उत्कृष्ट श्रेणी में हैं, और सर्दियों में R1(39.92) नमूने अच्छे वर्गीकरण में हैं।

क्षारीयता के खतरे के लिए फसल के विकास को प्रभावित करने के लिए इसे अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC) या अवशिष्ट क्षारीयता (RA) द्वारा मापा जाता है। अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC) कार्बोनेट, बाइकार्बोनेट, मैग्नीशियम और कैल्शियम के आधार पर क्षारीयता के खतरे को मापता है। RSC सर्दियों में -0.61 एमईक्यू/एल के संगत औसत के साथ -1.07 से -0.22 एमईक्यू/एल तक और मानसून के बाद के महीने में -0.94 एमईक्यू/एल के संगत औसत के साथ -1.17 से -0.41 एमईक्यू/एल तक भिन्न होता है। सभी अनुशंसित सीमा के भीतर हैं।

मैग्नीशियम खतरा या मैग्नीशियम सोखना अनुपात (MH) सिंचाई के पानी में मैग्नीशियम खतरा बताता है। सर्दियों और मानसून के बाद यह 15.14 से 33.03% और 12.33 से 31.50% के बीच रहा, औसत 24.75% और 23.26% था। MH <50% सिंचाई प्रयोजनों के लिए उपयुक्त माना जाता है (Khodapanah et al., 2009)।

लवणता का खतरा संभावित लवणता (PS) द्वारा दर्शाया गया है। सर्दियों में टीपीएस 0.17 से 0.97 एमईक्यू/एल के बीच था, और औसत 0.40 एमईक्यू/एल था। इसके विपरीत, मानसून के बाद यह 0.14 से 0.34 meq/L के बीच रहा, जबकि औसत 0.21 meq/L था। सभी नमूने अनुशंसित सीमा के भीतर हैं यानी, PS < 3 सिंचाई के लिए उपयुक्त है (Rawat et al., 2018)।

पारगम्यता सूचकांक (PI) मिट्टी की पारगम्यता को प्रभावित करने के लिए पानी की क्षमता को दर्शाता है (Sarkar & Islam, 2019), सर्दियों में यह 64.90% के संगत साधन के साथ 48.16 से 87.92% तक था। इसके विपरीत, यह मानसून के बाद 56.44% के औसत के साथ 36.53 से 79.19% तक भिन्न-भिन्न रहा। पीआई > 75% सिंचाई के उपयोग के लिए उपयुक्त है, 25%-75% अच्छे मानदंडों में है; अध्ययन क्षेत्र के सभी मान 75% से कम और 25% से अधिक हैं, R1, 75% से अधिक है।

संक्षारण अनुपात (CR) पानी की संक्षारक प्रकृति को बताता है, कि इसे पाइप से ले जाया जा सकता है या नहीं। सर्दियों के लिए यह CR 0.51 से 3.07 तक था, जिसका संगत मतलब 1.13 था। इसके विपरीत 0.22 से 1.85 और मानसून के बाद का औसत 0.87 है। अधिकतम नमूने अनुशंसित सीमा के भीतर हैं, 1 से अधिक कम नमूना है। कुल कठोरता (TH) से पता चलता है, कि पानी कठोर है या नरम (Ayers & Westcot, 1985)। सर्दियों के लिए पानी की गुणवत्ता सूचकांक से पता चलता है कि यह क्रमशः 41.56 से 139.70 मिलीग्राम/लीटर के बीच था, जिसका मतलब क्रमशः 98.28 मिलीग्राम/लीटर था। इसके विपरीत, मानसून के बाद यह 101.96 मिलीग्राम/लीटर के संगत औसत के साथ 35.31 से 278.64 मिलीग्राम/लीटर तक रहा है। अध्ययन से पता चलता है, कि सभी नमूने नरम श्रेणी में नहीं हैं, वे नरम से बहुत कठोर श्रेणी में हैं। कठोरता निकटतम भूवैज्ञानिक संरचना के विघटन के कारण हो सकती है।

तालिका 7: सर्दियों में सिंचाई मापदंड

नमूना संग्रहण स्थल	कुल कठोरता (ppm)	सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR)	सोडियम सोडियम (Na)%	सोडियम घुलनशील प्रतिशत (SSP)%	मैग्नीशियम खतरा (MH)	अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC) (meq/L)	केली का अनुपात (KR)	संभावित लवणता (PS) (meq/L)	पारगम्यता सूचकांक (PI)	संक्षारण अनुपात (CR)
R1	41.55	0.705	32.8	39.921	15.139	-0.3740936	0.546	0.4259924	87.9	3.08
R2	137.11	0.67	21.52	24.599	23.035	-0.5053305	0.285	0.9646943	52.9	1.46
R3	123.12	0.403	14.84	18.039	23.038	-0.7534322	0.181	0.7479772	48.2	1.58
R4	78.67	0.228	10.96	14.538	21.495	-0.5953018	0.128	0.3234384	67	1.24
R5	76.11	0.242	11.73	15.298	21.743	-0.576622	0.139	0.2782624	68.2	1.11
R6	72.47	0.303	14.51	18.199	21.894	-0.4053913	0.177	0.2765849	74.9	0.97
R7	75.06	0.308	14.57	18.01	21.883	-0.5228851	0.178	0.2687325	71	1.01
R8	91.95	0.304	13.27	16.043	25.531	-0.5022994	0.158	0.2703959	67.9	0.72
R9	93.03	0.271	11.98	14.65	25.486	-0.4912442	0.14	0.2647068	67.4	0.7
R10	100.47	0.239	10.33	12.996	26.612	-0.6409158	0.119	0.2954976	62.6	0.8
R11	73.73	0.371	17.53	18.76	21.229	-0.2993521	0.216	0.1683785	78.1	0.52
R12	72.99	0.334	16.12	17.511	21.278	-0.2189784	0.195	0.1723729	80.1	0.5
R13	118.31	0.232	9.448	11.092	30.929	-0.7057772	0.106	0.435628	58.8	1.01
R14	130.18	0.268	10.3	12.081	33.026	-1.0108826	0.117	0.5351189	53.8	1.31
R15	139.65	0.226	8.55	10.279	30.876	-1.0035713	0.095	0.5314221	52.4	1.16
R16	139.70	0.219	8.325	10.041	30.828	-1.0701884	0.093	0.5544964	51.4	1.26
R17	106.60	0.171	7.431	10.042	26.724	-0.6330349	0.083	0.3101775	60.6	0.8

तालिका 8: मानसून के बाद सिंचाई मापदंड

नमूना संग्रहण स्थल	कुल कठोरता (ppm)	SAR	Na%	SSP%	MH	RSC (meq/L)	KR	PS (meq/L)	PI	CR
R1	35.31	0.138	9.789	15.695	12.329	-0.4124814	0.116	0.1437232	79.2	1.84
R2	86.61	0.33	14.49	18.046	20.552	-0.8526541	0.177	0.315946	61	1.28
R3	97.84	0.208	9.154	12.833	21.318	-1.1111377	0.105	0.3432825	52.1	1.53
R4	66.79	0.15	8.029	12.654	20.29	-0.684509	0.092	0.1927088	63.8	1.12
R5	68.67	0.127	6.782	11.1	19.201	-0.6891204	0.076	0.1692404	63.1	0.96
R6	62.27	0.16	8.795	13.146	20.058	-0.5607921	0.101	0.1442452	69.5	0.81
R7	71.16	0.148	7.749	11.648	18.369	-0.8044975	0.088	0.1488223	58.9	0.92
R8	278.64	0.105	2.963	5.638	27.416	-1.8596267	0.031	0.2200667	36.5	0.22
R9	102.98	0.159	7.024	10.025	25.634	-1.1173537	0.078	0.1607174	51	0.64
R10	98.19	0.191	8.548	11.342	25.861	-0.8899528	0.096	0.1770718	56.9	0.61
R11	86.40	0.273	12.52	14.681	21.856	-0.8160005	0.147	0.1638686	61	0.64
R12	95.55	0.186	8.46	11.092	24.874	-0.8693863	0.095	0.1594472	57.4	0.56
R13	111.20	0.165	7.089	9.3067	27.665	-0.8862873	0.078	0.2054338	51.7	0.59
R14	122.01	0.19	7.117	16.905	31.499	-1.1367547	0.086	0.2923417	46.4	0.86
R15	132.91	0.196	7.664	9.8129	29.545	-1.1741904	0.085	0.2892774	45.6	0.75
R16	95.28	0.173	7.899	10.74	25.053	-0.9295701	0.088	0.1944679	55.8	0.76
R17	121.50	0.146	6.01	9.1474	23.957	-1.1607365	0.066	0.2127613	49.7	0.64

5. निष्कर्ष:

भौतिक-रासायनिक और सिंचाई जल गुणवत्ता सूचकांक के आकलन से पता चलता है कि यमुना नदी के वर्तमान अध्ययन में अधिकतम पैरामीटर अनुशंसित मूल्यों के भीतर हैं। कार्बोनेट अधिकतम नमूने में मौजूद नहीं है, लेकिन सर्दियों के R2 और R3 नमूनों में अनुशंसित मूल्यों से अधिक दर्ज हुई है और मानसून के बाद के R13, R14, R15 में क्रमशः 32 मिलीग्राम/लीटर और 24 मिलीग्राम/लीटर है, और सर्दियों में 6, 8 और 9 मिलीग्राम/लीटर मानसून के बाद देखी गई है। सिंचाई पैरामीटर SAR, SSP, KR, RSC, RSBC, MH, PS, CR सभी परिक्षण अनुशंसित सीमा के भीतर हैं, जबकि सर्दियों में R1 (32.80%) और R2 (21.52%) का प्रतिशत सोडियम (%Na) उत्कृष्ट नहीं है, लेकिन अच्छी श्रेणी में दिखाई देता है। इसी प्रकार, सभी नमूनों का $PI < 75\%$ है लेकिन $> 25\%$ है, इसलिए यह भी अच्छी श्रेणी में है। PI , CR के लिए R1 अनुशंसित सीमा से अधिक है। कुल कठोरता से पता चलता है, कि केवल

नमूना R1 ही कोमल श्रेणियों के अंतर्गत है, अन्य सभी मध्यम रूप से कठोर या से बहुत कठोर श्रेणी के हैं। कुल मिलाकर, सभी नमूने (सैम्पल) सिंचाई के लिए अच्छे हैं।

सिंचाई प्रयोजनों के लिए पानी की गुणवत्ता में गिरावट को रोकने और बनाए रखने की जरूरत है, तथा जागरूकता पैदा करने और जल प्रबंधन नीतियां बनाने के लिए मूल्यांकन करना आवश्यक है। नदी के पानी में औद्योगिक अपशिष्ट और शहरी सीवेज का मिश्रण, विशेष रूप से सतही जल की गुणवत्ता में गिरावट का एक मुख्य कारण है।

¹भूविज्ञान विभाग, एसआरटी कैम्पस बादशाहीथौल, एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर, उत्तराखंड,
²राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रुड़की, उत्तराखंड,

संदर्भ :

1. APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association Inc., Washington, DC.
2. Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture (Vol. 29). Food and agriculture organization of the United Nations Rome. <https://www.researchgate.net/profile/Abdelkader>
3. Balasubramanian, A. (1986). Hydrogeological investigations of Tambaraparni River Basin, Tamil Nadu, unpublished Ph. D. D. D Thesis, University of Mysore, 349.
4. Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Eaton, A. D. (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition. APHA American Public Health Association. <https://books.google.co.in/books?id=2BcoYAAACAAJ>
5. Doneen, L. D. (1964). Notes on water quality in agriculture. Department of Water Science and Engineering, University of California, Davis.
6. Kelly, W. P. (1940). Permissible composition and concentration of irrigated waters. Proceedings of the ASCF66, 607.
7. Khodapanah, L., Sulaiman, W. N. A., & Khodapanah, N. (2009). Groundwater quality assessment for different purposes in Eshtehard District, Tehran, Iran. European Journal of Scientific Research, 36(4), 543–553.

8. Rawat, K. S., Singh, S. K., & Gautam, S. K. (2018). Assessment of groundwater quality for irrigation use: A peninsular case study. *Applied Water Science*, 8(8), 233. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0866-8>
9. Sarkar, B., & Islam, A. (2019). Assessing the suitability of water for irrigation using major physical parameters and ion chemistry: A study of the Churni River, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(20), 637. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4827-9>
10. Todd, D. K., & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons. <https://books.google.com/books>.

शब्दावली आयोग
CSIR

8. कंक्रीट में प्रबलन सामग्री के रूप में बाँस के गुणों की जाँच

विवेक पहूजा^{1*}, प्रदीप कुमार घोष², अनिल कुमार³

सार : लागत के कारण कंक्रीट में स्थानीय रूप से उपलब्ध अन्य निर्माण सामग्रियों का उपयोग आमतौर पर कंक्रीट को इसकी कम तनाव सहनशीलता और क्षमता की भरपाई के लिए इस्पात की छड़ों (सरिया) से प्रबलित किया जाता है। इस शोध पत्र में कंक्रीट में तनाव सहन करने की क्षमता के अन्य विकल्पों के अन्वेषण (खोज) को प्रस्तुत किया गया करता है। इस्पात की उच्च करके कंक्रीट की तनाव सहन क्षमता में वृद्धि की जा सकती है। बाँस, जो प्रचुर मात्रा में उगाया जाता है, पर्यावरण के अनुकूल और किफायती है, जिसको पारंपरिक निर्माण सामग्रियों के लिए एक उत्कृष्ट विकल्प के रूप में उभरता हुआ देखा जा सकता है। यह अध्ययन कंक्रीट में प्रबलन सामग्री के रूप में बाँस को का उपयोग करने की संगतता की जाँच करता है, और तत्पश्चात इसके विभिन्न गुणों का मूल्यांकन करता है। इस शोध के अंतर्गत बाँस की प्रजाति "डेंड्रोकेलमस स्ट्रिक्टस" की कंक्रीट में उपयोग कर तनाव सहन क्षमता का आकलन करना ता है। यह अध्ययन बाँस के कुछ गुणों गुण जैसे कि जल अवशोषण करने की क्षमता और बंधन शक्ति (बाइंडिंग एबिलिटी) के कंक्रीट पर प्रभाव की जांच करता है। इस शोध में बाँस के दो प्रकार के नमूने (सैम्पल) जैसे उपचारित (ट्रीटेड) और बिना उपचार के (अनट्रीटेड) नमूनों का परीक्षण किया गया है। बंधन शक्ति पर उपचार के प्रभाव का विश्लेषण करने के लिए एक पुल-आउट परीक्षण किया गया है। निष्कर्ष यह बताते हैं, कि उचित रूप से उपचारित बाँस इस्पात प्रबलन के प्रतिस्थापन के रूप में प्रयोग किया जा सकता है।

मुख्य शब्द: कंक्रीट, बाँस, बंधन शक्ति, तनाव

1. प्रस्तावना

निर्माण के क्षेत्र में कंक्रीट सबसे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली सामग्री है। यह संपीड़न में तो बहुत मजबूत, लेकिन तनाव में कमजोर होता है। इस कारण से, इसे अक्सर इस्पात की छड़ों से प्रबलित किया जाता है, जो कंक्रीट को तन्य शक्ति (भार को वहां करना) प्रदान करती हैं। हालांकि, प्रबलन सामग्री के रूप में इस्पात के उपयोग के कुछ नुकसान भी हैं, जैसे इसकी उच्च लागत और गैर-नवीकरणीय प्रकृति का होना। इसके अतिरिक्त, इस्पात का उत्पादन ग्रीनहाउस गैस के उत्सर्जन को बढ़ाने का एक प्रमुख स्रोत है। इसलिए, कई शोधकर्ता स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्रियों का उपयोग करके इस्पात के का प्रतिस्थापन के रूप में एक कम लागत वाले, सतत (सस्टेनेबल) विकल्प प्रदान करने का प्रयास कर रहे हैं। इसी संदर्भ में, कई शोधकर्ताओं ने प्रबलन (मज़बूती) के तौर पर पौधों के रेशों के उपयोग की संभावनाओं की खोज की है। कंक्रीट तत्वों में प्रबलन सामग्री के रूप में बाँस का उपयोग करना

इसके स्थायित्व और इस्पात के तुलनात्मक नीय यांत्रिक गुणों के कारण यह काफी लोगों का ध्यान आकर्षित कर रहा है।

सामान्यतः बाँस के डंठल की ज्यामिति में खोखला वृत्ताकार अनुप्रस्थ खंड होता है, जिसमें डंठल की ऊँचाई के साथ-साथ गाँठें होती हैं। बाँस की दीवार की मोटाई, अंतर्वाहिक दूरी, व्यास और रेशे का घनत्व नीचे से ऊपर तक भिन्न होता है। डंठल की रेशेदार संरचना के कारण ही बाँस की पट्टियों में उच्च तन्य शक्ति होती है। पारंपरिक प्रबलन इस्पात से प्रबलन की तुलना में, बाँस में भार अनुपात के लिए उच्च शक्ति लगभग छह गुना अधिक होती है। एक बाँस का डंठल अपनी इष्टतम शक्ति लगभग तीन से चार साल की उम्र में प्राप्त करता है, और पाँचवें वर्ष में पूरी तरह से परिपक्व हो जाता है। घनी रेशेदार संरचना के कारण, यह किसी भी अन्य प्राकृतिक सामग्री के विपरीत, जो केवल तनाव सहन कर सकती है, तनाव और संपीड़न भार दोनों को सहन कर सकता है।

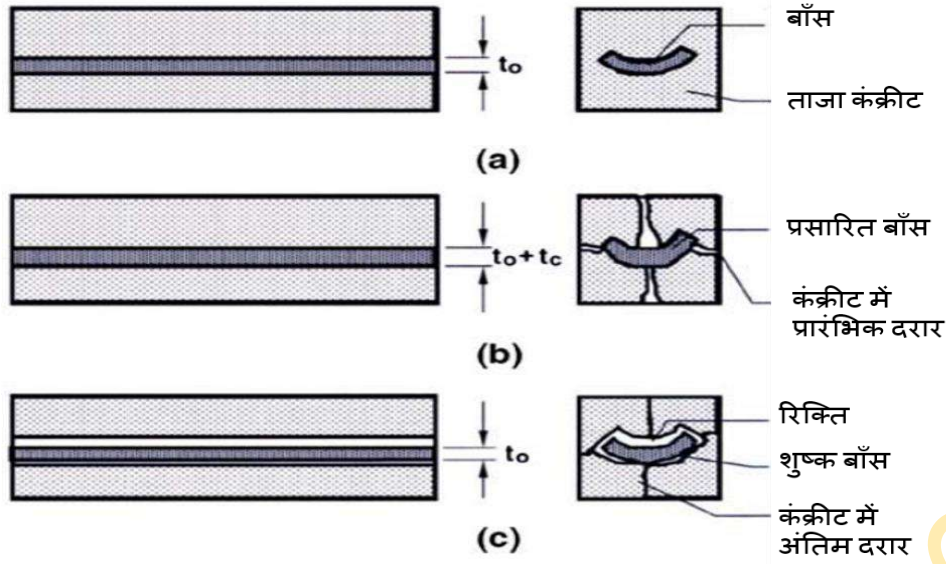
यह अध्ययन सर्वेक्षण बाँस-प्रबलित कंक्रीट (BRC) तत्वों के प्रदर्शन, व्यवहार, और संभावित अनुप्रयोगों पर विभिन्न अध्ययनों का अन्वेषण करता है। कंकम एट अल. और घवामी के अनुसार, कंक्रीट के संचकन और क्योरिंग के दौरान, प्रबलन में इस्तेमाल बाँस की सूजन और सिकुड़न एक गंभीर समस्या पैदा करती है, जैसा कि चित्र - 1 में दिखाया गया है। क्योरिंग के दौरान कंक्रीट जलयोजन प्रक्रिया से गुजरता है, और बाँस नमी को अवशोषित और संग्रहीत कर लेता है। इसके परिणामस्वरूप, बाँस फैलता है, और कंक्रीट के अंदर दरारें विकसित होने लगती हैं, जैसा कि चित्र 1(b) में दिखाया गया है। बाद में परिपक्व चरण के दौरान, कंक्रीट बाँस में संग्रहित हीत पानी को अवशोषित करता रहता है, जिससे बाँस सिकुड़ता है। यद्यपि इससे दरारें तो कम होने लगती हैं, फलस्वरूप बाँस और कंक्रीट के बीच का बंधन (बाइंडिंग) कमजोर हो जाती ता है, क्योंकि रिक्त स्थान पैदा या विकसित हो जाते हैं, जैसा कि चित्र 1 (c) में दिखाया गया है। बाँस और कंक्रीट के बीच की के बंधन विशेषताएँ बाँस-प्रबलित कंक्रीट (BRC) दोनों सदस्यों के व्यवहार को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती हैं। बंधन विशेषताओं का महत्व सबसे पहले घवामी द्वारा उजागर किया गया था, जिन्होंने बाँस का उपयोग हल्के कंक्रीट की धरन और शिला को प्रबलित करने के लिए किया और पाया था कि बाँस-प्रबलित कंक्रीट (BRC) में स्टील प्रबलित कंक्रीट की तुलना में कमजोर बंधनों के कारण, अंतिम भार पर चौड़ी दरारें विकसित हुई हैं। [1], [2], [3]।

