ISSN 0972-1746

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

विषविज्ञान संदेश

राजभाषा पत्रिका

अंक 43, अप्रैल-सितंबर, 2025-26

हीरक जयन्ती
1965-2025
Diamond Jubilee

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ

राजभाषा सहायिका के नवीनतम अंक का विमोचन करते (बाएँ से दाएँ) श्री कृष्ण राज सिंह, डॉ. भास्कर नारायण, डॉ. दिनेश शर्मा, डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय, श्री शुभांग मिश्रा, श्री कलीमउद्दीन तथा श्री अमन यादव।

सीएसआईआर-आईआईटीआर राजभाषा पत्रिका

विषविज्ञान संदेश

2025-26

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ

राजभाषा कार्यान्वयन समिति

डॉ. भास्कर नारायण, निदेशक	अध्यक्ष
डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य एवं राजभाषा अधिकारी
डॉ. रतन सिंह रे, मुख्य वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ. कैलाश चन्द्र खुल्बे, मुख्य वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ. देवेन्द्र कुमार पटेल, मुख्य वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ. अक्षय द्वारकानाथ, मुख्य वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ. रामकृष्णन पार्थासारथी, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक व प्रमुख कम्प्यूटर विभाग	सदस्य
श्री कृष्ण राज सिंह, प्रशासनिक अधिकारी	सचिव
श्री सूर्य कान्त सिंह, वित्त एवं लेखा अधिकारी	सदस्य
श्री महिपाल सिंह, भंडार एवं क्रय अधिकारी	सदस्य
श्री राज कुमार उपाध्याय, वरिष्ठ अधीक्षक इंजीनियर (सिविल, विद्युत)	सदस्य
श्री राकेश सिंह बिसेन, प्रभारी, ज्ञान संसाधन केन्द्र	सदस्य
श्री विवेक श्रीवास्तव, सुरक्षा अधिकारी	सदस्य
श्री शुभांग मिश्रा, कनिष्ठ हिंदी अनुवादक	संयोजक

संपादक मण्डल

डॉ. भास्कर नारायण (निदेशक)	संरक्षक
डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय	संपादक
डॉ. (श्रीमती) ज्योत्स्ना सिंह	उप संपादक
डॉ. विकास श्रीवास्तव	सदस्य
डॉ. मनोज कुमार	सदस्य
डॉ. पुनीत खरे	सदस्य
श्रीमती दीप्शी चौरसिया	सदस्य
श्रीमती दीपशिखा श्रीवास्तव	सदस्य
श्री शुभांग मिश्रा	सदस्य

प्रकाशक

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ

विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

पत्र व्यवहार का पता :-
निदेशक
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत
दूरभाष : (+91 522) 2613357, 2621856
फैक्स : (+91 522) 2628227
ई-मेल : director@iitrindia.org; rpbd@iitrindia.org
वेबसाइट : www.iitr.res.in

पत्रिका में प्रकाशित लेखों में व्यक्त विचार लेखकों के निजी हैं।

पत्रिका के संदर्भ में समस्त जानकारी के लिए कृपया संपर्क करें :-
डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय
संपादक
राजभाषा पत्रिका ''विषविज्ञान संदेश'' एवं
वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक, प्रणाली विषविज्ञान एवं जोखिम मूल्यांकन समूह
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत
दूरभाष : +91-0522-2620107, 2620106, 2231172 एक्सटेंशन 672
फैक्स : +91-0522-2628227
ई-मेल : director@iitrindia.org; rpbd@iitrindia.org

अनुक्रमणिका

क्र.सं.	विषय	पृष्ठ सं.
1.	सीएसआईआर- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयनः वैज्ञानिक कार्यों में हिंदी का प्रगामी प्रयोग कलीम उद्दीन	01
2.	सूक्ष्म तकनीक और प्रकृति का संगमः कैसे नैनोकण पौधों की शक्तियों को बढ़ा रहे हैं इशिता पांडेय और राजा गोपाल रायावरपु	09
3.	mRNA (एमआरएनए) वैक्सीन वितरण में नैनोकैरियर्स का महत्वः प्रगति, सुरक्षा और भविष्य की दिशा शिवानी सूर्या, नीलू चौधरी, स्नेहा वर्मा, प्रीति प्रभा, रश्मि तिवारी, मनीषा यादव एवं आलोक कुमार पाण्डेय	14
4.	नैनो निदानः सूक्ष्म विज्ञान, सटीक समाधान इंशा रिज़वान एवं राजा गोपाल रायावरपु	18
5.	शहरी परिवेश में वीओसी का स्थानिक आकलन तथा उनसे संबंधित ओजोन निर्माण क्षमता और स्वास्थ्य जोखिमपर प्रभाव हरि ओम प्रसाद, सुरेश कुमार विश्वकर्मा, श्रीकांत बोज्जागनी	23
6.	महिलाओं में ज़ीनोएस्ट्रोजेन्स का एंडोमेट्रियल स्वास्थ्य पर प्रभाव सारिया अंजुम, राज बाजपेयी एवं कौसर महमूद अंसारी	29
7.	जलीय पर्यावरण में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषणः निगरानी, नवाचार और सूक्ष्मजीवी अंतःक्रिया श्रुति सिंह, शुभा दीक्षित, सपना नायक, शालिनी चौरसिया, अर्पिता मौर्या एवं मनोज कुमार	33
8.	ट्रांस फैटी एसिडः स्रोत, पहचान, विषाक्तता और विनियमन आकाश मंगल, मोहम्मद अशरफ, कौसर महमूद अंसारी	41
9.	शहरी वातावरण में वायु प्रदूषण शमन हेतु वनस्पति की भूमिकाः एक समग्र समीक्षा पंकज गौतम, देवेश विश्वकर्मा, श्रीकांत बोज्जागनी	44
10.	भारत के लिए कार्बन मुक्त ऊर्जा प्रणाली के लिए प्रस्तावित कदम : एक विस्तृत एमआईटी विश्लेषण का सार ज्योत्स्ना सिंह	50
11.	प्रायोगिक जन्तु गृह में गुड लेबोरेटरी प्रैक्टिस (जी.एल.पी) की महत्वपूर्ण भूमिका संदीप नेगी और धीरेन्द्र सिंह	54
12.	गेमिग डिसऑर्डर : समाज में विषाक्तता बढ़ाता एक मानसिक रोग पुनीत खरे एवं आलोक कुमार पाण्डेय	59
13.	एक कहानी, हमारी जुबानीः प्लास्टिक की चमकदार दुनिया अंकुर गोयल	64
14.	भाषा, न्याय और विज्ञानः एक समग्र दृष्टिकोण आदित्य नारायण झा, शुभांग मिश्रा	69
15.	उपलब्धियाँ एवं आयोजन	72
16.	पाठकों के पत्र	86
17.	संस्थान सुर्खियों में	87
16.	वैज्ञानिक शब्दावली	88

महात्मा गांधी कन्वेन्शन सेंटर, गांधी नगर, गुजरात में आयोजित अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन में संस्थान की ओर से प्रतिभागिता करते (बाएँ से दाएँ) श्री शुभांग मिश्रा, श्री कृष्ण राज सिंह एवं डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय।

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
CSIR-INDIAN INSTITUTE OF TOXICOLOGY RESEARCH
वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् | COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH
(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार | MINISTRY OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVT. OF INDIA)

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

डॉ. भास्कर नारायण एमएफएससी, पीएचडी
Dr. Bhaskar Narayan MFSc, PhD
एफएसएबी, एफएएफएसटी, एफएनएबी, एफएसएफटी, एफएनएएएस
FSAB, FAFST, FNAB, FSFT, FNAAS
निदेशक
Director

संरक्षक की कलम से....

यह अत्यंत हर्ष का विषय है कि संस्थान की राजभाषा पत्रिका ''विषविज्ञान संदेश'' का नवीनतम अंक-43 आप सभी प्रबुद्ध पाठकों के समक्ष प्रस्तुत किया जा रहा है। संस्थान में हो रहे नवाचार न केवल ज्ञान की सीमाओं को आगे बढ़ाते हैं, बल्कि समाज को भी नई दिशा प्रदान करते हैं। यह पत्रिका हमारे संस्थान के कार्यकलापों, उपलब्धियों तथा वैज्ञानिक चेतना को जन-जन तक पहुँचाने का माध्यम है। हर पृष्ठ पर समर्पण, जिज्ञासा और वैज्ञानिक दृष्टिकोण की झलक मिलती है।

वैज्ञानिक संस्थानों का दायित्व केवल अनुसंधान तक सीमित नहीं, बल्कि उस ज्ञान को सरल भाषा में समाज के हर वर्ग तक पहुँचाना भी है। इस अंक में जहाँ एक ओर विषविज्ञान संस्थान की गतिविधियों का संकलन है, वहीं दूसरी ओर हमारे सहयोगियों की रचनात्मकता एवं शोध दृष्टि का भी परिचय मिलेगा।

मैं आप सभी विचारशील एवं विद्वान पाठकों को यह पत्रिका समर्पित करते हुए अंक-43 के संपादक मंडल को हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

शुभकामनाओं सहित,

(भास्कर नारायण)
निदेशक

विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गाँधी मार्ग पोस्ट बाक्स न० 80, लखनऊ-226001, उ.प्र., भारत
VISHVIGYAN BHAWAN, 31, MAHATMA GANDHI MARG POST BOX NO 80, LUCKNOW-226001, U.P., INDIA
Phone:+91-522-2627586, 2613357 Fax:+91-522-2628227 director@iitrindia.org www.iitrindia.org

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
CSIR-INDIAN INSTITUTE OF TOXICOLOGY RESEARCH
वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् | COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH
(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार | MINISTRY OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVT. OF INDIA)

डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय
वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

संपादकीय

प्रिय पाठकों,

विषविज्ञान संदेश पत्रिका का अंक-43 आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे गर्व और प्रसन्नता की अनुभूति हो रही है। विज्ञान का वास्तविक उद्देश्य केवल प्रयोगशालाओं तक सीमित रहना नहीं, बल्कि समाज की हर धड़कन तक पहुँचना है। जब विज्ञान को राजभाषा के माध्यम से प्रस्तुत किया जाता है, तब वह सचमुच जन-विज्ञान बन जाता है। संस्थान का प्रयास है कि शोध और नवाचार की जटिलता को सरल भाषा में प्रस्तुत कर हर पाठक को ज्ञान और जिज्ञासा से जोड़ें। यह अंक इसी दिशा में एक सशक्त पहल है।

मुझे विश्वास है कि यह अंक पाठकों को नवीन जानकारी, चिंतन और प्रेरणा प्रदान करेगा। आप सभी प्रिय पाठकों से विनम्र अनुरोध है कि अपने विचार एवं सुझाव हमें भेजते रहें। मैं संरक्षक के मार्गदर्शन एवं संपादक मंडल तथा लेखकों के बहुमूल्य प्रयास हेतु आभार व्यक्त करता हूँ।

सादर,

(आलोक कुमार पाण्डेय)

विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गाँधी मार्ग पोस्ट बाक्स न० 80, लखनऊ-226001, उ.प्र., भारत
VISHVIGYAN BHAWAN, 31, MAHATMA GANDHI MARG POST BOX NO 80, LUCKNOW-226001, U.P., INDIA
Phone:+91-522-2627586, 2613357 Fax:+91-522-2628227 director@iitrindia.org www.iitrindia.org

सीएसआईआर- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयनः वैज्ञानिक कार्यों में हिंदी का प्रगामी प्रयोग

कलीम उद्दीन
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएं-1), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग डॉ. के.सी. खुल्बे (बाएं-2), मुख्य वैज्ञानिक को प्रमाणपत्र प्रदान करते हुए; श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-3), हिंदी अनुवादक; डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएं-4), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; डॉ. भास्कर नारायण (बाएं-5), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर राजभाषा कार्यान्वयन में उत्कृष्ट कार्य हेतु पुरस्कार शील्ड ग्रहण करते हुए; डॉ. दिनेश सिंह (बाएं-6), अध्यक्ष, नराकास (कार्या-3) व निदेशक, भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ शील्ड प्रदान करते हुए; डॉ. एम.के. त्रिपाठी, सचिव, नराकास (कार्या-3)

सीएसआईआर-आईआईटीआर का राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी निरीक्षण दिनांक : 17–06–2025

डॉ. भास्कर नारायण(बाएं-1), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; श्री कृष्ण राज सिंह(बाएं-2), प्रशासनिक अधिकारी, सीएसआईआर-आईआईटीआर; डॉ. छबिल कुमार मेहेर (मध्य में), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग; श्री अभिषेक कुमार सिंह (बाएं-3) हिंदी अधिकारी, आईसीएआर-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ।

डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएं-2), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग सीएसआईआर-आईआईटीआर के हिंदी प्रकाशनों का अवलोकन करते हुए।

श्री अभिषेक कुमार सिंह (बाएं-1) हिंदी अधिकारी, आईसीएआर-आईआईएसआर, लखनऊ; डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएं-2), उप निदेशक (कार्यान्वयन) गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग; डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएं-3), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; डॉ. के.सी. खुल्बे (बाएं-4), मुख्य वैज्ञानिक व प्रमुख, आरपीबीडी; श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-05), हिंदी अनुवादक।

आईआईटीआर की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' के अंक-42 के विमोचन के अवसर पर डॉ. ज्योत्सना सिंह (बाएं-1), श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-2), हिंदी अनुवादक; डॉ. वेणु गोपाल अचंता (बाएं-3), निदेशक, सीएसआईआर-राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला (एनपीएल); डॉ. भास्कर नारायण (बाएं-4), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; पद्मश्री डॉ. मंजू नाथ, पूर्व निदेशक, श्री जयदेव हृदय विज्ञान एवं अनुसंधान संस्थान व माननीय सांसद, बेंगलुरु ग्रामीण, निर्वाचन-क्षेत्र; डॉ. प्रबोध कुमार त्रिवेदी (बाएं-6), निदेशक, सीएसआईआर-सीमैप; डॉ. एन. मणिक्कम (बाएं-7) मुख्य वैज्ञानिक।

मध्य में डॉ. भास्कर नारायण (बाएं-9), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएं-8), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग; श्री रवि शुक्ला (बाएं-1), ए.एस.ओ.; डॉ. एन. मणिक्कम (बाएं-2), मुख्य वैज्ञानिक; श्री एल.एन. पाण्डेय (बाएं-3),अनुभाग अधिकारी; डॉ. अक्षय द्वारिका नाथ (बाएं-4),वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; श्री कृष्ण राज सिंह (बाएं-5), प्रशासनिक अधिकारी; श्री यू.के. सिंह (बाएं-6),वित्त एवं लेखा अधिकारी; डॉ. के.सी. खुल्बे (बाएं-7), डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएं-10), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-11), हिंदी अनुवादक; श्री अभिषेक कुमार सिंह (बाएं-12), हिंदी अधिकारी, भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान; डॉ. डी.के. पटेल (बाएं-13),मुख्य वैज्ञानिक; श्री विवेक कुमार श्रीवस्ताव (बाएं-14),सुरक्षा अधिकारी; डॉ. आर. पार्थसार्थी(बाएं-15), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; श्री कलीम उद्दीन (बाएं-16) एवं श्री राम बिलास (बाएं-17), वरिष्ठ आशुलिपिक।

सीएसआईआर मुख्यालय टीम द्वारा आईआईटीआर का राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी निरीक्षण दिनांक : 11—06—2025

मध्य में डॉ. भास्कर नारायण (बाएं-4), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; श्री एल. एन. पाण्डेय (बाएं-1), अनुभाग अधिकारी; श्री कृष्ण राज सिंह (बाएं-2), प्रशासनिक अधिकारी; डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएं-3), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; श्री सुदेश कुमार (बाएं-5), वरि. हिंदी अनुवादक (सीएसआईआर); श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-6), हिंदी अनुवादक; श्री राजकुमार (बाएं-7), सहायक अनुभाग अधिकारी (सीएसआईआर) एवं कलीम उद्दीन (बाएं-8), सीएसआईआर-आईआईटीआर।

सीएसआईआर- आईआईटीआर ने प्रशासनिक, तकनीकी एवं वैज्ञानिक कार्यों में शनैः शनैः प्रगति कि ओर नीति का अनुसरण करते हुए राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति प्राप्त किया है। सशक्त प्रयासों के परिणामस्वरूप संस्थान को नराकास एवं राजभाषा विभाग से अनेक पुरस्कार प्राप्त हुए हैं। अभी हाल में गृह मंत्रालय राजभाषा विभाग द्वारा दिनांक 17 फरवरी, 2025 को जयपुर में क्षेत्रीय राजभाषा सम्मेलन में राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में उत्कृष्ट कार्य हेतु संस्थान को प्रथम पुरस्कार से सम्मानित किया गया। यह पुरस्कार उत्तर क्षेत्र-2 (उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड) स्थित ''क'' क्षेत्र में केंद्रीय सरकार के कार्यालयों की श्रेणी में (50 से अधिक स्टाफ की संख्या वाले) है। उपर्युक्त सम्मेलन में संस्थान की ओर से श्री कृष्ण राज सिंह, प्रशासनिक अधिकारी, सीएसआईआर-आईआईटीआर व श्री शुभांग मिश्रा, सीएसआईआर-आईआईटीआर ने भाग लिया एवं श्री भजन लाल, माननीय मुख्यमंत्री, राजस्थान एवं श्री नित्यानंद राय, माननीय गृह राज्य मंत्री, भारत सरकार व श्री प्रेमचन्द बैरवा उप-मुख्यमंत्री राजस्थान के कर कमलों द्वारा उपर्युक्त पुरस्कार शील्ड तथा प्रमाण पत्र ग्रहण किया।

भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन में निरंतर प्रगति हो रही है। वैज्ञानिक कार्यों में हिंदी का उपयोग हो रहा है। शोध छात्र अपनी थीसिस का सारांश हिंदी में प्रस्तुत करते हैं। हिंदी संबंधी कार्यक्रमों में शोध छात्र उत्साह के साथ भाग लेते हैं। संस्थान के शोध पत्रों के सार को भी हिंदी में प्रकाशित किया जाता है। संस्थान द्वारा जारी की जाने वाली पर्यावरण रिपोर्ट द्विभाषी (हिंदी+अंग्रेज़ी) रूप में प्रकाशित होती है। बैठकों में हिंदी में चर्चा होती है। ई ऑफिस पर हिंदी में कार्य होता है। संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन को प्रत्येक स्तर पर प्राथमिकता दी जाती है। हिंदी पत्राचार को निरंतर बढ़ावा दिया जाता है। अंग्रेज़ी पत्रों के उत्तर अनिवार्य रूप से हिंदी में दिए जाते हैं। जिससे हिंदी पत्राचार की स्थिति भी काफी बेहतर हुई है। क और ख क्षेत्र में शत-प्रतिशत हिंदी पत्राचार होता है। ऐसे अनेक प्रयासों से राजभाषा कार्यान्वयन में अच्छी प्रगति हुई है।

आईआईटीआर की छमाही राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश-

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' के प्रथम अंक का प्रकाशन वर्ष 1995 में हुआ था और निरंतर जारी है। संस्थान की इस पत्रिका में अनुसंधान कार्यों से संबंधित जानकारी युक्त लेख प्रकाशित किए जाते हैं। इसके माध्यम से वैज्ञानिक जानकारी आमजन तक सरलता से पहुंचती है।

''विषविज्ञान संदेश'' को हाल के वर्षों में प्राप्त पुरस्कार
वर्ष 2019–20 हेतु राजभाषा कीर्ति पुरस्कार (द्वितीय)। 14 सितंबर, 2021 नई दिल्ली में आयोजित हिंदी दिवस समारोह-2021 में भारत सरकार, गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग द्वारा प्रदान किया गया।

राजभाषा विभाग, नराकास कार्यालय-3, लखनऊ द्वारा प्रदत्त पुरस्कार

अंक	दिनांक	पुरस्कार
36	08.06.2022	प्रथम
37	26.12.2022	तृतीय
38	28.06.2023	प्रथम
39	21.11.2023	तृतीय
42	16.06.2025	द्वितीय

इस पत्रिका के विभिन्न अंक संस्थान की वेबसाइट https://iitr.res.in/En/VishvgyanSandesh.aspx पर उपलब्ध हैं। विषविज्ञान संदेश के विभिन्न अंकों को अनेक उल्लेखनीय पुरस्कार प्राप्त हो चुके हैं।

सीएसआईआर-आईआईटीआर के निदेशक डॉ. भास्कर नारायण, 16–06–2025 को आईसीएआर-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान में नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (नराकास), कार्यालय-3, लखनऊ की छमाही बैठक को संबोधित करते हुए।

सीएसआईआर-आईआईटीआर नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (नराकास), कार्यालय-3, का सदस्य कार्यालय है। संस्थान के निदेशक डॉ. भास्कर नारायण नराकास की बैठक में भाग लेते हैं।

अप्रैल से जून, 2025 की तिमाही में राजभाषा कार्यान्वयनः

सीएसआईआर-आईआईटीआर एक वैज्ञानिक संस्थान है। वैज्ञानिक कार्य हिंदी में करने में कुछ कठिनाइयाँ तो होती ही हैं, फिर भी संस्थान में निरंतर प्रयास के द्वारा हिंदी भाषा का उपयोग काफी बढ़ा है। विगत तिमाही अप्रैल से जून, 2025 में संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी आँकड़े निम्न अनुसार हैं:

संस्थान में 01 अप्रैल से 30 जून, 2025 के दौरान ''क'' क्षेत्र में हिंदी/द्विभाषी पत्राचार 100 एवं ''ख'' क्षेत्र में 100 प्रतिशत

क्षेत्र	हिंदी/द्विभाषी	अंग्रेज़ी	हिंदी/द्विभाषी
क	448	0	100 प्रतिशत
ख	79	0	100 प्रतिशत
ग	15	02	88.24 प्रतिशत

तथा ''ग'' क्षेत्र में 88.24 प्रतिशत रहा है।

टिप्पण लेखन

संस्थान में 01 अप्रैल से 30 जून, 2025 की तिमाही के दौरान 98.39 प्रतिशत टिप्पणी हिंदी में लिखी गई हैं तथा मात्र 1.61 प्रतिशत टिप्पणी अंग्रेजी में लिखी गई हैं।

टिप्पणी लेखन	
हिंदी	अंग्रेज़ी
1164	19
98.39 प्रतिशत	1.61 प्रतिशत

संस्थान में धारा 3(3) का अनुपालन

राजभाषा संबंधी नियमों के अनुसार धारा 3(3) के अंतर्गत जारी होने वाले कागजातों का द्विभाषी होना अनिवार्य है। धारा 3(3) के अंतर्गत प्रशासनिक एवं अन्य रिपोर्टें, प्रेस विज्ञप्तियां, संसद के किसी सदन या दोनों सदनों के समक्ष रखी जाने वाली प्रशासनिक तथा अन्य रिपोर्टें, सरकारी कागजात, संविदाएं, करार, अनुज्ञप्तियां, अनुज्ञापत्र, टेंडर नोटिस एवं टेंडर फॉर्म आदि आते हैं। संस्थान में 01 अप्रैल से 30 जून, 2025 की तिमाही अवधि में 397 ऐसे कागजात जारी किए गए हैं जो कि सभी द्विभाषी हैं।

01 अप्रैल से 30 जून, 2025 के दौरान धारा 3(3) के अंतर्गत जारी कागजात		
द्विभाषी (अंग्रेजी +हिंदी)	अंग्रेज़ी	द्विभाषी प्रतिशत
397	0	100 प्रतिशत

उपरिलिखित आँकड़ों से स्पष्ट है कि संस्थान राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में प्रगति की ओर अग्रसर है। संस्थान में हिंदी भाषा में पर्याप्त कार्य हो रहा है। कार्यालयी कार्य, पत्राचार, टिप्पणी लेखन आदि के क्षेत्र में हिंदी का भरपूर उपयोग हो रहा है।

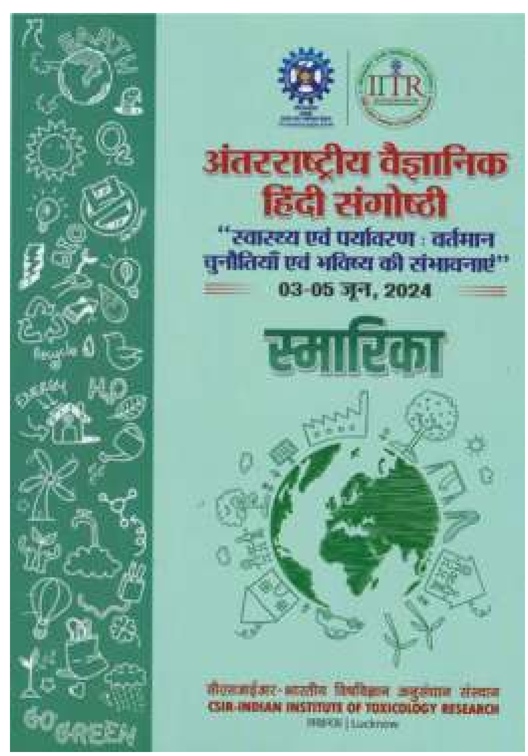
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान को पुरस्कारः-

भारत सरकार, गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग, नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, कार्यालय-3, लखनऊ की छमाही बैठक में सीएसआईआर-आईआईटीआर को राजभाषा के प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य हेतु द्वितीय पुरस्कार एवं संस्थान की राजभाषा पत्रिका ''विषविज्ञान संदेश- अंक-42'' को द्वितीय पुरस्कार प्राप्त हुआ है। यह पुरस्कार नराकास सदस्य कार्यालयों के राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी कार्यों के मूल्यांकन के आधार पर प्रदान किए गए हैं। दिनांक :16—06—2025 को नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (नराकास), कार्यालय-3, लखनऊ की छमाही बैठक में उपर्युक्त पुरस्कार हेतु शील्ड एवं प्रमाणपत्र प्रदान किए गए।

संस्थान को कार्यालयी कार्यों हेतु हाल के वर्षों में प्राप्त पुरस्कार	
दिनांक	पुरस्कार
वर्ष 2020—21	प्रथम पुरस्कार
वर्ष 2021—22	प्रथम पुरस्कार
वर्ष 2021—22	प्रथम पुरस्कार
वर्ष 2023—24	प्रथम पुरस्कार
उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड में स्थित केंद्रीय सरकार के कार्यालयों की श्रेणी (50 से अधिक स्टाफ की संख्या वाले) में राजभाषा में श्रेष्ठ कार्य निष्पादन हेतु भारत सरकार, गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग द्वारा उपर्युक्त पुरस्कार सीएसआईआर-आईआईटीआर को प्रदान किए गए हैं।	

विगत कुछ वर्षों में हिंदी माध्यम में आयोजित राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक संगोष्ठियाँ

अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक संगोष्ठियों का आयोजन एक कठिन कार्य है और यदि हिंदी माध्यम में आयोजन किया जा रहा है तो यह



और भी चुनौतीपूर्ण हो जाता है। सीएसआईआर -भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान में हिंदी माध्यम में अब तक अनेक राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर की वैज्ञानिक संगोष्ठियों का आयोजन हो चुका है। संस्थान में आयोजित प्रमुख संगोष्ठियाँ निम्नलिखित हैं :-

- वर्ष 2016 में 20–21 अक्टूबर, के दौरान ''पर्यावरण प्रदूषण : कारण एवं निवारण''।
- वर्ष 2017 में 11–13 अक्टूबर के दौरान अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक संगोष्ठी ''पर्यावरण प्रदूषणः चुनौतियाँ एवं रणनीतियाँ''।
- वर्ष 2019 में 23–24 अक्टूबर के दौरान राष्ट्रीय वैज्ञानिक संगोष्ठी ''खाद्य सुरक्षा के विभिन्न आयाम''।
- वर्ष 2021 में 18–19 जनवरी के दौरान ''पेयजल : समस्या एवं निवारण''।
- वर्ष 2024 में 03 से 05 जून के दौरान अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक हिंदी संगोष्ठी- ''स्वास्थ्य एवं पर्यावरणः वर्तमान चुनौतियां एवं भविष्य की संभावनाएं''।

वर्ष 2024 में संस्थान में आयोजित अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक हिंदी संगोष्ठी- ''स्वास्थ्य एवं पर्यावरणः वर्तमान चुनौतियां एवं भविष्य की संभावनाएं'' का आयोजन 03 से 05 जून के दौरान किया गया। इसके उद्घाटन समारोह के मुख्य अतिथि : श्री अरुण सिंघल, आईएएस, महानिदेशक, राष्ट्रीय अभिलेखागार, भारत सरकार थे। इस वैज्ञानिक संगोष्ठी में चार वैज्ञानिक सत्र आयोजित किए गए एवं एक वैज्ञानिक पोस्टर प्रस्तुतीकरण सत्र का आयोजन किया गया तथा एक प्रशासनिक प्रबंधन सत्र का भी आयोजन किया गया था। इस प्रकार कुल छह सत्र हुए थे और सभी सत्र हिंदी भाषा में ही हुए। इस संगोष्ठी में बड़ी संख्या में वैज्ञानिकों और शोध छात्रों ने भाग लिया। इस संगोष्ठी के संयोजक डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय थे तथा सह-संयोजक डॉ. विकास श्रीवास्तव थे। सीएसआईआर–आईआईटीआर का सदैव यह प्रयास रहा है कि वैज्ञानिक संगोष्ठियों का हिंदी में माध्यम आयोजन किया जाए जिससे वैज्ञानिक कार्यों में हिंदी भाषा का उपयोग बढ़ता रहे तथा संस्थान में हो रहे वैज्ञानिक कार्यों की जानकारी आमजन तक पहुँचती रहे। संगोष्ठी की स्मारिका में अनेक शोध पत्रों के सार हिंदी में प्रकाशित हुए।

हिंदी कार्यशाला सीआरके परिसर

सीएसआईआर-आईआईटीआर में दिनांकः 23–06–2025 एवं 22–08–2025 को हिंदी कार्यशाला का आयोजनः

राजभाषा संबंधी नियमों की जानकारी प्रदान करने के लिए एवं कंप्यूटर पर हिंदी में कार्य करने हेतु कार्मिकों को प्रशिक्षण एवं अभ्यास कराने के लिए समय-समय पर हिंदी कार्यशालाओं का आयोजन किया जाता है। इसी क्रम में आईटी प्रभाग के सहयोग से दिनांकः 23–06–2025 को मुख्य परिसर तथा 22–08–2025 को सीआरके परिसर में एक दिवसीय हिंदी

सीआरके परिसर में हिंदी कार्यशाला के दौरान आईआईटीआर स्टाफ एवं प्रशिक्षण प्रदान करते हुए श्री शुभांग मिश्रा, हिंदी अनुवादक।

दिनांक 23–06–2025 को मुख्य परिसर में आयोजित हिंदी कार्यशाला के दौरान श्री शुभांग मिश्रा, हिंदी अनुवादक, काणमकों को अनुवाद टूल -कंठस्थ-0.2 का प्रशिक्षण प्रदान करते हुए।

हिंदी कार्यशाला के दौरान आईआईटीआर स्टाफ, सीआरके परिसर

सीआरके परिसर में 22—08—2025 को आयोजित हिंदी कार्यशाला के दौरान सीएसआईआर-आईआईटीआर के वैज्ञानिक, तकनीकी एवं प्रशासनिक स्टाफ़।

कार्यशाला का आयोजन किया गया। कार्यशाला में वैज्ञानिकों एवं तकनीकी तथा प्रशासनिक स्टाफ सदस्यों ने भाग लिया। कार्यशाला के दौरान संघ की राजभाषा नीति, संविधान के अनुच्छेद 343 से 351 तक, राजभाषा अधिनियम- 1963, और राजभाषा नियम- 1976 के बारे में जानकारी प्रदान की गई। इसके साथ-साथ क,ख एवं ग क्षेत्रों में हिंदी पत्राचार एवं धारा 3(3) के अंतर्गत आने वाले कागजातों को द्विभाषी (हिंदी+अंग्रेजी) में जारी करने के बारे में जानकारी प्रदान की गई।

कार्यशाला के दौरान यूनीकोड टाइपिंग टूल, वाइस टाइपिंग, ऑनलाइन फांट परिर्वतन, ई महाशब्दकोष, मशीन ट्रांसलेशन, कंठस्थ 2.0, अनुवाद टूल सहित विभिन्न डिजिटल टूल्स के प्रयोग के संबंध में विस्तृत जानकारी प्रदान की गई एवं अभ्यास भी कराया गया।

भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान का पुस्तकालय :

संस्थान में एक समृद्ध पुस्तकालय है। वर्तमान में पुस्तकालय में 1072 हिंदी पुस्तकें उपलब्ध हैं। इसके साथ-साथ संस्थान में समय-समय पर निरंतर नई हिंदी पुस्तकें भी क्रय की जाती हैं।

डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएं-5), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग; श्री शुभांग मिश्रा (बाएं से-2) श्री अभिषेक कुमार सिंह (बाएं-3) हिंदी अधिकारी, आईसीएआर-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ सीएसआईआर-आईआईटीआर के पुस्तकालय में हिंदी पुस्तकों का अवलोकन करते हुए साथ में श्री आर.के. सिंह बिसेन (बाएं-6), प्रधान तकनीकी अधिकारी, ज्ञान संसाधन केंद्र।

प्रथम पंक्ति : श्री शुभांग मिश्रा (बाएं से-1) श्री सुदेश कुमार (बाएं-2), वरि. हिंदी अनुवादक (सीएसआईआर); श्री राजकुमार (बाएं-3), श्री एलएन पाण्डेय, अनुभाग अधिकारी (सा.) हिंदी पुस्तकों का अध्ययन करते हुए।

विज्ञान, दर्शन, साहित्य कंप्यूटर और धर्म आदि से संबंधित विभिन्न विषयों की पुस्तकें हिंदी भाषा में उपलब्ध हैं। इसके साथ-साथ महान वैज्ञानिकों, लेखकों, दार्शनिकों एवं अनेक विश्व प्रसिद्ध व्यक्तियों के जीवन- वृत्तान्त भी उपलब्ध हैं।

संस्थान के पुस्तकालय में हिंदी पुस्तक पटल की वयवस्था है। इस

11 जून, 2025 को सीएसआईआर मुख्यालय टीम द्वारा राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी निरीक्षण के अवसर पर चर्चा करते हुए श्री सूर्यकांत सिंह (बाएं-1), वित्त एवं लेखा अधिकारी, सीएसआईआर -आईआईटीआर एवं श्री सुदेश कुमार (बाएं-2), वरि. हिंदी अनुवादक (सीएसआईआर); श्री राजकुमार (बाएं-3), सहायक अनुभाग अधिकारी (सीएसआईआर); श्री शुभांग मिश्रा (बाएं-4), हिंदीअनुवादक,सीएसआईआर-आईआईटीआर।

11 जून, 2025 को सीएसआईआर मुख्यालय टीम द्वारा राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी निरीक्षण के अवसर पर श्री एल.एन. पाण्डेय (बाएं-1) सीएसआईआर -आईआईटीआर एवं श्री सुदेश कुमार (बाएं-2), वरि. हिंदी अनुवादक, सीएसआईआर; श्री राजकुमार (बाएं-4) एवं साथ में सीएसआईआर-आईआईटीआर स्टाफ।

पटल पर केवल हिंदी की पुस्तकें रखी जाती हैं। इससे अनेक पाठक गण दिन-प्रतिदिन हिंदी पुस्तकों का अध्ययन कर लाभ उठाते हैं।

राजभाषा सहायिका

संस्थान के कार्मिकों को हिंदी में कार्य करने में आसानी हो, इसलिए संस्थान की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए 'राजभाषा सहायिका' नामक एक पुस्तक संस्थान द्वारा प्रकाशित की गई है। इस पुस्तक में कार्यालय में दिन-प्रतिदिन के कार्यों में उपयोग होने वाले अंग्रेजी शब्दों/वाक्यों आदि के हिंदी पर्याय/रूपांतर दिए गए है।

पीएचडी थीसिस का सारांश हिंदी में-

संस्थान के सभी छात्रों को पीएचडी थीसिस का सार हिंदी में प्रस्तुत करना अनिवार्य है। अप्रैल से जून, 2025 की तिमाही के दौरान 3 शोध छात्रों ने अपनी थीसिस का सार हिंदी में लिखा है।

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान के विभिन्न हिंदी प्रकाशन :

- **विषविज्ञान संदेश (छमाही राजभाषा पत्रिका) 1995 से प्रकाशित**
- **विषविज्ञान शोध पत्रिका** (संस्थान के शोधपत्रों के सार)
- **विषविज्ञान शब्दावली** (अंग्रेज़ी-हिंदी) विषविज्ञान एवं संबद्ध विज्ञान से संबंधित शब्द।
- नवीन संस्करणः वैज्ञानिक शब्दकोश' वेबसाइट पर उपलब्ध है।
- **विषविज्ञान के नए आयाम** (विषविज्ञान संबंधी पुस्तक)
- **संस्थान का वार्षिक प्रतिवेदन**
- **राजभाषा सहायिका (द्विभाषी)**
- **विभिन्न लघु पुस्तकें/विवरणिकएं आदि**
- **विषविज्ञान संदेश संकलन**
- **विषविज्ञान संदेश लेख संग्रह**
- **राजभाषा सहायिका**

सीएसआईआर- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान की वेबसाइटः

सीएसआईआर- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान की वेबसाइट_ https://iitr.res.in/Hi/Index.aspx द्विभाषी (हिंदी+अंग्रेज़ी) है। संस्थान की वेबसाइट पर राजभाषा कार्यान्वयन का वेबपेज http://iitrindia.org/Hi /Main. aspx भी उपलब्ध है। वेबसाइट को समय- समय पर अद्यतन किया जाता है।

उपर्युक्त कार्यों के माध्यम से सीएसआईआर- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में निरंतर प्रगति के पथ पर अग्रसर है। हाल के दिनों में संस्थान के कई हिंदी प्रकाशन जारी हुए हैं। संस्थान ने अपनी राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश', 'विषविज्ञान के नए आयाम' (विषविज्ञान पर हिंदी मे लिखी गई एक पुस्तक), वैज्ञानिक शब्दकोश (विषविज्ञान एवं संबद्ध विज्ञान) और हिंदी में प्रकाशित विभिन्न विवरणिकाएं, स्मारिकाएं, लेख संग्रह आदि का हिंदी में प्रकाशन कर उल्लेखनीय कार्य किया है। संस्थान के कार्मिकों की हिंदी भाषा के प्रति बढ़ती रुचि एवं लगाव तथा हिंदी भाषा में कार्य करने हेतु उपलब्ध डिजिटल टूल्स के उपयोग से राजभाषा कार्यान्वयन में काफी प्रगति हुई है। विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी भाषा का प्रयोग जैसे चुनौतीपूर्ण कार्य को पूर्ण कर संस्थान के कार्मिकों ने महत्वपूर्ण कार्य किया है। इन कार्यों के फलस्वरूप संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन में अच्छी प्रगति हुई है। आशा है कि आगे भी वैज्ञानिक कार्यों में हिंदी का उपयोग बढ़ाने हेतु निरंतर प्रयास जारी रहेंगे।

सूक्ष्म तकनीक और प्रकृति का संगमः कैसे नैनोकण पौधों की शक्तियों को बढ़ा रहे हैं

इशिता पांडेय और राजा गोपाल रायावरपु
नैनोमैटीरियल विषविज्ञान प्रयोगशाला, NaMaSTE समूह, फेस्ट डिवीजन,
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

हजारों वर्षों से मानव सभ्यता का विकास पौधों के इर्द-गिर्द हुआ है। भोजन, औषधि, सुगंध, रंग, वस्त्र और यहाँ तक कि आश्रय-हर क्षेत्र में पौधों ने हमें सहारा दिया है। प्राचीन आयुर्वेद से लेकर आधुनिक चिकित्सा तक, पौधों के गुणों का वर्णन मिलता है। लैवेंडर की हल्की-सी सुगंध, जो थके मन को शांति देती है; हल्दी, जो भोजन में स्वाद और रंग भरती है और त्वचा को भी निखारती है; नीम, जिसे प्राकृतिक रोगनाशक माना जाता है; और कपास, जिसने हमें आरामदायक वस्त्र दिए, ये सब उदाहरण इस बात के साक्षी हैं कि मानव और पौधों का रिश्ता कितना गहरा है।

लेकिन इन प्राकृतिक उपहारों की अपनी सीमाएँ भी हैं। फूलों की खुशबू जल्दी उड़ जाती है, प्राकृतिक रंग धूप और धुलाई से फीके पड़ जाते हैं, और हर्बल दवाएँ अक्सर शरीर में घुलकर पूरी क्षमता से कार्य नहीं कर पातीं। यही वह बिंदु है जहाँ विज्ञान और प्रौद्योगिकी ने हस्तक्षेप किया और प्रकृति के इन उपहारों को नई शक्ति दी।

अब हम उस युग में प्रवेश कर चुके हैं, जहाँ नैनोटेक्नोलॉजी-यानि सूक्ष्मतम स्तर पर काम करने वाली तकनीक-पौधों की क्षमताओं को न केवल संरक्षित कर रही है, बल्कि उन्हें कई गुना प्रभावशाली भी बना रही है। एक नैनोमीटर, एक मीटर का एक अरबवाँ हिस्सा होता है। जब इतने सूक्ष्म कण पौधों से मिलने वाले घटकों के साथ मिलते हैं, तो उनके गुण चमत्कारिक रूप से बदल जाते हैं। ये नैनोकण पौधों की नाजुक खुशबुओं, रंगों और औषधीय गुणों को सुरक्षित रखते हैं, उन्हें धीरे-धीरे और लंबे समय तक छोड़ते हैं, और शरीर या वातावरण के भीतर उसी स्थान तक पहुँचाते हैं जहाँ उनकी सबसे अधिक आवश्यकता होती है।

इस तकनीक से बने उत्पाद हमारी दैनिक ज़िंदगी को नई दिशा दे रहे हैं। उदाहरण के लिए-

- स्मार्ट वस्त्रः ऐसे कपड़े जो धूप और धुलाई के बावजूद महीनों तक अपनी चमक और रंग बनाए रखें।
- सौंदर्य प्रसाधनः ऐसे क्रीम और लोशन जो केवल सतह पर नहीं, बल्कि त्वचा की गहराई तक पहुँचकर लंबे समय तक असर दिखाएँ।
- औषधियाँः ऐसी दवाइयाँ जो शरीर में धीरे-धीरे घुलें और लंबे समय तक प्रभावी रहें, जिससे बार-बार खुराक लेने की ज़रूरत न पड़े।
- पर्यावरण-अनुकूल समाधानः ऐसे कोटिंग या पैकेजिंग जो प्रदूषण न फैलाएँ और प्रकृति के साथ तालमेल में हों।

इस प्रकार, नैनोटेक्नोलॉजी और पौधों की साझेदारी केवल आधुनिक विज्ञान का चमत्कार ही नहीं, बल्कि यह उस प्राचीन ज्ञान की भी पुनःस्थापना है जिसे हमारे पूर्वजों ने प्रकृति के साथ सामंजस्य में जीते हुए अर्जित किया था। भविष्य की ओर देखते हुए हम कह सकते हैं कि यह संगम न केवल मानव जीवन को अधिक स्वस्थ, सुरक्षित और सुंदर बनाएगा, बल्कि पृथ्वी को भी संतुलित और संरक्षित रखने में मदद करेगा।

प्रकृति के ये उपहार हमें भोजन, औषधि और स्वच्छ वातावरण प्रदान करते हैं।

पौधों की क्षमताओं की सुरक्षा में नैनोकणों की भूमिका

प्राकृतिक उत्पाद जैसे आवश्यक तेल, हर्बल अर्क और पौधों से प्राप्त रंगद्रव्य सदियों से मानव जीवन का हिस्सा रहे हैं। ये स्वास्थ्य, सौंदर्य और भोजन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। किंतु इनकी सबसे बड़ी चुनौती है इनकी नाजुक संरचना। लैवेंडर का तेल जल्दी उड़ जाता है, हल्दी का रंग धूप में फीका पड़ जाता है और तुलसी का अर्क हवा व प्रकाश में टूटकर अपनी औषधीय क्षमता खो देता है। परिणामस्वरूप, इन प्राकृतिक उपहारों का लंबे समय तक उपयोग करना कठिन हो जाता है।

नैनोटेक्नोलॉजी इस समस्या का प्रभावी समाधान प्रस्तुत करती है। नैनोकण-जो आकार में अत्यंत सूक्ष्म होते हैं-प्राकृतिक तत्वों को एक सुरक्षा कवच प्रदान करते हैं। चिटोसन, सिलिका और बायोडिग्रेडेबल पॉलिमर जैसे पदार्थों से बने नैनोकण पौधों के सक्रिय अणुओं को "कोट" कर देते हैं। यह परत उन्हें प्रकाश, तापमान और ऑक्सीजन जैसे हानिकारक प्रभावों से बचाती है। इसके साथ ही, नैनोकण इन अणुओं को धीरे-धीरे और नियंत्रित

चित्र 1: दैनिक जीवन में पौधों के उपयोग

तरीके से छोड़ते हैं, जिससे उनका प्रभाव लंबे समय तक बना रहता है।

इस तकनीक के अनेक लाभ हैं। उदाहरण के लिए, नैनोएन्कैप्सुलेटेड लैवेंडर तेल अपनी खुशबू अधिक समय तक बनाए रखता है और त्वचा पर गहराई से असर करता है। हल्दी के नैनोकण त्वचा और शरीर में बेहतर अवशोषित होते हैं और साधारण हल्दी की तुलना में अधिक एंटीऑक्सीडेंट व एंटी-इंफ्लेमेटरी गुण दिखाते हैं। तुलसी के अर्क को नैनोकणों में बंद करने से उसकी औषधीय सक्रियता कई गुना बढ़ जाती है।

इस प्रकार, नैनोकण प्राकृतिक उत्पादों के लिए एक ''संरक्षक कवच'' का कार्य करते हैं। यह न केवल उन्हें अधिक स्थिर और प्रभावी बनाता है, बल्कि औषधि, सौंदर्य सिंधन, खाद्य संरक्षण और वस्त्र उद्योग में इनके अनुप्रयोगों को भी विस्तारित करता है। अंततः, यह तकनीक प्रकृति और विज्ञान के मेल से ऐसे समाधान देती है जो आधुनिक जीवन को अधिक सुरक्षित, टिकाऊ और उपयोगी बनाते हैं।

प्राकृतिक रोगाणुरोधी गुणों को मिल रही नई ताकत

नीम, तुलसी, लौंग और अजवायन जैसी औषधीय पौधियाँ भारतीय परंपरा में रोगाणुओं से लड़ने के लिए सदियों से उपयोग की जाती रही हैं। इनमें उपस्थित प्राकृतिक यौगिक एंटीबैक्टीरियल, एंटीवायरल और एंटीफंगल गुणों से भरपूर होते हैं। किंतु इनका प्रभाव लंबे समय तक नहीं टिकता, क्योंकि ये यौगिक आसानी से वाष्पित हो जाते हैं या हवा और प्रकाश के संपर्क में आकर टूटने लगते हैं। परिणामस्वरूप, उनकी रोगाणुरोधी क्षमता सीमित समय तक ही सक्रिय रहती है।

इसी चुनौती का समाधान नैनोटेक्नोलॉजी प्रस्तुत करती है। वैज्ञानिक अब इन औषधीय अर्कों को चाँदी (Ag), तांबा (Cu) और जिंक ऑक्साइड (ZnO) जैसे नैनोकणों के साथ संयोजित कर रहे हैं। यह संयोजन उनके प्रभाव को कई गुना बढ़ा देता है। पौधों के यौगिक बैक्टीरिया की कोशिका झिल्लियों को कमजोर करते हैं, जिससे उनकी रक्षा प्रणाली टूटने लगती है। उसी समय, नैनोकण बैक्टीरिया के भीतर प्रवेश कर उनकी चयापचय गतिविधियों को बाधित करते हैं और अंततः कोशिका को नष्ट कर देते हैं। इस प्रकार, पौधों और नैनोकणों की संयुक्त क्रिया एक शक्तिशाली एंटीमाइक्रोबियल प्रभाव उत्पन्न करती है।

इस तकनीक के व्यावहारिक अनुप्रयोग भी तेजी से सामने आ रहे हैं। उदाहरणस्वरूप, नीम के अर्क और चाँदी नैनोकणों से तैयार की गई खाद्य लपेटन सामग्री फल और सब्जियों को ताज़ा बनाए रखने में मदद करती है और उनकी खराब होने की प्रक्रिया को धीमा कर देती है। इसी तरह, तुलसी और तांबे से निणमत स्प्रे सतहों पर छिड़कने से रोगाणु नष्ट होते हैं और लंबे समय तक स्वच्छता बनी रहती है।

इस प्रकार, औषधीय पौधों और नैनोकणों का यह संयोजन आधुनिक विज्ञान और पारंपरिक ज्ञान का उत्कृष्ट मेल है, जो सुरक्षित, प्रभावी और टिकाऊ रोगाणुरोधी समाधान प्रदान करता है।

प्राकृतिक रंग अब और भी टिकाऊ

हल्दी, मेंहदी, नील और चुकंदर जैसे पौधों से प्राप्त प्राकृतिक रंगों का उपयोग मानव सभ्यता में सदियों से होता आया है। ये रंग न केवल आकर्षक होते हैं बल्कि पर्यावरण के लिए भी सुरक्षित हैं। पारंपरिक वस्त्र रंगाई से लेकर सौंदर्य सिंधनों और सजावट तक, इनका उपयोग व्यापक रूप से किया जाता रहा है। किंतु इनकी सबसे बड़ी समस्या यह है कि ये रंग जल्दी फीके पड़ जाते हैं और धुलाई या सूर्य के संपर्क में आने पर अपनी चमक खो देते हैं। परिणामस्वरूप, इनका व्यावसायिक और दीर्घकालिक उपयोग सीमित रह जाता है।

नैनोटेक्नोलॉजी इस समस्या का समाधान सिंतुत करती है। वैज्ञानिकों ने पाया है कि टाइटेनियम डाइऑक्साइड (TiO_2) और जिंक ऑक्साइड (ZnO) जैसे नैनोकणों में जब इन प्राकृतिक रंगों को समाहित किया जाता है, तो वे सूर्य की अल्ट्रावायलेट किरणों और ऑक्सीकरण की प्रक्रिया से सुरक्षित रहते हैं। नैनोकण एक "संरक्षक ढाल" की तरह कार्य करते हैं। जो रंगों की संरचना को टूटने से बचाते हैं और उनकी स्थिरता बढ़ाते हैं।

इस तकनीक का प्रत्यक्ष लाभ वस्त्र और सौंदर्य उद्योग को मिल रहा है। उदाहरणस्वरूप, हल्दी से प्राप्त पीले रंग को जब TiO□ नैनोकणों में समाहित किया गया, तो उससे रंगे गए कपड़े बार-बार धोने के बाद भी अपना रंग बनाए रखते हैं। इसी तरह, चुकंदर और मेंहदी के रंगों को नैनोकणों की मदद से अधिक टिकाऊ बनाया गया है, जिससे सौंदर्य सिंधनों में उनकी उपयोगिता बढ़ गई है।

सुगंध अब लंबे समय तक रहेगी

लैवेंडर, लेमनग्रास, युकलिप्टस जैसे आवश्यक तेलों की सुगंध तेज़ और मनमोहक होती है, परंतु वे बहुत जल्दी उड़ जाती हैं।

नैनो-एन्कैप्सुलेशन तकनीक में इन तेलों को छोटे-छोटे सुरक्षात्मक गोले में बंद किया जाता है जो धीरे-धीरे खुशबू छोड़ते हैं। इससे सुगंध लंबे समय तक बनी रहती है। अब तकिए, इत्र, रूम फ्रेशनर और यहां तक कि कपड़े भी ऐसे बनाए जा रहे हैं जिनमें महीनों तक प्राकृतिक सुगंध बनी रह सकती है।

पौधों के एंटीऑक्सीडेंट्स को मिला नया जीवन

ग्रीन टी, एलोवेरा और हल्दी में भरपूर एंटीऑक्सिडेंट्स होते हैं जो उम्र बढ़ने की प्रक्रिया को धीमा करते हैं और शरीर की कोशिकाओं की रक्षा करते हैं। परंतु ये यौगिक अक्सर धूप में टूट जाते हैं या शरीर में ठीक से अवशोषित नहीं हो पाते।

नैनो-डिलीवरी सिस्टम जैसे लिपोसोम या गोल्ड नैनोकण इन यौगिकों को संरक्षण देते हैं और शरीर में गहराई से पहुँचाते हैं। उदाहरण के लिए, नैनो-कर्क्यूमिन (हल्दी का सक्रिय घटक) सामान्य हल्दी की तुलना में 40 गुना अधिक अवशोषित होता है।

स्वाद और खुशबू को भी मिली नई ताकत

प्राकृतिक फ्लेवर जैसे वनीला, पुदीना और दालचीनी खाने को स्वादिष्ट बनाते हैं, परंतु ये गर्मी या भंडारण में अपनी ताकत खो सकते हैं। नैनो-एन्कैप्सुलेशन तकनीक से इन फ्लेवर को संरक्षित किया जा सकता है और खाने के समय उन्हें धीरे-धीरे छोड़ा जा सकता है। इससे बेकरी उत्पाद, च्युइंग गम और इंस्टेंट कॉफी लंबे समय तक स्वाद और सुगंध बनाए रखते हैं।

