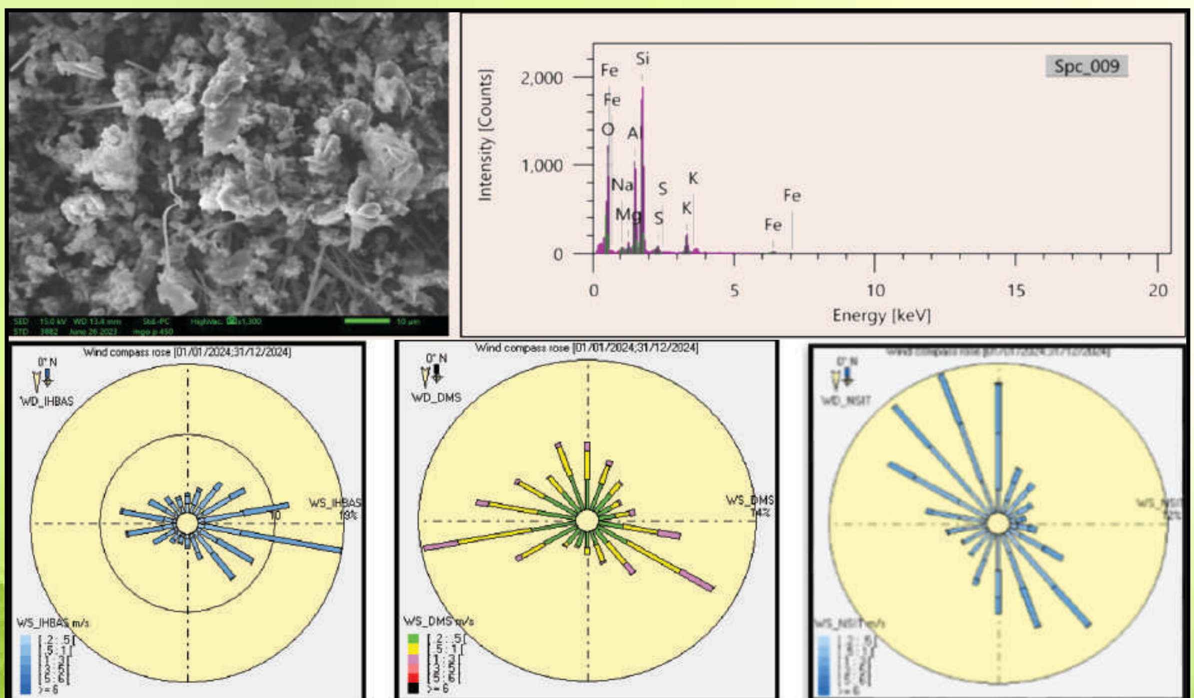
सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

समीक्षा

अप्रैल, 2022 – मार्च, 2023 (संयुक्तांक)

खंड–43, अंक–1–2

पर्यावरण विशेषांक



सीएसआईआर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला
नई दिल्ली–110012

सी एस आई आर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला
(भारत का राष्ट्रीय मापिकी संस्थान)
CSIR–NATIONAL PHYSICAL LABORATORY
(National Metrology Institute of India)

डॉ. के. एस. कृष्णन मार्ग, नई दिल्ली - 110012, भारत / Dr. K. S. Krishnan Marg, New Delhi - 110012, India

www.nplindia.in

गुणवत्ता नीति • Quality Policy

अंतरराष्ट्रीय मानकों के अनुरूप सतत् अनुसंधान और विकास के माध्यम से राष्ट्रीय मापन मानकों का प्रापण, स्थापना, रखरखाव व उन्नयन करना और भारतीय निर्देशक द्रव्य (बी एन डी®) का विकास/उत्पादन करना।

आई एस/आई एस ओ/आई ई सी 17025 : 2017 की आवश्यकताओं के अनुरूप ग्राहकों को मापन की अनुमार्गणीयता बनाए रखने के लिए शीर्षस्तरीय अंशांकन/परीक्षण सेवाओं तथा मानकों का प्रसार निष्पक्ष और प्रभावी ढंग से प्रदान करना।

आई एस/आई एस ओ 17034 : 2016 की आवश्यकताओं के अनुरूप प्रयोक्ताओं हेतु अनुमार्गणीयता के प्रसार के लिए बी एन डी का विकास/उत्पादन करना और निर्देशक द्रव्य उत्पादकों (आर एम पी) को बी एन डी के विकास/उत्पादन में तकनीकी सहायता प्रदान करना।

To realize, establish, maintain and upgrade the national standards of measurement compatible to international standards and to develop/produce Bharatiya Nirdeshak Dravya (BND®), through continuous research and development.

To provide apex level calibration/testing services and dissemination of standards for maintaining the traceability of measurements to the customers fulfilling the requirements of IS/ISO/IEC 17025 : 2017, impartially and effectively.

To develop/produce BNDs for disseminating traceability to the users and to provide technical support to the Reference Material Producers (RMPs) in the development/production of BNDs, conforming to the requirements of IS/ISO 17034 : 2016.

उद्देश्य • Objectives

ग्राहकों/प्रयोक्ताओं की संतुष्टि के लिए निर्दिष्ट समय-सीमा में निष्पक्षता व सक्षमता से अंशांकन/परीक्षण सेवाएं और बी एन डी प्रदान करना।

अंशांकन, परीक्षण व बी एन डी विकास/उत्पादन से संबंधित सभी कर्मियों को गुणवत्ता प्रणाली प्रलेखन तथा नीतियों और प्रक्रियाओं के कार्यान्वयन से परिचित कराना।

To provide calibration/testing services and BND within the specified time, impartially, competently and to the satisfaction of the customers/users.

To familiarize all personnel concerned with calibration, testing and BND development/production with the quality system documentation and implementation of policies and procedures.

Gopal

प्रो. वेणु गोपाल आचन्टा / **Prof. Venu Gopal Achanta**

निदेशक / Director

समीक्षा

अप्रैल, 2022 – मार्च, 2023 (संयुक्तांक)

खंड–43, अंक–1–2

पर्यावरण विशेषांक

संरक्षक

प्रो. वेणुगोपाल आचंटा

संपादक मण्डल

1. डॉ. सुशील कुमार, मुख्य वैज्ञानिक
2. डॉ. वी.के. जायसवाल, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक
3. डॉ. अरुण कुमार उपाध्याय, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक
4. डॉ. अंजना डोगरा, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक
5. श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी एवं संयोजक

सीएसआईआर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला
डॉ. के एस कृष्णन मार्ग, नई दिल्ली–110012

विषय सूची

इस अंक में :

निदेशक की लेखनी से 3

1. प्रदूषक पैटर्न : दिल्ली में वार्षिक वायु गुणवत्ता प्रवृत्तियाँ (2024) 4
   प्रिया द्विवेदी, डॉ. राधाकृष्णन एस.आर. और एस. के. शर्मा

2. हिमालय क्षेत्र के वायुमंडल में मौजूद ठोस कण (पीएम$_{10}$) के मुख्य और लघु तत्वों की तत्वीय संरचना का अध्ययन 9
   साक्षी गुप्ता, प्रीति तिवारी और डॉ. सुधीर कुमार शर्मा

3. भारतीय –हिमालयी क्षेत्र में सूक्ष्म कणिकीय पदार्थ कणों का आकार, संरचना एवं सतह विशेषताओं का अध्ययन 12
   प्रीति तिवारी, साक्षी गुप्ता और डॉ. सुधीर कुमार शर्मा

4. प्लास्टिक अपशिष्ट से वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स : भारतीय शहरों में प्रदूषण की प्रवृत्तियाँ और पर्यावरणीय प्रभाव 15
   प्रेरणा सिंह, अनुराधा, अर्चना रानी और डॉ. मनोज कुमार

5. राजभाषा गतिविधियाँ 24

6. भारत के संविधान में राजभाषा से संबंधित भाग–17 33

7. राजभाषा अधिनियम, 1963 37

नोट :– इस अंक में प्रकाशित आलेख में अभिव्यक्त विचारों अथवा प्रयुक्त चित्रों के लिए केवल लेखक उत्तरदायी हैं।

निदेशक की लेखनी से

'समीक्षा' राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला की गृह पत्रिका है। यह अंक पर्यावरण व जैवचिकित्सा मापिकी से संबंधित गतिविधियों पर आधारित विशेषांक है।

किसी भी प्राणी, समाज या समूह विशेष का पर्यावरण, उसके आस–पास की प्रत्येक जैविक व अजैविक वस्तुओं को मिलाकर बना है। पर्यावरण हमारे चारों ओर फैले हुए भौतिक व जैविक मंडलों की प्रतिक्रियाओं द्वारा उत्पन्न वातावरण है। आज पूरा विश्व यदि किसी एक समस्या को लेकर चिंतित है, तो वह पर्यावरण की समस्या है। प्रकृति ने मनुष्य को अनूठी प्रतिभा, क्षमता, सृजनशीलता, तर्कशक्ति देकर विवेकशील, चिंतनशील एवं बुद्धिमान प्राणी बनाया है। अतः मनुष्य का दायित्व है कि वह प्राकृतिक संसाधनों में संतुलित चक्र को बनाए रखते हुए स्वस्थ वातावरण का निर्माण करना अपना पुनीत कर्तव्य समझे।

समीक्षा के इस अंक में प्रकाशित आलेखों में संस्थान के वैज्ञानिकों / अनुसंधान अध्येताओं द्वारा वैश्विक पर्यावरणीय समस्याओं का स्वरूप और संभावित समाधान प्रस्तुत किया गया है। जब पर्यावरण के प्रति मानव में मित्रता का भाव रहेगा, तभी वह पर्यावरण सुरक्षित रख सकेगा। समाधान की खोज के इन पलों में सार्थक निदान के लिए जरूरी है कि हम अपनी विरासत को सँभालें। पर्यावरण संरक्षण की बिखर रही कड़ियों को पुनः जोड़ें।

आलेखों की भाषा सहज, सरल व संप्रेषणीय है।

इस अंक में प्रकाशित सभी आलेखों के लेखकों को बधाई।

अनेक शुभकामनाओं के साथ,

प्रो. वेणुगोपाल आचंटा
निदेशक
सीएसआईआर–एनपीएल

प्रदूषक पैटर्न: दिल्ली में वार्षिक वायु गुणवत्ता प्रवृत्तियाँ (2024)

प्रिया द्विवेदी, डॉ. राधाकृष्णन एस.आर. और
एस. के. शर्मा

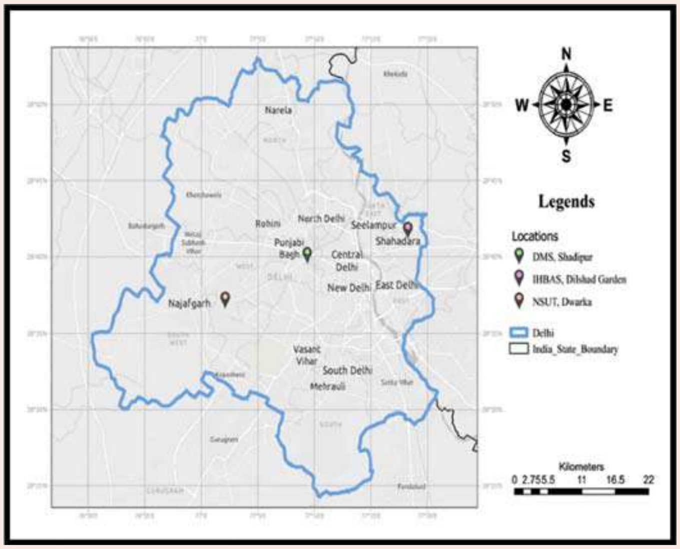
सारांश

यह अध्ययन दिल्ली में वायु प्रदूषण के प्रभावों को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। प्रदूषण का स्तर अलग–अलग मौसमों में बदलता है और यह स्वास्थ्य और पर्यावरण पर प्रत्यक्ष प्रभाव डालता है। इस शोध में DMS शादीपुर, NSUT द्वारका, और IHBAS दिलशाद गार्डन जैसे प्रमुख स्थानों पर प्रदूषकों (जैसे PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3) का विश्लेषण किया गया है। अध्ययन में यह पाया गया कि सर्दी में प्रदूषण का स्तर उच्चतम था, जबकि मानसून के दौरान यह सबसे कम था। यहाँ प्रदूषण के कारणों, मौसमीय प्रभावों और सुधारात्मक उपायों पर ध्यान केंद्रित किया गया है।

परिचय

भारत के प्रमुख शहरी क्षेत्रों में वायु प्रदूषण तेजी से बढ़ रहा है, खासकर दिल्ली में। यहाँ की वायु गुणवत्ता मानकों से बहुत अधिक प्रदूषित है[1]। वर्ष 2024 में प्रदूषण की सांद्रता के विश्लेषण के लिए तीन प्रमुख CAAQMS स्टेशनों (DMS शादीपुर, NSUT द्वारका, और IHBAS दिलशाद गार्डन) से डेटा लिया गया। इस डेटा में $PM_{2.5}$, PM_{10}, NO_2, CO, SO_2, O_3, NH_3 और BTX जैसे प्रदूषकों के साथ–साथ मौसमीय मापदंड जैसे तापमान, आर्द्रता, वायुदाब, और सौर विकिरण भी शामिल हैं[2], चित्र 1।

DMS शादीपुर : यह स्टेशन शादीपुर बस डिपो के पास स्थित है। यह एक उच्च प्रदूषण क्षेत्र है, जहां $PM_{2.5}$ और NO_2 की सांद्रता अधिक पाई जाती है।



चित्र 1 : CAAQMS का स्थान मानचित्र

NSUT द्वारका : यहाँ O_3 के स्तर अधिक रहते हैं, जो प्रदूषण के कारणों का महत्वपूर्ण संकेत है।

IHBAS दिलशाद गार्डन : यह स्टेशन HC (हाइड्रोकार्बन) के उच्चतम स्तर के लिए जाना जाता है।

दिल्ली में प्रदूषण मुख्यत : वाहनों, औद्योगिकीकरण, और निर्माण कार्यों के कारण है[3]। खासकर सर्दी में, $PM_{2.5}$ और PM_{10} जैसे प्रदूषकों की सांद्रता खतरनाक स्तर तक बढ़ जाती है। यह न केवल वायु की गुणवत्ता को प्रभावित करता है, बल्कि मानव स्वास्थ्य पर भी प्रतिकूल प्रभाव डालता है[4]।

रासायनिक प्रतिक्रिया

वायु प्रदूषण की रासायनिक प्रतिक्रियाएँ मुख्य रूप से

NO_2, CO, और O_3 के बीच होती हैं। उदाहरण के लिए :

NO_2 + UV (विकिरण) → NO + O (ऑक्सीजन अणु)

O + O_2 → O_3 (ओजोन)

यह प्रक्रिया O_3 का निर्माण करती है, जो गर्मी में प्रदूषण का एक प्रमुख कारण बनती है[5]।

परिणाम और चर्चा

2024 के आंकड़ों के अनुसार, दिल्ली के तीन स्टेशनों (DMS शादीपुर, IHBAS दिलशाद गार्डन, और NSIT द्वारका) में प्रदूषकों की सांद्रता में अंतर था। DMS शादीपुर में PM10 और $PM_{2.5}$ स्तर अन्य स्टेशनों से उच्च थे। $PM_{2.5}$ का वार्षिक औसत IHBAS में 167.46 μg/m³, DMS में 263.64 μg/m³, और NSIT में 231.17 μg/m³ था। NO_2 और NH_3 का स्तर सामान्य से कम था, लेकिन DMS में इनका स्तर अधिक था। ओजोन का स्तर गर्मी में अधिक था, जबकि अन्य प्रदूषकों का स्तर सर्दी में अधिक था। बेंजीन और THC की सांद्रता कम रही। कुल मिलाकर, $PM_{2.5}$ और PM_{10} के उच्च स्तर स्वास्थ्य के लिए खतरे का संकेत हैं।

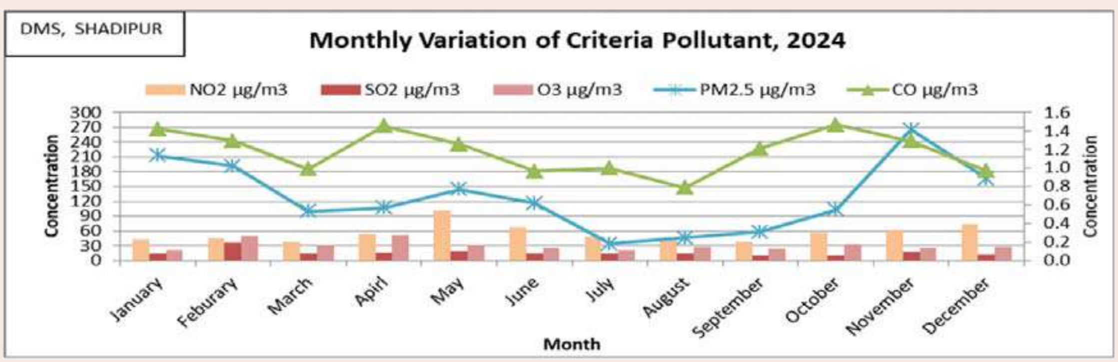
वायु प्रदूषण का स्तर विभिन्न मौसमों में भिन्न होता है। सर्दी के महीनों में प्रदूषण उच्चतम स्तर तक पहुँच जाता है, जबकि गर्मी और मानसून में यह थोड़ा कम हो जाता है। यह मौसमीय कारक प्रदूषकों के स्तर और उनके प्रसार को प्रभावित करते हैं। उदाहरण के तौर पर :

सर्दी में : PM_{10} और $PM_{2.5}$ के उच्च स्तर देखने को मिलते हैं। इसका कारण तापमान में गिरावट और वायु की कम गति है, जिससे प्रदूषक अधिक समय तक हवा में बने रहते हैं।

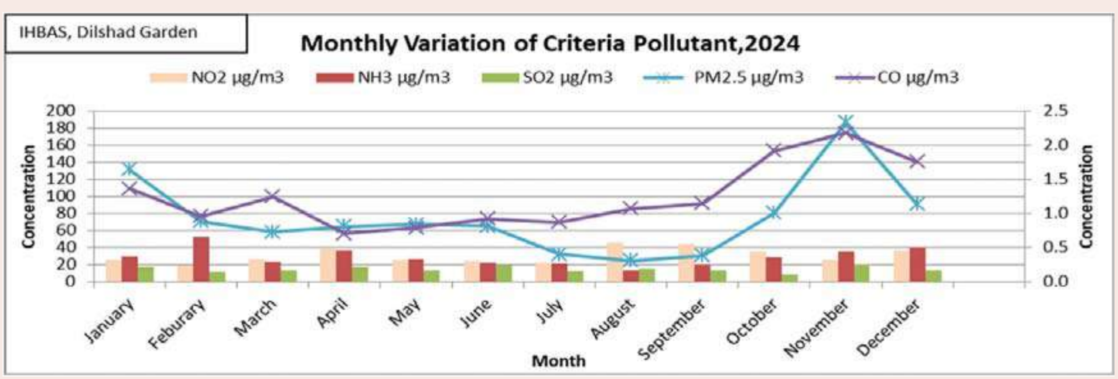
गर्मी में : वाहनों से उत्पन्न NO_2 और O_3 के स्तर उच्च होते हैं। उच्च तापमान और उच्च आर्द्रता इन प्रदूषकों की सांद्रता को बढ़ाते हैं।

मानसून में : बारिश वायु को शुद्ध करती है, और प्रदूषण स्तर कम हो जाते हैं चित्र 2 से चित्र 4।

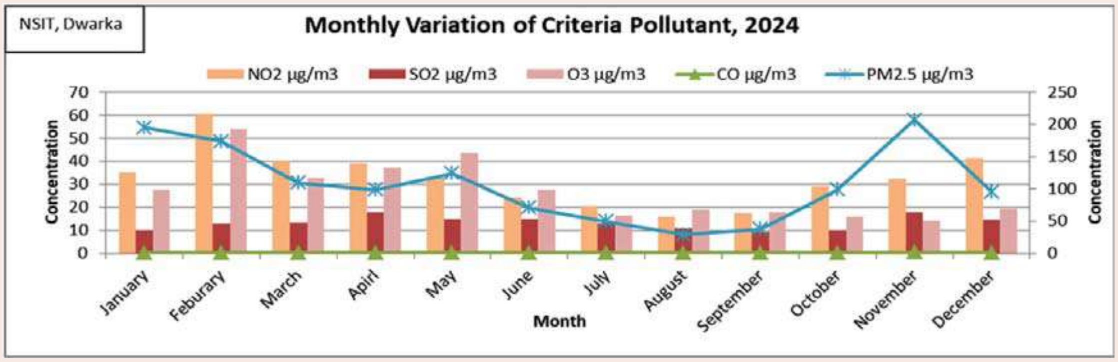
वर्ष 2024 के दौरान वायु प्रदूषकों में मासिक एवं ऋतुगत परिवर्तन के आधार पर निम्नलिखित हैं:



चित्र 2 : 2024 में DMS शादीपुर स्टेशन पर वायु प्रदूषकों का मासिक परिवर्तन



चित्र 3 : 2024 में IHBAS दिलशाद गार्डन स्टेशन पर वायु प्रदूषकों का मासिक परिवर्तन



चित्र 4 : 2024 में NSUT द्वारका स्टेशन पर वायु प्रदूषकों का मासिक परिवर्तन

ऋतुगत परिवर्तन : वर्ष भर के दौरान चार प्रमुख ऋतुओं में वायु गुणवत्ता में निम्नलिखित प्रकार के परिवर्तन देखे गए :

- **सर्दी (दिसंबर–फरवरी) :** धुंध, तापमान में गिरावट और पराली जलाने जैसी गतिविधियों के कारण PM_{10} और $PM_{2.5}$ की मात्रा अधिक रही।
- **गर्मी (मार्च–जून) :** तापमान बढ़ने से ओजोन (O_3) स्तर में वृद्धि हुई, जबकि कणीय प्रदूषकों में थोड़ी कमी देखी गई।
- **मानसून (जुलाई–सितंबर) :** वर्षा के कारण हवा में मौजूद प्रदूषक धुल गए, जिससे वायु गुणवत्ता में सुधार हुआ। इस दौरान NO_2 और PM के स्तर में गिरावट आई।
- **शरद ऋतु (अक्टूबर–नवंबर) :** दीपावली और पराली जलाने जैसी गतिविधियों के कारण प्रदूषण में तीव्र वृद्धि देखी गई।

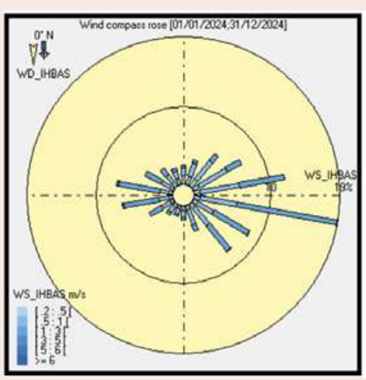
मौसम विज्ञानात्मक पैरामीटर

वर्ष 2024 के दौरान तापमान, सापेक्षिक आर्द्रता, पवन की गति व दिशा, वायुदाब एवं सौर विकिरण जैसे मौसम विज्ञानात्मक तत्वों में स्पष्ट मौसमी भिन्नताएँ देखी गईं। इन तत्वों ने वायु प्रदूषकों के प्रसार और एकत्रीकरण पर प्रत्यक्ष प्रभाव डाला। विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि स्थानीय मौसम परिस्थितियाँ वायु गुणवत्ता के स्तर निर्धारण में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं चित्र 5 से चित्र 9।

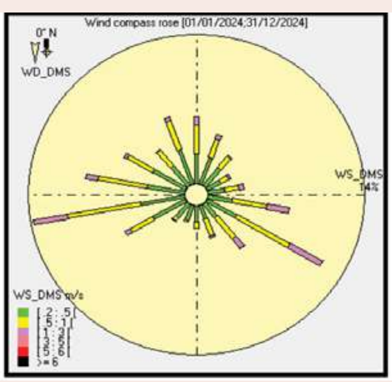
निष्कर्ष

यह अध्ययन प्रदूषण के मौसमी पैटर्न को समझने में मदद करता है और इसके आधार पर प्रदूषण नियंत्रण के उपाय सुझाता है। प्रदूषण की अधिकतम सांद्रता सर्दी में देखी जाती है, जबकि मानसून में प्रदूषण स्तर सबसे कम होते हैं। इस जानकारी के आधार पर, नीति–निर्माताओं को प्रदूषण नियंत्रण के लिए ठोस कदम उठाने चाहिए।

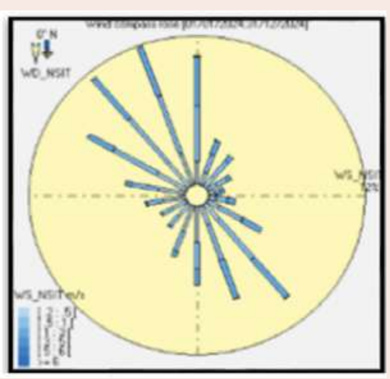
विंड रोज आरेख



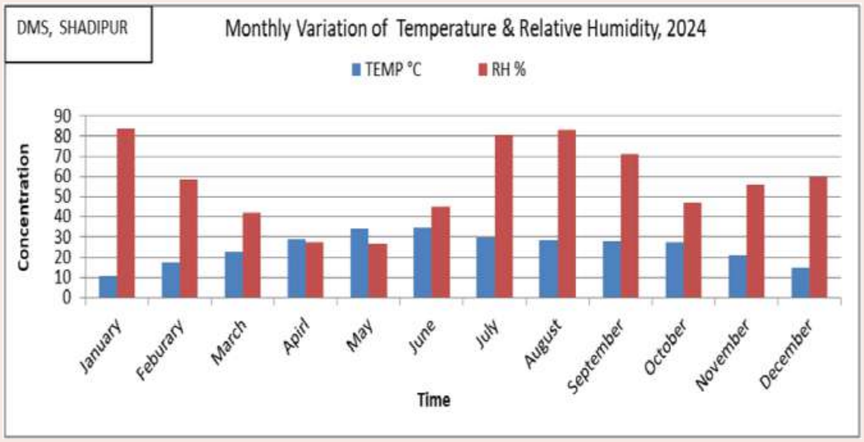
चित्र 5 : IHBAS



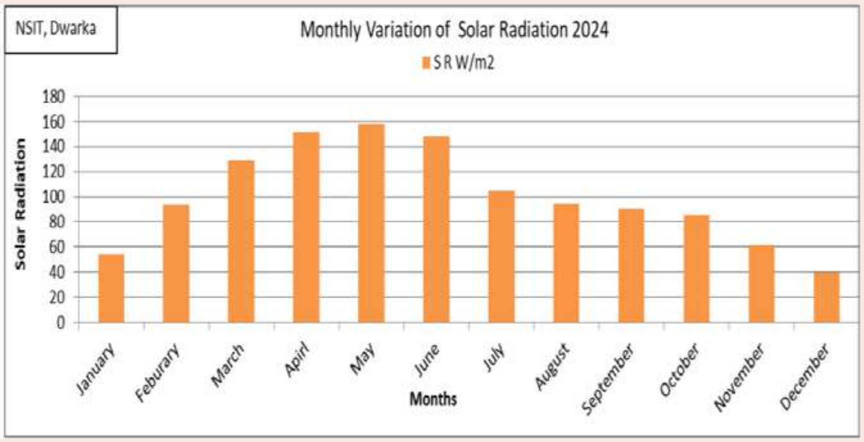
चित्र 6 : DMS



चित्र 7 : NSUT



चित्र 8 : 2024 में DMS शादीपुर स्टेशन पर तापमान एवं सापेक्षिक आर्द्रता का मासिक परिवर्तन



चित्र 9 : 2024 में NSUT द्वारका स्टेशन पर सौर विकिरण का मासिक परिवर्तन

प्रदूषण नियंत्रण के लिए सुझाव एवं सिफारिशें

दिल्ली की वायु गुणवत्ता में सुधार के लिए कुछ महत्वपूर्ण उपाय किए जा सकते हैं :

- दिल्ली में वाहनों की संख्या बहुत अधिक है, और इनसे होने वाले प्रदूषण को नियंत्रित करने के लिए सख्त वाहन उत्सर्जन मानकों को लागू किया जाना चाहिए।
- शहरी क्षेत्रों में अधिक वृक्षारोपण और पार्कों का निर्माण किया जाना चाहिए, क्योंकि वृक्ष CO_2 अवशोषित करने में सहायक होते हैं।
- जीवाश्म ईंधन की बजाय सौर और पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय स्रोतों का उपयोग बढ़ाना चाहिए।
- CAAQMS स्टेशनों की संख्या में वृद्धि और इनकी रिपोर्टिंग प्रणाली को सुदृढ़ करना जरूरी है।
- प्रदूषण के मौसमीय पैटर्न को ध्यान में रखते हुए वायु गुणवत्ता सुधार की रणनीतियाँ बनाई जाएं।
- सार्वजनिक परिवहन को बढ़ावा देने के लिए सरकार को प्रोत्साहन देना चाहिए।
- प्रदूषण के स्वास्थ्य पर प्रभावों के बारे में जन जागरूकता कार्यक्रम चलाए जाएं।

आभार

लेखकगण सीएसआईआर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली के निदेशक को आवश्यक सहयोग और आधारभूत संरचना प्रदान करने हेतु हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। लेखकगण केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (CPCB), भारत सरकार के वायु प्रयोगशाला प्रमुख तथा ENVEA प्राइवेट लिमिटेड को वित्तीय सहयोग एवं निरंतर प्रोत्साहन

हेतु विशेष रूप से धन्यवाद देते हैं। लेखिका प्रिया द्विवेदी, वैज्ञानिक तथा नवाचार अनुसंधान अकादमी (AcSIR) की पीएच.डी. शोधार्थी के रूप में प्राप्त सुविधा हेतु संस्थान का आभार व्यक्त करती हैं।

संदर्भ

1. गुट्टिकुंडा, एस. के. और गुर्जर, बी. आर. (2012)। दिल्ली महानगर में वायु प्रदूषण की ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन में मौसम विज्ञान की भूमिका। एनवायर्नमेंटल मॉनिटरिंग एंड असेसमेंट, **184**(5)**:** 3199–3211।
2. दिल्ली प्रदूषण नियंत्रण समिति (DPCC), (2024)। निरंतर परिवेशीय वायु गुणवत्ता निगरानी प्रणाली डेटा संग्रह, दिल्ली सरकार।
3. शर्मा, एम. और अन्य, (2016)। दिल्ली में परिवहन क्षेत्र से प्रमुख प्रदूषकों की उत्सर्जन सूची। एटमॉस्फेरिक एनवायरनमेंट, **125:** 252–261।
4. बालकृष्णन, के. और अन्य, (2019)। भारत के विभिन्न राज्यों में वायु प्रदूषण का मृत्यु, रोग भार और जीवन प्रत्याशा पर प्रभावः ग्लोबल बर्डन ऑफ डिजीज स्टडी 2017। द लैन्सेट प्लैनेटरी हेल्थ, **3**(1)**:** e26–e39।
5. सीनफील्ड, जे. एच. और पैंडिस, एस. एन., (2016)। वायुमंडलीय रसायन विज्ञान और भौतिकीः वायु प्रदूषण से जलवायु परिवर्तन तक (तीसरा संस्करण)। वाइली पब्लिकेशन।

हिमालय क्षेत्र के वायुमंडल में मौजूद ठोस कण (पीएम$_{10}$) के मुख्य और लघु तत्वों की तत्वीय संरचना का अध्ययन

साक्षी गुप्ता, प्रीति तिवारी और डॉ. सुधीर कुमार शर्मा

परिचय

हिमालयी क्षेत्र की पारिस्थिति की वर्तमान में विभिन्न प्रकार के पर्यावरणीय प्रदूषकों की उपस्थिति और बढ़ती सांद्रता के कारण गंभीर संकट का सामना कर रही है। यह संवेदनशील पर्वतीय पारितंत्र तीव्र शहरीकरण, अवसंरचनात्मक विकास और मानवीय गतिविधियों में तीव्र वृद्धि के कारण तीव्र रूप से परिवर्तित हो रहा है। इन परिवर्तनों के परिणामस्वरूप भूमि उपयोग के पैटर्न में व्यापक बदलाव आ रहे हैं, प्राकृतिक संसाधनों पर दबाव बढ़ रहा है और वायुमंडलीय गुणवत्ता एवं संरचना को लेकर गंभीर चिंताएं उत्पन्न हो रही हैं।

क्षेत्र में सबसे महत्वपूर्ण पर्यावरणीय समस्याओं में से एक है वाहनों की बढ़ती आवाजाही, जो मुख्य रूप से तीव्र गति से बढ़ते पर्यटन उद्योग से जुड़ी हुई है। इसके अतिरिक्त, परंपरागत गतिविधियाँ जैसे कि खाना पकाने और गर्मी प्राप्त करने के लिए बायोमास तथा लकड़ी के जलावन का उपयोग विशेषकर दूरस्थ और उच्च हिमालयी क्षेत्रों में–वातावरण में प्रदूषकों की मात्रा को और अधिक बढ़ा देते हैं। ये सभी स्रोत वायुमंडल में बड़ी मात्रा में स्थूल कण (particulate matter) और सूक्ष्म धात्विक तत्व (trace metals) उत्सर्जित करते हैं, जिससे हिमालय की नाजुक पारिस्थितिकीय संतुलन प्रभावित हो सकता है।

हाल के दशकों में, हिमालयी एरोसोल (Aerosols) के अध्ययन पर वैज्ञानिक रुचि में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है, क्योंकि ये मानव जनित उत्सर्जन और प्राकृतिक जलवायु प्रक्रियाओं के बीच की जटिल परस्पर क्रिया को समझने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यह शोध न केवल स्थानीय स्तर पर पर्यावरणीय क्षरण का मूल्यांकन करने में सहायक है, बल्कि इसका क्षेत्रीय और वैश्विक जलवायु प्रणालियों पर भी दूरगामी प्रभाव पड़ता है[1,2]।

हिमालय पर्वत श्रृंखला, अपनी अत्यधिक ऊँचाई के कारण, एक प्राकृतिक वायुमंडलीय अवरोध के रूप में कार्य करती है और भारतीय उपमहाद्वीप में मौसम प्रणाली को विनियमित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसी संदर्भ में, मध्य हिमालयी क्षेत्र–विशेषकर नैनीताल जैसे उच्च हिमालयी स्थान–एक रणनीतिक अवलोकन स्थल के रूप में उभरते हैं। ऐसे स्थानों से एकत्रित एरोसोल और स्थूल कणों से संबंधित आंकड़े व्यापक भौगोलिक क्षेत्र का प्रतिनिधित्व कर सकते हैं, जिसमें इंडो–गंगा के मैदानी इलाकों से लेकर अन्य स्रोत क्षेत्रों तक के उत्सर्जन शामिल होते हैं।

भारतीय हिमालयी क्षेत्र (IHR) में पीएम$_{10}$ (PM$_{10}$) में उपस्थित सूक्ष्म और भारी तत्वों के जलवायु और पारिस्थितिकीय महत्व को ध्यान में रखते हुए, वर्तमान अध्ययन इन तत्वों की तत्वीय संरचना की जाँच के उद्देश्य से किया गया है। यह शोध इन कणों के स्रोत, वितरण और उनके वायुमंडलीय प्रक्रियाओं एवं हिमालय क्षेत्र के पर्यावरणीय स्वास्थ्य पर संभावित प्रभावों को उजागर करने का प्रयास करता है। उच्च हिमालयी क्षेत्रों में एरोसोल विशेषताओं पर केंद्रित यह अध्ययन प्रदूषकों के परिवहन तंत्र, निक्षेपण पैटर्न, और हिमालयी

पारिस्थितिकी तंत्र की दीर्घकालिक स्थिरता पर गहन अंतदृष्टि प्रदान करता है।

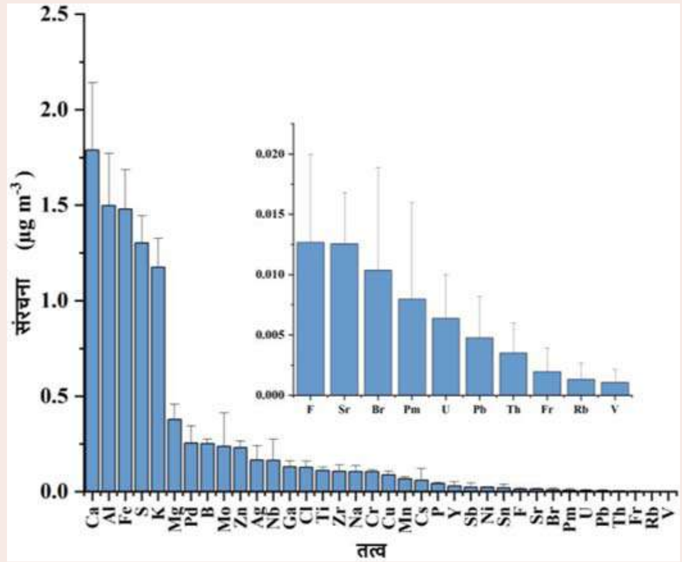
इस अध्ययन में, हम वेवलेंथ डिस्पर्सिव एक्स–रे फ्लोरेसेंस (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence - WD-XRF) विधि के माध्यम से प्राप्त पीएम$_{10}$ में मौजूद तत्वीय संघटन (elemental composition) से संबंधित निष्कर्ष प्रस्तुत करते हैं। भारत के केंद्रीय हिमालयी क्षेत्र में पीएम$_{10}$ में पाए गए भारी तत्वों के संभावित स्रोतों को बेहतर ढंग से समझने के लिए, हमने प्रिंसिपल कंपोनेंट विश्लेषण (Principal Component Analysis & PCA) मॉडल का उपयोग किया हैं[1,2]।

वायुमंडल में विभिन्न तत्वों के प्रदूषण स्तरों का मूल्यांकन करना, उनके प्राथमिक स्रोतों की पहचान करना और प्रभावी नियंत्रण उपायों को विकसित करना अत्यंत आवश्यक है। ये प्रयास न केवल पर्यावरण की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए, बल्कि जनस्वास्थ्य की सुरक्षा के लिए भी महत्वपूर्ण हैं-विशेष रूप से उन विकासशील देशों में, जहाँ प्रदूषण के स्तर तेजी से बढ़ रहे हैं और पर्यावरणीय नियमन की संरचनाएँ अभी विकासशील अवस्था में हैं।

अध्ययन अवधि के दौरान नैनीताल में पीएम$_{10}$ की वार्षिक औसत सांद्रता 64 ± 6 µg m^{-3} दर्ज की गई। यह राष्ट्रीय परिवेशी वायु गुणवत्ता मानक (NAAQS) द्वारा निर्धारित पीएम$_{10}$ की वार्षिक औसत सीमा 60 µg m^{-3} के लगभग समान है, जबकि यह विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) द्वारा निर्धारित सीमा (15 µg m^{-3}) से लगभग चार गुना अधिक है।

सभी पहचाने गए तत्वों में, Ca (1.789 ± 0.351 µg m^{-3}), Al (1.498 ± 0.272 µg m^{-3}), Fe (1.479 ± 0.207 µg m^{-3}), S (1.303 ± 0.142 µg m^{-3}) और K (1.175 ± 0.152 µg m^{-3}) पीएम$_{10}$ सांद्रता में मुख्य योगदानकर्ता तत्व पाए गए (चित्र 1)।

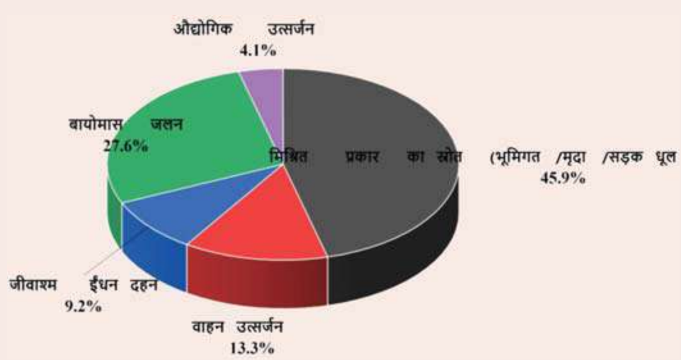
इसके अतिरिक्त, Mg (0.377 ± 0.081 µg m^{-3}), Pd (0.254 ± 0.091 µg m^{-3}), B (0.252 ± 0.024 µg m^{-3}), Mo (0.238 ± 0.174 µg m^{-3}), Zn (0.231 ± 0.034 µg m^{-3}), Ag (0.166 ± 0.076 µg m^{-3}), अतिरिक्त को लघु स्तर (trace level) पर पाया गया।