अग्रवाल एट अल. ने रासायनिक (केमिकल) रूप से उपचारित (ट्रीटेड) बाँस से प्रबलित कंक्रीट बीम और स्तंभों की जाँच की, और पाया कि उपचारित बाँस, कंक्रीट तत्वों की संरचनात्मक अखंडता में सुधार कर सकता है [4]। माली और दत्ता ने बाँस प्रबलित कंक्रीट शिला पैनलों के संरचनात्मक व्यवहार का मूल्यांकन किया, और यह दिखाया कि बाँस प्रबलन पारंपरिक इस्पात प्रबलन के तुलनात्मक नीय प्रदर्शन को प्राप्त कर सकता है [5]। घवामी ने कंक्रीट में प्रबलन सामग्री के रूप में बाँस की उपयोगिता पर एक व्यापक समीक्षा प्रदान की है, तथा इसके लाभों और सीमाओं को इस्पात की तुलना में उजागर किया है। कूटे और वकचौरे के अध्ययन में एक बाँस के नमूने में गाँठों की उपस्थिति ने सभी प्रकार के रासायनिक उपचारों के लिए बंधन शक्ति में 15%–22% की वृद्धि की [6] है। जवाडियन

एट अल. ने एपॉक्सी के साथ सतह पर उपचार किया और यह पाया कि, जिन नमूनों में रेत का लेप भी हुआ है, उनमें बंधन शक्ति में सुधार हुआ है [7]।

मोंडल एट अल. ने प्रबलित कंक्रीट सदस्यों में संभावित उपयोग के लिए बाँस की पट्टियों की तन्य विशेषताओं का अध्ययन किया, तथा बाँस प्रबलित कंक्रीट तत्वों के यांत्रिक गुणों और अभिकल्प विचारों में अंतर्दृष्टि प्रदान की [8] है। जवाडियन एट अल. ने संरचनात्मक कंक्रीट बीम में स्थायी बाँस-आधारित समग्र प्रबलन के अनुप्रयोग का अध्ययन किया है, जिसे इसे इस्पात के पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में प्रदर्शित किया [9] गया है। बाला और गुप्ता ने अभियांत्रित बाँस (इंजीनियर्ड बैम्बू) और बाँस प्रबलित कंक्रीट तत्वों की को स्थायी भवन सामग्री के रूप में समीक्षा की, तथा उनके पर्यावरणीय लाभों और संरचनात्मक प्रदर्शन पर जोर दिया। गुप्ता एट अल. ने निम्न लागत के आवासीय भवनों में इस्पात के पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में बाँस के उपयोग की खोज (अन्वेषण) की किया तथा निर्माण लागत और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने की इसकी क्षमता को उजागर किया [10]। आर्चिला एट अल. ने बाँस प्रबलित कंक्रीट की एक आलोचनात्मक समीक्षा पेश प्रदान की है, तथा इसके यांत्रिक गुणों, टिकाऊपन, और आधुनिक अवसंरचना में संभावित अनुप्रयोगों पर चर्चा की है। अध्ययन में उपयोग समीक्षित किए गए साहित्य की समीक्षा से पता चलता है, कि बाँस प्रबलित कंक्रीट तत्व पारंपरिक इस्पात-प्रबलित कंक्रीट के स्थायी और प्रभावी विकल्प के रूप में महत्वपूर्ण संभावनाएं रखता है। अध्ययनों ने पानी के अवशोषण, आसंजन, और टिकाऊपन जैसी चुनौतियों का समाधान करने के महत्व पर भी जोर दिया है, ताकि निर्माण क्षेत्र में बाँस के उपयोग किया जा हो सके [11]।

प्रस्तुत इस अध्ययन में बिना उपचार (अन-ट्रीटेड) और उपचारित (ट्रीटेड) बाँस के नमूनों (सैम्पल) की बंधन शक्ति (बाइंडिंग एबिलिटी) की विशेषताओं की जांच की गई है। इन उपचारों के परिणामस्वरूप बाँस के की पानी अवशोषण क्षमता पर प्रभाव का अध्ययन भी किया गया है। संशोधित गुणों के प्रदर्शन का मूल्यांकन तुलनात्मक के रूप में प्रस्तुत किया गया है। यह अध्ययन बाँस के पानी अवशोषण को कम करने और बंधन शक्ति को बढ़ाने के लिए कम लागत वाले उपचारों की संभावनाओं को भी उजागर करता है, जिससे इसे कंक्रीट में तन्य शक्ति के रूप में उपयोग करने को बढ़ावा मिलता है।



चित्र 1. कंक्रीट में प्रबलन के रूप में बिना उपचारित बाँस के खंड का व्यवहार: (a) ताजे कंक्रीट में बाँस, (b) कंक्रीट के परिपक्वन के दौरान बाँस, और (c) परिपक्वन के बाद बाँस [2]

2. सामग्री और परीक्षण विधियाँ:

2.1 कच्ची सामग्री

इस परीक्षण अध्ययन में महसमुंद, छत्तीसगढ़ के जंगलों से प्राप्त स्थानीय बाँस प्रजाति डेंड्रोकेलमस स्ट्रिक्टस का उपयोग किया गया है। बाँस की उम्र 4 वर्ष साल थी, और इसका जलांश (जल का अंश) लगभग 14% था। बाँस की छड़ों की सतह पर संशोधन के लिए, सिका हाईबॉन्ड चिपकने वाला अधिमिश्रण उपयोग किया गया और अतिरिक्त यांत्रिक शक्ति प्रदान करने के लिए स्टील के तार को इसके चारों ओर लपेटा गया।

कंक्रीट मिश्रण के लिए आईएसआई प्रमाणित पोर्टलैंड पोज़ोलाना सीमेंट का उपयोग किया गया। सीमेंट की संपीड़न शक्ति 7 दिनों में 39.25 एमपीए और 28 दिनों में 51.4 एमपीए दर्ज की गई थी। 2.76 के सूक्ष्मता मापांक के साथ स्थानीय नदी की रेत और 4.27 के सूक्ष्मता मापांक के साथ स्थानीय पाषाण संदलित्र से मोटा मिलावा का उपयोग किया गया। पीने योग्य पानी का उपयोग किया गया, जिसका पीएच 7.1 था। एम20 के रूप में नामित कंक्रीट मिश्रण का अनुपात 1:1.41:2.72:0.48 (सीमेंट: महीन मिलावा: मोटा मिलावा: पानी/सीमेंट अनुपात) था। कंक्रीट मिश्रण अनुपातन मार्गदर्शी सिद्धांत IS 10262:2019 [12] दिशानिर्देशों का पालन करता है था। तैयार कंक्रीट का उपयोग बाँस प्रबलन की बंधन शक्ति की जांच के लिए किया गया। आईएस 516:2021 में उल्लिखित परीक्षण प्रक्रियाओं के अनुसार, 7 और 28 दिनों के बाद कंक्रीट मिश्रण की संपीड़न शक्ति क्रमशः 15.34 एमपीए और 24.52 एमपीए थी।

2.2 जल अवशोषण परीक्षण:

कंक्रीट में प्रबलन के रूप में बाँस का उपयोग करने का एक महत्वपूर्ण नुकसान इसका जल अवशोषण है। इस समस्या को हल करने के लिए, डेंड्रोकालमस स्ट्रिक्टस के कई नमूनों पर जल अवशोषण क्षमता के प्रतिशत का अध्ययन किया गया, जिसमें पूरे बाँस और बाँस के पतले टुकड़े शामिल थे, जैसा की चित्र - 2 से देखा जा सकता है। जिन पर विभिन्न उपचार किए गए थे। नमूनों में आधार और मध्य खंड दोनों शामिल थे, जिनमें गांठें थीं और नहीं भी थी। बिना उपचारित और सिका हाइब्रिड चिपकने वाले से उपचारित बाँस के पतले टुकड़ों का परीक्षण किया गया। उपचारों का चयन कोटिंग पेंट्स की जल-प्रतिरोधी गुणों के आधार पर किया गया। इन कोटिंग्स को बाँस के तने की सतह पर लगाने से एक प्रभावी अपारदर्शी परत बनाई गई।



चित्र 2. जल अवशोषण के लिए बाँस के नमूने

2.3 खिंचाव परीक्षण:

इस परीक्षण का उद्देश्य बाँस की प्रबलन और कंक्रीट के बीच के बंध (जोड़) की प्रबलता को मापना था। विभिन्न उपचार के साथ बाँस के नमूने की बंध प्रबलता को असंचालित बाँस की तुलना में जाँचा गया है। पूर्व में प्राप्त जल अवशोषण परीक्षण के परिणामों को नमूने की तैयारी और उपचार के लिए दिशा-निर्देश का पालन किया माना गया। पूरे बाँस को अलग-अलग अंशों में विभाजित किया गया, जिसमें कई अंतर्वाहिक हिस्से भी शामिल थे, जो कि की नोड के साथ अंतर्नाल अनुमोदित क्षेत्र में नमूने के रूप में चुने गए। सभी नमूनों की लंबाई 600 मिमी थी, जैसा की चित्र - 3 और चित्र - 5 में दिखाया गया है, जो कि यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन के आवश्यकतानुसार है। विभिन्न मोटाई, परिधि, और पार्श्वीय क्षेत्रों के साथ, बाँस कुल्मों को 150 × 150 × 150 मिमी आयाम के कंक्रीट क्यूब्स में समाहित करके खिंचाव नमूने (सैम्पल) तैयार किए गए, जैसे की चित्र - 4 में दिखाया गया है। बाँस कल्म को IS:2770 के अनुसार 150 मिमी तक समाहित किया गया [13]।



चित्र - 3. सीका हाईबॉन्ड और इस्पात तार से विचारित नमूना



चित्र - 4. संचकन के दौरान खिंचाव नमूने

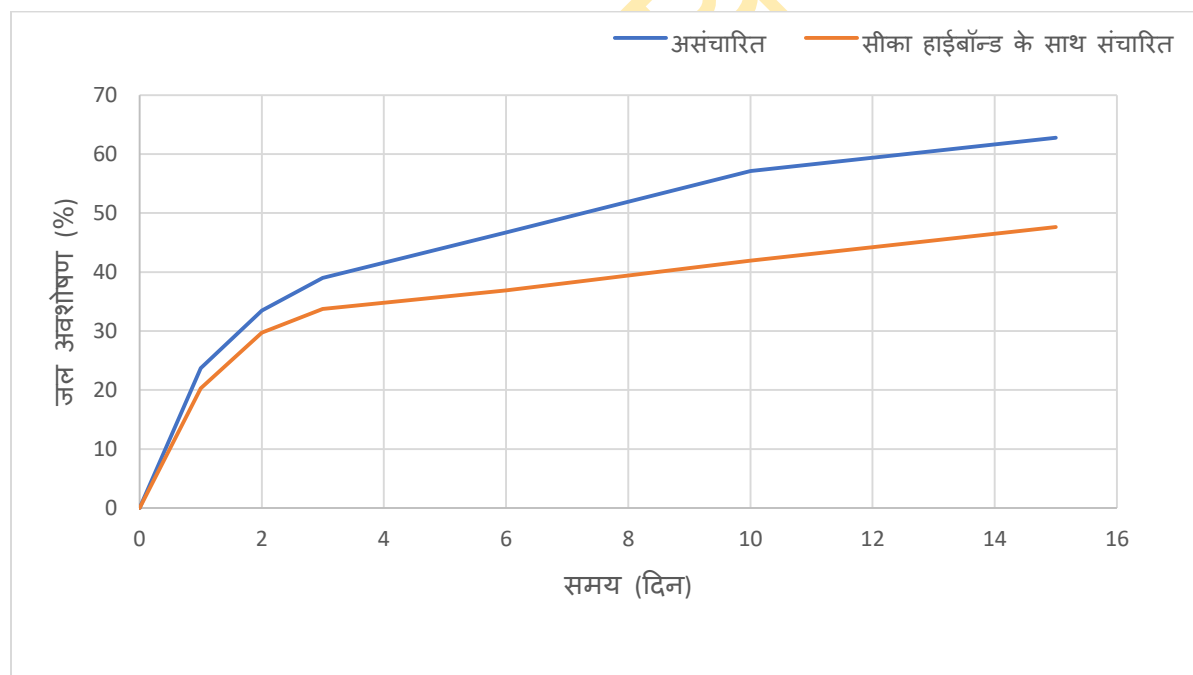


चित्र - 5. यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन में नमूने का खिंचाव परीक्षण

3. परिणाम और चर्चा:

सभी नमूनों ने पहले दो दिनों के भीतर अधिक पानी अवशोषित किया, इसके बाद अवशोषण की दर में कमी आई, जैसा कि चित्र - 6 में दर्शाया गया है। यह देखा गया है, कि बिना उपचार किए नमूनों ने अधिक पानी अवशोषित किया था, जिसमें पानी का अवशोषण उपचारित नमूनों की तुलना में 17-35% अधिक था, जो कंठ की ऊँचाई के साथ नमूने के स्थान पर निर्भर करता है।

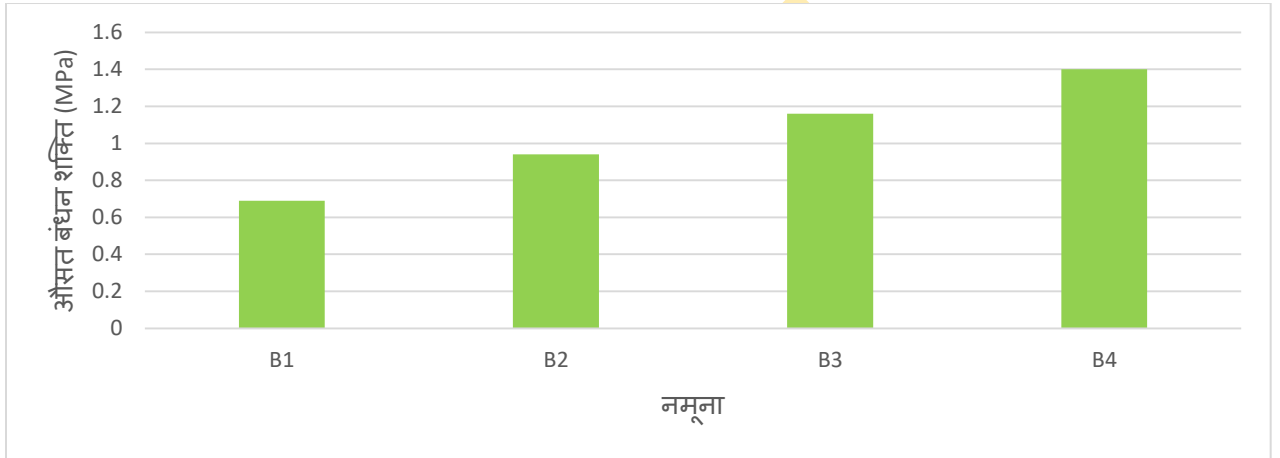
विभिन्न उपचारों के लिए बंधन शक्ति मान में परिवर्तन को तालिका - 1 और चित्र - 7 में स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। खिंचाव परीक्षण में नमूने (सैम्पल) को भंग होने तक खींचा गया। परीक्षण के दौरान, यह देखा गया कि सीका हाईबॉन्ड और स्टील तार से उपचारित नमूनों में फिसलन का मान बिना उपचारित नमूनों की तुलना में कम है। साथ ही यह भी पाया गया कि हाईबॉन्ड और स्टील तार से उपचारित नमूनों में कंक्रीट ब्लॉक की ऊपरी परत बाँस से कंक्रीट में स्थानांतरित तनाव के कारण ऊपर की ओर खिसक गई, जैसा कि चित्र - 8 में स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। इसके बाद, कंक्रीट की निचली परतें बाँस को बंधन क्रिया के माध्यम से अधिक प्रभावी ढंग से पकड़ने में सक्षम हो गईं।



चित्र - 6. असंचारित और उपचारित बाँस के लिए जल अवशोषण

तालिका 1. खिंचाव परीक्षण परिणामों का विवरण

नमूना	प्रदान किया गया उपचार	व्यास (मिमी)	क्षेत्रफल (मिमी ²)	औसत शिखर भार (N)	औसत बंधन शक्ति (MPa)	बंधन शक्ति में वृद्धि
B1	असंचारित	20	9420	6500	0.69	1.00
B2	गाँठ के साथ असंचारित	20	9420	8900	0.94	1.37
B3	सीका हाईबॉन्ड	20.5	9655.5	11200	1.16	1.68
B4	सीका हाईबॉन्ड स्टील तार के साथ	20.5	9655.5	13500	1.40	2.03



चित्र - 7. बाँस प्रबलन के बंधन शक्ति में परिवर्तन



चित्र - 8. कंक्रीट में बाँस की बंधन विफलता

5. निष्कर्ष:

1. कंक्रीट नमूने के भीतर गाँठ की उपस्थिति सभी उपचारों में बंधन की ताकत को 25-28% तक बढ़ाती है।
2. सिका हाईबॉन्ड चिपकने का उपयोग करने से पानी का अवशोषण कम होता है, और बंधन की ताकत बढ़ाने में मदद मिलती है।
3. सिका हाईबॉन्ड को बाँस के नमूने के चारों ओर लपेटे गए स्टील तार के साथ मिलाने से बिना उपचार किए नमूनों की तुलना में बंधन शक्ति में 100% सुधार होता है और बाँस की फिसलन भी कम होती है।

विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय,
भिलाई, छत्तीसगढ़, भारत
*पत्राचार लेखक का ई-मेल: vivekpahuja97@gmail.com

संदर्भ:

1. K. Ghavami, "Ultimate load behaviour of bamboo-reinforced lightweight concrete beams," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 17, no. 4, pp. 281–288, 1995, doi: 10.1016/0958-9465(95)00018-8.
2. K. Ghavami, "Bamboo as reinforcement in structural concrete elements," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 27, no. 6, pp. 637–649, 2005, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2004.06.002.
3. J. A. Kankam and S. H. Perry, "Variability of bond strength between bamboo and concrete," *ACI Mater. J.*, vol. 86, no. 6, pp. 615–618, 1989, doi: 10.14359/2290.
4. A. Agarwal, B. Nanda, and D. Maity, "Experimental investigation on chemically treated bamboo reinforced concrete beams and columns," *Constr. Build. Mater.*, vol. 71, pp. 610–617, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2014.09.011.
5. P. R. Mali and D. Datta, "Experimental evaluation of bamboo reinforced concrete slab panels," *Constr. Build. Mater.*, vol. 188, pp. 1092–1100, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.08.162.
6. S. Y. Kute and M. R. Wakchaure, "Performance Evaluation for Enhancement of Some of the Engineering Properties of Bamboo as Reinforcement in Concrete," *J. Inst. Eng. Ser. A*, vol. 94, no. 4, pp. 235–242, 2014, doi: 10.1007/s40030-014-0063-1.