प्रकृति और नैनोटेक्नोलॉजीः साथ मिलकर नए आयाम

कपड़े जो केवल सुंदर नहीं, स्मार्ट भी हैं

कपास, भांग, जूट और बांस जैसे पौधों से बने कपड़े प्राकृतिक और आरामदायक होते हैं, लेकिन वे जल्दी गंदे हो जाते हैं, धूप

चित्र 2: पौधे और नैनोकणों के संयुक्त अनुप्रयोग

में फीके पड़ते हैं और सिलवटें भी आ जाती हैं।

अब इन कपड़ों को सिल्वर, कॉपर और टाइटेनियम डाइऑक्साइड नैनोकणों से कोट किया जा रहा है ताकि वे बैक्टीरिया रोधी, UV प्रोटेक्टिव और बिना सिलवटों वाले बन सकें। सोचिए, जिम कपड़े जो पसीने में भी ताज़ा रहें या अस्पतालों में उपयोग होने वाले कपड़े जो संक्रमण फैलने से रोकें।

जैव- प्लास्टिक को भी मिला मज़बूती का साथ

मकई, आलू और गन्ने जैसे पौधों से बनाए गए बायोप्लास्टिक आज के दौर में पारंपरिक प्लास्टिक का एक बेहतर विकल्प माने जाते हैं, क्योंकि ये न केवल नवीकरणीय स्रोतों से प्राप्त होते हैं बल्कि पर्यावरण में आसानी से विघटित होकर प्रदूषण भी नहीं फैलाते। हालांकि, इन बायोप्लास्टिक की एक बड़ी चुनौती है कि ये पारंपरिक प्लास्टिक की तुलना में अपेक्षाकृत कमजोर होते हैं। ये जल्दी टूट जाते हैं, अधिक भार सहन नहीं कर पाते और गर्मी के संपर्क में आने पर पिघलने लगते हैं। इस कारण इनका उपयोग व्यापक स्तर पर सीमित रह जाता है।

नैनोटेक्नोलॉजी इस समस्या का समाधान प्रस्तुत करती है। जब बायोप्लास्टिक में सिलिका नैनोकण या क्ले नैनोकण मिलाए जाते हैं, तो यह मिश्रण अधिक मजबूत, लचीला और तापरोधक बन जाता है। नैनोकण एक प्रकार से बायोप्लास्टिक की संरचना को सुदृढ़ करते हैं, जिससे उसमें दरारें कम पड़ती हैं और उसका आकार लंबे समय तक बना रहता है। साथ ही, गर्मी सहने की क्षमता भी बढ़ जाती है।

इस तकनीक से बने बायोप्लास्टिक का उपयोग टिकाऊ और कम्पोस्टेबल पैकेजिंग सामग्री, बर्तनों, चम्मचों, थैलियों और बैगों के निर्माण में किया जा सकता है। ये उत्पाद न केवल पर्यावरण को नुकसान पहुँचाए बिना उपयोगी रहते हैं, बल्कि पारंपरिक प्लास्टिक पर निर्भरता भी घटाते हैं।

हर्बल दवाओं को नई पहचान

आयुर्वेदिक औषधियाँ जैसे अश्वगंधा, गिलोय, तुलसी और हल्दी प्राचीन काल से रोगों की रोकथाम और उपचार में प्रयोग होती आ रही हैं। इनमें मौजूद प्राकृतिक सक्रिय यौगिक शरीर को रोग प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करते हैं, तनाव कम करते हैं और सूजन व संक्रमण से लड़ने में मदद करते हैं। हालांकि, इन औषधियों की एक प्रमुख सीमा यह है कि इनकी जैव-उपलब्धता (bioavailability) कम होती है। साधारण रूप से लेने पर ये

चित्र 3: पौधों से नैनोकणों का संश्लेषण

शरीर में पूरी तरह घुलकर अवशोषित नहीं हो पाते, जिसके कारण इनका प्रभाव अपेक्षाकृत कम दिखाई देता है।

नैनोटेक्नोलॉजी इस चुनौती का समाधान देती है। आज वैज्ञानिक इन औषधीय तत्वों को नैनो-कैरियर्स (जैसे लिपोसोम, नैनोपार्टिकल्स, नैनोजेल या बायोडिग्रेडेबल पॉलिमर आधारित कैरियर्स) में समाहित कर रहे हैं। ये नैनो-कैरियर्स औषधीय यौगिकों को टूटने से बचाते हैं और उन्हें शरीर के लक्षित अंग या कोशिकाओं तक सुरक्षित पहुँचाते हैं। इसके परिणामस्वरूप दवा का असर तेज़, सटीक और लंबे समय तक बना रहता है।

उदाहरणस्वरूप, हल्दी में पाए जाने वाले करक्यूमिन को नैनोकणों में डालकर उसकी घुलनशीलता और अवशोषण क्षमता कई गुना बढ़ाई गई है, जिससे यह कैंसर, सूजन और संक्रमण जैसे रोगों में अधिक प्रभावशाली साबित होता है। इसी प्रकार, गिलोय और अश्वगंधा के अर्क को नैनो-कैरियर्स में रखकर उनकी रोग प्रतिरोधक क्षमता को बेहतर ढंग से उपयोग किया जा रहा है।

इस प्रकार, नैनोटेक्नोलॉजी और आयुर्वेद का यह संगम

पारंपरिक चिकित्सा को आधुनिक स्वरूप देकर भविष्य की स्वास्थ्य प्रणाली को और अधिक सशक्त बना रहा है।

सूरज से सुरक्षा, प्रकृति के साथ

एलोवेरा, ग्रीन टी और रास्पबेरी सीड ऑयल जैसे प्राकृतिक तत्वों में हल्का प्राकृतिक सन प्रोटेक्शन (SPF) होता है, परंतु यह संरक्षण सीमित होता है और लंबे समय तक प्रभावी नहीं रहता।

अब वैज्ञानिक इन प्राकृतिक तत्वों को ऋजक ऑक्साइड (ZnO) और टाइटेनियम डाइऑक्साइड (TiO□) जैसे नैनोकणों के साथ मिलाकर प्राकृतिक लेकिन शक्तिशाली सनस्क्रीन तैयार कर रहे हैं। ये नैनोकण UVA और UVB दोनों प्रकार की किरणों से सुरक्षा प्रदान करते हैं, जिससे त्वचा झुलसने या उम्र बढ़ने जैसी समस्याओं से बची रहती है।

उदाहरण के लिए, एक मॉइस्चराइज़र जिसमें एलोवेरा और ZnO नैनोकण शामिल हों, दिन भर हल्का, गैर-चिपचिपा और प्रभावी सनस्क्रीन बन सकता है। ऐसे बाद-सूरज जैल (after-sun gels) भी बनाए जा रहे हैं जिनमें एलोवेरा और नैनोकण घाव भरने की प्रक्रिया को तेज़ करते हैं।

फल-सब्जियों के लिए खाने योग्य नैनो कोटिंग

फल और सब्जियाँ जल्दी खराब हो जाती हैं, विशेष रूप से तब जब रेफ्रिजरेशन की सुविधा न हो। इन्हें बचाने के लिए पारंपरिक प्लास्टिक पैकेजिंग पर्यावरण को हानि पहुँचाती है।

अब पेक्टिन, ग्वार गम और स्टार्च जैसे पौधों से बने खाने योग्य कोटिंग्स का उपयोग होने लगा है। लेकिन इनमें रोगाणुरोधी क्षमता कम होती है और वे नमी को पूरी तरह नियंत्रित नहीं कर पातीं।

इस समस्या का समाधान है नैनो-एन्हांसमेंट-इन कोटिंग्स में सिल्वर या जिंक ऑक्साइड नैनोकणों को मिलाकर उन्हें रोगाणुरोधी और नमी-प्रतिरोधी बनाया जा रहा है। इससे टमाटर, स्ट्रॉबेरी या सेब जैसे फल बिना रेफ्रिजरेटर के भी लंबे समय तक ताजे रह सकते हैं।

सुरक्षा और पर्यावरणीय चिंताएं

नैनोटेक्नोलॉजी में जितना बड़ा वादा है, उतनी ही ज़रूरी है सावधानी। विशेष रूप से धातु आधारित नैनोकण (जैसे सिल्वर या जिंक ऑक्साइड) यदि अधिक मात्रा में उपयोग किए जाएं, तो उनके स्वास्थ्य और पर्यावरण पर प्रभाव पड़ सकता है। जल स्रोतों में घुलकर ये नैनोकण जलीय जीवन को प्रभावित कर सकते हैं।

इसलिए अब जोर दिया जा रहा है बायोडिग्रेडेबल (प्राकृतिक रूप से नष्ट होने योग्य) नैनोमैटीरियल्स और सुरक्षित डोज़ स्तरों के उपयोग पर। साथ ही, वैज्ञानिक परीक्षण और सरकारी विनियम (regulations) यह सुनिश्चित कर रहे हैं कि ये उत्पाद मानव त्वचा, भोजन और पर्यावरण के लिए सुरक्षित हों।

भविष्य की दिशाः हरित (ग्रीन) तरीके से नैनोकण बनाना

नैनो तकनीक को और अधिक टिकाऊ बनाने के लिए अब शोधकर्ता ''ग्रीन सिंथेसिस'' की ओर बढ़ रहे हैं। इस पद्धति में पौधों के अर्क का उपयोग खुद नैनोकण बनाने के लिए किया जाता है। उदाहरण के तौर पर, चाय की पत्तियों या नीम के पत्तों से चाँदी के नैनोकण बनाए जा सकते हैं, बिना किसी जहरीले रसायन के।

इस प्रकार के 'ग्रीन नैनोकण' न केवल पर्यावरण के अनुकूल होते हैं, बल्कि कम लागत में और कम अपशिष्ट (waste) उत्पन्न कर बनाए जा सकते हैं। आने वाले समय में ये तकनीक शून्य-अपशिष्ट (zero-waste) उत्पादों की ओर ले जा सकती है-जहाँ उत्पादन भी प्राकृतिक हो और उपयोग भी।

ग्रीन नैनोकण संश्लेषण- पौधों से प्राप्त प्राकृतिक विधि द्वारा नैनोपार्टिकल्स का निर्माण

निष्कर्षः प्रकृति और विज्ञान का शक्ति संगम

पौधों और नैनो तकनीक का यह अद्भुत मेल अब हमारी दैनिक जिंदगी का हिस्सा बनता जा रहा है-कपड़ों से लेकर दवाओं तक, सौंदर्य सिंधनों से लेकर खाद्य संरक्षण तक। हम ऐसे उत्पाद देख रहे हैं जो न केवल प्राकृतिक और पर्यावरणीय रूप से सुरक्षित हैं, बल्कि लंबे समय तक टिकाऊ और अधिक प्रभावशाली भी हैं।

यह तकनीक केवल वैज्ञानिक चमत्कार नहीं, बल्कि स्थायी जीवनशैली की कुंजी भी बन सकती है। जब प्राचीन वनस्पति विज्ञान की समझ आधुनिक नैनो-विज्ञान की सूक्ष्मता से मिलती है, तो ऐसे उत्पाद बनते हैं जो स्वास्थ्य, सौंदर्य और स्थिरता-तीनों के संतुलन को साकार करते हैं।

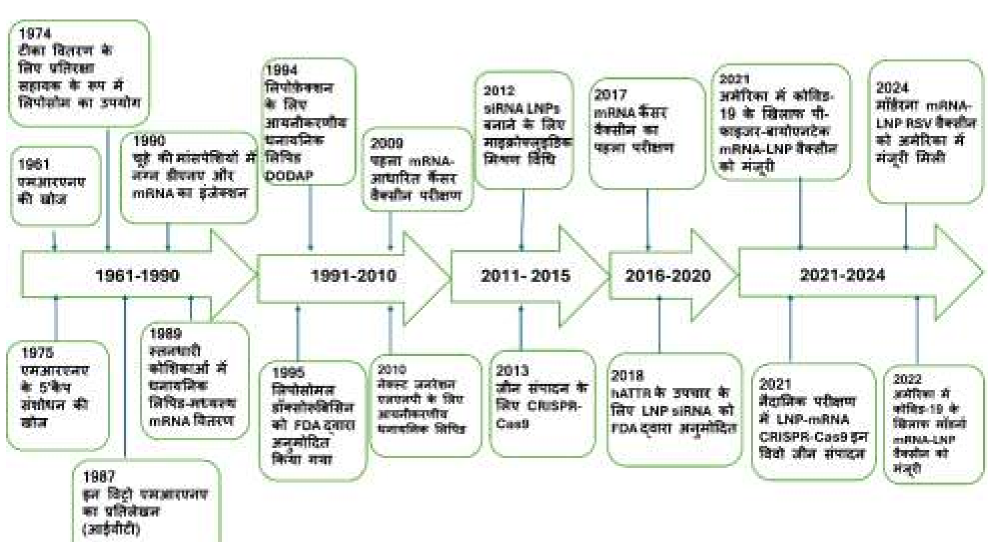
आज हम ऐसे युग में प्रवेश कर चुके हैं, जहाँ प्रकृति और तकनीक साथ मिलकर काम कर रहे हैं। यह एक नई क्रांति है- ''हरित नैनोक्रांति''-जो न केवल हमारे जीवन को बेहतर बनाएगी, बल्कि हमारी धरती को भी स्वस्थ और सुंदर बनाए रखेगी।

mRNA (एमआरएनए) वैक्सीन वितरण में नैनोकैरियर्स का महत्वः प्रगति, सुरक्षा और भविष्य की दिशा

कुमारी शिवानी सूर्या, कुमारी नीलू चौधरी, स्नेहा वर्मा, प्रीति प्रभा, रश्मि तिवारी, मनीषा यादव एवं आलोक कुमार पाण्डेय
NaMaSTE समूह FEST विभाग, सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

संक्रामक रोगों और कैंसर के लिए मैसेंजर आरएनए (एमआरएनए) की चिकित्सीय क्षमता पर गहन अध्ययन लगभग तीन दशकों से चल रहा है। इस तकनीक के विकास में एक बड़ी बाधा यह रही है कि नैकड मोडीफाईड एमआरएनए का वितरण अकुशल है और इसके परिणामस्वरूप प्रोटीन उत्पादन का स्तर कम होता है। इस चुनौती का समाधान करने के लिए, विभिन्न वितरण रणनीतियों का मूल्यांकन किया गया है। दशकों के अनुसंधान और विकास के बाद, पहली आरएनए-आधारित चिकित्सा, पैटिसिरन (ऑनपैट्रो), 2018 में बाजार में आई। इस लिपिड नैनोपार्टिकल (एलएनपी)-एनकैप्सुलेटेड स्मॉल इंटरफेरिंग आरएनए (siRNA) को संयुक्त राज्य अमेरिका के खाद्य एवं औषधि प्रशासन (एफडीए) द्वारा वंशानुगत एटीटीआर एमिलॉयडोसिस के उपचार के लिए अनुमोदित किया गया था, जिसने इस क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि चिह्नित की और कई अनुप्रयोगों में एमआरएनए-आधारित दवाओं के उपयोग के द्वार खोल दिए। एमआरएनए तकनीक विभिन्न रोगों की एक विस्तृत श्रृंखला के उपचार का साधन प्रदान करती है। पहले टीकों के त्वरित विनियामक अनुमोदन से प्रौद्योगिकी में प्रमुख रुचि प्रेरित हुई किन्तु कई अन्य एमआरएनए टीके या दवाएं वर्तमान में नैदानिक परीक्षणों में मूल्यांकन के अधीन हैं, कोविड-19 की रोकथाम के लिए और दुनिया भर की जरूरतों को पूरा करने के लिए पहले एमआरएनए टीके तेजी से विकसित किए गए थे। पी फाइज़र-बायोएनटेक और मॉडरना द्वारा विकसित कोविड-19 के दो एमआरएनए-एलएनपी टीकों को क्रमशः 2021 और 2022 में यूएस-एफडीए की मंजूरी मिली। इसके अतिरिक्त, मई 2024 में एक नए एमआरएनए-एलएनपी आरएसवी टीके को मंजूरी दी गई, जिसने महामारियों से निपटने में एमआरएनए तकनीक की क्षमता पर प्रकाश डाला।

एमआरएनए वितरण में अगली बड़ी प्रगति एलएनपी-एनकैप्सुलेटेड एमआरएनए (mRNA-LNPs) का डिज़ाइन था जो कि cationic लिपोसोम या पॉलिमर की सीमाओं के अधीन नहीं हैं। एलएनपी में आयनीकरण योग्य लिपिड का समावेश तटस्थ pH पर एमआरएनए के कुशल एनकैप्सुलेशन और कम pH पर एंडोसोमल एस्केप की अनुमति देता है। एंडोसाइटोसिस द्वारा एमआरएनए को कोशिका में ले जाने के बाद, आयनीकरण योग्य लिपिड एंडोसोमल मेम्ब्रैन को अस्थिर कर देते हैं और एनकैप्सुलेटेड एमआरएनए को साइटोसोल में छोड़ देते हैं। एनकैप्सुलेशन द्वारा कोशिकीय अवशोषण से पहले



चित्र 1: mRNA वैक्सीन का विकास क्रम

mRNA को क्षरण से बचाना और लक्ष्य स्थल पर कुशल रिलीज प्रदान करना, एमआरएनए टीकों के विकास के लिए महत्वपूर्ण था। वर्तमान में, सभी FDA-अनुमोदित एलएनपी चार प्रकार के लिपिड से बने होते हैं: आयनीकरण योग्य लिपिड, फॉस्फोलिपिड, कोलेस्ट्रॉल और PEG लिपिड से मिलकर बने है।

हाल के वर्षो में एमआरएनए दवाओं की शुरुआत के साथ-साथ, कई अन्य आधुनिक चिकित्सीय दृष्टिकोणों, जैसे एंटीबॉडी-ड्रग कंजुगेट, बाइस्पेफिक एंटीबॉडी और CRISPR तकनीक के नैदानिक कार्यान्वयन में भी बड़ी प्रगति हुई है। उदाहरण के लिए, कैसगेवी (casgevy) हाल ही में सिकल सेल रोग के उपचार के लिए पहली FDA-अनुमोदित CRISPR-आधारित जीन संपादन तकनीक बन गई है। इसके अतिरिक्त, CRISPR-Cas9 का एमआरएनए-एलएनपी प्रणाली का उपयोग करके इन विवो वितरण के लिए मूल्यांकन किया जा रहा है, जिसमें 2021 में ट्रांसथायरेटिन एमिलॉयडोसिस का उपचार शुरू किया गया है। चित्र 1 में टीके और दवा विकास के लिए, mRNA तकनीक कई प्रमुख सफलताओं पर प्रकाश डालते हैं, जो 1961 में एमआरएनए की खोज से लेकर 2024 में आरएसवी एमआरएनए-एलएनपी वैक्सीन को USFDA की मंजूरी तक हैं।

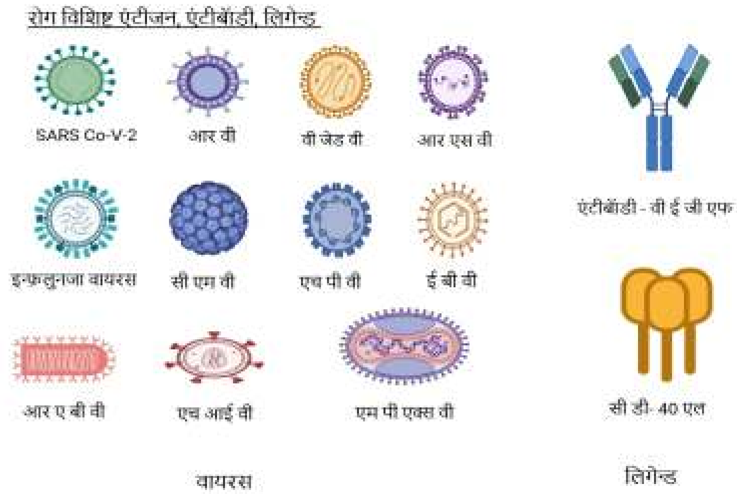
एमआरएनए औषधियों की वितरण प्रणाली और तैयारी रणनीति

न्यूक्लिऐज़ द्वारा इन विट्रो ट्रान्स्क्राइब्ड एमआरएनए के क्षरण की संवेदनशीलता के कारण, इसके अंतःकोशिकीय वितरण से पहले एमआरएनए की अखंडता की सुरक्षा के लिए एक उपयुक्त वितरण माध्यम का चयन करना महत्वपूर्ण है। एक नवाचार जो प्रारंभ में एमआरएनए के लिए नहीं था, लेकिन एमआरएनए औषधि विकास के लिए महत्वपूर्ण है, वितरण वाहकों का विकास, विशेष रूप से लिपिड नैनोकणों (LNPs) का विकास महत्वपूर्ण है। वर्तमान में, एमआरएनए वितरण प्रणालियों को वायरल और गैर-वायरल प्रणालियों में वर्गीकृत किया गया है।

वायरस-संबंधित वितरण प्रणालियों में वायरस और वायरस-जैसे कण (वीएलपी) दोनों शामिल हैं। वायरल वेक्टर में एडेनोवायरस, एडेनो-संबंधित वायरस (एएवी), लेंटिवायरस, हर्पीज सिम्प्लेक्स वायरस (एचएसवी) और सेंडाई वायरस शामिल हैं। वीएलपी का निर्माण वायरस के संरचनात्मक प्रोटीन द्वारा सुगम होता है, जो आनुवंशिक सामग्री से रहित वायरल घटक होते हैं। गैर-वायरल वेक्टर की तुलना में, वायरल वेक्टर में कोशिकाओं में कुशलतापूर्वक प्रवेश करने और न्यूक्लिक एसिड दवाओं को वितरित करने का अंतणनहित लाभ होता है। यह दृष्टिकोण टीके के विकास के लिए महत्वपूर्ण संभावना रखता है। वर्तमान में कई नैदानिक परीक्षण रोगों के उपचार के लिए आनुवंशिक सामग्री वितरित करने के लिए वायरल वेक्टर का उपयोग कर रहे हैं। उदाहरण के लिए, एएबी-9-मध्यस्थ सीएलएन 6-जीन थेरेपी (ए टी-जीटीएक्स-501) नैदानिक चरण I/II (एन सी टी 02725580) तक पहुँच गई है, और अंतरिम निष्कर्षों ने संकेत दिया है कि ए टी-जीटीएक्स-501 ने अनुकूल सहनशीलता प्रदणशत करती है। फिर भी, वायरस-मध्यस्थ वितरण प्रणालियाँ संभावित जैव सुरक्षा चिंताएँ उत्पन्न करती हैं (जैसे, ट्यूमरजन्यता और प्रतिरक्षाजन्यता)। इन सीमाओं ने शोधकर्ताओं को एमआरएनए टीकों के लिए वैकल्पिक वितरण विधियों जैसे कि गैर-वायरल वितरण प्रणालियों की जाँच करने के लिए प्रेरित किया है।

कुशल और बहुमुखी एमआरएनए वितरण के लिए विभिन्न गैर-वायरल वितरण वाहक विकसित किए गए हैं, जैसे LNPs, पॉलीमेरिक नैनोकण, लिपिड एनवेलप वाले हाइब्रिड नैनोकण, प्रोटीन/पेप्टाइड-आधारित नैनोकण, लाइओट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल लिपिड नैनोकण (LCNPs), अकार्बनिक-नैनोकण, नैनोइमल्शन, एक्सोसोम, हाइड्रोजेल, पॉलीमेरिक नैनोकण जेल, और जैविक झिल्ली-आधारित पुटिकाएँ विकसित किए गए है। चिकित्सीय प्रभावकारिता बढ़ाने के लिए एमआरएनए दवा प्रशासन के मार्ग का अनुकूलन आवश्यक है, क्योंकि यह ऊतकों के भीतर दवा के Bioavailability को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित कर सकता है। आम तौर पर, Intravenous द्वारा इंजेक्ट की जाने वाली एमआरएनए दवाएँ यकृत में जमा हो जाती हैं, जबकि स्थानीय रूप से प्रशासित दवाएँ अक्सर इंजेक्शन स्थल पर प्रोटीन अभिव्यक्ति की अवधि को बढ़ा देती हैं और निरंतर चिकित्सीय प्रभाव प्रदान करती हैं। एमआरएनए टीकों को प्रशासित करने के लिए उपचर्म और Intramuscular इंजेक्शन प्रमुख मार्ग हैं। वैकल्पिक एमआरएनए दवा वितरण विधियों में फेफड़ों को सीधे लक्षित करने के लिए एरोसोल इनहेलेशन उपयोग किए जा रहे हैं। प्रीक्लिनिकल अध्ययनों में विभिन्न प्रकार के वितरण वेक्टरों के विकास के बावजूद, एलएनपी अपनी नैदानिक मान्यता के कारण एमआरएनए के लिए स्थापित पसंदीदा वितरण प्रणाली बनी हुई है। इसलिए, एमआरएनए उपचारों के प्रभावी कार्यान्वयन के लिए एलएनपी में नियोजित डिज़ाइन रणनीतियों की व्यापक समझ आवश्यक है। न्यूक्लिक एसिड डिलीवरी के लिए एलएनपी के वर्तमान फॉर्मूलेशन में आम तौर पर चार प्रमुख घटक शामिल होते हैं: आयनीकरण योग्य लिपिड, सहायक लिपिड, कोलेस्ट्रॉल और पॉलीइथाइलीन ग्लाइकॉल (पीईजी-लिपिड), जिनका अनुपात ~50:10:38.5:1.5□mol है। आयनीकरण योग्य लिपिड

एमआरएनए को एनकैप्सुलेट करने और कोशिकाओं में एमआरएनए के सफल ट्रांसफ़ेक्शन को सुविधाजनक बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। पीईजी-लिपिड का समावेश मुख्य रूप से मैक्रोफेज फैगोसाइटोसिस से बचने और एलएनपी के लंबे समय तक प्रणालीगत परिसंचरण को सुनिश्चित करने के लिए कार्य करता है। सहायक लिपिड और कोलेस्ट्रॉल का समावेश एलएनपी की कठोरता को नियंत्रित करने में सहायक होता है। कुलकर्णी एट अल. ने प्रदर्शित किया कि सहायक लिपिड और कोलेस्ट्रॉल एलएनपी के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और आनुवंशिक सामग्री के संपुटन में सहायता करते हैं।



चित्र 2: रोग विशिष्ट एंटीजन, एंटीबाडी

एमआरएनए आधारित दवाओं के प्रीक्लिनिकल और क्लीनिकल अनुप्रयोगः-

इम्यूनोथेरेपी एमआरएनए टीकों ने तेजी से विकास और लागत-प्रभावशीलता विशेषता में अपने पारंपरिक समकक्षों को पछाड़ दिया। यह वायरस, ट्यूमर, बैक्टीरिया और परजीवी के खिलाफ टीकाकरण के लिए एक आशाजनक उपकरण प्रदान करता है। इस तथ्य के बावजूद कि 1961 में एमआरएनए की खोज की गई थी, इसे एक टीके के रूप में उपयोग करने की क्रांतिकारी सफलता हाल के वर्षों में ही हुई है। इसकी एंजाइमेटिक क्षरण की संवेदनशीलता, विवो वितरण में अक्षम और आंतरिक प्रतिरक्षात्मकता के कारण एंटीवायरल, एंटीट्यूमर, एंटीबैक्टीरियल और एंटीपेरासीटिक प्रभाव प्राप्त करने के लिए, एमआरएनए-आधारित इम्यूनोथेरेपी को रोगजनकों को खत्म करने और सुरक्षा प्रदान करने के लिए एक मजबूत और विशिष्ट मेजबान प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया प्राप्त करनी चाहिए। एम. आर. एन. ए. टीके रोग-विशिष्ट एंटीजन को एन्कोडिंग करते हुए एंटीजन-प्रस्तुत करने वाली कोशिकाओं (ए. पी. सी.) को संक्रमित करके कार्य करते हैं। प्रोटीन प्रतिजन को कोशिका के भीतर अनुवादित किया जाता है और बाह्य कोशिकीय स्थान में छोड़ा जाता है या प्रतिजन स्थलों को उजागर करने के लिए प्रोटीजॉम द्वारा अपघटित किया जाता है। विभेदन (सीडी 8+) टी-कोशिकाओं के समूह की परिपक्वता को प्रेरित करने के लिए कोशिका सतह प्रमुख हिस्टोकॉम्पैटिबिलिटी कॉम्प्लेक्स (एमएचसी) द्वारा आंतरिक एंटीजन प्रस्तुत किए जा सकते हैं, जबकि बाह्य कोशिकीय एंटीजन प्रोटीन को बी-कोशिकाओं द्वारा पहचाना जा सकता है, आंतरिक एपीसी कोशिकाओं द्वारा अवक्रमित किया जा सकता है, और सीडी 4 + टी-सहायक कोशिकाओं को सक्रिय करने के लिए एमएचसी-II वर्ग मार्ग के माध्यम से प्रस्तुत किया जा सकता है।

रोग-विशिष्ट एंटीजन के अलावा, इम्यूनोथेरेपी से संबंधित प्रोटीन में एंटीबॉडी, साइटोकाइन, लिगैंड, ट्यूमर सप्रेसर प्रोटीन और अन्य कार्यात्मक प्रोटीन शामिल हैं। यह ध्यान देने योग्य है कि साइटोकाइन को कूटबद्ध करने वाले एम. आर. एन. ए. उपचारों का उपयोग प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को बढ़ाने या दबाने के लिए किया जा सकता है। साइटोकाइन प्रोटीन का एक वर्ग है जो डाउनस्ट्रीम साइटोकाइन रिसेप्टर्स को सक्रिय करके प्रतिरक्षा कोशिकाओं को संशोधित करता है। उत्तेजक साइटोकाइन संक्रामक रोग और कैंसर का मुकाबला करने के लिए उपयुक्त हैं, जबकि अवरोधक साइटोकाइन ऑटोइम्यून रोगों के इलाज के लिए उपयुक्त हैं। यह उल्लेखनीय है कि कुछ साइटोकाइन, जैसे कि इंटरल्यूकिन (आईएल)-2, का प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को विनियमित करने में एक निश्चित कार्य नहीं होता है; बल्कि, एकाग्रता में भिन्नता के साथ उनका कार्य बदल जाता है। इसके अलावा, एम. आर. एन. ए.-आधारित दत्तक कोशिका उपचारों का उपयोग विशेष रूप से प्रतिरक्षा मॉड्यूलेशन या दमन के लिए नहीं किया जा सकता है, जो एमआरएनए द्वारा कूटबद्ध प्रोटीन पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, बी. एन. टी. 211 को सी. एल. डी. एन. 6-पॉजिटिव एडवांस्ड सॉलिड ट्यूमर के उपचार में नियोजित किया जाता है, जबकि डेसकार्टेस-08 को ऑटोइम्यून विकारों के लिए नामित किया जाता है। सामान्य तौर पर, एमआरएनए में एंटीजन, एंटीबॉडी, लिगैंड और ट्यूमर सप्रेसर प्रोटीन सहित विविध प्रोटीनों को कूटबद्ध करने की क्षमता होती है। इसके अलावा, एमआरएनए को ग्रहण करने वाली कोशिका का चिकित्सा के साथ संयोजन में भी इस्तेमाल किया जा सकता है।

सामान्यतः, mRNA विभिन्न प्रकार के प्रोटीनों को एनकोड कर सकता है, जिनमें एंटीजन, एंटीबॉडी, लिगैंड और ट्यूमर सप्रेसर प्रोटीन शामिल हैं। आर. वी. (रोटावायरस), वी. जेड. वी. वैरिसेला-जोस्टर वायरस, आर. एस. वी. (रेस्पिरेटरी सिन्सिटियल वायरस), सी. एम. वी. (साइटोमेगालोवायरस), एच. पी. वी. (ह्यूमन पैपिलोमावायरस), ई. बी. वी. (एपस्टीन-बार वायरस), आर. ए. बी. वी. (रेबीज वायरस), एच. आई. वी. (ह्यूमन इम्यूनोडेफिशिएंसी वायरस), एम. पी. एक्स. वी. (मंकीपॉक्स वायरस), ऐन्टीबाडी- वी ई जी एफ, लिगेन्ड-सी डी 40 एल, जोकि रोग विशिष्ट एंटीजन, एंटीबॉडी, लिगेन्ड है, चित्र 1 मे दर्शाये गए है।

निष्कर्ष और भविष्य की दिशाएँः-

एमआरएनए टीकों ने कैंसर चिकित्सा के लिए एक मजबूत दृष्टिकोण के रूप में मान्यता प्राप्त की है, जो अद्वितीय और अच्छी तरह से सहन किए गए उपचार विकल्प प्रदान करते है, जिन्होंने पूर्व नैदानिक अध्ययनों में प्रभावशीलता का प्रदर्शन किया है। ये टीके पॉलीक्लोनल प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं को प्रेरित कर सकते हैं और सुरक्षात्मक एंटीबॉडी के उत्पादन को बढ़ावा दे सकते हैं, जो प्रत्यक्ष एमआरएनए प्रशासन या डीसी में इसकी शुरूआत के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। एम. आर. एन. ए. टीकों का एक लाभ कई प्रोटीनों को कूटबद्ध करने की उनकी क्षमता है, इस प्रकार विशिष्ट एच. एल. ए. अणुओं से जुड़ी सीमाओं को पार करता है। कोविड-19 एमआरएनए टीकों की सफलता ने कैंसर के उपचार में उनकी क्षमता का पता लगाने के लिए गहन शोध प्रयासों को गति दी है। एमआरएनए आधारित कैंसर टीके कई प्रोटीनों को कूटबद्ध करने, शक्तिशाली प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं को प्राप्त करने और तेजी से विकास और उत्पादन को सुविधाजनक बनाने जैसे लाभ प्रदान करते हैं। हालांकि, एक निरंतर चुनौती विशेष रूप से ट्यूमर कोशिकाओं को प्रभावी एमआरएनए वैक्सीन वितरण प्राप्त करने में निहित है, ऐसा कार्य जिसके लिए आगे के अनुसंधान और विकास की आवश्यकता है।

प्रीक्लिनिकल परीक्षणों ने विभिन्न प्रकार के ट्यूमर के खिलाफ विभिन्न एमआरएनए टीकों की प्रभावशीलता का प्रदर्शन किया है। नैदानिक अध्ययनों ने सी. ए. ए. को लक्षित करने वाले कुशल एमआरएनए टीकों पर ध्यान केंद्रित किया है। नैदानिक सेटिंग्स में, एक रोगी के अपने डीसी के अलगाव और एमआरएनए-एन्कोडिंग सीएए के साथ संक्रमण से जुड़ी तकनीकों की जांच की जा रही है। एम. आर. एन. ए. आधारित कैंसर चिकित्सा टीकों का क्षेत्र तेजी से विकसित हो रहा है, और कई क्षेत्रों में आगे की खोज और विकास की आवश्यकता है।

एमआरएनए टीकों की प्रभावशीलता, प्रतिकूल दुष्प्रभावों को कम करते हुए, विभिन्न वितरण प्लेटफार्मों के माध्यम से हासिल की गई है। एलएनपी एमआरएनए को समाहित और संरक्षित कर सकते हैं, सेलुलर अपटेक की सुविधा प्रदान कर सकते हैं, और एजीएस में कुशल अनुवाद को सक्षम कर सकते हैं। वायरल वैक्टर कुशल एमआरएनए वैक्सीन वाहक के रूप में भी काम करते हैं, लेकिन, पहले से मौजूद प्रतिरक्षा और सीमित कार्गो क्षमता से संबंधित चुनौतियों का समाधान करने की आवश्यकता है। पेप्टाइड-आधारित वितरण प्लेटफॉर्म एमआरएनए वैक्सीन वितरण और एजी अभिव्यक्ति को बढ़ाने का वादा करते हैं। इसके अलावा, प्रीक्लिनिकल और क्लिनिकल इम्यूनोथेरेपी में एमआरएनए डिलीवरी के लिए सीडी, सीएनटी और इंजेक्शन योग्य हाइड्रोजेल जैसी नैनोमटेरियल्स का उपयोग किया गया है। डेंड्रिमर और आईपी सहित अन्य तकनीकों का पता लगाया जा रहा है। कुल मिलाकर, कैंसर इम्यूनोथेरेपी के लिए एमआरएनए टीके बहुत अच्छा प्रदर्शन करते हैं, और चल रहे शोध प्रयासों का उद्देश्य उनके वितरण को अनुकूलित करना, प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं में सुधार करना और नैदानिक सेटिंग्स में उनकी प्रभावकारिता का आकलन करना है।

भविष्य के शोध को एलएनपी, वायरल वैक्टर और पेप्टाइड-आधारित प्लेटफार्मों जैसी वितरण प्रणालियों को परिष्कृत करने और अनुकूलित करने पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए। इन प्रयासों को उनकी दक्षता, स्थिरता, सुरक्षा और मापनीयता बढ़ाने की दिशा में निर्देशित किया जाना चाहिए। इसके अलावा, इष्टतम ट्यूमर-विशिष्ट एजी की पहचान और चयन एमआरएनए टीकों की प्रभावकारिता को बढ़ाने में महत्वपूर्ण है। सी. ए. ए. और नियोएंटिजेन की अतिरिक्त जांच से व्यक्तिगत टीके लग सकते हैं जो प्रभावी रूप से व्यक्तिगत ट्यूमर को लक्षित करते हैं, जिससे उनकी विशिष्टता और चिकित्सीय क्षमता में सुधार होता है। आईसीआई या सेलुलर इम्यूनोथेरेपी के साथ एमआरएनए टीकों को जोड़ने वाले सहक्रियात्मक नियमों की खोज एंटीट्यूमर प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं को बढ़ाने का वादा करती है। ये संयुक्त रणनीतियाँ ट्यूमर माइक्रोएन्वायरमेंट (टी.एम.ई.) को दूर कर सकती हैं और समग्र उपचार परिणामों में सुधार कर सकती हैं। कैंसर के उपचार में एमआरएनए टीकों की सुरक्षा, प्रभावकारिता और दीर्घकालिक लाभों का मूल्यांकन करने के लिए मजबूत मानव परीक्षण करना भी अनिवार्य है।

नैनो निदानः सूक्ष्म विज्ञान, सटीक समाधान

इंशा रिज़वान एवं राजा गोपाल रायावरपु

नैनोमैटीरियल विषविज्ञान प्रयोगशाला, FEST प्रभाग।
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर-आईआईटीआर),
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

नैनोप्रौद्योगिकी वह विज्ञान है जिसमें पदार्थ को नैनोस्तर (1 से 100 नैनोमीटर) पर समझा और नियंत्रित किया जाता है, जहाँ क्वांटम प्रभाव और उच्च सतह-से-आयतन अनुपात के कारण विशेष भौतिक, रासायनिक और जैविक गुण उत्पन्न होते हैं। पिछले दो दशकों में, नैनोप्रौद्योगिकी जैव-चिकित्सा विज्ञान में विशेष रूप से निदान के क्षेत्र में एक परिवर्तनकारी शक्ति के रूप में उभरी है। नैनोस्तर पर पदार्थों के व्यवहार ने ऐसे उपकरणों और प्रणालियों को संभव बनाया है जो पारंपरिक विधियों की तुलना में अधिक संवेदनशील, विशिष्ट और तीव्र हैं।

पारंपरिक निदान तकनीकों जैसे सीटी स्कैन (CT), चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग (MRI) और एक्स-रे, भारी उपकरणों और आक्रामक प्रक्रियाओं (जैसे ऊतक बायोप्सी) पर निर्भर करती हैं, जिससे प्रारंभिक अवस्था में रोग की पहचान में देरी होती है। नैनोप्रौद्योगिकी इन सीमाओं को पार करते हुए वास्तविक समय, गैर-आक्रामक निदान को संभव बनाती है, जो लघु, पोर्टेबल प्रणालियों के माध्यम से किया जाता है। गोल्ड नैनोकण (AuNPs), क्वांटम डॉट्स (QDs), कार्बन नैनोट्यूब्स (CNTs), और मैग्नेटिक नैनोकण (MNPs) जैसे नैनोमैटेरियल्स में अनूठे ऑप्टिकल, इलेक्ट्रॉनिक और चुंबकीय गुण होते हैं, जो इन्हें बायोसेंसिंग अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाते हैं। इन्हें विशेष जैव-अणुओं जैसे डीएनए, आरएनए, प्रोटीन या रोगजनकों से बाँधने के लिए कार्यात्मक बनाया जा सकता है, जिससे कैंसर, हृदय रोग, संक्रमण और तंत्रिका विकारों की पहचान संभव होती है। नैनोप्रौद्योगिकी, पॉइंट-ऑफ-केयर (POC) निदान उपकरणों और लैब-ऑन-ए-चिप प्रणालियों के विकास को भी सक्षम बनाती है, जो न्यूनतम नमूना मात्रा में जटिल जैविक विश्लेषण को उच्च सटीकता के साथ करने में सक्षम हैं। ये नवाचार विशेष रूप से दूरस्थ और संसाधन-विहीन क्षेत्रों में त्वरित परिणाम देने और केंद्रीकृत प्रयोगशालाओं की आवश्यकता को कम करने के लिए महत्त्वपूर्ण हैं। इसके अलावा, नैनोमैटेरियल्स को बायोसेंसरों में एकीकृत कर एकल-अणु की पहचान, प्रारंभिक अवस्था में रोग की निगरानी, और वैयक्तिक उपचार अनुवर्तन जैसे अनुप्रयोग संभव हुए हैं। ये अगली पीढ़ी की निदान प्रणालियाँ न केवल नैदानिक परिणामों को बेहतर बना रही हैं बल्कि समय पर हस्तक्षेप और बेहतर रोग प्रबंधन रणनीतियों को भी बढ़ावा दे रही हैं।

निदान में नैनोप्रौद्योगिकी की मूल बातें

नैनोमैटेरियल्स, जिनका आकार आमतौर पर 3 से 50 नैनोमीटर के बीच होता है, में अणुओं और बल्क पदार्थों के बीच मध्यवर्ती भौतिक गुण होते हैं। इन विशेषताओं के कारण हाल के वर्षों में इन पर चिकित्सा अनुप्रयोगों में विशेष ध्यान दिया गया है। निम्नलिखित अनुभाग प्रमुख नैनोमैटेरियल्स और उनकी विशेषताओं का वर्णन करता है, जिनका उपयोग निदान, दवा वितरण और उपचार में किया जाता है।

क्वांटम डॉट्स (QDs)

क्वांटम डॉट्स (QDs) अर्धचालक नैनोक्रिस्टल होते हैं, जिनका आकार 2 से 10 नैनोमीटर तक होता है। इनकी सबसे उल्लेखनीय विशेषता इनकी आकार-निर्भर फ्लोरेसेंस है-जैसे-जैसे इनका आकार घटता है, उत्सर्जन छोटी तरंगदैर्ध्य की ओर स्थानांतरित होता है। यह गुण जैव-इमेजिंग और मल्टीप्लेक्स बायोमार्कर डिटेक्शन के लिए उपयोगी होता है, खासकर कैंसर और संक्रमणों के प्रारंभिक निदान में। फवे आमतौर पर कैडमियम सेलेनाइड, इंडियम फॉस्फाइड, कार्बन या

चित्र 1: संरचनात्मक आकारों का तुलनात्मक चित्रण, नैनोपार्टिकल से मानव तक।

सोने से बनाए जाते हैं। कार्बन-आधारित फर्क (जैसे ग्राफीन QDs) उच्च जल-विलयनशीलता और कम विषाक्तता प्रदर्शित करते हैं, जो इन्हें इन-विवो अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाता है। इनके सतह कार्यात्मक समूहों को एंटीबॉडी, लिगैंड या न्यूक्लिक एसिड से जोड़ा जा सकता है, जिससे ये रोग विशिष्ट लक्ष्य को पहचान सकते हैं।

गोल्ड नैनोकण (AuNPs)

गोल्ड नैनोकण अपनी सतह प्लाज्मन रेजोनेंस (SPR) विशेषता के कारण प्रमुख बायोसेंसिंग सामग्री हैं। जब प्रकाश इन पर पड़ता है, तो सतही इलेक्ट्रॉन कंपन करने लगते हैं जिससे एक मजबूत और लेबल-फ्री ऑप्टिकल सिग्नल उत्पन्न होता है।ſनछचे को विभिन्न आकारोंकृगोल, रॉड, या स्टारकृमें संश्लेषित किया जा सकता है, जिनका SPR अलग-अलग अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त होता है।

इनकी सतह पर एंटीबॉडी, एप्टामर या पेप्टाइड जोड़े जा सकते हैं, जिससे वे विशिष्ट जैव-अणुओं से बंधते हैं। ये कलोरीमेट्रिक, फ्लोरेसेंस और SERS तकनीकों में उपयोग किए जाते हैं और पिकोमोलर से फेम्टोमोलर स्तर की संवेदनशीलता तक पहुँच सकते हैं। इसके अलावा, इनमें एंजाइम-जैसी गतिविधियाँ भी होती हैं जो सिग्नल बढ़ाने में सहायक होती हैं।

कार्बन नैनोट्यूब्स (CNTs)

कार्बन नैनोट्यूब्स बेलनाकार संरचनाएँ हैं जो ग्राफीन की एक या अधिक परतों से बनी होती हैं। इनकी उच्च यांत्रिक शक्ति, विद्युत चालकता और सतही क्षेत्र इन्हें उत्कृष्ट बायोसेंसर घटक बनाते हैं। ये इलेक्ट्रोकेमिकल और FET आधारित सेंसरों में विशेष रूप से उपयोगी होते हैं।

CNTs एकल-दीवार (SWCNTs) या बहु-दीवार (MWCNTs) हो सकते हैं। निदान में, इन्हें इलेक्ट्रोड सतह संशोधक के रूप में प्रयोग किया जाता है जिससे इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण बेहतर होता है। ये ग्लूकोज, डीएनए, प्रोटीन, और रोगजनकों की पहचान में सहायक होते हैं। इन्हें पहनने योग्य सेंसरों में भी शामिल किया जा रहा है, जो निरंतर स्वास्थ्य निगरानी को संभव बनाते हैं।

ग्राफीन और इसके डेरिवेटिव्स

ग्राफीन एक एक-परमाणु मोटी कार्बन परमाणुओं की चादर होती है जो षट्भुजीय संरचना में व्यवस्थित होती है और इसमें अत्यधिक विद्युत, तापीय, और यांत्रिक गुण होते हैं। इसके डेरिवेटिव्स-ग्राफीन ऑक्साइड (GO) और रिड्यूस्ड ग्राफीन ऑक्साइड (rGO)-में ऐसे फंक्शनल ग्रुप्स जोड़े जाते हैं जो इसे पानी में घुलनशील बनाते हैं और सतह संशोधन की अनुमति देते हैं, जिससे ये बायोसेंसर निर्माण के लिए अत्यधिक उपयुक्त हो जाते हैं। इसकी उच्च इलेक्ट्रॉन गतिशीलता (electron mobility) तीव्र सिग्नल ट्रांसडक्शन में सहायता करती है, जो अल्ट्रासेंसिटिव बायोसेंसिंग के लिए आवश्यक है।

ग्राफीन-आधारित सामग्री का सफलतापूर्वक उपयोग कैंसर बायोमार्कर, वायरल प्रोटीन और न्यूरोडीजेनेरेटिव रोग संकेतकों की पहचान में किया गया है। GO या rGO का उपयोग करने वाले फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET) बायोसेंसरों ने वास्तविक समय में, बिना लेबल के पहचान करने की क्षमता प्रदर्शित की है, जिनकी डिटेक्शन लिमिट अक्सर फेम्टोमोलर रेंज में होती है। जब इन्हें गोल्ड या सिल्वर जैसे नोबल मेटल नैनोपाणटकल्स के साथ जोड़ा जाता है, तो इनकी संवेदनशीलता और कंडक्टिविटी और भी बढ़ जाती है। ग्राफीन सामग्री लचीली और पारदर्शी इलेक्ट्रॉनिक्स को भी सक्षम बनाती है, जिससे निरंतर स्वास्थ्य निगरानी के लिए अगली पीढ़ी के वियरेबल बायोसेंसरों के द्वार खुलते हैं।

मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल्स (MNPs)

मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल्स, विशेष रूप से सुपरपैरामैग्नेटिक आयरन ऑक्साइड नैनोपार्टिकल्स (SPIONs), निदान और उपचार दोनों में उपयोग के लिए लोकप्रिय हो गए हैं, जिन्हें "थेरानॉस्टिक्स" कहा जाता है। इनका छोटा आकार (आमतौर पर 10–50 nm) कोशिकीय प्रवेश को आसान बनाता है और इनकी चुंबकीय विशेषताएं बाहरी मैग्नेटिक फील्ड द्वारा इन्हें नियंत्रित करने योग्य बनाती हैं, जो MRI, लक्षित औषधि वितरण, और मैग्नेटिक हाइपरथर्मिया थेरेपी में उपयोगी हैं।

नैदानिक दृष्टि से, MNPs का व्यापक रूप से प्रोटीन या न्यूक्लिक एसिड पृथक्करण में उपयोग होता है, जिससे जटिल नमूनों से बायोमार्कर का संवर्धन संभव होता है। इमेजिंग में, ये MRI में लक्षित ऊतकों की छवियों को बेहतर बनाते हैं। SPIONs को लक्ष्य निर्देशित लिगैंड्स से फंक्शनलाइज़ करके विशेष ऊतकों जैसे ट्यूमर या सूजन वाले भागों पर लक्षित किया जा सकता है। जब इन्हें एक वैकल्पिक मैग्नेटिक फील्ड के संपर्क में लाया जाता है, तो ये स्थानीय ताप उत्पन्न करते हैं, जिससे केवल कैंसर कोशिकाएं नष्ट होती हैं जबकि स्वस्थ ऊतक सुरक्षित रहते हैं। यह बहुक्रियाशीलता इन्हें सटीक चिकित्सा और इमेज-गाइडेड थेरेपी में महत्वपूर्ण बनाती है।

लिपिड नैनोपार्टिकल्स (LNPs)

लिपिड नैनोपार्टिकल्स (LNPs) गोलाकार कण होते हैं जो आयोनाइज़ेबल या न्यूट्रल लिपिड्स, कोलेस्ट्रॉल और स्टेबलाइज़िंग एजेंट्स से बने होते हैं। ये विशेष रूप से siRN।

चित्र 2: नैनोकणों की सूक्ष्म शक्ति से रोगों की पहचान अब पहले से अधिक तेज और सटीक हो गई है यह चित्र चिकित्सा क्षेत्र में उपयोग हो रहे प्रमुख नैनोपाणटकल्स को दर्शाता है।

और mRN। जैसी न्यूक्लिक एसिड-आधारित थेरपी के लिए प्रभावी कैरियर के रूप में उभरे हैं। इनकी संरचना का मॉड्यूलर स्वरूप आकार, सतही आवेश और रिलीज गति को नियंत्रित करने की अनुमति देता है। LNPs अपने कैरगो को एंजाइमेटिक अपघटन से बचाते हैं और सेलुलर अवशोषण को बढ़ावा देते हैं, विशेष रूप से एंडोसोमल एस्केप मैकेनिज्म के माध्यम से।

mRNA-आधारित COVID-19 वैक्सीन की सफलता ने LNPs की चिकित्सीय वितरण में शक्ति को साबित किया है। वैक्सीन से परे, LNPs का उपयोग टिशू-विशिष्ट जीन एडिटिंग, कैंसर थेरपी, और दुर्लभ आनुवंशिक रोगों के लिए किया जा रहा है। हाल की खोजों में आयोनाइज़ेबल LNPs शामिल हैं जो विशेष रूप से लिवर या मांसपेशियों को लक्षित करते हैं, और श्वसन रोगों के लिए इनहेलेबल LNP फॉर्मूलेशन भी विकसित किए गए हैं। FDA द्वारा अनुमोदित LNP उत्पाद ONPATTRO एक प्रमुख उपलब्धि है, जो हेरिडिटरी एमायलॉइडोसिस के लिए जीन-साइलेंसिंग थेरेपी प्रदान करता है। कुल मिलाकर, LNPs भविष्य की व्यक्तिगत चिकित्सा के लिए एक अत्यधिक अनुकूलन योग्य मंच प्रदान करते हैं।

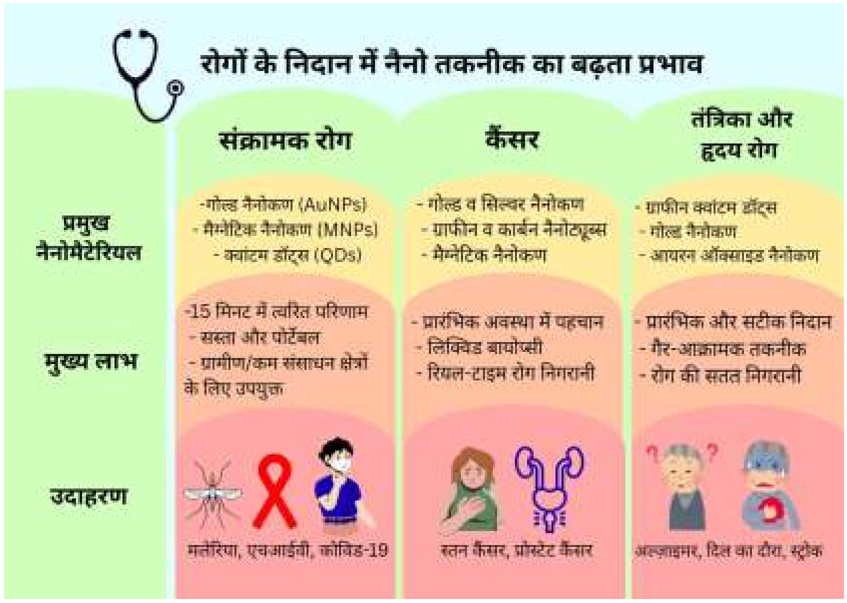
संक्रामक रोगों के निदान में अनुप्रयोग

नैनोटेक्नोलॉजी ने संक्रामक रोगों के निदान की सटीकता, गति और पहुंच को बढ़ा दिया है, जिससे अल्ट्रासेंसिटिव, पोर्टेबल और किफायती डिटेक्शन सिस्टम विकसित हो सके हैं। गोल्ड नैनोपार्टिकल्स (AuNPs), मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल्स (MNPs), और क्वांटम डॉट्स (QDs) जैसे नैनोमैटेरियल्स का उपयोग बायोसेंसर, लैटरल फ्लो एस्से और पॉइंट-ऑफ-केयर (POC) डिवाइस में वायरल, बैक्टीरियल और परजीवी रोगजनकों की पहचान के लिए किया जा रहा है। उदाहरण के लिए, गोल्ड नैनोपार्टिकल-आधारित कलरमैट्रिक परीक्षणों ने मलेरिया, HIV और COVID-19 जैसी बीमारियों के लिए मिनटों में दृश्य परिणाम प्रदान कर त्वरित निदान को सरल बना दिया है।