चित्र 1 : पीएम$_{10}$ के तत्वीय घटकों की वार्षिक औसत सांद्रता

अन्य तत्व जैसे कि Cu, Mn, P, Y, Ni, Sn, F, V अतिरिक्त को नैनोग्राम स्तर (88 ng m^{-3} से 10 ng m^{-3}) में मापा गया। Ni और Pb की सांद्रता क्रमशः 23 ng m^{-3} और 5 ng m^{-3} दर्ज की गई, जो कि NAAQS 2009 द्वारा सुझाई गई स्वीकार्य सीमाओं के भीतर है (Pb: 0-5 µg m^{-3}; Ni: 20 ng m^{-3})।

प्रिंसिपल कंपोनेंट विश्लेषण (Principal Component Analysis & PCA) के माध्यम से प्राप्त परिणामों का विश्लेषण करने के पश्चात, प्रदूषण स्रोतों की पहचान उपयुक्त रूप से की गई। पीएम$_{10}$ में मात्रात्मक रूप से मापे गए 22 तत्वों पर PCA लागू किया गया, जिससे पाँच प्रमुख स्रोतों की पहचान की गई (चित्र 2)।



चित्र 2 : ठोस कण (पीएम$_{10}$) के स्रोत एवं उनका प्रतिशत योगदान

पीएम$_{10}$ का पहला कारक मिश्रित प्रकार के स्रोत के रूप में पहचाना गया, जिसमें Al, Mg, Ti, Ca, Na, F, S, K और Cl उच्च मात्रा में पाए गए। इनमें से Al, Mg, Ti, Ca, Na और Fe की उपस्थिति तथा उनके समृद्धि गुणांक (Enrichment Factors & EFs) crustal origin (भूमिगत स्रोत) की ओर संकेत करते हैं। Al, Fe, Si, Ca, Ti और Sr आमतौर पर धूल–सम्बंधी स्रोतों की पहचान के लिए ट्रेसर के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

S, K और Cl की उपस्थिति दहन प्रक्रियाओं की ओर इंगित करती है। K बायोमास जलन का संकेतक है, Cl कोयले के दहन, पटाखों और कचरा जलाने का ट्रेसर माना जाता है, जबकि S बायोमास तथा कोयला दहन दोनों का सूचक है।

दूसरे कारक में Ga, Cu, Mn और Zn की उच्च मात्रा पाई गई। इनमें Cu, Zn और Mn वाहन ब्रेक और टायर के घिसने जैसे non-exhaust traffic emissions के ट्रेसर हैं, जबकि Ga पेट्रोलियम परिष्करण और रासायनिक निर्माण में fluidized-bed catalytic cracking (FCC) की प्रक्रियाओं से जुड़ा होता है।

तीसरा कारक जीवाश्म ईंधन के दहन (fossil&fuel combustion) से संबंधित पाया गया, जिसमें Z, Nb और Pd की अधिक मात्रा दर्ज की गई। Zr और Nb का उपयोग ईंट भट्टियों, तेल और पेट्रोलियम परिष्करण इकाइयों में कोयला दहन प्रक्रियाओं में होता है।

चौथा कारक बायोमास जलन का सूचक है, जिसमें B और S की अधिकता पाई गई। विशेष रूप से, सल्फर का उपयोग फसल अवशेष, लकड़ी, उपले और कागज जैसे ईंधनों की जलन की पहचान के लिए किया जाता है।

पाँचवाँ कारक औद्योगिक उत्सर्जन के रूप में पहचाना गया, जिसमें डव की अधिक मात्रा दर्ज की गई, जो मुख्य रूप से स्टील उद्योगों से संबंधित होता है।

संदर्भ

1. गुप्ता, एस., शंकर, एस., कुनीयाल, जे.सी. एवं अन्य (2024a)। भारत के हिमालयी क्षेत्र में ATR-FTIR एवं SEM-EDX स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से मोटे कणों (PM$_{10}$) के स्रोतों की पहचान। एनवायरनमेंटल साइंस एंड पॉल्यूशन रिसर्च, **31:** 15788-15808।
2. बानू, आर., गुप्ता, एस., गडी, आर. एवं अन्य (2024)। भारत के राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र (NCR) में PM$_{10}$ के रासायनिक गुण, आकृति–विज्ञान एवं स्रोत विभाजन का अध्ययन। एनवायरनमेंट मॉनिटरिंग एंड असेसमेंट, **196:** 163।

भारतीय–हिमालयी क्षेत्र में सूक्ष्म कणिकीय पदार्थ कणों का आकार, संरचना एवं सतह विशेषताओं का अध्ययन

प्रीति तिवारी, साक्षी गुप्ता और डॉ. सुधीर कुमार शर्मा

परिचय

वायुमंडलीय एरोसोल वातावरण में निलंबित छोटे ठोस या तरल कणों की एक विस्तृत श्रेणी को सम्मिलित करते हैं, जो प्राकृतिक और मानवजनित गतिविधियों दोनों से उत्पन्न होते हैं। इनका आकार नैनोमीटर से माइक्रोमीटर तक होता है और ये वायु गुणवत्ता, जलवायु परिवर्तन और मानव स्वास्थ्य पर गहरा प्रभाव डालते हैं। एरोसोल की भूमिका पृथ्वी की जलवायु प्रणाली और वैश्विक जैव–भू–रासायनिक चक्रों में महत्वपूर्ण मानी जा रही है। भारत और चीन जैसे अत्यधिक शहरीकृत देशों में प्रदूषण स्रोतों की विविधता और जनसंख्या घनत्व के कारण एम्बिएंट एरोसोल का स्वास्थ्य पर प्रभाव और अधिक बढ़ गया है। तीव्र आर्थिक विकास और शहरीकरण के साथ ऊर्जा खपत और औद्योगिक उत्पादन में तेजी से वृद्धि हुई है, जिससे ट्रेस और भारी धातुओं सहित अनेक तत्व वायुमंडल में उत्सर्जित हो रहे हैं।

भारत के केंद्रीय हिमालयी क्षेत्र में वायु प्रदूषण तेजी से बढ़ रहा है, जिसमें PM_{10} कण प्रमुख भूमिका निभा रहे हैं। यह न केवल पर्यावरण के लिए हानिकारक है, बल्कि मानव स्वास्थ्य के लिए भी गंभीर खतरा है। इस क्षेत्र में कारखानों, बिजली संयंत्रों और निर्माण इकाइयों से होने वाले औद्योगिक उत्सर्जन के साथ–साथ वाहनों से निकलने वाला धुआं, विशेष रूप से पर्यटन के कारण वाहनों की बढ़ती संख्या, वायु गुणवत्ता को प्रभावित कर रहे हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में खाना पकाने और हीटिंग के लिए ठोस ईंधनों के उपयोग से भी भारी प्रदूषण हो रहा है। हाल के वर्षों में कई अध्ययन किए गए हैं जिनका उद्देश्य केंद्रीय हिमालयी क्षेत्र में पीएम के विभिन्न घटकों जैसे कार्बनिक तत्व, अकार्बनिक आयन और धात्विक तत्वों की संरचना और स्रोतों को समझना रहा है।

वर्तमान अध्ययन में, स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) का उपयोग कणों की आकृति, आकार, एवं आकृति संरचना को उच्च आवर्धन पर देखने और विश्लेषण करने के लिए किया गया है। इसके साथ ही, एनर्जी–डिस्पर्सिव एक्स–रे स्पेक्ट्रोस्कोपी (EDX) तकनीक का उपयोग किया गया है, जो कि कणों या नमूनों के तत्वीय विश्लेषण के लिए एक गुणात्मक और अर्ध–परिमाणात्मक उपकरण के रूप में कार्य करती है। EDX विश्लेषण द्वारा किसी दिए गए कण या नमूने में पहचाने गए तत्वों का एटॉमिक वजन प्रतिशत (atomic weight percentage-aw%) प्राप्त किया जाता है, जिससे यह समझने में सहायता मिलती है कि किसी विशेष तत्व की उपस्थिति अन्य तत्वों की तुलना में कितनी है। इस प्रकार, EDX तकनीक यह बताती है कि विशिष्ट तत्वों का सापेक्ष अनुपात कितना है।

SEM और EDX के संयुक्त प्रयोग से PM_{10} नमूनों की आकृति और तत्वीय संरचना के बारे में बहुमूल्य जानकारी प्राप्त होती है, विशेष रूप से भारतीय हिमालयी क्षेत्र में। इस समग्र विश्लेषण के माध्यम से हम इन क्षेत्रों में उपस्थित वायुकणों के स्रोतों और विशेषताओं को बेहतर ढंग से समझ पाते हैं। यह शोध हिमालयी क्षेत्र में वायु प्रदूषण की हमारी समझ को

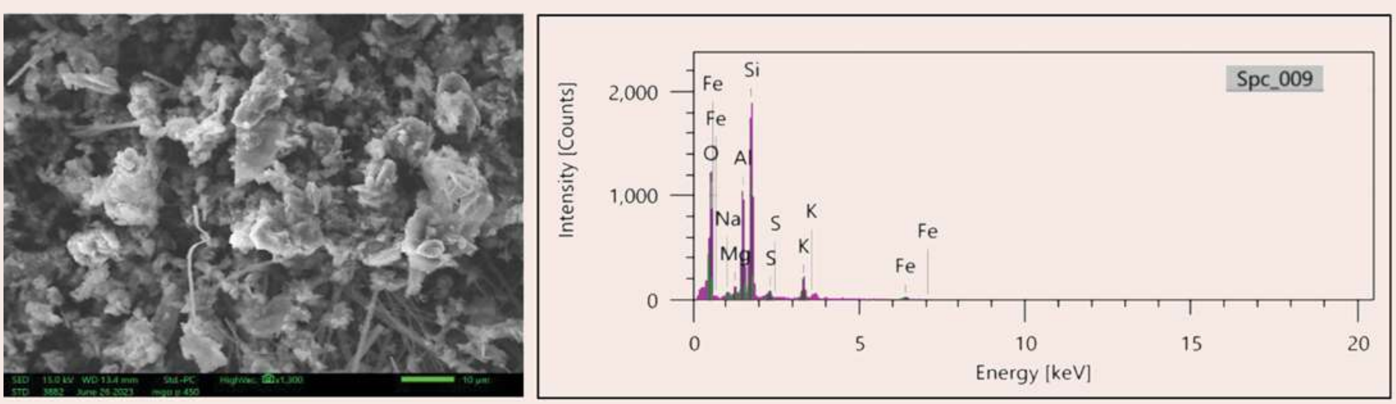
आगे बढ़ाता है और नीतिनिर्माताओं (policymakers), तथा वैज्ञानिकों को क्षेत्र की वायु गुणवत्ता की रक्षा करने और सतत विकास को बढ़ावा देने के उनके प्रयासों में सहायक सिद्ध होता है।

वर्तमान अध्ययन मध्य हिमालय क्षेत्र में स्थित आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान अनुसंधान संस्थान (ARIES), नैनीताल पर आधारित है, जो समुद्र तल से 1958 मीटर की ऊँचाई पर स्थित है (29.39°N, 79.45°E)। अध्ययन में NeoScope सॉफ्टवेयर का उपयोग करके कणों की आकृति और तत्वीय संरचना (केवल परमाणु संख्या 11 से अधिक वाले तत्वों – Z > 11) का विश्लेषण किया गया। यह विश्लेषण स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी–एनर्जी डिस्पर्सिव एक्स–रे (SEM–EDX) तकनीक द्वारा किया गया, जिसमें JEOL JCM 7000 मॉडल का प्रयोग किया गया। यह उपकरण उच्च निर्वात पर कार्य करता है और इसका त्वरण वोल्टेज 10 kV तथा प्रत्येक कण स्कैन के लिए पूर्व–निर्धारित गणना समय 10 सेकंड रखा गया।

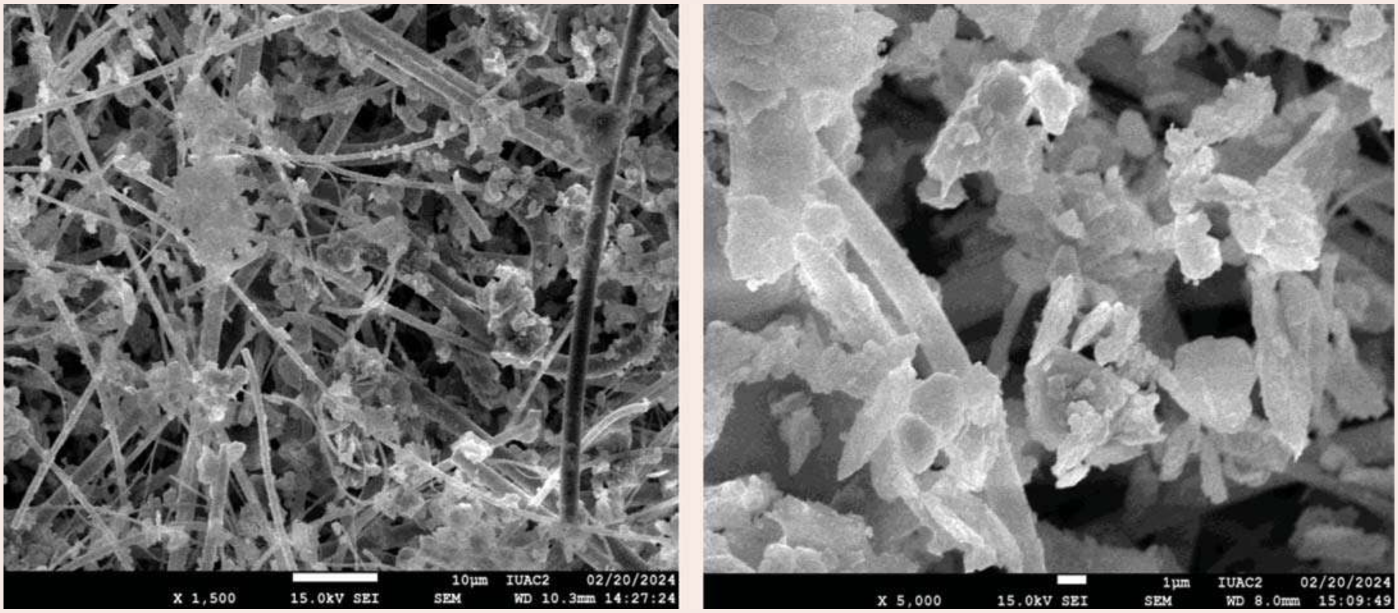
विश्लेषण के लिए, PM_{10} फिल्टर पर जमा नमूने के लगभग 8 mm^2 आकार के छोटे हिस्से को पंच करके निकाला गया, और विश्लेषण से पहले उसे सोने की परत से स्पटर कोटिंग की गई। तत्पश्चात, ZAF सुधार पद्धति का उपयोग किया गया, जिसमें परमाणु संख्या प्रभाव (Z), अवशोषण प्रभाव (A), और लोरेसेंस उत्तेजना प्रभाव (F) को ध्यान में रखते हुए विशेष एक्स–रे रेखाओं की तीव्रताओं को उपयुक्त तत्वीय सांद्रता में परिवर्तित किया गया। यह सांद्रता एटॉमिक वजन प्रतिशत (atomic weight percentage & aw%) के रूप में मापी गई।

हमने EDX विश्लेषण के माध्यम से नैनीताल में 14 तत्वों की पहचान की, जिनमें ऑक्सीजन (O) PM_{10} में सबसे अधिक मात्रा में पाया गया तत्व रहा, जिसकी औसत एटॉमिक वजन प्रतिशत (aw%) 47.88% रही। इसके साथ ही सिलिकॉन (Si) की औसत मात्रा 33.10% तथा एल्युमिनियम (Al) की 7.14% दर्ज की गई। SEM चित्रों के माध्यम से PM_{10} नमूनों में गोलाकार (spherical) तथा छड़नुमा (rod–like) कणों के आकृतिक स्वरूप (morphological patterns) भी स्पष्ट रूप से देखे गए। नैनीताल में पाए गए अन्य तत्वों की उपस्थिति इस प्रकार थी: F (16.6%) > Fe (5.93%) > Ca (5.73%) > P (4.35%) > K (3.59%), इसके बाद: S (3.52%) > Cl (2.72%) > Ti (2.40%) > Mg (2.19%) > Mn (2.19%) > Na (1.79%)। विशेष रूप से, Ca की अधिक मात्रा गोलाकार समूहों (spherical clusters) में पाई गई, जबकि K, Fe, Na और Mg जैसे तत्व अनियमित आकृतियों (irregular morphologies) में मिले - ये सब कम आवर्धन (<2000X) और अधिक आवर्धन (>3000X) वाले माइक्रोग्राफ्स में स्पष्ट रूप से देखे गए। यह संकेत करता है कि ये तत्व स्थलीय/मृत्तिकीय धूल (crustal/soil dust) तथा सड़क की धूल (road dust) जैसे प्राकृतिक स्रोतों से उत्पन्न हुए हैं। इसके अतिरिक्त, S समृद्ध कण तीन–आयामी परतदार संरचना (flaky sheets) के रूप में देखे गए, जबकि Mn अनियमित समूहों में पाया गया, जो मानवजनित स्रोतों की उपस्थिति को दर्शाता है।

इस अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि नैनीताल क्षेत्र में PM_{10} कणों की आकृति और तत्वीय संरचना में प्राकृतिक स्रोतों जैसे मृत्तिकीय धूल और सड़क की धूल का महत्वपूर्ण



चित्र 1 : विश्लेषित PM_{10} नमूनों में कणों के SEM–माइक्रोग्रास एवं उनके संबंधित EDX स्पेक्ट्रा



चित्र 2 : नैनीताल के लिए विभिन्न आवर्धन (<2000X एवं >3000X) पर SEM के प्रतिनिधि माइक्रोग्राफ।

तालिका 1: नैनीताल में EDX विश्लेषण द्वारा प्राप्त तत्वों का औसत वजन प्रतिशत (wt%)

तत्व	औसत %
ऑक्सीजन (O)	47.885
सोडीयम (Na)	1.794
मैगनीशियम (Mg)	2.191
एल्युमिनियम (Al)	7.141
सिलिकॉन (Si)	33.103
सल्फर (S)	3.529
क्लोरीन (Cl)	2.727
पोटेशियम (K)	3.586
कैल्शियम (Ca)	5.726
टाइटेनियम (Ti)	2.405
आएरॉन (Fe)	5.929
फॉसफोरस (P)	4.353
मैंगनीज (Mn)	2.190
फ्लॉरीन (F)	16.600

योगदान है। गोलाकार Ca समूहों तथा Fe, K, Na, Mg की अनियमित आकृतियाँ स्थलीय स्रोतों की उपस्थिति को दर्शाती हैं। वहीं, S और Mn युक्त कणों की संरचना मानवीय गतिविधियों, जैसे औद्योगिक उत्सर्जन या बायोमास दहन, की भूमिका को इंगित करती है। SEM–EDX विश्लेषण ने क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता पर प्रभाव डालने वाले स्रोतों की पहचान में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान की है। यह जानकारी हिमालयी क्षेत्र में सतत विकास और नीति निर्माण के लिए सहायक सिद्ध हो सकती है।

संदर्भ

1. गुप्ता, एस., शंकर, एस., कुनीयाल, जे.सी., एवं अन्य (2024a)। भारत के हिमालयी क्षेत्र में ATR–FTIR एवं SEM–EDX स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से मोटे कणों (PM_{10}) के स्रोतों की पहचान। *एनवायरनमेंटल साइंस एंड पॉल्यूशन रिसर्च,* **31:** 15788–15808।
2. बानू, आर., गुप्ता, एस., गडी, आर., एवं अन्य (2024)। भारत के राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र (NCR) में PM_{10} के रासायनिक गुण, आकृति–विज्ञान एवं स्रोत विभाजन का अध्ययन। *एनवायरनमेंट मॉनिटरिंग एंड असेसमेंट,* **196:** 163।

प्लास्टिक अपशिष्ट से वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स: भारतीय शहरों में प्रदूषण की प्रवृत्तियाँ और पर्यावरणीय प्रभाव