7. A. Javadian, M. Wielopolski, I. F. C. Smith, and D. E. Hebel, "Bond-behavior study of newly developed bamboo-composite reinforcement in concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 122, pp. 110–117, 2016, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.06.084.
8. B. Mondal, D. Maity, and P. K. Patra, "Tensile characterisation of bamboo strips for potential use in reinforced concrete members: experimental and numerical study," *Mater. Struct. Constr.*, vol. 53, no. 5, 2020, doi: 10.1617/s11527-020-01563-z.
9. A. Javadian, I. F. C. Smith, N. Saeidi, and D. E. Hebel, "Mechanical properties of bamboo through measurement of culm physical properties for composite fabrication of structural concrete reinforcement," *Front. Mater.*, vol. 6, 2019, doi: 10.3389/fmats.2019.00015.
10. A. Bala and S. Gupta, "Engineered bamboo and bamboo-reinforced concrete elements as sustainable building materials: A review," *Constr. Build. Mater.*, vol. 394, no. March, p. 132116, 2023, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132116.
11. H. Archila, S. Kaminski, D. Trujillo, E. Zea Escamilla, and K. A. Harries, "Bamboo reinforced concrete: a critical review," *Mater. Struct. Constr.*, vol. 51, no. 4, 2018, doi: 10.1617/s11527-018-1228-6.
12. Bureau of Indian Standards, "IS 10262: 2019- Concrete Mix Proportioning- Guidelines," *Bur. Indian Stand.*, vol. Second Rev, no. January, pp. 1–40, 2019.
13. IS: 2770, "Methods of Testing Bond in Methods of Testing Bond in," *METHODS Test. Bond Reinf. Concr.*, vol. 2770, no. January 1968, 1997.

9. दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका वाले समतल प्लेट सौर जल तापक के उष्मीय प्रदर्शन पर संग्राहक झुकाव कोण का प्रभाव: एक तुलनात्मक अध्ययन

योगेश कुमार^{1*}, शीना शेखर², मनोज वर्मा³, हरीश कुमार घृतलहरे

सार: समतल प्लेट सौर संग्राहक (सोलर पैनल) जल गर्म करने के लिए सबसे मूल तरीके के संग्राहक होते हैं। इन्हें निर्माण करना सरल है, लागत-प्रभावी है, और उन्हें न्यूनतम रखरखाव की आवश्यकता होती है। पारंपरिक सौर जल तापक किसी मुकाबले में कुछ कम दक्षता को प्रदर्शित करता है, हालांकि यह सस्ता और दीर्घकालिक टिकाऊपन के लाभ प्रदान करता है। अतः विशेष डिज़ाइन का उपयोग करके दक्षता में सुधार के लिए एक और विशिष्ट अध्ययन की आवश्यक थी। इस अध्ययन में, भारत में छत्तीसगढ़, भिलाई स्थित छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय के विश्विद्यालय शिक्षण-विभाग में शीतकालीन ऋतु जनवरी-फरवरी 2023 के दौरान, एक दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका वाले समतल प्लेट सौर संग्राहक जल तापक (प्लैट प्लेट सोलर पावर कलेक्टर विद माडीफाइड डबल स्पाइरल फ्लो ट्यूब) को विकसित कर परीक्षण किया गया। संशोधित सौर जल तापक (सोलर वाटर हीटर) का उष्मीय प्रदर्शन पाँच विभिन्न झुकाव कोणों (10°, 15°, 20°, 25°, 30°) पर 0.0083 किलोग्राम प्रति सेकंड निश्चित भार वाले द्रव्यमान प्रवाह दर (मास फ्लो रेट) में गणना की गई। सौर जल तापक की उच्चतम थर्मल कुशलता 25° झुकाव कोण पर 60.12% पाई गई थी, जब निकास जल का तापमान 58.9 डिग्री सेल्सियस पर मापा गया था। यह 10°, 15°, 20°, और 30° के झुकाव कोणों पर 25° के कुशलता से क्रमशः 19.67%, 14.61%, 3.59%, और 2.87% अधिक थी।

मुख्य शब्द: सौर जल तापक, समतल प्लेट सौर संग्राहक, दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका, झुकाव कोण

1. प्रस्तावना:

भारत में तेजी से बढ़ती जनसंख्या ने देश की ऊर्जा आवश्यकताओं को बढ़ावा दिया है। ऊर्जा देश की सामाजिक-आर्थिक प्रगति को प्रेरित करती है [1]। प्राकृतिक संसाधनों जैसे गैस, तेल और कोयले को व्यक्तियों की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए वर्षों से सफलतापूर्वक उपयोग किया जा रहा है [2]। परंतु वर्तमान में, विश्व एक कठिन ऊर्जा संकट का सामना कर रहा है, और साथ ही जलवायु परिवर्तन की महत्वपूर्ण चुनौती से भी जूझ रहा है [3]। सूर्य से प्राप्त सौर ऊर्जा को व्यापक रूप से एक प्रमुख और उपयुक्त नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत (रिन्युवेबल इनर्जी सोर्स) के रूप में माना जाता है। सौर ऊर्जा को बिजली में रूपांतरित करके, कोयले, और अन्य प्राकृतिक जीवाश्म ईंधनों से प्राप्त विद्युत (ऊर्जा) के मूल्यों को कम किया जाता है, [4] जिसको उद्योग, इमारतों, और अन्य

थर्मल स्ट्रीम प्रणालियों आदि में व्यापक रूप से उपयोग किया गया है [5]। यह अब सबसे अधिक लागत-प्रभावी ऊर्जा स्रोत का विकल्प है [6]। सौर ऊर्जा को ऊर्जा रूपांतरण के द्वारा तापमानीय ऊर्जा को प्राप्त करने का यह एक सरल और व्यापक तरीका है [7]। सौर जल तापक (सोलर वॉटर हीटर) एक महान मानव आविष्कार है। एक साधारण घरेलू ऊर्जा उपभोग के लिए ऊर्जा का लगभग 20% का अंश अकेले सौर जल तापन से संभव है [8,9]। समतल प्लेट सौर संग्राहक जल तापन के लिए उपयुक्त सबसे सरल प्रकार हैं [10]। वैश्विक स्तर पर जारी अनुसंधान प्रयासों ने समतल प्लेट सौर संग्राहक प्रौद्योगिकी (सोलर पैनल टेक्नॉलॉजी) में महत्वपूर्ण अभियांत्रिकी (इंजीनियरिंग) उन्नति प्रस्तुत की है [11]। विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा किए गए कार्य समतल प्लेट सौर संग्राहक के प्रदर्शन को सुधारने में सहायक रहे हैं, जिन्हें संक्षेप में निम्नलिखित रूप से समीक्षा की गई है।

एडविन और अन्य (2016) [12] ने जाँच की कि स्पाइरल रहने वाले घरेलू सौर जल तापक में काँक्रीट और रेत अवशोषकों का उपयोग करने से काँक्रीट अवशोषकों के निर्गम (निकासी) जल तापमान, रेत अवशोषकों से अधिक था, जिसमें काँक्रीट अवशोषकों का औसत निकास जल तापमान 72 डिग्री सेल्सियस और रेत अवशोषकों का 76°C था। होसेन और अन्य (2016) [13] ने समतल प्लेट सौर जल तापक के प्रायोगिक अन्वेषण किए, जिसमें समानान्तर (पैरलल) दो-दिशा सर्पिल आकार में निकासी पाइप (सर्पेंटाइन फ्लो पाइप्स) का उपयोग करके द्रव्यमान प्रवाह दर सीमा 3.33-8.33 ग्रा/से में परीक्षण किया गया। इस संशोधित सौर जल तापक के लिए श्रेष्ठ तापमान दक्षता 81.26% और 80.20% थी, जबकि औसत दक्षता 70.24% और 70.96% थी। इस नए समतल प्लेट सौर जल तापक ने तापमान दक्षता में सुधार को प्रदर्शित किया। लेखक (अनुसंधानकर्ताओं) ने यह निष्कर्ष निकाला, कि सौर जल तापक की तापमान दक्षता को ट्यूब के आकार, और पाइप के घटकों में संशोधन से इसे सुधारा जा सकता है।

मणिकंदन और अन्य (2016) [14] ने डबल-ग्लेज्ड समतल प्लेट सौर जल तापक की थर्मल दक्षता का मूल्यांकन किया, जिसमें तीन विभिन्न अवशोषक प्लेट विन्यास (प्लेट कॉन्फिगरेशन) का उपयोग किया गया: जिसमें क्रमशः समतल (फ्लैट) प्लेट, वी-ग्रूव, और स्क्रायर पल्स शामिल थी। फ्लैट प्लेट अवशोषकों की थर्मल दक्षता वी-ग्रूव और स्क्रायर पल्स प्लेट्स से अधिक पाई गई। गुंजो और अन्य (2017) [15] ने समतल प्लेट सौर जल तापक की दक्षता में सुधार करने के लिए अवशोषक प्लेट के साथ एकल मुड़ी हुई ऊर्ध्वगामी नली का प्रयोग किया। द्रव्यमान प्रवाह दर (मास फ्लो रेट) 0.0167 किग्रा/से पर प्रयोग से 71% की श्रेष्ठ तापमान दक्षता और 60°C पर जल निकासी तापमान प्राप्त हुआ था। दिनेश और वेंकटा (2017) [16] ने 0.28 ग्रा/से द्रव्यमान प्रवाह दर पर दो समान समतल प्लेट सौर जल तापक की प्रदर्शन क्षमता की जाँच की जिसमें पहले सौर जल तापक में पारंपरिक समतल प्लेट सौर संग्राहक को पंखनुमा (फिन्स प्लेटो) के समावेश के बिना लागू किया गया, जबकि दूसरी समतल प्लेट सौर जल तापक में स्पाइरल ग्रूव (सर्पिल आकार के गड्ढों) वाले अंतर्निहित फिन्ड कॉपर नलिकाओं (ट्यूब्स) का उपयोग किया गया। प्रायोगिक परिणाम ने दिखाया कि अंतर्निहित फिन आकार की थर्मल दक्षता पारंपरिक ट्यूब समतल प्लेट सौर संग्राहक के मुकाबले लगभग 4.5% अधिक थी। साबल (2017) [17] ने अपने अध्ययन में सौर जल तापक की जाँच प्रायोगिक तरीकों से की, तथा अध्ययन में काँक्रीट अवशोषकों डिम्पल ट्यूब की जाँच की गई, जिसमें डिम्पल

सर्पेटाइन ट्यूब पर डिम्पल (गड्डे) लगाए गए थे। विभिन्न भार वितरण की जाँच की गई। इस दौरान डिम्पल ट्यूब पर आधारित सिस्टमों में आउटपुट जल तापमान का निर्धारण करने के लिए, दो पूरी तरह समान समतल प्लेट सौर संग्राहक लगाए गए थे, एक में डिम्पल (गड्डे) और दूसरे में स्मूथ ट्यूब (चिकनी नलिका) लगी थी। प्रयोग से परिणाम यह निकला कि डिम्पल ट्यूब आधारित सिस्टम में उत्पादन तापमान क्रमशः स्मूथ ट्यूब आधारित सिस्टम से अधिक था। वीसा और अन्य [18] द्वारा प्रायोजित अनुसंधान में एक अद्वितीय त्रिकोणीय आकार के समतल प्लेट सौर संग्राहक का उपयोग किया गया था, जिसके अंदर के छेद का आकार 0.083 मीटर² था। इस नए डिजाइन ने ऊर्ध्वगामी नली (अपवर्ड ट्यूब) की आवश्यकता को समाप्त करने के लिए एक विशेष तकनीक प्रस्तुत की, जिसने पानी को अवशोषक (अब्जोर्बेंट) के ऊपर और नीचे (बॉटम) प्लेट के बीच के स्थान पर बहने की अनुमति दी। इस अद्वितीय डिजाइन के समतल प्लेट सौर संग्राहक में अंतर्निहित और परीक्षण के दौरान समीक्षात्मक परीक्षण किए गए, जिनमें नारंगी, हरा, और काले शोषकों (अब्सॉर्बर्स) की अलग-अलग रंगतों में 35%, 42% और 55% अवधारणीय उष्मीयता प्राप्त हुई। यह संक्षिप्त और नवाचारी (इन्वोवेटिव) समतल प्लेट सौर संग्राहक डिजाइन ने वाज़िब परिणाम दिखाया। साथ ही, सिद्दीकी और अन्य (2019) [19] द्वारा एक अलग अध्ययन में समतल प्लेट सौर जल तापक के तीन विभिन्न विन्यासों (कॉन्फ़िग्रेशन) में क्रमशः समतल सतह, लहरदार, और बार-बार बदलती दिशा (टेढ़े-मेढ़े) वाले विन्यासों का परीक्षण किया गया। इन सौर तापकों (सोलर हीटर्स) द्वारा प्राप्त अधिकतम तापमान 46°C, 54°C और 61°C था। इनकी सहायक दक्षता 14%, 17%, और 24% में मापी गई, जिससे विभिन्न विन्यासों में विभिन्न स्तरों की प्रभावकारिता का पता चलता है। मोरावेज और अन्य (2019) [20] द्वारा गोल समतल प्लेट सौर संग्राहक की उष्मीयता का प्रयोगात्मक मूल्यांकन किया गया, जिसमें द्रव्यमान प्रवाह दर (मास फ्लो रेट) 0.5ली/मिनट से 2.5 ली/मिनट था। अनुसंधानीय शोध ने यह साबित किया कि, इस अद्वितीय समतल प्लेट सौर संग्राहक के डिजाइन ने 2.5ली/मिनट द्रव्यमान प्रवाह दर पर 75.3% उष्मीयता प्राप्त की है। किम और अन्य (2019) [21] ने एक प्रयोग में पारदर्शी पॉलीयूरेथेन ट्यूब का उपयोग अवशोषक प्लेट पर किया, जिसमें पारंपरिक और नवाचारी समतल प्लेट सौर जल तापक (यू-आकारी तांबे की ट्यूब) के बीच तुलना करने के लिए था। प्रयोगात्मक शोध ने यह दिखाया कि नवाचारी सौर जल तापक के लिए उष्मीयता में 5% की वृद्धि हुई है। अरोड़ा और अन्य (2019) [22] द्वारा किए गए अध्ययन में सौर जल तापक के एक अद्वितीय चपटी प्लेट के आकार के चैनल को समतल प्लेट सौर संग्राहक की उष्मीयता की जाँच करने के लिए उपयोग किया, जिसमें 1 से 5 ली/मिनट द्रव्यमान प्रवाह दर के बीच प्रायोगिक तरीकों का उपयोग किया गया। अनुसंधानीय शोध ने यह दिखाया कि, समतल प्लेट सौर संग्राहक के इस अद्वितीय विन्यास ने द्रव्यमान प्रवाह दर 3ली/मिनट पर 83.17% ऊर्जा और 18.73% व्यावहारिक (उपयोगी) ऊर्जा दक्षता प्राप्त की थी। सिवारामन और अन्य (2020) [23] ने एक प्रयोगात्मक अध्ययन किया, जिसमें उन्होंने समतल प्लेट सौर संग्राहक में मोड़ी प्रकार (बेंट टाइप) की ट्यूब्स (नलिकाओं) की प्रदर्शन क्षमता की तुलना सीधे प्रकार (स्ट्रेट टाइप) की ट्यूब्स (नलिकाओं) के साथ की। प्रयोगात्मक परिणामों ने यह दिखाया कि निकासी और प्रवेश के दौरान पानी के बीच 10-12°C का तापमान अंतर बढ़ा है। मनोरम और अन्य (2020) [24] द्वारा किए गए

अध्ययन में ताप प्रसार सुधार (थर्मल एक्सपेनशन करेक्शन) और उसके प्रभाव पर ध्यान केंद्रित किया गया था, जिससे सौर जल तापक (सोलर वॉटर हीटर) की उष्मीयता (हॉटनेस) पर प्रभाव पड़ा। ट्यूब की सतह पर डिम्पल्स (गड्ढों) के प्रवेश ने, विशेष रूप से गोल और बदले हुए आकारों में, संग्राहक की क्षमता को बढ़ाने में मददगार साबित हुए।

उपरोक्त अनुसंधान साहित्य के अध्ययन के आधार पर, यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है, कि डिज़ाइन में किए गए संशोधनों ने संग्राहक दक्षता में महत्वपूर्ण सुधार किया। समतल प्लेट सौर जल तापक के लिए विभिन्न प्रवाह ट्यूब डिज़ाइन और प्रदर्शन अध्ययनों [12-24] का अवलोकन किया गया, जिनमें सीधे, वक्राकार, मोड़े हुए, यू-टाइप, लहरदार, त्रिकोणीय, बार-बार बदलती दिशा (टेढ़े-मेढ़े) विन्यास वाला, गोल, और घुमावदार प्रकार के डिज़ाइन शामिल थे। कई अध्ययनों का मूल्यांकन करने के बाद, यह पाया गया, कि इस अध्ययन में प्रयोग किया गया द्वि-सर्पिल प्रवाह ट्यूब डिज़ाइन एक नया और अभिनव विचार है। यह डिज़ाइन अब तक शोध साहित्य में अनछुआ है। इस अध्ययन में विभिन्न संग्राहक झुकाव कोणों पर प्राकृतिक संवहन में द्वि-सर्पिल आकार के सौर जल तापक का प्रयोगात्मक परीक्षण किया गया है।

2. प्रयोगात्मक विधि:

संशोधित द्वि-सर्पिल समतल प्लेट सौर ऊर्जा संग्राहक (माडीफाइड बाई-स्पाइरल प्लैट प्लेट सोलर पावर कलेक्टर) का निर्माण किया गया। इस प्रणाली में जल को कार्यशील द्रव के रूप में उपयोग किया गया ताकि प्रवाह के माध्यम से तापीय ऊर्जा का स्थानांतरण हो सके। सौर संग्राहक का परीक्षण अमेरिकन सोसाइटी ऑफ हीटिंग, रेफ्रिजरेटिंग और एयर-कंडीशनिंग इंजीनियर्स एएसएचआरएई (83-96) मानकों के अनुसार किया गया था। प्रवेश (इनलेट) और निर्गम या निकास (आउटलेट) पानी का तापमान, प्लेट का तापमान, और परिवेश का तापमान मापने के लिए डेटा लॉगर (PPI: Unilog plus) का उपयोग किया गया। सौर विकिरण मापने के लिए लूट्रोन के मॉडल SPM-1116SD का उपयोग किया गया। पवन गति मापने के लिए एनिमोमीटर मॉडल AM-4201 का उपयोग किया गया। प्रत्येक अध्ययन (रीडिंग सेट) के लिए प्रणाली को संतुलित अवस्था में लाने के लिए एक घंटे का समय दिया गया। संभावित माप त्रुटियों को कम करने के लिए निकास (आउटलेट) पानी के तापमान और अवशोषक प्लेट के तापमान की तीन समीक्षाओं का औसत समान परिस्थितियों में लिया गया। सभी प्रयोग 9 बजे सुबह से 4:30 बजे शाम तक जनवरी-फरवरी 2023 के दौरान किए गए। प्रयोग के दौरान डेटा हर 10 मिनट के अंतराल पर संग्रहित किया गया और 30 मिनट के अंतराल को दर्शाने या प्रतिनिधित्व करने के लिए तीन अध्ययनों (रीडिंग) का औसत निकाला गया। सौर संग्राहक को प्राकृतिक संवहन मोड के लिए जाँचा गया।

2.1 समतल प्लेट सौर संग्राहक का डिज़ाइन और निर्माण:

इस प्रयोग में उपयोग किए गए समतल प्लेट सौर संग्राहक के डिज़ाइन में द्वि-सर्पिल तांबे की ट्यूब्स, प्लेट सामग्री, ग्लास कवर, और इंसुलेटेड केसिंग (आवरण) शामिल हैं। अवशोषक प्लेट एल्यूमीनियम शीट से बनाई गई है, जो राइज़र ट्यूब्स से जुड़ी है। विकिरण के अवशोषण को बढ़ाने के लिए अवशोषक की सतह पर विशेष काले रंग का लेप (कोटिंग) चढ़ाया गया है। ऊष्मा अपव्यय को कम करने के लिए उच्च संप्रेषणीयता वाली प्लेन ग्लास शीट का उपयोग चमकदार परत के रूप में किया गया है, जो अवशोषक प्लेट के ऊपरी हिस्से से ऊष्मा के रिसाव को कम करती है। संग्राहक के पिछले और किनारे से उष्मीय ह्रास (नुकसान) को कम करने के लिए ग्लास ऊन (वूल) या थर्माकोल, एल्यूमीनियम फॉयल जैसी इंसुलेशन का उपयोग किया गया है। द्वि-सर्पिल आकार के सौर जल तापक (बाई-स्पाइरल टाइप सोलर वॉटर हीटर) को चित्र - 1 में दिखाया गया है, जबकि संग्राहक और इसके घटकों के विस्तृत विनिर्देश तालिका - 1 में दिए गए हैं। संग्राहक की सामग्री की विशेषताएँ तालिका - 2 में प्रदर्शित हैं। इस नए संग्राहक का फ्रेम प्लाईवुड से बना है, जो इसे हल्का और आसानी से परिवहनीय बनाता है।



चित्र - 1 (क) परीक्षण किए गए सौर जल तापक का फोटोग्राफिक दृश्य और (ख) प्रयोग के लिए उपयोग किए गए उपकरण।

सौर संग्राहक का आयाम 2.035 मी x 1.04 मी x 0.10 मी है। संग्राहक 18 मिमी मोटी प्लाईवुड शीट से निर्मित है। अवशोषक प्लेट के नीचे के हिस्से में ऊष्मा रोधक कांच ऊन सामग्री (तापीय चालकता 0.04 वाट/मी-के) भरी गई है। सर्पिल प्रवाह ट्यूब तांबे से बनी है और इसे 1.2 मिमी एल्यूमीनियम शीट से जोड़ा गया है, जिसे अवशोषक की ऊपरी तरफ काले रंग से रंगा गया है। इस संग्राहक के ऊपरी भाग को 4 मिमी मोटे काँच से ढका

गया है। काले रंग की अवशोषक प्लेट और काँच कवर के बीच की दूरी 6 सेमी है। संग्राहक को रॉड से जोड़ने के लिए 10 से 30 डिग्री का झुकाव कोण का इस्तेमाल किया गया है।

तालिका 1: निर्मित समतल प्लेट सौर संग्राहक के विनिर्देश और घटक

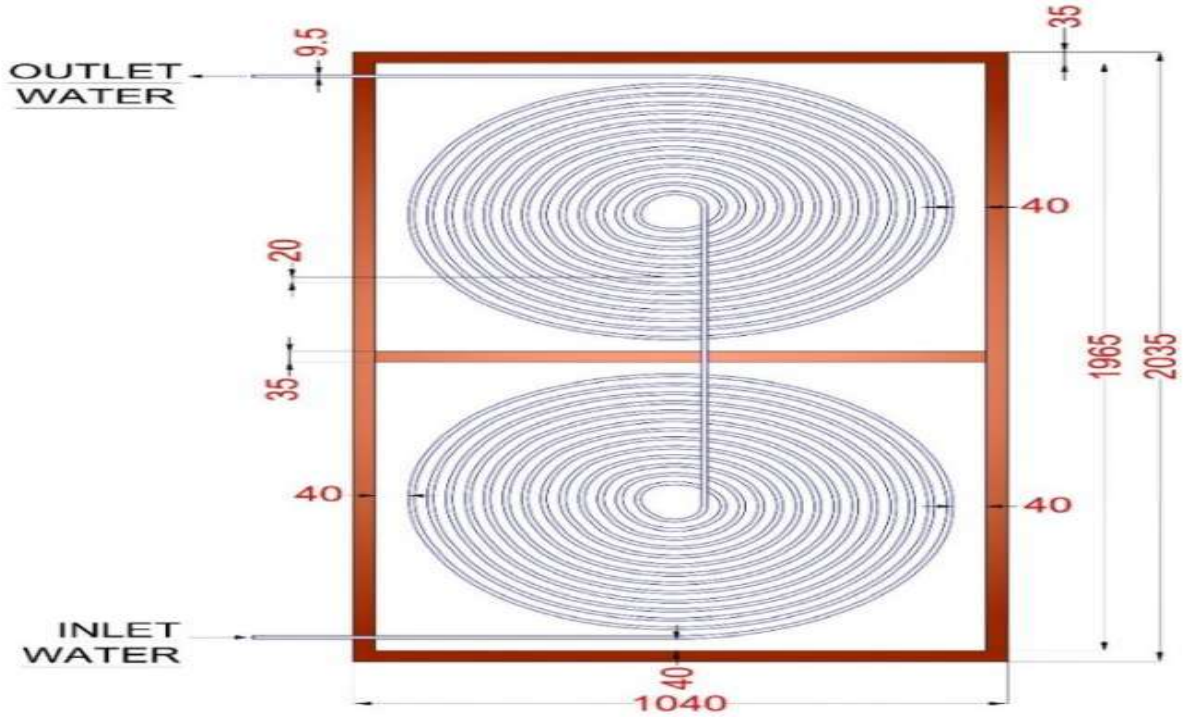
घटक	विनिर्देश	इकाई	घटक	विनिर्देश	इकाई
संग्राहक आयतन	2035x1040x100	मिमी ³	• सामग्री	कांच ऊन	
अवशोषण क्षेत्र	1965 x 970	मिमी ²	• साइड मोटाई	25	मिमी
ग्लास कवर			• नीचे की मोटाई	50	मिमी
• संख्या	1		अवशोषक प्लेट		
• सामग्री	साधारण काँच		• सामग्री	एल्युमिनियम	
• मोटाई	4	मिमी	• मोटाई	0.28	मिमी
• संचारणशीलता	0.95		• लंबाई	1900	मिमी
• विकिरणशीलता	0.90		• चौड़ाई	115	मिमी
सर्पिल ट्यूब			• अवशोषणशीलता	0.90	
• सामग्री	तांबा		• कोटिंग	काला स्प्रे पेंट	
• बाहरी व्यास	9.5	मिमी	• विकिरणशीलता	0.20	
• भीतरी व्यास	8.3	मिमी	ग्लास और अवशोषक प्लेट के बीच की दूरी	60	मिमी
• ट्यूब की लंबाई	138	फीट	संग्राहक झुकाव कोण	10-30	डिग्री
ऊष्मा रोधक					

तालिका 2: सामग्री चयन और गुणस्तर

सामग्री	मान
अवशोषक शीट और ट्यूब (कॉपर) का थर्मल तथ्यात्मकता	401 वाट/ मी-के
अवशोषक शीट (एल्युमिनियम) का थर्मल तथ्यात्मकता	251 वाट/ मी-के
पानी का थर्मल तथ्यात्मकता	0.6 वाट/ मी-के
पानी का विशिष्ट ऊष्मा	4187 जू/किग्रा.के
पानी की वायुमान की गति	0.0083 किग्रा/से
हवा का थर्मल तथ्यात्मकता	0.024 वाट/ मी-के
हवा की विशिष्ट ऊष्मा	1005 जू/किग्रा.के
कांच ऊन का थर्मल तथ्यात्मकता	0.04 वाट/ मी-के
पत्थर ऊन का थर्मल तथ्यात्मकता	0.052 वाट/ मी-के

2.2: संशोधन डिज़ाइन

दोहरी सर्पिल ट्यूब संग्राहक ने संग्राहक क्षेत्र और ट्यूब सामग्री (कॉपर) को एक पारंपरिक संग्राहक के समान रखा है। चित्र - 2 में डिज़ाइन संशोधन का पूरा वर्णन दिया गया है।



चित्र - 2. दोहरी सर्पिल संग्राहक नलिका के डिज़ाइन के विवरण

2.3 प्रयोग प्रक्रिया:

संग्राहक सूर्य से आने वाली किरणों को प्राप्त करता है, और एक परिवर्तन प्रक्रिया के माध्यम से ऊष्मा उत्पन्न करता है। इस ऊष्मा को फिर एक ऊष्मा संचार तरल के माध्यम से संग्रह किया जाता है। इस प्रयोग में, उपयोग में आने वाला पानी उस संग्राहक, जो एक उच्च अवशोषण क्षमता वाला होता है, से जुड़ा हुआ होता है। यह संग्राहक सीधे सूर्य की किरणों को ग्रहण करता है, और प्राप्त ऊष्मा को उष्मीय ऊर्जा में बदलता है, इसलिए पानी के तापमान को बढ़ाता है जो परिवहन हो रहा है। ठंडा पानी एक केंद्रीय भंडारण टैंक में संग्रह किया जाता है, और यह ऊष्मा संचारक ट्यूब्स के माध्यम से सीधा हस्तांतरित करता है ताकि ऊष्मा उत्पन्न हो सके। इस तकनीक की मूल धारणा यह है कि सूर्य संग्राहक और उपर्युक्त जल टैंक के बीच स्वाभाविक अपवाहन (ड्रेनेज) के द्वारा ऊष्मा के परावर्तन का वितरण होता है। एक निरंतर चक्र में, जल का घनत्व गर्मी के प्रति अल्प (कम) होता है, जब उसे ऊष्मीकरण के लिए सम्मिलित किया गया होता है, जिससे हल्का जल उच्चतम स्तर की दिशा में बढ़ता है, जहाँ इसे निर्धारित टैंक के अंदर संग्रहण के लिए इकट्ठा करना होता है। जब टैंक के निचले भाग में पानी का तापमान कम हो जाता है, तो ठंडा पानी ऊष्मा संचार सिस्टम की ओर बहता रहता है। प्रत्येक सेट के अध्ययन के लिए एक आवासीय अवस्था स्थिर स्थिति कही जाती है, जिसे दृढ़ स्थिति के रूप में उपयोग किया जाता है। यह प्रयोग रोजाना किए गए थे, जो 09:00 बजे से प्रारंभ होकर 04:30 बजे को समाप्त होते थे, प्रत्येक दिन के लिए कुल अवधि 7.5 घंटे होती थी। प्रयोग में विभिन्न पैरामीटरों का मापन शामिल है, जैसे कि संग्राहक से निकलने और अंतर्गत पानी का तापमान, अवशोषक प्लेट और काँच का तापमान, सौर तीव्रता, हवा की गति, और परिवेशीय तापमान आदि। अध्ययन से जो डेटा जुटाया गया है, उसमें 10 मिनट के नियमित अंतरालों पर मापन किया गया है और तीन मापों का औसत निकाला गया है, जो एक 30 मिनट के अंतराल का प्रतिनिधित्व करता है। अधिग्रहित किए गए डेटा के अनुसार विभिन्न जल उष्मनाशी की गणना की गई है। यह प्रयोग भारत के छत्तीसगढ़ राज्य में विश्वविद्यालय शिक्षण विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई में किया गया था, जो स्थानांक 21°27' उत्तर और 81°43' पूर्व पर स्थित है। इस सेट अप की दिशा दक्षिण की ओर थी। यह प्रयोग जनवरी-फरवरी 2023 में हुआ था, और इसमें ऊष्मा संचार तरल के रूप में पानी का उपयोग स्वाभाविक अपवाहन (ड्रेनेज) द्वारा किया गया था।

2.4 अनिश्चितता विश्लेषण:

2.4.1 उपकरणों का उपयोग

संग्राहक में कई स्थानों पर तापमान मापने के लिए डिजिटल डेटा लॉगर का उपयोग T-प्रकार के थर्मोकपल के साथ किया गया, जिसकी सटीकता ± 0.5 डिग्री सेल्सियस है। हवा की गति को एक एनेमोमीटर से मापा गया, जो ± 0.5 मी/से की सटीकता के साथ मापन प्रदान करता है। सौर शक्ति मीटर, जिसकी ± 10 वा/मी² की सटीकता है, ने

संग्राहक की सतह पर प्रतिपङ्कित सौर प्रकाश की मात्रा को मापा। प्रयोग के दौरान, संग्राहक में पानी के प्रवाह की दर को एक ऐक्रिलिक बॉडी रोतामीटर से मापा गया, जिसकी सटीकता FSD के $\pm 2\%$ है। तालिका 3 में परीक्षणों में प्रयुक्त उपकरणों की व्यापक सूची प्रदान करती है।

तालिका 3: उपकरणों के विनिर्देश

क्र.सं.	उपकरण का नाम	मापदंड	रेंज	सटीकता	मॉडल नंबर
1.	सोलर पावर मीटर	सौर तीव्रता	0-2000 वा/मी ²	± 10 वा/मी ²	SPM - 1116SD
2.	एनीमोमीटर	वायु गति	0-30 मी/से	± 0.5 मी/से	AM -4201
3.	थर्मोकपल	तापमान	-80-350 डिग्री सेल्सियस	± 0.5 डिग्री सेल्सियस	T- टाइप
4.	रोतामीटर	जल प्रवाह दर	0-0.028 किग्रा/से	$\pm 2\%$ of FSD	HSN 9026

प्रायः निर्माणों से जुड़ी मापों की अनिश्चितताएँ इस प्रकार हैं: सूर्य किरणों में लगभग ± 0.47 वा/मी² की अनिश्चितता है, हवा की गति में ± 0.07 मी/से, तापमान में ± 0.20 डिग्री सेल्सियस, और फ्लो मीटर पठन में ± 0.0013 किग्रा/से. ये मान निर्माण के प्रत्येक पैरामीटर के मापन के लिए त्रुटि का सीमा दर्शाते हैं।

3. प्रदर्शन विश्लेषण:

समीकरण (3) का उपयोग जल द्वारा अवशोषित ऊर्जा (Q_u) का निर्धारण करने के लिए किया जा सकता है [25].

$$Q_u = A_c F_R [G_t \tau \alpha - U_L (T_{coll, in} - T_a)]$$

जहाँ,

A_c = सौर संग्राहक का पृष्ठफल (मीटर²); F_R = उष्मा प्रसारण कारक; G_t = कुल सूर्य प्रकाश तीव्रता (वॉट/मीटर²); τ = शीशे की पारदर्शिता कुशलता; α = अवशोषण संख्या; U_L = संग्राहक का कुल ऊष्मा ह्रास गुणक, (वॉट/मीटर²-केल्विन);

$T_{coll, in}$ = संग्राहक में प्रवेश के समय जल का तापमान (डिग्री सेल्सियस); T_a = परिवेशीय तापमान (डिग्री सेल्सियस); ऊर्जा निकालने का कारक (F_R) को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिया गया है [26,27].

$$F_R = \frac{mC_p(T_{coll,out} - T_{coll,in})}{A_c[G_t - U_L(T_{coll,in} - T_a)]}$$

जहाँ,

m = द्रव्य का द्रव्यमान प्रवाह दर, (किलोग्राम/सेकंड); C_p = उच्च तापक द्रव्य का विशिष्ट उष्णता (जूल/किलोग्राम-केल्विन);

$T_{coll, out}$ = संग्राहक से निकास के समय जल का तापमान (डिग्री सेल्सियस);

समतल प्लेट सौर संग्राहक की तात्कालिक क्षमता (η_i) समीकरण (12) [5] का उपयोग करके निर्धारित की जा सकती है।

$$\eta_i = F_R \tau \alpha - F_R U_L \left(\frac{T_{coll,in} - T_a}{G_t} \right)$$

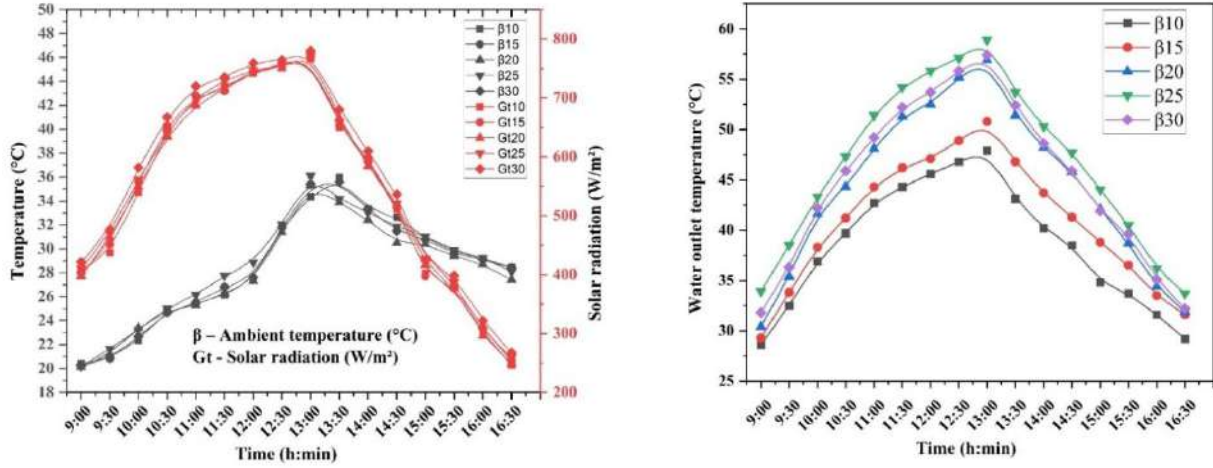
4. परिणाम और चर्चा

प्रयोग 0.0083 किलोग्राम प्रति सेकंड की निश्चित द्रव्यमान प्रवाह दर के साथ किया गया है। अध्ययन विशिष्ट पर्यावरणीय स्थितियों में किया गया है, जिसमें सौर तीव्रता 246.8 वा/मी² से 779.9 वा/मी² तक, वातावरणीय तापमान का विस्तार 20.12 डिग्री सेल्सियस से 35.96 डिग्री सेल्सियस तक, और हवा की गति का विस्तार 0.9–2.8 मी/से शामिल है। सर्वोच्च स्तरों के रेडिएशन पांच विभिन्न दिनों के दौरान 12:30 बजे से 1:00 बजे के बीच देखे गए हैं। विभिन्न मौसमी (वातावरणीय तापमान, हवा की गति, सौर प्रक्षिप्ति, परिचालन (निकास जल तापमान, अवशोषक प्लेट तापमान, काँच कवर तापमान, और उपयोगी ऊष्मा लाभ), और प्रायोगिक पैरामीटर (ऊष्मा निकालने का कारक (F_R), संग्राहक क्षमता (η_{coll}) मापन के लिए शामिल किए गए हैं। दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका के विभिन्न संग्राहक झुकाव कोणों पर प्रदर्शन की तुलना की गई है। प्रयोग के दौरान निम्नलिखित परिणाम सामने आए:

4.1. समय के साथ सौर प्रक्षिप्ति और वातावरणीय तापमान के विचलन

चित्र - 3 (क) में पाँच दिनों की अवधि में सौर तीव्रता और वातावरणीय तापमान के विचलन दिखाए गए हैं। प्रयोग के दिन-1 में, जब संग्राहक झुकाव कोण 10° पर सेट किया गया था, सौर विकिरण का मान 246.8 वा/मी² से 766.7 वा/मी² तक रहा। सुबह से शुरू होकर सौर विकिरण का स्तर धीरे-धीरे बढ़ता है और लगभग 1:00 बजे तक ऊँचाई पर पहुँचता है, फिर गिरता है। दिन-1 पर, सौर विकिरण ने 1:00 बजे पर 766.7 वा/मी² तक पहुँचा और शाम को 4:30 बजे को 246.8 वा/मी² तक नीचे गिरा। प्रयोग के दौरान, औसत हवा की गति 1.3 से 2.1 मी/से तक विभिन्नता दिखाती है। इसी तरह, दिन-2 से दिन-5 तक, जब संग्राहक झुकाव कोण 15° से 30° के बीच सेट किया गया था, तब सौर तीव्रता 253.6 से 768.9 वा/मी², 249.3 से 779.1 वा/मी², 259.1 से 767.2 वा/मी², 267.3 से 779.9 वा/मी² तक रहा, और हवा की गति 0.9 से 2.8 मी/से, 0.9 से 1.8 मी/से, 0.9 से 1.9 मी/से और 1.3 से 2.4 मी/से तक विभिन्नता दिखाई दी। प्रयोग के दौरान, वातावरणीय तापमान 20.12 डिग्री सेल्सियस से 35.96 डिग्री सेल्सियस तक