MNPs न्यूक्लिक एसिड निष्कर्षण में सहायता करते हैं, जिससे RT-PCR जैसे परीक्षणों की संवेदनशीलता और गति बढ़ती है। इसके अलावा, QD-आधारित फ्लोरेसेंस बायोसेंसर एक साथ कई रोगजनकों का पता लगाने में सक्षम हैं, जो सह-संक्रमण की स्थिति में उपयोगी है। ये तकनीकें अक्सर फेम्टोमोलर स्तर पर पहचान करती हैं और जटिल प्रयोगशाला अवसंरचना की आवश्यकता को समाप्त करती हैं, जिससे ये संसाधन-सीमित क्षेत्रों में प्रारंभिक निदान और प्रकोप नियंत्रण के लिए विशेष रूप से मूल्यवान बनती हैं।

कैंसर निदान में अनुप्रयोग

नैनोटेक्नोलॉजी ने कैंसर के निदान को बेहतर बनाकर ट्यूमर बायोमार्कर, सर्कुलेटिंग ट्यूमर कोशिकाओं (CTCs), और सर्कुलेटिंग ट्यूमर DNA (ctDNA) की पहले और अधिक संवेदनशील पहचान को संभव बनाया है। नैनोमैटेरियल्स जैसे



चित्र 3: नैनोमेडिसिन के बढ़ते प्रयोग से रोगों की पहचान अब पहले से अधिक प्रभावी हो गई है यह चित्र विभिन्न बीमारियों में उपयोग किए गए प्रमुख नैनोकणों को दर्शाता है।

गोल्ड नैनोपार्टिकल्स (AuNPs), सिल्वर नैनोपार्टिकल्स (AgNPs), ग्राफीन डेरिवेटिव्स और मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल्स का उपयोग बायोसेंसर और इमेजिंग प्लेटफॉर्म में सिग्नल वृद्धि और लक्ष्य विशिष्टता बढ़ाने के लिए किया जाता है।

SERS-आधारित सेंसर AuNPs के साथ पिकोमोलर स्तर पर कैंसर बायोमार्कर का पता लगाने में सक्षम होते हैं, जबकि MNPs रक्त से दुर्लभ CTCs को पृथक करने में मदद करते हैं। इसके अतिरिक्त, ग्राफीन या कार्बन नैनोट्यूब से बने FET बायोसेंसर कैंसर एंटीजन का रियल-टाइम, बिना लेबल के पता लगाने में सहायक हैं। ये नैनोस्ट्रक्चर MRI, CT और फोटोअकॉस्टिक इमेजिंग जैसी इमेजिंग तकनीकों को भी बेहतर बनाते हैं, जिससे ट्यूमर की सटीक पहचान और स्थान-निर्धारण संभव होता है। ये नवाचार व्यक्तिगत उपचार योजना और उपचार प्रतिक्रिया की निगरानी में मदद करते हैं।

तंत्रिका और हृदय रोगों का निदान

नैनोटेक्नोलॉजी तंत्रिका और हृदय रोगों के निदान के लिए शक्तिशाली उपकरण प्रदान करती है, जो अत्यधिक संवेदनशील और गैर-आक्रामक विधियों से बहुत प्रारंभिक चरणों में बायोमार्कर्स का पता लगा सकती है। न्यूरोलॉजिकल डायग्नोसिस में, गोल्ड नैनोपार्टिकल्स और ग्राफीन क्वांटम डॉट्स का उपयोग अल्जाइमर रोग से जुड़े एमिलॉइड-बीटा (Aβ) पेप्टाइड्स और टाउ प्रोटीन की पहचान के लिए किया जाता है। कार्डियोवास्कुलर डायग्नोसिस में, आयरन ऑक्साइड नैनोपार्टिकल्स का उपयोग MRI में कॉन्ट्रास्ट एजेंट के रूप में किया जाता है, जिससे धमनियों की पट्टियों और सूजन वाले ऊतकों को देखा जा सकता है। इसके अलावा, ट्रोपोनिन I और CRP जैसे हृदय बायोमार्कर का पता लगाने के लिए नैनोपार्टिकल-संयुग्मित बायोसेंसर विकसित किए गए हैं, जिससे हार्ट अटैक का शीघ्र निदान संभव होता है।

लैब-ऑन-ए-चिप और पॉइंट-ऑफ-केयर डिवाइस

नैनोटेक्नोलॉजी से संवर्धित लैब-ऑन-ए-चिप (LOC) और पॉइंट-ऑफ-केयर (POC) डिवाइस पारंपरिक लैब की आवश्यकता के बिना तेज़ और संवेदनशील निदान करने वाले कॉम्पैक्ट प्लेटफॉर्म प्रदान करते हैं। गोल्ड नैनोपार्टिकल्स, ग्राफीन और मैग्नेटिक नैनोस्ट्रक्चर्स जैसी नैनो सामग्री को एकीकृत कर ये सिस्टम उच्च संवेदनशीलता प्राप्त करते हैं और फेम्टो- से पिकोमोलर स्तर तक पहचान कर सकते हैं।

LOC डिवाइस एक ही चिप पर सैंपल तैयारी, प्रतिक्रिया और डिटेक्शन जैसी प्रक्रियाओं को स्वचालित कर सकते हैं, जिससे समय, लागत और सैंपल मात्रा कम हो जाती है। उदाहरणस्वरूप, HIV और टीबी के लिए कलरमैट्रिक या इलेक्ट्रोकेमिकल रीडआउट वाले माइक्रोफ्लुइडिक पेपर-आधारित डिवाइस विकसित किए गए हैं। स्मार्टफोन से इन उपकरणों को जोड़कर रियल-टाइम डेटा ट्रांसमिशन और रीडआउट संभव होता है, जिससे ये दूर-दराज या संसाधन-सीमित क्षेत्रों में अत्यंत उपयोगी सिद्ध होते हैं।

नैदानिक क्षेत्र में नैनोटेक्नोलॉजी का भविष्य

नैनोटेक्नोलॉजी का भविष्य स्मार्ट मटेरियल, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI), और व्यक्तिगत चिकित्सा के विकास से क्रांतिकारी बनने जा रहा है। प्रमुख प्रवृत्तियों में मल्टीफंक्शनल नैनोडिवाइस का विकास शामिल है, जो "थेरानॉस्टिक्स" के रूप में एक साथ निदान और उपचार कर सकते हैं। AI और मशीन लथनग को नैनोबायोसेंसरों से जोड़कर पैटर्न पहचान और पूर्वानुमानात्मक विश्लेषण को और अधिक प्रभावी बनाया जा रहा है।

इसके अलावा, नैनोफोटोनिक या नैनोफ्लुइडिक घटकों का उपयोग करने वाले पहनने योग्य नैनोडायग्नोस्टिक डिवाइस विकसित किए जा रहे हैं, जो पसीने, लार या इंटरस्टिशियल द्रव्य से स्वास्थ्य की सतत निगरानी कर सकते हैं। पर्यावरण सुरक्षा और दीर्घकालिक विषाक्तता को कम करने के लिए ग्रीन सिंथेसिस और बायोडिग्रेडेबल नैनोमैटेरियल्स पर भी ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। नियामक समर्थन और अंतःविषय सहयोग के साथ, नैनोडायग्नोस्टिक्स शीघ्र रोग पहचान, रिमोट निगरानी और सटीक स्वास्थ्य सेवा में क्रांति ला सकते हैं।

निष्कर्ष

नैनोटेक्नोलॉजी आधुनिक निदान में एक परिवर्तनकारी शक्ति के रूप में उभरी है, जो पारंपरिक तकनीकों की सीमाओं को पार करते हुए अत्यधिक संवेदनशील, त्वरित और गैर-आक्रामक समाधान प्रदान करती है। गोल्ड नैनोपार्टिकल्स, क्वांटम डॉट्स, कार्बन नैनोट्यूब्स, ग्राफीन डेरिवेटिव्स, मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल्स और लिपिड-आधारित प्रणालियों जैसे नैनोमैटेरियल्स का लाभ उठाकर, उन्नत निदान प्लेटफॉर्म विभिन्न बीमारियों-कैंसर, संक्रामक, तंत्रिका और हृदय रोगों-के लिए विकसित किए गए हैं।

ये नैनोइनोवेशन पॉइंट-ऑफ-केयर और लैब-ऑन-ए-चिप डिवाइसों को सक्षम बनाते हैं जो क्लिनिकल और सीमित संसाधनों वाले दोनों सेटिंग्स में प्रभावी ढंग से कार्य करते हैं। भविष्य में, नैनोटेक्नोलॉजी का एकीकरण AI, पहनने योग्य तकनीकों और पर्यावरण-अनुकूल सामग्रियों के साथ निदान की सटीकता, पहुंच और स्थिरता को और बढ़ाएगा। निरंतर बहु-विषयक प्रगति के साथ, नैनोटेक्नोलॉजी निदान के भविष्य को परिभाषित करने के लिए तैयार है, समय पर हस्तक्षेप, बेहतर रोगी परिणाम और वैश्विक स्वास्थ्य समानता को समर्थन प्रदान करते हुए।

आजादी की स्याही

सूर्य कान्त सिंह एवं ज्योत्स्ना सिंह

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

प्रतिबंधित मत करो कलम को,
इसे खुल कर लिखने कहने दो,
ये कलमकार की ताकत है इसमें,
आजादी की स्याही रहने दो।

यह राग लिखे अनुराग लिखें,
और लिखें रागिनी जीवन की,
यह प्रीत लिखें मनमीत लिखें,
और मधु यामिनी जीवन की,
यह सृजन लिखे विध्वंस लिखें,
और रुदन कहीं आह्लाद लिखें,
कहीं लिखें बरखा की बूंदे,
कहीं प्रलयंकारी तूफान लिखें
भावों की अभिव्यक्ति है ये,
इसे खुल कर लिखने कहने दो ,
ये कलमकार की ताकत है इसमें,
आजादी की स्याही रहने दो।।

पायल की झंकार लिखें कहीं,
कहीं तलवारों की टंकार लिखें,
कहीं लिखें यह प्रणय गीत,
कहीं रणभेरी हुंकार लिखे,
ये मान लिखें अपमान लिखें,
और कहीं राष्ट्र सम्मान लिखें,
कहीं लिखें पीड़ित के आंसू,
कहीं वीरों का गुणगान लिखें,
यह शब्दों की शक्ति है इसे ,
खुल कर लिखने कहने दो ,
यह कलमकार की ताकत है,
इसमें आजादी की स्याही रहने दो।।
कहीं लिखे यह राम रहीम,
कहीं गीता और कुरान लिखें,
कहीं लिखें पाखंड धर्म का,
कहीं पूजा और अजान लिखें,
कहीं सभ्यता के भीतर ,
छुपा हुआ शैतान लिखें,
कहीं दया और धर्म नीति में,
हो रहा मूर्त भगवान लिखे,
यह शब्दों की भक्ति है इसे,
खुल कर लिखने कहने दो,
यह कलमकार की ताकत है,
इसमें आजादी की स्याही रहने दो।।

शहरी परिवेश में वीओसी का स्थानिक आकलन तथा उनसे संबंधित ओजोन निर्माण क्षमता और स्वास्थ्य जोखिमपर प्रभाव

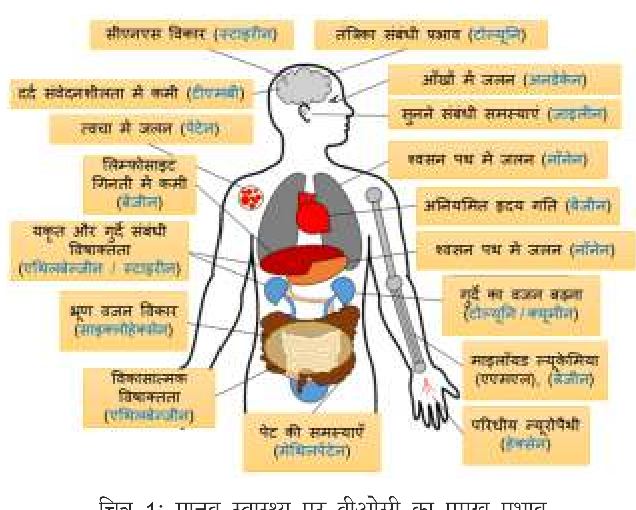
हरि ओम प्रसाद, सुरेश कुमार विश्वकर्मा, श्रीकांत बोज्जागनी
पर्यावरण निगरानी प्रयोगशाला, ए.एस.एस.आई.एस.टी. विभाग, सी.आर. कृष्णमूर्ति (सी.आर.के) परिसर
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
सरोजनी नगर औद्योगिक क्षेत्र, गहरु लखनऊ-226008, उत्तर प्रदेश, भारत

निम्न क्वथनांक और उच्च वाष्प दाब वाली विभिन्न कार्बनिक प्रजातियां, जो वायुमंडल में संग्रहित होकर प्रक्रिया करती हैं, वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (वीओसी) बनाती हैं। यह क्षोभमंडल में प्रकाश रासायनिक धुंध, ओजोन और द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल के निर्माण, समतापमंडलीय ओजोन की कमी और जलवायु परिवर्तन की घटना में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ओजोन को ग्रीनहाउस गैस माना जाता है, और यह सौर विकिरण की उपस्थिति में वीओसी, कार्बन-मोनोऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड से जुड़ी रासायनिक प्रक्रियाओं के माध्यम से बनती है। वैश्विक स्तर पर, वीओसी बायोजेनिक और मानवजनित दोनों स्रोतों से उत्सर्जित होते हैं, जिनकी सीमा लगभग 1200 से 1600 TgC/वर्ष तक होती है, जहाँ बायोजेनिक उत्सर्जन मानवजनित उत्सर्जन पर अत्यधिक प्रभावी होते हैं। जैवजनित उत्सर्जन में मुख्य रूप से स्थलीय पौधों से निकलने वाले आइसोप्रीन और मोनोटेरपेन शामिल हैं। इसके विपरीत, गैसोलीन/डीजल वाहन, ईंधन भंडारण, बायोमास जलाना और औद्योगिक उत्सर्जन मानवजनित वीओसी के लिए प्रमुख योगदानकर्ता हैं। शहर के अलग-अलग कार्यात्मक क्षेत्रों में वीओसी उत्सर्जन में भिन्नता मुख्य रूप से उत्सर्जन स्रोत की क्षमता, मौसम संबंधी स्थितियों और वनस्पति आवरण से प्रभावित होती है। वायुमंडलीय रसायन विज्ञान में वीओसी की भूमिका के अलावा, वे मानव स्वास्थ्य और वनस्पति पर प्रतिकूल प्रभाव के लिए भी जाने जाते हैं, यहाँ तक कि कम सांद्रता स्तर पर भी इसके प्रतिकूल प्रभाव मानव स्वास्थ्य पर देखने को मिलते है।

वायुमंडलीय प्रकाश रासायनिक में वीओसी की भूमिका और सार्वजनिक स्वास्थ्य पर उनके हानिकारक प्रभावों के संदर्भ में, शहरी और ग्रामीण वातावरण में परिवेशी वीओसी माप की दुनिया भर में व्यापक रूप से जांच की गई है। वीओसी की सांद्रता से संबंधित कई अध्ययन हुए हैं, लेकिन विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में वीओसी संबंधित ओजोन निर्माण क्षमता और स्वास्थ्य जोखिम से संबंधित अध्ययन बहुत कम हुए हैं। वर्तमान अध्ययन मुख्य रूप से शहरी क्षेत्र लखनऊ के विभिन्न कार्य क्षेत्रों में वीओसी के स्वास्थ्य जोखिमों और ओजोन निर्माण क्षमता पर केंद्रित है। यह शहरी पर्यावरण में वीओसी के स्थानिक मूल्यांकन और परिवेश प्रोफाइल के बीच अंतर्संबंध का एक सतत अध्ययन है, जो पहले ही विषविज्ञान संदेश, अंक संख्या 41 में प्रकाशित हो चुका है।

वीओसी का पर्यावरण पर प्रभाव

वीओसी पर्यावरण पर महत्वपूर्ण नकारात्मक प्रभाव डाल सकते



चित्र 1: मानव स्वास्थ्य पर वीओसी का प्रमुख प्रभाव

हैं। ये यौगिक, जब वायुमंडल में छोड़े जाते हैं, तो वायु प्रदूषण और पर्यावरण क्षरण के विभिन्न रूपों में योगदान करते हैं। वीओसी के मुख्य पर्यावरणीय प्रभाव जमीनी स्तर ओजोन, स्मॉग के निर्माण में उनकी भूमिका और पारिस्थितिकी तंत्र पर उनके प्रभावों से जुड़े हैं।

भू-स्तर पर ओजोन निर्माणः जब वीओसी सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में नाइट्रोजन ऑक्साइड के साथ प्रक्रिया करते हैं, तो वे ओजोन उत्पन्न करते हैं। जमीनी स्तर पर ओजोन प्रकाश संश्लेषण को कम करके और पत्तियों को नुकसान पहुँचाकर वनस्पति को नुकसान पहुँचा सकता है, जिससे फसल की पैदावार और वन स्वास्थ्य में कमी आ सकती है। संवेदनशील पौधों की प्रजातियाँ विकास में कमी और प्रजनन क्षमता में कमी से पीड़ित हो सकती हैं।

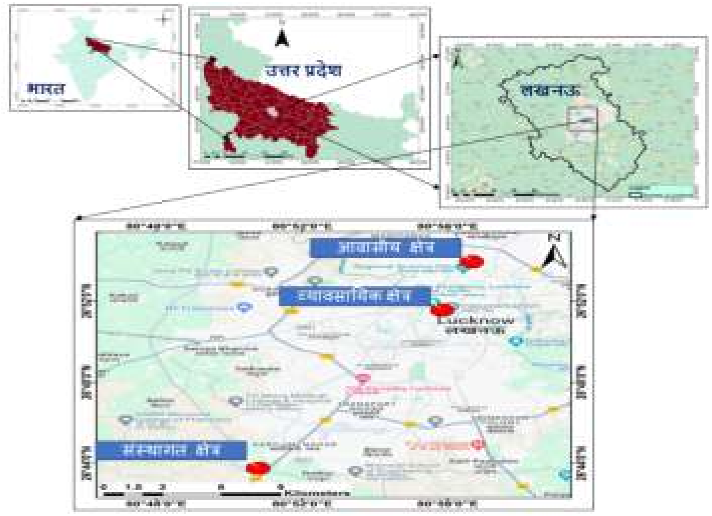
ग्लोबल वार्मिंग में योगदानः वीओसी, जमीनी स्तर पर ओजोन का निर्माण करके, पृथ्वी की सतह को गर्म करती हैं। ओजोन एक शक्तिशाली ग्रीनहाउस गैस है, और निचले वायुमंडल में इसकी उपस्थिति ग्रीनहाउस प्रभाव प्रदर्शित करती है, जिससे विशेष रूप से शहरी और औद्योगिक क्षेत्रों में वैश्विक तापमान में वृद्धि के प्रभाव तीव्र हो जाते हैं।

ओजोन क्षरणः कुछ प्रकार के वीओसी (विशेष रूप से क्लोरोफ्लोरोकार्बन) ऊपरी वायुमंडल में ओजोन परत के क्षय में योगदान करते हैं। ओजोन परत सूर्य से आने वाली हानिकारक पराबैंगनी विकिरण को रोकने के लिए महत्वपूर्ण है, और इसके पतले होने से पृथ्वी की सतह तक पहुँचने वाले यूवी विकिरण के स्तर में वृद्धि होती है, जो स्वास्थ्य समस्याओं का कारण बन सकती है, और पारिस्थितिकी तंत्र को बाधित कर सकती है।

स्मॉग में योगदानः वीओसी फोटोकैमिकल स्मॉग के निर्माण में प्राथमिक योगदानकर्ता हैं। वीओसी, नाइट्रोजन ऑक्साइड और सूर्य का प्रकाश ओजोन जैसे हानिकारक प्रदूषक बनाने के लिए परस्पर क्रिया करते हैं। स्मॉग खराब वायु गुणवत्ता का कारण बन सकता है, विशेष रूप से शहरी क्षेत्रों में लंबे समय तक वातावरण में बना रह सकता है।

वीओसी का मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव

वीओसी के संपर्क में आने से उनकी रासायनिक विविधता के कारण सार्वजनिक स्वास्थ्य पर तीव्र और दीर्घकालिक प्रभाव पड़ता है, जिसमें गैर-कार्सिनोजेनिक (संवेदी जलन, श्वसन विकार, यकृत-गुर्दे की हानि) और कार्सिनोजेनिक (फेफड़े, रक्त, गुर्दे और पित्त पथ का कैंसर) प्रभाव शामिल है। चित्र-1 में मानव स्वास्थ्य पर वीओसी का प्रमुख प्रभाव दिया हुआ है।



चित्र 2: लखनऊ शहर में अध्ययन स्थल

अध्ययन पद्धति

अध्ययन क्षेत्र

प्री-मानसून सीजन 2024, के दौरान लखनऊ में वीओसी को तीन कार्यात्मक क्षेत्रों यानी व्यावसायिक क्षेत्र (चौक), आवासीय क्षेत्र (अलीगंज), और संस्थागत क्षेत्र (सीआरके परिसर, सीएसआईआर-आईआईटीआर) में एकत्र किया गया था। व्यायसायिक क्षेत्र बाजार की गतिविधियों, वाणिज्यिक कार्यालय इमारतें से घिरा हुआ है, और चौड़ी सड़कें के साथ निरंतर वाहनों की आवाजाही होती रहती हैं। आवासीय क्षेत्र में वाहनों की आवाजाही अधिक है, साथ ही शहरी गतिविधियाँ भी हैं, और यह घनी वनस्पतियोंध्पेड़ों से घिरा हुआ हैं। सीआरके परिसर - शहरी गतिविधियों से बहुत दूर और घनी वनस्पतियों/पेड़ों से घिरा हुआ है। चित्र-2 लखनऊ शहर में नमूना स्थलों सहित अध्ययन क्षेत्र के भू-संदर्भित मानचित्र को दर्शाता है।

सर्वेक्षण कार्यप्रणाली

लखनऊ शहर के तीन अलग-अलग कार्यात्मक क्षेत्रों में वास्तविक समय वीओसी सैंपलर द्वारा वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (वीओसी) का नमूना लिया गया। वीओसी का वास्तविक समय नमूनाकरण सात दिनों (12 जून 2024 - 18 जून 2024) के लिए हनीवेल रियल-टाइम वीओसी एनालाइजर (मेक एंड मॉडलः आरएई बाय हनीवेल; पीपीबी-आरएई 3000+) द्वारा तीन अलग-अलग समय पर यानी सुबह (7:00 AM-10:00 AM), दोपहर (12:00 PM - 3:00 PM) और रात (7:00 PM - 10:00 PM) बजे विभिन्न खतरनाक वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों की प्रति घंटा सांद्रता को मापने के लिए किया गया। इसके बाद वीओसी की औसत सांद्रता की गणना की गई।

तालिका-1: लखनऊ के विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में औसत वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (वीओसी) की सांद्रता				
क्र.सं.	वीओसी	औसत वीओसी सांद्रता (-g/m3)		
		व्यावसायिक क्षेत्र	आवासीय क्षेत्र	संस्थागत क्षेत्र
1	बेंजीन	9.53±3.83	8.64±3.30	4.30±2.31
2	टोल्यूनि	28.72±21.72	18.71±12.24	4.20±2.66
3	एथिलबेन्जीन	9.9±5.57	8.04±2.66	3.80±1.11
4	जाइलीन-पी	50.53±35.96	26.25±17.22	5.76±2.80
5	स्टाइरीन	5.57±2.80	3.39±1.75	1.99±0.78
6	आइसोब्यूटिलीन	12.76±7.29	6.61±4.43	4.42±2.53
7	हेक्सेन-एन	5.46±2.92	3.30±1.52	1.82±1.03
8	एसीटोन	0.41±0.26	0.23±0.14	0.18±0.10
9	क्लोरोबेंजीन	12.03±8.60	12.97±7.21	2.12±1.46
10	कार्बन टेट्रा क्लोराइड	21.04±16.89	18.36±18.-06	1.85±1.20
	∑वीओसीसांद्रता (-g/m3)	155.95±105.84	106.2±68.85	28.45±17.97

तालिका-2: विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में वीओसी की ओजोन निर्माण क्षमता				
क्र.सं.	वीओसी	व्यावसायिक क्षेत्र	आवासीय क्षेत्र	संस्थागत क्षेत्र
1	बेंजीन	6.86	6.22	1.67
2	टोल्यूनि	114.89	74.84	16.79
3	एथिलबेन्जीन	30.09	24.45	11.54
4	जाइलीन-पी	386.07	200.55	44.03
5	स्टाइरीन	9.64	5.86	3.44
6	हेक्सेन-एन	6.77	4.09	2.26
7	एसीटोन	0.15	0.08	0.07
8	क्लोरोबेंजीन	3.85	4.15	0.68
	∑ओजोन निर्माण क्षमता ppbv	558.32	320.25	80.47

ओजोन निर्माण क्षमता

वीओसी की कई प्रजातियाँ फोटोकैमिकल स्मॉग और ओजोन अणु के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। कार्टर (1994) ने वीओसी प्रजातियों की प्रतिक्रियाशीलता की गणना अधिकतम वृद्धिशील प्रतिक्रियाशीलता (एमआईआर) के संदर्भ में की थी। ओजोन निर्माण क्षमता की गणना समीकरण (1) द्वारा की गई, यह पहले के शोध अध्ययनों में बताया गया है (हान एट. अल., 2023; यादव एट. अल., 2024)।

ओजोन निर्माण क्षमता*i* = सांद्रता*i* X एमआईआर*i* समीकरण (1)

जहाँ ओजोन निर्माण क्षमता प्रजाति की ओजोन निर्माण क्षमता है, सांद्रता वीओसी प्रजाति की सांद्रता है और एमआईआर वीओसी प्रजाति की अधिकतम वृद्धिशील प्रतिक्रिया है।

स्वास्थ्य जोखिम आकलन

यूएसईपीए (2009ए) पद्धति का उपयोग लक्षित आबादी के परिवेशी वायु में वीओसी के संपर्क में आने से संभावित मानव स्वास्थ्य जोखिमों (गैर-कैंसर और कैंसर जोखिम) का अनुमान लगाया गया है। वीओसी के लिए, साँस के माध्यम से एक्सपोजर सांद्रता (ईसी) (μg/m3) की गणना समीकरण (2) में यूएसईपीए (2009ए) के अनुसार की गई है।

ईसी = (सी×ईटी×ईएफ×ईडी)/एटी समीकरण (2)

जहाँ एक्सपोजर सांद्रता (ईसी), (μg/m3); परिवेशी वायु में वीओसी की सांद्रता (सी) (μg/m3); एक्सपोजर समय (ईटी), घंटाधदिन; एक्सपोजर आवृत्ति (ईएफ), दिनध्वर्ष; एक्सपोजर अवधि (ईडी), वर्ष; औसत समय (एटी), घंटे (गैर-कैंसरजन्य जोखिम मूल्यांकन के लिए एटी=365 दिन/वर्ष×ईडी×24 घंटे/दिन, कैंसरजन्य जोखिम आंकलन के लिए एटी=365 दिन/वर्ष×70 वर्ष×24 घंटे/दिन), मानव आबादी के ईटी, ईएफ और ईडी की जानकारी द्वितीयक डेटा से ली गई है।

इस गणना किए गए ईसी मानों का उपयोग गैर-कैंसर जोखिम (एनसीआर) को चिह्नित करने और कैंसर के जोखिम (सीआर)

का अनुमान लगाने के लिए किया गया है। परिवेशी वायु में वीओसी के संपर्क से एनसीआर को जोखिम भागफल (एचक्यू) और जोखिम सूचकांक (एचआई) के संदर्भ में वर्णित किया गया है। जोखिम भागफल अनिवार्य रूप से किसी पदार्थ के संभावित जोखिम और संदर्भ सांद्रता का अनुपात है जिस पर कोई प्रतिकूल स्वास्थ्य प्रभाव नहीं होता है (ईपीए, 2011)। किसी स्थान पर विभिन्न प्रदूषकोंध्पदार्थों के जोखिम भागफलों का योग हमें उस स्थान का जोखिम सूचकांक (एचआई) देता है। एचआई के मान में वृद्धि होने पर जोखिम की समान संभावना बढ़ जाती है।

$$\text{एचक्यू} = \text{ईसी} / (\text{आरएफसी} \times 1000\,\mu g/m^3) \qquad \text{समीकरण (3)}$$

$$\text{एचआई} = \sum_{i=1}^{n} \text{एचक्यू1} + \text{एचक्यू2} + \cdots + \text{एचक्यूi} \qquad \text{समीकरण (4)}$$

वर्तमान अध्ययन में सीआर ने समीकरण (5) का उपयोग करके इनहेलेशन यूनिट जोखिम (आईयूआर) से गणना की गई संभावनाओं के संदर्भ में मूल्यांकन किया है। आईयूआर को ”ऊपरी सीमा अतिरिक्त जीवनकाल कैंसर जोखिम के रूप में परिभाषित किया गया है, जिसका अनुमान हवा में 1 μg/m3 की सांद्रता वाले एजेंट के निरंतर संपर्क से लगाया जाता है“ ख्यूएसईपीए (यूएसईपीए, 2009बी)।

$$\text{सीआर} = \text{ईसी} \times \text{आईयूआर} \qquad \text{समीकरण (5)}$$

जहाँ आरएफसी - संदर्भ सांद्रता (mg/m3); इनहेलेशन यूनिट जोखिम- आईयूआर (&g/m3)-1

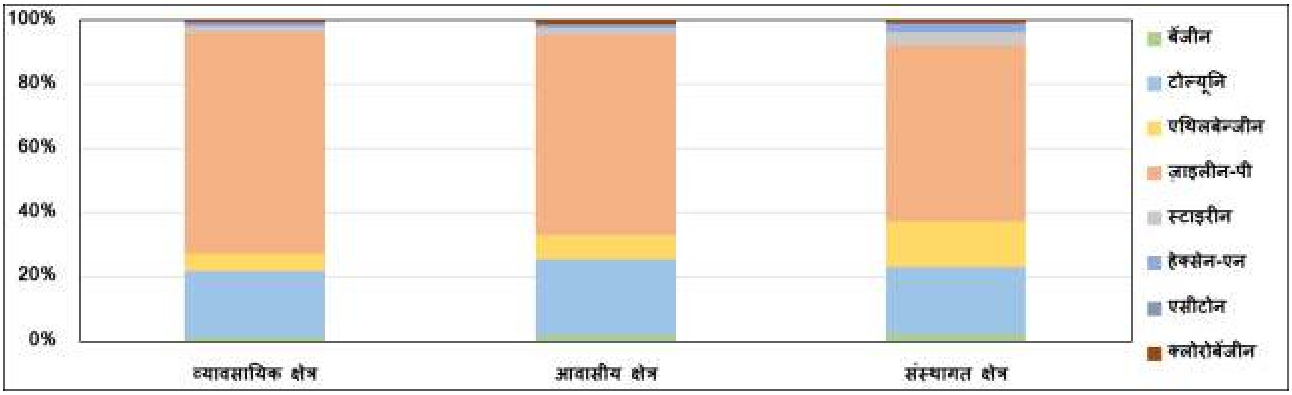
परिणाम और विश्लेषण

वीओसी की सांद्रता विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों की गतिविधियों के आधार पर भिन्न होती है। क्षेत्र में वीओसी उत्सर्जन की भिन्नता काफी हद तक उत्सर्जन स्रोत शक्ति, मौसम संबंधी स्थितियों और वनस्पति द्वारा प्रभावित होती है। व्यावसायिक, आवासीय और औद्योगिक स्थलों पर 10-विषाक्त वीओसी की औसत सांद्रता तालिका-1 में दर्शायी गई है। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में वीओसी की औसत सांद्रता क्रमशः 155.95±105.84 μg/m3, 106.2±68.85 μg/m3, 28.45±17.97 μg/m3 पाई गई। आवासीय और संस्थागत क्षेत्र की तुलना में व्यावसायिक क्षेत्र में वीओसी की सांद्रता अधिक पाई गई हैं। व्यावसायिक क्षेत्र उच्चतम वीओसी सांद्रता होने का मुख्य कारण वाहनों से उत्सर्जन, ईंधन वाष्पीकरण, विलायक का उपयोग और अन्य चयनित स्थलों पर मानवजनित गतिविधियाँ है। संस्थागत क्षेत्र में न्यूनतम सांद्रता दर्ज की गई, क्योंकि यह क्षेत्र घनी वनस्पतियों से घिरा हुआ है और शहरी गतिविधियाँ कम हैं।

ओजोन निर्माण की क्षमता किसी भी कार्बनिक प्रजाति (वीओसी) की परिवेशी वायु में सांद्रता और उसकी प्रकाश रासायनिक प्रतिक्रियाशीलता पर निर्भर करती है। विभिन्न वीओसी की प्रतिक्रियाशीलता उनकी आणविक संरचना, कार्यात्मक समूहों और उनके ऑक्सीकरण की प्रवृत्ति पर निर्भर करती है। तालिका 2 में विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता को दर्शाया गया है। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता का कुल औसत क्रमशः 558.32 ppbv, 320.25 ppbv, 80.47 ppbv पाई गई। व्यावसायिक क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता अन्य क्षेत्रों की तुलना में अधिक दर्ज की गई, जिसका प्राथमिक कारण इन क्षेत्रों में वीओसी और नाइट्रोजन ऑक्साइड की उच्च सांद्रता होना है। व्यावसायिक क्षेत्रों में सामान्यतः वाहनों का उच्च घनत्व, औद्योगिक गतिविधियाँ, ईंधन दहन प्रक्रियाएँ, विलायक-आधारित उत्पादों का उपयोग और अन्य मानवजनित स्रोत उच्च मात्रा में वीओसी और नाइट्रोजन ऑक्साइड का उत्सर्जन करते हैं। ये यौगिक सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में फोटोकैमिकल स्मॉग निर्माण को प्रेरित करते हैं, जिससे ट्रोपोस्फेरिक ओजोन का स्तर बढ़ता है। इसके विपरीत, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता तुलनात्मक रूप से कम दर्ज की गई। यह प्रवृत्ति इन क्षेत्रों में कम यातायात घनत्व, सीमित औद्योगिक गतिविधियाँ, हरित क्षेत्रों की उपस्थिति, और वायु में वीओसी व नाइट्रोजन ऑक्साइड की अपेक्षाकृत कम सांद्रता के कारण देखी गई। विशेष रूप से, संस्थागत क्षेत्रों में इन यौगिकों की सांद्रता न्यूनतम होने के कारण, वहां ओजोन निर्माण की संभावना सबसे कम रही।

ओजोन निर्माण क्षमता के मुख्य योगदानकर्ता टोल्यूनि, एथिलबेन्जीन और जाइलीन-पी थे, जो काफी प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाशीलता प्रदर्शित करते थे। व्यावसायिक क्षेत्र में कुल ओजोन निर्माण क्षमता का 95.11% इन तीन वीओसी से प्रभावित था। उच्च यातायात घनत्व, औद्योगिक गतिविधियाँ, और पेट्रोलियम उत्पादों के अधिक उपयोग के कारण व्यावसायिक क्षेत्र सर्वाधिक योगदान देता है। आवासीय क्षेत्र में ओजोन निर्माण क्षमता का 93.63% इन वीओसी से संबंधित था। घरेलू ईंधन उपयोग, पेंट, क्लीनिंग उत्पादों, और वाहनों के उत्सर्जन की भूमिका आवासीय क्षेत्र में प्रमुख रही। संस्थागत क्षेत्र में ओजोन निर्माण क्षमता में इन वीओसी का योगदान 89.92% दर्ज किया गया। इन क्षेत्र में कम यातायात घनत्व और औद्योगिक गतिविधियों की न्यूनता के कारण इनका योगदान तुलनात्मक रूप से कम पाया गया। चित्र-3 विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता में व्यक्तिगत वीओसी के प्रतिशत योगदान को दर्शाता है। यह विश्लेषण प्रदर्शित करता है कि टोल्यूनि, एथिलबेन्जीन और जाइलीन-पी का ओजोन निर्माण में प्रमुख योगदान है।

इस अध्ययन में लखनऊ के तीन कार्यात्मक स्थलों (व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत) पर दस वीओसी के संपर्क से संभावित गैर-कैंसर जोखिम और चार वीओसी से संबंधित कैंसर जोखिम का विस्तृत मूल्यांकन किया गया है, और परिणाम तालिका-3 में दर्शाए गए हैं। सभी अध्ययन क्षेत्रों में एचआई मान 1 से कम पाया गया। इसका तात्पर्य यह है, कि मानव स्वास्थ्य पर किसी भी

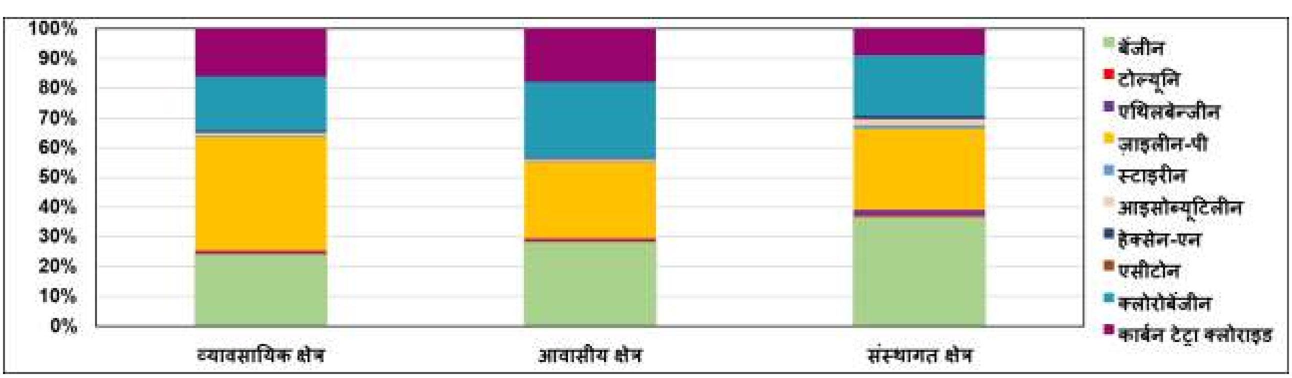


चित्र 3: विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता में व्यक्तिगत वीओसी का प्रतिशत योगदान

वीओसी के कारण गैर-कैंसर जोखिम स्तर तक नहीं पहुंचा। हालांकि, व्यावसायिक स्थलों पर वीओसी के उच्च सांद्रण के कारण एचआई मान तुलनात्मक रूप से अधिक था। संस्थागत स्थल में एचआई मान सबसे कम पाया गया, जिससे संकेत मिलता है कि यहाँ स्वास्थ्य पर वीओसी का न्यूनतम प्रभाव है। तालिका-३ के निष्कर्षों के अनुसार, व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत स्थलों पर कैंसर जोखिम 1 × 10□ की सीमा से अधिक पाया गया, जो यूएसईपीए द्वारा निर्धारित स्वीकृत सीमा 1 × 10□ से अधिक है। यह इंगित करता है कि इन स्थलों पर वीओसी के दीर्घकालिक संपर्क से कैंसर का संभावित जोखिम मौजूद है। व्यावसायिक क्षेत्र में कैंसर जोखिम का मान सबसे अधिक पाया गया, जिसका मुख्य कारण उच्च बेंजीन और क्लोरोबेंजीन की सांद्रता है। आवासीय क्षेत्र में कैंसर जोखिम मध्यम स्तर पर पाया गया। संस्थागत क्षेत्र में कैंसरजन्य वीओसी की सांद्रता सबसे कम दर्ज की गई, लेकिन फिर भी जोखिम सीमा से अधिक थी।

वायु गुणवत्ता और मानव स्वास्थ्य पर वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों के प्रभावों का मूल्यांकन करते समय यह निष्कर्ष निकाला गया कि बेंजीन, जाइलीन-पी, क्लोरोबेंजीन, और कार्बन टेट्रा क्लोराइड गैर-कैंसरजन्य स्वास्थ्य जोखिमों में प्रमुख योगदानकर्ता थे। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में गैर-कैंसरजन्य जोखिम में इन तीन वीओसी का प्रतिशत योगदान क्रमशः 96.82%, 97.39% और 93.48% पाया गया। चित्र-4 में विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में गैर-कैंसरजन्य जोखिम के लिए व्यक्तिगत वीओसी के प्रतिशत योगदान को दर्शाया गया है, जिससे यह स्पष्ट होता है कि इन यौगिकों की सांद्रता और जोखिम स्तर स्थान-विशिष्ट कारकों जैसे उत्सर्जन स्रोतों, वेंटिलेशन स्थितियों और पर्यावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर करते हैं।

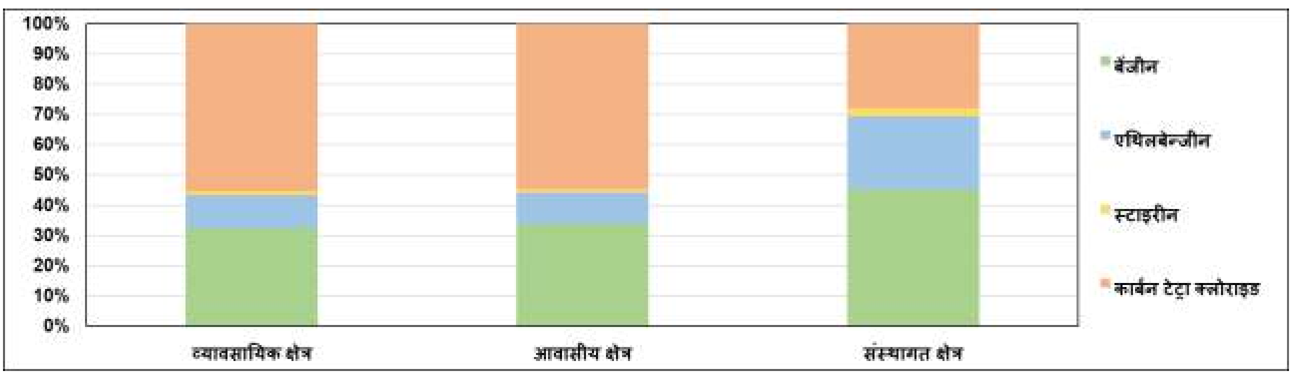
कैंसर जोखिम मुख्य रूप से बेंजीन, एथिलबेन्जीन और कार्बन टेट्रा-क्लोराइड के कारण होता है, जिनका योगदान क्रमशः व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में 32.52%, 10.83%, 55.26%; 34.07%, 10.17%, 54.78%; 45.40%, 23.88%, 27.88% है। चित्र-5 विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में व्यक्तिगत वीओसी द्वारा कैंसरजन्य जोखिम में योगदान को दर्शाता है।



चित्र 4: विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में गैर-कैंसर जोखिम में व्यक्तिगत वीओसी का प्रतिशत योगदान

तालिका-3ः लखनऊ शहर के विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में रहने वाले मनुष्यों के स्वास्थ्य जोखिम का पूर्वानुमानात्मक मूल्यांकन

वीओसी	हैजर्ड क्वॉटेंट/गैर-कैंसर जोखिम (एचक्यू/एनसीआर)			कैंसर रिस्क (सीआर)		
	व्यावसायिक क्षेत्र	आवासीय क्षेत्र	संस्थागत क्षेत्र	व्यावसायिक क्षेत्र	आवासीय क्षेत्र	संस्थागत क्षेत्र
बेंजीन	$1.31 x 10^{-1}$	$1.18 x 10^{-1}$	$7.39 x 10^{-2}$	$3.05 x 10^{-5}$	$2.77 x 10^{-5}$	$1.73 x 10^{-5}$
टोल्यूनि	$2.36 x 10^{-3}$	$1.54 x 10^{-3}$	$8.05 x 10^{-4}$	--	--	--
एथिलबेन्जीन	$4.07 x 10^{-3}$	$3.31 x 10^{-3}$	$3.64 x 10^{-2}$	$1.02 x 10^{-5}$	$8.26 x 10^{-6}$	$9.10 x 10^{-6}$
जाइलीन-पी	$2.08 x 10^{-1}$	$1.08 x 10^{-1}$	$5.53 x 10^{-2}$	--	--	--
स्टाइरीन	$2.29 x 10^{-3}$	$1.39 x 10^{-3}$	$1.91 x 10^{-3}$	$1.31 x 10^{-6}$	$7.94 x 10^{-7}$	$1.09 x 10^{-6}$
आइसोब्यूटिलीन	$5.24 x 10^{-3}$	$2.72 x 10^{-3}$	$4.24 x 10^{-3}$			
हेक्सेन-एन	$3.20 x 10^{-3}$	$1.94 x 10^{-3}$	$2.49 x 10^{-3}$	--	--	--
एसीटोन	$5.48 x 10^{-6}$	$3.00 x 10^{-6}$	$5.67 x 10^{-6}$	--	--	--
क्लोरोबेंजीन	$9.89 x 10^{-2}$	$1.07 x 10^{-1}$	$4.07 x 10^{-2}$	--	--	--
कार्बन टेट्रा क्लोराइड	$8.65 x 10^{-2}$	$7.42 x 10^{-2}$	$1.77 x 10^{-2}$	$5.19 x 10^{-5}$	$4.45 x 10^{-5}$	$1.06 x 10^{-5}$
∑एचआईवीओसी/ सीआरवीओसी	$5.41 x 10^{-1}$	$4.18 x 10^{-1}$	$2.01 x 10^{-1}$	$9.39 x 10^{-5}$	$8.13 x 10^{-5}$	$3.81 x 10^{-5}$



चित्र 5ः विभिन्न कार्यात्मक क्षेत्रों में कैंसर जोखिम में व्यक्तिगत वीओसी का प्रतिशत योगदान

निष्कर्ष

शहरी वायु गुणवत्ता में सभी वायु प्रदूषकों के बीच, वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (वीओसी) एक महत्वपूर्ण आशय बन गया है, इसका मुख्य कारण द्वितीयक एरोसोल, वायुमंडल के क्षोभमंडल स्तर पर ओजोन के निर्माण, और मानव शरीर पर विषाक्त स्वास्थ्य प्रभाव है। वीओसी की सांद्रता कार्यात्मक क्षेत्र के बीच काफी भिन्न होती है, इसकी मुख्य कारण विभिन्न प्रकार के प्रमुख उत्सर्जन स्रोत हैं। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में वीओसी की कुल औसत सांद्रता क्रमशः 155.95±105.84 µg/m3, 106.2±68.85 µg/m3, 28.45±17.97 µg/m3 पाई गई। आवासीय और संस्थागत क्षेत्र की तुलना में व्यावसायिक क्षेत्र में वीओसी की सांद्रता अधिक पाई गई हैं। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों में ओजोन निर्माण क्षमता का कुल औसत क्रमशः 558.32 ppbv, 320.25 ppbv, 80.47 ppbv पाया गया। आवासीय और संस्थागत क्षेत्र की तुलना में व्यावसायिक क्षेत्र में ओजोन निर्माण क्षमता अधिक पाई गई। ओजोन निर्माण क्षमता के मुख्य योगदानकर्ता टोल्यूनि, एथिलबेन्जीन और जाइलीन-पी थे, जो काफी प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाशीलता प्रदर्शित करते थे। गैर-कैंसर और कैंसर का सापेक्ष जोखिम आवासीय और संस्थागत क्षेत्रों की तुलना में व्यावसायिक स्थलों पर अधिक पाया गया। सभी अध्ययन क्षेत्रों में एचक्यू और एचआई का मान 1 से कम पाया गया है। यह दर्शाता है कि कोई गैर कैंसर जोखिम नहीं थे। व्यावसायिक, आवासीय और संस्थागत स्थलों पर मनुष्यों में कैंसर का जोखिम 1X10-5 की सीमा से अधिक पाया गया, जो संभावित जोखिम दर्शाता हैं। हवा से कार्सिनोजेनिक विषाक्त पदार्थों को हटाना उच्च प्राथमिकता होना चाहिए, जो भविष्य के वायु-प्रदूषण को नियंत्रण कर सके। शहरी औद्योगिक क्षेत्रों में जटिल वायु प्रदूषण के संदर्भ में, भविष्य में नियंत्रित औद्योगिक और यातायात उत्सर्जन से सह-उत्सर्जित अल्केन्स और एरोमैटिक्स में न केवल कमी आएगी अपितु द्वितीयक प्रदूषण, और मनुष्यों के लिए जहरीली प्रजातियों के गंभीर स्वास्थ्य जोखिमों को भी रोकेगा।

महिलाओं में ज़ीनोएस्ट्रोजेन्स का एंडोमेट्रियल स्वास्थ्य पर प्रभाव

सारिया अंजुम, राज बाजपेयी एवं कौसर महमूद अंसारी
खाद्य विष विज्ञान प्रयोगशाला, FEST प्रभाग, सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

एंडोमेट्रियम महिला गर्भाशय की सबसे भीतरी और महत्वपूर्ण परत होती है, जो मासिक धर्म चक्र के दौरान हार्मोनल बदलावों के अनुसार लगातार बदलती रहती है। एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टेरोन हार्मोन के संतुलित तालमेल से महिलाओं का स्वास्थ्य और प्रजनन क्षमता सुचारु रूप से चलती है इसी से गर्भधारण और मासिक धर्म जैसी प्रक्रियाएं सामान्य होती हैं। परंतु बदलती जीवनशैली, खान-पान आदतों, सौंदर्य प्रसाधनों, दवाओं और प्लास्टिक के इस्तेमाल में हुई बढ़ोत्तरी के कारण आज हम ऐसे बाहरी रासायनिक एस्ट्रोज़न (ज़ेनोएस्ट्रोजेन) के संपर्क में आ रहे हैं, जो प्राकृतिक हार्मोन की तरह काम करते हैं और महिला हार्मोन सिस्टम को गंभीर रूप से प्रभावित करते हैं। हमारे भोजन, पानी, प्लास्टिक उत्पादों, बच्चों की बोतलों, टिन के डिब्बों और दैनिक उपयोग की कई चीज़ों में बार-बार ज़ेनोएस्ट्रोजेन के अंश मिल रहे हैं। यही रसायन महिला शरीर में हार्मोनल संतुलन को बिगाड़ सकते हैं, जिससे एंडोमेट्रियल बीमारियों के मामले देश में लगातार बढ़ रहे हैं और कई बार यह गंभीर रोगों की जड़ बन जाते हैं।

एंडोमेट्रियम की सामान्य कार्यप्रणाली

मासिक धर्म चक्र के दौरान महिला गर्भाशय की आंतरिक परत एंडोमेट्रियम बहुत ही संवेदनशील और जटिल बदलावों से गुजरती है। इन परिवर्तनशील घटनाओं को मुख्य रूप से तीन चरणों में समझा जा सकता है:

प्रोलिफेरेटिव चरण: इस चरण में एस्ट्रोजन हार्मोन का स्तर तेज़ी से बढ़ता है। उसके प्रभाव से एंडोमेट्रियल कोशिकाएँ सक्रिय होकर विभाजित होने लगती हैं, जिससे गर्भाशय की भीतरी सतह मोटी और पोषक-पदार्थों से समृद्ध हो जाती है। इससे गर्भाशय किसी भी संभावित गर्भावस्था के लिए खुद को तैयार करता है, जैसे उपजाऊ भूमि पर बीज बोने की तैयारी होती है।

ओव्यूलेटरी चरण: मासिक चक्र के मध्य में अंडाशय से एक अंडाणु (ओवा) निकलता है। इस प्रक्रिया को ओव्यूलेशन कहते हैं। अंडाणु निकलने के बाद वही फॉलिकल एक विशेष संरचना 'कॉर्पस ल्यूटियम' बन जाती है, जो प्रोजेस्ट्रोन और थोड़ा एस्ट्रोजन हार्मोन स्रावित करती है। प्रोजेस्टरोन एंडोमेट्रियम को और अधिक पोषक एवं स्थिर बनाता है, जिससे यदि गर्भाधान हो जाए, तो भ्रूण के लिए आदर्श वातावरण तैयार रहे।

स्रावी और मासिक धर्म चरण: यदि अंडाणु का निषेचन नहीं होता, तो प्रोजेस्टरोन और एस्ट्रोजन का स्तर गिरना शुरू हो जाता है। इस कमी के कारण एंडोमेट्रियम की मोटी परत टूटकर रक्त और ऊतक के रूप में बाहर निकलती हैइसे ही मासिक धर्म या पीरियड्स कहते हैं। यही प्रकृति की सफाई प्रक्रिया है जिससे नया चक्र शुरू होता है।