प्रेरणा सिंह, अनुराधा, अर्चना रानी और डॉ. मनोज कुमार

सारांश

प्लास्टिक के अत्यधिक उपयोग ने एक बढ़ती पर्यावरणीय चिंता उत्पन्न कर दी है, जिसमें प्लास्टिक हवा, पानी और मिट्टी के पारिस्थितिक तंत्र में प्रवेश करते हैं। भारत में तेजी से हो रहे शहरीकरण और औद्योगिक विकास की वजह से प्लास्टिक अपशिष्ट की मात्रा बहुत बढ़ गई है, जिससे अपशिष्ट प्रबंधन और प्रदूषण नियंत्रण में मुश्किलें आ रही हैं। एक प्रमुख पर्यावरणीय चिंता माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) की उत्पत्ति है – ये 5 मि.मी. से छोटे प्लास्टिक कण होते हैं, जो विशेष रूप से शहरी क्षेत्रों में व्यापक रूप से पाए जाते हैं। इन प्रदूषकों को हटाना मुश्किल होता है क्योंकि ये कई सालों तक मिट्टी और पर्यावरण में बने रहते हैं। ये पारिस्थितिक तंत्र, जानवरों और मनुष्यों की सेहत के लिए गंभीर खतरा बन सकते हैं। भारत में प्लास्टिक कचरे में सबसे आम प्लास्टिक पॉलिमर उच्च घनत्व पॉलीथीन (HDPE), कम घनत्व पॉलीथीन (LDPE), पॉलीप्रोपाइलीन (पीपी, PP) और पॉलीइथाइलीन टेरेथेलेट (पीईटी, PET) हैं, जो विशेष रूप से पर्यावरण में टूटने और छोटे–छोटे कणों में टूटने की प्रवृत्ति रखते हैं । यह अध्ययन भारत में प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन में क्षेत्रीय अंतर को उजागर करता है, जिसमें तेलंगाना, तमिलनाडु, पश्चिम बंगाल एवं उत्तर प्रदेश जैसे राज्यों की हिस्सेदारी राष्ट्रीय प्लास्टिक अपशिष्ट भार में काफी अधिक रही है। इसके अलावा, नागपुर, पटना, चेन्नई, मुंबई और कई अन्य भारतीय शहरों में वायुमंडलीय एमपी (MP) संदूषण की व्यापकता तेजी से बढ़ रही है, जो बढ़ती पर्यावरणीय चिंता का संकेत देती है। इन शहरों में माइक्रोप्लास्टिक मुख्य रूप से पीई, पीपी और पीईटी जैसे प्लास्टिक से बने रेशों और छोटे–छोटे टुकड़ों के रूप में पाए जाते हैं। यह शोध माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का सही आकलन करने के लिए एक जैसी नमूना एकत्रण प्रक्रिया और उन्नत पहचान तकनीकों के इस्तेमाल की जरूरत पर भी जोर देता है। वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक के कई पर्यावरणीय प्रभाव हो सकते हैं, जो मानव स्वास्थ्य और पारिस्थितिकी तंत्र के लिए चिंता का विषय बन सकते हैं। यह अध्ययन बताता है कि भारत जैसे विकासशील देश में माइक्रोप्लास्टिक की समस्या को बेहतर रूप से समझने और नियंत्रित करने के लिए श्रेष्ठ विधियाँ, क्षेत्रीय स्तर पर आकलन, और मजबूत अपशिष्ट प्रबंधन रणनीतियों की आवश्यकता है। साथ ही, यह जोर देता है कि व्यापक शोध और प्रभावी नीतियों के जरिए इस समस्या का समाधान किया जा सकता है, जिससे पर्यावरण और मनुष्य के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले नकारात्मक असर को कम किया जा सके।

पृष्टभूमि

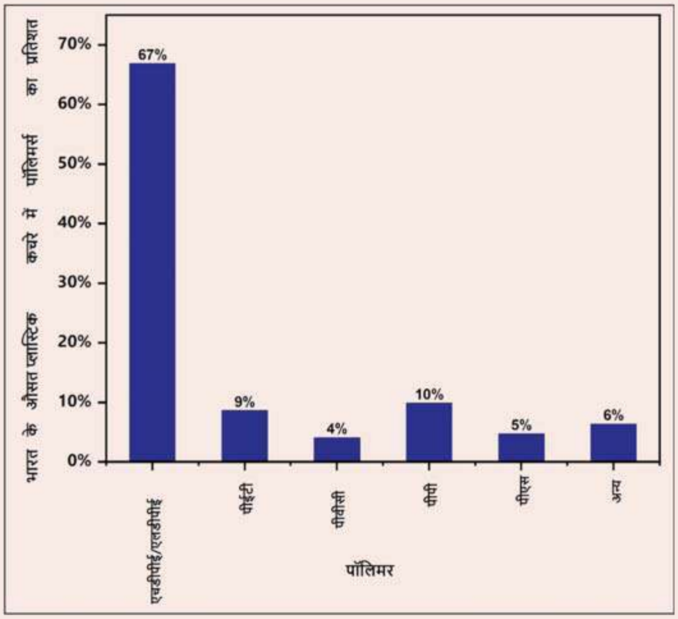
प्लास्टिक अपशिष्ट और माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) की बढ़ती चिंता

प्लास्टिक सामग्री के व्यापक उपयोग ने एक गंभीर पर्यावरणीय चिंता को उत्पन्न किया है, क्योंकि अब प्लास्टिक प्रदूषक वातावरण, जलमंडल और स्थलमंडल जैसे सभी प्रमुख

पर्यावरणीय क्षेत्रों में पाए जा रहे हैं। उनकी उल्लेखनीय बहुमुखी प्रतिभा और कम उत्पादन लागत के कारण, प्लास्टिक का उपयोग पूर्ण रूप से विभिन्न क्षेत्रों में पैकेजिंग, वस्त्र, निर्माण और उपभोक्ता वस्तुओं में किया जाता है, जिससे वे आधुनिक जीवन का महत्वपूर्ण हिस्सा बन जाते हैं (जीईएसएएमपी 2015)। हालांकि, इस व्यापक उपयोग के कारण अपशिष्ट उत्पादन में वृद्धि हुई है, खासकर भारत जैसे विकासशील देशों के शहरी क्षेत्रों में, जहां बढ़ती खपत ने अपशिष्ट प्रबंधन प्रणालियों पर दबाव डाला है (होसैन एट अल. 2022) केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (सीपीसीबी) के अनुसार, भारत में प्रति व्यक्ति प्लास्टिक कचरे का उत्पादन 2015–2016 में 1,247.08 ग्राम प्रति वर्ष से बढ़कर 2020–2021 में 3,070.43 ग्राम प्रति वर्ष तक पहुँच गया है (सीपीसीबी 2021)। इस बढ़ते कचरे का एक प्रमुख प्रभाव यह है कि प्लास्टिक छोटे–छोटे टुकड़ों में टूटकर माइक्रोप्लास्टिक्स के रूप में परिवर्तित हो जाते है। ये 5 मिमी से भी छोटे होते हैं और बहुत समय तक पर्यावरण में बने रहते हैं। ये कण पारिस्थितिकी तंत्र, वन्यजीवों और मानव स्वास्थ्य के लिए गंभीर संकट पैदा कर सकते हैं, जिन्हें समाप्त करना एक बड़ी चुनौती है (यूएनईपी 2018)।

भारत में प्लास्टिक कचरे के प्रकार और संरचना

प्लास्टिक मुख्य रूप से जीवाश्म हाइड्रोकार्बन के पॉलीमराइजेशन प्रक्रिया से बनाए गए कृत्रिम पॉलिमर से बने होते हैं (गेयेर एट अल. 2017)। इन पॉलिमरों को दो प्रकारों में बांटा गया हैः थर्माप्लास्टिक और थर्मोसेट। थर्माप्लास्टिक, जो अधिकांश प्लास्टिक उत्पादन का हिस्सा होते हैं, पुनर्नवीनीकरण योग्य होते हैं। इसके विपरीत, थर्मोसेट प्लास्टिक गैर–पुनर्नवीनीकरण योग्य होते हैं, जो लंबे समय तक पर्यावरण में बने रहते हैं (ट्रोट्टा एट अल. 2019)। भारत में, कचरे में अधिकांश सामान्य चीजें थर्माप्लास्टिक्स के होते हैं, जैसे उच्च घनत्व वाला पॉलीथीन (HDPE) और कम–घनत्व वाला पॉलीथीन (LDPE) (66.91%), इसके बाद पॉलीप्रोपाइलीन (PP) (9.90%), पॉलीथिलीन टेरेथेलेट (PET) (8.66%) और पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) (4.14%) (सीपीसीबी 2015) (चित्र 1)। ये प्लास्टिक कुछ समय बाद टूटकर छोटे–छोटे

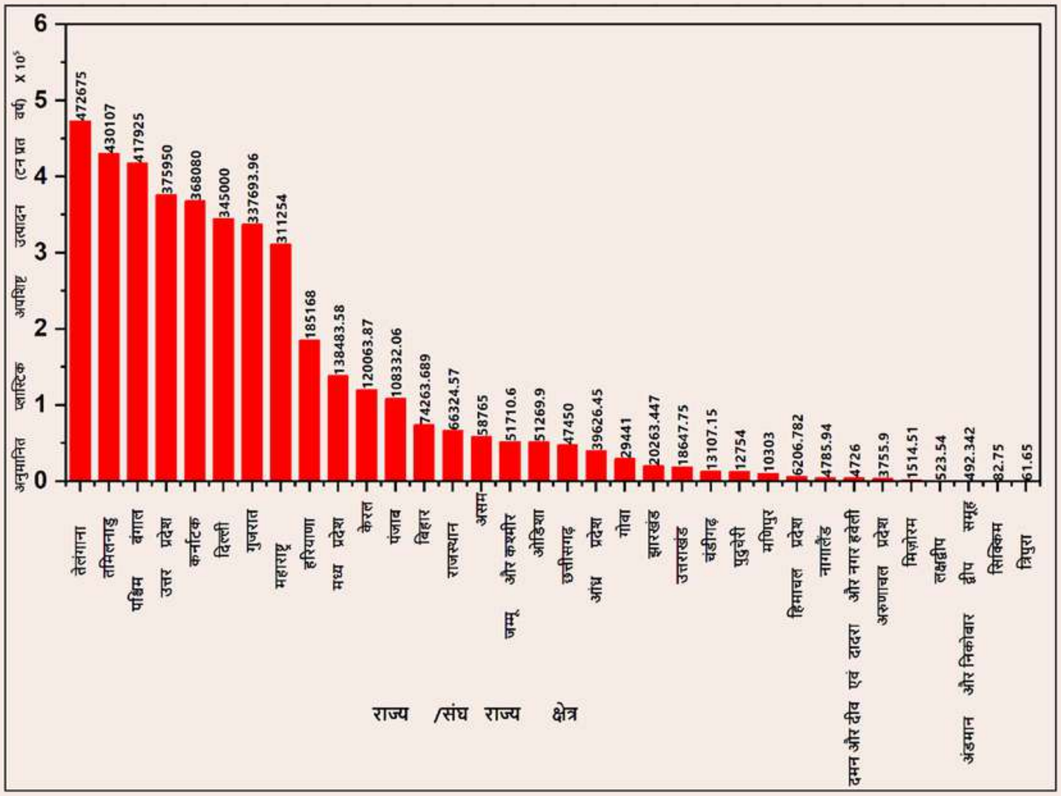


चित्र 1 : भारत के औसत प्लास्टिक कचरे में पॉलिमर प्रतिशत
(डेटा स्रोतः केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड 2015)

टुकड़ों में बदल जाते हैं और इसी वजह से ये देश में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का मुख्य कारण बनते हैं।

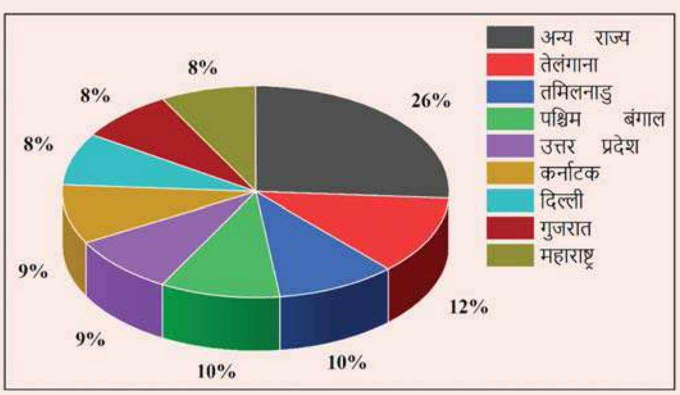
भारत में प्लास्टिक कचरा उत्पन्न होने की प्रवृत्तियाँ एवं क्षेत्रीय अंतर

भारत में प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन में हाल के वर्षों में काफी वृद्धि देखी गई है, जो शहरीकरण, औद्योगिकीकरण और उच्च उपभोक्ता मांग के कारण प्लास्टिक की बढ़ती खपत को दर्शाती है। इस बढ़ती खपत ने अपशिष्ट प्रबंधन में गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न की हैं, विशेष रूप से घनी आबादी वाले शहरी क्षेत्रों में, जहां अपर्याप्त बुनियादी ढांचा प्लास्टिक कचरे के संचय का कारण बना है। इसके परिणामस्वरूप, यह समस्या पर्यावरण में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के प्रति बढ़ती चिंता का विषय बन रही है। इसके अतिरिक्त, प्लास्टिक कचरे के उत्पादन में क्षेत्रीय भिन्नताएँ भी दिखायी दे रही हैं, जिसमें तेलंगाना, तमिलनाडु, पश्चिम बंगाल और उत्तर प्रदेश जैसे राज्यों का राष्ट्रीय अपशिष्ट भार में प्रमुख योगदान देखा जा रहा है (चित्र 2)। तेलंगाना अकेले भारत के प्लास्टिक कचरे का 12% उत्पन्न करता है, इसके बाद तमिलनाडु और पश्चिम बंगाल, प्रत्येक में 10% का योगदान होता है (चित्र



चित्र 2 : भारत के विभिन्न राज्यों / संघ शासित प्रदेशों द्वारा वार्षिक प्लास्टिक कचरे का उत्पादन (टन / प्रति वर्ष) (डेटा स्रोतः केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड 2021)

3)। इसके अलावा, ओडिशा, त्रिपुरा और तमिलनाडु ने प्लास्टिक अपशिष्ट प्रसंस्करण के उच्चतम स्तर की सूचना दी है, जबकि हरियाणा, दिल्ली और नागालैंड में सबसे कम प्रसंस्करण दर दर्ज की गई है (केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड 2021)। भारत में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के बढ़ते खतरे से निपटने के लिए, यह आवश्यक है कि अपशिष्ट प्रबंधन प्रणालियों को मजबूत किया जाए, पुनर्चक्रण प्रथाओं को बढ़ावा दिया जाए, और प्लास्टिक की खपत को कम करने तथा उचित समाधान विधियों को प्रोत्साहित करने के लिए सार्वजनिक जागरूकता को बढ़ावा दिया जाए।



चित्र 3 : प्लास्टिक कचरा उत्पादन में विभिन्न राज्यों / केंद्र शासित प्रदेशों का प्रतिशत योगदान (डेटा स्रोतः केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड 2021)

भारतीय शहरों में वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) का बढ़ता जोखिम

हाल के अध्ययनों में भारत के विभिन्न शहरों–जैसे नागपुर, पटना, चेन्नई, वाराणसी और मुंबई–में वायुमंडलीय प्रदूषण के रूप में माइक्रोप्लास्टिक की व्यापक उपस्थिति उजागर हुई है, जिससे बढ़ती पर्यावरणीय चिंता सामने आती है। इन शोधों में मुख्यतः फाइबर और फ्रैगमेंट के रूप में पाए गए माइक्रोप्लास्टिक की अधिकता पर ध्यान दिया गया है, जो पॉलीइथिलीन (PE), पॉलीप्रोपाइलीन (PP) और पॉलीइथिलीन टेरेथेलेट (PET) जैसे पॉलिमरों से बने होते हैं। हालांकि, विभिन्न शहरों के निष्कर्षों में प्रदूषण के स्तर और पाए गए बहुलकों के प्रकारों में उल्लेखनीय भिन्नता देखी

गई, जो मुख्यतः नमूनाकरण की विधियों, स्थान की प्रकृति और पर्यावरणीय परिस्थितियों में भिन्नता के कारण है। उदाहरण के लिए, नागपुर में, नर्मदा एट अल. (2020) के अध्ययन में पाया गया कि नवंबर से फरवरी के बीच सड़क किनारे निलंबित धूल के नमूनों में मुख्यतः पॉलीइथिलीन (PE) से बने रेशों के रूप में माइक्रोप्लास्टिक्स की औसत मात्रा 50–120 एमपी प्रति घन मीटर दर्ज की गई। पटना में, झांग एट अल. (2020) ने रिपोर्ट किया कि मुख्यतः पॉलीइथिलीन टेरेथेलेट (PET) से बने MPs घर के अंदर जमी हुई धूल के नमूनों में पाए गए, हालांकि उनकी सघनता से संबंधित आंकड़े नहीं दिए गए हैं। पाराशर और हैत (2023) ने पटना में MPs की महत्वपूर्ण उपस्थिति को उजागर किया, जिसमें पॉलीइथिलीन टेरेथेलेट (PET) और पॉलीप्रोपाइलीन (PP) से बने रेशों की उपस्थिति दर्शाई गई, जो शहरी क्षेत्रों में 1959.6±205 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन और अर्ध–शहरी क्षेत्रों में 1320.4±126 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन की दर से दर्ज की गई। चेन्नई में, पटचौयप्पन एट अल (2021) ने देखा कि सड़क की धूल में पीवीसी (PVC) फ्रैगमेंट्स प्रमुख थे, जिनकी सांद्रता 227.94 ± 91.37 एमपी प्रति ग्राम पाई गई। वाराणसी (पांडे एट अल. 2022) और मुंबई (यादव एट अल. 2022) के अध्ययन ने भी अलग–अलग सांद्रता और बहुलक प्रकारों के साथ एमपी की उच्च बहुतायत की सूचना दी। उदाहरण के लिए, मुंबई में वायुमंडलीय के नमूनों में 594±269 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन माइक्रोप्लास्टिक्स की महत्वपूर्ण सांद्रता प्रदर्शित की गई है, जिसमें फ्रैगमेंट मुख्य आकार के रूप में पाए गए। इसी तरह, पीई से बने टुकड़े वाराणसी के निलंबित धूल के नमूनों में प्रमुख प्रकार थे। गंगा नदी के साथ एक अन्य शोध से पता चला कि रेयान फाइबर सात अध्ययन स्थलों पर वायुमंडलीय धूल में पाए जाने वाले सबसे आम एमपी थे, जिनमें औसतन 41.12 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन के औसत थे (नैपर एट. अल 2023)। केरल में, कन्ननकई और डिविप्रीया (2024) ने 21.27 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन और वायुमंडलीय धूल में पीई फाइबर का प्रमुख रूप से प्रभाव देखा गया। सामूहिक रूप से, ये अध्ययन भारत में वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक के वितरण को दर्शाते हैं। माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का सही आकलन करने के लिए यह जरूरी है कि हम समान तरीके से नमूने लें और उनका विश्लेषण करें। विभिन्न शहरों और क्षेत्रों में माइक्रोप्लास्टिक की मात्रा और संरचना में यह अंतर देखा गया है कि प्रदूषण कई कारणों से प्रभावित होता है, जैसे स्थानीय कचरा प्रबंधन, औद्योगिकीकरण और शहरीकरण। इसके अलावा, ये निष्कर्ष इस बात की ओर संकेत करते हैं कि माइक्रोप्लास्टिक्स के वितरण, स्रोतों और पर्यावरण पर उनके लंबे समय तक होने वाले प्रभावों को समझने के लिए एक प्रभावी निरीक्षण व्यवस्था की जरूरत है।

भारत में माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) प्रदूषण पर प्लास्टिक कचरे और अन्य कारकों का प्रभाव

विभिन्न भारतीय राज्यों में प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन और माइक्रोप्लास्टिक की बहुतायत के तुलनात्मक विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि हालांकि प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन एक महत्वपूर्ण कारक है, यह एमपी प्रदूषण का एकमात्र निर्धारक नहीं है। उदाहरण के लिए, तमिलनाडु, जहाँ प्लास्टिक कचरे की वार्षिक उत्पत्ति सर्वाधिक (430,107 टन प्रति वर्ष) है, वहाँ सड़क की धूल में एमपी की मध्यम मात्रा (227.94 ± 91.37 MPs gram^{-1}) पाई गई, जो यह संकेत देती है कि उच्च अपशिष्ट उत्पादन आवश्यक रूप से उच्च MPs स्तरों से सीधे संबंधित नहीं होता। इसी तरह, पश्चिम बंगाल, जो 417,925 टन प्रति वर्ष प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पन्न करता है, वहाँ एमपी, की सांद्रता 22.25 से 387 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन के बीच पाई गई, जो माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का सही आकलन करने के लिए यह जरूरी है कि हम समान तरीके से नमूने लें और उनका विश्लेषण करें। प्रदूषण में स्थानीय पर्यावरणीय परिस्थितियों, अपशिष्ट प्रबंधन प्रणालियों और शहरी अवसंरचना की भूमिका को रेखांकित करती है।