बदलता रहा, दिन-1 पर इसने 20.43-35.96°C के बीच बदलता रहा, और दिन-2 से दिन-5 तक यह 20.5-35.6°C, 20.12-35.3°C, 20.15-36.1°C, और 20.21-35.6°C के बीच बदलता रहा। संग्राहक प्रवेश जल 23.7 डिग्री सेल्सियस से 28.8 डिग्री सेल्सियस तक दिन-1 पर बदलता रहा, और दिन-2 से दिन-5 तक इसने 24.3 डिग्री सेल्सियस से 28.8 डिग्री सेल्सियस, 24.3 डिग्री सेल्सियस से 28.7 डिग्री सेल्सियस, 24.9 डिग्री सेल्सियस से 28.8 डिग्री सेल्सियस, और 23.9 डिग्री सेल्सियस से 28.4 डिग्री सेल्सियस के बीच बदलता रहा।



चित्र 3: पाँच दिनों के प्रयोगीय अवधि में समय के साथ (क) सौर प्रक्षिप्ति और वातावरणीय तापमान के विचलन (ख) जल के तापमान में विचलन

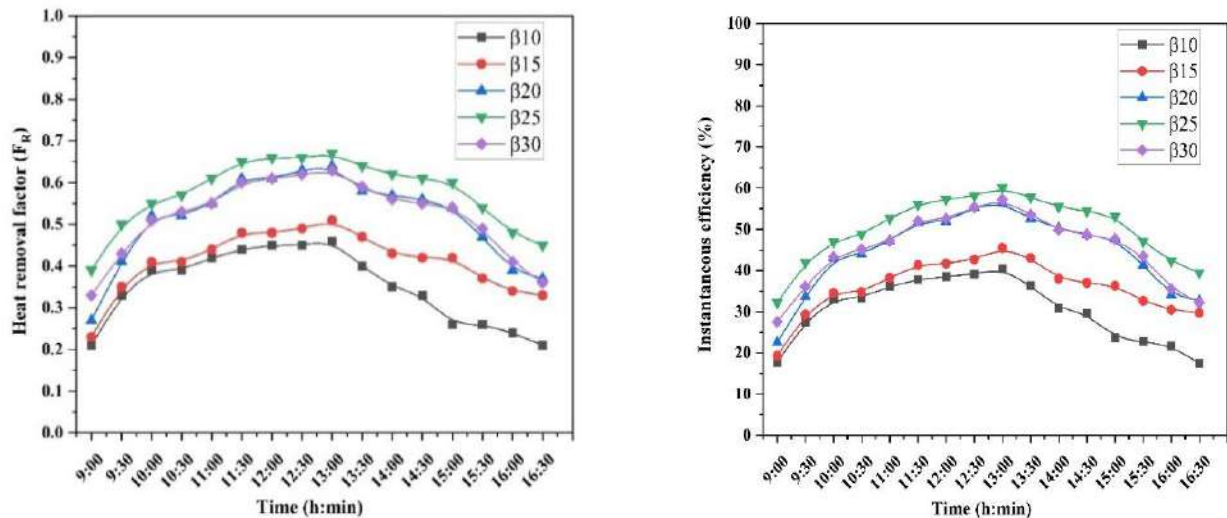
4.2 पानी के निकास तापमान का समय के साथ परिवर्तन

जल के प्रवेश और निकास के तापमान के डेटा मापन में 10 मिनट के नियमित अंतराल पर रीडिंग लेना शामिल है, और इसके बाद तीन रीडिंगों का औसत निकालकर 30 मिनट के अंतराल का प्रतिनिधित्व करना होता है। इस प्रयोगात्मक सेटअप में, एक खुले परिचालन प्रणाली का उपयोग किया गया है, जिसमें संग्राहक से गर्म पानी एक नली के माध्यम से बाहर निकाला जाता है, जबकि टैंक से ताजगी वाला पानी निरंतर परिसंचरण में रहता है। नल से आने वाले जल का तापमान 23.7 से 28.4 डिग्री सेल्सियस तक भिन्न-भिन्न होता है। 9 बजे पर संग्राहक का तापमान 23.7 डिग्री सेल्सियस होता है, जबकि दिन-1 के प्रयोग में, जब संग्राहक झुकाव कोण 10° पर सेट किया गया था, तब शाम 3 बजे पर शीर्ष तापमान 28.4 डिग्री सेल्सियस तक पहुँच गया था। संग्राहक निकास जल का तापमान 28.6 से 47.9 डिग्री सेल्सियस के बीच भिन्न-भिन्न होता है। संग्राहक निकास के लिए 9 बजे पर मापे गए जल का तापमान 28.6 डिग्री सेल्सियस था, जबकि दिन-1 के लिए 1:00 बजे पर शीर्ष तापमान 47.9 डिग्री सेल्सियस दर्ज किया गया था। इसी तरह, दिन-2 से दिन-5 तक, जब संग्राहक झुकाव कोण 15° से 30° के बीच सेट किया गया था, तो निकास जल का तापमान 24.3 से 28.8 डिग्री सेल्सियस, 24.1 से 28.4 डिग्री सेल्सियस, 24.9 से 28.8 डिग्री सेल्सियस, और

23.9 से 28.4 डिग्री सेल्सियस के बीच रहा, जबकि निकास जल का तापमान 29.3 से 50.8 डिग्री सेल्सियस, 30.4 से 56.9 डिग्री सेल्सियस, 33.9 से 58.9 डिग्री सेल्सियस और 29.3 से 50.8 डिग्री सेल्सियस के बीच रहा। संग्राहक निकास के लिए 9 बजे पर मापे गए जल के तापमान 31.8 डिग्री सेल्सियस और 1:00 बजे पर उनके शीर्ष तापमान 57.4 डिग्री सेल्सियस पर था। प्राप्त परिणाम यह दर्शाते हैं, कि इस नवोन्मेषी संग्राहक के कारण सामान्य डिज़ाइन की तुलना में निकास जल के तापमान में वृद्धि होती है, जो ऊष्मा परिसर क्षेत्र में वृद्धि के कारण होती है। चित्र - 3 (ख) में दिखाए गए पाँच विभिन्न संग्राहक झुकाव कोणों पर पानी के निकास में तापमान विचलन पर संशोधित संग्राहक का प्रभाव का तुलनात्मक अध्ययन किया गया है।

4.3 समय के साथ ऊष्मा निकालने के कारक (F_R) का परिवर्तन

ऊष्मा निकालने का कारक संग्राहक की ऊष्मिक क्षमता (η_{th}) को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जो सूर्य प्रकाश से जल को भेजने वाली ऊष्मा की मात्रा को दर्शाता है। अधिक F_R अवशोषक प्लेट के उत्कृष्ट ऊष्मा अवशोषण की ओर संकेत करता है। संशोधित संग्राहक ने सतह संपर्क क्षेत्र को बढ़ाकर ऊष्मा संवहन को बहुत हद तक सुधारा है। प्राप्त परिणामों के आधार पर इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है, कि संशोधित संग्राहक का η_{th} पूर्ववर्ती कार्यों के मुकाबले एक प्रमुख वृद्धि दिखाता है। दिन-1 में, जब संग्राहक झुकाव कोण 10° पर सेट किया गया था, तो अधिकतम F_R मान 0.46 दर्शाया गया है, जो कि 0.083 किग्रा/से प्रवाह दर के साथ सम्मिलित है। इसी तरह, दिन-2 से दिन-5 तक, जब संग्राहक झुकाव कोण 15° से 30° के बीच सेट किया गया था, तो अधिकतम F_R मान 0.51, 0.64, 0.67 और 0.63 के रूप में दर्शाए गए हैं। इस परिवर्तन से F_R के विचलन का प्रभाव उपरोक्त पाँच विभिन्न संग्राहक झुकाव कोणों के लिए चित्र - 4 (क) में तुलना की गयी है।



चित्र 4: पाँच दिनों के प्रयोगात्मक अवधि के दौरान (क) ऊष्मा निकालने का कारक के विचलन (ख) तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता का परिवर्तन

4.4 समय के साथ तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता का विचलन

सौर संग्राहक की प्रभावकारिता उसकी ऊष्मिक क्षमता (η_{th}) द्वारा मूल्यांकित की जाती है। विभिन्न झुकाव कोणों पर तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता का तुलनात्मक विश्लेषण यह दिखलाता है, कि संशोधित संग्राहक में दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका सम्मिलन η_{th} में महत्वपूर्ण वृद्धि प्रदान करता है। जल में अधिक ऊष्मा अवशोषित होती है, जिसके कारण ऊष्मा संवहन क्षेत्र में वृद्धि होती है, जो कि संवहनकारी के η_{th} को बढ़ाता है। प्राप्त परिणामों के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है, कि दोहरी सर्पिल प्रवाह नली पर आधारित संग्राहक का η_{th} सामान्य ऊर्ध्वगामी नली विन्यास के संग्राहक से तुलना में विशेष वृद्धि को प्रदर्शित करता है।

तात्कालिक ऊष्मिक उष्मीय क्षमता 17.48% से 40.45% तक होती है। प्रातः 9 बजे पर संग्राहकों की तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता 17.70% दर्ज होती है, जबकि सबसे अधिक क्षमता दर 1:00 बजे अपराह्न पर दिन-1 में 40.45% पर देखी गई थी। इसी तरह, दिन-2 से दिन-5 तक, जब संग्राहक झुकाव कोण 15° से 30° के बीच सेट किया गया था, तात्कालिक क्षमता 19.31% से 45.51%, 22.54% से 56.53%, 32.21% से 60.12%, और 27.56% से 57.25% तक रही थी। संशोधित संग्राहक की श्रेष्ठ ऊष्मिक क्षमता दिन-4 में 25° पर सेट किए गए संग्राहक के 60.12% है। संवहनकारी के तात्कालिक क्षमता के परिवर्तन पर संशोधित संग्राहक का प्रभाव पाँच विभिन्न झुकाव कोणों के लिए चित्र - 4 (ख) में दिखाया गया है।

5. निष्कर्ष:

प्रयोग के आधार पर निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले गए:

क) सौर ऊर्जा की उपलब्धता बढ़ने पर भी संग्राहक की तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता में वृद्धि होती है, चाहे वातावरणीय तापमान में वृद्धि हो या न हो।

ख) संशोधित दोहरी सर्पिल प्रवाह नलिका ने सतह संपर्क क्षेत्र बढ़ाकर ऊष्मा संचरण को बढ़ावा दिया, जिससे F_R और η_{th} में सार्थक सुधार हुआ।

ग) 25° संग्राहक झुकाव कोण में संग्राहक की तात्कालिक ऊष्मिक क्षमता में 60.12% का श्रेष्ठ मान देखा गया। संशोधित संग्राहक ने परंपरागत प्रकार और पहले काम करने वाले डिजाइनों के मुकाबले एक अधिक तात्कालिक क्षमता प्रदर्शित की है।

घ) संशोधित प्रवाह नलिका डिजाइन ने सतह संपर्क क्षेत्र बढ़ाकर ऊष्मा संचरण को बढ़ाया है, जिससे F_R में सार्थक सुधार हुआ था। संशोधित डिजाइन के लिए अधिकतम F_R मान 0.67 देखा गया जब संग्राहक झुकाव कोण 25° पर सेट किया गया था।

¹मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़

²मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग, भिलाई इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, दुर्ग, छत्तीसगढ़

³मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग, सरदार पटेल विश्वविद्यालय, बालाघाट, मध्यप्रदेश

⁴ऊर्जा और पर्यावरण इंजीनियरिंग विभाग, छत्तीसगढ़ स्वामी विवेकानंद तकनीकी विश्वविद्यालय, भिलाई, छत्तीसगढ़,

संदर्भ:

1. Verma, G., Dewangan, N., Ghritlahre, H.K., Verma, M., Kumar, S., Kumar, Y. and Agrawal, S., 2023. Experimental investigation of mixed mode ultraviolet tent house solar dryer under natural convection regime. *Solar Energy*, 251, pp.51-67.
2. Parihar, J.S., Kumar, S., Kumar, L., Kumar, Y., Ghritlahre, H.K., Verma, M., Gupta, A.K., Agrawal, S. and Shekhar, S., 2022. Development of novel cabinet solar dryer using UV sheet and its performance evaluation: An experimental study. *Solar Energy*, 239, pp.1-9.
3. Kumar, Y., Verma, M. and Ghritlahre, H.K., 2023. A Review of Recent Advancement in Solar Collector Systems for Water Heating. *Recent Trends in Mechanical Engineering: Select Proceedings of PRIME 2021*, pp.469-477.
4. Bazri, S., Badruddin, I.A., Naghavi, M.S., Seng, O.K. and Wongwises, S., 2019. An analytical and comparative study of the charging and discharging processes in a latent heat thermal storage tank for solar water heater system. *Solar Energy*, 185, pp.424-438.
5. Kumar, Y., Verma, M., Ghritlahre, H.K. and Verma, P., 2022. Recent Developments in the Thermal Performance of Flat Plate Solar Water Heaters with Reflectors-A Review. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 44(4), pp.9448-9475.
6. Kumar, S., Parihar, J.S., Kumer, L., Ghritlahre, H.K., Verma, M. and Shekhar, S., 2022. Performance evaluation of cabinet solar dryer using ultraviolet (UV) sheet. *Materials Today: Proceedings*, 56, pp.2735-2741.

7. Kumar, Y., Verma, M., Ghritlahre, H.K., Kumar, S., Verma, P. and Shekhar, S., 2023. A review of performance improvements in design features of liquid flat-plate solar collector. *International Journal of Green Energy*, pp.1-35.
8. Dewangan, N., Verma, G., Ghritlahre, H.K., Verma, M., Kumar, S., Kumar, Y. and Agrawal, S., 2023. An experimental investigation of mixed-mode tent house solar dryer using ultraviolet sheet for drying potato slices. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45(4), pp.11446-11466.
9. Jamar, A.M.Z.A.A., Majid, Z.A.A., Azmi, W.H., Norhafana, M. and Razak, A.A., 2016. A review of water heating system for solar energy applications. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 76, pp.178-187.
10. Del Col, D., Padovan, A., Bortolato, M., Dai Prè, M. and Zambolin, E., 2013. Thermal performance of flat plate solar collectors with sheet-and-tube and roll-bond absorbers. *Energy*, 58, pp.258-269.
11. Verma SK, Tiwari AK. Progress of nanofluid application in solar collectors: A review. *Energy Conversion and Management*. 2015; 100:324-46.
12. Edwin, M., Arunachalam, U., Rakesh, R., Srinivas, M.S. and Kumar, A.S., 2016, April. Performance analysis of spiral tube solar water heater using concrete/sand absorbers for domestic use. In *2016 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability (ICEETS)* (pp. 223-227). IEEE.
13. Hossain, M.S., Pandey, A.K., Tunio, M.A., Selvaraj, J., Hoque, K.E. and Rahim, N.A., 2016. Thermal and economic analysis of low-cost modified flat-plate solar water heater with parallel two-side serpentine flow. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 123(1), pp.793-806.
14. Manikandan, J. and Sivaraman, B., 2016. Experimental analysis of double glazed flat plate solar water heater with various absorber plate geometries. *International Energy Journal*, 15(4).
15. Gunjo, D.G., Mahanta, P. and Robi, P.S., 2017. Exergy and energy analysis of a novel type solar collector under steady state condition: Experimental and CFD analysis. *Renewable Energy*, 114, pp.655-669.

16. Dinesh Babu, M. and Venkata Ramanan, M., 2017. Experimental analysis of the performance of a solar flat plate water heater with and without internal fins. *International Journal of Ambient Energy*, 38(6), pp.582-589.
17. Sable, A., 2017. Experimental and economic analysis of concrete absorber collector solar water heater with use of dimpled tube. *Resource-Efficient Technologies*, 3(4), pp.483-490.
18. Barbosa, E.G., de Araujo, M.E.V., de Moraes, M.J., Martins, M.A., Alves, B.G.X. and Barbosa, E.G., 2019. Influence of the absorber tubes configuration on the performance of low cost solar water heating systems. *Journal of Cleaner Production*, 222, pp.22-28.
19. Singhal, A., Bhatt, A. and Raval, T., 2006. Performance enhancement of solar flat plate collector with aluminium foil reflectors and trapezoidal glass cover.
20. Visa, I., Moldovan, M. and Duta, A., 2019. Novel triangle flat plate solar thermal collector for facades integration. *Renewable Energy*, 143, pp.252-262.
21. Sidky, M.B., Haroun, K., Shukri, N. and Yacoob, K., 2019. Performance Study of Different Types of Solar Water-Heaters Collectors. *Applications of Modelling and Simulation*, 3(3), pp.179-187.
22. Moravej, M., Saffarian, M.R., Li, L.K., Doranehgard, M.H. and Xiong, Q., 2019. Experimental investigation of circular flat-panel collector performance with spiral pipes. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, pp.1-8.
23. Kim, S., Jeong, H., Park, J.Y., Baek, S.Y., Lee, A. and Choi, S.H., 2019. Innovative flat-plate solar collector (FPC) with coloured water flowing through a transparent tube. *RSC advances*, 9(42), pp.24192-24202.
24. Arora, S., Fekadu, G. and Subudhi, S., 2019. Energy and exergy analysis of marquise shaped channel flat plate solar collector using Al₂O₃-water nanofluid and water. *Journal of Solar Energy Engineering*, 141(4), p.041008.
25. Poongavanam, G.K., Sakthivadivel, D., Meikandan, M., Balaji, K. and Vigneswaran, V.S., 2020. Thermal performance augmentation of a solar flat plate collector using the shot peening technique. *Science and Technology for the Built Environment*, 26(3), pp.437-445.
26. Eltaweel, M., Abdel-Rehim, A.A. and Hussien, H., 2020. Indirect thermosiphon flat-plate solar collector performance based on twisted tube design heat exchanger filled with nanofluid. *International Journal of Energy Research*, 44(6), pp.4269-4278.

27. Sivaraman, G., Mohan, R. and Harikrishnan, V., 2020. Experimental investigation on effect of modified solar collector in solar water heating system. *Thermal Science*, 24(1 Part B), pp.481-485.
28. Manoram, R.B., Moorthy, R.S. and Ragunathan, R., 2020. Investigation on influence of dimpled surfaces on heat transfer enhancement and friction factor in solar water heater. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, pp.1-18.
29. Muthuraman, U., Shankar, R., Nassa, V.K., Karthick, A., Malla, C., Kumar, A., Kumar, P.M., Rahim, R. and Bharani, M., 2021. Energy and economic analysis of curved, straight, and spiral flow flat-plate solar water collector. *International Journal of Photoenergy*, 2021, pp.1-11.
30. Thulasi, S., Muthu, G., Karthikeyan, G. and Thirumaran, V., 2021. Thermal performance in a modified header solar water heating system using salt hydrate technology with twisted tape insert. *Materials Today: Proceedings*, 37, pp.1328-1333.
31. Kline, S.J., 1953. Describing uncertainty in single sample experiments. *Mech. Engineering* 75, 3-8.
32. Kumar, S., Dewangan, N., Verma, G., Ghritlahre, H.K., Verma, M., Kumar, Y., Agrawal, S. and Shekhar, S., 2023. Performance analysis of natural and forced convection mixed mode UV tent house solar dryer for potato drying. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45(4), pp.11482-11504.
33. Jafarkazemi, F. and Ahmadifard, E., 2013. Energetic and exergetic evaluation of flat plate solar collectors. *Renewable energy*, 56, pp.55-63.
34. Duffie, J.A. and Beckman, W.A., 1980. *Solar engineering of thermal processes* (p. 16591). New York: Wiley.
35. Kumar, Y., Kumar, S. and Verma, P., 2023. Role of absorber and glazing in thermal performance improvements of liquid flat plate solar collector: a review. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45(4), pp.10802-10826.
36. Vengadesan, E. and Senthil, R., 2022. Experimental study on the thermal performance of a flat plate solar water collector with a bifunctional flow insert. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 50, p.101829.