इन हार्मोनल घटनाओं के सही संतुलन से महिलाओं का प्रजनन स्वास्थ्य सुचारु रहता है। लेकिन यदि इस चयापचयी प्रणाली में बदलाव या गड़बड़ी आ जाए जैसे हार्मोन का असंतुलन या बाहरी रसायनों का दखल तो एंडोमेट्रियम की संरचना और कार्यप्रणाली बिगड़ सकती है, जिससे एंडोमेट्रियल बीमारियाँ, अनियमित मासिक धर्म या बाँझपन जैसे गंभीर लक्षण उत्पन्न हो सकते हैं।

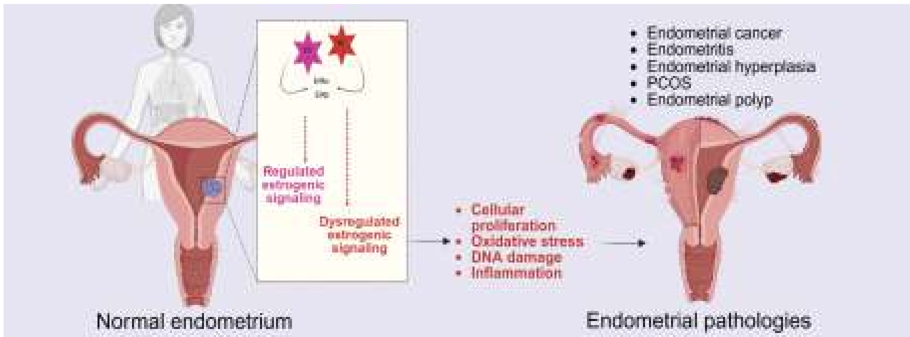
प्रमुख एंडोमेट्रियल विकार

प्रमुख एंडोमेट्रियल विकार निम्नलिखित प्रकार के होते है और ये चित्र 2 में भी दर्शाए गए हैं-

एंडोमेट्राइटिस

एंडोमेट्राइटिस गर्भाशय की भीतरी परत की सूजन है, जो अक्सर प्रसव के बाद या संक्रमण के कारण होती है। भारत में प्रत्येक वर्ष अनुमानित रूप से करीब-10 प्रतिशत प्रसूता महिलाएं इससे प्रभावित होती हैं, खासकर जिनका सिजेरियन सेक्शन हुआ हो। यह संक्रमण गर्भाशय में दर्द, तेज बुखार, असामान्य रक्तस्राव

चित्र 1: जीनोएस्ट्रोजेन के स्रोत एवं एक्सपोजर मार्ग



चित्र 2: प्रमुख एंडोमेट्रियल विकार

और बांझपन जैसी समस्याएं पैदा कर सकता है।

एंडोमेट्रियल हाइपरप्लासिया

जब एस्ट्रोजन हार्मोन ज्यादा बनने लगते हैं तो एंडोमेट्रियम असामान्य रूप से मोटा हो जाता है। भारत में हालिया अध्ययनों के अनुसार, खासकर शहरी क्षेत्रों में –* प्रतिशत महिलाओं को यह परेशानी होती है, जिसमें भारी मासिक धर्म, रजोनिवृत्ति के बाद रक्तस्राव और बांझपन जैसी समस्याएं उभर सकती हैं।

एंडोमेट्रियोसिस

एंडोमेट्रियोसिस में गर्भाशय के बाहर एंडोमेट्रियल कोशिकाएं उगने लगती हैं। यह समस्या गंभीर दर्द, बार-बार मासिक धर्म, बांझपन और अन्य जटिलताओं का कारण बनती है। आईसीएमआर की रिपोर्ट के अनुसार, भारत में करीब 25 से 30 लाख महिलाएं इस बीमारी से जूझ रही हैं, खासकर 25–40 वर्ष की आयु वर्ग में।

एंडोमेट्रियल पॉलीप्स

एंडोमेट्रियल पॉलीप्स गर्भाशय की दीवार में छोटे-छोटे उभार होते हैं, ये आम तौर पर सौम्य होते हैं मगर मासिक धर्म में अव्यवस्था, असामान्य रक्तस्राव की वजह बनते हैं। भारत में यह विकार 1 से 2 प्रतिशत महिलाओं को प्रभावित करता है, विशेषकर 40वर्ष के बाद।

एंडोमेट्रियल कैंसर

एंडोमेट्रियल कैंसर गर्भाशय की भीतरी परत का कैंसर है, जो धीरे-धीरे गंभीर स्तर पर पहुंच सकता है। भारत में अनुमानित तौर पर प्रति वर्ष 12,000 से अधिक महिलाएं इस कैंसर से प्रभावित होती हैं। इसके कारण अत्यधिक रक्तस्राव, तेज दर्द और उन्नत अवस्था में जान जोखिम में पड़ जाती है।

पॉलीसिस्टिक ओवेरियन सिंड्रोम (PCOS)

PCOS महिलाओं में एक जटिल हार्मोनल बीमारी है, जिससे ovulation बाधित हो जाता है और बांझपन, अत्यधिक बाल विकास, मोटापा, मधुमेह का खतरा बढ़ जाता है। ICMR के 2022 के आंकड़ों के अनुसार, भारत में 10 से 15 प्रतिशत प्रजनन आयु की महिलाएं, यानी करीब 1.6 से 2.4 करोड़ महिलाएं, इस बीमारी से प्रभावित हैं। PCOS के कारण मासिक धर्म अनियमित, गर्भधारण में कठिनाई, चर्म समस्याएं, और मानसिक तनाव जैसी समस्याएं आम हैं

एंडोमेट्रियल स्वास्थ्य पर ज़ेनोएस्ट्रोजन के संपर्क का प्रभावः

ज़ेनोएस्ट्रोजेन वे बाहरी रसायन हैं, जिन्हें 'अंतःस्रावी विघटनकारी' कहा जाता है। ये रसायन शरीर में मौजूद प्राकृतिक हार्मोनों की क्रिया में विघ्न डालते हैं-या तो हार्मोन की गतिविधि को ज़रूरत से ज़्यादा सक्रिय कर देते हैं, या उसे बाधित कर देते हैं, जिससे शरीर का प्राकृतिक संतुलन गड़बड़ा जाता है। कई अध्ययनों ने दिखाया है कि ज़ेनोएस्ट्रोजेन के बढ़े हुए संपर्क से डायबिटीज़, स्तन, प्रोस्टेट और वृषण कैंसर, एंडोमेट्रियोसिस, गर्भपात, मोटापा और बांझपन जैसी गंभीर बीमारियों का ख़तरा बहुत बढ़ जाता है। हमारे आसपास, हवा, पानी, मिट्टी, खाने-पीने की चीज़ों, प्लास्टिक, सौंदर्य प्रसाधन, दवाइयों यहाँ तक कि बच्चों के उत्पादों में भी ये ज़ेनोएस्ट्रोजेन मिले हुए हैं। ये रसायन सांस के ज़रिए, खानपान या त्वचा संपर्क द्वारा धीरे-धीरे शरीर में पहुंच जाते हैं। इनके मुख्य प्रकार हैं-माइकोएस्ट्रोजन, मेटालोएस्ट्रोजन और प्लास्टिसाइज़र।

माइकोएस्ट्रोजन

माइकोएस्ट्रोजन, असल में फफूंद द्वारा बनाए गए माइकोटॉक्सिन हैं-यानी ऐसे रासायनिक पदार्थ जो अनाज, मक्का, दालों, पशु आहार आदि में फफूंद लगने से बनते हैं। इनका असर सिर्फ फसल के नुकसान तक सीमित नहीं, बल्कि मानव शरीर विशेषकर महिलाओं की हार्मोनल व्यवस्था को बिगाड़ सकता है। माइकोएस्ट्रोजन शरीर में प्रवेश कर अंतःस्रावी (हॉर्मोन) सिस्टम को बाधित कर देते हैं, जो आगे चलकर मासिक धर्म संबंधी विकार और प्रजनन क्षमता में कमी का कारण बन सकते हैं।

ज़ेरालेनोन और इसके मेटाबोलाइट्स

ज़ेरालेनोन (ZEN) एक खास माइकोटॉक्सिन है जिसका असर महिला हॉर्मोन एस्ट्राडियोल जैसा ही होता है। यह हार्मोन रिसेप्टर पर बंधने की क्षमता रखता है और प्रजनन, यौन विकास, मासिक धर्म की नियमितता, यहाँ तक कि कैंसर जैसे गंभीर रोगों को जन्म

दे सकता है। ZEN अनाज, मक्का, बीयर जैसे पदार्थों में पाया जाता है। खास बात यह है कि ZEN के मेटाबोलाइट्स-जैसे α-ज़ेरालेनॉल-में इसकी तुलना में कहीं ज्यादा हॉर्मोनल गतिविधि होती है। अध्ययन बताते हैं कि कुछ क्षेत्रों में लड़कियों में जल्दी यौवन की शुरुआत और मासिक धर्म अनियमितता के पीछे इसी माइकोटॉक्सिन की भूमिका देखी गई है। शोध से यह भी साबित हुआ है कि एंडोमेट्रियल कैंसर और हाइपरप्लासिया वाले रोगियों के ऊतकों में ZEN की उपस्थिति अधिक थी।

अल्टरनेरिया

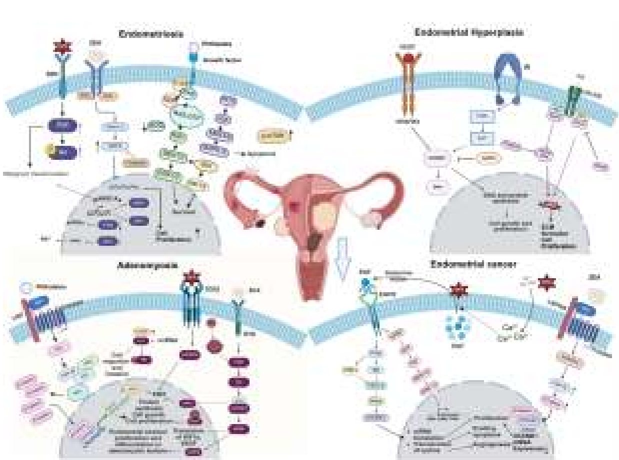
अल्टरनेरिया टॉक्सिन भी फफूंद जनित एक माइकोएस्ट्रोजन है जिसका प्रभाव स्त्री हॉर्मोन जैसा होता है। इनमें से AME (अल्टरनेरियोल मोनोएथिल ईथर) नामक यौगिक सबसे शक्तिशाली माना जाता है। जब ज़ेरालेनोन, अल्टरनेरियोल और फाइटोएस्ट्रोजन जेनिस्टीन साथ मिल जाएं, तो उनके मिले-जुले असर से कोशिकाओं पर ज़्यादा तेज़ और ख़तरनाक असर पड़ सकता है, जैसे कोशिकाओं की जानलेवा बढ़ोतरी या विषाक्तता।

मेटालोएस्ट्रोजन

मेटालोएस्ट्रोजन वे धातुएं हैं, जो शरीर में एस्ट्रोजन रिसेप्टर से जुड़कर, एस्ट्रोजन जैसा प्रभाव उत्पन्न करती हैं। आज के प्रदूषण और खराब क्वालिटी वाले भोजन-पानी के चलते, हम अनजाने ही इनमें से कई धातुओं (जैसे कैडमियम, पारा, आर्सेनिक, कोबाल्ट, तांबा, सीसा) के प्रभाव में आ चुके हैं। इनमें से कैडमियम, पारा और कोबाल्ट को एंडोमेट्रियल कैंसर के सीधे जोखिम के रूप में देखा गया है। रोचक तथ्य यह भी है कि कोबाल्ट विटामिन B12 का अहम हिस्सा है; इसकी अधिकता या कमी एंडोमेट्रियल कैंसर में भूमिका निभा सकती है। वहीं, रक्त में सेलेनियम का संतुलित स्तर कुछ हद तक कैंसर के खिलाफ सुरक्षा देता है।

कैडमियम

कैडमियम शरीर में एस्ट्रोजन की तरह क्रियाशील हो सकता है और इसकी वजह से एंडोमेट्रियल कैंसर का जोखिम बढ़ जाता



है। रिसर्च से पता चला है कि जिन महिलाओं के खानपान में कैडमियम की मात्रा ज्यादा थी, उनमें कैंसर की संभावना को लेकर खास तौर पर सतर्क रहने की जरूरत है, खासकर कम BMI (शारीरिक भार) वाली पोस्टमेनोपॉज़ल महिलाओं में।

पारा

पारा तीन रूपों में मिल सकता हैकृकार्बनिक, अकार्बनिक, और मूल रूप में। वातावरण और भोजन में इसके बढ़ते स्तर से, कई शोधों में पाया गया कि पारा एंडोमेट्रियल हाइपरप्लाजिया और कैंसर जैसी बीमारियों के जोखिम को बढ़ा सकता है। यह कोशिकाओं के आंतरिक संकेतों में गड़बड़ी लाकर गंभीर समस्याएं पैदा करता है।

आर्सेनिक

आर्सेनिक, पर्यावरण की सबसे ज़हरीली धातुओं में है। यह स्त्रियों के मासिक धर्म चक्र में दखल करता है, गर्भाधान की संभावना घटती है और एंडोमेट्रियोसिस की आशंका बढ़ जाती है। भारत के कई इलाकों के पानी और मिट्टी में मिला आर्सेनिक महिलाओं के स्वास्थ्य के लिए गहरा खतरा बन चुका है। नवीनतम शोध यह भी कहते हैं कि यदि किसी महिला को एक साथ आर्सेनिक और कैडमियम या सीसा का संपर्क मिले, तो खतरा कई गुना बढ़ जाता है।

प्लास्टिसाइज़र

प्लास्टिसाइज़र, यानी जैसे फ़थलेट्स, BPA, BPS, PCB आदि, आधुनिक प्लास्टिक, खाने-पीने के कंटेनर, सौंदर्य उत्पादों, बच्चों के खिलौनों में खूब इस्तेमाल होते हैं। ये सीधे या परोक्ष रूप से शरीर में जाकर एस्ट्रोजन जैसी हॉर्मोनल एक्टिविटी करते हैं और एंडोमेट्रियल कैंसर, एंडोमेट्रियोसिस, बांझपन और मासिक धर्म की गड़बड़ियों को जन्म दे सकते हैं।

बिस्फेनॉल ए (BPA)

BPA को कभी दवा के रूप में, अब खाद्य एवं पेय पदार्थों की पैकेजिंग, प्लास्टिक बोतल, बच्चों के खिलौनों आदि में उपयोग किया जाता है। BPA कोशिका के भीतर के संकेत तंत्रों में हस्तक्षेप कर सकता है और लंबे समय तक जुड़े रहने पर एंडोमेट्रियल कैंसर तक का कारण बन सकता है। शोध बताते हैं कि BPA के कारण गर्भाशय की परत में असामान्य वृद्धि, असामान्य जीन एक्सप्रेशन जैसी घटनाएं बढ़ जाती हैं। इसकी बेहद कम मात्राएँ भी, लम्बे समय तक मिलती रहें, तो गर्भावस्था, मासिक धर्म चक्र, एवं संपूर्ण प्रजनन स्वास्थ्य प्रभावित होते हैं।

बिस्फेनॉल एस (BPS)

BPS, BPA का दूसरा और अंदर से काफी मिलता-जुलता रूप है जिससे स्वास्थ्य पर और भी गंभीर प्रभाव हो सकते हैं। BPA की तुलना में BPS को ज़्यादा विषैला और स्थायी माना गया है, यानी इसका जैविक प्रभाव कई गुना ज़्यादा समय तक रह सकता है।

तालिकाः प्रमुख ज़ेनोएस्ट्रोजन और उनसे जुड़ी एंडोमेट्रियल बीमारियां				
ज़ेनोएस्ट्रोजन	एंडोमेट्रियल कैंसर	एंडोमेट्रियोसिस	एडेनोमायोसिस	लेयोमायोमा
बीपीए	✔	✔	✔	✖
पीसीबी	✔	✖	✖	✖
डीईएस	✖	✖	✔	✖
पीएएच	✖	✖	✖	✖
फ़थलेट्स	✖	✔	✔	✔
कैडमियम	✔	✖	✖	✖
आर्सेनिक	✖	✔	✖	✖
सीसा	✖	✔	✖	✖
पारा	✔	✖	✖	✔
ज़ीरालेनोन	✔	✔	✖	✖

पॉलीक्लोरीनेटेड बाइफिनाइल (PCB)

PCB का इस्तेमाल पुराने इलेक्ट्रॉनिक सामान, केबल, मशीन तेल आदि में हुआ है। यह रसायन भी एंडोमेट्रियल कोशिकाओं में सिंार, जीन अभिव्यक्ति, और कैंसरजन्य बदलावों के लिए जिम्मेदार पाए गए हैं।

थैलेट्स

थैलेट्स प्लास्टिक और सौंदर्य सिंाधनों के अहम घटक हैं, कुछ थैलेट्स मासिक धर्म को लंबा कर सकते हैं और उम्मीद से पहले रजोनिवृत्ति लाने में योगदान कर सकते हैं। हालिया अध्ययन दिखाते हैं कि एंडोमेट्रियोसिस से पीड़ित महिलाओं के शरीर में थैलेट्स की मात्रा अन्य महिलाओं की तुलना में कहीं ज़्यादा पाई गई है।

अन्य ज़ेनोएस्ट्रोजन

इस श्रेणी में पॉलीसाइक्लिक एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन (PAH) और डायथाइल स्टिलबेस्टेरोल (DES) जैसे ज़ेनोएस्ट्रोजन शामिल हैं। PAH, आमतौर पर धुएँ, प्रदूषित हवा, लकड़ी, डीजल आदि के दहन से निकलते हैं। यह सेलुलर जैविक समीकरण में गहराई से हस्तक्षेप कर सकते हैं, जिससे हार्मोनल संतुलन डगमगा जाता है और एंडोमेट्रियल कोशिकाओं की मृत्यु या विकृति बढ़ सकती है। डायथाइल स्टिलबेस्टेरोल (DES), एस्ट्रोजन का एक अत्यंत शक्तिशाली सिंथेटिक रूप है, जिसका उपयोग पहले उन गर्भवती महिलाओं के लिए किया जाता था जिनमें गर्भावस्था को खतरा माना जाता था। 1940 से 1970 तक, इसे व्यापक रूप से गर्भवती महिलाओं को डॉक्टर के पर्चे के तौर पर दिया जाता रहा। हालांकि, 1971 में संयुक्त राज्य अमेरिका ने DES पर प्रतिबंध लगा दिया क्योंकि यह साबित हो चुका था कि यह गर्भपात को रोकने में असफल है और इसके उलट, गर्भवती मांओं तथा उनके जन्मे हुए बच्चों में गंभीर स्वास्थ्य जोखिमों का सामना करना पड़ सकता है।

जो महिलाएं गर्भावस्था में DES का सेवन कर चुकी हैं, उनकी बेटियों में DES न लेने वाली महिलाओं की तुलना में एंडोमेट्रियोसिस की घटनाएं अधिक पाई गई हैं। इसके अलावा, भ्रूण काल में DES के संपर्क में आने वाले चूहों की अगली पीढ़ी में इंसानों के समान एडेनोमायोटिक घाव देखे गए हैं, जो इस रसायन के दीर्घकालिक और गंभीर प्रभावों को दर्शाता है।

निष्कर्ष एवं भविष्य की दिशा

वर्तमान समय में एंडोमेट्रियल रोगों की संख्या लगातार बढ़ रही है। इन रोगों का सही और समय पर निदान अत्यंत आवश्यक है, साथ ही उनके उपचार के लिए प्रभावशाली चिकित्सा तरीकों का विकास और प्रभावी निवारक उपायों की विस्तृत प्रणाली तैयार करने की सख्त आवश्यकता है। ज़ेनोएस्ट्रोजन, जो प्राकृतिक 17β-एस्ट्राडियोल हार्मोन की नकल करते हैं, एंडोमेट्रियल स्वास्थ्य को प्रभावित कर कई हार्मोन संबंधित बीमारियों को जन्म दे सकते हैं। इनके प्रभाव इस बात पर निर्भर करते हैं कि वे किस प्रकार के रिसेप्टर से जुड़ते हैं। ये ज़ेनोएस्ट्रोजन जीनोमिक और गैर-जीनोमिक दोनों तरह के एस्ट्रोजन संकेत मार्गों के माध्यम से कार्य करते हैं। एस्ट्रोजन-आश्रित रोगों में इन ज़ेनोएस्ट्रोजेन की भूमिका का स्पष्ट आकलन करने के लिए उनकी सटीक मात्रा और स्तर को समझना जरूरी है। इस क्षेत्र में वर्तमान ज्ञान नए बायोमार्कर खोजने और शीघ्र निदान के लिए अनुसंधान को नई दिशा प्रदान कर सकता है। गैर-ज़ेनोएस्ट्रोजेन की तुलना में विशेषकर बीपीए की कार्यप्रणाली पर अधिक गहरा अध्ययन हुआ है। हालांकि, ज़ेनोएस्ट्रोजन और अंतःस्रावी तंत्र पर उनके प्रभावों को पूरी तरह समझने के लिए अभी भी व्यापक और सटीक शोध की आवश्यकता है। भविष्य के अनुसंधान का केंद्र इन रसायनों के संभावित क्रिया तंत्रों की खोज और एस्ट्रोजन-निर्भर रोगों के कारणों के विस्तृत अध्ययन पर होना चाहिए। साथ ही पूर्व में प्राप्त जानकारी का उपयोग करके बायोमार्कर विकसित करने और रोकथाम के उपायों को प्रभावी बनाने की दिशा में भी काम किया जा सकता है।

जलीय पर्यावरण में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषणः निगरानी, नवाचार और सूक्ष्मजीवी अंतःक्रिया

श्रुति सिंह, शुभा दीक्षित, सपना नायक, शालिनी चौरसिया, अर्पिता मौर्या एवं मनोज कुमार
फेस्ट विभाग, सी.एस.आई.आर.- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान,
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

जलीय पारिस्थितिक तंत्रों के जैव-भू-रासायनिक चक्रों में सूक्ष्मजीव अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, क्योंकि वे जैविक और अजैविक घटकों के बीच होने वाली अंतःक्रियाओं का मध्यस्थन करते हैं और प्लास्टिक मलबे के साथ बहुआयामी अंतःक्रिया प्रदर्शित करते हैं। हाल के वर्षों में माइक्रोप्लास्टिक्स (Microplastics, MPs) का बढ़ता प्रदूषण वैश्विक स्तर पर गंभीर चिंता का विषय बन गया है, क्योंकि ये न केवल पारिस्थितिक तंत्र बल्कि मानव स्वास्थ्य के लिए भी गंभीर खतरा उत्पन्न करते हैं। खाद्य श्रृंखलाओं में इनका स्थानांतरण तथा दूषित वातावरण में संक्रामक सूक्ष्मजीवों के सिंार को बढ़ावा देने की उनकी क्षमता इस समस्या को और जटिल बनाती है। सूक्ष्मजीवों और माइक्रोप्लास्टिक्स के बीच की अंतःक्रियाएँ लाभकारी और हानिकारक दोनों प्रकार की हो सकती हैं। सूक्ष्मजीवों में बैक्टीरिया, कवक, शैवाल और वायरस सम्मिलित हैं, जो पोषक तत्वों के चक्रण, कार्बनिक पदार्थों के अपघटन, माइक्रोप्लास्टिक के जैवनिम्नीकरण तथा पारिस्थितिक तंत्र के स्वास्थ्य को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। कुछ विशेष जीवाणु समूह, जैसे प्रोटियोबैक्टीरिया (Proteobacteria), साइनोबैक्टीरिया (Cyanobacteria) और बैक्टेरॉइडेट्स (Bacteroidetes), प्रायः पॉलीइथाइलीन (PE) और पॉलीप्रोपाइलीन (PP) जैसे MPs की सतह पर उपनिवेश स्थापित करते हैं, जबकि पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) और पॉलीस्टाइरीन (PS) पर सूक्ष्मजीवी उपनिवेशण अपेक्षाकृत कम होता है। ये जीवाणु एंजाइमिक प्रक्रियाओं के माध्यम से बड़े बहुलक अणुओं को छोटे मोनोमरिक घटकों में तोड़ते हैं, जिन्हें आगे CO_2, H_2O और बायोमास में खनिजीकृत किया जा सकता है। सूक्ष्मजीवों और माइक्रोप्लास्टिक्स के बीच होने वाले अंतःक्रिया में सूक्ष्मजीवी उपनिवेशण, बायोफिल्म निर्माण (जिसे सामान्यतः प्लास्टिस्फेयर कहा जाता है), जैवनिम्नीकरण तंत्र तथा प्रदूषण की गतिशीलता और पारिस्थितिकीय स्वास्थ्य पर इनके व्यापक प्रभाव सम्मिलित हैं। यद्यपि माइक्रोप्लास्टिक्स का सूक्ष्मजीवी क्षरण इस प्रदूषण को कम करने का एक संभावित समाधान सिंतुत करता है, फिर भी यह प्रक्रिया कई चुनौतियों का सामना कर रही है, जैसे प्लास्टिक की रासायनिक जटिलता, सूक्ष्मजीवों की एंजाइमिक क्षमता की सीमाएँ, और पर्यावरणीय कारकों का जैव-निम्नीकरण पर प्रभाव इन चुनौतियों के बावजूद, सूक्ष्मजीव-एमपी अंतःक्रियाओं के तंत्र तथा उनके पर्यावरणीय निहितार्थों को समझना अत्यंत आवश्यक है, ताकि ताजे जल के पारिस्थितिक तंत्रों में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण से निपटने की प्रभावी रणनीतियाँ विकसित की जा सकें। यह अध्याय इन अंतःक्रियाओं का विस्तृत विश्लेषण सिंतुत करता है, विशेष रूप से सूक्ष्मजीवों की द्वैत भूमिका पर ध्यान केंद्रित करते हुए एक ओर वे माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण में कमी में सहायक हैं, जबकि दूसरी ओर वे संभावित प्रदूषण वृद्धि में भी योगदान कर सकते हैं। भविष्य में सूक्ष्मजीवी प्रक्रियाओं पर गहन अनुसंधान के माध्यम से माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के प्रभावी प्रबंधन तथा पर्यावरणीय स्वास्थ्य संरक्षण के लिए नवीन समाधान विकसित करना संभव होगा।

परिचय

जैव-भू-रासायनिक चक्र पारिस्थितिकी तंत्र का एक अभिन्न अंग है, जो पृथ्वी के जीवमंडल, स्थलमंडल, वायुमंडल तथा जलमंडल में कार्बन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और सल्फर जैसे आवश्यक तत्वों की परस्पर क्रियाओं तथा उनके संचरण को नियंत्रित करता है। यह चक्र पर्यावरण के भौतिक, रासायनिक और जैविक घटकों के मध्य पोषक तत्वों के आदान-प्रदान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिसमें स्थलीय इनपुट तथा वायुमंडलीय जमाव जैसी प्रक्रियाएँ सम्मिलित हैं। जलीय पारिस्थितिकी तंत्रों जैसे झीलों, नदियों, आर्द्रभूमियों और समुद्री पर्यावरण में, जैव-भू-रासायनिक चक्र एक जटिल गतिशील प्रणाली के रूप में कार्य करता है, जो आवश्यक तत्वों के परिवहन एवं उपलब्धता को बनाए रखते हुए पारिस्थितिक संतुलन को सुनिश्चित करता है। इन चक्रों में सूक्ष्मजीव प्रमुख भूमिका निभाते हैं, जो स्थानीय एवं वैश्विक स्तर पर कार्बन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस तथा सल्फर सहित विभिन्न तत्वों एवं खनिजों के परिवहन, रूपांतरण और पुनर्चक्रण में सक्रिय रूप से भाग लेते हैं। ऑक्सीकरण-अपचयन जैसी सतत प्रक्रियाओं के माध्यम से, सूक्ष्मजीव जैविक और अजैविक घटकों के मध्य ऊर्जा एवं पोषक तत्वों के प्रवाह को सुगम बनाते हैं, जो पारिस्थितिकीय कार्यशीलता को बनाए रखने

हेतु आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, ये प्रक्रियाएँ जैव विविधता के संरक्षण, ऊर्जा प्रवाह, प्रजातियों के बीच पारस्परिक अंतःक्रियाओं, पोषण चक्रण और पारिस्थितिक अनुक्रम जैसे विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्रीय कार्यों को भी समर्थन प्रदान करती हैं। हालांकि, औद्योगिक उत्सर्जन, कृषि अपवाह, शहरी अपशिष्ट, वनों की कटाई एवं अन्य मानवीय गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषण इन प्राकृतिक प्रक्रियाओं को बाधित करता है। हानिकारक पदार्थों एवं प्रदूषकों का अत्यधिक संचय पर्यावरणीय संतुलन को प्रभावित करता है और पारिस्थितिक तंत्र के कार्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है, जिसके परिणामस्वरूप जैव विविधता में गिरावट, पोषक चक्रों का विघटन तथा जलवायु अस्थिरता देखी जाती है। विशेष रूप से, ग्रीनहाउस गैसों जैसे कार्बन डाइऑक्साइड और मीथेन के औद्योगिक एवं वाहनीय उत्सर्जन ने ग्लोबल वाथमग और जलवायु परिवर्तन की गंभीर समस्या को जन्म दिया है। इसके साथ ही, प्रदूषण के कारण सूक्ष्मजीवीय क्रियाओं का ह्रास पारिस्थितिकी तंत्र में व्यापक प्रभाव उत्पन्न कर सकता है, जिसके परिणामस्वरूप पौधों का स्वास्थ्य प्रभावित होता है, कृषि उत्पादकता घटती है तथा खाद्य श्रृंखला में असंतुलन उत्पन्न होता है। दूषित मिी विभिन्न प्रदूषकों का एक प्रमुख स्रोत हो सकती है, जो निक्षालन और अपवाह के माध्यम से जल निकायों तक पहुँचकर पारिस्थितिकी तंत्र के क्षरण की प्रक्रिया को तीव्र कर देती है। जल निकायों में प्रवेश करने वाले प्रदूषक जलीय जीवों को प्रत्यक्ष रूप से विषाक्तता उत्पन्न करके तथा अप्रत्यक्ष रूप से आवास संरचना और पोषक तत्वों की उपलब्धता में परिवर्तन करके प्रभावित करते हैं। पारंपरिक प्रदूषक जैसे कीटनाशक, भारी धातुएँ, अत्यधिक पोषक तत्व तथा रोगजनक सूक्ष्मजीव के स्रोत एवं उनके पारिस्थितिकी तंत्र पर प्रभावों का व्यापक रूप से अध्ययन किया जा चुका है। हालांकि, सूक्ष्मप्लास्टिक जैसे उभरते प्रदूषकों के संदर्भ में वर्तमान में बहुत सीमित आँकड़े और शोध उपलब्ध हैं। चूँकि सूक्ष्मजीव जलीय पारिस्थितिक तंत्र की संरचना, कार्यप्रणाली और पोषक चक्रण के लिए रीढ़ की हड्डी के समान हैं, इसलिए हाल के वर्षों में सूक्ष्मप्लास्टिक प्रदूषण और जलीय खाद्य श्रृंखला पर इसके प्रभावों के अध्ययन पर विशेष ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। जल निकायों में पहुँचे अधिकांश प्लास्टिक और अन्य अपशिष्ट मुख्यतः भूमि-आधारित स्रोतों से उत्पन्न होते हैं, जिनमें हवा द्वारा परिवहन, प्रत्यक्ष मानवीय निपटान, औद्योगिक गतिविधियाँ, आपदा क्षति तथा भारी मानसून के दौरान सीवेज उपचार संयंत्रों से अतिप्रवाह जैसी प्रक्रियाएँ शामिल हैं। सभी पोषी स्तरों पर जलीय जीवन प्लास्टिक और उसके कणों से खतरे में है, क्योंकि कई जलीय जीव इन प्लास्टिक कणों को भोजन समझकर निगल लेते हैं या उनमें उलझ जाते हैं, जिससे उनकी वृद्धि, प्रजनन क्षमता, शारीरिक कार्यप्रणाली तथा दीर्घकालिक स्वास्थ्य पर गंभीर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। इसके अतिरिक्त, जलीय पर्यावरण में उपस्थित स्थायी कार्बनिक प्रदूषक प्लास्टिक की सतहों पर आसानी से अवशोषित हो सकते हैं या प्लास्टिक से रिसने वाले रासायनिक घटकों के साथ प्रतिक्रिया करके प्लास्टिक-संबंधित विषाक्त यौगिक का निर्माण कर सकते हैं। ये विषाक्त पदार्थ प्लास्टिक निगलने वाले जीवों के ऊतकों में जैव-संचयन की प्रक्रिया द्वारा एकत्रित हो सकते हैं और खाद्य श्रृंखला में ऊपर की ओर स्थानांतरित होकर व्यापक एवं अप्रत्याशित पारिस्थितिकी तंत्रीय प्रभाव उत्पन्न कर सकते हैं। अंततः, मनुष्यों में भी सूक्ष्मप्लास्टिक के संचरण का एक महत्वपूर्ण जोखिम मौजूद है, क्योंकि वे जलीय खाद्य पदार्थों के अंतिम उपभोक्ता हैं। इस अध्याय में इन जटिल अंतःक्रियाओं का विश्लेषण सिंतुत किया गया है और विशेष रूप से सूक्ष्मप्लास्टिक प्रदूषण को कम करने में सूक्ष्मजीवों की दोहरी भूमिका कृ अर्थात्, प्रदूषण के प्रभावों का मध्यस्थन और सूक्ष्मप्लास्टिक अपघटन पर चर्चा की गई है।

माइक्रोप्लास्टिकः परिभाषा, प्रकार और स्रोत

माइक्रोप्लास्टिक्स की परिभाषा और वर्गीकरण तथा उनकी विशेषताएँ

माइक्रोप्लास्टिक वैश्विक स्तर पर एक उभरता हुआ पर्यावरणीय प्रदूषक है, जो अपनी सर्वव्यापकता, स्थायित्व और पर्यावरण तथा मानव स्वास्थ्य पर संभावित प्रभावों के कारण विशेष चिंता का विषय है। इन्हें उनकी उपस्थिति, रासायनिक संरचना, आकार, आकृति और पर्यावरणीय स्थायित्व के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है तथा सामान्यतः दो प्रमुख श्रेणियों में विभाजित किया गया हैः प्राथमिक और द्वितीयक माइक्रोप्लास्टिक। प्राथमिक माइक्रोप्लास्टिक वे सूक्ष्म कण हैं जिन्हें बिना किसी विघटन के सीधे पर्यावरण में छोड़ा जाता है, जैसे माइक्रोबीड्स, माइक्रोफाइबर, कणिकाएँ और पाउडर, जो मुख्य रूप से व्यक्तिगत देखभाल उत्पादों, औद्योगिक गतिविधियों और उत्पादन प्रक्रियाओं के माध्यम से उत्पन्न होते हैं। इसके विपरीत, द्वितीयक माइक्रोप्लास्टिक बड़े प्लास्टिक उत्पादों जैसे बोतलें, पैकेजिंग सामग्री, मछली पकड़ने के जाल और अन्य प्लास्टिक कचरे के अपक्षय एवं विघटन से निर्मित होते हैं। ये विघटन प्रक्रियाएँ जैव-निम्नीकरण, पराबैंगनी क्षरण तथा यांत्रिक खरोंच जैसी प्राकृतिक प्रक्रियाओं के कारण होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप टुकड़े, रेशे और फिल्म जैसे सूक्ष्म कण बनते हैं। माइक्रोप्लास्टिक की रासायनिक संरचना अत्यधिक विविध होती है और इन्हें मुख्यतः पॉलीइथाइलीन, पॉलीप्रोपाइलीन, पॉलीस्टाइरीन तथा पॉलीविनाइल क्लोराइड जैसे बहुलकों में वर्गीकृत किया जाता है।

इन बहुलकों की घनत्व, क्रिस्टलीयता, हाइड्रोफोबिसिटी और सतही विशेषताओं में भिन्नता उनकी पर्यावरणीय परिवहन, अवसादन, जैवउपलब्धता तथा सूक्ष्मजीवों के साथ अंतःक्रियाओं को प्रभावित करती है। उदाहरण के लिए, PE और PP जैसे हल्के बहुलक अपेक्षाकृत कम घनत्व वाले होते हैं, जिसके कारण वे जल की सतह पर तैरते रहते हैं और अक्सर ऊपरी सतही परतों में उपलब्ध होते हैं। परिणामस्वरूप, उनका प्रजनन करने वाली मछलियों और जलीय पक्षियों के साथ संपर्क की संभावना अधिक होती है, जबकि ज्वार और जल प्रवाह के माध्यम से ये लंबी दूरी तक स्थानांतरित हो सकते हैं। इसके विपरीत, PVC जैसे उच्च घनत्व वाले बहुलक आमतौर पर जल निकायों के तल में अवसादित हो जाते हैं और UV प्रकाश एवं सूक्ष्मजीवी गतिविधि के सीमित संपर्क के कारण अपेक्षाकृत धीमी गति से विघटित होते हैं। यह प्रवृत्ति बेंथिक जीवों पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकती है, जिससे माइक्रोप्लास्टिक खाद्य जाल में निचले से ऊपरी पोषी स्तरों की ओर स्थानांतरित हो सकते हैं। बहुलकों की क्रिस्टलीयता भी उनके विघटन व्यवहार को प्रभावित करती है; उदाहरणतः, PE जैसे उच्च क्रिस्टलीय गुणों वाले बहुलक अपनी व्यवस्थित आणविक संरचनाओं के कारण एंजाइमी विघटन और सूक्ष्मजीवी अपघटन के प्रति कम संवेदनशील होते हैं, जबकि अधिक अनाकार प्रकृति वाले बहुलक पर्यावरणीय क्षरण के प्रति अपेक्षाकृत अधिक संवेदनशील होते हैं। इसी प्रकार, बहुलकों की हाइड्रोफोबिसिटी और सतही क्षेत्रफल भी उनके प्रदूषकों के साथ अंतःक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उदाहरण के लिए, चै और PP जैसे हाइड्रोफोबिक पॉलिमर स्थायी कार्बनिक प्रदूषकों और अन्य हाइड्रोफोबिक संदूषकों को आसानी से सोख लेते हैं, जिससे वे प्रदूषण वाहक के रूप में कार्य कर सकते हैं। उच्च सतही क्षेत्रफल वाले माइक्रोप्लास्टिक कण जलीय जीवों के साथ अंतःक्रिया की संभावना बढ़ाते हैं, जो कई ट्रॉफिक स्तरों पर प्रभाव डाल सकते हैं। इन कणों का पर्यावरणीय व्यवहार और अवशोषण क्षमता मुख्यतः उनकी सतही रासायनिक विशेषताओं, कण आकार, आकृति, सतही आवेश, उछाल और हाइड्रोफोबिसिटी जैसे गुणों से नियंत्रित होती है। प्लास्टिक को इसके ऊष्मीय गुणों के आधार पर दो श्रेणियों में विभाजित किया जाता हैः थर्मोप्लास्टिक्स, जो गर्म होने पर पिघलते हैं और ठंडा होने पर पुनः ठोस हो जाते हैं, तथा थर्मोसेऋृटग प्लास्टिक्स, जो एक बार ठोस हो जाने पर पुनः पिघल नहीं सकते। अंततः, माइक्रोप्लास्टिक की दृढ़ता, परिवहन क्षमता और जटिल पारिस्थितिक अंतःक्रियाएँ उन्हें विभिन्न पर्यावरणीय और जैविक जोखिमों के लिए एक महत्वपूर्ण वेक्टर बनाती हैं, जिसके प्रभाव खाद्य जाल, जलीय जैव विविधता और मानव स्वास्थ्य तक विस्तारित हो सकते हैं।

जलीय वातावरण में माइक्रोप्लास्टिक के स्रोत

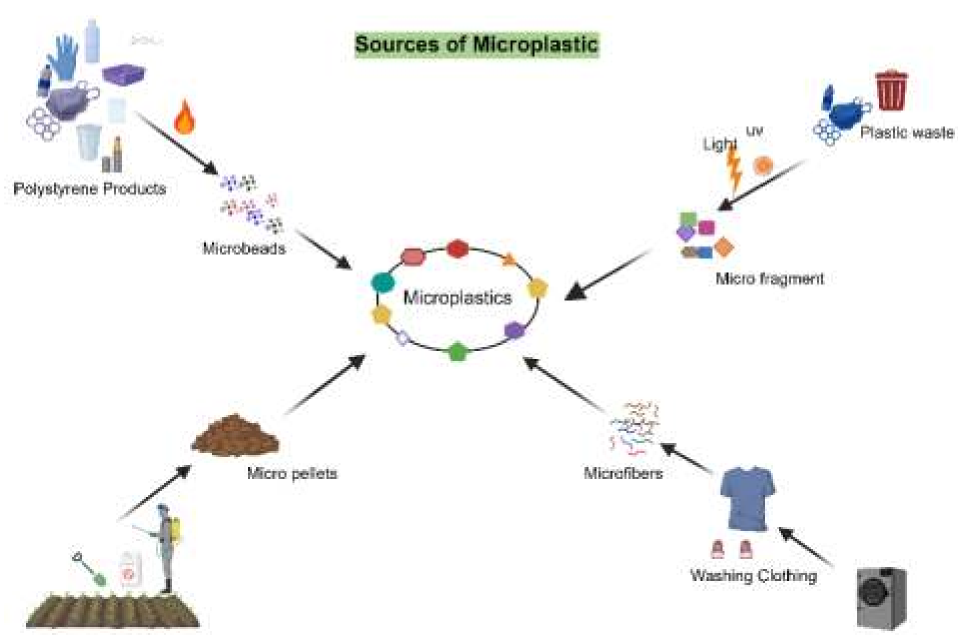
मीठे और समुद्री जल दोनों में माइक्रोप्लास्टिक (एमपी) प्रदूषण वैश्विक स्तर पर एक गंभीर पर्यावरणीय चिंता का विषय बनता जा रहा है। यद्यपि प्रारंभिक शोध मुख्यतः समुद्री पारिस्थितिक तंत्रों पर केंद्रित थे, हालिया अध्ययनों ने प्रमाणित किया है कि माइक्रोप्लास्टिक संदूषण नदियों, नालों, झीलों, तालाबों, खाड़ियों और मुहाना क्षेत्रों सहित मीठे जल प्रणालियों तक व्यापक रूप से फैल चुका है। इन पारिस्थितिक तंत्रों में एमपी के स्रोत अत्यधिक विविध और विषम हैं, जो मुख्यतः औद्योगिक उत्सर्जन, शहरी अपवाह, कृषि पद्धतियों और अन्य मानवजनित गतिविधियों से उत्पन्न होते हैं। प्राथमिक माइक्रोप्लास्टिक का निर्माण और उपयोग विभिन्न औद्योगिक एवं उपभोक्ता क्षेत्रों में होता है, जैसे सिंथेटिक कपड़े, व्यक्तिगत देखभाल उत्पाद, सौंदर्य सिंधन, एयर-ब्लासिंटग सुविधाएँ और औद्योगिक पॉलिमर सिंस्करण, जो प्रत्यक्ष रूप से जल निकायों में एमपी की उपस्थिति में योगदान करते हैं। उदाहरणस्वरूप, अध्ययनों से यह पाया गया है कि केवल सौंदर्य प्रसाधनों और व्यक्तिगत देखभाल उत्पादों से प्रति धुलाई 94,500 से अधिक माइक्रोबीड्स निकलते हैं, जो जलमार्गों में प्रविष्ट होकर गंभीर प्रदूषण उत्पन्न करते हैं। इसके विपरीत, द्वितीयक माइक्रोप्लास्टिक बड़े प्लास्टिक मलबे जैसे पैकेजिंग सामग्री, बोतलें, जाल और पेंट के टुकड़ों के यांत्रिक क्षरण, पराबैंगनी विकिरण तथा अन्य पर्यावरणीय अपक्षय प्रक्रियाओं द्वारा निणमत होते हैं। प्राथमिक और द्वितीयक दोनों प्रकार के एमपी जल प्रणालियों में भूमि-आधारित स्रोतों, समुद्री गतिविधियों और वायुमंडलीय परिवहन के माध्यम से प्रवेश करते हैं। भूमि-आधारित स्रोतों में शहरी अपवाह, प्लास्टिक मल्च का उपयोग करने वाली कृषि पद्धतियाँ, सीवेज कीचड़ का निपटान, तथा अपशिष्ट जल उपचार संयंत्रों से निकले सूक्ष्म रेशे और मोती प्रमुख योगदानकर्ता हैं। समुद्री स्रोतों में मछली पकड़ने के उपकरण, पेंट के कण, जहाजों की सतहों का क्षरण और समुद्री औद्योगिक गतिविधियाँ प्रमुख भूमिका निभाती हैं। इसके अतिरिक्त, वायुमंडलीय परिवहन द्वारा प्लास्टिक के रेशे और कण लंबी दूरी तक फैलकर अंततः नदियों, झीलों और समुद्री सतहों में जमा हो जाते हैं। माइक्रोप्लास्टिक का व्यापक उपयोग विभिन्न दैनिक उपभोक्ता उत्पादों में होता है, जिनमें सौंदर्य सिंधन, व्यक्तिगत देखभाल वस्तुएँ, सिंथेटिक वस्त्र और औद्योगिक अनुप्रयोग शामिल हैं। 1990 के दशक से ही समुद्री पारिस्थितिक तंत्रों में माइक्रोबीड्स को सूक्ष्म प्लास्टिक प्रदूषण के प्रमुख स्रोतों में से एक के रूप में पहचाना गया है। अध्ययनों से यह भी पता चला है कि प्लवक जैसे समुद्री जीव इन सूक्ष्म मोतियों का सेवन

करते हैं, जिससे प्रतिकूल पारिस्थितिकीय प्रभाव उत्पन्न होते हैं और खाद्य श्रृंखला में एमपी का स्थानांतरण होता है। औद्योगिक स्तर पर प्लास्टिक निर्माण और प्रसंस्करण संयंत्रों से निकलने वाले पॉलीइथाइलीन (PE) और पॉलीप्रोपाइलीन (PP) जैसे कणिकीय अपशिष्ट भी मीठे और समुद्री जल में एमपी के प्रमुख स्रोत हैं। इसके अतिरिक्त, सिंथेटिक कपड़ों से धुलाई के दौरान निकलने वाले सूक्ष्म रेशे, सड़क पर टायर घर्षण से उत्पन्न कण, और अनुचित प्लास्टिक कचरा प्रबंधन शहरी क्षेत्रों में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण को बढ़ावा देते हैं। कृषि संबंधी गतिविधियाँ भी महत्वपूर्ण योगदान करती हैं, विशेष रूप से सीवेज कीचड़, प्लास्टिक मल्चिंग, और पुनर्चक्रित अपशिष्ट जल के माध्यम से एमपी को सीधे मिट्टी और जल प्रणालियों में पहुँचाती हैं। इसके अतिरिक्त, अपर्याप्त रूप से संरक्षित लैंडफिल पराबैंगनी विकिरण और सूक्ष्मजीवी गतिविधि के कारण प्लास्टिक के विघटन में योगदान करते हैं, जिससे एमपी निकटवर्ती मिट्टी, जलाशयों और सतही जल प्रणालियों में फैल जाते हैं।

यद्यपि अपशिष्ट जल उपचार संयंत्र (WWTPs) माइक्रोप्लास्टिक का एक महत्वपूर्ण अंश पकड़ने में सक्षम होते हैं, फिर भी वे उपचारित अपशिष्ट जल के माध्यम से एमपी को मीठे जल प्रणालियों में छोड़ते रहते हैं। वैश्विक अध्ययनों से संकेत मिलता है कि उत्तरी अमेरिका, यूरोप और एशिया की प्रमुख नदियाँ उच्च स्तर के एमपी प्रदूषण से प्रभावित हैं। उदाहरणस्वरूप, केवल चीन की यांग्त्ज़ी नदी हर वर्ष लगभग 0.33 मिलियन टन प्लास्टिक मलबा समुद्र तक पहुँचाती है। भारत में भी गंगा और ब्रह्मपुत्र जैसी प्रमुख नदियों से प्रतिवर्ष 0.12 मिलियन टन से अधिक प्लास्टिक कचरा उत्पन्न होता है। वैश्विक स्तर पर, गंगा नदी माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का दूसरा सबसे बड़ा योगदानकर्ता है, जो प्रतिवर्ष लगभग 0.12 मिलियन टन प्लास्टिक कचरे का निर्वहन करती है। गंगा नदी के तलछट में PE, PP और पॉलीस्टाइरीन (PS) जैसे पॉलिमरों की उच्च सांद्रता पाई जाती है, जो जल गुणवत्ता, पारिस्थितिक तंत्र और मानव स्वास्थ्य पर संभावित प्रतिकूल प्रभाव डालती है। भारत के पर्यटन स्थलों पर एकल-उपयोग वाले प्लास्टिक और अन्य ठोस कचरे का अनुचित निपटान भी नदियों और झीलों में एमपी के उच्च स्तर का प्रमुख कारण है। हालिया अध्ययनों से यह भी पता चला है कि वेम्बनाड, वीरणम और रेड हिल्स जैसी भारतीय झीलों के जल निकायों में भी माइक्रोप्लास्टिक संदूषण के महत्वपूर्ण स्तर दर्ज किए गए हैं, जो मीठे जल पारिस्थितिक तंत्रों पर गहन पारिस्थितिक और जैविक प्रभाव डाल सकते हैं।

जलीय और स्थलीय प्रणालियों में माइक्रोप्लास्टिक का वितरण

महासागर, नदियाँ, झीलें और यहाँ तक कि भूजल सहित जलीय प्रणालियाँ अपनी उच्च कनेक्टिविटी और बड़े पैमाने पर प्रदूषकों को स्थानांतरित करने की क्षमता के कारण माइक्रोप्लास्टिक (एमपी) के प्रमुख भंडार के रूप में कार्य करती हैं। विशेष रूप से



चित्र 1: माइक्रोप्लास्टिक के स्रोत

महासागर माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण से अत्यधिक प्रभावित हैं। हाल के अनुमानों के अनुसार, वर्तमान में समुद्र तल पर लगभग 14 मिलियन टन माइक्रोप्लास्टिक जमा हैं, जो सतही महासागरीय स्तर पर पाई गई मात्रा की तुलना में कहीं अधिक हैं। सतही महासागरों में माइक्रोप्लास्टिक की वैश्विक सांद्रता 10^{-} से 10^{4} कण प्रति घन मीटर तक पाई गई है, जिसमें औसतन 205 कण प्रति घन मीटर दर्ज किए गए हैं। औद्योगिक रूप से सक्रिय और घनी आबादी वाले तटीय क्षेत्र, जैसे कि उत्तरी प्रशांत गायर, जिसे आमतौर पर ''ग्रेट पैसिफिक गार्बेज पैच'' कहा जाता है, माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के प्रमुख हॉटस्पॉट के रूप में पहचाने गए हैं। नदियाँ महासागरों तक माइक्रोप्लास्टिक पहुँचाने का एक महत्वपूर्ण मार्ग हैं और अनुमानित रूप से प्रतिवर्ष 2.4 मिलियन मीट्रिक टन प्लास्टिक का परिवहन करती हैं। इस प्रवाह में प्रमुख योगदानकर्ताओं में यांग्त्ज़ी, गंगा और नील जैसी नदियाँ शामिल हैं, जो अपर्याप्त अपशिष्ट प्रबंधन और उच्च मानवजनित गतिविधियों के कारण अत्यधिक प्रभावित हैं। मीठे जल की झीलें भी माइक्रोप्लास्टिक के महत्वपूर्ण भंडार हैं। उदाहरणस्वरूप, विक्टोरिया झील पर किए गए एक अध्ययन में माइक्रोप्लास्टिक की सांद्रता 400 कण प्रति घन मीटर से अधिक पाई गई, जो मुख्यतः शहरी अपवाह और अनुपचारित अपशिष्ट जल से उत्पन्न होती है। इस प्रकार की उच्च सांद्रता न केवल जलीय जैव विविधता को प्रभावित करती है, बल्कि व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण मछली प्रजातियों में माइक्रोप्लास्टिक अंतर्ग्रहण का प्रमाण भी सिंतुत करती है, जहाँ हालिया आकलन में पाया गया कि 70 से अधिक मछली प्रजातियाँ माइक्रोप्लास्टिक से प्रभावित हैं। यह स्थिति जलीय खाद्य श्रृंखला में जैव-संचय और मानव स्वास्थ्य पर संभावित प्रतिकूल प्रभावों को लेकर गंभीर चिंताएँ उत्पन्न करती है। भूजल प्रणालियाँ, जिन्हें कभी अपेक्षाकृत सुरक्षित और कम संवेदनशील माना जाता था, अब तेजी से माइक्रोप्लास्टिक संदूषण की चपेट में आ रही हैं। एक हालिया अध्ययन में पाया गया कि चीन (44 MPs/m), ऑस्ट्रेलिया (38 MPs/m), बांग्लादेश (24 MPs/m), संयुक्त राज्य अमेरिका (15 MPs/m), भारत (4 MPs/m) और यूनाइटेड किंगडम (<1 MPs/m) के भूजल में माइक्रोप्लास्टिक संदूषण मौजूद है। माना जाता है कि ये प्रदूषक मिट्टी में रिसाव, दूषित सिंचाई जल, अनुपचारित अपशिष्ट जल, और लैंडफिल से रिसने वाले कचरे के माध्यम से भूजल में प्रवेश करते हैं, जिससे यह स्पष्ट होता है कि माइक्रोप्लास्टिक्स जल विज्ञान चक्र में प्रणालीगत रूप से वितरित हो रहे हैं।