महाराष्ट्र में, जहाँ प्लास्टिक कचरा उत्पादन 311,254 टन प्रति वर्ष है, शहरी केंद्रों जैसे मुंबई और नागपुर में एमपी का स्तर विशेष रूप से अधिक दर्ज किया गया (जैसे, 594±269 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन और 50.120 एमपी, घ मी.), जो उच्च जनसंख्या घनत्व और औद्योगिक गतिविधियों का संकेत देता है। इसके विपरीत, बिहार में, जहाँ अपेक्षाकृत कम प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन (74,264 टन प्रति वर्ष) है, पटना

के शहरी और अर्ध–शहरी इलाकों में माइक्रोप्लास्टिक की बहुत ज्यादा मात्रा पाई गई है। (1959.6±205 और 1320.4±126 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन)। यह जनसंख्या घनत्व, अव्यवस्थित अपशिष्ट निपटान और शहरीकरण के दबाव को उजागर करता है। केरल का उदाहरण इस प्रतिरूप को और स्पष्ट करता है, जहाँ 120,064 टन प्रति वर्ष प्लास्टिक कचरे के बावजूद, माइक्रोप्लास्टिक का स्तर कम (9.23 MPs g^{-1} और 21.27 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन) पाया गया, जो कुशल अपशिष्ट प्रबंधन प्रथाओं का प्रमाण है। इसके अतिरिक्त, नेपियर एट अल. (2023) द्वारा गंगा नदी के किनारे किए गए अध्ययन भारत में MPs प्रदूषण की जटिल गतिशीलता को उजागर करते हैं। उत्तर प्रदेश, झारखंड, उत्तराखंड और बिहार जैसे राज्यों में पर्याप्त प्लास्टिक अपशिष्ट के बावजूद, गंगा के किनारे विभिन्न स्थलों–जैसे साहिबगंज, पटना, वाराणसी, कन्नौज, अनुपशहर, ऋषिकेश और हरसिल–में एमपी की सांद्रता में व्यापक अंतर (41.12 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन)

तालिका 1: भारत के विभिन्न राज्यों में अनुमानित प्लास्टिक कचरा उत्पादन और रिपोर्ट किए गए माइक्रोप्लास्टिक्स (MPs) की सांद्रता

क्रम संख्या	संदर्भ	राज्य/संघ राज्य क्षेत्र	अनुमानित प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन (टन प्रति वर्ष) (TPA)	संबंधित माइक्रोप्लास्टिक अध्ययन स्थान	माइक्रोप्लास्टिक की बहुतायत
1	पटचौयप्पन एट अल. 2021	तमिलनाडु	430107	चेन्नई	227.94±91.37 एमपी प्रति ग्राम
2	यादव एट अल. 2022; नर्मदा एट अल. 2020	महाराष्ट्र	311254	मुंबई, नागपुर	594±269 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन, 50.120 एमपी प्रति घन मीटर
3	कन्ननकई और देवीप्रिया 2024; मूरचिलोट एट अल. 2024	केरल	120063.87	कोच्चि	21.27 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन, 9–23 एमपी प्रति ग्राम
4	पाराशर और हैत 2023	बिहार	74263.689	पटना (शहरी), पटना (पेरी–शहरी)	1959.6±205 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन, 1320.4±126 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन
5	मंडल एट अल; 2024	पश्चिम बंगाल	417925	मालदा	22.25–387 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन
6	नैपर एट अल. 2023	उत्तर प्रदेश; झारखंड; उत्तराखंड; बिहार	375950; 20263.447; 18647.75; 74263.689	गंगा नदी के साथ सात स्थल (साहिबगंज, पटना, वाराणसी, कन्नौज, अनूपशहर, ऋषिकेश, हरसिल)	41.12 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन
7	यादव एट अल. 2024	पंजाब	108332.06	मोहाली, भारतीय हिमालय की तलहटी के निकट	2256±1221 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन

देखा गया। यह जल प्रवाह, नदी से निकटता, औद्योगिक गतिविधियाँ और अपशिष्ट समाधान प्रथाओं जैसे कारकों की महत्वपूर्ण भूमिका को रेखांकित करता है, जो इन क्षेत्रों में MPs प्रदूषण के स्तर को आकार देते हैं। इसी प्रकार, यादव एट अल. 2024 ने पंजाब के मोहाली में माइक्रोप्लास्टिक की उच्च सांद्रता देखी, जो 2256 ± 1221 एमपी, वर्ग मी. प्रति दिन तक पहुँच गए हैं (तालिका 1)। कुल मिलाकर, ये निष्कर्ष इस बात पर प्रकाश डालते हैं कि प्लास्टिक अपशिष्ट पीढ़ी, एमपीसंदूषण की जटिल गतिशीलता में केवल एक महत्वपूर्ण घटक है। शहरीकरण, जनसंख्या घनत्व, अपशिष्ट प्रबंधन प्रणालियों, स्थानीय भूगोल, पर्यावरण प्रथाओं और मौसम संबंधी स्थितियों सहित अन्य कारक, माइक्रोप्लास्टिक के स्तर को भी महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करते हैं। राज्यों में एमपी की सांद्रता में व्यापक परिवर्तनशीलता माइक्रोप्लास्टिक संदूषण को समझने के लिए एक व्यापक दृष्टिकोण की आवश्यकता पर जोर देती है। सीमित अध्ययनों और अलग–अलग नमूने के तरीकों से उत्पन्न चुनौतियां आगे आकलन को कठिन बनाती हैं। इसलिए, कचरा प्रबंधन, शहरी योजना और पर्यावरणीय परिवहन से जुड़ी एक जैसी निगरानी और खास नीतियों की जरूरत है, ताकि भारत में बढ़ते माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण की समस्या को कम किया जा सके।

वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) के आकलन की प्रक्रियाएँ

वायुमंडलीय एमपी के एक व्यापक आकलन में तीन प्रमुख चरण शामिल हैं: नमूनाकरण, पूर्व–उपचार और लक्षण वर्णन। नमूनाकरण विधियों को मुख्य रूप से निष्क्रिय और सक्रिय प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है, और इनका चयन अध्ययन की प्रकृति तथा पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर किया जाता है। निष्क्रिय नमूनाकरण विधियों में फनल, ब्रश और धातु के चम्मच जैसे उपकरणों का उपयोग किया जाता है, जो स्वाभाविक रूप से वातावरण में निवास करने वाले कणों को लंबे समय तक एकत्र करने के लिए उपयुक्त तथा किफायती होते हैं। ये विधियाँ मुख्य रूप से सड़क की धूल या अन्य सतही रूप से जमा नमूनों के संग्रह में प्रयोग की जाती हैं। दूसरी ओर, सक्रिय नमूनाकरण विधियों में वैक्यूम पंप या वायु सैम्पलर का उपयोग करके हवा को खींचा जाता है और उसे फिल्टर या कैस्केड इम्पैक्टर के माध्यम से भेजा जाता है, जिससे वायुमंडल में निलंबित कणों को पकड़ा जा सकता है। कैस्केड इम्पैक्टर विशेष रूप से कणों को उनके वायुगतिकीय व्यास के आधार पर क्रमबद्ध करते हैं, जिससे वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स की परत–दर–परत जानकारी प्राप्त होती है।

संग्रह के बाद, प्लास्टिक कणों को अन्य सामग्रियों से अलग करने के लिए पूर्व–उपचार तकनीकों जैसे कार्बनिक पदार्थ पाचन (Organic matter digestion) और घनत्व पृथक्करण (Density separation) का उपयोग किया जाता है। ये प्रक्रियाएँ माइक्रोप्लास्टिक्स की सटीक मात्रा ज्ञात करने में सहायक होती हैं। इसके पश्चात, माइक्रोप्लास्टिक्स के भौतिक और रासायनिक गुणों की विशेषता निर्धारित करने के लिए विभिन्न सूक्ष्मदर्शी विधियों जैसे स्टिरियो माइक्रोस्कोपी, प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी और स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) का प्रयोग किया जाता है। इसके साथ–साथ, एफटीआईआर (FTIR), रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी और ईडीएक्स (EDX) जैसी स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीकों का उपयोग भी बहुलक प्रकारों की पहचान और संभावित स्रोतों व जोखिमों के आकलन के लिए किया जाता है (ब्यूरेपेयर एट अल. 2021; हबीबी एट अल. 2022)। ये सभी विधियाँ मिलकर माइक्रोप्लास्टिक्स के व्यापक विश्लेषण और पर्यावरणीय प्रभावों को समझने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स (एमपी) के पर्यावरणीय निहितार्थ

वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक का पर्यावरण पर गहरा और व्यापक प्रभाव पड़ता है, जो जमीन, पानी और हवा के पारिस्थितिक तंत्रों को गंभीर रूप से प्रभावित करता है। यह न केवल जैविक विविधता को खतरे में डालता है, बल्कि पारिस्थितिकी तंत्र की कार्यप्रणाली को भी बिगाड़ सकता है, जिससे प्राकृतिक संतुलन में बदलाव आ सकता है। जब ये सूक्ष्म प्लास्टिक कण वायुमंडल में लटके हुये (सस्पेंडेड) रहते हैं, जो कुछ समय बाद गुरुत्वाकर्षण के कारण धीरे–धीरे मिट्टी और जल स्रोतों पर जाकर जमा हो जाते हैं, जिससे

इन पारिस्थितिक प्रणालियों में संदूषण की मात्रा बढ़ती है। एक बार जब ये कण स्थलीय या समुद्री जीवों द्वारा निगले जाते हैं, तो वे उनके शरीर में रासायनिक असंतुलन और स्वास्थ्य जोखिम उत्पन्न कर सकते हैं, जिससे न केवल जीव स्वयं प्रभावित होते हैं बल्कि पूरी भोजन श्रृंखला और जैव विविधता पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। मानव स्वास्थ्य के संदर्भ में भी एमपी की उपस्थिति चिंताजनक है। विशेषकर शहरी क्षेत्रों में, जहाँ पहले से ही वायु गुणवत्ता खराब रहती है, वहाँ एमपी के साँस के माध्यम से शरीर में प्रवेश करने से श्वसन संबंधी समस्याएं और अन्य गंभीर स्वास्थ्य जोखिम उत्पन्न हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त, वायुमंडलीय एमपी अन्य हानिकारक वायु प्रदूषकों के साथ क्रिया कर सकते हैं, जिससे उनकी विषाक्तता और प्रभावशीलता और अधिक बढ़ सकती है। यह मिश्रित प्रभाव न केवल वायु प्रदूषण को और गंभीर बनाता है, बल्कि जन–स्वास्थ्य सेवा के लिए भी गंभीर खतरा पैदा करता है (गैस्पेरी एट अल. 2018; प्रता 2018)। इसके अलावा, एमपी की पर्यावरण में दृढ़ता और उनकी सतह पर हानिकारक रसायनों को आकर्षित करने व अवशोषित करने की क्षमता इस उभरते हुए प्रदूषण स्रोत को नजरअंदाज नहीं करने की आवश्यकता को रेखांकित करती है (नाइक एट अल. 2019)। इन सभी पहलुओं को देखते हुए, वायुमंडलीय एमपी को एक गंभीर पर्यावरणीय चुनौती के रूप में स्वीकार करना और इससे निपटने के लिए ठोस कदम उठाना आज के समय की जीवनप्रद आवश्यकता है।

निष्कर्ष और भविष्य के प्रस्ताव

भारत में प्लास्टिक के तीव्र और व्यापक उपयोग ने एक नई पर्यावरणीय चुनौती को जन्म दिया है, जिसमें वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक्स, एक उभरते हुए प्रदूषक के रूप में सामने आए हैं, विशेष रूप से शहरी वातावरण में। बीते एक दशक में देश में प्लास्टिक अपशिष्ट की मात्रा में तेज वृद्धि दर्ज की गई है, जिसमें तेलंगाना, तमिलनाडु, पश्चिम बंगाल और उत्तर प्रदेश जैसे राज्यों की प्रमुख भूमिका हैं। यह बढ़ता हुआ प्लास्टिक, निम्नीकरण (Degradation) के पश्चात, वायुमंडलीय एमपी के रूप में प्रकट हो रहा है, जो देश के विभिन्न प्रमुख शहरी केंद्रों जैसे नागपुर, पटना, चेन्नई और मुंबई में व्यापक रूप से फैल रहा है। इन एमपी की संरचना मुख्य रूप से आम पॉलिमर जैसे पॉलीएथिलीन (PE), पॉलीप्रोपाइलीन (PP) और पॉलीएथिलीन टेरेथेलेट (PET) से बने रेशों और टुकड़ों के रूप में होती है। इनकी बढ़ती उपस्थिति न केवल पर्यावरणीय जोखिम को दर्शाती है, बल्कि यह भी स्पष्ट करती है कि भारत में इस विषय पर एकरूप, वैज्ञानिक दृष्टिकोण की सख्त आवश्यकता है। इसके लिए मजबूत नमूनाकरण विधियाँ, उन्नत विश्लेषणात्मक तकनीकें, और क्षेत्रीय अध्ययन अनिवार्य हो गए हैं। जैसे–जैसे शहरीकरण, औद्योगीकरण और अपर्याप्त अपशिष्ट प्रबंधन बढ़ते जा रहे हैं, एमपी से उत्पन्न प्रदूषण की निगरानी, नियंत्रण और नियमन के लिए एक समग्र और प्रभावी रणनीति को अपनाना अत्यंत आवश्यक हो गया है। यह केवल पारिस्थितिक स्वास्थ्य की दृष्टि से ही नहीं, बल्कि मानव जीवन की गुणवत्ता और सुरक्षा के लिए भी आवश्यक है। इसके लिए हमें हर क्षेत्र के हिसाब से प्लास्टिक कचरा प्रबंधन की रणनीतियाँ और प्रदूषण नियंत्रण की नीतियाँ बनानी होगी, ताकि माइक्रोप्लास्टिक के पर्यावरण और स्वास्थ्य पर पड़ने वाले लंबे असर को कम किया जा सके। दुनिया भर में बढ़ती चिंता के बीच, भारत को भी इस प्रदूषण के दीर्घकालिक प्रभावों को समझने के लिए गहरे और विस्तृत शोध करने की जरूरत है। साथ ही, वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक के उत्सर्जन को कम करने के लिए प्रभावी उपाय विकसित करना बहुत जरूरी है, ताकि पर्यावरणीय पारिस्थितिक तंत्र की सुरक्षा के साथ–साथ शहरी क्षेत्रों की स्वच्छता और नागरिकों के जन–स्वास्थ्य और कल्याण को सुनिश्चित किया जा सके।

आभार

लेखक इस अध्ययन के लिए आवश्यक बुनियादी ढांचा और समर्थन प्रदान करने के लिए सीएसआईआर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला के पर्यावरण विज्ञान और जैवचिकित्सीय मापिकी प्रभाग (ESBMD) के प्रमुख तथा निदेशक एनपीएल का आभार व्यक्त करते हैं। लेखक अपने पीएचडी अध्ययन में सहायता के लिए वैज्ञानिक और नवीकृत अनुसंधान अकादमी (AcSIR) का भी धन्यवाद करते हैं।

संदर्भ

1. कन्ननकई एमपी, देवीप्रिया एसपी (2024) भारत के एक तटीय शहर में वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक जमावः मानसूनी हवाओं पर लैंडफिल स्रोत का प्रभाव। विज्ञान कुल पर्यावरण **908**: 168235। https://doi-org/10.1016/j.scitotenv.2023.168235.
2. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (2015) 60 प्रमुख शहरों में प्लास्टिक अपशिष्ट उत्पादन का आकलन और लक्षण वर्णन। https://cpcb.nic.in/displaypdf.php?id=cGxhc3RpY3dhc3RlL1BXXzYwX2NpdGllc19yZXBvcnQtSmFuLTIwMTUucGRm/. 20 अप्रैल 2025 को एक्सेस किया गया
3. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (2021) वार्षिक रिपोर्ट (2020–21) प्लास्टिक अपशिष्ट प्रबंधन नियम, 2016 के कार्यान्वयन पर। https://cpcb.nic.in/uploads/plasticwaste/Annual_Report_2020–21_PWM.pdf. 20 अप्रैल 2025 को एक्सेस किया गया.
4. गेयेर आर, जैमबेक जेआर, लॉ केएल (2017) अब तक बनाए गए सभी प्लास्टिक का उत्पादन, उपयोग और नियति। *विज्ञान एडव* **3**(7): e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782.
5. गैस्पेरी जे, राइट एसएल, ड्रिस आर, कोलार्ड एफ, मैंडिन सी, गुएरौचे एम, लैंग्लोइस वी, केली एफजे, टैसिन बी (2018) हवा में माइक्रोप्लास्टिकः क्या हम इसे सांस के साथ अंदर ले रहे हैं? करेंट ओपिन एनवायरन साइंस एंड हेल्थ **1**: 1.5. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002.
6. जीईएसएएमपी (2015) समुद्री पर्यावरण में माइक्रोप्लास्टिक के स्रोत, भाग्य और प्रभाव। http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part.2. 23 अप्रैल 2025 को एक्सेस किया गया.
7. झांग जे, वांग एल, कन्नन के (2020) 12 देशों से घर की धूल में माइक्रोप्लास्टिक और संबंधित मानव जोखिम। *एनवायरन इंट* **134**: 105314। https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105314.
8. ट्रोट्टा जेटी, वाट्स ए, वोंग एआर, लापॉइंट एएम, हिलमायर एमए, फोर्स बीपी (2019) इटाकोनिक एसिड से नवीकरणीय थर्मोसेट्स और थर्मोप्लास्टिक्स। एसीएस सस्टेन केम इंजीनियरिंग **7**(2): 2691-2701. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b05766.
9. नर्मदा वी.वी., जोस जे., पाटिल एस., फारूकी एम.ओ., श्रीमुरुगनंदम बी., सरवणदेवी एस., कृष्णमूर्ति के. (2020) नागपुर, भारत के शहरी और ग्रामीण वातावरण से सड़क किनारे निलंबित धूल में माइक्रोप्लास्टिक का आकलन। *इंट जे एनवायरन रेस* **14**: 629–640। https://doi.org/10.1007/s41742-020-00283-0.
10. नाइक आरके, नाइक एमएम, डी'कोस्टा पीएम, शेख एफ (2019) बैलस्ट पानी में माइक्रोप्लास्टिक्स हानिकारक रसायनों, एंटीबायोटिक दवाओं, धातुओं, जीवाणु रोगजनकों और एचएबी प्रजातियों के लिए एक उभरते स्रोत और वेक्टर के रूप में: समुद्री पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए एक संभावित जोखिम। *मार पोलट बुल* **149**: 110525। https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110525.
11. नैपर आईई, बरोथ ए, बैरेट एसी, भोला एस, चौधरी जीडब्ल्यू, डेविस बीएफ, कोल्डेवे एच (2023) एक प्रमुख नदी प्रणाली के भीतर हवा, सतह के पानी और तलछट में माइक्रोप्लास्टिक्स का वितरण और लक्षण वर्णन। *विज्ञान कुल पर्यावरण* **901**: 166640। https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166640.
12. पटचौयप्पन ए, दोवाराह के, अहमद एसजेड, प्रभाकरन एम, जयकुमार एस, थिरुनावुक्कारासु सी, देवीप्रिया एसपी (2021) चेन्नई महानगरीय शहर, भारत से एकत्रित सड़क की धूल में मौजूद माइक्रोप्लास्टिक की व्यापकता और विशेषताएँ। *केमोस्फीयर* **269**: 128757। https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128757
13. पराशर एन, हैत एस (2023) प्लास्टिक वर्षा – पटना शहर, बिहार, भारत के शहरी और अर्ध–शहरी क्षेत्रों में वायुमंडलीय माइक्रोप्लास्टिक जमावः वितरण, विशेषताएँ, परिवहन और स्रोत विश्लेषण। *जे हैजर्ड मैटर* **458**:

131883 | https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131883

14. पांडे डी., बनर्जी टी., बडोला एन., चौहान जे.एस. (2022) एरोसोल और सड़क की धूल में माइक्रोप्लास्टिक के साक्ष्यः वाराणसी शहर, भारत का एक केस स्टडी। *एनवायरन साइंस पोलट रेस* **29**(54): 82006–82013 | https://doi.org/10.1007/s11356-022-21514-1.

15. प्रता जेसी (2018) वायुजनित माइक्रोप्लास्टिकः मानव स्वास्थ्य पर परिणाम? *एनवायरन पोलट* **234**: 115–126. https://doi.org/10.1016/j.envpol-2017-11-043.