10. उत्तराखण्ड के गढ़वाल क्षेत्र की अलकनंदा नदी में विलीन ऑक्सीजन पर कृत्रिम जलाशय का प्रभाव

आकाश मोहन रावत¹, धीरेन्द्र सिंह बागड़ी^{2*}

सार : विलीन ऑक्सीजन किसी भी जलाशय की विशुद्धता का निर्धारण करने वाले सबसे महत्वपूर्ण घटकों में से एक है। नदियाँ कई सभ्यताओं के लिए जीवन रेखा रही हैं, और वर्तमान परिदृश्य भी एक या कई कारणों से नदियों पर मनुष्यों की भारी निर्भरता को दर्शाता है। नदियों पर मनुष्य की अत्यधिक निर्भरता नदियों की गुणवत्ता और उनके स्वास्थ्य पर बड़ा प्रभाव डालती है। उपरोक्त निर्भरता को पूरा करने हेतु हिमालयी नदियों में ऊर्जा उत्पादन के लिए मानव निर्मित (कृत्रिम) जलाशयों का बड़े पैमाने पर निर्माण किया जा रहा है। नदियों पर जलाशय बनने के कारण नदियाँ सरवारों में रूपांतरित हो जाती हैं। प्रस्तुत शोधपत्र में नदी में विलीन ऑक्सीजन पर मानव निर्मित जलाशय के प्रभाव का ग्री-मानसून व मॉनसूनोत्तर काल में अध्ययन किया गया है। दोनों मौसमों में जलाशय के ऊपर और नीचे की तुलना में जलाशयों के भीतर विलीन ऑक्सीजन अपेक्षाकृत कम पायी गई है। कृत्रिम जलाशय के अनुप्रवाह पक्ष में विलीन ऑक्सीजन का मान दोनों मौसम में क्रमशः 6.5 और 7.15 की बेहतर स्थिति दर्शाते हैं जबकि जलाशय के प्रतिप्रवाह पक्ष में विलीन ऑक्सीजन का मान दोनों मौसम में क्रमशः 5.53 और 5.85 की स्थिति को दर्शाता है। इसी तरह जलाशय में विलीन ऑक्सीजन दोनों मौसम में घटकर क्रमशः 5.1 और 4.55 का मान दर्शाती है। इस प्रकार, अध्ययन से पता चलता है कि जलाशय नदियों में कृत्रिम जलाशय निर्माण से जलाशय पक्ष में नदी की विशुद्धता में भारी परिवर्तन होने लगते हैं।

मुख्य शब्द: विलीन ऑक्सीजन, जलाशय, कृत्रिम जलाशय, हिमालयी नदियाँ, जल गुणवत्ता।

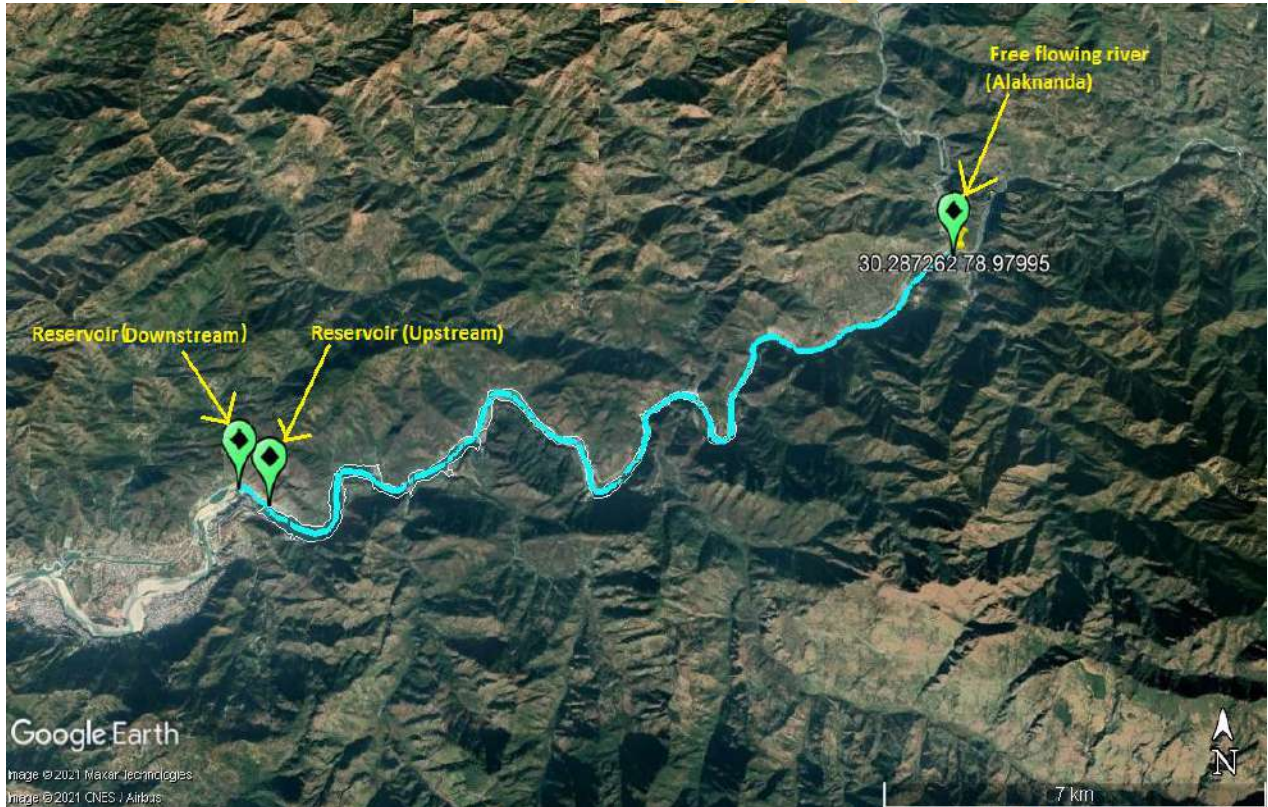
1. प्रस्तावना:

नदी तंत्र में बाँध भौतिक बाधाओं के रूप में कृत्रिम जलाशय हैं, जो उनसे संबद्ध परिबंधित जल के प्राकृतिक प्रवाह व्यवस्था में बदलाव ला सकते हैं, तथा जल से जुड़े भौतिक-रासायनिक मापदंडों को भी पर्याप्त रूप से बदल सकते हैं [1]। [2] के अनुसार बांध और उनके सम्बद्ध जलाशयों में जल की विशुद्धता के मापदंडों को देशांतर में प्रतिप्रवाह, अनुप्रवाह व जलाशय में स्थानांतरित करने की प्रयाप्त क्षमता है। आर्द्रभूमि और बड़े जलाशयों के समान, छोटे जलाशय अस्थायी रूप से वृष्टि जल को संग्रहीत करते हैं जिसे धीरे-धीरे निर्मुक्त जाता है, इस प्रकार चरम प्रवाह में देरी होती है और इसे कम किया जाता है [3], [4], [5]। विलीन ऑक्सीजन नदी के स्वास्थ्य का एक बहुत ही संवेदनशील प्राचल है जो जलाशय के जल निर्मुक्ति के अभिलक्षणानुसार परिवर्तित होता है [6], [7]। अतः यह अध्ययन हिमालय की विशुद्ध नदी अलकनंदा में कृत्रिम जलाशय के कारण विलीन ऑक्सीजन पर होने वाले

परिवर्तन के प्रभाव पर केंद्रित है और मुक्त प्रवाह वाली नदी के संत्याक रूपांतरण द्वारा नदी के जल के परिमाणों द्वारा नदी के मूल गुण में परिवर्तन को दर्शाता है ।

2. अध्ययन क्षेत्र का भूविज्ञान

अध्ययन क्षेत्र में उद्घासित शैल प्ररूप श्रीनगर फाइलाइट, किलकालेश्वर की परिवर्तित ज्वालामुखी शैल (मेटावोलकेनिक्स), सुमाड़ी कार्टजाइट (चांदपुर समूह), मरोड़ा चुनाश्म, गढ़वाल स्लेट और कोटेश्वर कार्टजाइट के साथ-साथ चामधार मेटाबेसिक्स से संबंधित हैं। प्रतिदर्श स्थल जलाशय के प्रतिप्रवाह (रुद्रप्रयाग), जलाशय में व जलाशय के अनुप्रवाह (श्रीनागर) में स्थित हैं। बांध की ऊंचाई 90 मीटर है। नदी के अनुप्रवाह में अलकनंदा नदी के दोनों किनारों (श्रीनगर और चौरास) में मौजूद विशाल आबादी को पीने योग्य पानी प्रदान करती है। 11100 वर्ग किमी के जलग्रहण क्षेत्र के साथ श्रीनगर में स्थित जलाशय (चित्र.1), एमएसएल से 545 मीटर की ऊंचाई पर स्थित है। निम्न हिमालय में आता है। चरम नमूना स्थानों से दूरी लगभग 22 किमी है।



चित्र 1. मानचित्र अध्ययन क्षेत्र (श्रोत : गूगल अर्थ)

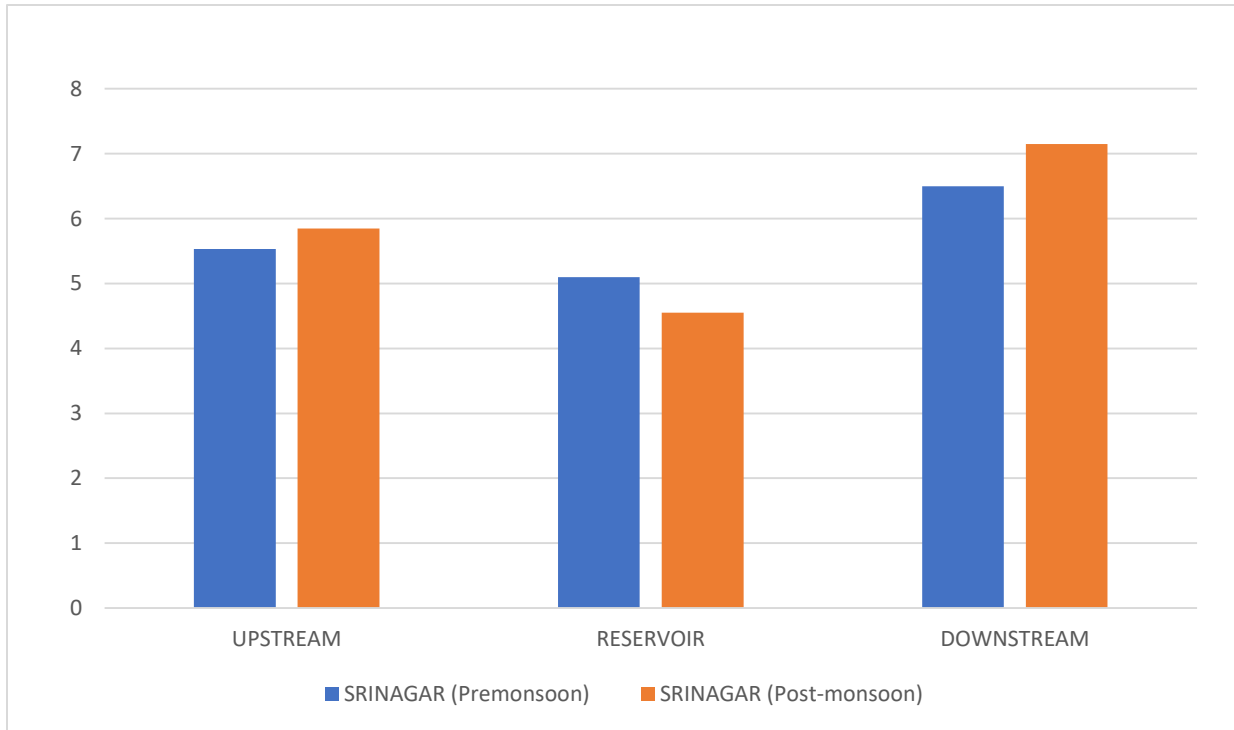
3. क्रियापद्धति

श्रीनगर कृत्रिम जलाशय को अलकनंदा नदी में विलीन ऑक्सीजन पर उसके प्रभावों के लिए चुना गया है। अक्टूबर 2016 के दौरान मॉनसूनोत्तर और मई 2017 के दौरान प्री-मानसून में कृत्रिम जलाशय की प्रतिप्रवाह और अनुप्रवाह से प्रतिदर्श किया गया। विलीन ऑक्सीजन को एकासोल किट द्वारा मापा गया था, जो विलीन ऑक्सीजन की गणना करने के लिए विकलर विधि का पालन करती है। प्रतिदर्शों को रुद्रप्रयाग में मुक्त बहने वाली नदी (प्रतिप्रवाह) से एकत्र किए गए थे। जलाशय के भीतर और अनुप्रवाह के स्थानों के साथ तुलना करके नदी के विलीन ऑक्सीजन में जलाशय के प्रभावों को निर्धारित करने के लिए विलीन ऑक्सीजन के इन प्रतिदर्श मूल्यों को मानक माना जाता है जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है।

नीचे दी गई तालिका जलाशय के भीतर प्रतिदर्शों स्थलों के मान दर्शाती है।

जलाशय के प्रतिप्रवाह (रुद्रप्रयाग)	30.287262	78.97995
जलाशय के अनुप्रवाह (श्रीनागर)	30.240496	78.832812
जलाशय	30.243403	78.826144

सभी प्रतिदर्श स्थलों में विलीन ऑक्सीजन का मान बी.आई.एस. मानकों [10] के 5 mg/L की सीमा से काफी ऊपर है। अध्ययन में मौसमी और स्थानिक भिन्नता नीचे चित्र 2 में दिखाई गई है। नीचे चित्र 2 से पता चलता है कि जलाशय के भीतर घुलित ऑक्सीजन अनुप्रवाह और प्रतिप्रवाह (रुद्रप्रयाग) के विलीन ऑक्सीजन की तुलना में कम हो गई है। जलाशय के भीतर अपेक्षाकृत कम विलीन ऑक्सीजन [11] के अनुसार जलाशय के भीतर अपेक्षाकृत ऑक्सीजन रहित स्थिति का सूचक हो सकता है। जो प्रतिप्रवाह (रुद्रप्रयाग) से अपशिष्ट निर्वहन और कार्बनिक पदार्थों के क्षरण के दौरान सूक्ष्मजीव गतिविधि में वृद्धि के कारण हो सकता है [12]। जलाशय में विलीन ऑक्सीजन की तुलना में अनुप्रवाह में विलीन ऑक्सीजन अधिक है। ऐसा इसलिए है क्योंकि जलाशय से उच्च दबाव में पानी छोड़ा जाता है ऐसा इसलिए होता है क्योंकि जलाशय से उच्च दबाव में पानी छोड़ा जाता है, जिससे ऑक्सीजन पुनः पानी में मिल जाती है।



चित्र 2. श्रीनगर जलाशय में विलीन ऑक्सीजन विचरण

4. निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन इस तथ्य की ओर ध्यान आकर्षित करता है कि यद्यपि जल निकायों में मानवीय हस्तक्षेप को रोका नहीं जा सकता है, लेकिन मानव निर्मित संरचनाओं और बस्तियों के आसपास के जल निकायों में जल स्थितियों के उचित अनुवीक्षण की सख्त आवश्यकता है। नदियों के जल की गुणवत्ता न केवल मनुष्यों के लिए बल्कि जलीय जीवन के लिए भी आवश्यक है, जिनके लिए जल निकाय ही एकमात्र पर्यावास हैं। हालांकि विलीन ऑक्सीजन का स्तर इतना कम नहीं है, लेकिन अन्य स्थलों की तुलना में अपेक्षाकृत रूप से कम है। यह अध्ययन नीति निर्माताओं और जल प्रबंधकों और पारिस्थितिकीविज्ञानीयों के लिए जल निकायों के प्रबंधन के लिए जलाशयों जैसे संभावित स्थलों की पहचान करने और पानी की गुणवत्ता में सुधार करने और इसे मानव और जलीय जीवन के लिए सुरक्षित बनाने के लिए रणनीति तैयार करने में बहुत उपयोगी है।

¹वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, नई दिल्ली, भारत
²हेमवती नंदन बहुगुणा गढ़वाल विश्वविद्यालय, उत्तराखंड, भारत
[*bagri.ds@gmail.com](mailto:bagri.ds@gmail.com)

संदर्भ:

1. Palmer, R.W. & O'Keefe, J.H. 1990. Downstream effects of impoundments on the water chemistry of the Buffalo River (Eastern Cape), South Africa, *Hydrobiologia* 202: 11-83, 1990.
2. Ward, J. V. & J. A. Stanford, 1983. The Serial Discontinuity Concept of lotic ecosystems, In T. D. Fontaine & S. M. Bartell (eds), *Dynamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor Science Publishers.
3. Larm, T., 2000. Stormwater quantity and quality in a multiple pond-wetland system:
4. Guo, Y.P., 2001. Hydrologic design of urban flood control detention ponds. *J. Hydrol. Eng.* 6. (6), 472-479.
5. Ravazzani, G., Gianoli, P., Meucci, S., Mancini, M., 2014. Assessing downstream impacts of detention basins in urbanized river basins using a distributed hydrological model. *Water Resour. Manage.* 28 (4), 1033-1044.
6. Willey, R.G., Smith, D.J., Duke, J.H., 1996. Modeling water-resource systems for water quality management. *J. Water Resour. Plann. Manage.* ASCE 122 (3), 171-179.
7. Neumann, D.W., Zagona, E.A., Rajagopalan, B., 2006. A decision support system to manage summer stream temperatures. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 42(5), 1275-1284.
8. Burden, F.R., Kelvie, M.C.I., Forstner, U., Guenther, A., 2002. *Environmental Monitoring Handbook*. McGraw-Hill Handbooks, New York, pp.3.1-3.21.
9. De, A.K., 2003. *Environmental Chemistry*, 5th ed. New Age International Publisher, New Delhi, pp. 190, 215, 242-244.
10. BIS (Bureau of Indian Standards) 10500, 2012. *Specification for Drinking Water*. Indian Standards Institution, New Delhi, pp. 1-5.
11. Gupta, N., Pandey, P., Hussain, J., 2017. Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science* 31 (2017) 11-23.
12. Yisa, J., Jimoh, T., 2010. Analytical Studies on water quality Index of River Landzu. *Am. J. Appl. Sci.* 7 (4), 453-458.
13. Leo, M.L., Dekkar, M., 2000. *Hand Book of Water Analysis*. Marcel Dekker, New York, pp. 1-25, 115-117, 143, 175, 223-226, 261, 273, 767.