स्थलीय पारिस्थितिक तंत्रों में भी माइक्रोप्लास्टिक का स्तर तेजी से बढ़ रहा है। हाल के अनुमानों के अनुसार, स्थलीय प्रणालियों में समुद्री पर्यावरण की तुलना में 4 से 23 गुना अधिक माइक्रोप्लास्टिक मौजूद हैं। इस उच्च संचय में कृषि पद्धतियाँ, औद्योगिक गतिविधियाँ और प्लास्टिक अपशिष्ट प्रबंधन की कमियाँ प्रमुख भूमिका निभाती हैं। मिट्टी में माइक्रोप्लास्टिक का प्रमुख स्रोत प्लास्टिक मल्चिंग फिल्मों का क्षरण, अपशिष्ट जल सिंचाई, वायुमंडलीय निक्षेपण, और मल का उर्वरक के रूप में उपयोग हैं। विशेष रूप से, अपशिष्ट जल उपचार संयंत्रों का उपोत्पाद मल-मल मिट्टी में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण का एक महत्वपूर्ण कारण है। एक हालिया अध्ययन के अनुसार, मल-मल में प्रति किलोग्राम 300,000 तक माइक्रोप्लास्टिक कण पाए गए हैं। कृषि क्षेत्रों में ये माइक्रोप्लास्टिक कण सूक्ष्म कणों के रूप में मिट्टी में जमा हो जाते हैं, जहाँ अपर्याप्त जैव-अपघटन के कारण ये दशकों तक बने रह सकते हैं। इस दीर्घकालिक संचय से न केवल मिट्टी की संरचना प्रभावित होती है, बल्कि खाद्य फसलों में भी माइक्रोप्लास्टिक स्थानांतरित हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, एक अध्ययन में लेट्यूस और गेहूँ जैसी फसलों की जड़ों, तनों और पत्तियों में माइक्रोप्लास्टिक की उपस्थिति दर्ज की गई। इसी प्रकार, प्लास्टिक मल्चिंग का उपयोग, जो फसल उत्पादन बढ़ाने के लिए एक सामान्य कृषि पद्धति है, समय के साथ सूक्ष्म एवं नैनोप्लास्टिक (MNPs) में विघटित होकर मिट्टी को गंभीर रूप से दूषित कर देता है। नवीनतम अनुमानों के अनुसार, गहन रूप से खेती किए जाने वाले खेतों में प्रति हेक्टेयर 70 किलोग्राम से अधिक प्लास्टिक अवशेष वार्षिक रूप से जमा होते हैं। ये MNPs मिट्टी की संरचना को परिवर्तित करते हैं, जलधारण क्षमता को कम करते हैं, और सूक्ष्मजीवी समुदायों को बाधित करके पोषक चक्रण में हस्तक्षेप करते हैं।

इसके अलावा, माइक्रोप्लास्टिक वायुमंडलीय परिवहन द्वारा भी व्यापक रूप से फैलते हैं। हवा और वर्षा इन्हें स्थलीय और जलीय दोनों प्रणालियों में जमा करती है। हाल के अध्ययनों ने यहाँ तक दिखाया है कि माइक्रोप्लास्टिक आर्कटिक बर्फ और हिमालयी हिमनदों तक पहुँच चुके हैं, जो इनके लंबी दूरी के वायुमंडलीय सिंार का प्रमाण हैं। शहरी क्षेत्रों में माइक्रोप्लास्टिक की वायुमंडलीय सांद्रता विशेष रूप से उच्च पाई गई है, जो औद्योगिक प्रदूषण, वाहनों के उत्सर्जन और अनुचित ठोस अपशिष्ट प्रबंधन से जुड़ी है। यह स्थिति न केवल पारिस्थितिक तंत्रों के लिए, बल्कि मानव स्वास्थ्य और वैश्विक जल सुरक्षा के लिए भी गंभीर खतरा सिंतुत करती है।

माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण और उसकी विविधता की निगरानी

जलीय प्रणालियों में माइक्रोप्लास्टिक की निगरानी

छोटे माइक्रोप्लास्टिक्स (MPs) और नैनोप्लास्टिक्स (<1 μm)

की निगरानी के लिए सटीक और उच्च-संवेदनशीलता वाली पहचान तकनीकों का विकास अत्यंत आवश्यक है। हाल के वर्षों में, उन्नत निस्पंदन प्रणालियों और इमेजिंग तकनीकों, जैसे रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM), ने विभिन्न आकारों, आकृतियों और संरचनाओं के MPs की पहचान और मात्रात्मक विश्लेषण की सटीकता को महत्वपूर्ण रूप से बेहतर बनाया है। सतही जल प्रणालियों के अतिरिक्त, गहरे समुद्र तल की तलछट में भी MPs का व्यापक संचय पाया गया है, जहाँ अनुमानित लगभग 14 मिलियन टन MPs विश्वभर में मौजूद हैं। ये MPs मुख्य रूप से समुद्री बर्फ के एकत्रीकरण और डूबने की प्रक्रियाओं के माध्यम से गहरे समुद्री तल तक पहुँचते हैं। नदियाँ MPs के परिवहन के लिए प्रमुख मार्गों के रूप में कार्य करती हैं। अनुमानित रूप से प्रतिवर्ष 1.15–2.41 मिलियन टन प्लास्टिक नदियों के माध्यम से समुद्री प्रणालियों में प्रवाहित होता है। अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि यांग्त्ज़ी, गंगा और मेकांग सहित विश्व की दस प्रमुख नदियाँ वैश्विक नदी-जनित प्लास्टिक निर्वहन का लगभग 80 प्रतिशत योगदान देती हैं। हाल के वर्षों में, रिमोट सेंसिंग और स्वायत्त जल-नमूनाकरण ड्रोन जैसी अत्याधुनिक तकनीकों के उपयोग से वास्तविक समय में MPs की निगरानी संभव हुई है, जिससे मानसून अवधि के दौरान उच्च MPs सांद्रता के साथ मौसमी विविधताओं की पहचान की जा सकी है। इसके अतिरिक्त, हाइड्रोलॉजिकल मॉडलिंग को इन सीटू डेटा के साथ एकीकृत करने पर यह पाया गया है कि शहरी अपवाह नदियों में MPs के लिए सबसे बड़ा योगदान देता है। इसमें मुख्य रूप से कपड़ा, पैकेजिंग सामग्री और वाहन टायरों से उत्पन्न फाइबर, फिल्में और प्लास्टिक कण प्रमुख भूमिका निभाते हैं।

मीठे पानी की झीलों और जलाशयों को भी MPs के महत्वपूर्ण भंडार के रूप में तेजी से पहचाना जा रहा है। उदाहरणस्वरूप, विक्टोरिया झील और मिशिगन झील में MPs की औसत सांद्रता 1568.6 ± 1473.8 कण प्रति घन मीटर पाई गई है, जिसमें मुख्यतः PE और PP के कण प्रमुख हैं। इसके अतिरिक्त, इन झील पारिस्थितिक तंत्रों में MPs के जैव-संचयन पर गंभीर चिंताएँ उभर रही हैं। एक हालिया अध्ययन में यह पाया गया कि जाँची गई 70 प्रतिशत से अधिक मछली प्रजातियों के जठरांत्र पथ में MPs मौजूद थे, जो मानव खाद्य श्रृंखला में उनके संभावित स्थानांतरण का संकेत देता है। MPs की निगरानी स्वाभाविक रूप से जटिल है क्योंकि उनका आकार, आकृति और रासायनिक संरचना अत्यधिक विविध होती है। MPs का आकार दृश्यमान टुकड़ों (>1 मिमी) से लेकर नैनोप्लास्टिक्स (<1 μm) तक विस्तृत होता है, जिसके लिए उच्च-संवेदनशीलता वाली उन्नत तकनीकों की आवश्यकता होती है। परमाणु बल सूक्ष्मदर्शी (Atomic Force Microscopy, AFM) जैसी इमेजिंग तकनीकें तथा क्षेत्र-प्रवाह विभाजन (Field-Flow Fractionation, FFF) जैसी पृथक्करण विधियाँ नैनो-स्तरीय MPs की पहचान में विशेष रूप से प्रभावी पाई गई हैं। MPs विभिन्न आकारों जैसे रेशे, फिल्में, गोले और टुकड़े में पाए जाते हैं, जो अक्सर कपड़ा, पैकेजिंग सामग्री तथा औद्योगिक प्रक्रियाओं जैसे विशिष्ट स्रोतों से जुड़े होते हैं। MPs की बहुलक संरचना की पहचान के लिए पायरोलिसिस-गैस क्रोमैटोग्राफी/मास स्पेक्ट्रोमेट्री (Py&GC/MS) जैसी उन्नत तकनीकों का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। इन विश्लेषणों से यह ज्ञात हुआ है कि MPs प्रायः विषाक्त योजकों, जैसे फ्थेलेट्स (phthalates) और बिस्फेनॉल ए (BPA), के साथ-साथ अधिशोषित प्रदूषकों, जैसे पॉलीक्लोरीनेटेड बाइफिनाइल्स (PCBs) और पॉलीसाइक्लिक एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन्स (PAHs), के साथ सह-अस्तित्व में पाए जाते हैं। एक रिपोर्ट में यह दर्शाया गया है कि डचे अपनी स्वयं की द्रव्यमान की तुलना में लगभग दस गुना अधिक हाइड्रोफोबिक प्रदूषक अवशोषित करने की क्षमता रखते हैं, जिससे जैविक प्रणालियों द्वारा निगलने पर उनकी विषाक्तता में उल्लेखनीय वृद्धि हो सकती है।

निगरानी प्रौद्योगिकियों में नवाचार

मशीन लर्निंग और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) में हालिया प्रगति ने स्पेक्ट्रोस्कोपिक डेटासेट्स में माइक्रोप्लास्टिक्स की स्वचालित पहचान को सक्षम बनाया है, जिससे डेटा प्रसंस्करण समय में उल्लेखनीय कमी आई है और मानवीय त्रुटियों की संभावना भी घट गई है। विशेष रूप से, मशीन लर्निंग आधारित उन्नत एल्गोरिदम, जिन्हें विभिन्न पॉलिमर स्पेक्ट्रा पर प्रशिक्षित किया गया है, ने लगभग 95 प्रतिशत तक की सटीकता के साथ MPs के पॉलिमर प्रकार और कण आकार के बीच भेद करने की क्षमता प्रदर्शित की है। यह दृष्टिकोण MPs की तेज़, उच्च-सटीक और पुनरुत्पादक पहचान के लिए एक अत्यंत प्रभावी उपकरण के रूप में उभर रहा है, विशेषकर तब जब बड़े पैमाने पर पर्यावरणीय निगरानी और माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के आकलन की आवश्यकता होती है।

रिमोट सेंसिंग और ड्रोन

इमेजरी-आधारित रिमोट सेंसिंग तकनीकें और ड्रोन-आधारित निगरानी प्रणालियाँ माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण के वितरण पैटर्न की पहचान और मूल्यांकन के लिए तेजी से उपयोग की जा रही हैं। ये उन्नत तकनीकें वास्तविक समय का उच्च-रिज़ॉल्यूशन भौगोलिक डेटा प्रदान करती हैं, जिसे वायुमंडलीय और

जलविज्ञान मॉडल के साथ एकीकृत करके एमपी के फैलाव, परिवहन मार्गों और जमाव क्षेत्रों का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। इस दृष्टिकोण से माइक्रोप्लास्टिक संदूषण की स्थानिक और कालिक गतिकी को बेहतर ढंग से समझने में सहायता मिलती है, जिससे प्रभावी निगरानी, जोखिम आकलन और प्रबंधन रणनीतियों का विकास संभव हो पाता है।

नैनोफाइबर फिल्टर

हाल ही में, शोधकर्ताओं ने नैनोप्लास्टिक निगरानी के लिए उच्च दक्षता वाले नैनोफाइबर फिल्टर विकसित किए हैं जिससे उन्नत इमेजिंग विधियों का उपयोग करके उन्हें मापना और वर्गीकृत करना सरल और आसान हो जाता है।

वैश्विक निगरानी नेटवर्क और डेटाबेस

वैश्विक निगरानी नेटवर्क और डेटाबेस दुनिया भर में माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण की निगरानी और मूल्यांकन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। संयुक्त राष्ट्र स्वच्छ समुद्र अभियान और ग्लोबल प्लास्टिक वॉच जैसी अंतर्राष्ट्रीय पहलें शोध-आधारित डेटा को एकीकृत करके एमपी प्रदूषण के गतिशील मानचित्र विकसित करती हैं। ये प्लेटफ़ॉर्म मानकीकृत डेटा संग्रह, विश्लेषण और निगरानी प्रोटोकॉल को प्रोत्साहित करते हैं, जो प्लास्टिक प्रदूषण पर अंतर-सरकारी वार्ता समिति (Intergovernmental Negotiating Committee, UNEP) जैसी अंतर्राष्ट्रीय नीतिगत पहलों का समर्थन करते हैं। इसका उद्देश्य प्रभावी शमन रणनीतियों, नियामक ढाँचे और समन्वित वैश्विक प्रतिक्रियाओं के कार्यान्वयन को सुनिश्चित करना है। माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण की स्थानिक और कालिक विविधता की निगरानी के लिए अंतःविषय दृष्टिकोण और उन्नत तकनीकी नवाचार आवश्यक हैं। शोधकर्ताओं, नीति-निर्माताओं, उद्योगों और अंतर्राष्ट्रीय संगठनों के बीच सुदृढ़ सहयोग प्रभावी और कार्रवाई-उन्मुख शमन रणनीतियों को विकसित करने के लिए अनिवार्य है। इसके अतिरिक्त, उन्नत निगरानी प्रणाली और वैश्विक जागरूकता कार्यक्रम पर्यावरणीय स्थिरता और मानव स्वास्थ्य की सुरक्षा के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

माइक्रोप्लास्टिक्स के साथ माइक्रोबियल इंटरैक्शन

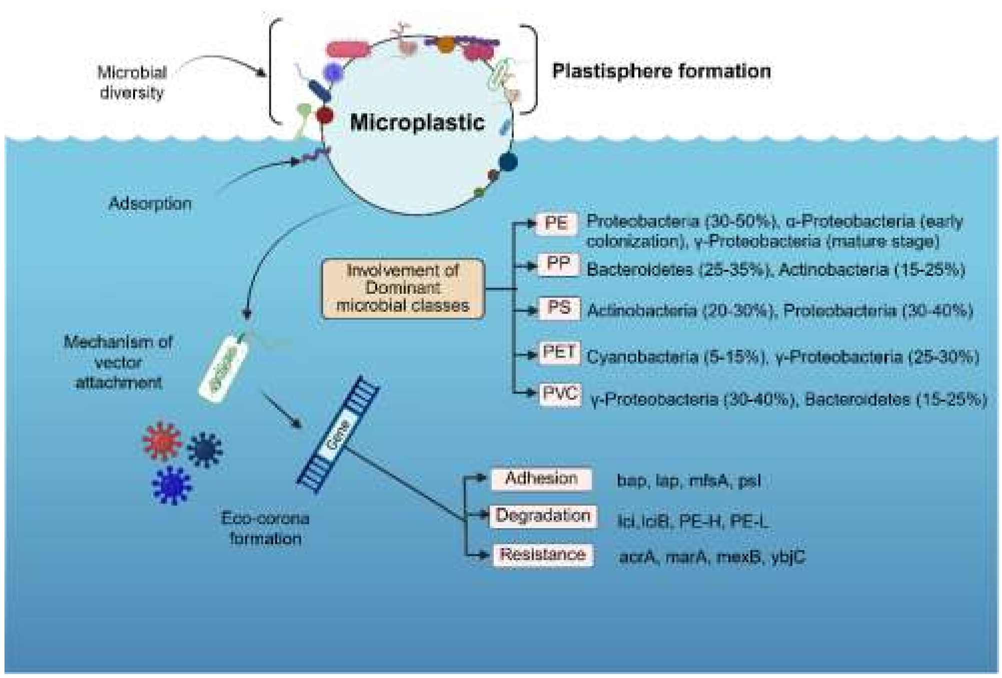
जलीय प्लास्टिक, सूक्ष्मजीवों तथा उनसे जुड़े विषाक्त पदार्थों के बीच की अंतःक्रियाएँ हाल के वर्षों में वैज्ञानिक अनुसंधान का एक महत्वपूर्ण विषय बन गई हैं। इस पर प्रारंभिक चिंता 1972 में प्रकाशित उस पहली रिपोर्ट से उत्पन्न हुई, जिसमें बैक्टीरिया और डायटम द्वारा प्लास्टिक सतहों पर उपनिवेशण की घटना का वर्णन किया गया था। हालाँकि, इस मुद्दे पर वैश्विक वैज्ञानिक समुदाय का ध्यान आकर्षित होने में लगभग चार दशकों का समय लग गया।

हाल के अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि पॉलीइथाइलीन टेरेफ्थेलेट (PET), पॉलीमेथिल मेथैक्रिलेट (PMMA) और पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) जैसी विभिन्न प्लास्टिक सतहों पर बायोफिल्म निर्माण की प्रारंभिक अवस्थाएँ 24 से 72 घंटों के संपर्क अवधि में देखी जा सकती हैं। इन अध्ययनों के निष्कर्ष बताते हैं कि Rhodobacterales समूह के सदस्य इन प्लास्टिक सतहों पर प्राथमिक उपनिवेशीकरण में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। इसके अतिरिक्त, शोध से यह भी संकेत मिलता है कि सूक्ष्मजीवों और माइक्रोप्लास्टिक के बीच की अंतःक्रियाएँ प्लास्टिक की सतही विशेषताओं, रासायनिक संरचना तथा सूक्ष्मजीवों के भौतिक-रासायनिक गुणों पर निर्भर करती हैं। परिणामस्वरूप, अलग-अलग प्लास्टिक पॉलिमरों पर सूक्ष्मजीवों के उपनिवेशण और बायोफिल्म निर्माण की क्षमता में महत्वपूर्ण भिन्नताएँ पाई जाती हैं, जो जलीय पारिस्थितिकी तंत्र में माइक्रोप्लास्टिक के भाग्य और प्रदूषण गतिकी को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित कर सकती हैं।

माइक्रोप्लास्टिक्स पर माइक्रोबियल उपनिवेशण और बायोफिल्म निर्माण की प्रक्रियाएँ

माइक्रोप्लास्टिक्स पर सूक्ष्मजीवों का प्राथमिक उपनिवेशण तब आरंभ होता है जब अग्रणी प्रजातियाँ बहुलक सतहों के साथ अंतःक्रिया करके एक कंडीशनिंग परत का निर्माण करती हैं। बायोफिल्म निर्माण की प्रारंभिक अवस्था में सूक्ष्मजीवों का जुड़ाव मुख्यतः हाइड्रोफोबिक अंतःक्रियाओं और वैन डेर वाल्स बलों जैसी प्रतिवर्ती अंतःक्रियाओं के माध्यम से होता है, जबकि सूक्ष्मजीवों द्वारा स्रावित बाह्यकोशिकीय बहुलक पदार्थ (ईपीएस) एक चिपचिपा मैट्रिक्स प्रदान करते हैं जो आसंजन को स्थायी और अपरिवर्तनीय बनाता है। तापमान, pH, लवणता और पोषक तत्वों की उपलब्धता जैसे पर्यावरणीय कारक इस प्रक्रिया को प्रभावित करते हैं, वहीं विभिन्न बहुलकों की रासायनिक संरचना और सतही ऊर्जा भी सूक्ष्मजीव उपनिवेशण की क्षमता को नियंत्रित करती है, जिसमें पॉलीइथाइलीन और पॉलीप्रोपाइलीन जैसे बहुलक अपनी जलभीरु प्रकृति के कारण विशेष रूप से उपनिवेशण के लिए प्रवण पाए गए हैं। इसके अतिरिक्त, सतह के गुणधर्म कोटिंग्स, योजकों और अपघटन उत्पादों के कारण भी परिवणतत हो सकते हैं, जिससे आसंजन की दक्षता बढ़ जाती है। प्रारंभिक जुड़ाव के बाद माइक्रोकॉलोनी निर्माण की अवस्था आरंभ होती है, जिसमें अतिरिक्त सूक्ष्मजीव आकणषत होकर त्रि-आयामी बायोफिल्म संरचना का निर्माण करते हैं, जो स्तरीकृत सूक्ष्मजीव समुदायों और विशिष्ट पोषक मार्गों के विकास को प्रोत्साहित करती है। इस प्रक्रिया में द्वितीयक

उपनिवेशक भी शामिल होते हैं, जिससे सूक्ष्मजीव समुदाय की जैव विविधता में वृद्धि होती है, जबकि समुदाय की गतिशीलता पर्यावरणीय परिस्थितियों, पोषण प्रतिस्पर्धा और अंतःप्रजातीय अंतःक्रियाओं से प्रभावित होती है। अंततः, फैलाव चरण में बायोफिल्म के कुछ घटक अलग होकर नए उपनिवेश स्थापित करने के लिए अन्य सतहों पर प्रवास करते हैं। माइक्रोप्लास्टिक्स विभिन्न आकारों और आकृतियों जैसे रेशे, गोले तथा टुकड़ों में पाए जाते हैं, जिनमें छोटे कणों का सतह-क्षेत्रफल-से-आयतन अनुपात अधिक होने के कारण सूक्ष्मजीवों के साथ मजबूत अंतःक्रियाएँ होती हैं। चिकनी सतहों की तुलना में अनियमित सतहें अधिक सूक्ष्म आवास प्रदान करती हैं, जो कोशिका आसंजन और बायोफिल्म वृद्धि को बढ़ावा देती हैं। इसके अतिरिक्त, पर्यावरणीय उम्र बढ़ने की प्रक्रियाएँ, जैसे पराबैंगनी विकिरण, ऑक्सीकरण और यांत्रिक घर्षण, बहुलक सतह पर दरारें, टूटन और छिद्र उत्पन्न करती हैं, जिससे सूक्ष्मजीव आसंजन और बायोफिल्म निर्माण की क्षमता में वृद्धि होती है। इन विकसित बायोफिल्मों के परिणामस्वरूप माइक्रोप्लास्टिक्स के भौतिक और रासायनिक गुणधर्मों में महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं, जिससे वे अशुद्धियों, विषाक्त पदार्थों और रोगजनकों के प्रभावी वाहक के रूप में कार्य करने लगते हैं। बायोफिल्म निर्माण के पारिस्थितिक निहितार्थ भी अत्यंत महत्वपूर्ण हैं क्योंकि बायोफिल्म की सोखने की क्षमता तथा जैव-अपघटन दक्षता प्लास्टिक कचरे और जलीय प्रणालियों के बीच हाइड्रोफोबिक कार्बनिक प्रदूषकों की गतिशीलता को प्रभावित करती है। कई बायोफिल्म-निर्माण करने वाले बैक्टीरिया, कवक और शैवाल इन प्रदूषकों को विघटित करने में सक्षम होते हैं, जिससे इन्हें बायोरिएक्टरों और सतही जल के यथास्थान जैव-उपचार में उपयोगी बनाया जा सकता है। इसके अलावा, बायोफिल्मों द्वारा उत्सर्जित रसायन पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाते हैं, जो सूक्ष्मजीव विकास को और प्रोत्साहित करते हैं। माइक्रोप्लास्टिक्स के आकार, सतह गुणधर्म और अपघटन से उत्पन्न प्राकृतिक कण बायोफिल्म निर्माण की गतिकी को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करते हैं। अपने छोटे आकार, लचीलेपन और हाइड्रोफोबिक सतह गुणधर्मों के कारण माइक्रोप्लास्टिक्स सूक्ष्मजीव उपनिवेशण के लिए आदर्श सब्सट्रेट बन जाते हैं, और पर्यावरण में छोड़े जाने के बाद वे विविध सूक्ष्मजीव समुदायों के साथ परस्पर क्रिया करके जटिल बायोफिल्म नेटवर्क का निर्माण करते हैं, जो जलीय पारिस्थितिक तंत्र में माइक्रोप्लास्टिक की भूमिका तथा प्रदूषण की गतिकी को गहराई से प्रभावित करता है।



चित्र 2: माइक्रोप्लास्टिक पर प्लास्टिस्फीयर निर्माणः यह प्रक्रिया माइक्रोप्लास्टिक पर सूक्ष्मजीवों की विविधता और अवशोषण से शुरू होती है, जिसके परिणामस्वरूप वेक्टर जुड़ाव और इको-कोरोना निर्माण होता है। इसमें शामिल प्रमुख सूक्ष्मजीव वर्गों में प्रोटियोबैक्टीरिया, बैक्टेरॉइडेट्स, एक्टिनोबैक्टीरिया और साइनोबैक्टीरिया शामिल हैं, जिनका प्रतिशत उनकी व्यापकता दर्शाता है। यह चार्ट आसंजन, अपघटन और प्रतिरोध में जीवाणु जीन की भागीदारी को दर्शाता है, और bap, lap और AcrA जैसे विशिष्ट जीनों को सूचीबद्ध करता है।

ट्रांस फैटी एसिडः स्रोत, पहचान, विषाक्तता और विनियमन

आकाश मंगल, मोहम्मद अशरफ, कौसर महमूद अंसारी
खाद्य विष विज्ञान समूह, फेस्ट प्रभाग,
सीएसआईआर-भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

प्राकृतिक वसा और तेल विभिन्न प्रकार के फैटी एसिड से मिलकर बने होते हैं, जिनमें संतृप्त, एकल-असंतृप्त और बहुअसंतृप्त फैटी एसिड शामिल हैं। इसी समूह में ट्रांस फैटी एसिड (टीएफए) एक विशेष प्रकार का असंतृप्त फैटी एसिड है, जिसमें कम से कम एक डबल बॉन्ड ट्रांस विन्यास में होता है। इस विन्यास के कारण अणु का आकार अपेक्षाकृत सीधा हो जाता है। ट्रांस संरचना में डबल बॉन्ड से जुड़े हाइड्रोजन परमाणु विपरीत दिशाओं में होते हैं, जबकि सिस संरचना में दोनों हाइड्रोजन एक ही दिशा में पाए जाते हैं।

वसा का आहार में एक महत्वपूर्ण घटक होने के कारण टीएफए लंबे समय से वैज्ञानिकों के लिए अध्ययन का केंद्र रहा है। यह मानव आहार में कई स्रोतों से प्रवेश करता है, जिन्हें चार मुख्य वर्गों में बाँटा जा सकता है:

- वनस्पति तेलों के आंशिक हाइड्रोजनीकरण से उत्पन्न औद्योगिक टीएफए
- उच्च तापमान पर पकाने या प्रसंस्करण से बने टीएफए
- जुगाली करने वाले पशुओं से प्राप्त प्राकृतिक टीएफए
- तथा आहार पूरकों (सप्लीमेंट्स) हेतु बनाए गए कृत्रिम टीएफए

जुगाली करने वाले पशुओं से मिलने वाले टीएफए की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है, जिन्हें आमतौर पर प्राकृतिक टीएफए कहा जाता है। इसके विपरीत, इंसानों के आहार में अधिक मात्रा में पाए जाने वाले ट्रांस फैट प्रायः औद्योगिक प्रक्रिया से बनाए जाते हैं। प्राकृतिक रूप में यह मक्खन, दूध, बीफ़ और पनीर जैसे खाद्य उत्पादों में मिलता है, जबकि औद्योगिक रूप मुख्य रूप से डीप-फ्राई खाद्य पदार्थ, मार्जरीन, शॉर्टनिंग, और प्रसंस्कृत वस्तुओं (जैसे स्नैक्स, फ्रोजन पिज़्ज़ा, माइक्रोवेव पॉपकॉर्न) में मौजूद होता है।

ट्रांस फैटी एसिड के स्रोत

टीएफए के स्रोतों को उनकी उत्पत्ति के आधार पर दो प्रमुख श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है:

औद्योगिक स्रोत

औद्योगिक ट्रांस फैट तरल वनस्पति तेलों के आंशिक हाइड्रोजनीकरण से बनते हैं। इस प्रक्रिया में तेलों को लगभग 400°C तक उच्च दाब और उत्प्रेरकों की उपस्थिति में गर्म किया जाता है। ऐसा करने से तेल में मौजूद सिस डबल बॉन्ड कुछ मामलों में ट्रांस स्वरूप में परिवर्तित हो जाते हैं। पिछले कई सालों तक मानव आहार में टीएफए का मुख्य स्रोत यही रहे हैं। आंशिक रूप से हाइड्रोजनीकृत तेलों वाले उत्पादों में इसकी मात्रा 30 प्रतिशत तक हो सकती है।

आईटीएफए मुख्यतः जिन खाद्य समूहों में पाया जाता है, वे हैं:

- अनाज और उनसे बने उत्पाद,
- ब्रेड और बेकरी उत्पाद,
- कन्फेक्शनरी और स्नैक्स।

प्राकृतिक स्रोत

प्राकृतिक ट्रांस फैटी एसिड जुगाली करने वाले पशुओं, जैसे गाय, भेड़ और बकरी के पाचन तंत्र में बनते हैं। यहाँ विशेष प्रकार के सूक्ष्मजीव जैसे ब्यूटिरिविब्रियो, फाइब्रिसोल्वेंस, और मेगास्फेरा एल्स्डेनी आहार से प्राप्त असंतृप्त फैटी एसिड को परिवर्तित कर ट्रांस फैटी एसिड बना देते हैं।

इस कारण प्राकृतिक ट्रांस फैटी एसिड प्रायः दूध, मक्खन, पनीर और भेड़-बकरी के मांस में पाया जाता है। इसके अतिरिक्त, थोड़ी मात्रा में यह कुछ वनस्पति तेलों, पोल्ट्री तथा अन्य पशु वसा में भी मौजूद हो सकता है।

टीएफए के हानिकारक प्रभाव

ट्रांस-फैटी एसिड का गलनांक सिस फैटी एसिड की तुलना में अधिक होता है क्योंकि इनकी सीधी (रैखिक) संरचना अणुओं को अधिक सघनता से पैक होने देती है। विशेषकर औद्योगिक ट्रांस-फैटी एसिड, जिनका उपयोग खाद्य प्रसंस्करण में शेल्फ-लाइफ, बनावट और स्वाद सुधारने के लिए किया जाता है, मानव स्वास्थ्य पर गंभीर नकारात्मक प्रभाव डालते हैं। इनका अधिक मात्रा में सेवन शरीर की कई सामान्य क्रियाओं को प्रभावित करता है और गंभीर बीमारियों का कारण बन सकता है।

हृदय संवहनी रोग

टीएफए कम घनत्व वाले लिपोप्रोटीन (एलडीएल) कोलेस्ट्रॉल (''खराब'' कोलेस्ट्रॉल) के स्तर को बढ़ाते हैं जबकि उच्च घनत्व वाले लिपोप्रोटीन (एचडीएल) कोलेस्ट्रॉल (''अच्छा'' कोलेस्ट्रॉल) के स्तर को कम करते हैं, जिससे हृदय रोग, स्ट्रोक और धमनियों के सख्त होने (एथेरोस्क्लेरोसिस) का खतरा बढ़ जाता है। एक अध्ययन में पाया गया कि जब आहार से मिलने वाली ऊर्जा का लगभग 10 टीएफए से आता है, तो एलडीएल स्तर बढ़ जाता है

और एचडीएल कम हो जाता है। उच्च एलडीएल धमनियों में वसा जमने की प्रक्रिया को तेज करता है, जबकि एचडीएल सामान्यतः अतिरिक्त कोलेस्ट्रॉल को हटाने में मदद करता है। साथ ही, टीएफए रक्त के थक्के बनने की प्रवृत्ति को भी बढ़ाते हैं।

टाइप-2 मधुमेह

टीएफए का नियमित सेवन इंसुलिन प्रतिरोध और टाइप-2 मधुमेह के खतरे से संबंधित है। ये वसा TNF-α और IL-6 जैसे सूजन पैदा करने वाले अणुओं का स्तर बढ़ाते हैं। साथ ही, ये अतिरिक्त ROS (Reactive Oxygen Species) का निर्माण करते हैं और वसा चयापचय से जुड़े एंज़ाइमों की कार्यक्षमता को घटाते हैं। परिणामस्वरूप, कोशिकाएं इंसुलिन का सही ढंग से उपयोग नहीं कर पातीं जिससे टाइप-2 मधुमेह की संभावना बढ़ती है।

मोटापा और मेटाबोलिक विकार

मोटापा एक गंभीर गैर-संचारी रोग और वैश्विक स्वास्थ्य चुनौती है। शोध दर्शाते हैं कि औद्योगिक टीएफए का सेवन पेट की चर्बी बढ़ने और मेटाबोलिक सिंड्रोम की स्थितियों से जुड़ा है। टीएफए सामान्य वसा चयापचय को बाधित करके मोटापा और अन्य मेटाबोलिक रोगों को बढ़ावा देते हैं।

कैंसर का खतरा

कई अध्ययन दर्शाते हैं कि टीएफए का अत्यधिक सेवन कुछ प्रकार के कैंसर (जैसे स्तन, बृहदान्त्र, डिंबग्रंथि और मलाशय का कैंसर) का खतरा बढ़ा सकता है। इसका कारण यह है कि टीएफए शरीर में सूजन और ऑक्सीडेटिव तनाव को बढ़ाते हैं, जिससे ROS का निर्माण होता है। ये ROS डीएनए को नुकसान पहुंचाते हैं (जैसे 8-ऑक्सो-गुआनिन का निर्माण), जो जीन में परिवर्तन (mutation) लाकर कैंसर आरंभ कर सकते हैं।

सूजन और प्रतिरक्षा से जुड़े विकार

लिपिड प्रोफाइल बिगाड़ने के अलावा, टीएफए सिस्टमिक इन्फ्लेमेशन और ऑक्सीडेटिव तनाव बढ़ाने में योगदान करते हैं। वे CRP, IL-6 और TNF-α जैसे सूजन-सूचक बायोमार्करों के स्तर को बढ़ाते हैं, जो हृदय रोग, मेटाबोलिक सिंड्रोम और अन्य प्रतिरक्षा संबंधी रोगों से जुड़े होते हैं। साथ ही, ये कोशिकाओं की झिल्ली की संरचना को बदलकर इम्यून रेस्पॉन्स को बाधित कर सकते हैं।

प्रजनन और विकास संबंधी समस्याएँ

गर्भावस्था में ज्यादा टीएफए लेने से ये प्लेसेंटल बैरियर को पार करके भ्रूण तक पहुँचते हैं और विभिन्न समस्याएँ उत्पन्न कर सकते हैं:

- कम जन्म वज़न,
- भ्रूण के विकास में कमी,
- नवजात शिशुओं में वसा चयापचय में असामान्यता,
- समय से पहले सिंव का खतरा बढ़ना।

टीएफए का अधिक सेवन प्रजनन हार्मोन (एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टेरोन) के सामान्य सिग्नलिंग को बाधित कर सकता है, जिसके चलते महिलाओं में मासिक धर्म अनियमितता, डिंबग्रंथि विकार, और कम प्रजनन क्षमता देखी जा सकती है। साथ ही, टीएफए का मातृ सेवन स्तन के दूध के फैटी एसिड प्रोफाइल को बदल सकता है, जिससे शिशु को सही पोषक तत्व नहीं मिलते और शुरुआती विकास पर बुरा असर पड़ सकता है।

टीएफए की परिवीक्षण तकनीकें

आधुनिक विश्लेषणात्मक उपकरणों के विकास से खाद्य पदार्थों में ट्रांस फैटी एसिड की पहचान और मात्रात्मक आकलन अब अधिक सरल, सटीक और भरोसेमंद हो गया है। यह प्रक्रिया न केवल नियामक निर्देशों के अनुपालन और खाद्य लेबलिंग की पुष्टि के लिए बल्कि जन स्वास्थ्य की सुरक्षा हेतु भी आवश्यक है।

क्रोमैटोग्राफिक तकनीकें

फैटी एसिड (जिसमें टीएफए भी शामिल हैं) को अलग करने, पहचानने और मापने के लिए क्रोमैटोग्राफी सबसे प्रभावी समूह की तकनीक है। प्रमुख विधियाँ इस प्रकार हैं:

गैस क्रोमैटोग्राफी-मास स्पेक्ट्रोमेट्री (GC-MS):

यह सबसे अधिक चिंलित विधि है, जो उच्च विभेदन और संवेदनशीलता प्रदान करती है, जिससे ट्रांस फैटी एसिड के विशिष्ट समावयवों का पता लगाया जा सकता है। हालांकि, इस विधि में नमूने से फैटी एसिड को अलग करना पड़ता है, जिससे समय अधिक लगता है। साथ ही, ऊष्मा-अस्थिर और असंतृप्त यौगिक विश्लेषण के दौरान विघटित हो सकते हैं।

रिवर्स्ड फेज हाई-परफॉर्मेंस लिक्विड क्रोमैटोग्राफी (RP-HPLC):

इस तकनीक में विश्लेषण अपेक्षाकृत कम तापमान पर किया जाता है, जिससे असंतृप्त फैटी एसिड के आइसोमेराइजेशन में कमी आती है। C18 कॉलम का उपयोग करके सिस और ट्रांस फैटी एसिड को उनकी संरचना, संख्या और डबल बॉन्ड के प्रकार के आधार पर अलग किया जा सकता है। पहचान आमतौर पर 205 nm पर UV डिटेक्टर से की जाती है।

सिल्वर आयन क्रोमैटोग्राफी:

यह तकनीक सिस और ट्रांस आइसोमर्स में भेदभाव उनके सिल्वर आयनों के साथ परस्पर क्रिया के आधार पर करती है। इसे अक्सर GC के पूरक रूप में प्रयोग किया जाता है।

स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीकें

स्पेक्ट्रोस्कोपी से फैटी एसिड की संरचना की जानकारी मिलती है और इसे त्वरित जांच पद्धति के रूप में प्रयोग किया जाता है।

फूरियर ट्रांसफॉर्म इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी (FTIR):

यह विधि नमूने की आसानी से और बिना विध्वंस किए जाँच की अनुमति देती है तथा इसमें विशेष सॉल्वेंट्स की आवश्यकता नहीं होती। व्यापक स्क्रीऩ्नग के लिए यह उपयुक्त है। कमी यह है कि

यह विभिन्न फैटी एसिड में पाए जाने वाले ट्रांस रूपों के बीच अंतर नहीं कर पाती।

फूरियर-ट्रांसफॉर्म इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी (FT-NIR):

FT-NIR भी तेज़ और गैर-विनाशकारी तकनीक है, जिसे खाद्य उद्योगों में बड़े पैमाने पर अपनाया गया है। चूँकि अलग-अलग रसायन विशिष्ट तरंगदैर्घ्यों पर अवशोषण करते हैं, इसलिए यह विभिन्न प्रकार के ट्रांस फैट की पहचान करने में सक्षम है।

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी:

यह वसा अम्लों की आणविक संरचना का "फिंगरप्रिंट" प्रदान करती है और कंपन मोड्स के आधार पर सिस और ट्रांस कॉन्फ़िगरेशन में अंतर करती है।

न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेज़ोनेंस (NMR):

टीएफए विश्लेषण के लिए NMR अत्यंत उपयुक्त तकनीक है। यह यौगिकों की संरचना, वातावरण और विन्यास की जानकारी उपलब्ध कराती है। सिस और ट्रांस फैटी एसिडों के बीच भेद करने के लिए इसे केमोमेट्रिक तरीकों के साथ मिलाकर प्रयोग किया जाता है। हाइड्रोजन और कार्बन परमाणुओं की रासायनिक शिफ्ट्स उनके सिस या ट्रांस विन्यास को अलग करने में सहायता करती हैं।

विनियमन

जैसा कि पहले बताया गया है, ट्रांस फैटी एसिड्स का सेवन स्वास्थ्य पर गंभीर नकारात्मक असर डालता है। शिशुओं से लेकर वयस्कों तक यह कई बीमारियों का कारण बनता है। इसलिए खाद्य पदार्थों में टीएफए को नियंत्रित करना अत्यंत आवश्यक है। विभिन्न स्वास्थ्य संगठनों ने औद्योगिक रूप से उत्पन्न ट्रांस फैट को कम करने की सिफारिश की है। उदाहरण के लिए, विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) की एक रिपोर्ट (2020) के अनुसार, यदि हम टीएफए से 2 ऊर्जा प्राप्त करते हैं, तो हृदय रोग से मृत्यु का खतरा लगभग 25 प्रतिशत तक बढ़ सकता है। इस जोखिम को देखते हुए, अंतर्राष्ट्रीय संस्थाएं, सरकारें और नीतिनिर्माता इसे घटाने या समाप्त करने के लिए नियमों और कार्यक्रमों पर काम कर रहे हैं।

भारत में नियमन:

भारत में भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण (FSSAI), 2011 के नियम लागू हैं, जिनके अनुसार उद्योग खाद्य तेल और वसा वाले उत्पादों में कुल वसा के 2 प्रतिशत से अधिक औद्योगिक ट्रांस फैट शामिल नहीं कर सकते। इसके अलावा, खाद्य लेबल पर सही जानकारी देना अनिवार्य है। किसी उत्पाद को ट्रांस फैट मुक्त तभी कहा जा सकता है, जब उसमें प्रति 100 ग्राम या 100 मिलीलीटर में 0.2 ग्राम से कम टीएफए मौजूद हो।

अन्य देशों के कदम:

- डेनमार्क ने 2003 में टीएफए पर नियम लागू किए, जिसके चलते वहां हृदय रोग से मृत्यु दर में उल्लेखनीय कमी देखी गई।
- WHO ने 2018 में REPLACE Initiative शुरू की, जिसका लक्ष्य 2023 तक खाद्य पदार्थों से औद्योगिक ट्रांस फैट को पूरी तरह खत्म करना है।
- अमेरिका में FDA के प्रतिबंधों के कारण 2018 तक टीएफए लगभग पूरी तरह खाद्य श्रृंखला से हट चुका था।
- कनाडा ने 2018 से PHO (Partially Hydrogenated Oils) पर प्रतिबंध लगाकर टीएफए को सीमित कर दिया।
- यूरोपीय संघ (EU) ने 2021 से यह नियम लागू किया कि वसा में टीएफए की मात्रा 100 ग्राम पर 2 ग्राम से अधिक नहीं होगी।

टीएफए नियमन में चुनौतियाँ:

- प्राकृतिक और औद्योगिक टीएफए स्रोतों में फर्क करना कठिन है।
- ऐसे विकल्प ढूँढना मुश्किल है जो समान स्वाद, बनावट और शेल्फ लाइफ दे सकें।
- उद्योग से ईमानदारी से अनुपालन और लेबलिंग सुनिश्चित करना चुनौतीपूर्ण है।
- उपभोक्ताओं में टीएफए और उसके खतरों के प्रति जागरूकता की कमी नियमों की प्रभावशीलता घटा देती है।
- कई विकासशील देशों के पास नियमन लागू करने और निगरानी के लिए पर्याप्त संसाधन या ढाँचा नहीं है।

भविष्य की संभावनाएँ

- हानिकारक टीएफए के खिलाफ वैश्विक स्तर पर संयुक्त प्रयासों की ज़रूरत है।
- औद्योगिक ट्रांस फैट पर पूर्ण प्रतिबंध लगाने की दिशा में काम होना चाहिए।
- आपूर्ति श्रृंखला को नियंत्रित करना ज़रूरी है ताकि केवल टीएफए -मुक्त सामग्री का ही उपयोग हो।
- खाद्य उत्पादों की नियमित निगरानी और निरीक्षण होना चाहिए।
- अनुसंधान और विकास पर अधिक ध्यान देना होगा।
- उपभोक्ताओं की सुरक्षा के लिए सख्त लेबऋलग कानून लाने होंगे।
- ट्रांस फैट के बेहतर विकल्पों को बढ़ावा देने की आवश्यकता है।
- स्वास्थ्य संबंधी जागरूकता फैलाने और स्वस्थ विकल्प अपनाने के लिए सरकारों व स्वास्थ्य संगठनों को चिंार-सिंार और शिक्षा कार्यक्रम चलाने होंगे।

शहरी वातावरण में वायु प्रदूषण शमन हेतु वनस्पति की भूमिकाः एक समग्र समीक्षा

पंकज गौतम, देवेश विश्वकर्मा, श्रीकांत बोज्जागनी
पर्यावरण निगरानी प्रयोगशाला, ए.एस.एस.आई.एस.टी. विभाग
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, सी.आर. कृष्णमूर्ति (सीआरके) परिसर,
सरोजनी नगर औद्योगिक क्षेत्र, घेरू, लखनऊ - 226 008, उत्तर प्रदेश, भारत

वायुमंडलीय प्रदूषण के दुष्परिणाम पर्यावरणीय, सामाजिक तथा जैव-चिकित्सकीय आयामों पर बहुविध और गहन प्रभाव डालते हैं। पर्यावरणीय स्तर पर, यह वायुमंडलीय धुंध (स्मॉग) की सघनता, अम्लीय वर्षा की आवृत्ति में वृद्धि तथा स्थलीय एवं जलीय पारिस्थितिकी तंत्रों के क्षरण का कारक बनता है। सामाजिक प्रभावों के अन्तर्गत दृश्यता में गिरावट, दुर्गंध युक्त वायुपारिस्थितिकी का निर्माण तथा मानव जीवन की गुणवत्ता में ह्रास सम्मिलित हैं। स्वास्थ्य-संबंधी परिप्रेक्ष्य में, वायु प्रदूषण श्वसन तंत्र एवं हृदय प्रणाली से संबद्ध रोगों की प्रबलता को बढ़ाता है, एलर्जिक प्रतिक्रियाओं को उत्प्रेरित करता है तथा समयपूर्व मृत्यु की संभावना में उल्लेखनीय वृद्धि करता है।

इसके नियंत्रण के लिए बहुआयामी दृष्टिकोण आवश्यक है, जिसमें निवारक और सक्रिय उपाय शामिल हैं। निवारक उपायों में कड़े पर्यावरणीय नियम, स्वच्छ तकनीकों का उपयोग और संधारणीय प्रथाओं को बढ़ावा देना शामिल है। साथ ही, सार्वजनिक जागरूकता और शिक्षा अभियान पर्यावरण के अनुकूल व्यवहार अपनाने और कार्बन उत्सर्जन कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

शहरी वायु प्रदूषण, सार्वजनिक स्वास्थ्य और पर्यावरणीय स्थायित्व के लिए एक गम्भीर पर्यावरणीय संकट के रूप में उभरकर सामने आया है, जिससे इसके प्रभावी शमन हेतु वैज्ञानिक रणनीतियों की आवश्यकता बढ़ गई है। इस संदर्भ में, शहरी पारितंत्रों में वनस्पति घटकों का एकीकरण, वायुमंडलीय प्रदूषकों के संशोषण, अवक्षेपण एवं अपघटन की उनकी अंतर्निहित क्षमता के कारण, अनुसंधान एवं नीति-निर्माण के क्षेत्र में उल्लेखनीय वैज्ञानिक ध्यान आकर्षित कर रहा है। इस लेख का उद्देश्य शहरी वातावरण में वायु प्रदूषण के शमन में वनस्पति की प्रभावकारिता से संबंधित वर्तमान साहित्य का वैज्ञानिक एवं प्रणालीगत विश्लेषण प्रस्तुत करना है। यह अध्ययन वानस्पतिक कारकों द्वारा वायुवीय प्रदूषकों के शारीरिक, रासायनिक एवं जैविक निष्क्रियकरण के अंतर्निहित तंत्रों का अनुशीलन करेगा; विविध पौध प्रजातियों, स्थानिक संरचनाओं एवं हरित अवसंरचनात्मक विन्यासों की सापेक्ष प्रभावशीलता का तुलनात्मक मूल्यांकन प्रस्तुत करेगा; तथा इस प्रकृति-आधारित समाधान के कार्यान्वयन में निहित तकनीकी, पारिस्थितिक एवं सामाजिक-आणथक प्रतिबंधों का विवेचन करेगा। शहरीकरण की प्रक्रिया, औद्योगिक गतिविधियों, परिवहन क्षेत्र से उत्सर्जन एवं ऊर्जा उपभोग में तीव्र वृद्धि के माध्यम से, वायुमंडलीय प्रदूषण में उल्लेखनीय वृद्धि हेतु उत्तरदायी है। इस समीक्षात्मक अध्ययन का केंद्रीय उद्देश्य यह परीक्षण करना है कि किस प्रकार विभिन्न वानस्पतिक प्रजातियाँ, हरित अवसंरचना तथा पारिस्थितिकीय सेवाएँ, शहरी वायु प्रदूषण के शमन हेतु एक स्वाभाविक, दीर्घकालिक एवं सतत समाधान के रूप में कार्य कर सकती हैं।

वायु प्रदूषण के प्रमुख स्रोत और प्रदूषकों का वैज्ञानिक विवरण

कार्बनमोनोऑक्साइड (CO)

कार्बन मोनोऑक्साइड एक रंगहीन, गंधहीन और विषैली गैस है, जो मुख्य रूप से जीवाश्म ईंधनों के अपूर्ण दहन (Incomplete Combustion) से उत्पन्न होती है, विशेष रूप से वाहनों और जैव ईंधन जलाने से। यह हीमोग्लोबिन से बंधकर कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन (Carboxyhaemoglobin) बनाता है, जिससे शरीर में ऑक्सीजन परिवहन बाधित हो जाता है। इससे हाइपोक्सिया (ऑक्सीजन की कमी), हृदय रोग और तंत्रिका तंत्र से जुड़ी समस्याएँ हो सकती हैं।

नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO_x - NO & NO_2)

नाइट्रोजन ऑक्साइड मुख्य रूप से वाहनों, उद्योगों और बिजली संयंत्रों में उच्च तापमान पर दहन (Combustion) की प्रक्रिया से उत्पन्न होता है। नाइट्रिक ऑक्साइड (NO) वायुमंडलीय ऑक्सीजन से मिलकर नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2) बनाता है, जो फोटोकेमिकल स्मॉग और अम्लीय वर्षा (Acid Rain) के निर्माण में योगदान देता है। NO_2 एक प्रमुख श्वसन तंत्र (Respiratory System) का उत्तेजक है, जो अस्थमा, ब्रोंकाइटिस और फेफड़ों की अन्य बीमारियों को बढ़ा सकता है। यह ग्राउंड-लेवल ओजोन (O_3) के निर्माण में भी सहायक होता है, जो मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है।

हाइड्रोकार्बन (HC) और वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (VOCs)

हाइड्रोकार्बन और वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (VOCs) मुख्य रूप से वाहनों के धुएं, औद्योगिक प्रक्रियाओं और बायोमास जलाने से उत्पन्न होते हैं। ये सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में फोटोकेमिकल अभिक्रियाएँ कर ट्रोपोस्फेरिक ओजोन (Tropospheric Ozone) और द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल (Secondary OrganicAerosols) का निर्माण करते हैं। बेंजीन, फॉर्मल्डिहाइड और टोल्यून जैसे कुछ VOCs कैंसरजनक (Carcinogenic) होते हैं और यकृत (Liver), गुर्दे (Kidney) और तंत्रिका तंत्र को प्रभावित कर सकते हैं।

सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2)

सल्फर डाइऑक्साइड मुख्य रूप से तापीय विद्युत संयंत्रों (Thermal Power Plants), औद्योगिक उत्सर्जन और ज्वालामुखीय गतिविधियों से निकलता है। यह जल वाष्प से मिलकर सल्फ्यूरिक एसिड (H_2SO_4) बनाता है, जो अम्लीय वर्षा का प्रमुख घटक है और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र (Aquatic Ecosystem), मिट्टी की उर्वरता और वनस्पतियों को क्षति पहुँचाता है। SO_2 के संपर्क में आने से श्वसन तंत्र में जलन, ब्रोंकाइटिस और हृदय संबंधी बीमारियाँ हो सकती हैं।

कणीय पदार्थ (Particulate Matter - PM10& PM2.5)

पार्टिकुलेट मैटर (PM) सूक्ष्म वायुजनित कण होते हैं, जो वाहनों, औद्योगिक गतिविधियों, निर्माण स्थलों और बायोमास जलाने से उत्पन्न होते हैं। PM10 (≤10 माइक्रोन) ऊपरी श्वसन तंत्र को प्रभावित करता है, जबकि PM2-5 (≤2.5 माइक्रोन) फेफड़ों की गहराई तक प्रवेश कर रक्त प्रवाह तक पहुँच सकता है। यह ऑक्सीडेटिव तनाव (Oxidative Stress), डीएनए क्षति (DNA Damage) और तंत्रिका तंत्र संबंधी विकार (Neurodegenerative Disorders) उत्पन्न कर सकता है।

ब्लैक कार्बन (Black Carbon)

ब्लैक कार्बन डीजल ईंधन, लकड़ी और कोयले के अधजले दहन से उत्पन्न होने वाला महीन कार्बन कण होता है। यह ग्लोबल वार्मिंग (Global Warming) में योगदान करता है क्योंकि यह हिमनदों और बर्फ की सतहों पर जमकर उनकी परावर्तकता (Albedo) को कम करता है, जिससे हिम पिघलने की दर बढ़ जाती है। यह श्वसन एवं हृदय रोगों के जोखिम को भी बढ़ाता है और कैंसर का कारण बन सकता है।

वायु प्रदूषण के स्रोत

वायु प्रदूषण के स्रोत मुख्य रूप से मानवजनित और प्राकृतिक होते हैं। मानवजनित स्रोतों में औद्योगिक उत्सर्जन, परिवहन,