16. ब्यूरेपेयर एम, ड्रिस आर, गैसपेरी जे, टैसिन बी (2021) वायुमंडलीय डिब्बे में माइक्रोप्लास्टिकः विधियों, उनकी घटना पर परिणाम और निर्धारण कारकों पर एक व्यापक समीक्षा। *कर्र ओपिन फूड साइंस* **41**: 159–168 | https://doi.org/10.1016/j-cofs-2021-04-010.

17. मंडल एम, रॉय ए, सिंह पी, सरकार ए (2024) वायुजनित माइक्रोप्लास्टिक्स और उनके संभावित खतरों का परिमाणीकरण और लक्षण वर्णनः पूर्वी भारत में शहरी फैलाव से एक केस स्टडी। *फ्रंट एनवायरन केम* **5**: 1499873 | https://doi.org/10.3389/fenvc-2024-1499873.

18. मूरचिलोट वी.एस., अरविंद यूके, अरविंदकुमार सी.टी. (2024) एजो–डाई, प्लास्टिसाइजर और पीएएच–बाउंड माइक्रोप्लास्टिक्स की उपस्थितिः इनडोर वातावरण में खतरनाक यौगिकों के लिए एक उभरता हुआ स्रोत और सिंक? *एयर क्वाल एटमोस हेल्थ* **17**(2): 425–438 | https://doi.org/10.1007/s11869-023-01455-5.

19. यादव ए, कुमार ए, शर्मा एन, कौशल एस, कटारिया वी, डाइट्ज ई, अनूप ए (2024) भारतीय हिमालय की तलहटी के पास एक शहरी समूह में माइक्रोप्लास्टिक का वायुमंडलीय जमावः मात्रा, रासायनिक चरित्र, संभावित स्रोत और परिवहन तंत्र की जांच करना। *एनवायरन पोलट* **361**: 124629 | https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124629.

20. यादव एच, सेथुलक्ष्मी एस, श्रीवास्तव ए (2022) मुंबई, भारत से पीने के पानी, सांस लेने योग्य हवा और पके हुए भोजन के समग्र नमूने के माध्यम से माइक्रोप्लास्टिक जोखिम का अनुमान। *एनवायरन रिसर्च* **214**: 113735 | https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113735.

21. यूएनईपी (2018) एकल–उपयोग प्लास्टिकः स्थिरता के लिए एक रोडमैप। https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability/. 23 अप्रैल 2025 को एक्सेस किया गया.

22. हबीबी एन, उद्दिन एस, फाउलर एसडब्ल्यू, बेहबेहानी एम (2022) वायुमंडल में माइक्रोप्लास्टिकः एक समीक्षा। *जे एनवायरन एक्सपो असेस* **1**: 6. https://doi.org/10.20517/jeea.2021.07.

23. होसैन आर, इस्लाम एमटी, शंकर आर, खान डी, लोकोक केईएस, घोष ए, शैंडल एच, धोडापकर आर, सहजवाला वी (2022)। भारत में प्लास्टिक अपशिष्ट प्रबंधनः चुनौतियां, अवसर और परिपत्र अर्थव्यवस्था के लिए रोडमैप। *स्थिरता* **14**(8): 8 | https://doi.org/10.3390/su14084425.

राजभाषा गतिविधियाँ 2022–23

प्रयोगशाला द्वारा राजभाषा की प्रगति के लिए उठाए गए कदम एवं प्रयास

- प्रत्येक तिमाही में निदेशक, एन पी एल की अध्यक्षता में राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक में वार्षिक कार्यक्रम में निर्धारित लक्ष्यों को प्राप्त करने हेतु चर्चा एवं उनकी समीक्षा की जाती है तथा बैठक में लिए गए निर्णयों पर अनुवर्ती कार्रवाई की जाती है।
- संघ सरकार की राजभाषा नीति, राजभाषा अधिनियम के उपबन्धों तथा आदेशों से प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों/अधिकारियों / कर्मचारियों को अवगत कराया जाता है, अनुपालन कराया जाता है एवं अनुपालन हेतु सहायता प्रदान की जाती है।
- हिन्दी दिवस / हिन्दी पखवाड़ा / मास मनाया जाता है। इस दौरान विभिन्न प्रतियोगिताओं का आयोजन किया जाता है, जिसमें प्रयोगशाला के सभी अधिकारी / कर्मचारी भाग लेते हैं और उन्हें नकद पुरस्कार द्वारा प्रोत्साहित किया जाता है।
- प्रत्येक तिमाही में प्रयोगशाला के अधिकारियों / कर्मचारियों हेतु हिन्दी कार्यशालाओं / व्याख्यानों का आयोजन किया जाता है। इन कार्यशालाओं के माध्यम से स्टाफ सदस्यों को हिन्दी में अधिक–से–अधिक कार्य करने हेतु प्रेरित एवं प्रोत्साहित किया जाता है। टेबल–वर्कशाप के माध्यम से व्यक्तिगत रूप से चर्चा की जाती है एवं कठिनाइयों का समाधान किया जाता है।
- प्रत्येक वर्ष विज्ञान विषयों पर हिन्दी में एक / दो दिवसीय राष्ट्रीय संगोष्ठी का आयोजन किया जाता है। वैज्ञानिकों द्वारा शोध पत्र हिन्दी में प्रस्तुत किए जाते हैं। राष्ट्रीय संगोष्ठी की सारांश पुस्तिका हिन्दी में प्रकाशित की जाती है, जिससे विज्ञान शोध सम्बन्धित जानकारी हिन्दी में आम जन तक पहुंचती है।
- प्रयोगशाला के अधिकारियों / कर्मचारियों को केन्द्रीय हिन्दी प्रशिक्षण संस्थान से हिन्दी प्रशिक्षण (प्रबोध, प्रवीण एवं प्राज्ञ पाठ्यक्रम) दिलाया जाता है। कम्प्यूटर पर हिन्दी में कार्य करने का प्रशिक्षण दिलाने हेतु कार्यक्रम आयोजित किए जाते हैं।

स्वच्छता पखवाड़ा – 2022

भारत सरकार द्वारा जारी दिशा–निर्देशों के अंतर्गत प्रयोगशाला में दिनांक 09 मई, 2022 से 15 मई, 2022 तक 'स्वच्छता पखवाड़ा' का सफल आयोजन किया गया। राजभाषा हिन्दी के प्रगामी प्रयोग हेतु दिनांक 04 मई, 2022 को निम्नलिखित 02 प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया :

1. वाद–विवाद प्रतियोगिता :

- डा. मनोज कुमार, वरिष्ठ वैज्ञानिक ने प्रथम पुरस्कार प्राप्त किया।
- सुश्री आरती भारद्वाज, शोध छात्रा ने द्वितीय पुरस्कार प्राप्त किया।
- सुश्री शिखा श्रीवास्तव, शोध छात्रा ने तृतीय पुरस्कार प्राप्त किया।

2. काव्य पाठ प्रतियोगिता :

- श्री गौरव वर्मा, शोध छात्र ने प्रथम पुरस्कार प्राप्त किया।
- सुश्री शिखा श्रीवास्तव, शोध छात्रा ने द्वितीय पुरस्कार प्राप्त किया।
- श्री अंकित गुप्ता, शोध छात्र ने तृतीय पुरस्कार प्राप्त किया।

इन दोनों प्रतियोगिताओं में कुल 45 स्टाफ सदस्यों (वैज्ञानिक / अधिकारी / कर्मचारी) व शोध छात्रों ने भाग लिया। 'स्वच्छता पखवाड़ा के समापन समारोह में विजेता प्रतिभागियों को निदेशक महोदय द्वारा नगद पुरस्कार एवं प्रमाण पत्र पुरस्कृत किया गया।

कार्यशाला

“राजभाषा नियमों के आलोक में तिमाही प्रगति रिपोर्ट कैसे भरें”

भारत सरकार के दिशा निर्देशों का अनुपालन सुनिश्चित करते हुए हिन्दी के प्रगामी प्रयोग में उत्तरोत्तर वृद्धि हेतु प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों के लिए प्रत्येक तिमाही में हिन्दी कार्यशाला आयोजित की जाती है।

उपर्युक्त के संदर्भ में प्रयोगशाला के सभी वैज्ञानिक / तकनीकी अधिकारियों / स्टाफ सदस्यों के लिए ”राजभाषा नियमों के आलोक में तिमाही प्रगति रिपोर्ट कैसे भरें” विषय पर दिनांक 15 जून, 2022 को हिन्दी कार्यशाला आयोजित की गयी। इस हिन्दी कार्यशाला में लगभग 40 वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों ने भी भाग लिया।

अतिथि वक्ता श्री संजय चौधरी, हिन्दी अधिकारी, सीएसआईआर–सीआरआरआई नई दिल्ली ने ‘राजभाषा नियमों के आलोक में तिमाही प्रगति रिपोर्ट कैसे भरें’ विषय पर महत्वपूर्ण एवं ज्ञानवर्धक व्याख्यान दिया।

हिन्दी कार्यशाला के अंत में धन्यवाद प्रस्ताव श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी ने किया। ‘राजभाषा नियमों के आलोक में तिमाही प्रगति रिपोर्ट कैसे भरें’ विषय पर आयोजित कार्यशाला में दिए गए व्याख्यान की वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों को प्रेरित एवं प्रोत्साहित किया।

“छुट्टी यात्रा रियायत एवं राष्ट्रीय पेंशन प्रणाली : अद्यतन नियमावली”

राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार के दिशा निर्देशों का अनुपालन सुनिश्चित करते हुए हिन्दी के प्रगामी प्रयोग में उत्तरोत्तर वृद्धि हेतु प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों के लिए प्रत्येक तिमाही में हिन्दी कार्यशाला आयोजित की जाती है।

उपर्युक्त के संदर्भ में प्रयोगशाला के सभी वैज्ञानिक / तकनीकी अधिकारियों / स्टाफ सदस्यों के लिए ‘‘छुट्टी यात्रा रियायत एवं राष्ट्रीय पेंशन प्रणाली : अद्यतन नियमावली’’ विषय पर दिनांक 14 दिसम्बर, 2022 को हिन्दी कार्यशाला आयोजित की गयी। इस कार्यशाला में ‘‘छुट्टी यात्रा रियायत एवं राष्ट्रीय पेंशन प्रणाली विषय पर दो (02) व्याख्यान दिए गए। इस कार्यशाला में लगभग 70 वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों ने भी भाग लिया।

अतिथि वक्ता श्री गुंजन गांधी, उप–निदेशक, रक्षा मुख्यालय, प्रशिक्षण संस्थान, नई दिल्ली ने ‘‘छुट्टी यात्रा रियायत एवं राष्ट्रीय पेंशन प्रणाली : अद्यतन नियमावली’’ विषय पर महत्वपूर्ण एवं ज्ञानवर्धक व्याख्यान दिया।

हिन्दी कार्यशाला के अंत में धन्यवाद प्रस्ताव श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी ने किया। कार्यशाला में दिए गए व्याख्यान की वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / कर्मचारियों ने बहुत सराहना की।

हिन्दी दिवस तथा हिन्दी माह समापन समारोह–2022

राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा जारी कार्यालय ज्ञापन सं. 11034/02/2019–राभा समिति, दिनांकित 31.07.2020 के अनुसरण में हिन्दी पखवाड़ा / माह आयोजन संबंधी निर्देशों को ध्यान में रखते हुए प्रयोगशाला में 16 अगस्त, 2022 से 14 सितम्बर, 2022 तक 'हिन्दी माह' मनाया गया। प्रयोगशाला के सभी स्टाफ सदस्यों को अपना अधिक से अधिक कार्य हिन्दी में करने के लिए प्रेरित एवं प्रोत्साहित करने के उद्देश्य से निम्नलिखित प्रतियोगिताएं ऑफलाइन (कोविड–19 प्रोटोकॉल के तहत) माध्यम से आयोजित की गयी।

क्रम सं.	प्रतियोगिताएं	दिनांक
1.	लोकोक्ति पल्लवन प्रतियोगिता	16.08.2022
2.	वाद विवाद प्रतियोगिता	18.08.2022
3.	चित्राधारित कथा लेखन प्रतियोगिता	23.08.2022
4	हिन्दी टंकण प्रतियोगिता	25.08.2022
5	सरकारी कामकाज में टिप्पण ध्आलेखन मूलरूप से हिन्दी में कार्य / डिक्टेशन	31.08.2022
6.	काव्य पाठ प्रतियोगिता	02.09.2022
7.	सामान्य ज्ञान–विज्ञान प्रतियोगिता	06.09.2022

दिनांक 14.09.2022 को हिन्दी दिवस तथा हिन्दी माह समापन समारोह का आयोजन किया गया। कार्यकारी निदेशक महोदय ने कार्यक्रम का शुभारंभ आशीर्वचन से किया। उन्होंने हिन्दी दिवस के अवसर पर उपस्थित स्टाफ सदस्यों को दैनिक सरकारी कामकाज में हिन्दी का प्रयोग करने के लिए प्रेरित एवं प्रोत्साहित करते हुए ज्ञान–सृजन विषय पर अत्यन्त सारगर्भित व्याख्यान दिया।

एनपीएल में राजभाषा गतिविधियों के बारे में श्री सुरेन्द्र कुमार, प्रशासन नियंत्रक महोदय ने संक्षिप्त ब्यौरा प्रस्तुत किया। साथ ही, उपस्थित स्टाफ सदस्यों को दैनिक सरकारी कामकाज में हिन्दी का प्रयोग करने के लिए प्रेरित एवं प्रोत्साहित किया।

डॉ. सुशील कुमार, मुख्य वैज्ञानिक ने अतिथि वक्ता का परिचय प्रस्तुत किया तथा अपने सम्बोधन में कहा कि वर्तमान वैज्ञानिक परिदृश्य में हिन्दी सहित भारतीय भाषाओं को वाणिज्य–व्यापार तथा विज्ञान साहित्य के सृजन व प्रसार हेतु भाषायी माध्यम बनाया जाना आवश्यक है। जन–जन की भाषा हिन्दी सहित भारतीय भाषाओं में सर्वसुलभ वैज्ञानिक उपलब्धियों तथा ज्ञान–विज्ञान से जुड़ी मूलभूत बातों को आम जन तक पहुंचाने के लिए सार्थक प्रयासों की आवश्यकता है।

इस पावन अवसर पर मुख्य व्याख्यान अतिथि वक्ता प्रसिद्ध कवि, **कला समीक्षक, लेखक, अनुवादक** श्री प्रयाग शुक्ल जी ने **'भारतीय भाषाएं और हिन्दी'** विषय पर दिया। उन्होंने अपने विस्तृत ज्ञानकोश / अनुभवकोश से अनेक उदाहरण के द्वारा भारतीय भाषाओं / साहित्य और हिन्दी के सम्बन्धों के साथ साहित्य की सरसता और जीवंतता का प्रमाण दिया। साहित्य, इतिहास, भूगोल आदि अनेक क्षेत्रों से उदाहरण देकर यह बताया कि हिन्दी भाषा में साहित्य सृजन की अपार संभावनाएं हैं। अपने सम्बोधन के अंत में **"धम्मक–धम्मक"** नामक स्वरचित बाल–कविता का पाठ किया।

समारोह के अंत में हिन्दी माह के दौरान आयोजित की गयी प्रतियोगिताओं में भाग लेने वाले 45 विजेता प्रतिभागियों को माननीय कार्यकारी निदेशक महोदय व मुख्य अतिथि के करकमलों से पुरस्कार व प्रमाण–पत्र प्रदान किए गए। स्वागत, कार्यक्रम का संचालन व धन्यवाद ज्ञापन श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी, एनपीएल द्वारा किया गया।

डॉ. संजय रंगनाथ धकाते, कार्यकारी निदेशक निदेशक, एनपीएल संबोधित करते हुए

मुख्य अतिथि को सम्मानित करते हुए कार्यकारी निदेशक

मुख्य अतिथि श्री प्रयाग शुक्ल जी व्याख्यान देते हुए

विजेता प्रतिभागियों को पुरस्कार प्रदान करते हुए मुख्य अतिथि व अधिकारीगण

विश्व हिन्दी दिवस, 2023

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में राजभाषा यूनिट द्वारा **विश्व हिन्दी दिवस, 2023** (दिनांक 10 जनवरी, 2023) का आयोजन किया गया। प्रयोगशाला में स्टाफ सदस्यों को हिन्दी में अधिक से अधिक कार्य करने के लिए प्रोत्साहित एवं प्रेरित करने के उद्देश्य से दिनांक 05 जनवरी को दो प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया।

क्रम सं.	प्रतियोगिताएं	दिनांक
1.	आशु भाषण प्रतियोगिता	05 जनवरी, 2023
2.	काव्य पाठ प्रतियोगिता	05 जनवरी, 2023

इन सभी प्रतियोगिताओं में प्रयोगशाला के स्टाफ सदस्यों / शोध छात्र–छात्राओं ने अत्यधिक रूचि प्रदर्शित करते हुए उत्साहपूर्वक भाग लिया।

कार्यक्रम विवरण

1.	स्वागत	:	श्री जय नारायण उपाध्याय
2.	कार्यक्रम शुभारंभ / सम्बोधन	:	निदेशक महोदय
3.	विश्व हिन्दी दिवस के बारे में	:	श्रीमती वीना जैन, वरिष्ठ प्रशासन नियंत्रक
4.	आमंत्रित अतिथि का परिचय व संबोधन	:	डा. सुशील कुमार, मुख्य वैज्ञानिक
5.	मुख्य अतिथि द्वारा व्याख्यान	:	प्रो. महेन्द्र पाल शर्मा, हिन्दी विभाग,
	(विषयः हिन्दी की वैश्विकता और जनसंचार)	:	जामिया मिल्लिया इस्लामिया
6.	पुरस्कार वितरण	:	मुख्य अतिथि / मंचासीन गणमान्य
7.	धन्यवाद प्रस्ताव	:	श्री जय नारायण उपाध्याय

हर साल 10 जनवरी को **'विश्व हिंदी दिवस'** के रूप में मनाया जाता है. इस दिन को विश्व में हिंदी भाषा के प्रचार–प्रसार के लिए जागरुकता फैलाने के उद्देश्य से मनाया जाता है। इस वर्ष की हिंदी दिवस की थीम है **'हिंदी को जनमत की भाषा बनाना, बगैर उनकी मातृभाषा की महत्ता को भूले'।**

अंग्रेजी के मशहूर समीक्षक और निबंधकार ईएम फास्टर ने अपनी पुस्तक आस्पेक्ट्स ऑफ नॉवेल में बड़ी बात कही है। उन्होंने साहित्य के बारे में कहा है कि जिस साहित्य की जड़ें जितनी स्थानीय होंगी, वह उतना ही अंतरराष्ट्रीय हो सकता है।

इस पावन अवसर पर कार्यकारी निदेशक डॉ संजय रंगनाथ धकाते महोदय ने विश्व हिन्दी दिवस की अनेक हार्दिक शुभकमनाएं दी। उन्होंने कहा कि आज फीजी, मॉरीशस, गयाना, सूरीनाम, यूरोप, अमेरिका, नेपाल आदि देशों में हो रही हिंदी–सेवा से वैश्विक परिदृश्य में हिंदी का एक नया व प्रबल चित्र उभर रहा है। हिन्दी भाषा देश–विदेश में आधुनिक चुनौतियों को लांघते हुए विश्वव्यापी बन रही है। स्टाफ सदस्यों को दैनिक सरकारी कामकाज में हिन्दी का प्रयोग करने के लिए प्रेरित एवं प्रोत्साहित करते हुए ज्ञान–सृजन विषय पर अत्यन्त सारगर्भित व्याख्यान दिया। सम्बोधन के अंत में विश्व हिन्दी दिवस के अवसर पर आयोजित की गयी प्रतियोगिताओं में भाग लेने वाले 10 विजेता प्रतिभागियों को माननीय कार्यकारी निदेशक महोदय ने हार्दिक बधाई दी।

श्रीमती वीणा जैन, वरिष्ठ प्रशासन नियंत्रक ने बताया कि विश्व में हिंदी का विकास करने और एक अंतरराष्ट्रीय भाषा के तौर पर इसे प्रचारित–प्रसारित करने के उद्देश्य से विश्व हिंदी सम्मेलनों की शुरुआत की गई और प्रथम विश्व हिन्दी सम्मेलन 10 जनवरी 1975 को नागपुर में आयोजित हुआ था। इसीलिए इस दिन को विश्व हिंदी दिवस के रूप में मनाया जाता है।