11. आदिवासी परिवेश में नृजाति, जैविकी, जैवविविधता एवं मत्स्य पारंपरिक तकनीकी ज्ञान का प्रभाव

डॉ. सुशान्त पुणेकर, सहायक प्राध्यापक (प्राणिशास्त्र), शासकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, महु, इन्दौर (म.प्र.)
E-mail: - spunekarindore@gmail.com

सार : जनजाति अथवा आदिवासी ऐसे मानव समूह हैं जिन्होंने बाह्य सभ्यता के कुछ तत्वों को ग्रहण करने के पश्चात् भी अपनी मौलिक विशेषताओं को नष्ट होने नहीं दिया है, सामान्यतः 'जनजातीय' शब्द का प्रयोग उन क्षेत्रों के लिए करते हैं, जो आधुनिक सभ्यता से दूर घने जंगलों में, पर्वतों की गगनचुम्बी चोटियों पर और उनकी तलहटी में निवास करते हैं। विश्व में अफ्रीका को छोड़कर भारत में आदिवासियों की जनसंख्या सर्वाधिक है। 2001 की जनगणनानुसार, भारत की कुल जनसंख्या का 8.2 प्रतिशत है। आदिवासी परिवेश स्वावलम्बी एवं बंद तंत्र था अर्थात् पूर्णतः वनों पर निर्भर था। वर्तमान में जंगलों के दोहन एवं सरकारी नीतियों के कारण इनके जीवन निर्वाह के तरीके में परिवर्तन आया है। कृषि ही इनकी जीविका का मुख्य साधन है। यह समुदाय आज भी अपने विकास हेतु संघर्षरत हैं। आदिवासी परिवेश स्वावलम्बी होता है और प्रकृति पर पूर्णतः निर्भर होता है। यही कारण है कि वर्तमान में आदिवासी समाज कृषि और मत्स्य पालन को मुख्य व्यवसाय बना चुका है। मत्स्य पालन में आदिवासी की भागीदारी अच्छी तरह से स्थापित है पुरुषों के साथ-साथ आदिवासी महिलाएं भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं, आदिवासी महिलाएं जो सामान्यतः तालाबों में परम्परागत तकनीकी ज्ञान से मछलियों के परिरक्षण की जिम्मेदारी महिलाओं के कंधों पर है। इस लेख का उद्देश्य आदिवासी क्षेत्र का नृजाति, जैविकी, जैवविविधता एवं मत्स्य पारंपरिक तकनीकी ज्ञान के प्रभाव का अध्ययन करना है। इस रचना में छिन्दवाड़ा जिले के समीप स्थित कर्माझिरी गांव के आदिवासी परिवारों का अध्ययन किया गया है। उनकी आर्थिक स्थिति, घरों के प्रकार, घरों में प्रयुक्त बर्तन, आधुनिक सज्जा-सामग्री, व्यवसाय एवं परिवार के सदस्यों की संख्या आदि का सूक्ष्म अध्ययन किया गया है। प्रस्तुत लेख के अन्तर्गत प्राथमिक संमकों द्वारा आंकड़ों का संकलन किया गया है। प्राप्त आंकड़ों के आधार पर आदिवासियों का नृजाति जैविकी, जैवविविधता एवं तालाबों में पारंपरिक तकनीकी ज्ञान से मछलियों के उत्पादन एवं परिरक्षण का अध्ययन करते हुए, व्यावसायिक संरचना, सामाजिक व आर्थिक स्थिति का विश्लेषण किया गया है। निष्कर्षतः यह कह सकते हैं कि आदिवासियों के विकास की दर धीमी है। आदिवासी अपनी नृजाति जैविकी, जैवविविधता एवं भौतिक, सांस्कृतिक, आर्थिक उन्नति के लिए पर्यावरण के घटकों पर आश्रित हैं। सरकार आदिवासियों के विकास हेतु अनेक योजनाओं का क्रियान्वयन करती आ रही है, फिर भी आदिवासी समुदाय अन्य श्रेष्ठ समुदायों की पंक्ति में नहीं पहुँच पाया है। आदिवासी समाज को वर्तमान युग के कदम-से-कदम मिला पाने के प्रयास से यही आदिवासी समाज बहुत कम विकास की मुख्य धारा से जुड़ पाया है।

मुख्य शब्द : नृजाति जैविकी, जैवविविधता, आर्थिक विकास, मत्स्य परम्परागत तकनीकी ज्ञान, व्यावसायिक संरचना।

प्रस्तावना

भारतीय सामाजिक व्यवस्था में जनजातियों का महत्वपूर्ण स्थान है। जनजातीय समूह देश के सबसे पिछड़े वर्गों में रखे जा सकते हैं। इन्हें 'आदिवासी जनजाति' कहा जा सकता है। प्रारंभिक अवस्था में मानव जंगलों और पहाड़ों में निवास करता था, आखेट और पशुपालन के बाद भीशमानव का भटकना समाप्त नहीं हुआ था। सभ्यता, संस्कृति तथा सामाजिक संस्थाओं का उद्भव और विकास आदिम जातियों के माध्यम से ही संभव है। जनजातीय पहाड़ियों के दुर्गम क्षेत्रों में आज भी कई मानव समुदाय पाये जाते हैं, जो सभ्यता से दूर अपनी सामाजिक व सांस्कृतिक चेतना की पहचान बनाये हुए हैं। जनजातियां शताब्दियों से विपरीत परिस्थितियों में रहकर, अभाव और गरीबी का जीवन व्यतीत करते हुये हँसना, गुनगुनाना गीत, नृत्य करना नहीं भूलते और प्रकृति से जुड़े रहने की सांस्कृतिक विरासत इन्हें प्रकृति के बेहद पास ले जाकर जिंदगी के व्यावहारिक ठोस धरातल पर खड़ा करती है। मध्यप्रदेश जो कि जनजातियों का गढ़ है यह आधुनिक सभ्यता से बहुत दूर घने जंगलों पर्वतों, धारियों एवं पहाड़ी क्षेत्रों में निवास करती आई है। महिलाओं को मत्स्य पारंपरिक तकनीकी के प्रति अधिक व्यावहारिक ज्ञान है और अपने जीवनसाथी के साथ मछली पालन प्रथाओं में सक्रिय भागीदारी है। महिलाएं परिवारों की खान-पान की आदतों को स्थापित करने और बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं, इस क्षेत्र की महिलाएं उचित पोषण व अच्छे स्वास्थ्य के लिए स्थानीय मीठे पानी की मछलियों को पकड़ कर व भुन कर (स्मोकडशिफश) खाती हैं।

स्वतंत्रता केशबाद भारत सरकार ने जनजातीय समाज का विकास करने के अनेक प्रयास किये। जनजातियों में परिवर्तन सूचना क्रांति के महत्वपूर्ण घटक दूरदर्शन एवं शिक्षा के प्रसार-प्रचार व शहरीकरण के कारण आने लगा है। उनमें धीरे-धीरे परिवर्तन परिलक्षित होने लगा है। उनके खान-पान, पहनाव एवं रहन-सहन के तौर-तरीकों में भी परिवर्तन स्पष्टता देखा गया है। जनजातीय महिलाएं इन परिवर्तन को अपना विकास मानकर सहर्ष स्वीकार करने लगीं। जनजातीय किसी भी दृष्टि से असभ्य नहीं कहे जा सकते हैं। गोंड जनजाति पर हिन्दू धर्म का सबसे विशद प्रभाव होने से आर्थिक दृष्टि से यह बहुत अधिक पिछड़ी हुई दिखाई देती है। गोंड जनजाति सैद्धांतिक रूप से द्रविड़ियन परिवार से सम्बन्धित है।

अध्ययन क्षेत्र का भौगोलिक स्वरूप

पेंच क्षेत्र का अक्षांशीय विस्तार 220 38' 55" से 210 53' 52" उत्तरी अक्षांश तथा देशांतरीय विस्तार 790 8' 51" से 790 31' 55" पूर्वी देशांतर है। संपूर्ण पेंच क्षेत्र 411.33 वर्ग किलोमीटर में विस्तृत है, जिसमें से इंदिरा प्रियदर्शनी पेंच राष्ट्रीय उद्यान 292.85 वर्ग किलोमीटर में (सिवनी जिले में 145.56 वर्ग किलोमीटर तथा छिन्दवाड़ा जिले 147.28 वर्ग

किलोमीटर) विस्तृत है। जबकि 'पेंच मोगली अभयारण्य' सिवनी जिले के कुरई विकासखण्ड के 118.473 वर्ग किलोमीटर में विस्तृत हैं। पेंच बाघ संरक्षित क्षेत्र का मुख्यालय सिवनी में स्थित है जो कि छिन्दवाड़ा से 70 किलोमीटर, नागपुर से 128 किलोमीटर तथा जबलपुर से 145 किलोमीटर दूरी पर स्थित है। वर्ष 1977 में पेंच के 449.39 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र को 'पेंच अभयारण्य क्षेत्र' घोषित किया गया था वर्ष 1983 में इसमें से 292.85 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र को 'पेंच राष्ट्रीय उद्यान' बनाया गया था। तथा 118.47 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र पेंच अभयारण्य बना रहा। वर्ष 1992 में भारत सरकार द्वारा पेंच राष्ट्रीय उद्यान, पेंच अभयारण्य एवं कुल अन्य बफर क्षेत्रों को मिलाकर 757.89 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र वन कोशदेश का 19वाँ प्रोजेक्ट 'पेंच टाइगर रिजर्व' बनाया गया। सतपुड़ा पर्वतीय क्षेत्र में स्थित उक्त शोध क्षेत्र कर्माझिरी गांव जो पेंच राष्ट्रीय उद्यान के अन्तर्गत आता है जहाँ प्रमुखतः गोंड जनजाति निवास करती है।



चित्र : पेंच राष्ट्रीय उद्यान में स्थित शोध क्षेत्र (कर्माझिरी गांव)

यह गोंड जनजाति अपने वर्तमान सामाजिक-आर्थिक जीवन शैली में किस प्रकार जीवन-यापन कर रही है तथा इसके सामाजिक एवं पारिवारिक वर्गीकरण, समूह की विशेषताओं तथा सामाजिक स्थितियों पर भी प्रकाश डाला गया है। साथ ही इस जाति के विभिन्न रीति-रिवाजों, कृषि व्यवसाय एवं विभिन्न दैनिक जीवन-शैली पर क्या प्रभाव पड़ रहा है इत्यादि सभी कारकों/तथ्य का अध्ययन किया गया है। यह गोंड जनजाति आर्थिक साधन जुटाने हेतु जंगल एवं पहाड़ी क्षेत्र से बाहर आकर मजदूरी पर निर्भर रहते साथ-साथ सरकार के आर्थिक क्रियाकलापों एवं इनसे संबंधित

विचारों से इनका आर्थिक जीवन प्रभावित होता दिखाई दे रहा है। प्रस्तुत लेख में कर्माझिरी गांव केशूआदिवासियों में सामाजिक, सांस्कृतिक जीवन एवं उनके परिवारों का अध्ययन किया गया है। वर्षों से पिछड़े आदिम जनजाति के जनांकिकीय व सामाजिक जीवन का वर्णनात्मक अध्ययन करना ही इस लेख का मुख्य उद्देश्य है।

अध्ययन के उद्देश्य: समस्याओं को केन्द्रित करते हुए शोध कार्य के लिए निम्नलिखित उद्देश्यों का चयन किया गया है।

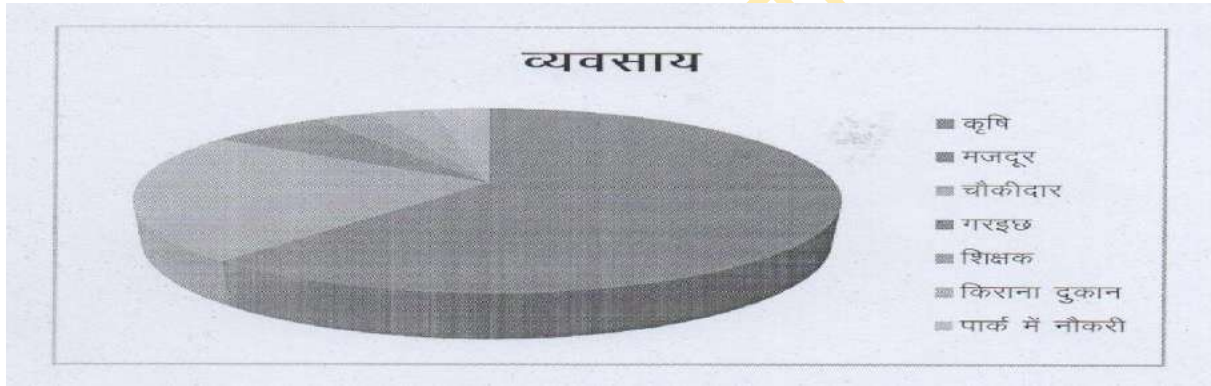
1. कर्माझिरी में रहने वाले आदिवासी क्षेत्र का जनांकिकीय अध्ययन करना।
2. आदिवासी समुदाय के पारंपरिक एवं परिवर्तनशील कृषि पद्धतियों का अध्ययन करना।
3. आदिवासी समुदाय की सामाजिक एवं आर्थिक स्थिति का अध्ययन करना।
4. अध्ययन क्षेत्र में रोटी, कपड़ा और मकान के परिवर्तन का आकलन करना एवं शहरी संस्कृति के प्रभाव से इनके जीवन स्तर के परिवर्तन का अध्ययन करना।

अध्ययन विधि:

प्रस्तुत लेख में अध्ययन के उद्देश्यों को पूर्ण करने हेतु समंकों (डेटा) का संकलन प्राथमिक एवं द्वितीयक स्रोतों से प्राप्त किया गया है। प्राथमिक समंकों के संकलन के लिए मौखिक एवं व्यक्तिगत अनुसंधान संपर्क विधि का प्रयोग किया गया। अवलोकन की सहायता से पेंच राष्ट्रीय उद्यान के समीप स्थित सर्वेक्षित ग्राम कर्माझिरी गांव के गोंड आदिवासी परिवारों का चयन निदर्शन पद्धति का प्रयोग कर किया गया है। उनकी आर्थिक स्थिति, घरों के प्रकार, घरों में प्रयुक्त बर्तन, आधुनिक सज्जा-सामग्री, व्यवसाय एवं परिवार के सदस्यों की संख्या आदि का सूक्ष्म अध्ययन किया गया है। धार्मिक, आर्थिक, सांस्कृतिक, सामाजिक एवं राजनैतिक स्थिति आदि का अध्ययन इस शोध में किया गया है। 31 आदिवासी परिवारों के मुखिया उत्तरदाताओं से साक्षात्कार पद्धति से प्रश्न पूछकर उनके परिवार का स्वरूप, आर्थिक स्थिति, घरों के प्रकार, घरों में प्रयुक्त बर्तन, आधुनिक सज्जा-सामग्री, व्यवसाय एवं परिवार के सदस्यों की संख्या की जानकारी प्राप्त की गयी। सर्वेक्षित ग्राम में निर्देशित प्रादर्शों की संख्या 31 परिवार है। इनका अवलोकन कर उन्हें सारणी, सांख्यिकी रूप से प्रदर्शित किया गया है। अव्यवस्थित आंकड़ों का व्यवस्थापन, आवृत्ति अंकन तथा सारणी निर्मित की गयी। मानचित्र, ग्राफ, आरेखों द्वारा संबंधित क्षेत्र से विश्वसनीय समंकों का प्रस्तुतीकरण व विश्लेषण किया गया है।

सारणी क्रमांक: 1 कर्माङ्गिरी में रहने वाली निर्देशित जनजाति की व्यावसायिक संरचना

क्रमांक	व्यवसाय	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत(%)
1	कृषि	07	22.58
2	मजदूर	12	38.71
3	पेंच नेशनल पार्क में चौकीदार	07	22.58
4	पेंच नेशनल पार्क में गाइड	02	06.45
5	शिक्षक	01	03.22
6	किराना दुकान	01	03.22
7	पेंच नेशनल पार्क में नौकरी	01	03.22
	कुल	31	100.00



सारणी क्रमांक: 1 कर्माङ्गिरी में रहने वाली निर्देशित जनजाति की व्यावसायिक संरचना का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि 38.71 प्रतिशत व्यक्ति मजदूरी करते हैं, 22.58 प्रतिशत व्यक्ति कृषि कार्य में संलग्न है, 22.58 प्रतिशत व्यक्ति पेंच नेशनल पार्क में चौकीदार है, 06.45 प्रतिशत व्यक्ति पेंच नेशनल पार्क में गाइड का कार्य करते है व 03.22 प्रतिशत व्यक्ति शिक्षक, 03.22 प्रतिशत व्यक्ति किराना दुकान व्यवसायी तथा 03.22 प्रतिशत व्यक्ति पेंच नेशनल पार्क में नौकरी करते है।

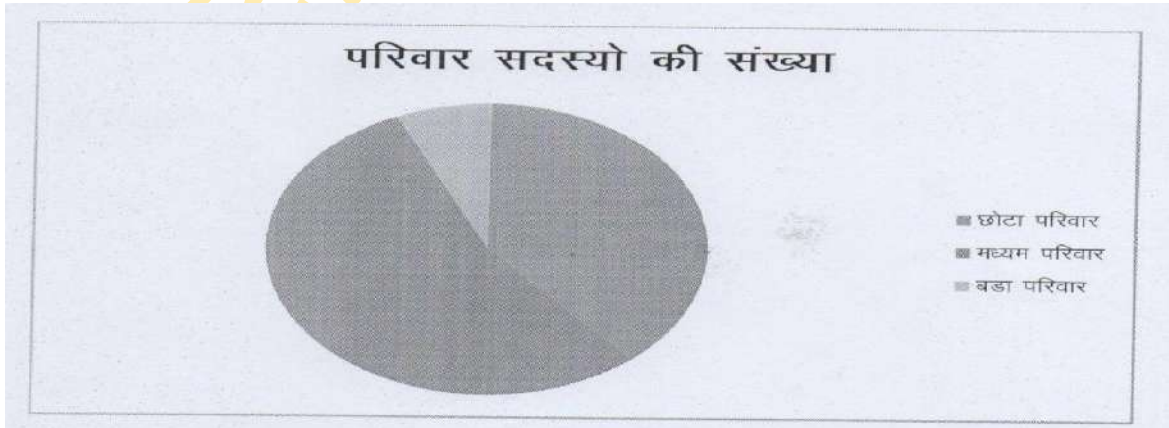
सारणी क्रमांक: 2 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित घरों के प्रकार

क्रमांक	घर के प्रकार	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1	झोंपड़ी	00	00.00
2	पक्के घर	00	00.00
3	स्वयं का कच्चा घर	25	80.65
4	किराए का कच्चा घर	04	12.90
5	शासकीय आवास	02	06.45
	कुल	31	100.00

सारणी क्रमांक: 2 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित परिवारों के घरों के प्रकार का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि 80.65 प्रतिशत व्यक्ति स्वयं के कच्चे घर में रहते हैं, 12.90 प्रतिशत व्यक्ति किराए के कच्चे घर में रहते हैं, 06.45 प्रतिशत व्यक्ति के शासकीय आवास में रहते हैं, कर्माझिरी गांव में झोंपड़ी, पक्के घर का प्रतिशत 00.00 प्रतिशत है।

सारणी क्रमांक: 3 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित परिवारों के सदस्यों की संख्या

क्रमांक	परिवारों के सदस्यों की संख्या	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1	छोटा परिवार (1 से 4 सदस्य)	11	35.48
2	मध्यम परिवार (5 से 8 सदस्य)	18	58.06
3	बड़ा परिवार (9 से 12 सदस्य)	02	06.45
	कुल	31	100.00



सारणी क्रमांक: 3 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित परिवारों के सदस्यों की संख्या का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि 58.06 प्रतिशत परिवार मध्यम परिवार के अन्तर्गत आते हैं जिनके परिवारों के सदस्यों की संख्या 5 से 8 व्यक्ति प्रति परिवार है, 35.48 प्रतिशत परिवार छोटा परिवार के अन्तर्गत आते हैं जिनके परिवारों के सदस्यों की संख्या 1 से 4 व्यक्ति प्रति परिवार है तथा 06.45 प्रतिशत परिवार बड़ा परिवार के अन्तर्गत आते हैं जिनके परिवारों के सदस्यों की संख्या 9 से 12 व्यक्ति प्रति परिवार है।