चित्र 1: वायु प्रदूषण के प्रमुख स्रोत

निर्माण कार्य, कृषि गतिविधियाँ और कचरा जलाना शामिल हैं, जो SO2, NOX, CO, PM और ब्लैक कार्बन जैसे हानिकारक प्रदूषकों का उत्सर्जन करते हैं। वहीं, प्राकृतिक स्रोतों में ज्वालामुखी विस्फोट, वनाग्नि और धूल भरी आंधियाँ शामिल हैं, जो SO2, CO2, NOX और PM कणों को वायुमंडल में फैलाते हैं। ये सभी कारक वायु की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं और इनके प्रभाव को कम करने के लिए उचित नियंत्रण उपायों की आवश्यकता होती है।

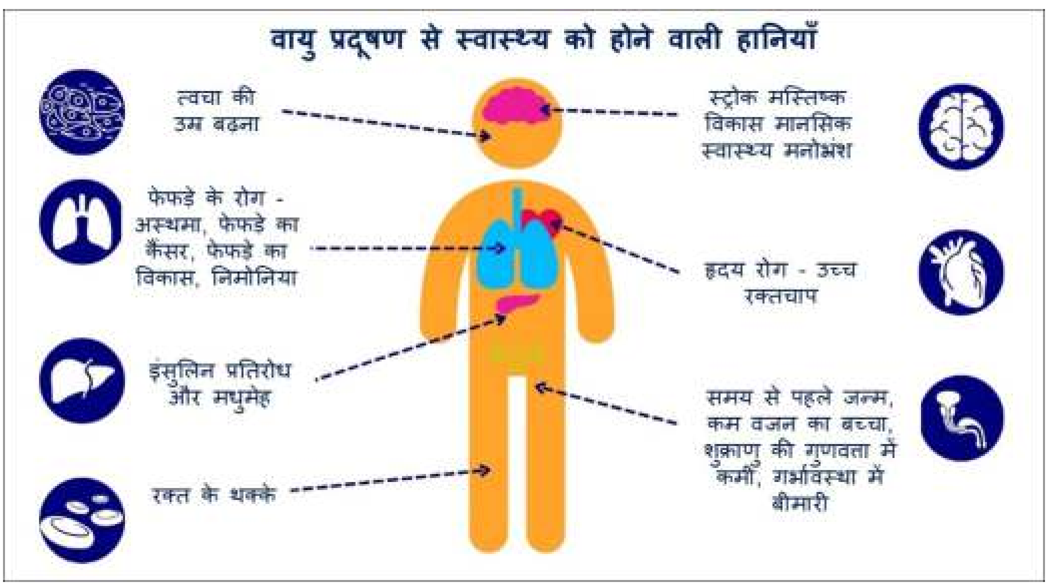
वायु प्रदूषण के दुष्प्रभावः

वायु प्रदूषण के प्रभाव बहुआयामी होते हैं, जो स्वास्थ्य, पर्यावरण और अर्थव्यवस्था पर गंभीर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। स्वास्थ्य की दृष्टि से, PM2.5, PM10, CO, SO2 और NOX जैसे प्रदूषक श्वसन व हृदय रोगों को बढ़ाते हैं, जिससे अस्थमा, ब्रोंकाइटिस, फेफड़ों का कैंसर और हृदय विकार उत्पन्न होते हैं। पर्यावरणीय स्तर पर, NOX और NO_2 अम्लीय वर्षा का कारण बनते हैं, जिससे मृदा की उर्वरता घटती है और जल स्रोत दूषित होते हैं, जबकि ग्रीनहाउस गैसें जलवायु परिवर्तन को तेज करती हैं। जैव विविधता पर भी इसका नकारात्मक प्रभाव पड़ता है, जिससे पारिस्थितिकी असंतुलित हो जाती है। आर्थिक रूप से, वायु प्रदूषण चिकित्सा व्यय, श्रम उत्पादकता में कमी और पर्यावरणीय क्षति का कारण बनता है। प्रभावी समाधान हेतु, स्वच्छ ऊर्जा का उपयोग, हरित क्षेत्रों का विस्तार, सार्वजनिक परिवहन को प्रोत्साहन और कठोर प्रदूषण नियंत्रण नीतियाँ आवश्यक हैं, जिससे वायु गुणवत्ता में सुधार किया जा सके।

शहरी हरित क्षेत्र तथा वायु गुणवत्ता सुधार में वनस्पति की भूमिका

वनस्पति, विशेष रूप से शहरी हरित क्षेत्र, वायु गुणवत्ता सुधारने

तालिका-1ः वायु प्रदूषण के स्रोत और उत्सर्जित प्रदूषक		
स्रोत	**प्रमुख कारण**	**प्रमुख उत्सर्जित प्रदूषक**
मानवजनित (Anthropogenic) स्रोत	मानवीय गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषण	प्रदूषकों का उत्सर्जन
औद्योगिक उत्सर्जन	फैक्ट्रियाँ, तापीय संयंत्र, रिफाइनरियाँ	SO□, NOx, PM
परिवहन	वाहन उत्सर्जन (डीजल, पेट्रोल)	CO, HC, NOX
निर्माण कार्य और सड़क धूल	निर्माण स्थलों की धूल और सड़क का प्रदूषण	PM2.5, PM10
कृषि गतिविधियाँ	पराली जलाना, कीटनाशकों का उपयोग	CO2, CH4, PM
कचरा जलाना और बायोमास दहन	प्लास्टिक, लकड़ी, कचरे का जलना	डाइऑक्सिन्स, ब्लैक कार्बन
प्राकृतिक (Natural) स्रोत	स्वाभाविक रूप से उत्पन्न होने वाले स्रोत	प्राकृतिक प्रदूषक
ज्वालामुखी विस्फोट	सल्फर गैस और राख उत्सर्जन	SO2, CO2, राख
वनाग्नि	जंगलों में आग लगना	CO2, NOX, PM
धूल भरी आंधी	रेगिस्तानी इलाकों में धूल कणों का उड़ना	PM10, धूल कण
समुद्री लवण और प्राकृतिक गैस	महासागर और दलदली क्षेत्रों से गैस उत्सर्जन	CH4, लवणीय कण



चित्र 2ः वायु प्रदूषण के कारण होने वाली विभिन्न स्वास्थ्य समस्याएँ

में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वृक्ष और पौधे वायुमंडल से कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2), नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOX), और पार्टिकुलेट मैटर (PM) को अवशोषित कर वायु शुद्धिकरण में सहायक होते हैं। उदाहरणतः नीम (*Azadirachta indica*) SO_2और NOX, पीपल (*Ficus religiosa*) CO_2 और VOCs, तथा बरगद (*Ficus benghalensis*) धूल और CO_2 को अवशोषित कर पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखते हैं।

अतः शहरी क्षेत्रों में वृक्षारोपण और हरित स्थानों का संरक्षण वायु प्रदूषण नियंत्रण और पर्यावरणीय संतुलन हेतु एक अनिवार्य रणनीति है, जिससे स्वस्थ वातावरण, बेहतर वायु गुणवत्ता और सतत शहरी विकास सुनिश्चित किया जा सकता है।

प्रमुख प्रभावी पौधों की प्रजातियाँ

कुछ पौधे विशेष रूप से वायु प्रदूषण कम करने में अधिक प्रभावी होते हैं:

विभिन्न पौधे वायु में मौजूद हानिकारक गैसों को अवशोषित कर पर्यावरण की गुणवत्ता सुधारने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

Azadirachta indica (नीम) SO_2 और NOX को अवशोषित कर वायु को स्वच्छ बनाता है, जबकि *Ficus religiosa* (पीपल) CO_2 और VOCs को कम कर अधिक मात्रा में ऑक्सीजन उत्सर्जित करता है। *Ficus benghalensis* (बरगद) धूल कणों और CO_2 को फ़िल्टर कर वायु निस्पंदन में सहायक होता है। इनडोर वायु शुद्धिकरण के लिए *Epipremnum Aureum* (मनी प्लांट) CO और फॉर्मल्डिहाइड को हटाने में प्रभावी है, वहीं *Areca palmcsathu* और ट्राइक्लोरोइथिलीन को अवशोषित कर इनडोर वायु गुणवत्ता में सुधार करता है। इन पौधों का उपयोग वायु प्रदूषण को नियंत्रित करने और स्वस्थ पर्यावरण बनाए रखने में सहायक होता है (तालिका-2)। नीचें दी गईतालिकामें दर्शाए गए पौधे विभिन्न हानिकारक गैसों और कणों

तालिका-2: वायु शुद्धिकरण में विभिन्न पौधों की भूमिका

पौधे का नाम	अवशोषित गैसें	प्रभाव
नीम (Azadirachta indica)	सल्फर डाइऑक्साइड (SO□), नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOX)	वायु गुणवत्ता सुधार
पीपल (Ficus religiosa)	CO□, वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (VOCs)	उच्च ऑक्सीजन उत्सर्जन
बरगद (Ficus benghalensis)	धूल कण, CO□	वायु निस्पंदन
मनी प्लांट (EpipremnumAureum)	कार्बन मोनोऑक्साइड (CO), फॉर्मल्डिहाइड	इनडोर वायु शुद्धिकरण
एरेका पाम (Areca palm)	बेंजीन, ट्राइक्लोरोइथिलीन	इनडोर वायु गुणवत्ता में सुधार

को अवशोषित कर वायु गुणवत्ता में सुधार करते हैं, जिससे पर्यावरण शुद्ध और स्वस्थ बना रहता है।

प्रमुख पौधों की सूची और उनका तुलनात्मक चार्टः

इस तालिका में विभिन्न पौधों द्वारा वायु प्रदूषकों (NOX, SO2, CO और PM) के अवशोषण की क्षमता और उनके उपयुक्त क्षेत्रों का तुलनात्मक विश्लेषण किया गया है। यह दर्शाता है कि पीपल, नीम और देवदार जैसे पौधे NOX और PM अवशोषण में अत्यधिक प्रभावी हैं, जबकि बरगद और गुलमोहर मध्यम श्रेणी में आते हैं। इस अध्ययन से शहरी, औद्योगिक और हरित क्षेत्रों में उपयुक्त पौधों के चयन में सहायता मिलती है, जिससे वायु गुणवत्ता सुधारने में योगदान दिया जा सकता है (तालिका-3)।

तालिका-3: विभिन्न क्षेत्रों में वायु प्रदूषकों का तुलनात्मक विश्लेषण

प्रदूषक	औद्योगिक क्षेत्र	शहरी क्षेत्र	हरित क्षेत्र
NOX (नाइट्रस ऑक्साइड)	उच्च (वाहन, तापीय संयंत्र)	मध्यम (यातायात, निर्माण)	न्यूनतम (पेड़-पौधों द्वारा अवशोषण)
SO□ (सल्फर डाइऑक्साइड)	उच्च (कोयला, पेट्रोकेमिकल्स)	मध्यम (डीजल वाहन, उद्योग)	बहुत कम (हरित क्षेत्र में न्यूनतम उत्सर्जन)
CO (कार्बन मोनोऑक्साइड)	उच्च (उद्योग, वाहन)	उच्च (यातायात)	न्यूनतम (ऑक्सीजन उत्पादन अधिक)
PM2-5 और PM10 (पार्टिकुलेट मैटर)	बहुत उच्च (उत्सर्जन स्रोत)	उच्च (निर्माण, यातायात)	न्यूनतम (पेड़-पौधों द्वारा छानना)

वायु प्रदूषण नियंत्रणः प्राकृतिक और कृत्रिम विधियाँ

वायु प्रदूषण नियंत्रण में प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों विधियाँ प्रभावी भूमिका निभाती हैं। फाइटोरिमेडिएशन के तहत *Azadirachta indica* (नीम), *Ficus religiosa* (पीपल) और *Ficus benghalensis* (बरगद) जैसे पौधे NOX, SO_2और PM को अवशोषित कर वायु गुणवत्ता में सुधार करते हैं। वर्षा जल वायुमंडलीय धूल और प्रदूषकों को हटाकर हवा को स्वच्छ बनाता है, जबकि मिट्टी सल्फर, नाइट्रोजन और भारी धातुओं को अवशोषित कर जैव-रासायनिक प्रक्रियाओं से उनका अपघटन करती है। महासागर और झीलें वायुमंडलीय CO_2को अवशोषित कर कार्बन चक्र को संतुलित बनाए रखते हैं।

औद्योगिक और शहरी क्षेत्रों में कृत्रिम विधियाँ भी प्रदूषण नियंत्रण में सहायक हैं। इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रीसिपिटेटर (ESP) उच्च वोल्टेज चार्ज के माध्यम से PM2.5 और PM10 कणों को औद्योगिक उत्सर्जन से हटाता है। स्क्रबर तकनीक SO_2 और अन्य विषाक्त गैसों को रासायनिक अवशोषण द्वारा निष्क्रिय करती है। वाहनों में उपयोग होने वाला कैटेलिटिक कन्वर्टर CO, NOX और हाइड्रोकार्बन उत्सर्जन को कम कर कम हानिकारक गैसों में परिवर्तित करता है। इनडोर वायु शुद्धिकरण के लिए HEPA और कार्बन फ़िल्टर आधारित एयर प्यूरिफायर प्रभावी होते हैं, जो PM और VOCs को हटाते हैं। शहरी वायु गुणवत्ता सुधारने हेतु स्मॉग टावर HEPA और आयनाइज़ेशन तकनीक से वायुमंडलीय PM2.5 और PM10 कणों को फ़िल्टर करता है। इस प्रकार, प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों उपायों का संतुलित

उपयोग वायु प्रदूषण नियंत्रण की एक प्रभावी रणनीति प्रदान करता है (तालिका-4)।

APTI का उपयोग और भूमिकाः

APTI (Air Pollution Tolerance Index) का महत्व

- पौधों का चयन- उच्चAPTI वाले पौधे (जैसे पीपल, बरगद, नीम) शहरी क्षेत्रों में बेहतर वायु शुद्धिकरण कर सकते हैं।
- शहरी हरित क्षेत्रों का विकास–उच्च APTI वाले पौधों को प्रदूषित क्षेत्रों में लगाया जाता है।
- ग्रीनबेल्ट योजना-उद्योगों और सड़कों के आसपास प्रदूषण सहनशील पौधों का चयन।
- पर्यावरण निगरानी–APTI के आधार पर विभिन्न क्षेत्रों में प्रदूषण प्रभाव का आकलन।
- कार्बन अवशोषण–उच्च APTI वाले पौधे अधिक CO_2अवशोषित कर वायु गुणवत्ता सुधारते हैं।
- API (Air Purifying IndeX)-वायु शुद्धिकरण सूचकांक
- गैस अवशोषण दक्षता–CO_2, CO, SO_2, NOX जैसी गैसों को अवशोषित करने की क्षमता।
- पार्टिकुलेट मैटर निस्पंद- पौधों की पत्तियों द्वारा PM2.5 और PM10 को पकड़ने की क्षमता।
- ऑक्सीजन उत्पादन- प्रकाश संश्लेषण द्वारा उत्पादित ऑक्सीजन की मात्रा।
- VOC निष्कासन क्षमता- बेंजीन, फॉर्मल्डिहाइड, ट्राइक्लोरोएथिलीन जैसे वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का अवशोषण।

उदाहरणः

- मनी प्लांट- CO और फॉर्मल्डिहाइड को प्रभावी रूप से अवशोषित करता है।
- एलोवेरा-बेंजीन और फॉर्मल्डिहाइड को हटाने में सहायक।
- एरेका पाम- इनडोर आर्द्रता बनाए रखता है और VOCs को अवशोषित करता है।
- IQAir - NASA Clean Air Study- वैज्ञानिक शोध

NASA और अन्य वैज्ञानिक संस्थानों ने वायु शुद्ध करने वाले पौधों पर व्यापक शोध किया है। NASA Clean Air Study में उन पौधों की पहचान की गई जो कार्बनिक और अजैविक वायु प्रदूषकों को प्रभावी रूप से हटाने में सक्षम हैं। प्फ ापत अध्ययन के अनुसार, कुछ पौधे वायुजनित विषाक्त पदार्थों को सोखने और उनकी सांद्रता को कम करने में अत्यधिक प्रभावी होते हैं।

NASA CleanAir Study के प्रमुख निष्कर्षः

- संयंत्रों की वायु शुद्धिकरण क्षमता उनके पत्तों के क्षेत्रफल, स्टोमाटा की घनत्व, और जैव-रासायनिक विशेषताओं पर निर्भर करती है।
- वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (VOCs) जैसे बेंजीन,

तालिका-4: प्राकृतिक और कृत्रिम विधियों द्वारा वायु प्रदूषण नियंत्रण

विधि	तकनीक/प्रक्रिया	उदाहरण
	प्राकृतिक विधियाँ (Natural Methods)	
फाइटोरिमेडिएशन (Phytoremediation)	पौधे वायु से हानिकारक गैसों को अवशोषित करते हैं।	नीम, पीपल, बरगद
वर्षा (Rainfall)	वर्षा जल हवा से धूल और प्रदूषकों को हटाता है।	प्राकृतिक वर्षा प्रक्रिया
मृदा अवशोषण (SoilAbsorption)	मिट्टी में गंधक और नाइट्रोजन यौगिकों का अवशोषण।	जैविक मिट्टी प्रक्रियाएँ
जल निकायों की भूमिका	महासागर और झीलें CO अवशोषित कर वायु संतुलन बनाए रखते हैं।	महासागर, झीलें, आर्द्रभूमि
	कृत्रिम विधियाँ (Artificial Methods)	
इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रीसिपिटेटर (ESP)	औद्योगिक उत्सर्जन से PM2.5 और PM10 कणों को हटाना।	तापीय विद्युत संयंत्र, फैक्ट्रियाँ
स्क्रबर (Scrubber)	SO और अन्य विषाक्त गैसों को हटाने की प्रणाली।	रिफाइनरी, कोयला संयंत्र
कैटेलिटिक कन्वर्टर (Catalytic Converter)	वाहनों से CO और NOX उत्सर्जन को कम करना।	पेट्रोल और डीजल वाहन
एयर प्यूरिफायर (Air Purifiers)	HEPA और कार्बन फिल्टर से इनडोर वायु को शुद्ध करना।	घरों, कार्यालयों, अस्पतालों में उपयोग
स्मॉग टावर (Smog Tower)	बड़े पैमाने पर शहरी वायु निस्पंदन।	दिल्ली, बीजिंग में स्थापित टावर

फॉर्मल्डिहाइड, और ट्राइक्लोरोएथिलीन को कुछ इनडोर पौधे कुशलता से अवशोषित कर सकते हैं।
- माइक्रोबियल एक्शन और मिट्टी के माध्यम से भी वायु शुद्धिकरण की प्रक्रिया होती है।

IQAir और NASA द्वारा पहचाने गए प्रभावी वायु शोधक पौधेः

- स्नेक प्लांट (*Sansevieria trifasciata*)-रात में भी ऑक्सीजन उत्पन्न करता है और फॉर्मल्डिहाइड को अवशोषित करता है।
- स्पाइडर प्लांट (*Chlorophytum comosum*)-कार्बन मोनोऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड को हटाने में सहायक।
- बांस पाम (*Bamboo Palm, Chamaedorea seifrizii*)-बेंजीन और ट्राइक्लोरोएथिलीन अवशोषण में अत्यधिक प्रभावी।

शहरी हरित क्षेत्र एवं उनका प्रबंधन

शहरी हरित क्षेत्र को प्रभावी रूप से विकसित करने और बनाए रखने के लिए निम्नलिखित उपाय आवश्यक हैं:

वृक्षारोपण अभियान

- सार्वजनिक स्थानों, पार्कों, सड़कों और भवनों के आसपास अधिक वृक्षारोपण किया जाना चाहिए।
- स्थानीय जलवायु और पारिस्थितिकी के अनुसार पौधों का चयन करना चाहिए।

हरित भवन और छत उद्यान

- हरित भवन अवधारणा के अंतर्गत छतों पर पौधों की खेती करना।
- वर्टिकल गार्डन तकनीक को अपनाकर सीमित स्थानों में अधिक हरियाली बढ़ाना।

नीतिगत सुधार

- सरकार को वृक्षारोपण और संरक्षण से जुड़ी सख्त नीतियाँ बनानी चाहिए।
- प्रदूषण फैलाने वाले उद्योगों के आसपास हरित पट्टी विकसित की जानी चाहिए।

निष्कर्ष

वायु प्रदूषण के स्तर में भौगोलिक विविधता स्पष्ट रूप से परिलक्षित होती है, जहां औद्योगिक क्षेत्रों में नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOX), सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2), और पार्टिकुलेट मैटर (PM) की सांद्रता उच्चतम पाई गई। फाइटोरिमेडिएशन में सक्षम वृक्ष प्रजातियाँ, जैसे *Azadirachta indica* (नीम), Ficus religiosa (पीपल), और *Ficus benghalensis* (बरगद), ने इन वायु प्रदूषकों के अवशोषण एवं अपघटन में महत्वपूर्ण योगदान दिया। ग्रीनबेल्ट क्षेत्रों में इन पौधों की उपस्थिति के कारण वायु गुणवत्ता में उल्लेखनीय सुधार देखा गया, जिससे प्रदूषकों की सांद्रता में महत्वपूर्ण कमी आई। इसके अतिरिक्त, औद्योगिक और परिवहन क्षेत्रीय उत्सर्जन को नियंत्रित करने के लिए कृत्रिम तकनीकों, जैसे इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रीसिपिटेटर और कैटेलिटिक कन्वर्टर, का उपयोग प्रभावी सिद्ध हुआ। वायु प्रदूषण नियंत्रण हेतु प्राकृतिक (फाइटोरिमेडिएशन) और कृत्रिम (इंजीनियरिंग आधारित नियंत्रण विधियाँ) उपायों का एकीकृत अनुप्रयोग सर्वाधिक प्रभावी रणनीति के रूप में उभर कर सामने आया, जिससे प्रदूषण स्तर को संतुलित बनाए रखना संभव हुआ।

वायु प्रदूषण एक गंभीर पर्यावरणीय समस्या है, जो मानव स्वास्थ्य, पारिस्थितिकी तंत्र औरव्यवस्था पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है। इस संदर्भ में, वनस्पति की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि वृक्ष और पौधे न केवल वायुमंडल से हानिकारक गैसों और कणों को अवशोषित करते हैं, बल्कि शहरी तापमान और आर्द्रता को भी संतुलित रखते हैं। वैज्ञानिक शोध यह सिद्ध कर चुके हैंकि नीम, पीपल, बरगद, मनी प्लांट और एरेका पाम जैसे पौधे कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), सल्फरडाइऑक्साइड (SO_2), नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOX), और अन्य हानिकारक गैसों को अवशोषित करवायु शुद्धिकरण में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं। इसके अतिरिक्त, शहरी क्षेत्रों में वृक्षारोपण और हरितक्षेत्रों के विस्तार से शहरी हीट आइलैंड प्रभाव को कम किया जा सकता है, जिससे तापमान मेंगिरावट आती है और पर्यावरणीय संतुलन बना रहता है।

वनस्पति के इन सकारात्मक प्रभावों को ध्यान में रखते हुए, कुछ महत्वपूर्ण कदम उठाने कीआवश्यकता है। शहरी नियोजन में हरित क्षेत्रों को अनिवार्य रूप से शामिल किया जाना चाहिए, ताकिवायु गुणवत्ता में सुधार हो और नागरिकों को एक स्वस्थ पर्यावरण मिल सके। वृक्षारोपण अभियानोंको बढ़ावा देने के लिए सरकारी और गैर-सरकारी संगठनों को सक्रिय भूमिका निभानी होगी और आमजनता को भी पर्यावरण संरक्षण के प्रति जागरूक करना होगा। सरकार को नीतिगत स्तर परवृक्षारोपण के लिए प्रोत्साहन योजनाएँ शुरू करनी चाहिए और हरित क्षेत्रों को संरक्षित करने के लिएकठोर नियम लागू करने चाहिए।

भारत के लिए कार्बन मुक्त ऊर्जा प्रणाली के लिए प्रस्तावित कदम : एक विस्तृत एमआईटी विश्लेषण का सार

ज्योत्स्ना सिंह
इंहेलेशन विषविज्ञान सुविधा, रिएक्ट (REACT) डिवीजन
सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

सयुक्त राष्ट्र संघ के अनुसार ग्लोबल वार्मिंग को रोकने या कम करने के लिए कार्बन उत्सर्जन 35 प्रतिशत तक कम करने की आवश्यकता है। वर्तमान में दुनिया के 10 देश मिलकर पूरे विश्व का लगभग 68 प्रतिशत कार्बन उत्सर्जन करते हैं, जिसमें कि चीन सबसे अधिक कार्बन उत्सर्जन का जिम्मेदार है जो कि कुल कार्बन उत्सर्जन का लगभग 30 प्रतिशत है। अभी मई में आई कई रिपोर्टस् में भारत के लिए जीवाश्म आधारित कार्बन उत्सर्जन में लगभग 4 से 6 प्रतिशत वृद्धि का अनुमान है। यह एक चिंता का विषय है। यद्यपि यूरोप के देश कार्बन उत्सर्जन कम करने में कुछ हद तक सफल रहे हैं।

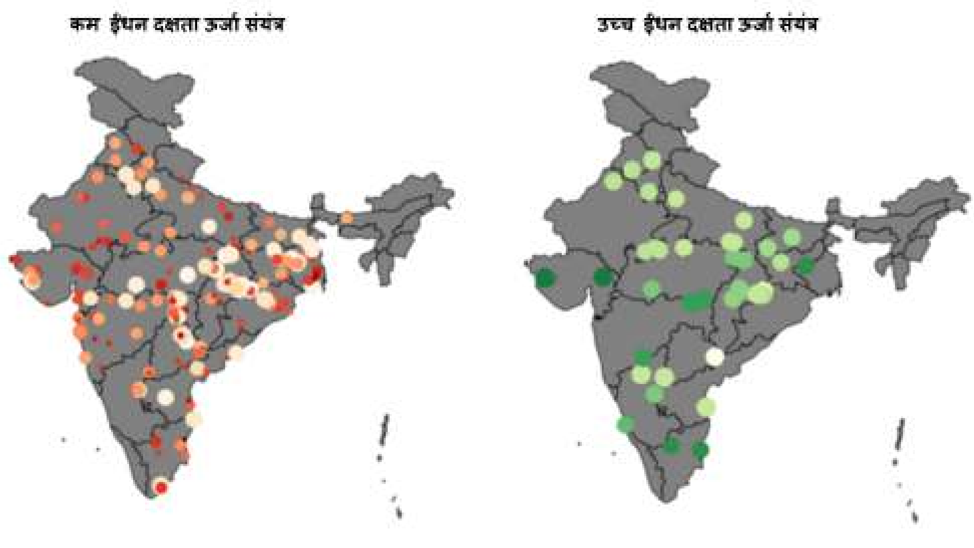
जैसे-जैसे दुनिया जलवायु-गरम करने वाले कार्बन उत्सर्जन को कम करने की कोशिश कर रही है, भारत ने भी अपनी जिम्मेदारी निभाने की प्रतिबद्धता दर्शायी है, और इस प्रतिबद्धता की सफलता बहुत महत्वपूर्ण हैः 2023 में, भारत विश्व में तीसरा सबसे बड़ा कार्बन उत्सर्जक था। भारत सरकार 2070 तक शुद्ध-शून्य कार्बन उत्सर्जन हेतु प्रतिबद्ध है।

इस प्रतिबद्धता को पूरा करने के लिए, भारत को अपने विद्युत ऊर्जा प्रणाली को कार्बन मुक्त करना होगा, और भारत के लिए यह एक चुनौती होगीः भारत की 60 प्रतिशत बिजली अविश्वसनीय रूप से कम कुशल कोयला जलने वाले ऊर्जा संयंत्र (पावर प्लांटों) से आती है। यह स्थिति और भी खराब हो सकती है, क्योंकि भारत में बिजली की मांग में अगले दशक में जनसंख्या वृद्धि और एयर कंडीशनिंग, इलेक्ट्रिक कारों आदि के बढ़ते उपयोग के कारण दोगुने अधिक होने की संभावना है।

महत्वाकांक्षी लक्ष्य निर्धारित करने के बावजूद, भारतीय सरकार ने वहां पहुँचने के लिए कोई योजना नहीं प्रस्तावित की है। वास्तव में, अन्य देशों की तरह, भारत में सरकार नई कोयला-चालित बिजली संयंत्रों के निर्माण की अनुमति देती है, और पुराने संयंत्रों के नवीनीकरण और उनकी सेवानिवृत्ति को टालने की अनुमति भी देती है।

यह लेख एक एक विस्तृत एमआईटी विश्लेषण के सार के आधार पर निम्न प्रश्न के संभावित उत्तर पर आधारित है : भारत अपने कोयला-निर्भर विद्युत ऊर्जा प्रणाली को कार्बन-मुक्त कैसे कर सकता है?

भारत को अपनी ऊर्जा प्रणाली को कार्बन-मुक्त बनाने के लिए एक प्रभावी और व्यावहारिक योजना परिभाषित करने में मदद



चित्र 1ः भारत ने अपने कार्बन उत्सर्जन को कम करने का प्राण लिया है, यह एक कठिन कार्य है क्योंकि देश की विद्युत प्रणाली कई कोयला जलाने वाले पावर प्लांट (ऊर्जा संयंत्र) पर निर्भर करती है। जबकि कुछ पावर प्लांट में ईंधन दक्षता है (दाईं ओर), कई अन्य में नहीं है (बाईं ओर)।

करने के लिए, कुछ प्रमुख प्रश्नों का समाधान करना आवश्यक है। उदाहरण के लिए, भारत पहले से ही तेजी से कार्बन-मुक्त सौर और पवन ऊर्जा जनरेटर विकसित कर रहा है। नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन के लिए आगे कोई अवसर शेष हैं? क्या भारत के मौजूदा कोयला संयंत्रों को रीट्रोफिट या पुनर्संरचित करने के तरीके हैं जो उनके ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को महत्वपूर्ण और किफायती तरीके से कम कर सकते हैं? और क्या इन प्रश्नों के उत्तर देश के विभिन्न क्षेत्र के अनुसार भिन्न होते हैं?

आईएचआई कॉर्प से MIT ऊर्जा पहल (MITEI) के माध्यम से फंडिंग प्राप्त करने के बाद, MITEI में पोस्टडॉक इफू डिंग और उनकी टीम ने उन सवालों का जवाब देने के लिए मशीन लर्निंग का उपयोग करके सबसे पहले भारत के वर्तमान 806 कोयला संयंत्रों की दक्षता निर्धारित करने का निर्णय लिया, और फिर यह जांचने के लिए कि अलग-अलग कार्बन कमी के दृष्टिकोणों का 2035 में पावर प्लांट के मिक्स और बिजली की कीमतों पर क्या प्रभाव पड़ेगा, जब उत्सर्जन पर बढ़ती कठोर सीमाएँ लागू होंगी।

पहला कदमः आवश्यक डेटा सेट विकसित करें

भारत के लिए कार्बन-मुक्त योजना विकसित करने में एक महत्वपूर्ण चुनौती वर्तमान बिजली संयंत्रों का एक पूरा डेटा सेट का अभाव रहा है। जबकि अन्य अध्ययनों ने योजनाएँ तैयार की हैं, उन्होंने देश के विभिन्न क्षेत्रों में कोयला से चलने वाले बिजली संयंत्रों में व्यापक भिन्नता पर विचार नहीं किया है। डिंग कहते हैं ''तो, हमें पहले एक ऐसा डेटा सेट बनाना था जो भारत के सभी संचालन में आने वाले कोयला संयंत्रों को कवर और वणणत करे। ऐसा डेटा सेट मौजूदा साहित्य में उपलब्ध नहीं था,''

एक ऊर्जा प्रणाली की क्षमता बढ़ाने के लिए एक लागत-प्रभावी योजना बनाने के लिए आवश्यक है कि प्रणाली में काम कर रहे सभी पावर प्लांटों की दक्षताओं की जानकारी हो। इस अध्ययन के लिए, शोधकर्ताओं ने अपनी ''स्टेशन हीट रेट'' मैट्रिक्स का उपयोग किया, जो एक मापदंड के रूप में निश्चित पावर प्लांट की कुल ईंधन दक्षता का एक मानक माप है। क्षमता विस्तार की योजनाएं विकसित करते समय उस प्लांट की ईंधन खपत और बिजली उत्पादन की गणना करने के लिए प्रत्येक प्लांट का स्टेशन हीट रेट आवश्यक है।

कुछ भारतीय कोयला संयंत्रों की दक्षता 2022 से पहले दर्ज की गई थी, इसलिए डिंग और उनकी टीम ने वर्तमान में संचालित सभी भारतीय कोयला संयंत्रों की दक्षता का अनुमान लगाने के लिए मशीन-लर्निंग मॉडल का उपयोग किया। 2024 में, उन्होंने भारत के 30 क्षेत्रों में सभी 806 बिजली संयंत्रों के लिए पहला व्यापक, ओपन-सोर्स डेटा सेट बनाया और इसे ऑनलाइन पोस्ट किया। इस काम ने 2024 का MIT ओपन डेटा पुरस्कार भी मिला। इस डेटा सेट में प्रत्येक संयंत्र की बिजली क्षमता, दक्षता, आयु, लोड फैक्टर (एक माप जो बताता है कि वह कितनी बार काम करता है), जल तनाव, और भी बहुत कुछ शामिल है।

इसके अतिरिक्त, उन्होंने प्रत्येक संयंत्र को इसके बॉयलर डिजाइन के अनुसार वर्गीकृत किया। एक ''सुपरक्रिटिकल'' संयंत्र अपेक्षाकृत उच्च तापमान और दबाव पर चलती है, जो इसे थर्मोडायनमिक रूप से कुशल बनाती है, इसलिए यह ईंधन में प्रत्येक इकाई गर्मी के लिए बहुत सारा बिजली उत्पादन करती है। एक ''सबक्रिटिकल'' संयंत्र कम तापमान और दबाव पर चलता है, इसलिए यह थर्मोडायनमिक रूप से कम कुशल होता है। भारत के अधिकांश कोयला संयंत्र अभी भी कम कुशल सबक्रिटिकल संयंत्र हैं।

अगला कदमः कार्बन उत्सर्जन विकल्पों की जांच करना

भारत के सभी कोयला बिजली प्रतिष्ठानों को कवर करने वाले अपने विस्तृत डेटा सेट के साथ, शोधकर्ता कार्बन उत्सर्जन पर कड़े प्रतिबंधों के जवाब में विकल्पों की जांच करने के लिए तैयार थे। उस विश्लेषण के लिए, उन्होंने GenX की ओर रुख किया, जो एक मॉडलिंग प्लेटफॉर्म है जो MITEI में विकसित किया गया था ताकि निर्णय लेने वालों को उनके पावर सिस्टम के भविष्य के लिए निवेश और अन्य योजनाओं को बनाते समय मार्गदर्शन किया जा सके।

डिंग ने भारत की 2020 ऊर्जा प्रणाली के आधार पर एक जनएक्स मॉडल बनाया, जिसमें देश के 30 क्षेत्रों में प्रत्येक पावर प्लांट और संचरण नेटवर्क के बारे में विवरण शामिल था। उन्होंने कोयला मूल्य, पवन और सौर ऊर्जा प्रतिष्ठानों के लिए संभावित संसाधनों, और प्रत्येक क्षेत्र के अन्य विशेषताओं को भी शामिल किया। दिए गए मानकों के आधार पर, जनएक्स मॉडल वह सबसे कम लागत वाला उपकरण और संचालन की स्थिति का संयोजन निर्धारित करेगा जो एक परिभाषित भविष्य की मांग का स्तर पूरा कर सके जबकि निर्धारित नीति के प्रतिबंधों को भी पूरा कर सके, जिसमें कार्बन उत्सर्जन की सीमाएँ शामिल हैं। मॉडल और सभी डेटा स्रोतों को सभी दर्शकों के उपयोग के लिए ओपन-सोर्स उपकरणों के रूप में भी जारी किया गया।

डिंग और उनके सहयोगियों ने कोयला संयंत्रों की क्षमता में क्षेत्र-दर-क्षेत्र भिन्नताओं को और कोयले की कीमत, और अन्य कारकध्यान में रखते हुए, उत्तरोत्तर सख्त कार्बन उत्सर्जन कैप के तहत 2035 में ऊर्जा मांगों को पूरा करने के विकल्पों का पता लगाने के लिए मॉडल का उपयोग किया। वे जर्नल एनर्जी फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट में प्रकाशित एक पेपर में अपने तरीकों और उनके निष्कर्षों का वर्णन करते हैं।

अलग-अलग रनों में, उन्होंने विभिन्न संयोजनों की योजनाओं का पता लगाया जिसमें वर्तमान कोयला संयंत्रों, संभावित नए नवीकरणीय संयंत्रों और अन्य शामिल थे, यह देखने के लिए कि उनका परिणाम 2035 में क्या होगा। विशेष रूप से, उन्होंने

निम्नलिखित चार ''ग्रिड-इवॉल्यूशन परिदृश्यों'' मान लियाः

आधार रेखाः आधार रेखा परिदृश्य सीमित ऑनशोर पवन और सौर फोटोवोल्टाइक विकास को मानता है और रेट्रोफिटिंग विकल्पों को बाहर रखता है, जो सामान्य व्यवसायी मार्ग को दर्शाता है।

उच्च नवीकरणीय क्षमताः यह परिदृश्य किसी भी आपूणत श्रृंखला की बाधाओं के बिना भूमि आधारित पवन और सौर ऊर्जा के विकास की आवश्यकता को दर्शाता है।

जैविक ईंधन सह-जलनः यह परिदृश्य नवीकरणीय ऊर्जा पर आधारभूत सीमाएं मानता है, लेकिन यहाँ सभी कोयला संयंत्र - दोनों उप-आधार और सुपरक्रिटिकल - को जैविक ईंधन के साथ 'सह-जलन' के लिए अपग्रेड किया जा सकता है, यह एक ऐसा दृष्टिकोण है जिसमें साफ जलने वाला जैविक ईंधन कोयला ईंधन का कुछ हिस्सा बदलता है। भारत में कुछ कोयला विद्युत संयंत्र पहले से ही कोयला और जैविक ईंधन को सह-जलन करते हैं, इसलिए यह प्रौद्योगिकी ज्ञात है।

कार्बन कैप्चर और सीक्वेस्ट्रेशन के साथ बायोमास को-फायरिंगः यह परिदृश्य बायोमास को-फायरिंग परिदृश्य के समान मान्यताओं पर आधारित है, एक अतिरिक्त के साथः सभी उच्च दक्षता सुपरक्रिटिकल संयंत्रों को कार्बन कैप्चर और सीक्वेस्ट्रेशन (CCS) के लिए भी पुनर्संयोजित किया गया है, एक तकनीक जो बिजली संयंत्र के उत्सर्जन धारा से कार्बन को कैप्चर कर हटा देती है और इसे स्थायी निपटान के लिए तैयार करती है। अब तक, CCS का उपयोग भारत में नहीं किया गया है। यह अध्ययन यह निर्दिष्ट करता है कि बिजली संयंत्र के उत्सर्जन में सभी कार्बन का 90 प्रतिशत कैप्चर किया जाता है।

डिंग और उनकी समूह ने उन सभी ग्रिड-इवोल्यूशन परिदृश्यों और कार्बन सीमा के चार अनुमानों के तहत ऊर्जा प्रणाली योजना की जांच कीः कोई सीमा नहीं, जो वर्तमान स्थिति है; 1,000 मिलियन टन (मेट्रिक टन) कार्बन डाइऑक्साइड (सीओ2) उत्सर्जन, जो 2035 के लिए भारत के घोषित लक्ष्यों को दर्शाता है; और दो और महत्वाकांक्षी लक्ष्य, अर्थात् 800 और 500 मेट्रिक टन। संदर्भ के लिए, भारत के पावर सेक्टर से CO_2 उत्सर्जन 2021 में लगभग 1,100 मेट्रिक टन था। (ध्यान दें कि सभी परिदृश्यों में ट्रांसमिशन नेटवर्क विस्तार की अनुमति होती है।)

निष्कर्ष

चार परिदृश्यों के तहत कार्बन सीमा के अपनाने को मानते हुए विस्तृत संख्यात्मक परिणामों की एक विशाल श्रृंखला उत्पन्न हुई। लेकिन कुल मिलाकर, विभिन्न परिदृश्यों के तहत उत्पादन क्षमता के लागत- और बिजली की लागत ऑप्टिमल मिश्रण में परिणाम दिलचस्प प्रवृत्तियाँ दर्शाते हैं।

कार्बन उत्सर्जन पर किसी भी सीमा के बिना भी, अधिकांश नए क्षमता जोड़ने वाले पवन और सौर संयंत्र होंगे - जो भारत की विद्युत उत्पादन क्षमता को बढ़ाने के लिए सबसे कम लागत वाला विकल्प है। वास्तव में, भारत में अब यही स्थिति देखी जा रही है। हालांकि, विद्युत की बढ़ती मांग के लिए अभी भी कुछ नए कोयला संयंत्रों का निर्माण आवश्यक होगा। मॉडल परिणामों से पता चलता है कि 2020 के मुकाबले 2035 तक कोयला संयंत्र की क्षमता में 10 से 20 प्रतिशत की वृद्धि होगी।

आधारभूत परिदृश्य के अनुसार, नवीनीकरण ऊर्जा का विस्तार अनुमत अधिकतम सीमा तक किया जाता है, जिससे यह संकेत मिलता है कि अधिक नवीनीकरण ऊर्जा तैनाती आर्थिक रूप से फायदेमंद होगी। अधिक कोयला क्षमता का निर्माण किया जाता है, और जैसे-जैसे उत्सर्जन पर सीमा कड़ी होती है, प्राकृतिक गैस विद्युत संयंत्रों में भी निवेश किया जाता है, साथ ही बैटरियों में भी, ताकि अब बड़े पैमाने पर अस्थायी सौर और पवन उत्पादन की भरपाई की जा सके। जब कार्बन पर 500 मीट्रिक टन की सीमा लगाई जाती है, तो बिजली उत्पादन की लागत बिना किसी सीमा के मुकाबले दो गुना अधिक होती है।

उच्च नवीकरणीय क्षमता का परिदृश्य नए कोयला क्षमता के विकास को कम करता है और सभी चार परिदृश्यों में सबसे कम बिजली की लागत दर्शाता है। सबसे कठोर सीमा के तहत - 500 मीट्रिक टन - तटवर्ती पवन लागत को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ''अन्यथा, इतने कठोर कार्बन प्रतिबंधों तक पहुँचना बहुत महंगा होगा,'' डिंग कहती हैं। ''कुछ कोयला संयंत्र जो वर्ष में केवल कुछ घंटे चलते हैं, इसलिए वे न केवल अस्थिर हैं बल्कि वित्तीय रूप से भी अविभाज्य हैं। लेकिन उन्हें फिर भी पवन और सौर ऊर्जा का समर्थन करने के लिए मौजूद रहना चाहिए।'' वह समझाती हैं कि बिजली के अन्य बैकअप स्रोत, जैसे बैटरियाँ, और भी अधिक महंगे हैं।

जीवाश्म सह-जलाने का परिदृश्य मानता है कि नवीकरणीय ऊर्जा पर उसी क्षमता की सीमा है जैसे कि अंतर्निहित परिदृश्य में, और परिणाम लगभग समान हैं, भागतः क्योंकि जीवाश्म केवल 20 प्रतिशत कोयले का एक बहुत कम हिस्सा बदलता है जो ईंधन की आपूर्ति में है। "यह परिदृश्य भारत में वर्तमान स्थिति के सबसे समान होगा,'' डिंग कहते हैं। "यह बिजली की लागत को कम नहीं करेगा, इसलिए हम मूलतः कह रहे हैं कि इस तकनीक को जोड़ने से कार्बन मुक्त करने में प्रभावी योगदान नहीं होता।''

लेकिन सीसीएस और जैविक ईंधन सह-जलन एक अलग कहानी है। यह नवीकरणीय विकास पर सीमाओं का भी अनुमान लगाता है, फिर भी यह लागत घटाने के संदर्भ में दूसरा सबसे अच्छा विकल्प है। 500 मीट्रिक टन CO_2 उत्सर्जन की सीमा के तहत, सीसीएस और जैविक ईंधन सह-जलन के लिए रेट्रोफिटिंग आधारभूत (बेसलाइन) परिदृश्य की तुलना में बिजली की लागत

में 22 प्रतिशत की कमी लाती है। इसके अलावा, जैसे-जैसे कार्बन सीमा कड़ी होती है, यह विकल्प प्राकृतिक गैस पौधों की तैनाती के स्तर को कम कर देता है और कोयला संयंत्र के उपयोग में उल्लेखनीय सुधार करता है। उस बढ़ी हुई उपयोगिता का अर्थ है कि कोयला संयंत्र सिर्फ उच्चतम मांग को पूरा करने से बदलकर आधारभूत लोड का एक हिस्सा प्रदान करने में चले गए हैं, जो कि कोयला उत्पादन की लागत को कम करेगा, "डिंग समझाती हैं।

कुछ चिंताएँ

जबकि ये प्रवृत्तियाँ प्रकाश डालती हैं, विश्लेषणों ने भारत के लिए कुछ चिंताओं को भी उजागर किया है, विशेष रूप से उन दो दृष्टिकोणों के साथ जिन्होंने सबसे कम बिजली लागत उत्पन्न की।

डिंग कहती है कि उच्च नवीकरणीय परिप्रेक्ष्य 'बहुत आदर्श' है। यह मानता है कि पवन और सौर क्षमता के विकास में कोई बाधा नहीं होगी, इसलिए आपूर्ति श्रृंखलाओं के साथ कोई समस्या नहीं होगी, जो कि वास्तविकता से परे है। सबसे महत्वपूर्ण, विश्लेषणों ने दिखाया कि उच्च नवीकरणीय दृष्टिकोण को लागू करने से 30 क्षेत्रों में नवीकरणीय ऊर्जा में असमान निवेश बनेगा। तटवर्ती और अपतटीय पवन फार्मों के संसाधन मुख्य रूप से पश्चिमी और दक्षिणी भारत के कुछ क्षेत्रों में केंद्रित हैं। 'इसलिए सभी पवन फार्म वहीं स्थापित किए जाएंगे, जहां अमीर शहर हैं,' डिंग कहती हैं। 'पूर्वी पक्ष के गरीब शहर, जहां कोयला बिजली संयंत्र हैं, में नवीकरणीय निवेश बहुत कम होगा।'

अतएव, लागत के हिसाब से सबसे अच्छा दृष्टिकोण सामाजिक कल्याण के मामले में सर्वश्रेष्ठ नहीं है, क्योंकि यह अमीर क्षेत्रों को गरीब क्षेत्रों की तुलना में अधिक लाभ पहुंचाता है। डिंग कहती हैं "यह ऐसा है जैसे (सरकार को) ऊर्जा न्याय और लागत के बीच संतुलन पर विचार करने की आवश्यकता होगी,"। राज्य-स्तरीय नवीकरणीय उत्पादन लक्ष्यों को लागू करने से नवीकरणीय क्षमता स्थापना का अधिक समान वितरण हो सकता है। इसके अलावा, जब संचरण विस्तार की योजना बनाई जाती है, तो विभिन्न क्षेत्रों में पावर सिस्टम ऑपरेटरों और नवीकरणीय ऊर्जा निवेशकों के बीच समन्वय सबसे अच्छा परिणाम प्राप्त करने में मदद कर सकता है।

सीसीएस प्लस बायोमास सह-फायरिंग - कीमतों को कम करने के लिए दूसरा सबसे अच्छा विकल्प - उच्च नवीकरणीय ऊर्जा द्वारा उत्पन्न साम्यता (इक्विटी) समस्या को हल करता है, और यह अक्षय ऊर्जा अपनाने का अधिक यथार्थवादी स्तर है। हालाँकि, CCS का उपयोग भारत में नहीं किया गया है, इसलिए लागत के मामले में कोई उदाहरण (मिसाल) नहीं है। इसलिए शोधकर्ताओं ने चीन में सीसीएस की लागत पर अपने लागत अनुमानों को आधारित किया और फिर आवश्यक निवेश में 10 प्रतिशत की वृद्धि की, अमेरिकी ऊर्जा सूचना प्रशासन द्वारा विकसित "पहली तरह का" सूचकांक। उन लागतों और अन्य मान्यताओं के आधार पर, शोधकर्ताओं ने निष्कर्ष निकाला है कि सीसीएस वाले कोयला संयंत्र 2035 तक उपयोग में आ सकते हैं जब बिजली उत्पादन के लिए कार्बन कैप 1,000 मीट्रिक टन से कम है।

लेकिन क्या CCS वास्तव में भारत में लागू किया जाएगा? जबकि भारी उद्योग में CCS के उपयोग के बारे में चर्चा हुई है, भारतीय सरकार ने कोयला से चलने वाले बिजली संयंत्रों में इस तकनीक को लागू करने के लिए कोई योजना नहीं बनाई है। वास्तव में, भारत वर्तमान में "CCS के बारे में बहुत सतर्क" है, डिंग कहती हैं। "कुछ शोधकर्ताओं का कहना है कि CCS संभव नहीं होगा क्योंकि यह बहुत महंगा है, और जब तक कैप्चर की गई कार्बन का कोई विशिष्ट उपयोग नहीं है, आपको केवल इसे जमीन में डालने के अलावा और कुछ नहीं कर सकते।" वह जोड़ती हैं, "यह वास्तव में विवादास्पद है कि क्या अगले 10 वर्षों में CCS भारत में लागू किया जाएगा।"

डिंग और उनके सहकर्मी उम्मीद करते हैं कि अन्य शोधकर्ता और नीति निर्धारक - विशेषकर उन लोग जो विकासशील देशों में काम कर रहे हैं - उनके डेटासेट तक पहुंच प्राप्त करके और उनकी विधियों के बारे में सीखकर लाभान्वित हो सकते हैं। भारत के लिए उनके निष्कर्षों के आधार पर, वह एक देश में विस्तृत भौगोलिक स्थिति को समझने के महत्व पर जोर देती हैं ताकि ऐसे योजनाएं और नीतियां बनाई जा सकें जो वास्तविकता के अनुकूल और समान हों।

भारत को इस विश्लेषण एवं अन्य विश्लेषणों के आधार पर एवं स्वयं के किए विश्लेषणों, जो कि यथार्थ के ज्यादा करीब हों को ध्यान में रख कर बहुत कड़े निर्णय लेने होंगें एवं एक प्रणाली के तहत की स्तर पर कार्य करना होगा। हम सभी आशा करते है की यह जरूर संभव होगा।

वैज्ञानिकों का कहना है कि कार्बन उत्सर्जन के कम न होने एवं अन्य कारणों से यदि तापमान 1.5 डिग्री सेल्सियस से ज्यादा बढ़ता है, तो उसके परिणाम विनाशकारी हो सकते हैं. इस कारण समुद्र का जल स्तर बढ़ेगा और कई तटीय शहर डूब जाएंगे. इसके अलावा गर्मी, बाढ़ और कोरल रीफ के विनाश जैसी जानलेवा घटनाएं भी झेलनी होंगी.