आमंत्रित अतिथि के परिचय के साथ ही हिन्दी का वैश्विक परिदृश्य विषय पर डा. सुशील कुमार, मुख्य वैज्ञानिक ने हिन्दी भाषा की गरिमामयी वैश्विक उपस्थिति पर सारगर्भित व्यख्यान दिया।

आमंत्रित अतिथि प्रोफेसर महेन्द्रपाल शर्मा, हिन्दी विभाग, जामिया मिल्लिया इस्लामिया ने हिन्दी की वैश्विकता और जनसंचार विषय पर अपने सम्बोधन में कहा कि वर्तमान परिदृश्य में हिन्दी सहित भारतीय भाषाओं को विज्ञान / प्रौद्योगिकी तथा वाणिज्य–व्यापार आदि सहित तकनीकी शिक्षण हेतु भाषायी माध्यम बनाया जाना आवश्यक है।

समारोह के अंत में विश्व हिन्दी दिवस के अवसर पर आयोजित की गयी प्रतियोगिताओं में भाग लेने वाले 10 विजेता प्रतिभागियों को मुख्य अतिथि / मंचासीन गणमान्य माननीयों ने हार्दिक बधाई दी व पुरस्कार प्रदान किए।

स्वागत, कार्यक्रम का संचालन व धन्यवाद ज्ञापन श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी, एनपीएल द्वारा किया गया।

'अंतरराष्ट्रीय मातृभाषा दिवस' के अवसर पर कार्यशाला

दिनांक 21 फरवरी 2023 को 'अंतरराष्ट्रीय मातृभाषा दिवस के अवसर पर कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस कार्यशाला में मुख्य अतिथि द्वारा श्री देवेन्द्र मेवाड़ी, प्रसिद्ध विज्ञान लेखक व संचारक ने **'मातृभाषा जीवन का आधार है**' विषय पर रोचक व प्रेरक व्याख्यान दिया। उन्होंने मातृभाषा की महत्ता को विस्तारपूर्वक समझाया व प्रतिभागियों को कार्यालयीय कार्यों सहित अन्य कार्यों को मातृभाषा में संपादित करने हेतु प्रेरित किया।

कार्यक्रम विवरण

1.	स्वागत	:	श्री जय नारायण उपाध्याय
2.	कार्यक्रम शुभारंभ / सम्बोधन	:	निदेशक महोदय
3.	अंतरराष्ट्रीय मातृभाषा दिवस के बारे में	:	श्रीमती वीना जैन, वरिष्ठ प्रशासन नियंत्रक
4.	आमंत्रित अतिथि का परिचय व संबोधन	:	डा. एस आर धकाते, मुख्य वैज्ञानिक
5.	मुख्य अतिथि द्वारा व्याख्यान	:	श्री देवेन्द्र मेवाड़ी, प्रसिद्ध विज्ञान लेखक व संचारक (विषयः मातृभाषा जीवन का आधार है)
6.	धन्यवाद प्रस्ताव	:	श्री जय नारायण उपाध्याय

स्वागत, कार्यक्रम का संचालन व धन्यवाद ज्ञापन श्री जय नारायण उपाध्याय, हिन्दी अधिकारी, एनपीएल द्वारा किया गया। इस कार्यशाला / व्याख्यान में प्रयोगशाला के लगभग 55 वैज्ञानिकों / अधिकारी / कर्मचारियों ने भाग लिया।

''अपशिष्ट से संपदा : उपयोगी उत्पादों के लिए अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण'' विषय पर राष्ट्रीय सम्मेलन – 2022

वर्ष 2022 में हिन्दी कार्यशाला / राष्ट्रीय संगोष्ठी के अंतर्गत पदार्थ विज्ञान प्रभाग द्वारा प्रयोगशाला में सभी वैज्ञानिकगण / तकनीकी अधिकारियों / शोध छात्रों / स्टाफ सदस्यों के लिए **''अपशिष्ट से संपदा : उपयोगी उत्पादों के लिए अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण''** विषय पर दिनांक 15 सितम्बर, 2022 को पूर्वाह्न 10.00 बजे से ऑडिटोरियम में हाइब्रिड मोड (ऑनलाइन / ऑफलाइन) राष्ट्रीय सम्मेलन आयोजित किया गया।

राष्ट्रीय सम्मेलन का उद्घाटन प्रो. वेणुगोपाल आचंटा, निदेशक, सीएसआईआर – एनपीएल ने किया। माननीय निदेशक ने अपने सारगर्भित संबोधन में इस बात पर बल दिया कि भारत सरकार के **'अपशिष्ट से संपदा : उपयोग उत्पादों के लिए अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण'** कार्यक्रम में पदार्थ विज्ञान प्रभाग की विशिष्ट भूमिका है।

तत्पश्चात् मुख्य अतिथि सहित 11 अतिथि वक्ताओं ने व्याख्यान दिया।

मुख्य अतिथि पदमश्री प्रो. राजगोपालन वासुदेवन ने **'सड़क निर्माण के लिए प्लास्टिक कचरे का पुनः उपयोग'** विषय पर व्याख्यान दिया।

इस राष्ट्रीय सम्मेलन में **''अपशिष्ट से संपदा : उपयोगी उत्पादों के लिए अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण''** विषय पर 11 व्याख्यान दिए गए। इस सम्मेलन में लगभग 80 वैज्ञानिकों / तकनीकी अधिकारियों / शोध छात्रों / स्टाफ सदस्यों सहित अन्य संस्थानों के 60 स्टाफ सदस्यों ने भी भाग लिया।

संगोष्ठी के अंत में औपचारिक धन्यवाद प्रस्ताव डा. सुशील कुमार, मुख्य वैज्ञानिक, पदार्थ विज्ञान प्रभाग ने ज्ञापित किया। **'अपशिष्ट से संपदा : उपयोगी उत्पादों के लिए अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण'** कार्यक्रम के अंतर्गत यह संगोष्ठी भारत के समग्र आर्थिक विकास में पदार्थ विज्ञान प्रभाग की उपयोगिता व योगदान की अपरिहार्यता को सफलतापूर्वक सिद्ध करने में सहायक हुआ।

सम्मेलन के बारे में : डॉ. सुशील कुमार, संयोजक उपाध्यक्ष

स्वागत भाषण : डॉ. संजय धकाते, सम्मेलन

उद्घाटन भाषण : प्रो. वेणुगोपाल आचंटा, निदेशक, सीएसआईआर–एनपीएल और सम्मेलन अध्यक्ष

मुख्य अतिथि पद्म श्री प्रो. राजगोपालन वासुदेवन का व्याख्यान

संगोष्ठी में प्रश्नोत्तर काल

आमंत्रित वक्ता को स्मृति चिहन देते हुए
डॉ. संजय धकाते, सम्मेलन उपाध्यक्ष

भारत के संविधान में राजभाषा से संबंधित भाग–17

अध्याय 1 – संघ की भाषा

अनुच्छेद 120. संसद में प्रयोग की जाने वाली भाषा –

1. भाग 17 में किसी बात के होते हुए भी, किंतु अनुच्छेद 348 के उपबंधों के अधीन रहते हुए, संसद में कार्य हिंदी में या अंग्रेजी में किया जाएगा

   परंतु, यथास्थिति, राज्य सभा का सभापति या लोक सभा का अध्यक्ष अथवा उस रूप में कार्य करने वाला व्यक्ति किसी सदस्य को, जो हिंदी में या अंग्रेजी में अपनी पर्याप्त अभिव्यक्ति नहीं कर सकता है, अपनी मातृ–भाषा में सदन को संबोधित करने की अनुज्ञा दे सकेगा।

2. जब तक संसद विधि द्वारा अन्यथा उपबंध न करे तब तक इस संविधान के प्रारंभ से पंद्रह वर्ष की अवधि की समाप्ति के पश्चात यह अनुच्छेद ऐसे प्रभावी होगा मानो "या अंग्रेजी में" शब्दों का उसमें से लोप कर दिया गया हो।

अनुच्छेद 210: विधान–मंडल में प्रयोग की जाने वाली भाषा –

1. भाग 17 में किसी बात के होते हुए भी, किंतु अनुच्छेद 348 के उपबंधों के अधीन रहते हुए, राज्य के विधान–मंडल में कार्य राज्य की राजभाषा या राजभाषाओं में या हिंदी में या अंग्रेजी में किया जाएगा

   परंतु, यथास्थिति, विधान सभा का अध्यक्ष या विधान परिषद का सभापति अथवा उस रूप में कार्य करने वाला व्यक्ति किसी सदस्य को, जो पूर्वोक्त भाषाओं में से किसी भाषा में अपनी पर्याप्त अभिव्यक्ति नहीं कर सकता है, अपनी मातृभाषा में सदन को संबोधित करने की अनुज्ञा दे सकेगा।

2. जब तक राज्य का विधान–मंडल विधि द्वारा अन्यथा उपबंध न करे तब तक इस संविधान के प्रारंभ से पंद्रह वर्ष की अवधि की समाप्ति के पश्चात यह अनुच्छेद ऐसे प्रभावी होगा मानो "या अंग्रेजी में" शब्दों का उसमें से लोप कर दिया गया हो :

   परंतु हिमाचल प्रदेश, मणिपुर, मेघालय और त्रिपुरा राज्यों के विधान–मंडलों के संबंध में, यह खंड इस प्रकार प्रभावी होगा मानो इसमें आने वाले "पंद्रह वर्ष" शब्दों के स्थान पर "पच्चीस वर्ष" शब्द रख दिए गए हों :

   परंतु यह और कि अरूणाचल प्रदेश, गोवा और मिजोरम राज्यों के विधान–मंडलों के संबंध में यह खंड इस प्रकार प्रभावी होगा मानो इसमें आने वाले "पंद्रह वर्ष" शब्दों के स्थान पर "चालीस वर्ष" शब्द रख दिए गए हों।

अनुच्छेद 343. संघ की राजभाषा–

1. संघ की राजभाषा हिंदी और लिपि देवनागरी होगी, संघ के शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग होने वाले अंकों का रूप भारतीय अंकों का अंतरराष्ट्रीय रूप होगा।

2. खंड (1) में किसी बात के होते हुए भी, इस संविधान के प्रारंभ से पंद्रह वर्ष की अवधि तक संघ के उन सभी शासकीय प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा का प्रयोग किया जाता रहेगा जिनके लिए उसका ऐसे प्रारंभ से ठीक पहले प्रयोग किया जा रहा था :

   परन्तु राष्ट्रपति उक्त अवधि के दौरान, आदेश द्वारा, संघ के शासकीय प्रयोजनों में से किसी के लिए अंग्रेजी भाषा के अतिरिक्त हिंदी भाषा का और भारतीय अंकों के अंतरराष्ट्रीय रूप के अतिरिक्त देवनागरी रूप का प्रयोग प्राधिकृत कर सकेगा।

3. इस अनुच्छेद में किसी बात के होते हुए भी, संसद उक्त पन्द्रह वर्ष की अवधि के पश्चात, विधि द्वारा
    a. अंग्रेजी भाषा का, या
    b. अंकों के देवनागरी रूप का,

    ऐसे प्रयोजनों के लिए प्रयोग उपबंधित कर सकेगी जो ऐसी विधि में विनिर्दिष्ट किए जाएं।

अनुच्छेद 344. राजभाषा के संबंध में आयोग और संसद की समिति–

1. राष्ट्रपति, इस संविधान के प्रारंभ से पांच वर्ष की समाप्ति पर और तत्पश्चात ऐसे प्रारंभ से दस वर्ष की समाप्ति पर, आदेश द्वारा, एक आयोग गठित करेगा जो एक अध्यक्ष और आठवीं अनुसूची में विनिर्दिष्ट विभिन्न भाषाओं का प्रतिनिधित्व करने वाले ऐसे अन्य सदस्यों से मिलकर बनेगा जिनको राष्ट्रपति नियुक्त करे और आदेश में आयोग द्वारा अनुसरण की जाने वाली प्रक्रिया परिनिश्चित की जाएगी।
2. आयोग का यह कर्तव्य होगा कि वह राष्ट्रपति को –
    a. संघ के शासकीय प्रयोजनों के लिए हिंदी भाषा के अधिकाधिक प्रयोग,
    b. संघ के सभी या किन्हीं शासकीय प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा के प्रयोग पर निर्बंधनों,
    c. अनुच्छेद 348 में उल्लिखित सभी या किन्हीं प्रयोजनों के लिए प्रयोग की जाने वाली भाषा,
    d. संघ के किसी एक या अधिक विनिर्दिष्ट प्रयोजनों के लिए प्रयोग किए जाने वाले अंकों के रूप,
    e. संघ की राजभाषा तथा संघ और किसी राज्य के बीच या एक राज्य और दूसरे राज्य के बीच पत्रादि की भाषा और उनके प्रयोग के संबंध में राष्ट्रपति द्वारा आयोग को निर्देशित किए गए किसी अन्य विषय, के बारे में सिफारिश करे।
3. खंड (2) के अधीन अपनी सिफारिशें करने में, आयोग भारत की औद्योगिक, सांस्कृतिक और वैज्ञानिक उन्नति का और लोक सेवाओं के संबंध में अहिंदी भाषी क्षेत्रों के व्यक्तियों के न्यायसंगत दावों और हितों का सम्यक ध्यान रखेगा।
4. एक समिति गठित की जाएगी जो तीस सदस्यों से मिलकर बनेगी जिनमें से बीस लोक सभा के सदस्य होंगे और दस राज्य सभा के सदस्य होंगे जो क्रमशः लोक सभा के सदस्यों और राज्य सभा के सदस्यों द्वारा आनुपातिक प्रतिनिधित्व पद्धति के अनुसार एकल संक्रमणीय मत द्वारा निर्वाचित होंगे।
5. समिति का यह कर्तव्य होगा कि वह खंड (1)के अधीन गठित आयोग की सिफारिशों की परीक्षा करे और राष्ट्रपति को उन पर अपनी राय के बारे में प्रतिवेदन दे।
6. अनुच्छेद 343 में किसी बात के होते हुए भी, राष्ट्रपति खंड (5) में निर्दिष्ट प्रतिवेदन पर विचार करने के पश्चात उस संपूर्ण प्रतिवेदन के या उसके किसी भाग के अनुसार निदेश दे सकेगा।

अध्याय 2 – प्रादेशिक भाषाएं

अनुच्छेद 345. राज्य की राजभाषा या राजभाषाएं–

अनुच्छेद 346 और अनुच्छेद 347 के उपबंधों के अधीन रहते हुए, किसी राज्य का विधान–मंडल, विधि द्वारा, उस राज्य में प्रयोग होने वाली भाषाओं में से किसी एक या अधिक भाषाओं को या हिंदी को उस राज्य के सभी या किन्हीं शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग की जाने वाली भाषा या भाषाओं के रूप में अंगीकार कर सकेगा :

परंतु जब तक राज्य का विधान–मंडल, विधि द्वारा, अन्यथा उपबंध न करे तब तक राज्य के भीतर उन शासकीय प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा का प्रयोग किया जाता रहेगा जिनके लिए उसका इस संविधान के प्रारंभ से ठीक पहले प्रयोग किया जा रहा था।

अनुच्छेद 346. एक राज्य और दूसरे राज्य के बीच या किसी राज्य और संघ के बीच पत्रादि की राजभाषा–

संघ में शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग किए जाने के लिए तत्समय प्राधिकृत भाषा, एक राज्य और दूसरे राज्य के बीच तथा किसी राज्य और संघ के बीच पत्रादि की राजभाषा होगी :

परंतु यदि दो या अधिक राज्य यह करार करते हैं कि उन राज्यों के बीच पत्रादि की राजभाषा हिंदी भाषा होगी तो ऐसे पत्रादि के लिए उस भाषा का प्रयोग किया जा सकेगा।

अनुच्छेद 347. किसी राज्य की जनसंख्या के किसी भाग द्वारा बोली जाने वाली भाषा के संबंध में विशेष उपबंध–

यदि इस निमित्त मांग किए जाने पर राष्ट्रपति का यह समाधान हो जाता है कि किसी राज्य की जनसंख्या का पर्याप्त भाग यह चाहता है कि उसके द्वारा बोली जाने वाली भाषा को राज्य द्वारा मान्यता दी जाए तो वह निदेश दे सकेगा कि ऐसी भाषा को भी उस राज्य में सर्वत्र या उसके किसी भाग में ऐसे प्रयोजन के लिए, जो वह विनिर्दिष्ट करे, शासकीय मान्यता दी जाए।

अध्याय 3 – उच्चतम न्यायालय, उच्च न्यायालयों आदि की भाषा

अनुच्छेद 348. उच्चतम न्यायालय और उच्च न्यायालयों में और अधिनियमों, विधेयकों आदि के लिए प्रयोग की जाने वाली भाषा–

1. इस भाग के पूर्वगामी उपबंधों में किसी बात के होते हुए भी, जब तक संसद् विधि द्वारा अन्यथा उपबंध न करे तब तक–

   a. उच्चतम न्यायालय और प्रत्येक उच्च न्यायालय में सभी कार्यवाहियां अंग्रेजी भाषा में होंगी,

   b. i. संसद के प्रत्येक सदन या किसी राज्य के विधान–मंडल के सदन या प्रत्येक सदन में पुरःस्थापित किए जाने वाले सभी विधेयकों या प्रस्तावित किए जाने वाले उनके संशोधनों के,

      ii. संसद या किसी राज्य के विधान–मंडल द्वारा पारित सभी अधिनियमों के और राष्ट्रपति या किसी राज्य के राज्यपाल द्वारा प्रख्यापित सभी अध्यादेशों के, और

      iii. इस संविधान के अधीन अथवा संसद या किसी राज्य के विधान–मंडल द्वारा बनाई गई किसी विधि के अधीन निकाले गए या बनाए गए सभी आदेशों, नियमों, विनियमों और उपविधियों के, प्राधिकृत पाठ अंग्रेजी भाषा में होंगे।

2. खंड(1) के उपखंड (क) में किसी बात के होते हुए भी, किसी राज्य का राज्यपाल राष्ट्रपति की पूर्व सहमति से उस उच्च न्यायालय की कार्यवाहियों में, जिसका मुख्य स्थान उस राज्य में है, हिन्दी भाषा का या उस राज्य के शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग होने वाली किसी अन्य भाषा का प्रयोग प्राधिकृत कर सकेगाः

   परंतु इस खंड की कोई बात ऐसे उच्च न्यायालय द्वारा दिए गए किसी निर्णय, डिक्री या आदेश को लागू नहीं होगी।

3. खंड (1) के उपखंड (ख) में किसी बात के होते हुए भी, जहां किसी राज्य के विधान–मंडल ने, उस विधान–मंडल में पुरःस्थापित विधेयकों या उसके द्वारा पारित अधिनियमों में अथवा उस राज्य के राज्यपाल द्वारा प्रख्यापित अध्यादेशों में अथवा उस उपखंड के पैरा (iv) में निर्दिष्ट किसी आदेश, नियम, विनियम या उपविधि में प्रयोग के लिए अंग्रेजी भाषा से भिन्न कोई भाषा विहित की है वहां उस राज्य के राजपत्र में उस राज्य के राज्यपाल के प्राधिकार से प्रकाशित अंग्रेजी भाषा में उसका अनुवाद इस अनुच्छेद के अधीन उसका अंग्रेजी भाषा में प्राधिकृत पाठ समझा जाएगा।

अनुच्छेद 349. भाषा से संबंधित कुछ विधियां अधिनियमित करने के लिए विशेष प्रक्रिया–

इस संविधान के प्रारंभ से पंद्रह वर्ष की अवधि के दौरान, अनुच्छेद 348 के खंड (1) में उल्लिखित किसी प्रयोजन के लिए प्रयोग की जाने वाली भाषा के लिए उपबंध करने वाला कोई विधेयक या संशोधन संसद के किसी सदन में राष्ट्रपति की पूर्व मंजूरी के बिना पुरःस्थापित या प्रस्तावित नहीं किया जाएगा और राष्ट्रपति किसी ऐसे

विधेयक को पुरःस्थापित या किसी ऐसे संशोधन को प्रस्तावित किए जाने की मंजूरी अनुच्छेद 344 के खंड (1) के अधीन गठित आयोग की सिफारिशों पर और उस अनुच्छेद के खंड (4) के अधीन गठित समिति के प्रतिवेदन पर विचार करने के पश्चात ही देगा, अन्यथा नहीं।