सारणी क्रमांक: 4 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित वयस्क, महिला, पुरुष, बच्चों की संख्या

क्रमांक	परिवारों की कुल जनसंख्या	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1	31 परिवारों की कुल संख्या	172	100.00
2	वयस्क	81	47.09
3	बच्चे	85	49.41
4	पुरुष	79	45.93
5	महिला	83	48.25

सारणी क्रमांक: 4 कर्माझिरी में रहने वाली जनजाति के निर्देशित वयस्क, महिला, पुरुष, बच्चों की जनसंख्या का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि निर्देशित 31 परिवारों की कुल संख्या 172 व्यक्ति है जिसमें 47.09 प्रतिशत वयस्क है, 45.93 प्रतिशत पुरुष, 48.25 प्रतिशत महिला तथा 49.41 प्रतिशत बच्चे हैं।

सारणी क्रमांक: 5 कर्माझिरी में रहने वाली निर्देशित जनजाति के कार्यशील व्यक्ति (पुरुष, महिला)

क्रमांक	कार्यरत जनसंख्या	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1	कार्यरत पुरुष	31	100.00
2	कार्यरत महिला	00	00.00

सारणी क्रमांक: 5 कर्माझिरी गांव में रहने वाली निर्देशित जनजाति के कार्यशील व्यक्ति (पुरुष, महिला) का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि निर्देशित 31 परिवारों की कुल संख्या 172 व्यक्ति में सभी पुरुष 100 प्रतिशत कार्यशील हैं व उन पर परिवार के भरण-पोषण की जिम्मेदारी है तथा महिला घरों के कार्य व बच्चों को संभालती है अर्थात् कार्यरत महिला का प्रतिशत 00.00 है।

सारणी क्रमांक: 6 कर्माझिरी में रहने वाली निर्देशित जनजाति के निर्देशित परिवार के घरों में प्रयुक्त बर्तन एवं साज-सज्जा व अन्य सामग्री

क्रमांक	घरों में युक्त बर्तन एवं साज सज्जा व अन्य सामग्री	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1	दैनिक उपयोग हेतु आवश्यक बर्तन	31	100.00
2	कुकर	24	77.41
3	पंखा	01	03.22
4	सोफा	01	03.22
5	गोबर गैस प्लान्ट	01	03.22
6	साइकिल	25	80.64
7	मोटर साइकिल	03	09.67

सारणी क्रमांक: 6 कर्माझिरी में रहने वाली निर्देशित जनजाति के घरों में प्रयुक्त बर्तन एवं साज-सज्जा व अन्य सामग्री का अध्ययन करने से यह पता चलता है कि निर्देशित 31 परिवारों घरों में 100 प्रतिशत दैनिक उपयोग हेतु आवश्यक बर्तन उपलब्ध हैं, 77.41 प्रतिशत के घरों में कुकर है, 03.22 प्रतिशत के घरों में सोफा है, 03.22 प्रतिशत के घरों में पंखा है, 03.22 प्रतिशत के घरों में गोबर गैस प्लान्ट है, 80.64 प्रतिशत के घरों में साइकिल है तथा 09.67 प्रतिशत के घरों में मोटर साइकिल है।



कर्माझिरी गाँव

मत्स्य पारंपरिक धूमित मछली (स्मोकड फिश) तकनीकी:

मत्स्य पारंपरिक तकनीकी में तालाब की विभिन्न प्रजातियों की धूमित मछली (स्मोकडशिफिश) मुख्य रूप से स्थानीय मीठे पानी की मछलियों की जैविकी तथा जैवविविधता जैसे:- भारतीय मेजर कार्प मछलियाँ - कतला, रोहू, मृगला विदेशी कार्प मछलियाँ- हाइपोफथाल्मिचथिस मोलिट्रिक्स, केटेनोफैरिंजोडोन इडेलस, साइप्रिनस कार्पियो स्थानीय मछलियाँ:- एरिस्टिचिथिस नोबिलिस, पुंटियस सोफोर, पी. टिक्टो कैटफिश:- ए.सीनघला, वालगो अट्टू, चन्ना मारुलियस, सी. स्ट्रैटस, सी. पंकटेस, सी. गचुआ, हेटेरोपनेस्टियस फॉसिलिस, क्लैरियस बत्राचस अन्य मछलियाँ- पंगेशियस पंगेशियस, सिलोनिया सिलोंडिया, ओमपोक बिमाकुलैटस, नॉटोप्टेरस नॉटोप्टेरस, एन. चीतला के साथ तैयार की जाती है और कुछ बड़ी आकार के कटे हुए मछलियों के टुकड़ों का भी उपयोग किया जाता है, लेकिन मछलियों के खराब होने के जोखिम के कारण दोनों मछलियों का उपयोग धूमित मछली (स्मोकडशिफिश) के लिए किया जाता है, जिसे बाजार में नहीं बेचा जाता है। स्मोकिंग की प्रक्रिया में पहले मछलियों को इकट्ठा किया जाता है और घर में घरेलू सामग्री की उपलब्धता होती है जैसे - धान की भूसी/ गेहूं का भूसा/कृषि क्षेत्र के सूखे खरपतवार, नींबू, हल्दी पाउडर, चाकू, मसाले आदि। सबसे पहले धान की पतली परत फैलाएं। भूसी/गेहूं के भूसे/सूखे खरपतवार को धरती/मिट्टी पर आकार के चारों ओर किया जाता है। फिर मछलियों को पानी से ठीक से साफ किया जाएगा, अलग किया जाएगा और ग्रेडिंग की जाएगी, बिना कटे हुए, सिर कटे हुए और तराजू को हटाए। फिर एक किलो स्थानीय मछलियों के लिए दो लीटर पानी में घोल तैयार किया जाता है और इसमें दो नींबू के फलों का रस और दस ग्राम हल्दी पाउडर मिलाया जाता है और मछलियों को 20 मिनट तक गहरे पानी में घोलकर घोल बनाया जाता है। उसके बाद सावधानी से इन स्थानीय मछलियों को धान की भूसी/पुआल पर फैलाएं और धान की भूसी/पुआल पर गोल आकार बनाएं और आग को लगभग आधे घंटे के लिए धीमी कर दें ताकि मछली के छिलके, आंत और मांस जल धुआं हो जाए।





चित्र: धूमित मछली (स्मोकड फिश) की मत्स्य पारंपरिक तकनीकी एवं स्थानीय मछली बाजार का प्रभाव

चूँकि कच्ची मछलियों की कई परतें होती हैं, भले ही ऊपरी परतों की मछलियों की शल्कों के साथ-साथ बलगम अधिक जल जाता है, मछली की भीतरी परत भी स्मोक्ड स्वाद के अनुसार पक जाती है। इस प्रक्रिया से मछलियाँ अंदर पक जाती हैं और मछली की ऊपरी परत पर मौजूद संरक्षक पदार्थ (हल्दी और नींबू का रस) निष्क्रिय हो जाते हैं जिससे कई बैक्टीरिया मर जाते हैं। मछलियों का धूम्रपान करने से अंतिम उत्पाद को एक सुगंध मिलती है, एक विशेष स्वाद, स्वाद और बनावट, हल्दी पाउडर के पीले रंग के साथ स्मोक्ड मछली चमकती है, साथ ही परिरक्षकों की कम इनपुट लागत और उपभोक्ता के लिए अच्छा आकर्षण के साथ-साथ ताजा भी रहती है। स्मोक्ड मछली के प्रीजर/आइसिंग के बिना गांव की स्थिति में 24 घंटे के लिए इसश्मत्स्य पारंपरिक तकनीकी स्थानीय मछली बाजार में विक्रय करने में एवं भोजन में उपयोग किया जाता है।

स्थानीय मछली बाजार में मत्स्य पारंपरिक तकनीकी भुनी मछली (स्मोक्ड फिश) का प्रभाव: स्मोक्ड मछली के प्रभाव के संबंध में सारणी क्रमांक: 7 से देखा जा सकता है कि अधिकांश महिलाओं ने स्मोक्ड मछली के विपणन के लिए ज्यादातर दो तरीकों को स्वीकार किया।

सारणी क्रमांक: 7 स्थानीय मछली बाजार में धूमित मछली (स्मोक्ड फिश) का प्रभाव

क्रमांक	मछली बाजार का प्रकार	आवृत्ति (n-31)	प्रतिशत (%)
1.	उपभोक्ताओं को सीधी बिक्री	19	76.00
2.	बिचौलियों के माध्यम से बिक्री	04	16.00
3.	थोक विक्रेताओं को बिक्री	02	04.00
4.	प्रसंस्करण उद्योग के माध्यम से बिक्री	01	04.00

सारणी क्रमांक: 7 स्थानीय मछली बाजार में स्मोक्ड मछली के प्रभाव के अनुसार मछुआरों का वितरण ये माध्यम उपभोक्ताओं को सीधी बिक्री (76.00 प्रतिशत) थे। बिचौलियों के माध्यम से बिक्री (16.00 प्रतिशत), थोक विक्रेताओं को बिक्री (04.00 प्रतिशत) और प्रसंस्करण उद्योग की बिक्री के माध्यम से (04.00 प्रतिशत) विक्रय करने में एवं भोजन में उपयोग किया जाता है।

निष्कर्ष:

अवलोकन द्वारा यह पाया गया कि इनकी पारिवारिक व्यवस्था, अधिकार बोध धार्मिक आचरण, राजनीतिक व्यवहार एवं सामाजिक, सांस्कृतिक विकास का स्तर मध्यम है। रोजगार की कमी के कारण ये लोग 38.71 प्रतिशत व्यक्ति मजदूरी एवं 22.58 प्रतिशत व्यक्ति कृषि कार्य पर निर्भर हैं। 80.65 प्रतिशत व्यक्ति स्वयं के कच्चे घर में रहते हैं। 58.06 प्रतिशत परिवार मध्यम परिवार के अन्तर्गत आते हैं जिनके परिवारों के सदस्यों की संख्या 5 से 8 व्यक्ति प्रति परिवार है। इस क्षेत्र में 48.25 प्रतिशत महिलाएं हैं, अर्थात् आकड़े स्पष्ट रूप से दर्शाते हैं कि अनुसूचित जनजाति का

लिंगानुपात अधिक है तथा यहां **49.41** प्रतिशत बच्चे हैं। अतः महिलाओं की सामाजिक एवं सांस्कृतिक स्थिति में बहुत कम ही बदलाव देखने को मिला है तथा यह पाया गया कि पिछड़ेपन के कारण असाक्षरता, गरीबी के कारण स्वास्थ्य का स्तर व पोषण का स्तर निम्न श्रेणी का है। लोगों को सरकार द्वारा स्वास्थ्य संबंधी सुविधाओं को मुहैया कराने की जानकारी पूर्ण रूप से प्राप्त नहीं हो पाती है, जिसका मुख्य कारण है उनकी अज्ञानता एवं रूढ़िवादिता का होना। गोंड जनजातियों में हो रहे सामाजिक परिवर्तन एवं विकास की स्थिति का मूल्यांकन किया गया है। विप्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि किस प्रकार से जनजातियों में विकास की गति में काफी गिरावट देखी गई जो कि एक समस्या का कारण बनी हुई है।

सभी **100** प्रतिशत पुरुष कार्यशील हैं व उन पर परिवार के भरण-पोषण की जिम्मेदारी है। कृषि, मजदूरी, चौकीदारी, गाइड, शिक्षक, किराना दुकान, पेंच नेशनल पार्क में नौकरी कर परिवार भरण-पोषण करते हैं तथा महिला घरों के कार्य व बच्चों को संभालती है अर्थात् कार्यरत महिला का प्रतिशत **00** है। गोंड महिलाएं अपने काम के प्रति सजग और मेहनती होती हैं। घर बनाने से लेकर घर के रख-रखाव तक की जिम्मेदारी महिलाएं बखूबी निभाती हैं। महिलाएं अभी तक कृषि और वनोपज के कार्यों में स्वतंत्रतापूर्वक हिस्सा लेती हैं। सरकारी मदद से **03.22** प्रतिशत घरों में गोबर गैस प्लान्ट है, यातायात के साधन के रूप में **80.64** प्रतिशत के घरों में साइकिल है तथा **09.67** प्रतिशत के घरों में मोटर साइकिल है।

जैविकी, जैवविविधता एवं श्मत्स्य पांरपरिक तकनीकी में उचित पोषण, अच्छे स्वास्थ्य व भोजन के लिए उपभोक्ताओं को सीधी बिक्री, बिचौलियों के माध्यम से बिक्री और पूरे विक्रेताओं को बिक्री, स्मोकड मछुआरे महिलाओं द्वारा अपनाए गए विपणन के तीन प्रमुख तरीके थे। पैकेजिंग सामग्री की महँगाई, प्रसंस्करण और भंडारण सुविधाओं (इकाई संयंत्र) की लगभग स्थापना न होना, उच्च परिवहन शुल्क, कुशल श्रम की अनुपलब्धता, उपयुक्त बाजार मूल्य, क्रेता (थोक विक्रेता, ठेकेदार) द्वारा विलंबित भुगतान और अनुपलब्धता के साथ मछली को जमने के लिए नियमित रूप से बिजली का प्रवाह करना, स्मोकड मछली के विपणन में महिलाओं के सामने आने वाली महत्वपूर्ण कठिनाइयाँ थीं। महंगी परिरक्षक, पैकेजिंग सामग्री के कारण विपणन लागत को कम करने के लिए विकल्प के रूप में सस्ती और स्थानीय रूप से उपलब्ध पैकिंग, भंडारण सामग्री का पता लगाना आवश्यक है।

निष्कर्षतः यह कहा जा सकता है कि आदिवासियों के सामाजिक विकास के लिए उन्हें सामाजिक कुरीतियों के प्रति ओर अधिक जाग्रत किया जाये, राजनीतिक जागरूकता पैदा की जाये तथा आर्थिक विकास किया जाये। शायद तभी इनका (आदिवासियों) विकास संभव हो सकेगा। भारतीय जनजातीय वन्य क्षेत्र में साक्षरता, नगरीकरण आदि सुविधाओं से कोसों दूर है। इनकी स्वास्थ्य संबंधी गतिविधियां उनकी परंपराओं, मान्यताओं और विश्वासों पर आधारित होती है। निष्कर्षतः यह कह सकते हैं कि वन्य क्षेत्र में आदिवासियों के विकास की दर धीमी है। आदिवासी अपनी भौतिक, सांस्कृतिक, आर्थिक उन्नति के लिए पर्यावरण के घटकों पर आश्रित हैं। कृषि ही जीविका का मुख्य साधन है। यह आदिवासी समुदाय आज भी अपने विकास हेतु संघर्षरत है।

सुझाव:

सरकार और स्वयंसेवी संगठनों की यह प्राथमिक एवं नैतिक जिम्मेदारी है कि वे जनजाति की सामाजिक आर्थिक उन्नति कर राष्ट्रीय विकास की मुख्य धारा से उन्हें संलग्न करने का प्रयास करें। सरकार ने विकास की धारा को जोड़ने के लिए अनेक कार्यक्रमों का संचालन किया है जिसके माध्यम से सामाजिक एवं आर्थिक स्थिति, जीवन के अन्य आयामों को प्रभावित किया जा सकता है।

यह न केवल भंडारण सुविधा के अभाव में मछलियों के खराब होने के जोखिम को दूर करेगा, बल्कि स्मोकड मछली को संसाधित करके बढ़े हुए मुनाफे की गारंटी भी देगा। अतः कुछ विशिष्ट कारकों को ध्यान में रखते हुए आर्थिक उन्नति के लिए अपने कार्य में सहयोगी बनें। और यदि महिलाओं को इस क्षेत्र में उचित शिक्षा और प्रशिक्षण दिया जाए तो उन्हें अपनी सामाजिक-आर्थिक स्थिति में सुधार करने में बहुत मदद मिल सकती है।

वर्तमान अध्ययन के निष्कर्षों से संकेत मिलता है कि जैविकी, जैवविविधता एवं श्मत्स्य पारंपरिक तकनीकी में उचित पोषण, अच्छे स्वास्थ्य व भोजन के लिए अधिकांश महिलाएँ अनुशंसित पारंपरिक स्मोकड तकनीक को अपनाने वाली थीं। उत्पादन को अधिकतम करने और लाभ बढ़ाने के लिए हाल की पारंपरिक तकनीक को अपनाने के लिए प्रेरित करने और उन पर विचार करने के लिए संगठन दिशानिर्देश, प्रशिक्षण और प्रदर्शन के माध्यम से विस्तार एजेंसी की ओर से प्रयासों की आवश्यकता है।

यह आदिवासी समुदाय आज भी अपने विकास हेतु संघर्षरत है। आदिवासी परिवेश स्वावलम्बी होता है एवं प्रकृति पर पूर्णतः निर्भर होता है। सरकार आदिवासियों के विकास हेतु अनेक योजनाओं का क्रियान्वयन करती आ रही है, फिर भी आदिवासी समुदाय अन्य श्रेष्ठ समुदायों की पंक्ति में नहीं पहुँच पाया है। आदिवासी समाज को वर्तमान युग के कदम-से-कदम मिला पाने के प्रयास, स्वतंत्रता के पूर्व से ही जारी हैं और यही आदिवासी समाज बहुत कम विकास की मुख्य धारा से जुड़ पाया है।

शासकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, महु, इन्दौर (म.प्र.)
E-mail: - spunekarindore@gmail.com

संदर्भ:

1. अवस्थी विनोदचंद (1962): 'नटवारा ग्राम के आदिवासियों में सामाजिक-सांस्कृतिक जीवन का अध्ययन', सामाजिक विज्ञान संकाय के अंतर्गत भूगोल विषय में उपाधि हेतु अप्रकाशित शोध प्रबंध, रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (म.प्र.)
2. "गोंड जनजाति की महिलाओं में सामाजिक एवं आर्थिक स्थिति का भौगोलिक अध्ययन" (जबलपुर जिले के कुण्डम विकासखण्ड के संदर्भ में), सामाजिक विज्ञान संकाय के अंतर्गत भूगोल विषय में उपाधि हेतु अप्रकाशित शोध प्रबंध, रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (म.प्र.)
3. पटेल मनीषा कुमारी (2003): "बैगा जनजाति की स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं एवं सुविधाओं का अध्ययन" एम. फिल. की उपाधि हेतु प्रस्तुत लघु शोध प्रबंध, रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (म.प्र.)
4. रानी ऋतु (2005): "बैगा जनजाति में स्वास्थ्य संरक्षण प्रणाली" सामाजिक विज्ञान संकाय के अंतर्गत भूगोल विषय की उपाधि हेतु अप्रकाशित शोध प्रबंध, रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (म.प्र.)
5. तिवारी एस. सी. (1994): "मध्यप्रदेश के आदिवासी" नामक पुस्तक मध्यप्रदेश के प्रमुख आदिवासियों के संबंध में अध्ययन, जबलपुर (म.प्र.)
6. यादव बब्बूजी (2002): "म.प्र. की जनजातियों की समस्याओं एवं जनजाति श्रमिकों के कष्टों का संक्षिप्त अध्ययन" लघु शोध प्रबंध, रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (म.प्र.)
7. चंद्रा, एस. (1987): भारत में मत्स्य पालन सहकारी आंदोलन, मछली सहकारी समितियाँ, 2 (2): पृष्ठ -11-15
8. पॉल, एस. (1992): बाढ़ के मैदानी मत्स्य पालन का फसल-पूर्व और फसल-पश्चात प्रबंधन, सार-संग्रह, सीआईएफआरआई, बैरकपुर, खंड-2, संस्करण। वाई.एस. द्वारा यादव, और वी.वी. सुगुनन, पीपी 141-143
9. मोहम्मद, शेख. एम., (2001): महिला समस्या और एक उद्यमी की संभावनाएं, किसान विश्व, अक्टूबर-2001, खंड-28, संख्या-10, पृष्ठ 54-56

* * *