यह लेख नैंसी डब्ल्यू. स्टॉफ़र, एमआईटी ऊर्जा पहल, प्रकाशन तिथिः 6 मई, 2025 प्रेस पूछताछ का हिन्दी अनुवाद पर आधारित है जो कि भारत अपने कोयला-निर्भर विद्युत ऊर्जा प्रणाली को कार्बन-मुक्त कैसे कर सकता है? प्रश्न पर एक विस्तृत एमआईटी विश्लेषण कुछ आशाजनक विकल्पों की पहचान और अप्रत्याशित चिंताओ को भी सारांशित करता है।

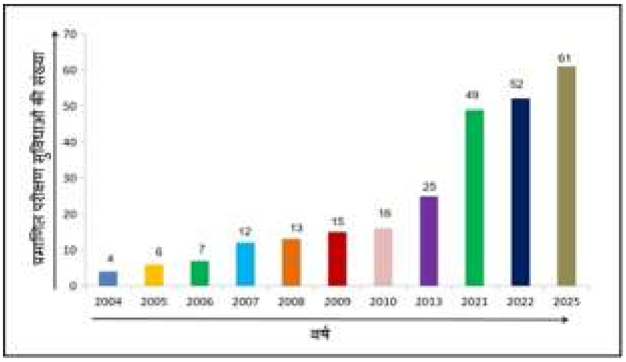
प्रायोगिक जन्तु गृह में गुड लेबोरेटरी प्रैक्टिस (जी.एल.पी) की महत्वपूर्ण भूमिका

संदीप नेगी और धीरेन्द्र सिंह
जन्तु-गृह विभाग, सी.आर.के परिसर,
सी.एस.आई.आर - भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

विश्व के अनेक देश औद्योगिक रसायनों, फार्मास्यूटिकल्स (मानव और पशु चिकित्सा), कृषि रसायन, सौंदर्य सिंधन उत्पाद, खाद्य/आहार योजक और चिकित्सा उपकरण आदि जैसे उत्पादों के निर्माताओं से यह अपेक्षा करते हैं, कि वे विषाक्तता परीक्षणों एवं अध्ययनों के माध्यम से यह स्पष्ट करें कि इन उत्पादों में प्रयुक्त रसायनों के उपयोग से मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण को कोई खतरा नहीं है। इन अध्ययनों और आँकड़ों के माध्यम से इन रसायनों की खतरनाक प्रकृति की पुष्टि किया जाना बहुत आवश्यक है, जिसकी जाँच संबंधित देशों के नियामक प्राधिकरणों द्वारा समय-समय पर की जाती है। आर्थिक सहयोग और विकास संगठन (OECD) द्वारा विकसित प्रणाली, जी.एल.पी का उपयोग उपरोक्त लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

जी.एल.पी (GLP) शब्द का विस्तृत अर्थ "गुड लेबोरेटरी प्रैक्टिस" है। यह एक गुणवत्ता प्रणाली है, जो प्रयोगशाला-आधारित प्री-क्लिनिकल अध्ययनों की योजना, प्रदर्शन, निगरानी, रिकॉर्डिंग और रिपोर्टिंग के लिए मानकीकृत प्रक्रियाएं स्थापित करती है। इसका मुख्य उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि ऐसे अध्ययनों से प्राप्त डेटा विश्वसनीय, सुसंगत और उच्च गुणवत्ता वाला है, जो रसायनों, फार्मास्यूटिकल्स और पर्यावरण सुरक्षा से संबंधित नियामक प्राधिकरणों को प्रस्तुत करने के लिए उपयुक्त है। भारत देश में, जी.एल.पी मुख्य रूप से अच्छे प्रयोगशाला अभ्यास को संदर्भित करता है, जो प्री-क्लिनिकल सुरक्षा डेटा की विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए एक गुणवत्ता प्रणाली है। इसकी देखरेख राष्ट्रीय जी.एल.पी अनुपालन निगरानी प्राधिकरण (NGCMA) द्वारा की जाती है, जो विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के तहत एक निकाय है। परीक्षण सुविधाएं आणथक सहयोग और विकास संगठन (OECD) के जी.एल.पी सिद्धांतों के अनुपालन को प्रदर्शित करने के लिए जी.एल.पी प्रमाणन के लिए NGCMA में आवेदन करती हैं। जी.एल.पी, रसायन और फार्मास्यूटिकल्स जैसे क्षेत्रों में सुरक्षा अध्ययनों की नियामक स्वीकृति के लिए महत्वपूर्ण है, जिससे वैश्विक स्तर पर डेटा की पारस्परिक स्वीकृति (MAD) को सक्षम किया जा सके। भारत का राष्ट्रीय जी.एल.पी कार्यक्रम, जी.एल.पी के OECD सिद्धांतों के अनुरूप है, जो रासायनिक सुरक्षा डेटा के लिए वैश्विक रूप से

चित्र 1: GLP के प्रमुख क्षेत्र



चित्र 2: NGCMA द्वारा GLP-प्रमाणित प्रयोगशाला वर्षवार

समन्वित प्रणाली को बढ़ावा देता है। भारत में NGCMA की वेबसाइट के अनुसार वर्तमान में कुल 61 GLP-प्रमाणित प्रयोगशालाएं हैं। (चित्र संख्या 2: NGCMA द्वारा GLP - प्रमाणित प्रयोगशाला वर्षवार दर्शाया गया है) इन सभी 61 प्रमाणित प्रयोगशालाओं में मात्र तीन सरकारी संस्थान शामिल हैं, जिनमें से एक सी.एस.आई.आर- भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ भी है।

जी.एल.पी का महत्व

नियामक अनुमोदनः जी.एल.पी दिशानिर्देशों के तहत उत्पन्न डेटा मानव नैदानिकपरीक्षणों और उत्पादों के व्यवसायीकरण के लिए अनुमोदन प्राप्त करने हेतु एक पूर्वापेक्षा है।

वैज्ञानिक वैधताः जी.एल.पी यह सुनिश्चित करता है कि अध्ययन व्यवस्थित ढंग से और उचित नियंत्रण के साथ किए जाएं, जिससे वैज्ञानिक रूप से मान्य निष्कर्ष प्राप्त हों।

सार्वजनिक स्वास्थ्य और सुरक्षाः प्री-क्लिनिकल डेटा की गुणवत्ता सुनिश्चित करके, जीएलपी सार्वजनिक स्वास्थ्य को प्रभावित करने वाली दवाओं और अन्य उत्पादों के सुरक्षित विकास और अनुप्रयोग में योगदान देता है।

प्रायोगिक जन्तु गृह में गुड लेबोरेटरी प्रैक्टिस (जी.एल.पी)

प्रायोगिक जन्तु गृहमें जी.एल.पी प्रायोगिक जन्तुओं के नैतिक उपचार, कल्याण और सुरक्षित आवास को सुनिश्चित करती है। इसके साथ ही उत्पाद सुरक्षा पर वैध, विश्वसनीय और उच्च गुणवत्ता वाले डेटा प्राप्त करने हेतु प्री-क्लिनिकल अध्ययन करने के लिए एक मानकीकृत ढांचा भी प्रदान करती है। प्रायोगिक जन्तु गृह में जी.एल.पी सिद्धांतों के अनुपालन में सुविधा डिजाइन, स्टाफ प्रशिक्षण, उपकरण रखरखाव, डेटा रिकॉर्डिंग और गुणवत्ता आश्वासन के लिए विस्तृत एस.ओ.पी शामिल हैं, जिनसे यह सुनिश्चित किया जा सके कि अध्ययन ईमानदारी से किए गया है जिससे परिणामी डेटा को उत्पाद अनुमोदन के लिए नियामक एजेंसियों को विश्वसनीय रूप से प्रस्तुत किया जा सके।

चित्र 3: सी.एस.आई.आर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान के जन्तु गृह का दृश्य

जी.एल.पी अनुपालन हेतु प्रायोगिक जन्तु गृह में महत्वपूर्ण आवश्यकताएं

प्रशिक्षित कार्मिक : एक जी.एल.पी सुविधा में प्रशिक्षित कणमयों के पास उनकी विशिष्ट भूमिकाओं के लिए उपयुक्त शिक्षा, प्रशिक्षण और अनुभव होना आवश्यक है। इसके साथ ही उनकी योग्यता और चल रहे प्रशिक्षण का विवरण, उनका बायोडाटा तथा प्रशिक्षण रिकॉर्ड समय-समय पर दर्ज होना चाहिए। यह प्रशिक्षण सुनिश्चित करता है कि कार्मिक जी.एल.पी सिद्धांतों को समझें, अपने कार्यों को सही ढंग से कर सकें, तथा नियामक प्रस्तुतियों के लिए गैर-नैदानिक सुरक्षा अध्ययनों की विश्वसनीयता और सटीकता में योगदान दे सकें।

कैलिब्रेटेड उपकरण : प्रायोगिक जन्तु गृह में मुख्य रूप से दो प्रकार के उपकरण प्रयोग होते हैं। इसमें से एक श्रेणी में मापने वाले उपकरण जैसे प्रायोगिक जन्तुओं को तोलने के लिए तराजू, विभिन्न रासायन की माप के लिए पिपेट, डिजिटल थर्मामीटर एवं ह्यग्रोमीटर, डिजिटल-टाइमर शामिल हैं। दूसरी श्रेणी में सामान्य प्रयोगशाला उपकरण आते हैं, जिसमें ओवन, सेंट्रीफ्यूज, आर. ओ-वाटर फ़िल्टर, आटोक्लेव, गरम पानी से धुलाई के लिए वेपर जेट मशीन शामिल हैं। इन सभी के सटीक और विश्वसनीय डेटा संग्रह सुनिश्चित करने के लिए इनका समय-समय पर रख-रखाव, सफाई एवं कैलिब्रेट किया जाता है। जी.एल.पी सुविधा में कैलिब्रेसन का कार्य स्टैण्डर्ड ऑपरेटिंग प्रोसीजर (एस.ओ.पी) के अनुसार किया जाता है तथा राष्ट्रीय या अंतर्राष्ट्रीय मानकों के अनुरूप इसका रिकार्ड रखा जा सकता है।

जन्तु-गृह कार्यालय एवं उससे सम्बंधित दस्तावेज हेतु रिकॉर्ड रूम : जी.एल.पी सुविधा में जन्तु-गृह कार्यालय में प्रशासनिक और सहायक कार्य होते हैं, जो प्री-क्लिनिकल अध्ययनों के लिए नियामक आवश्यकताओं के अनुपालन को सुनिश्चित करने के लिए जन्तु गृह संचालन की देख-रेख का कार्य करते है। इनसे सम्बंधित दस्तावेज हेतु रिकॉर्ड रूम जिसमें नैतिक प्रोटोकॉल का

प्रबंधन, जन्तुओं के स्वास्थ्य निगरानी से सम्बंधित, कार्यरत स्टाफ के स्वास्थ्य प्रशिक्षण सम्बंधित रिकाड्र्स, जन्तुसुविधा के रख-रखाव सम्बंधित, प्रायोगिक जन्तुओं के स्वास्थ्य परीक्षण सम्बंधित रिकाड्र्स को सुरक्षित रखा जाता है।

क्वारंटाइन कक्ष : प्रायोगिक जन्तु-गृह में क्वारंटाइन कक्ष को विशेष रूप से डिजाइन किया जाता है। इसमें नए प्राप्त जन्तुओं को रखा जाता है, ताकि रोगजनकों के प्रवेश को रोका जा सके और मुख्य कॉलोनी के साथ एकीकरण से पहले स्वास्थ्य मूल्यांकन किया जा सके। इसके लिए भौतिक पृथक्करण, सफाई और कीटाणुशोधन के लिए सुरक्षित क्षेत्र, तथा जैव सुरक्षा बनाए रखने और रोग संचरण को न्यूनतम करने के लिए अलग-अलग प्रवेश/निकास बिंदु जैसी सुविधाओं की आवश्यकता होती है।

डोज़ फार्मूलेशन कक्ष : इस कक्ष में टेस्ट आइटम (परिक्षण सामग्री) के विभिन्न प्रकार के फार्मूलेशन तैयार किए जाते हैं, जिनको प्रायोगिक जन्तुओं को टेस्ट प्रोटोकॉल के अनुसार दिया जाता है। फ़ॉर्मूलेशन कक्ष का पर्यावरण नियंत्रण विशिष्ट तापमान, सापेक्षिक आर्द्रता और वायु प्रवाह से किया जाता है। इस कक्ष में विभिन्न प्रकार के उपकरण जैसे रेफ़्रिजरेटर, कांच की सामग्री, अवयवों को मिश्रित करने के लिए मोटर और पेस्टल, सेंट्रीफ्यूज, विभिन्न माप की कैलिब्रेटेड पिपेट आदि होते है।

ब्रीडिंग एवं स्टॉक मेंटेनेंस कक्ष : प्रायोगिक जन्तु-गृह के कक्ष का वातावरण नियंत्रित रखा जाता है। जो विशेष रूप से प्रायोगिक जन्तुओं के प्रजनन एवं पालन के लिए डिज़ाइन किया जाता है। प्रायोगिक जन्तुओं में स्वास्थ्य प्रजननता को सफलतापूर्वक बनाए रखने के लिए सटीक तापमान, आर्द्रता और प्रकाश चक्र सहित नियंत्रित पर्यावरणीय स्थितियों को रखा जाता हैं। प्रजनन कक्ष का प्राथमिक लक्ष्य अनुसंधान प्रयोजनों के लिए जन्तुओं की स्वस्थ व आनुवंशिक रूप से सुसंगत आबादी का उत्पादन करना होता है। प्रायोगिक जन्तु-गृह के स्टॉक मेंटेनेंस कक्ष में सभी जन्तुओं को अलग- अलग स्ट्रेन के अनुसार व्यस्तित ढंग से रखा जाता है। इस कक्ष में जन्तुओं को उनकी आयु के अनुसार क्रमवार रखा जाता है।

संगरोध कक्ष (आइसोलेशन) : प्रायोगिक जन्तु गृह में शारीरिक रूप से पृथक, समणपत स्थान होता है, जिसका उपयोग बीमार, संक्रामक या स्वस्थ हो रहे पशुओं को रखने के लिए किया जाता है ताकि स्वस्थ जन्तुओं में बीमारी के सिंार को रोका जा सके। इन कमरों का निर्माण रोगाणुओं को रोकने के लिए किया जाता है। इस कक्ष में प्रतिबंधित प्रवेश, अलग आपूर्ति और विशेष सफाई प्रोटोकॉल जैसी सुविधाएं होती हैं। इसका लक्ष्य प्रभावित जन्तु के लिए सुरक्षित व नियंत्रित वातावरण उपलब्ध कराना तथा व्यापक प्रायोगिक जन्तु आबादी को संक्रमण से बचाना है।

शव-परीक्षा (नेक्रोप्सी) कक्ष : प्रायोगिक जन्तु-गृह में शव-परीक्षा कक्ष एक विशेष प्रयोगशाला स्थान है। इसको जन्तुओं के शवों पर शव-परीक्षा (नेक्रोप्सी) करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है, ताकि अनुसंधान उद्देश्यों के लिए मृत्यु के कारण निर्धारित किया

चित्र 4 : जन्तु गृह में गुड लेबोरेटरी प्रैक्टिस

जा सके। शव-परीक्षा (नेक्रोप्सी) कक्ष के निम्नलिखित उद्देश्य हैं :

पशु चिकित्सा निदान : पशुओं की मृत्यु की जांच करना तथा पशुओं में बीमारी या उत्पादन हानि के कारणों की पहचान करना।

चिकित्सा अनुसंधान : आगे के अध्ययन के लिए ऊतक के नमूने एकत्र करना, दवाओं की प्रभावकारिता और विषाक्तता का आकलन करना, तथा महामारी विज्ञान संबंधी अध्ययनों के लिए डेटा एकत्र करना।

स्टोर कक्ष : प्रायोगिक जन्तु-गृह में स्टोर कक्ष का निर्माण भी किया जाता है जिसमें फीड भंडारण, बेडिंग भंडारण एवं केज व रैक भंडारण शामिल हैं।

फीड भंडारणः इस कक्ष में प्रायोगिक जन्तुओं का फीड भंडारण का कार्य किया जाता है, जिससे लम्बी अवधि तक पर्याप्त मात्रा में फीड उपलब्ध कराया जा सके।

बेडिंग भंडारण कक्ष : इस कक्ष में प्रायोगिक जन्तुओं के बेडिंग (कॉर्न कोब, पेपर कटिंग आदि) का भंडारण किया जाता है।

केज व रैक भंडारण कक्ष : इस कक्ष में प्रायोगिक जन्तुओं के साफ़-सुथरे केज व रैक का भंडारण किया जाता है।

धुलाई और स्टरलाइज़ क्षेत्र : प्रायोगिक जन्तु गृह में जन्तुओं के द्वारा उपयोग होने वाले विभिन्न रैक, पिंजरों, जालियों, बोतलों, फीड होपेरों, प्यालो एवं ट्रे की सफाई के लिए यह क्षेत्र बनाया जाता है। इसमें गरम पानी से धुलाई के लिए हॉट वाटर जेट मशीन भी रखी जाती है। रैक की धुलाई के बाद उन्हें यू.वी स्टरलाइज़ेशन कक्ष में रखा जाता है। पिंजरों, जालियों, बोतलों, फीड होपेरों, प्यालो को आटोक्लेव द्वारा जीवाणुरहित किया जाता है, जिससे प्रायोगिक जन्तुओं को हानिकारक संक्रमणों से बचाया जा सके।

प्रयोगशालाएँ : जन्तु गृह में विभिन्न प्रयोगशालाओं मे निम्नलिखित कार्य किए जाते हैं।

सूक्ष्म जीव-विज्ञान प्रयोगशालाएँः इसमे प्रयोगिक जन्तुओं से एकत्रित जैविक नमूनों का विश्लेषण करना, पशु स्वास्थ्य की निगरानी और अनुसंधान उद्देश्यों से संबन्धित कार्य किया जाता है।

आनुवंशिक निगरानी प्रयोगशालाएँः अंतःप्रजनित, ट्रांसजेनिक और नॉकआउट पशुओं सहित विभिन्न प्रजातियों की निगरानी करके पशु कॉलोनियों की आनुवंशिक अखंडता को बनाए रखने पर ध्यान केंद्रित करना।

ऊतक-विज्ञान/हिस्टोपैथोलोजी प्रयोगशालाः विस्तृत परीक्षण के लिए पशु ऊतकों का सिंस्करण करना, विभिन्न शोध अध्ययनों के लिए महत्वपूर्ण डेटा उपलब्ध कराना।

रुधिर विज्ञान (हिमैटोलोजी)ः प्रायोगिक जन्तु गृहमें हिमैटोलोजी प्रयोगशाला का निर्माण विभिन्न प्रायोगिक जन्तुओं की प्रजातियों के रक्त का विश्लेषण करने के लिया किया जाता है। इसका निर्माण स्वास्थ्य निगरानी, रोग निदान और अनुसंधान के लिए किया जाता है। इसमें कम्पलीट ब्लड काउंट (C.B.C.) और अन्य रक्त विश्लेषण करने के लिए ऑटोमेटेड हिमैटोलोजी विश्लेषक का प्रयोग किया जाता है। हिमैटोलोजी प्रयोगशाला अनुसंधान के लिए आवश्यक डेटा प्रदान करती है तथा पशु कल्याण का आकलन करने, प्रयोगात्मक उपचारों के प्रभाव का मूल्यांकन करने और अनुसंधान परिणामों की वैधता सुनिश्चित करने में मदद करती है।

बायोकेमिस्ट्री प्रयोगशाला : प्रायोगिक जन्तु गृहमें बायोकेमिस्ट्री प्रयोगशाला रोग तंत्र, दवा की प्रभावकारिता और शारीरिक प्रतिक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए जन्तु ऊतकों और तरल पदार्थों पर प्रयोग, निदान और विश्लेषण करती है। यह प्रयोगशाला जैविक नमूनों के विश्लेषण के लिए उपकरणों से सुसज्जित होती हैं, जैसे स्पेक्ट्रोमीटर, सेंट्रीफ्यूज और ऑटोमेटेड विश्लेषक, जिनका उपयोग रक्त, मूत्र और अन्य ऊतकों में जैव रासायनिक मार्करों के मूल्यांकन के लिए किया जाता है। इससे प्रायोगिक जन्तुओं पर दवाओं या अन्य पदार्थों की प्रभाव कारिता और सुरक्षा का मूल्यांकन करना संभव हो पाता है।

जैव चिकित्सा अपशिष्ट संग्रहण और निपटान

जन्तु गृह प्रयोगशाला में जैविक अपशिष्ट निपटान के लिए स्रोत पर ही अपशिष्ट पदार्थों का जैव-खतरनाक बैगों एवं कंटेनरों में तुरंत पृथक्करण किया जाता है। जिसके बाद संक्रामक सामग्रियों को ऑटोक्लेविंग या रासायनिक कीटाणुशोधन जैसे उपचार दिये जाते हैं। इसके बाद क्षेत्रीय नियमों के अनुसार भस्मीकरण, लैंडफिल या अन्य तरीकों से अंतिम निपटान किया जाता है। इस प्रक्रिया में स्पष्ट रूप से चिह्नित, सीलबंद कंटेनरों में उचित संग्रहण, उसके बाद खतरों को बेअसर करने के लिए उचित उपचार तथा पर्यावरणीय व सार्वजनिक स्वास्थ्य जोखिमों को रोकने के लिए अधिकृत सेवाओं या अधिकृत सुविधाओं द्वारा निपटान करना शामिल है।

स्रोत पर अलगावः जन्तुओं के ऊतक अपशिष्ट और अन्य जैविक सामग्रियों को लाल थैलों में अलग किया जाता है, ताकि यह पता चल सके कि वे संभावित रूप से संक्रामक हैं। तरल जैविक अपशिष्ट (जैसे, रक्त, शारीरिक तरल पदार्थ, कल्चर) को रिसाव-रोधी, कठोर प्लास्टिक कंटेनरों में एकत्र किया जाता है, जिन पर स्पष्ट रूप से जैव-खतरा प्रतीक अंकित होता है।

संक्रामक पदार्थों का उपचारः इसके अंतर्गत निम्नलिखित तकनीक का प्रयोग किया जाता है :-

ऑटोक्लेविंगः संक्रामक अपशिष्ट को संदूषित करने की ये एक सामान्य विधि है, जिसमें विशेष रूप से ठोस पदार्थों और कुछ तरल अपशिष्टों को, ऊष्मा प्रतिरोधी पॉलीप्रोपीलीन बैगों में रखा जाता है। एक मानक आटोक्लेव चक्र में सामान्य विसंक्रमण के लिए 30–60 मिनट के धारण समय (होल्डिंग टाइम) के लिए 15 चेप पर न्यूनतम 121°C (250 F) तक पहुंचना शामिल है।

रासायनिक कीटाणुशोधनः तरल जैव-खतरनाक अपशिष्ट का उपचार, वाणिज्यिक ब्लीच को 0.5 सोडियम हाइपोक्लोराइट की अंतिम सांद्रता तक पतला करके तथा कम से कम 30 मिनट का संपर्क समय देकर किया जा सकता है।

अन्य विधियाँः विभिन्न प्रकार के अपशिष्टों के लिए माइक्रोवेव स्टरलाइजेशन, हाइड्रोक्लेविंग, डीप ब्यूरियल और विकिरण जैसी तकनीकों का भी उपयोग किया जाता है।

संग्रहण और निपटान

ऑटोक्लेव्ड बैगों को अक्सर परिवहन के लिए निर्दिष्ट द्वितीयक कंटेनरों में रखा जाता है। उपचारित अपशिष्ट को फिर अंतिम निपटान के लिए भेजा जाता है। जिसके लिए जैव-चिकित्सा अपशिष्ट को पंजीकृत या अधिकृत उपचार और निपटान सुविधाओं को दे दिया जाता हैं।

नियामक अनुपालन

जैव-चिकित्सा अपशिष्ट प्रबंधन नियमों और दिशानिर्देशों का सख्ती से पालन किया जाता है, जैसे; भारत में, जैव-चिकित्सा अपशिष्ट प्रबंधन नियम।

लेबलिंग और रिकॉर्ड रखनाः अपशिष्ट निपटान का उचित रिकॉर्ड रखा जाता है और सुनिश्चित किया जाता है कि सभी कंटेनरों पर जैव-खतरनाक प्रतीकों और सूचनाओं का सही ढंग से लेबल लगा हो।

जी.एल.पी की प्रायोगिक जन्तु गृह में प्रमुख भूमिका

नैतिक उपचार और पशु कल्याणः जी.एल.पी मानवीय देखभाल, उचित आवास, तथा तनाव और चिंता को कम करने के लिए पशु कल्याण पर ध्यान केंद्रित करने को अनिवार्य बनाता है।

डेटा अखंडता और विश्वसनीयताः जी.एल.पी का प्राथमिक लक्ष्य यह सुनिश्चित करना है कि प्री-क्लिनिकल सुरक्षा डेटा वैध, विश्वसनीय और सटीक हो, जो अध्ययनों की वैज्ञानिक अखंडता को प्रदर्शित करता हो।

मानकीकरण और दस्तावेज़ीकरणः

मानक संचालन प्रक्रिया (एस.ओ.पी)ः अध्ययन के सभी पहलुओं के लिए, सुविधा संचालन से लेकर डेटा रिकॉर्डिंग तक, विस्तृत लिखित प्रक्रियाओं की आवश्यकता होती है।

रिकॉर्ड रखनाः सभी गतिविधियों, विचलनों और निष्कर्षों का व्यापक और विस्तृत रिकॉर्ड पता लगाने की क्षमता के लिए आवश्यक है।

गुणवत्ता आश्वासनः गुणवत्ता आश्वासन इकाई जी.एल.पी विनियमों का अनुपालन सुनिश्चित करती है और अध्ययनों की सत्यनिष्ठा की पुष्टि करती है।

सुविधा डिजाइन और पर्यावरण नियंत्रणः

नियंत्रित वातावरणः अध्ययन के परिणामों को प्रभावित करने वाली परिवर्तनशीलता को रोकने के लिए सुविधाओं को तापमान, आर्द्रता और अन्य पर्यावरणीय कारकों को नियंत्रित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

भौतिक पृथक्करणः विभिन्न प्रजातियों को अलग करने तथा संदूषण और रोग संचरण को रोकने के लिए अध्ययन हेतु सुविधाओं में पर्याप्त स्थान होना चाहिए।

समर्पित क्षेत्रः प्रायोगिक जन्तुओं की प्राप्ति, संगरोध, फीड एवं बेडिंग भंडारण, अपशिष्ट निपटान और शव परीक्षण के लिए अलग-अलग क्षेत्रों की आवश्यकता होती है।

कार्मिक प्रशिक्षण और जिम्मेदारियाँः जी.एल.पी सुविधा में सभी कार्मिकों को पर्याप्त रूप से प्रशिक्षित किया जाता है जिससे वे जी.एल.पी ढांचे के अंतर्गत अपनी विशिष्ट भूमिकाओं और जिम्मेदारियों को ईमानदारी से पूर्ण करने में सक्षम होते हैं।

विनियामक अनुपालनः जी.एल.पी सरकारी एजेंसियों द्वारा विनियमित उत्पादों के लिए विपणन परमिट का समर्थन करने वाले अध्ययनों के लिए एक रूपरेखा प्रदान करता है।

स्वस्थ प्रायोगिक जन्तु किसी भी अनुसंधान एवं जी.एल.पी सम्बंधित विषाक्तता परीक्षण अध्ययन के लिए सबसे बुनियादी जरूरत है। वैज्ञानिक संस्थान में प्रायोगिक जन्तु गृह को उसके अनुसंधान की रीढ़ माना जाता है। इस सुविधा में जी.एल.पी अनुपालन, इसकी गुणवत्ता व कार्यप्रणाली को काफी ऊँचे स्तर पर ले जाती है। प्रायोगिक जन्तुओं के रोगाणु मुक्त व स्वस्थ होने से किसी भी अध्ययन के एक दम सही निष्कर्ष तक पंहुचा जा सकता है। सही निष्कर्ष मिलने पर ही हम आम आदमी एवं पर्यावरण को विभिन्न प्रकार के हानिकारक रसायनों से बचा सकते हैं। इसके अलावा लाभकारी औषधीयों को बाज़ार तक ले जा सकते हैं, जिसका सीधा सम्बन्ध मानव स्वास्थ्य से है।

गेमिंग डिसऑर्डर : समाज में विषाक्तता बढ़ाता एक मानसिक रोग

पुनीत खरे एवं आलोक कुमार पाण्डेय
फ्लोसाइटोमेट्री सुविधा, ASSIST विभाग
सी.एस.आई.आर.- भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान,
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

सुबह हुई साईकिल की घंटी की आवाज आई ट्रिन-ट्रिन अखबार वाला आया बोला ''पेपर'' और अखबार डाल कर चला गया। उत्सुकता वश अभी आज का दैनिक खोला हीथा कि अरे ! ये क्या की लखनऊ में एसजीपीजीआई पुलिस स्टेशन के अंतर्गत एल्डेको कॉलोनी में एक 17 वर्षीय लड़के ने कथित तौर पर अपनी माँ को गुस्से में गोली मार दी क्योंकि उसने उसे पबजी गेम (PUBG) खेलने की अनुमति देने से इनकार कर दिया था।इस लोमहर्षक घटना को जानकार रोंगटे खड़े हो गए और सिर चकरा सा गया। सोचने पर मजबूर हो गया है कि 'जेन-जी' पर इन्टरनेट की लत इस कदर हावी हो गई है कि वे इतने खूंखार व ख़तरनाक हो गए है कि उनको अपनी जननी को भी जान से मारने में हाथ नहीं कांप रहे है।

दोस्तों यहाँ जेन-जी अथवा जेनरेशन-जी का मतलब 1997 और 2012 के बीच पैदा हुई पीढ़ी से है। इन्हें इंटरनेट और इंटरनेट मीडिया सहित आधुनिक तकनीक का इस्तेमाल करते हुए बड़ी हुई पहली पीढ़ी माना जाता है। आज के डिजिटल युग में स्मार्टफोन किशोरों के जीवन का अभिन्न अंग बन चुका है। शिक्षा, मनोरंजन और सामाजिक संपर्क के साधन के रूप में इसकी भूमिका निर्विवाद है। लेकिन जैसे-जैसे स्मार्टफोन का उपयोग बढ़ा है, वैसे-वैसे किशोर मानसिक स्वास्थ्य पर पड़ने वाले इसके प्रभावों को लेकर गहरी चिंता भी उभर रही है। लगातार स्क्रीन पर बने रहना, सोशल मीडिया पर मिलने वाली स्वीकार्यता की लालसा और आभासी दुनिया की चकाचौंध किशोरों के मनोविज्ञान को गहराई से प्रभावित कर रही है। अध्ययन बताते हैं कि स्मार्टफोन की लत चिंता, अवसाद और आत्म-सम्मान की समस्याओं को जन्म दे सकती है। इनके अनियंत्रित उपयोग से नींद की कमी, ध्यान के भटकाव और भावनात्मक अस्थिरता जैसी समस्याएँ भी उभरती हैं। हालाँकि स्मार्टफोन के सकारात्मक लाभ भी हैं, लेकिन इसके लिये किशोरों को उनके विवेकपूर्ण उपयोग की दिशा में प्रेरित किया जाना आवश्यक है, ताकि वे डिजिटल संतुलन बनाए रखते हुए मानसिक रूप से स्वस्थ रह सकें।

इसी क्रम में स्मार्टफोन जनित एक मानसिक रोग गेमिंग डिसऑर्डरने विगत कई वर्षों सेअपना मकड़जाल फैलाना शुरु कर दिया है। गेमिंग की बढ़ती लोकप्रियता के साथ, अत्यधिक गेमिंग से जुड़ी कई स्वास्थ्य समस्याएँ सामने आ रही हैं। गेमिंग डिसऑर्डर वस्तुतः एक ऐसी स्थिति है जिसमें व्यक्ति ऑनलाइन या ऑफलाइन गेमिंग पर अपना नियंत्रण खो देता है।इसकी पहचान व्यवहार पैटर्न में गंभीर गिरावट से होती है, जिससे व्यक्ति के जीवन के महत्वपूर्ण क्षेत्रों पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) के अनुसार स्पष्ट रूप से गेमिंग डिसऑर्डर एक मानसिक बीमारी घोषित किया है। तथा इस डिसऑर्डर को रोगों के अंतर्राष्ट्रीय वर्गीकरण यानी ICD-11 (इंटरनेशनलक्लासिफिकेशन ऑफ़डिज़ीजसऔर 11 का मतलब है कि ICD में 11 बार संशोधन) में जोड़ा दिया है।

चित्र स्रोत- इन्टरनेट

गेमिंग डिसऑर्डर की बीमारी तब होती है, जब व्यक्ति गेम खेलने का आदी हो जाता है, चाहकर भी उसकी गेम खेलने की आदत नहीं छूट पाती। इस लत के कारण उसका काम, नींद, डाइट या यूं कहें कि पूरी लाइफस्टाइल प्रभावित होने लगती है। अगर इसे और सरल तरीके से समझे तो जब गेमिंग की आदत व्यक्ति के रोजमर्रा के जीवन, रिश्तों, काम, पढ़ाई या अन्य महत्वपूर्ण चीजों को प्रभावित करने लगे तो समझ जाइए कि वह गेमिंग डिसऑर्डर का शिकार हो चुका है।

ऑनलाइन गेमिंग का मतलब है इंटरनेट पर वीडियो गेम खेलना, चाहे दोस्तों के साथ, अजनबियों के साथ, या एआई जनित व्यक्ति के साथ। यह दुनिया भर में मनोरंजन के सबसे लोकप्रिय रूपों में से एक है, जो पीसी, कंसोल (प्लेस्टेशन, एक्सबॉक्स, स्विच) और मोबाइल उपकरणों जैसे प्लेटफॉर्म पर फैला हुआ है।

दुनिया भर की सरकारें और स्वास्थ्य एजेंसियाँ गेमिंग के प्रभावों से निपटने और रोकथाम के उपाय विकसित करने की कोशिश कर रही हैं।भारत में भी यह समस्या तेजी से बढ़ रही है, जिससे किशोरों और युवाओं के लिए चिंता पैदा हो रही है।गेमिंग के कारण वित्तीय नुकसान और सामाजिक अलगाव भी देखा जा रहा है। हाल ही में, दिल्ली के एक किशोर को घंटों तक गेम खेलने की लत के कारण आंशिक लकवा और रीढ़ की हड्डी की सर्जरी करानी पड़ी थी, जिससे इस समस्या की गंभीरता पता चलता है।

ऑनलाइन गेमिंग क्षेत्र को समझना

हाल के वर्षों में ऑनलाइन गेमिंग क्षेत्र तेज़ी से बढ़ा है और अब डिजिटल अर्थव्यवस्था का एक प्रमुख घटक बन गया है। इसे मोटे तौर पर तीन अलग-अलग खंडों में विभाजित किया गया है, जिनमें से प्रत्येक की अपनी विशेषताएँ और समाज पर प्रभाव हैं।

ई-स्पोर्ट्सः ईस्पोर्ट्स (इलेक्ट्रॉनिक स्पोर्ट्स का संक्षिप्त रूप) प्रतिस्पर्धी, संगठित वीडियो गेमिंग को संदर्भित करता है जहाँ व्यक्ति या टीमें एक-दूसरे के खिलाफ प्रतिस्पर्धा करती हैं, अक्सर ऑनलाइन और ऑफलाइन दोनों तरह से लाइव दर्शकों के सामने ये ई-स्पोर्ट्स होता है। यह गेमिंग, मनोरंजन और खेल संस्कृति को मिलाकर एक बहु-अरब डॉलर का वैश्विक उद्योग बन गया है।

ऑनलाइन सोशल गेम्सः ये अनौपचारिक खेल हैं जो रोज़मर्रा के मनोरंजन का हिस्सा होते हैं। ये मुख्यतः कौशल-आधारित होते हैं और मनोरंजन, सीखने या सामाजिक मेलजोल के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं। ये गेम्स मनोरंजन के साथ-साथ नए दोस्त बनाने, टीमवर्क और कम्युनिकेशन स्किल्स विकसित करने में मदद करते हैं। हालाँकि, इनसे लत, पढ़ाई/काम पर असर, साइबरबुलिंग और प्राइवेसी खतरे जैसी समस्याएँ भी हो सकती हैं।

ऑनलाइन मनी गेम्सः वे गेम्स (खेल) होते हैं जिन्हें आप इंटरनेट पर खेलते हैं और जिनमें पैसे का लेन-देन होता है। इसमें खिलाड़ी या तो पैसे लगाते हैं (जैसे बेटिंग या एंट्री फी) या फिर जीतने पर पैसे/रिवाड्र्स कमाते हैं। इस श्रेणी में ऐसे खेल शामिल हैं जिनमें वित्तीय दांव शामिल होते हैं, चाहे वह संयोग पर आधारित हो, कौशल पर, या दोनों के संयोजन पर। तथा इसने लत, वित्तीय नुकसान, मनी लॉन्ड्रिग और यहाँ तक कि भारी आर्थिक नुकसान से जुड़ी आत्महत्या के मामलों के कारण गंभीर चिंताएँ पैदा करती हैं।

चित्र स्रोत- इन्टरनेट

गेमिंग डिसऑर्डर के नुकसान

सामाजिक रूप से अलग हो जाना

बहुत ज्यादा गेम खेलने की आदत से पीड़ित व्यक्ति समाजिक रूप से कट सकता है और परिवार, दोस्त और साथियों से दूर हो जाता है। दरअसल व्यक्ति हर वक्त मोबाइल में गेम खेलने में व्यस्त रहता है, उसके अपने आसपास क्या हो रहा है, कई बार इसकी भी सुध-बुध नहीं होती। यह आगे चलकर डिप्रेशन की भी वजह बन सकता है।

पेशेवर और शैक्षिक समस्याएं

हर वक्त गेम खेलने की आदत से रोजमर्रा के कामों पर प्रभाव पड़ता है। इस डिसऑर्डर से प्रोडक्टिविटी में कमी, खराब परफॉर्मेंस, अनुपस्थिति या महत्वपूर्ण कामों की अनदेखी हो सकती है।

भावनात्मक और मनोवैज्ञानिक समस्या

गेमिंग डिसऑर्डर भावनात्मक और मनोवैज्ञानिक समस्याओं जैसे एंग्जाइटी, डिप्रेशन, चिड़चिड़ापन और कम आत्मसम्मान में कमी जैसी समस्याओं को भी बढ़ावा देता है।अगर कोई व्यक्ति पहले से ही किसी मानसिक बीमारी से जूझ रहा है तो गेमिंग डिसऑर्डर उसकी मानसिक स्थिति को और बदतर बना सकता है।

शारीरिक स्वास्थ्य संबंधी समस्या

गेमिंग में बहुत ज्यादा समय बिताने से व्यक्ति आलसी हो सकता है। फिजिकल एक्टिविटी कम होती जाती है, व्यक्ति डाइट पर ध्यान नहीं देता और नध्द भी डिस्टर्ब हो सकती है। इन सब चीजों के होने से मोटापा, मस्कुलोस्केलेटल समस्याएं, हृदय संबंधी समस्याओं के साथ ही अन्य दूसरी बीमारियों के होने का खतरा भी बढ़ जाता है।

आर्थिक समस्या

इंटरनेट गेमिंग डिसऑर्डर (IGD) एक संभावित मानसिक विकार है जिसे वर्तमान में मानसिक विकारों के लिए नैदानिक और सांख्यिकीय मैनुअल (DSM-5) के नवीनतम (पाँचवें) संस्करण के तीसरे खंड में एक में शामिल किया गया है। विश्व स्वास्थ्य संगठन के इंटरनेशनल क्लासिफिकेशन ऑफ डिसीज ने कई वर्षों बाद अपना ये मैन्युअल अपडेट किया है, लेकिन ऐसा

नहीं कि गेम खेलने की लत केवल बच्चों में होती है। बहुत से दफ्तरों में भी एंग्री बर्ड, टेम्पल रन, कैंडी क्रश, कॉन्ट्रा जैसे मोबाइल गेम के कई दीवाने मिल जाएंगे। मनोवैज्ञानिकों के मुताबिक, अक्सर समय बिताने के लिए लोग इसे खेलना शुरू करते हैं, पर ये कब आदत में बदल जाता है और जिंदगी का अहम हिस्सा बन जाता है, इसका अंदाजा इस्तेमाल करने वाले को कभी नहीं लगता।

अत्यधिक स्क्रीन टाइमः मोबाइल फ़ोन की लत के प्रमुख लक्षणों में से एक है डिवाइस का अत्यधिक और अनियंत्रित उपयोग। इससे अक्सर अन्य महत्वपूर्ण ज़िम्मेदारियों, जैसे होमवर्क, घर के काम या आमने-सामने की सामाजिक बातचीत, की उपेक्षा हो जाती है।

वियोग के लक्षणः अपने फ़ोन से अलग होने पर, व्यसनी किशोरों में वियोग के लक्षण दिखाई दे सकते हैं। इनमें बेचैनी, चिड़चिड़ापन, चिंता और यहाँ तक कि अवसाद भी शामिल हो सकता है। उन्हें अपडेट या संदेशों के लिए अपने डिवाइस को लगातार देखने की इच्छा हो सकती है।

नींद में खललः स्क्रीन के सामने बहुत ज़्यादा समय बिताना, खासकर सोने से पहले, नींद के पैटर्न को बिगाड़ सकता है। इससे नींद की कमी, थकान और कई अन्य स्वास्थ्य समस्याएँ हो सकती हैं।

शैक्षणिक गिरावटः मोबाइल फ़ोन की लत शैक्षणिक प्रदर्शन पर हानिकारक प्रभाव डाल सकती है। व्यसनी किशोरों को कम ग्रेड, छूटे हुए असाइनमेंट और कक्षा में कम एकाग्रता की समस्या हो सकती है।

सामाजिक अलगावः व्यसन सामाजिक अलगाव का कारण बन सकता है क्योंकि व्यसनी किशोर आभासी संपर्कों के पक्ष में वास्तविक जीवन के सामाजिक संपर्कों से दूर हो जाते हैं। इससे अकेलेपन और अलगाव की भावनाएँ पैदा हो सकती हैं।

मोबाइल फ़ोन में गेमिंग की लत के पीछे का विज्ञान

मोबाइल की इस लत को 'नोमोफोबिया' कहते हैं जिसका मतलब है 'नो मोबाइल फोबिया', अर्थात मोबाइल न होने का डर। मोबाइल फ़ोन में गेमिंग की लत अन्य व्यसनों की तरह ही लगभग होती है। इसके अंतर्गत मस्तिष्क की पुरस्कार प्रणाली में डोपामाइन का स्राव होता है, जिससे एक सुदृढ़ चक्र बनता है जहाँगेमिंग या फ़ोन चेक करने से सुखद ''हिट'' मिलते हैं जो आदत को और मज़बूत करते हैं। अत्यधिक उपयोग से न्यूरोट्रांसमीटर सिस्टम, विशेष रूप से गाबा (GABA), भी ख़राब हो सकता है और मस्तिष्क में संरचनात्मक परिवर्तन हो सकते हैं, जिससे भावनात्मक विनियमन, निर्णय लेने और निरोधात्मक नियंत्रण से जुड़े क्षेत्र प्रभावित होते हैं। ये जैविक कारक, संज्ञानात्मक और मनोवैज्ञानिक कमज़ोरियों के साथ मिलकर, फ़ोन के बाध्यकारी उपयोग में योगदान करते हैं। अधिकांश अध्ययनों में यह विकार महिलाओं की तुलना में पुरुषों में अधिक और वृद्ध लोगों की बजाय युवाओं में अधिक होती थी।वैज्ञानिकों द्वारा जब जांच की गई तो पाया गया कि व्यापकता न केवल उम्र के अनुसार बल्कि भौगोलिक स्थिति के अनुसार महत्वपूर्ण रूप से भिन्न होती है। जैसे, वर्ष 2014 में हांगकांग के दो माध्यमिक विद्यालयों के 503 छात्रों में से, 94 नियमित रूप से वीडियो या इंटरनेट गेम खेलते थे, और लगभग 16 गेम एडिक्शन स्केल के अनुसार संभावित गेमिंग की लत के मानदंडों को पूरा करते थे। अत्यधिक गेमिंग से दुनिया की पहली मौत की खबर 2004 में मीडिया में आई थी। कोरिया एसबीएस न्यूज, 2004 के अनुसार, एक 24 वर्षीय दक्षिण कोरियाई पुरुष की एक इंटरनेट कैफे में लगातार चार दिनों तक बहुत कम आराम के साथ गेम खेलने के दौरान अचानक मृत्यु हो गई। पोस्टमॉर्टम अध्ययन में उसमें दो मुख्य फुफ्फुसीय धमनियों के पूर्ण अवरोध के साथ फुफ्फुसीय थ्रोम्बेम्बोलिज्म का पता चला था। निचले छोरों में उसकी दोनों गहरी नसों में भी थ्रोम्बी पाए गए। उसकी कम उम्र और पहले से मौजूद चिकित्सा स्थितियों को ध्यान में रखते हुए, फोरेंसिक प्राधिकरण इस निष्कर्ष पर पहुंचा कि ''कंप्यूटर पर लंबे समय तक बैठना" मौत का सीधा कारण था। गेमिंग विकार के रोगियों में कार्यात्मक न्यूरोइमेजिंग अध्ययनों ने उन डोमेन पर ध्यान केंद्रित किया है जो अन्य व्यसनकारी विकारों के विकास में महत्वपूर्ण माने जाते हैं। गेमिंग विकारों और रोगात्मक जुए के न्यूरोबायोलॉजिकल आधार में काफी ओवरलैप है। गेमिंग विकारों वाले मरीज़ प्रायः नुकसान के प्रति संवेदनशीलता में कमी, गेमिंग संकेतों के प्रति बढ़ी हुई प्रतिक्रियाशीलता आदि को प्रदणशत करते हैजोकि जुआ विकार वाले व्यक्तियों की प्रतिक्रियों के समान हैं।

विश्व स्वास्थ्य संगठन के मुताबिक एक व्यक्ति को 'गेमिंग एडिक्ट' तभी माना जाता है।अगर उसकी गेम खेलने की लत से उसके निजी जीवन में, पारिवारिक या सामाजिक जीवन में, पढ़ाई पर, नौकरी पर ज्यादा बुरा असर पड़ता दिखता है।दिल्ली के एम्स में वर्ष 2016 में बिहेवियरल एडिक्शन सेंटर में इसकी शुरुआत हुई थी। सेंटर के मुताबिक पिछले दो साल में देश में मरीज़ों की संख्या तेजी से बढ़ी है।

भारत में ऑनलाइन गेमिंग संवर्धन और विनियमन विधेयक, 2025

अभी हाल में ही ऑनलाइन गेमिंग संवर्धन और विनियमन विधेयक, 2025 को 20 अगस्त, 2025 को लोकसभा में पेश किया गया। इस विधेयक का उद्देश्य ऑनलाइन मनी गेम्स पर प्रतिबंध लगाना और कुछ अन्य ऑनलाइन गेम्स को बढ़ावा देना और विनियमित करना है।ऑनलाइन मनी गेमिंग प्लेटफ़ॉर्म ने

व्यापक नुकसान पहुँचाया है। परिवारों ने अपनी जमा-पूंजी गँवा दी है। युवा लोग इसकी लत में फँस गए हैं। कुछ हृदय विदारक मामलों में, इन खेलों से जुड़ी आर्थिक तंगी के कारण आत्महत्याएँ भी हुई हैं। भारत सरकार ने इन खतरों को पहचाना है और कड़े कानून बनाकर इनका समाधान किया है। यह विधेयक ऑनलाइन मनी गेम्स और उनसे जुड़ी सेवाओं की पेशकश या सहायता पर प्रतिबंध लगाता है। ऑनलाइन मनी गेम को ऐसे ऑनलाइन गेम के रूप में परिभाषित किया गया है जिसमें उपयोगकर्ता धन या अन्य दांव लगाकर धन या अन्य लाभ प्राप्त करने की उम्मीद करता है। इससे कोई फर्क नहीं पड़ता कि खेल कौशल, संयोग या दोनों पर आधारित है या नहीं। इसमें क्रेडिट, सिक्के और टोकन शामिल हैं जो धन के बराबर या धन में परिवर्तित किए जा सकते हैं इस विधेयक के अंतर्गत ऐसे खेलों के विज्ञापन और वित्तीय लेनदेन को सुगम बनाने वाले तत्वों पर भी प्रतिबंध लगाता है।

ऑनलाइन मनी गेमिंग सेवाएँ प्रदान करने पर तीन वर्ष तक की कैद, एक करोड़ रुपये तक का जुर्माना, या दोनों हो सकते हैं। ऑनलाइन मनी गेम्स का विज्ञापन करने पर दो वर्ष तक की कैद, 50 लाख रुपये तक का जुर्माना, या दोनों हो सकते हैं। ऐसी सेवाओं के लिए वित्तीय लेनदेन की सुविधा प्रदान करने पर तीन वर्ष तक की कैद, एक करोड़ रुपये तक का जुर्माना, या दोनों हो सकते हैं। विधेयक में निर्दिष्ट किया गया है कि ऑनलाइन गेमिंग सेवाएँ प्रदान करने और ऐसे खेलों के लिए वित्तीय लेनदेन की सुविधा प्रदान करने के अपराध संज्ञेय और गैर-जमानती होंगे।

ऑनलाइन रियल मनी गेमिंग की शुरुआत

साल 2016 में भारत जियो ने मोबाइल इंटरनेट के टैरिफ में क्रांतिकारी परिवर्तन किए। जहां पहले टेलीकॉम कंपनियां पूरे महीने के लिए 1 से 2 जीबी डेटा ऑफर करती थी, जियो ने इस लिमिट के डेली कर दिया और मोबाइल इंटरनेट को काफी हद तक किफायती कर दिया। इससे मोबाइल गेमिंग के यूजर्स में काफी बढ़ोत्तरी हुई।

भारत में ऑनलाइन रियल मनी गेमिंग की शुरुआत किफायती इंटरनेट और स्मार्टफोन के साथ ही शुरु हुआ। इंटरनेट और मोबाइल फोन ने इसका आधार बनाया और लोगों के बीच में तेजी से पॉपुलर किया। साल 2006 से 2010 के बीच में भारतीय मोबाइल यूजर्स के बीच ऐस२थ्री और रम्मी सर्कल जैसे शुरुआती प्लेटफॉर्म्स ने ऑनलाइन रम्मी गेम्स को बढ़ावा दिया। 2008 में Dream11 की शुरुआत हुई, जिसने 2012 से रियल मनी फैंटेसी क्रिकेट पेश किया।

जैसा कि हमने बताया कि किफायती इंटरनेट ने डिजिटल इंडिया को भी बढ़ावा मिला। UPI ने न सिर्फ डिजिटल पेमेंट्स को आसान बनाया बल्कि रियल मनी गेमिंग प्लेटफॉर्म से ट्रांजैक्शन को भी आसान बना दिया। अब लोग आसानी से इन प्लेटफॉर्म में रुपये लगा सकते थे और जीतने पर आसानी से निकाल भी सकते थे।

कोविड-19 के चलते लगे लॉकडाउन में लाखों यूजर्स ने मनोरंजन के लिए इस तरह के गेमिंग प्लेटफॉर्म का रुख किया। वहीं इस बीच इस तरह के गेमिंग प्लेटफॉर्म को घरेलू निवेशकों के साथ-साथ जमकर FDI भी मिले। अकेले 2018 से 21 के बीच में ऑनलाइन गेमिंग को 700 मिलियन डॉलर से ज्यादा का विदेशी निवेश मिला और ड्रीम11, एमपीएल जैसे स्टार्टअप देखते-देखते यूनिकॉर्न बन गए।

भारत के ऑनलाइन गेमिंग को मिले बूम के चलते 2023 तक भारत में इसका मार्केट साइज 3.7 अरब डॉलर का हो चुका था। इसके साथ ही 2029 तक इसके 9.1 अरब डॉलर तक पहुंचने का अनुमान है। एक अनुमान के अनुसार, 45 करोड़ लोग ऑनलाइन मनी गेम्स से नकारात्मक रूप से प्रभावित हैं और इसके कारण उन्हें 20,000 करोड़ रुपये से अधिक का नुकसान हुआ है। सरकार ने इन कमियों को दूर करने और नागरिकों की सुरक्षा के लिए कदम उठाए हैं।

गेमिंग डिसऑर्डर से बचाव

स्मार्टफोन उपयोग और मानसिक स्वास्थ्य के बीच संतुलन बनाए रखना अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। यह सुनिश्चित करने के लिये कि किशोर स्मार्टफोन के लाभों का सही तरीके से उपयोग करें और इसके नकारात्मक प्रभावों से बचें, कुछ रणनीतियाँ तथा उपाय अपनाए जा सकते हैं।

1. बच्चे को मोबाइल और लैपटॉप से दूर रखने की कोशिश करें।
2. बच्चे आपको डिस्टर्ब न करें, इसलिए उन्हें मोबाइल न पकड़ाएं।
3. बच्चों को मोबाइल दिया है तो उसकी मॉनिटरिंग करते रहें।
4. बच्चा अगर किसी खास साइट पर ज्यादा वक्त गुजार रहा है तो अलर्ट हो जाएं।
5. बच्चों के साथ खुद शतरंज, लूडो या आउटडोर गेम्स खेलें।
6. बेवजह के ऐप नहीं डाऊनलोड होने दें, रात को बच्चों को मोबाइल न दें।

गेमिंग एडिक्शन का इलाज

ये एक ऐसी बीमारी है जिसमें मनोवैज्ञानिक और मनोचिकित्सक दोनों की मदद लेनी पड़ती है। कई जानकार मानते हैं कि दोनों एक समय पर इलाज करें तो मरीज में फर्क जल्दी देखने को मिलता है, जबकि कुछ मनोवैज्ञानिकों के मुताबिक कई मामले में

साइको थैरेपी ही कारगर होती है, ज्यादातर मामलों में कॉग्नीटिव थैरेपी का इस्तेमाल किया जाता है। बच्चों में प्ले थैरेपी से काम चल सकता है। ये सब इस बात पर निर्भर करता है कि मरीज में एडिक्शन किस स्तर का है।

स्क्रीन टाइम को सीमित करनाः स्मार्टफोन के उपयोग में संतुलन बनाए रखने के लिये सबसे महत्त्वपूर्ण कदम यह है कि स्क्रीन टाइम को नियंत्रित किया जाए। विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) और अन्य विशेषज्ञों के अनुसार, किशोरों को प्रतिदिन दो घंटे से अधिक स्क्रीन पर नहीं बिताना चाहिये। अत्यधिक स्क्रीन टाइम मानसिक तनाव, चिंता, अवसाद और नींद संबंधी समस्याओं को बढ़ा सकता है। इसके लिये माता-पिता, शिक्षक और समुदाय द्वारा यह सुनिश्चित करने की आवश्यकता है कि किशोर स्मार्टफोन का उपयोग एक नियंत्रित एवं समयबद्ध तरीके से करें।

'डिजिटल डिटॉक्स' का महत्त्वः किशोरों के लिये नियमित अंतराल पर 'डिजिटल डिटॉक्स' (यानी स्मार्टफोन और अन्य डिजिटल उपकरणों से दूर रहना) उनके मानसिक स्वास्थ्य के लिये लाभकारी सिद्ध हो सकता है। यह उन्हें अपनी मानसिक स्थिति को पुनः संतुलित करने और सामाजिक जीवन में वापस लौटने का अवसर प्रदान करता है। सप्ताह में एक दिन या कुछ घंटों के लिये स्मार्टफोन से पूरी तरह से दूरी बनाए रखना मानसिक शांति एवं तनाव कम करने में सहायक हो सकता है।