अध्याय 4 – विशेष निदेश

अनुच्छेद 350. व्यथा के निवारण के लिए अभ्यावेदन में प्रयोग की जाने वाली भाषा–

प्रत्येक व्यक्ति किसी व्यथा के निवारण के लिए संघ या राज्य के किसी अधिकारी या प्राधिकारी को, यथास्थिति, संघ में या राज्य में प्रयोग होने वाली किसी भाषा में अभ्यावेदन देने का हकदार होगा।

अनुच्छेद 350 क. प्राथमिक स्तर पर मातृभाषा में शिक्षा की सुविधाएं–

प्रत्येक राज्य और राज्य के भीतर प्रत्येक स्थानीय प्राधिकारी भाषाई अल्पसंख्यक–वर्गों के बालकों को शिक्षा के प्राथमिक स्तर पर मातृभाषा में शिक्षा की पर्याप्त सुविधाओं की व्यवस्था करने का प्रयास करेगा और राष्ट्रपति किसी राज्य को ऐसे निदेश दे सकेगा जो वह ऐसी सुविधाओं का उपबंध सुनिश्चित कराने के लिए आवश्यक या उचित समझता है।

अनुच्छेद 350 ख. भाषाई अल्पसंख्यक–वर्गों के लिए विशेष अधिकारी–

1. भाषाई अल्पसंख्यक–वर्गों के लिए एक विशेष अधिकारी होगा जिसे राष्ट्रपति नियुक्त करेगा।
2. विशेष अधिकारी का यह कर्तव्य होगा कि वह इस संविधान के अधीन भाषाई अल्पसंख्यक–वर्गों के लिए उपबंधित रक्षोपायों से संबंधित सभी विषयों का अन्वेषण करे और उन विषयों के संबंध में ऐसे अंतरालों पर जो राष्ट्रपति निर्दिष्ट करे,

राष्ट्रपति को प्रतिवेदन दे और राष्ट्रपति ऐसे सभी प्रतिवेदनों को संसद् के प्रत्येक सदन के समक्ष रखवाएगा और संबंधित राज्यों की सरकारों को भिजवाएगा।

अनुच्छेद 351. हिंदी भाषा के विकास के लिए निदेश–

संघ का यह कर्तव्य होगा कि वह हिंदी भाषा का प्रसार बढ़ाए, उसका विकास करे जिससे वह भारत की सामासिक संस्कृति के सभी तत्वों की अभिव्यक्ति का माध्यम बन सके और उसकी प्रकृति में हस्तक्षेप किए बिना हिंदुस्थानी में और आठवीं अनुसूची में विनिर्दिष्ट भारत की अन्य भाषाओं में प्रयुक्त रूप, शैली और पदों को आत्मसात करते हुए और जहां आवश्यक या वांछनीय हो वहां उसके शब्द–भंडार के लिए मुख्यतः संस्कृत से और गौणतः अन्य भाषाओं से शब्द ग्रहण करते हुए उसकी समृद्धि सुनिश्चित करे।

राजभाषा अधिनियम, 1963

(1963 का अधिनियम संख्यांक 19) [10 मई, 1963]

उन भाषाओं का, जो संघ के राजकीय प्रयोजनों, संसद में कार्य के संव्यवहार, केन्द्रीय और राज्य अधिनियमों और उच्च न्यायालयों में कतिपय प्रयोजनों के लिए प्रयोग में लाई जा सकेंगी, उपबंध करने के लिए अधिनियम।

भारत गणराज्य के चौदहवें वर्ष में संसद द्वारा निम्नलिखित रूप में यह अधिनियमित हो:

1. **संक्षिप्त नाम और प्रारम्भ–**

(1) यह अधिनियम राजभाषा अधिनियम, 1963 कहा जा सकेगा।

(2) धारा 3 जनवरी, 1965 के 26वें दिन को प्रवृत्त होगी और इस अधिनियम के शेष उपबंध उस तारीख/को प्रवृत्त होंगे जिसे केन्द्रीय सरकार शासकीय राजपत्र में अधिसूचना द्वारा, नियत करे और इस अधिनियम के विभिन्न उपबंधों के लिए विभिन्न तारीख नियत की जा सकेंगी।

2. **परिभाषाएं–** इस अधिनियम में जब तक कि संदर्भ से अन्यथा अपेक्षित न हो,

(क) 'नियत दिन' से, धारा 3 के संबंध में, जनवरी, 1965 का 26वां दिन अभिप्रेत है और इस अधिनियम के किसी अन्य उपबंध के संबंध में वह दिन अभिप्रेत है जिस दिन को वह उपबंध प्रवृत्त होता हैय

(ख) 'हिन्दी' से वह हिन्दी अभिप्रेत है जिसकी लिपि देवनागरी है।

3. **संघ के राजकीय प्रयोजनों के लिए और संसद में प्रयोग के लिए अंग्रेजी भाषा का बना रहना–**

(1) संविधान के प्रारंभ से पंद्रह वर्ष की कालावधि की समाप्ति हो जाने पर भी, हिन्दी के अतिरिक्त अंग्रेजी भाषा, नियत दिन से ही,

(क) संघ के उन सब राजकीय प्रयोजनों के लिए जिनके लिए यह उस दिन से ठीक पहले प्रयोग में लायी जाती थी तथा

(ख) संसद में कार्य के संव्यवहार के लिए, प्रयोग में लाई जाती रह सकेगी :

परंतु संघ और किसी ऐसे राज्य के बीच, जिसने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप में नहीं अपनाया है, पत्रादि के प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा प्रयोग में लाई जाएगी:

परंतु यह और कि जहां किसी ऐसे राज्य के, जिसने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप में अपनाया है और किसी अन्य राज्य के, जिसने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप में नहीं अपनाया है, बीच पत्रादि के प्रयोजनों के लिए हिन्दी को प्रयोग में लाया जाता है, वहां हिन्दी में ऐसे पत्रादि के साथ–साथ उसका अनुवाद अंग्रेजी भाषा में भेजा जाएगा :

परंतु यह और भी कि इस उपधारा की किसी भी बात का यह अर्थ नहीं लगाया जाएगा कि वह किसी ऐसे राज्य को, जिसने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप

में नहीं अपनाया है, संघ के साथ या किसी ऐसे राज्य के साथ, जिसने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप में अपनाया है, या किसी अन्य राज्य के साथ, उसकी सहमति से, पत्रादि के प्रयोजनों के लिए हिन्दी को प्रयोग में लाने से निवारित करती है, और ऐसे किसी मामले में उस राज्य के साथ पत्रादि के प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा का प्रयोग बाध्यकर न होगा ।

(2) उपधारा (1) में अन्तर्विष्ट किसी बात के होते हुए भी, जहां पत्रादि के प्रयोजनों के लिए हिन्दी या अंग्रेजी भाषा.

i. केन्द्रीय सरकार के एक मंत्रालय या विभाग या कार्यालय के और दूसरे मंत्रालय या विभाग या कार्यालय के बीच;

ii. केन्द्रीय सरकार के एक मंत्रालय या विभाग या कार्यालय के और केन्द्रीय सरकार के स्वामित्व में के या नियंत्रण में के किसी निगम या कंपनी या उसके किसी कार्यालय के बीच;

iii. केन्द्रीय सरकार के स्वामित्व में के या नियंत्रण में के किसी निगम या कंपनी या उसके किसी कार्यालय के और किसी अन्य ऐसे निगम या कंपनी या कार्यालय के बीच प्रयोग में लाई जाती है वहां उस तारीख तक, जब तक पूर्वोक्त संबंधित मंत्रालय, विभाग, कार्यालय या निगम या कंपनी का कर्मचारीवृन्द हिन्दी का कार्यसाधक ज्ञान प्राप्त नहीं कर लेता, ऐसे पत्रादि का अनुवाद, यथास्थिति, अंग्रेजी भाषा या हिन्दी में भी दिया जाएगा।

(3) उपधारा (1) में अन्तर्विष्ट किसी बात के होते हुए भी, हिन्दी और अंग्रेजी भाषा दोनों ही–

i. संकल्पों, साधारण आदेशों, नियमों, अधिसूचनाओं, प्रशासनिक या अन्य प्रतिवेदनों या प्रेस विज्ञप्तियों के लिए, जो केन्द्रीय सरकार द्वारा या उसके किसी मंत्रालय, विभाग या कार्यालय द्वारा या केन्द्रीय सरकार के स्वामित्व में, के या नियंत्रण में, के किसी निगम या कंपनी द्वारा या ऐसे निगम या कंपनी के किसी कार्यालय द्वारा निकाले जाते हैं या किए जाते हैं;

ii. संसद के किसी सदन या सदनों के समक्ष रखे गए प्रशासनिक तथा अन्य प्रतिवेदनों और राजकीय कागजपत्रों के लिए;

iii. केन्द्रीय सरकार या उसके किसी मंत्रालय, विभाग या कार्यालय द्वारा या उसकी ओर से या केन्द्रीय सरकार के स्वामित्व में के या नियंत्रण में के किसी निगम या कंपनी द्वारा या ऐसे निगम या कंपनी के किसी कार्यालय द्वारा निष्पादित संविदाओं और करारों के लिए तथा निकाली गई अनुज्ञप्तियों, अनुज्ञापत्रों, सूचनाओं और निविदा–प्ररूपों के लिए, प्रयोग में लाई जाएंगी।

(4) उपधारा (1) या उपधारा (2) या उपधारा (3) के उपबंधों पर प्रतिकूल प्रभाव डाले बिना यह है कि केन्द्रीय सरकार धारा 8 के अधीन बनाए गए नियमों द्वारा उस भाषा या उन भाषाओं का उपबंध कर सकेगी जिसे या जिन्हें संघ के राजकीय प्रयोजन के लिए, जिसके अन्तर्गत किसी मंत्रालय, विभाग, अनुभाग या कार्यालय का कार्यकरण है, प्रयोग में लाया जाना है और ऐसे नियम बनाने में राजकीय कार्य के शीघ्रता और दक्षता के साथ निपटारे का तथा जन साधारण के हितों का सम्यक ध्यान रखा जाएगा और इस प्रकार बनाए गए नियम विशिष्टतया यह सुनिश्चित करेंगे कि जो व्यक्ति संघ के

कार्यकलाप के संबंध में सेवा कर रहे हैं और जो या तो हिन्दी में या अंग्रेजी भाषा में प्रवीण हैं वे प्रभावी रूप से अपना काम कर सकें और यह भी कि केवल इस आधार पर कि वे दोनों ही भाषाओं में प्रवीण नहीं है उनका कोई अहित नहीं होता है।

(5) उपधारा (1) के खंड (क) के उपबंध और उपधारा (2), उपधारा (3) और उपधारा (4), के उपबंध तब तक प्रवृत्त बने रहेंगे जब तक उनमें वर्णित प्रयोजनों के लिए अंग्रेजी भाषा का प्रयोग समाप्त कर देने के लिए ऐसी सभी राज्यों के विधान मंडलों द्वारा, जिन्होंने हिन्दी को अपनी राजभाषा के रूप में नहीं अपनाया है, संकल्प पारित नहीं कर दिए जाते और जब तक पूर्वोक्त संकल्पों पर विचार कर लेने के पश्चात ऐसी समाप्ति के लिए संसद के हर एक सदन द्वारा संकल्प पारित नहीं कर दिया जाता।

4. राजभाषा के संबंध में समिति–

(1) जिस तारीख को धारा 3 प्रवृत्त होती है उससे दस वर्ष की समाप्ति के पश्चात, राजभाषा के संबंध में एक समिति, इस विषय का संकल्प संसद के किसी भी सदन में राष्ट्रपति की पूर्व मंजूरी से प्रस्तावित और दोनों सदनों द्वारा पारित किए जाने पर, गठित की जाएगी।

(2) इस समिति में तीस सदस्य होंगे जिनमें से बीस लोक सभा के सदस्य होंगे तथा दस राज्य सभा के सदस्य होंगे, जो क्रमशः लोक सभा के सदस्यों तथा राज्य सभा के सदस्यों द्वारा आनुपातिक प्रतिनिधित्व पद्धति के अनुसार एकल संक्रमणीय मत द्वारा निर्वाचित होंगे।

(3) इस समिति का कर्तव्य होगा कि वह संघ के राजकीय प्रयोजनों के लिए हिन्दी के प्रयोग में की गई प्रगति का पुनर्विलोकन करे और उस पर सिफारिशें करते हुए राष्ट्रपति को प्रतिवेदन करे और राष्ट्रपति उस प्रतिवेदन को संसद के हर एक सदन के समक्ष रखवाएगा और सभी राज्य सरकारों को भिजवाएगा ।

(4) राष्ट्रपति उपधारा (3) में निर्दिष्ट प्रतिवेदन पर और उस पर राज्य सरकारों ने यदि कोई मत अभिव्यक्त किए हों तो उन पर विचार करने के पश्चात उस समस्त प्रतिवेदन के या उसके किसी भाग के अनुसार निदेश निकाल सकेगा :

* [परन्तु इस प्रकार निकाले गए निदेश धारा 3 के उपबंधों से असंगत नहीं होंगे।]

5. केन्द्रीय अधिनियमों आदि का प्राधिकृत हिन्दी अनुवाद–

(1) नियत दिन को और उसके पश्चात शासकीय राजपत्र में राष्ट्रपति के प्राधिकार से प्रकाशित–

(क) किसी केन्द्रीय अधिनियम का या राष्ट्रपति द्वारा प्रख्यापित किसी अध्यादेश का, अथवा

(ख) संविधान के अधीन या किसी केन्द्रीय अधिनियम के अधीन निकाले गए किसी आदेश, नियम, विनियम या उपविधि का,

हिन्दी में अनुवाद उसका हिन्दी में प्राधिकृत पाठ समझा जाएगा।

(2) नियत दिन से ही उन सब विधेयकों के, जो संसद के किसी भी सदन में पुरःस्थापित किए जाने हों और उन सब संशोधनों के, जो उनके संबंध में संसद के किसी भी सदन में प्रस्तावित किए जाने हों, अंग्रेजी भाषा के प्राधिकृत पाठ के साथ–साथ उनका हिन्दी में अनुवाद भी होगा जो ऐसी रीति से प्राधिकृत किया जाएगा, जो इस अधिनियम के अधीन बनाए गए नियमों द्वारा विहित की जाए।

6. कतिपय दशाओं में राज्य अधिनियमों का प्राधिकृत हिन्दी अनुवाद– जहां किसी राज्य के विधान–मंडल ने उस राज्य के विधान–मंडल द्वारा पारित अधिनियमों में अथवा उस राज्य के राज्यपाल द्वारा प्रख्यापित अध्यादेशों में प्रयोग के लिए हिन्दी से

भिन्न कोई भाषा विहित की है वहां, संविधान के अनुच्छेद 348 के खण्ड (3) द्वारा अपेक्षित अंग्रेजी भाषा में उसके अनुवाद के अतिरिक्त, उसका हिन्दी में अनुवाद उस राज्य के शासकीय राजपत्र में, उस राज्य के राज्यपाल के प्राधिकार से, नियत दिन को या उसके पश्चात प्रकाशित किया जा सकेगा और ऐसी दशा में ऐसे किसी अधिनियम या अध्यादेश का हिन्दी में अनुवाद हिन्दी भाषा में उसका प्राधिकृत पाठ समझा जाएगा।

7. **उच्च न्यायालयों के निर्णयों आदि में हिन्दी या अन्य राजभाषा का वैकल्पिक प्रयोग**– नियत दिन से ही या तत्पश्चात किसी भी दिन से किसी राज्य का राज्यपाल, राष्ट्रपति की पूर्व सम्मति से, अंग्रेजी भाषा के अतिरिक्त हिन्दी या उस राज्य की राजभाषा का प्रयोग, उस राज्य के उच्च न्यायालय द्वारा पारित या दिए गए किसी निर्णय, डिक्री या आदेश के प्रयोजनों के लिए प्राधिकृत कर सकेगा और जहां कोई निर्णय, डिक्री या आदेश (अंग्रेजी भाषा से भिन्न) ऐसी किसी भाषा में पारित किया या दिया जाता है वहां उसके साथ–साथ उच्च न्यायालय के प्राधिकार से निकाला गया अंग्रेजी भाषा में उसका अनुवाद भी होगा।

8. **नियम बनाने की शक्ति**–

(1) केन्द्रीय सरकार इस अधिनियम के प्रयोजनों को कार्यान्वित करने के लिए नियम, शासकीय राजपत्र में अधिसूचना द्वारा, बना सकेगी।

@#(2) इस धारा के अधीन बनाया गया प्रत्येक नियम, बनाए जाने के पश्चात यथाशीघ्र, संसद के हर एक सदन के समक्ष, जब वह सत्र में हो, कुल तीस दिन की अवधि के लिए रखा जाएगा। वह अवधि एक सत्र में, अथवा दो या अधिक आनुक्रमिक सत्रों में पूरी हो सकेगी। यदि उस सत्र के या पूर्वोक्त आनुक्रममिक सत्रों के ठीक बाद के सत्र के अवसान के पूर्व दोनों सदन उस नियम में कोई परिवर्तन करने के लिए सहमत हो जाएं तो तत्पश्चात वह ऐसे परिवर्तित रुप में ही प्रभावी होगा। यदि उक्त अवसान के पूर्व दोनों सदन सहमत हो जाएं कि वह नियम नहीं बनाया जाना चाहिए तो तत्पश्चात यह निष्प्रभाव हो जाएगा। किन्तु नियम के ऐसे परिवर्तित या निष्प्रभाव होने से उसके अधीन पहले की गई किसी बात की विधिमान्यता पर प्रतिकूल प्रभाव नहीं पड़ेगा।

9. **कतिपय उपबंधों का जम्मू–कश्मीर को लागू न होना**– जम्मू–कश्मीर पुनर्गठन (केन्द्रीय विधियों का अनुकूलन) आदेश, 2020 [अधिसूचना सं. का.आ. 1123(अ), तारीख 18–3–2020] तथा लद्दाख पुनर्गठन (केन्द्रीय विधियों का अनुकूलन) आदेश, 2020 [अधिसूचना सं. का.आ. 3774(अ) तारीख 23–10–2020] द्वारा लोप किया गया।

@ तारीख 10 जनवरी, 1965 को धारा 5(1) प्रवृत्त हुई, देखिए भारत का राजपत्र (अंग्रेजी) भाग 2, अनुभाग 3(पप), पृ० 128 पर प्रकाशित अधिसूचना सं० का०आ० 94, तारीख 4 जनवरी 1965;
तारीख 19 मई, 1969 को धारा 6 प्रवृत्त हुई, देखिए भारत का राजपत्र (अंग्रेजी) भाग 2, अनुभाग (3)(पप), पृ० 2024 पर प्रकाशित अधिसूचना सं० का०आ० 1945, तारीख 14 मई, 1969;
तारीख 7 मार्च, 1970 को धारा 7 प्रवृत्त हुई, देखिए भारत का राजपत्र (अंग्रेजी) भाग 2, अनुभाग 3(पप), में प्रकाशित अधिसूचना सं० का०आ० 841, तारीख 26 फरवरी, 1970,
तारीख 1 अक्तूबर, 1976 को धारा 5(2) प्रवृत्त हुई, देखिए भारत का राजपत्र (अंग्रेजी) भाग 2, अनुभाग 3(पप), पृ० 1901 पर प्रकाशित अधिसूचना सं० का०आ० 655(अ), तारीख 5 अक्तूबर, 1976

1968 के अधिनियम सं० 1 की धारा 2 द्वारा धारा 3 के स्थान पर प्रतिस्थापित (8.1.1968 से लागू)

* 1968 के अधिनियम सं० 1 की धारा 3 द्वारा अंतःस्थापित।

@# 1968 के अधिनियम सं० 4 की धारा 2 और अनुसूची द्वारा (15–5–1986 से) उपधारा (2) के स्थान पर प्रतिस्थापित।

मातृभाषा

केदारनाथ सिंह

जैसे चींटियाँ लौटती हैं
बिलों में
कठफोड़वा लौटता है
काठ के पास
वायुयान लौटते हैं एक के बाद एक
लाल आसमान में डैने पसारे हुए
हवाई–अड्डे की ओर

ओ मेरी भाषा
मैं लौटता हूँ तुम में
जब चुप रहते–रहते
अकड़ जाती है मेरी जीभ
दुखने लगती है
मेरी आत्मा

(हिन्दी साहित्य में बिम्ब विधान के प्रख्यात कवि केदारनाथ सिंह की साहित्य अकादमी सम्मान से सम्मानित कृति / कविता संग्रह 'अकाल में सारस' से साभार प्रस्तुत)

सीएसआईआर–राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला

नई दिल्ली–110012