मानसिक स्वास्थ्य ऐप्स और ऑनलाइन थेरेपीः स्मार्टफोन के उपयोग का सकारात्मक पहलू यह है कि विभिन्न मानसिक स्वास्थ्य ऐप्स और ऑनलाइन थेरेपी सेवाएँ किशोरों को मानसिक समस्याओं से निपटने में सहायता प्रदान कर सकती हैं। मेडिटेशन ऐप्स, योजना एवं समय प्रबंधन ऐप्स और सामाजिक समर्थन मंच किशोरों को मानसिक स्थिति में सुधार लाने के लिये मदद दे सकते हैं। इन ऐप्स के माध्यम से किशोर अपने विचारों और भावनाओं को सुरक्षित एवं संरक्षित तरीके से साझा कर सकते हैं।

स्वस्थ सोशल मीडिया उपयोगः सोशल मीडिया का अधिक उपयोग किशोरों के मानसिक स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकता है, लेकिन यदि इसका उपयोग सही तरीके से किया जाए तो यह सकारात्मक लाभ भी प्रदान कर सकता है। उन्हें आत्म-सम्मान और आत्म-स्वीकृति के बारे में जागरूक किया जाना चाहिये ताकि वे अपने आप को सोशल मीडिया पर दूसरों से कम न महसूस करें। इसके अलावा, सोशल मीडिया पर रचनात्मक और सकारात्मक कंटेंट को फॉलो करना मानसिक स्वास्थ्य के लिये लाभप्रद सिद्ध हो सकता है।

शारीरिक और मानसिक गतिविधियाँः किशोरों को वर्चुअल दुनिया से बाहर निकलकर वास्तविक जीवन की गतिविधियों में संलग्न होने के लिये प्रोत्साहित किया जाना चाहिये।

सामाजिक संवाद और समर्थनः स्मार्टफोन का अत्यधिक उपयोग सामाजिक संपर्क की कमी का कारण बन सकता है, लेकिन जब इसका इस्तेमाल वास्तविक दुनिया में सामाजिक संवाद को बढ़ाने के लिये किया जाता है तो यह सकारात्मक सिद्ध होता है। किशोरों को अपने परिवार और मित्रों के साथ समय बिताने के लिये प्रेरित किया जाना चाहिये ताकि वे मानसिक रूप से स्वस्थ और संतुलित रह सकें।

मानसिक स्वास्थ्य से जुड़े संसाधनों का सुलभताः किशोरों के लिये मानसिक स्वास्थ्य संसाधन और सहायता उपलब्ध कराना आवश्यक है। मानसिक स्वास्थ्य ऐप्स, काउंसलिंग और ऑनलाइन हेल्पलाइन सेवाएँ किशोरों को आवश्यक सहायता प्रदान कर सकती हैं। जब किशोर मानसिक समस्याओं का सामना करते हैं तो उन्हें बिना किसी संकोच के इन सेवाओं का उपयोग करना चाहिये। मानसिक स्वास्थ्य के प्रति जागरूकता के सिांर और किशोरों को इन संसाधनों के बारे में सूचित करने से उनके मानसिक स्वास्थ्य में सुधार हो सकता है।

स्व-नियमन और आत्म-संवेदनशीलताः स्मार्टफोन के उपयोग में सुधार के लिये किशोरों में स्व-नियमन और आत्म-संवेदनशीलता की भावना विकसित करने की आवश्यकता है। यह महत्त्वपूर्ण है कि किशोर स्मार्टफोन के उपयोग के साथ-साथ वास्तविक जीवन में संतुलन बनाए रखें, जिससे उनकी मानसिक स्थिति और सामाजिक संबंध सुदृढ़ हो सकें।

निष्कर्ष

गेमिंग डिसऑर्डर और मोबाइल एडिक्शन यानी दिन में दो घंटे से ज्यादा वक्त मोबाइल में बिताना तथा मोबाइल न मिलने पर रेस्टलेस होना। बच्चों में यह समस्या बढ़ रही है और कारण है मोबाइल ज्यादा देखना। इससे बचने के लिए बच्चों का मोबाइल टाइम सीमित करें। मोबाइल को इनसेंटिव की तरह यानी बच्चे ने कुछ अच्छा किया, तो 10 मिनट के लिए दें। ऐसे यूज करें।अंत में, स्मार्टफोन के सकारात्मक एवं नकारात्मक प्रभावों को समझना और किशोरों के मानसिक स्वास्थ्य पर इसके प्रभाव को नियंत्रित करना अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। दोस्तों बच्चे काफी संवेदनशील होते हैं। वह अपने आसपास से ही चीजें सीखते हैं। ऐसे में यदि आप बच्चों को मोबाइल की लत से बचाना चाहते हैं तो अभिभावकों को शुरुआत खुद से करनी होगी। बच्चों के साथ समय बिताना, आउटडोर स्पोर्ट्स , मोटिवेट करके मोबाइल की लत से बचाया जा सकता है।

एक कहानी, हमारी जुबानीः प्लास्टिक की चमकदार दुनिया

अंकुर गोयल

शोध नियोजन एवं व्यापार विकास विभाग, सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

प्लास्टिक ने आधुनिक जीवन को अभूतपूर्व सहजता और नवाचार दिए हैं, लेकिन इसकी दीर्घायु और अनियंत्रित खपत ने पर्यावरण और स्वास्थ्य के लिए गंभीर संकट भी खड़े किए हैं। स्वास्थ्य, कृषि, परिवहन और पैकेजिंग जैसे क्षेत्रों में इनकी उपयोगिता निर्विवाद है, परंतु अपशिष्ट प्रबंधन की कमजोरियाँ और प्रदूषण की बढ़ती समस्या इन्हें एक दोधारी तलवार बना देती है। सूक्ष्म एवं नैनो प्लास्टिक का फैलाव मानवीय अंगों तक पहुँच चुका है, जिससे नए स्वास्थ्य जोखिम सामने आ रहे हैं। भारत जैसे देशों में तेज शहरीकरण और अव्यवस्थित कचरा प्रबंधन, चुनौतियों को और बढ़ा रहे हैं, यद्यपि नवाचार और सामुदायिक पहल समाधान की ओर इशारा कर रहे हैं। आगे की राह यही है कि परिपत्र अर्थव्यवस्था, टिकाऊ विकल्प, प्रभावी नीतियाँ और जन-जागरूकता मिलकर एक संतुलित भविष्य का निर्माण करें।

''प्लास्टिक'' शब्द (Plastic) की उत्पत्ति 1500 के दशक में ग्रीक शब्द 'प्लास्टिकोस' (Plastikos) से हुई, जिसका अर्थ है ''आकार देना'' या ''ढालना''। यह शब्द उस समय मोम या मिट्टी से मूर्तियाँ गढ़ने के संदर्भ में प्रयोग होता था। कुछ मतों के अनुसार, यह लैटिन शब्द 'प्लास्टिकस' (Plasticus) से भी आया है, जिसका अर्थ है 'ढलने योग्य'। इतिहास बताता है कि प्राचीन मेसो-अमेरिकी सभ्यताओं (Olmec और Mayan, लगभग 1500 ईसा पूर्व) ने रबर के पेड़ के रस को एक लता (Morning Glory) के रस के साथ मिलाकर ऐसे वस्त्र और पात्र बनाए जो पानी से बचाव कर सकें।

लगभग सौ वर्ष पहले ही 'प्लास्टिक' शब्द का प्रयोग कृत्रिम (synthetic) उच्च आणविक भार (molecular weight) वाले पॉलिमर (polymer) पदार्थों के लिए होने लगा, जिन्हें ऊँचे तापमान पर ढाला जा सकता है और ठंडा होने पर ठोस रूप में जम जाते हैं।

आज हमारे जीवन का कोई भी पहलू प्लास्टिक से अछूता नहीं है। सस्ता, टिकाऊ, हल्का और सुविधाजनक होने के कारण इसने हमारे जीवन को पूरी तरह बदल दिया है। लेकिन, यही सामग्री हमारे पर्यावरण और स्वास्थ्य के लिए गंभीर चुनौतियाँ भी लेकर आई है। यह लेख प्लास्टिक की दिलचस्प यात्रा, इसके संयोगवश आविष्कार से लेकर इसके सर्वव्यापी अस्तित्व और उससे जुड़ी जटिलताओं को समझने का प्रयास है।

(प्लास्टिक एक कमाल की खोज थी, लेकिन इसके साथ एक बड़ी समस्या भी आई। यह नया पदार्थ हमारे लिए जितना उपयोगी है, उतना ही यह पर्यावरण और सेहत (health) के लिए खतरा भी बन गया है। इस लेख में हम प्लास्टिक की दिलचस्प कहानी को समझने की कोशिश करेंगे - इसकी अचानक हुई खोज से लेकर आज की जिंदगी में इसके हर जगह मौजूद होने तक।) यह कहानी बताएगी कि कैसे प्लास्टिक और अति-उपभोक्तावाद (hyperconsumerism) का यह मोहक लेकिन मुश्किल रिश्ता हमें एक जाल में फंसा देता है।

शुरुआतः अनुकरण से नवाचार तक

प्लास्टिक की कहानी किसी बड़े रिसर्च प्रोजेक्ट से नहीं, बल्कि एक जरूरी आवश्यकता और थोड़ी-सी रचनात्मकता (creativity/ingenuity) से शुरू हुई। 19वीं सदी के बीच में न्यूयॉर्क की एक कंपनी Phelan-Collender ने घोषणा की कि जो भी हाथी दाँत (ivory) का अच्छा विकल्प बना देगा, उसे 10,000 डॉलर का इनाम मिलेगा। उस समय बिलियर्ड (billiard) की गेंदें हाथी दाँत से बनाई जाती थीं, लेकिन हाथियों के शिकार के कारण यह बेहद महँगा और दुर्लभ हो चुका था।

यही चुनौती एक अमेरिकी प्रिंटर और इन्वेंटर (inventor) जॉन वेस्ली हायट (John WesleyHyatt) की जिज्ञासा को भा गई। 1869 में उन्होंने सेलूलोज नाइट्रेट (cellulose nitrate - कपास के रेशों पर नाइट्रिक एसिड डालकर बना पदार्थ), कपूर (camphor) और अल्कोहल के साथ प्रयोग किए। नतीजा था एक नया अर्ध-सिंथेटिक (semi-synthetic) पदार्थ -''सेलुलॉइड'' (celluloid)। हालाँकि यह बिलियर्ड की गेंदों के लिए परफेक्ट नहीं निकला (कभी-कभी टकराने पर ये फट भी जाती थीं!), लेकिन जल्द ही सेलुलॉइड के और काम मिल गए - जैसे फोटोग्राफिक फिल्म, अलग से लगने वाले कॉलर, नकली दाँत (dentures) वगैरह। और यहीं से शुरू हुआ ''प्लास्टिक युग'' (plastic era)।

सेलुलॉइड की अपनी कमियाँ थीं -यह आसानी से जल जाता था और इसकी खूबियाँ सीमित थीं। असली क्रांतिकारी मोड़ 1907 में आया, जब एक बेल्जियम मूल के अमेरिकी रसायनज्ञ (chemist) लियो बेकलैंड ने बेकलाइट बनाया। बेकलैंड एक ऐसा पदार्थ ढूँढ रहे थे जो आग न पकड़े और बिजली का अच्छा

इंसुलेटर बने। उन्होंने फिनॉल और फॉर्मल्डिहाइड को नियंत्रित तापमान और दबाव में मिलाकर पहले पूरी तरह कृत्रिम (fully synthetic) प्लास्टिक तैयार किया, जिसे नाम दिया गया "बेकलाइट"। बेकलाइट ढलने योग्य (moldable), गर्मी-रोधी (heat-resistant) और बेहतरीन इलेक्ट्रिकल इंसुलेटर साबित हुआ। इसकी खोज ने इंसान को रचनात्मकता के एक नए युग में पहुँचा दिया अब मनुष्य अपनी जरूरत के हिसाब के गुणों वाले पदार्थ बना सकता था। जल्दी ही बेकलाइट उपभोक्ता बाजार (consumer market) में छा गया। इसके उपयोग गहनों (jewellery) से लेकर इलेक्ट्रिकल पार्ट्स, रेडियो केसिंग से लेकर किचनवेयर तक हर जगह होने लगे। इसने दिखा दिया कि कृत्रिम पॉलिमर (synthetic polymer) की क्षमता कितनी विशाल है।

यहीं से इंसान ने पॉलिमर रसायन (polymer chemistry) की नई दुनिया में कदम रखा। द्वितीय विश्व युद्ध शुरू होने से पहले ही, 1930 के आसपास, कई नए बहुउपयोगी प्लास्टिक उपलब्ध हो चुके थे-जैसे पॉलीविनाइल क्लोराइड, पॉलीस्टीरीन, पॉलीएथिलीन और नायलॉन। इन नए प्लास्टिक्स की खूबियाँ भी अलग-अलग थीं, कोई लचीला, कोई पारदर्शी, कोई मजबूत और कोई रसायनों के प्रति प्रतिरोधी थे। यही विविधता इन्हें रोजमर्रा की जिंदगी के अनगिनत हिस्सों में शामिल करती है।

क्रांतिः हमारी जिंदगी का नया रूप

प्लास्टिक की खोज सचमुच एक क्रांति थी। पहली बार इंसान की निर्माण क्षमता अब प्रकृति की सीमाओं पर निर्भर नहीं रही। द्वितीय विश्व युद्ध के बाद प्लास्टिक का उत्पादन तेजी से बढ़ा और इसके नए-नए उपयोग खोजे जाने लगे। अमेरिकी सेना की जीत में भी प्लास्टिक इंडस्ट्री (plastic industry) का बड़ा योगदान माना जाता है।

उदाहरण के लिए, 1935 में वॉलेस कैरदर्स ने नायलॉन बनाया, जिसे पैराशूट, रस्सियाँ, आर्मर, हेलमेट लाइनर जैसे कई कामों में इस्तेमाल किया गया। इसी तरह, जर्मनी के ऑटो रोहम ने प्लेक्सीग्लास बनाया - यह काँच जैसा पारदर्शी लेकिन टूटने से सुरक्षित प्लास्टिक था, जिसने हवाई जहाज की खिड़कियों में काँच की जगह ले ली।

हल्के, मजबूत, आसानी से ढलने योग्य, बहुउपयोगी और सबसे बढ़कर सस्ता होने के कारण, प्लास्टिक ने धातु, काँच और लकड़ी जैसी पारंपरिक चीजों को जल्दी ही पीछे छोड़ दिया। इस तरह प्लास्टिक ने हमारी जीवनशैली में एक बड़ा बदलाव ला दिया जिसकी पहले कल्पना भी मुश्किल थी। उपभोक्तावाद का नया दौर यहीं से शुरू हुआ।

दैनिक जिंदगी में प्लास्टिक का जादू -

हेल्थकेयरः प्लास्टिक ने डॉक्टरों और अस्पतालों की दुनिया बदल दी। एक बार इस्तेमाल होने वाली सिरिंज, ब्लड बैग्स, कैथेटर और मेडिकल डिवाइस ने संक्रमण का खतरा बहुत कम कर दिया। इससे मरीजों की सुरक्षा और साफ-सफाई के नए मानक तय हुए, और वह भी किफायती लागत पर।

यहाँ तक कि कृत्रिम अंग, इम्प्लांट्स और आधुनिक मेडिकल उपकरण भी अब प्लास्टिक पर निर्भर हो गए हैं। सिलिकॉन - जो सिलिकॉनडाईऑक्साइड और ऑक्सीजन के अणुओं की चेन से बना एक उन्नत प्लास्टिक है, इसका इस्तेमाल ब्रेस्ट इम्प्लांट से लेकर कॉन्टैक्ट लेंस तक में होता है।

खेती-बाड़ीः खेती में भी प्लास्टिक ने अपनी जगह बना ली। ग्रीनहाउस फिल्म, टपकन सिंचाई पाइप, मल्च फिल्म और स्टोरेज कंटेनर - इन सबने पैदावार बढ़ाने, पानी बचाने और फसल कटाई के बाद होने वाले नुकसान को घटाने में मदद की। यानी भोजन की सुरक्षा और उपलब्धता सुनिश्चित करने में भी प्लास्टिक साथी बना।

उपकरण/यंत्रः इलेक्ट्रॉनिक्स की दुनिया तो प्लास्टिक के बिना अधूरी है। मोबाइल फोन, लैपटॉप, टीवी - इनकी चमकदार डिजाइन और हल्के ढाँचे, प्लास्टिक की ढलने योग्य और इंसुलेटिंग खूबियों की वजह से संभव हैं। सस्ते, मजबूत और टिकाऊ प्लास्टिक पार्ट्स ने इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस सबके लिए सुलभ और किफायती बना दिए।

पैकेजिंगः प्लास्टिक ने चीजों को पैक करने का तरीका ही बदल दिया। खाने-पीने की चीजें ज्यादा दिनों तक सुरक्षित रहने लगे, नाजुक सामान आसानी से दूर-दराज पहुँचने लगा, और ट्रांसपोर्टेशन की लागत भी घट गई। शुरू में प्लास्टिक बैग को बहुत सुविधाजनक और साफ विकल्प माना गया था।

परिवहनः गाड़ियाँ और हवाई जहाज दोनों ही प्लास्टिक को उपयोग में लाते हैं। भारी धातु के पुर्जों की जगह हल्के प्लास्टिक पार्ट्स आए, जिससे ईंधन की बचत हुई और परफॉर्मेंस बेहतर हुई। आज कार का डैशबोर्ड, बम्पर, इंटीरियर और यहाँ तक कि हवाई जहाज के कुछ ढाँचे भी प्लास्टिक से बने होते हैं।

इन बड़े क्षेत्रों से परे भी, प्लास्टिक हमारी जिंदगी के लगभग हर कोने में घुस चुका है कपड़ों और फर्नीचर से लेकर खिलौनों और इमारतों की सामग्री तक भी। इसकी किफायती कीमत और ढलने की क्षमता ने लोगों की जीवन-गुणवत्ता को बहुत बेहतर बना दिया है। आज दुनिया भर में घर-गृहस्थी की जरूरी चीजें- बाल्टी, डिब्बे, कुर्सियाँ, कपड़े रखने के बॉक्स, खिलौने आदि प्लास्टिक से बनी मिलती हैं। ये सामान न केवल सस्ते होते हैं बल्कि टिकाऊ भी, इसलिए महँगे और जल्दी खराब होने वाले विकल्पों की जगह इन्होंने लगभग पूरी तरह ले ली है।

पॉलिमर का रंगीन संसारः विभिन्न प्रकार के प्लास्टिक और उनके काम

'प्लास्टिक' कोई एक चीज नहीं है, बल्कि यह तो एक बड़ा परिवार है-इसमें ढेर सारे सिंथेटिक और सेमी-सिंथेटिक पदार्थ शामिल हैं, जिनकी केमिकल स्ट्रक्चर और गुण अलग-अलग होते हैं। आइए जानें कुछ आम प्लास्टिक्स और उनके कामः

पॉलीएथिलीनः यह दुनिया का सबसे ज्यादा बनाया जाने वाला प्लास्टिक है। इसकी कई किस्में होती हैं -

- LDPE (लो-डेंसिटी): पैकिंग फिल्म
- और ग्रॉसरी बैग बनाने में।
- HDPE (हाई-डेंसिटी): बोतलें और कंटेनर।
- LLDPE (लिनियर लो-डेंसिटी): लचीली पाइपें (flexible tubing), खेती में भी PE का खूब इस्तेमाल होता है -ड्रिप इरिगेशन पाइप और मल्च फिल्म में।

पॉलीप्रोपाइलीनः यह मजबूत, टिकाऊ, कठोर और गमी सहने वाला प्लास्टिक है। इसका इस्तेमाल री-यूजेबल डिब्बों, कार के पुर्जों और मेडिकल डिवाइस में होता है। पैकेजिंग और ऑटोमोबाइल इंडस्ट्री तो PP पर ही टिक गई है।

पॉलीविनाइल क्लोराइड : बहुत बहुमुखी और सस्ता प्लास्टिक जिसे दो रूपों में ढाला जा सकता है-

- कठोरः पाइप और खिड़की के फ्रेम।
- लचीलाः फिल्म, तार, नकली चमड़ा PVC पाइप तो लगभग हर गाँव-शहर के खेत और घर में दिख जाते हैं।

पॉलीस्टीरीनः यह या तो कठोर और भंगुर हो सकता है (जैसे डिस्पोजेबल कटलरी, इलेक्ट्रॉनिक केसिंग), या फिर फोम वाला - जिसे पैकिंग और इंसुलेशन में इस्तेमाल किया जाता है। हल्का और इंसुलेटिंग होने की वजह से PS पैकिंग और डिस्पोजेबल कंटेनरों में बेहद लोकप्रिय है।

पॉलीएथिलीन टेरेफ्थेलेटः PET की सबसे मशहूर पहचान है पानी और कोल्ड ड्रिंक की बोतलें। यह मजबूत, पारदर्शी, इंसुलेटिंग और बहुत बड़े तापमान रेंज (-60°C से 130°C) में इस्तेमाल किया जा सकता है। PET से हल्के और फटने से बचने वाले कपड़े भी बनते हैं, और इसका काम इलेक्ट्रॉनिक्स और इलेक्ट्रिकल इंडस्ट्री में भी होता है।

प्लास्टिक की असली खासियत है इसकी ढलने की क्षमता, मनचाहा रूप देने की ताकत और जरूरत के हिसाब से बदलने की सुविधा। यही कारण है कि यह इतनी जल्दी पूरी दुनिया में लोकप्रिय हो गया।

आज भी वैज्ञानिक लगातार नए पॉलिमर बनाने और पुराने को बेहतर करने पर काम कर रहे हैं। मकसद यही है कि प्लास्टिक के और भी नए-नए उपयोग खोजे जा सकें - चाहे वह हमारे घर की कोई साधारण चीज हो या अंतरिक्ष जैसे जटिल मिशन। भविष्य में प्लास्टिक से बनी चीजें 3D प्रिंटिंग में इस्तेमाल होंगी, जिससे डॉक्टर तुरंत मरीज के लिए हड्डी या अंग का नकली हिस्सा बना पाएँगे। बायोप्लास्टिक हमारे लिए ऐसे पैकेजिंग विकल्प देंगे जो आसानी से घुलकर कचरा नहीं बनाएँगे। और अंतरिक्ष अनुसंधान में हल्के लेकिन मजबूत पॉलिमर अंतरिक्ष यान और स्पेस स्टेशन की संरचना को और सुरक्षित बना सकते हैं।

प्लास्टिक कैसे बनता हैः कच्चे तेल से तैयार सामान तक

हर प्लास्टिक से बनी चीज की यात्रा शुरू होती है फॉसिल फ्यूल्स से - जैसे कच्चा तेल और प्राकृतिक गैस। इनमें मौजूद हाइड्रोकार्बन (कार्बन और हाइड्रोजन से बने यौगिक) को रिफाइनिंग से गुजारा जाता है। इससे बनते हैं छोटे-छोटे अणु जिन्हें मोनोमर कहा जाता है। यही मोनोमर पॉलिमर बनाने की ईंटें हैं। कुछ आम मोनोमर हैं -

- एथिलीनः जिससे पॉलीएथिलीन (PE) बनता है।
- प्रोपिलीनः जिससे पॉलीप्रोपाइलीन (PP) बनता है।
- विनाइल क्लोराइडः जिससे PVC बनता है।

इन मोनोमर को पॉलिमराइजेशन प्रक्रिया से आपस में जोड़कर लंबी चेन बनाई जाती है। यही लंबी चेन मिलकर बनाती है प्लास्टिक पॉलिमर रेजिन। अलग-अलग कैटालिस्ट और प्रतिक्रिया की स्थितियों से इन चेन की लंबाई और संरचना बदली जाती है, जिससे हर प्लास्टिक को अलग-अलग गुण मिलते हैं। अकसर ये पॉलिमर रेजिन छोटे-छोटे दानों या पाउडर के रूप में तैयार होते हैं। इन्हें फिर अलग-अलग तकनीकों से मनचाहे प्रोडक्ट्स में बदला जाता है -

इंजेक्शनः जैसे प्लास्टिक की बोतल का ढक्कन।

ब्लो मोल्डिंगः जैसे पानी की बोतल ।

एक्सट्रूजन : जैसे पाइप ।

थर्मोफॉर्मिंग : जैसे डिस्पोजेबल प्लेट।

इसके अलावा रंग, स्थिरता देने वाले पदार्थ, प्लास्टिसाइजर और आग-रोधी रसायन भी मिलाए जाते हैं, ताकि प्रोडक्ट और मजबूत, सुंदर और सुरक्षित बने।

टिकाऊपन का बुरा पहलूः पर्यावरण और स्वास्थ्य संकट

प्लास्टिक की सबसे बड़ी ताकत इसकी टिकाऊपन और सड़ने-गलने से बचने की क्षमता ही इसकी सबसे बड़ी समस्या भी है। जहाँ प्राकृतिक पदार्थ समय के साथ मिट्टी में मिल जाते हैं, वहीं साधारण प्लास्टिक हजारों साल तक पर्यावरण में जस का तस बने रहते हैं।

प्लास्टिक प्रदूषणः हर साल करोड़ों टन प्लास्टिक कचरा लैंडफिल में चला जाता है। वहाँ यह जगह घेरने के साथ-साथ मिट्टी और भूजल में जहरीले रसायन भी छोड़ता है। यही कचरा नदियों और समुद्रों तक पहुँचकर तटीय पारिस्थितिकी तंत्र को भारी नुकसान पहुँचाता है।

वन्यजीवों पर असरः समुद्री जीव अक्सर फेंकी हुई प्लास्टिक के चीजों में फँस जाते हैं-जैसे कि पुरानी मछली पकड़ने की जाल या प्लास्टिक बैग। इससे उन्हें चोट, घुटन या मौत तक हो सकती है। कई बार वे प्लास्टिक को खाना समझ लेते हैं, जिससे उनका पेट भर तो जाता है, लेकिन असल में भूख मिटती नहीं। बल्कि पाचन तंत्र ब्लॉक हो जाता है और जानवर भूख से मर जाते हैं।

ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जनः प्लास्टिक का पूरा जीवनचक्र - फॉसिल फ्यूल निकालने से लेकर उत्पादन, ढुलाई और अंत में निपटान तक ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन में बड़ा योगदान देता है। खासकर जब प्लास्टिक को जलाकर खत्म किया जाता है, तब और ज्यादा उत्सर्जन होता है। हालाँकि कहा जाता है कि हल्का प्लास्टिक ट्रांसपोर्टेशन का बोझ घटा सकता है, लेकिन उत्पादन की भारी मात्रा और बेकार प्रबंधन इसे एक बड़ा कार्बन प्रदूषक बना देते हैं। 2019 के अनुमान के मुताबिक, अकेले प्लास्टिक लगभग 3.3 प्रतिशत वैश्विक GHG उत्सर्जन के लिए जिम्मेदार है।

विषाक्तता/जहरीलापनः प्लास्टिक बनाने के दौरान कई तरह के रसायन मिलाए जाते हैं - जैसे थैलेट्स, बिस्फिनोल, नोनिलफिनॉल्स, डाइऑक्सिन्स, फ्यूरान्स, हैवी मेटल्स और फ्लेम रिटार्डेंट्स। ये रसायन प्लास्टिक से बाहर निकलकर हमारे खाने, पानी और पर्यावरण में फैल सकते हैं। इन्हें एंडोक्राइन डिसरप्टर्स कहा जाता है क्योंकि ये हमारे शरीर के हार्मोन सिस्टम को बिगाड़ देते हैं। इससे कई गंभीर बीमारियाँ हो सकती हैं जैसे विकास रुकना, तंत्रिका तंत्र पर असर, प्रजनन समस्याएँ और यहाँ तक कि कैंसर। वैज्ञानिक शोधों से यह भी साबित हो चुका है कि प्लास्टिक से निकलने वाले रसायन समुद्री जीवों में मौत की दर बढ़ाते हैं, कोशिकाओं को नुकसान पहुँचाते हैं, प्रकाश संश्लेषण और जैव-दीप्ति को रोकते हैं और ऑक्सीडेटिव स्ट्रेस पैदा करते हैं।

माइक्रो और नैनो-प्लास्टिकः समय के साथ सूरज की रोशनी, हवा और लहरों के असर से बड़े प्लास्टिक छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाते हैं। जब ये टुकड़े 5 मिलीमीटर से भी छोटे हो जाते हैं, तो इन्हें माइक्रोप्लास्टिक कहते हैं और इससे भी छोटे कण नैनोप्लास्टिक कहलाते हैं।

ये बेहद छोटे लेकिन खतरनाक कण हमारी हवा, पानी और मिट्टी हर जगह मौजूद हैं। समुद्री जीव, छोटे प्लवक से लेकर मछलियाँ और पक्षी तक, इन्हें निगल लेते हैं। इससे न केवल उनकी सेहत बिगड़ती है बल्कि जहरीले पदार्थों का संचय होकर पूरी खाद्य श्रृंखला प्रभावित होती है। अब तो इंसानों के खून, ऊतक और अंगों में भी माइक्रोप्लास्टिक पाए जा चुके हैं (अप्रैल 2025) में प्रकाशित शोध के अनुसार), 2016 और 2024 के ऑटोप्सी नमूनों में इंसानों के मस्तिष्क, गुर्दे और जिगर में माइक्रोप्लास्टिक की जमावट समय के साथ बढ़ी है। यहाँ तक कि ये कण दिमाग की नसों और प्रतिरक्षा कोशिकाओं में भी पाए गए। Journal of Toxicological Sciences में प्रकाशित Hu C- et al- की स्टडी ने इंसानों और कुत्तों के प्रजनन अंगों में माइक्रोप्लास्टिक पाए। हैरानी की बात यह रही कि इंसानों में कुत्तों के मुकाबले लगभग 3 गुना ज़्यादा माइक्रोप्लास्टिक मिले, जिनमें सबसे ज़्यादा पॉलीइथिलीन (Polyethylene PE) था। अन्य शोधों से यह भी सिद्ध हुआ है कि माइक्रोप्लास्टिक ब्लड-ब्रेन बैरियर पार कर सकते हैं।

भारतीय परिदृश्यः चुनौतियाँ और नवाचार

भारत में प्लास्टिक कचरे के प्रबंधन की चुनौती कई मायनों में अनोखी है। एक तरफ विशाल जनसंख्या और तेजी से बढ़ते शहरीकरण का दबाव है, दूसरी तरफ असंगठित और कमजोर अपशिष्ट प्रबंधन प्रणाली। हर साल देश में अपार मात्रा में प्लास्टिक कचरा निकलता है। यद्यपि भारत की रीसाइक्लिंग दर कई विकसित देशों से बेहतर है, फिर भी बड़ी मात्रा अब भी बिना संग्रहित हुए या गलत तरीके से निपटाई जाती है, जो पर्यावरण के लिए गंभीर खतरा पैदा करती है।

भारत की अपशिष्ट प्रबंधन प्रणाली का बड़ा आधार है अनौपचारिक क्षेत्र मुख्यतः रैगपिकर्स। ये लोग मेहनत-आधारित काम करके प्लास्टिक कचरे को इकट्ठा और छाँटते हैं। यह काम लाखों लोगों की रोजी-रोटी देता है, लेकिन अक्सर बेहद असुरक्षित परिस्थितियों में होता है और इनके पास न तो पर्याप्त संरचना होती है, न ही सामाजिक सुरक्षा। हाल के वर्षों में प्रयास हो रहे हैं कि इस क्षेत्र को औपचारिक तंत्र से जोड़ा जाए और उनकी कार्य स्थितियों को सुधारा जाए।

सरकार ने भी कई नीतिगत कदम उठाए हैं। 2016 के प्लास्टिक वेस्ट मैनेजमेंट नियम और उनके संशोधन, निर्माताओं पर Extended Producer Responsibility (EPR) लागू करते हैं - यानी कंपनियों को अपने उत्पादों से पैदा हुए प्लास्टिक कचरे को वापस लेना और उसका उचित निपटान करना जरूरी है। कई राज्यों में सिंगल-यूज प्लास्टिक पर प्रतिबंध भी लागू किया गया है, लेकिन इन कदमों की प्रभावशीलता अब भी कार्यान्वयन और सख्ती पर निर्भर है, जहाँ चुनौतियाँ बनी हुई हैं।

भारत में नवाचार और शोध पर बड़े पैमाने पर निवेश हो रहा है। सरकारी और निजी संस्थाएँ, सामाजिक संगठन और जागरूक नागरिक मिलकर नए समाधान खोज रहे हैं। जमीनी स्तर पर

वेस्ट सेग्रेगेशन, कमी, पुनः उपयोग और अपसाइक्लिंग को बढ़ावा दिया जा रहा है। प्लास्टिक कचरे को फनीचर, हस्तशिल्प, निर्माण सामग्री और यहाँ तक कि बिटुमिनस सड़कों में बदलने जैसे प्रयोग भारत को इस जटिल समस्या से जूझने की नई दिशा दे रहे हैं।

स्थायी भविष्य की राहः प्लास्टिक का आने वाला कल

प्लास्टिक से उत्पन्न खतरों का समाधान केवल एक दिशा में संभव नहीं है, बल्कि इसके लिए तकनीकी नवाचार, नीतिगत बदलाव, उपभोक्ता व्यवहार में परिवर्तन, उद्योग जगत की साझेदारी और अंतरराष्ट्रीय सहयोग-इन सबका संयोजन जरूरी है।

खपत कम करना और पुनः उपयोग को बढ़ावा देनाः प्लास्टिक प्रदूषण पर रोक लगाने का सबसे प्रभावी तरीका है सिंगल-यूज प्लास्टिक पर निर्भरता कम करना और पुनः प्रयोग योग्य विकल्पों को अपनाना। जैसे-कपड़े के थैले, काँच की बोतलें, स्टीलध्काँच के बर्तन और पुनः प्रयोज्य कटलरी का प्रयोग। भारत में पुराने समय की परंपराएँ-जैसे खरीदारी के लिए जालीदार टोकरी या बांस/पटसन (straw) की टोकरी और डिब्बे ले जाना-फिर से अपनाई और सामाजिक रूप से प्रोत्साहित की जानी चाहिए।

कचरा प्रबंधन और रीसाइक्लिंग ढाँचे को मजबूत करनाः हमें एक सुदृढ़ और भरोसेमंद अपशिष्ट संग्रह प्रणाली में निवेश करने की आवश्यकता है। इसमें आधुनिक छँटाई तकनीक (आंशिक रूप से स्वचालित), हरित रीसाइक्लिंग प्रक्रियाएँ और विकेंद्रीकृत रीसाइक्लिंग संयंत्र शामिल हों। सरकार और निजी क्षेत्र मिलकर वर्तमान सीमित क्षमताओं को बढ़ाएँ, अनौपचारिक क्षेत्र (रेगपिकर्स, कचरा चुनने वाले मजदूर) को औपचारिक प्रणाली से जोड़कर, प्रशिक्षित करके और प्रोत्साहन देकर रीसाइक्लिंग दरों को सुधार किया जाए।

बायोडिग्रेडेबल और कम्पोस्टेबल विकल्प विकसित करनाः अब समय आ गया है कि हम नवीकरणीय स्रोतों से बनने वाले पर्यावरण-अनुकूल, जैव अपघटनीय और कम्पोस्टेबल प्लास्टिक तथा उनके विकल्पों पर जोरदार निवेश करें। इनका विकास और व्यापक उपयोग वर्तमान समय की सबसे बड़ी आवश्यकता है।

हरित केमिकल रीसाइक्लिंग को बढ़ावा देनाः

केमिकल रीसाइक्लिंग वह प्रक्रिया है जिसमें प्लास्टिक को उसके मूल घटकों (बिल्डिंग ब्लॉक्स) में तोड़ा जाता है, ताकि उनसे नए प्लास्टिक या अन्य उपयोगी रसायन बनाए जा सकें। यह तरीका उन प्लास्टिक कचरों के लिए आशाजनक है जिन्हें पारंपरिक (मैकेनिकल) रीसाइक्लिंग से संभालना कठिन है। इस क्षेत्र में विज्ञान एवं इंजीनियरिंग अनुसंधान से ज्ञान की खाई को भरने के प्रयास हमारी फॉसिल फ्यूल्स पर निर्भरता कम करने और प्लास्टिक उत्पादन चक्र को बंद करने की दिशा में कारगर साबित हो सकते हैं।

नियमों को सख्त बनाना और लागू करनाः

हमारे संसद और नीति निर्माता मिलकर ऐसे सख्त कानूनी ढाँचे और नीतियाँ बनाएँ जिन्हें ईमानदारी से लागू और प्रवर्तित किया जा सके। Extended Producer Responsibility (EPR) योजनाओं का सही और व्यापक क्रियान्वयन आवश्यक है, जिससे निर्माता अपने उत्पादों के जीवनचक्र के अंत में उनके निपटान के लिए जवाबदेह रहें। साथ ही, स्थानीय, राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर सहयोग और समझौते करना भी जरूरी है, ताकि प्लास्टिक प्रदूषण की चुनौती का वैश्विक स्तर पर समाधान निकल सके।

जन-जागरूकता और व्यवहार परिवर्तनः जनता को प्लास्टिक प्रदूषण से होने वाले पर्यावरणीय और स्वास्थ्य संबंधी नुकसानों की जानकारी देना और सतत उपभोग की आदतें सिखाना अनिवार्य है। स्थानीय समुदायों को शामिल करके और उन्हें सशक्त बनाकर यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि लोग सूझ-बूझ से निर्णय लें। जब समाज में जागरूकता और सहभागिता बढ़ेगी, तभी सिंगल-यूज प्लास्टिक की खपत घटेगी और कचरे का सही प्रबंधन संभव होगा, जिससे पर्यावरण पर सकारात्मक असर पड़ेगा।

निष्कर्षः इसमें तनिक भी संदेह नहीं कि प्लास्टिक ने हमारी जिंदगी को पूरी तरह बदल डाला है। इसने हर क्षेत्र में सुविधाएँ, नवाचार और नई संभावनाएँ दीं। लेकिन यही प्लास्टिक, अपनी टिकाऊ प्रकृति और अंधाधुंध उत्पादन-उपभोग के कारण, आज पृथ्वी और मानव स्वास्थ्य के लिए एक गंभीर संकट बन चुका है।

अब समय आ गया है कि हम उत्पादन से लेकर उपयोग और निपटान तक, हर स्तर पर सोच में आमूल-चूल परिवर्तन लाएँ, जिनमें परिपत्र अर्थव्यवस्था (Circular Economy) को अपनाना, पर्यावरण-अनुकूल विकल्पों पर निवेश करना, मजबूत व हरित कचरा प्रबंधन तंत्र विकसित करना, जिम्मेदार उपभोक्ता व्यवहार को बढ़ावा देना

हमें याद रखना होगा कि यह जिम्मेदारी केवल सरकारों और उद्योगों की नहीं है। हम सभी, बतौर जागरूक उपभोक्ता, अपने रोजमर्रा के छोटे-छोटे फैसलों से बड़ा फर्क ला सकते हैं। यदि व्यक्तिगत स्तर पर छोटे कदम उठाए जाएँ और उन्हें सामूहिक व नीतिगत प्रयासों से जोड़ा जाए, तो एक लहर पैदा होगी जो भविष्य की दिशा बदल सकती है। प्लास्टिक का यह विरोधाभास कठिन जरूर है, पर यदि हम सब मिलकर संकल्प लें तो इसे एक नई कहानी में बदला जा सकता है-पुनर्जागरण, सहनशीलता और हरित भविष्य की कहानी।

भाषा, न्याय और विज्ञानः एक समग्र दृष्टिकोण

आदित्य नारायण झा[1], शुभांग मिश्रा[2]

[1]विधि संकाय, बाबासाहेब भीमराव अंबेडकर विश्वविद्यालय, लखनऊ
[2]राजभाषा अनुभाग, सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग, लखनऊ-226001, उत्तर प्रदेश, भारत

भाषा वह माध्यम है इसके द्वारा जीव अपने विचार दूसरे तक पहुंचाते हैं. कई बार यह प्रत्यक्ष रूप में बोलकर या फिर संकेतों के माध्यम से भी प्रयोग में लाई जाती है। मानवों के साथ ही पशु, पक्षी ,जीव किसी न किसी प्रकार में अपनी भावनाओं को प्रकट करते हैं जिसे हम भाषा का सकते हैं। भाषा की यह एक सबसे विस्तृत व्याख्या है। व्याकरण के अनुसार भाषा विचारों को व्यक्त करने वाली एक व्यवस्थित और नियमबद्ध संचार प्रणाली है, जिसमें संचारित शब्द, वाक्यांश और वाक्य शामिल होते है जो व्याकरणिक नियमों का पालन करते हैं।

भाषा की उत्पति

भाषा की उत्पत्ति के कई कारण को सकते है किन्तु सबसे बड़ा कारण वस्तुतः विचारों को आसानी से प्रकट करना ही रहा होगा। मानव इतिहास में आग तथा लोहे के आविष्कार के ही समान महत्वपूर्ण भाषा का भी आविष्कार है। जब खेती में मनुष्यों ने विकास किया तो उन्होंने व्यापार करने का भी सोचा जिसमें फिर भाषा ने उनकी मदद की क्योंकि बिना भाषा के व्यवहार तथा व्यापार संभव नहीं। इस तरह हम यह कह सकते है कि मनुष्य के विकास के की समानांतर की भाषा भी विकसित हो रही थी।

भाषा विचारों को व्यक्त करने के साथ साथ लोगों को जोड़ने में भी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। यह मानव की मनोवैज्ञानिक प्रवृति है कि वह सामने वाले मनुष्य के बारे में कोई भी गहन विचार उसकी भाषा ,उसके व्यवहार को जानने के बाद ही बनाता है। यदि कोई शरीर से भयावह दिखने वाला व्यक्ति भी सरल ,मधुर भाषा का प्रयोग कर रहा तो लोगों का उसको लेके सकारात्मक विचार होगा तथा यदि कोई साधारण सा दिखने वाला व्यक्ति अभद्र भाषा का प्रयोग कर रहा तो लोगों का उसको लेकर नकारात्मक की विचार बनेगा। लोगों के व्यक्तित्व के बारे में बताने में भी उनके द्वारा इस्तेमाल की गई भाषा अहम भूमिका निभाती है। भाषा के इतने महत्वपूर्ण कार्य को तभी और प्रभावी बनाया जा सकता है जब भाषा सरल,स्पष्ट तथा शब्दकोश संपन्न हो।

भाषा के रूप में हिंदी का महत्व

किसी भी भाषा का महत्व उसके द्वारा बोले जाने वाले व्यक्तियों से ही होता है। यह एक सार्वभौमिक सत्य है कि हम महत्वपूर्ण लोगों द्वारा प्रयोग की जाने वाली भाषा को ही महत्वपूर्ण मानते है। यह एक गलत धारणा है। असल में कोई भाषा कितनी महत्वपूर्ण है इसका मूल्यांकन इस आधार पर होना चाहिए कि वह कितने लोगों द्वारा बोली जा रही, वह भाषा सीखने के लिए कितने लोग उत्सुक है, वह भाषा कितनी आसानी से समझी जा सकती है,उस भाषा का व्याकरण कितना स्पष्ट और वैज्ञानिक है तथा उस भाषा में बाकी भाषाओं के साथ समन्वय बनाने की कितनी आशा है। भाषा की एक खासियत उसका सम्पन्न शब्दकोश होने भी है।जब इन सभी मानदंडों पर हम हिंदी को परखते है तो पाते है कि हिंदी विश्व की तीसरी सबसे ज्यादा बोली जाने वाली भाषा है। इसका व्याकरण वैज्ञानिक तथा शब्दकोश संपन्न है। आज के समय में जब भारत विश्व की सबसे बड़ी जनसंख्या वाला देश बन चुका है तथा विश्व की चौथी सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था देश है, यह बात प्रत्यक्ष है कि विदेशों में हिंदी का महत्व बढ़ा है तथा लोग इसको सीखने के लिए उत्सुक है। इसका एक कारण हिंदी का उन्नत साहित्य भी है जो लोगों को यह भाषा सीखने के लिए प्रेरित करता है। हिंदी का महत्व इसलिए भी अधिक है क्योंकि यह अन्य भाषाओं की तरह संकीर्ण न होकर अपने अंदर की अनेकों बोलियों को भी आश्रय देती हैं जो हिंदी के ही समान विकास कर रही है।

भारत जैसे देश में हिंदी एक प्रमुख भाषा है जो पूरे देश को जोड़ने का काम करती है।भारत,जो अनेकों विविधताओं से भरा हुआ है,हिंदी द्वारा एक सूत्र में बंधा हुआ है।पूरब से पश्चिम तक तथा उत्तर से दक्षिण तक लोग भले ही अनेकों बोलियों का प्रयोग करते हो परन्तु आपस में संवाद होने पर हिंदी ही प्रमुख रूप से उनकी भाषा बनती है।

न्याय प्रणाली में हिंदी का महत्व

भाषा का महत्व यूं तो अपने आप में ही बहुत है,परन्तु इसका महत्व तब और बढ़ जाता है जब यह लोगों के अधिकारों तथा कर्तव्यों के बारे में जागरूक का अहम जरिया हो।सोच के देखिए उस समाज के बारे में जहां लोग संचार के लिए किसी अन्य भाषा का प्रयोग करते हो और उनके अधिकारों और दायित्वों के बारे में किसी अन्य भाषा में जानकारी दी जाती हो।जाहिर है ऐसे समाज में लोग प्रायः अपने अधिकारों व दायित्वों,कर्तव्यों से अनजान होते होंगे।एक छोटा तबका ही उन अधिकारों और कर्तव्यों को

जानने में सक्षम होगा जो एक से अधिक भाषा जनता होगा।

ऐसी ही स्थिति कमोवेश हमारे देश भारत की भी है। भारत में अकेले हिंदी 43 प्रतिशत लोगों के द्वारा बोली जाती है तथा यह सबसे ज्यादा बोली जाने वाली भाषा है।अगर इसमें हम हिंदी की बोलियों को भी जोड़ ले तो यह संख्या और बढ़ जाएगी। वहीं अंग्रेज़ी हमारे देश में मात्र 6–12 प्रतिशत लोगों के द्वारा बोली जाती है। परन्तु जब हम न्याय व्यवस्था को देखते है तो पाते है कि हिंदी के प्रमुख भाषा होने के बावजूद भी न्याय के क्षेत्र में अंग्रेज़ी का ही बोलबाला है। सर्वोच्च न्यायालय तथा उच्च न्यायालयों की आधिकारिक भाषा अंग्रेजी है। अधीनस्थ न्यायालयों में हिंदी या क्षेत्रीय भाषा का सिर्फ बोलचाल में ही होता है और अधिकांश काम अंग्रेज़ी में होता है। ऐसे में जाहिर सी बात है कि देश का आम नागरिक अपने अधिकारों के लिए पूर्ण रूप से दूसरों पर निर्भर होगा।

भारत में हिंदी सबसे अधिक बोली जाने वाली भाषा है और इसे संविधान ने राजभाषा का दर्जा दिया है। इसके बावजूद, न्याय व्यवस्था में हिंदी का प्रयोग पूर्ण रूप से स्थापित नहीं हो पाया है। नीचली अदालतों में अधिकतर स्थानों पर स्थानीय भाषा या हिंदी का प्रयोग होता है, जिससे आम जनता को न्याय प्रक्रिया समझने में आसानी होती है। लेकिन उच्च न्यायालयों और सुप्रीम कोर्ट में कार्यवाही मुख्यतः अंग्रेजी में होती है।

जब हम इसके कारणों के पीछे जाते है तो पता चलता है कि इसका सबसे प्रमुख कारण हमारे ऊपर हुआ अंग्रेजों का शासन। अंग्रेजों के आने से पहले भारत एकीकृत रूप में नहीं था और न्याय क्षेत्रीय परंपराओं,मान्यताओं के अनुसार होता था।इसका सबसे बड़ा फायदा यह था कि इससे लोगों को कानून की ,अधिकारों की,अपराधों की तथा अपने दायित्वों का अच्छा ज्ञान होता था।परन्तु अंग्रेजों के हमारे ऊपर शासन करने के कारण यह स्थिति बदल गई। अधिकांश क्षेत्रों पर अंग्रेजों का शासन होने के कारण उन्होंने एकस्वरूप न्याय प्रणाली लागू कर दी।उन्होंने कानूनों को अंग्रेज़ी भाषा में प्रकाशित किया। इसका नुकसान यह हुआ कि आम जन तक उसकी पहुंच नहीं हो पाई क्योंकि अधिकाशं भारतीय या तो हिंदी या क्षेत्रीय भाषा के आदि थे। इससे अंग्रेजों को हमारे ऊपर क्रूर शासन करने का अच्छा जरिया मिल गया। चंद भारतीय ही जो संभ्रांत घरों से थे उन्होंने अंग्रेजी सीखी तथा एक छोटे तबके तक ही कानून की पहुंच हो पाई।

आजादी मिलने के बाद हमारे संविधान निर्माताओं ने इस समस्या पर गंभीर विचार किया और संविधान सभा की बहसों से यह मत निकला कि देश में अंग्रेज़ी के महत्व को कम करके हिंदी तथा क्षेत्रीय भाषाओं को प्रोत्साहित किया जाए व अंग्रेजी पर पूरी तरह से निर्भर न रहा जाए। महात्मा गांधी का भी मानना था कि राष्ट्रीय व्यवहार में हिंदी को काम में लाना देश की शीघ्र उन्नति के लिए आवश्यक है। हिंदी को राजभाषा का दर्जा दिया गया। इसका उद्देश्य था कि समय के साथ हम हिंदी को पूर्ण रूप से अंगीकृत कर लें और अंग्रेजी पर अपनी निर्भरता कम करे। अनुच्छेद 343 में हिंदी को संघ की भाषा के रूप में मान्यता दी तथा संविधान लागू होने के 15 सालों तक अंग्रेजी को भी प्रयोग में लेने की अनुमति दी। इसका उद्देश्य था कि वक्त के साथ सारे आधिकारिक कार्य हिंदी में होने लगे।

न्याय व्यवस्था में अंग्रेजी के वर्चस्व होने का एक कारण यह भी है कि कानूनों का हिंदी ने अनुवाद अत्यधिक जटिल तथा क्लिष्ट भाषा में किया जाता है। इसी कारण से आम जन को कानून हिंदी में समझने में परेशानी होती है तथा देश का एक बड़ा तबका अपने अधिकारों तथा दायित्वों से अवगत ही नहीं हो पाता।

न्याय व्यवस्था को मजबूत करने के लिए यह आवश्यक है कि देश के आम जन को कानून की अच्छी समझ हो। आम नागरिक अपने अधिकारों तथा कर्तव्यों के बारे में पूर्ण रूप से अवगत हो। इसके लिए यह आवश्यक है कि कानून में जागरूकता फैलाई जाए तथा लोगों को उनकी भाषा में ही कानूनों की जानकारी दी जाए।

कुछ उच्च न्यायालयों ने हिंदी में दलील और कार्यवाही की अनुमति दी है, जैसे उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, राजस्थान आदि में। परंतु सुप्रीम कोर्ट में अभी भी केवल अंग्रेजी का प्रयोग होता है, जिससे न्याय सुलभता प्रभावित होती है। हिंदी में कानूनी शब्दावली का अभाव, न्यायिक अधिकारियों का अंग्रेजी में प्रशिक्षण, और संसाधनों की कमी इसके मुख्य कारण हैं।

विधि में सबसे बड़ी चुनौती है कानूनी शब्दावली का हिंदी में अभाव। अधिकांश विधिक शब्द अंग्रेज़ी मूल के हैं, जिनका शुद्ध हिंदी अनुवाद आम व्यक्ति के लिए कठिन होता है। इससे न्यायिक दस्तावेज़ जटिल बन जाते हैं। दूसरी चुनौती है कि न्यायाधीश

और वकील अंग्रेज़ी में प्रशिक्षित होते हैं, इसलिए हिंदी में न्यायिक कार्यवाही करने में झिझक होती है।

सुप्रीम कोर्ट में अंग्रेज़ी की अनिवार्यता भी एक बड़ी बाधा है। अनुच्छेद 348 के तहत उच्च न्यायालय और सर्वोच्च न्यायालय में अंग्रेज़ी को कार्य की भाषा माना गया है, जिससे हिंदी को बढ़ावा नहीं मिल पाता। इसके अलावा, राज्यों में भाषाई विविधता भी हिंदी के एकरूप प्रयोग में बाधा बनती है।

भारतीय संविधान के अनुच्छेद 343 में हिंदी को राजभाषा घोषित किया गया है। इसके बावजूद न्याय व्यवस्था में अंग्रेज़ी का वर्चस्व बना हुआ है, जिससे आम नागरिकों को न्याय प्रक्रिया समझने में कठिनाई होती है। इस चुनौती को देखते हुए सरकार ने न्याय व्यवस्था में हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा देने के लिए कई महत्वपूर्ण कदम उठाए हैं।

संवैधानिक प्रावधानों का कार्यान्वयनः

संविधान के अनुच्छेद 348(2) के अंतर्गत राज्य सरकारों को उच्च न्यायालयों में हिंदी या अन्य भारतीय भाषाओं के प्रयोग की अनुमति दी गई है, बशर्ते कि राष्ट्रपति की स्वीकृति प्राप्त हो। इस प्रावधान के अंतर्गत उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, बिहार और राजस्थान जैसे राज्यों को उच्च न्यायालय में हिंदी में काम करने की अनुमति दी गई है।

विधिक दस्तावेजों का हिंदी में अनुवादः

विधि और न्याय मंत्रालय द्वारा संविधान, अधिनियमों, विधेयकों और नियमों का हिंदी में अनुवाद कराया गया है। इसके साथ ही हिंदी विधिक शब्दावली का विकास किया गया है, ताकि कानून से संबंधित शब्दों का सरल और मानकीकरण किया जा सके।

न्यायिक अधिकारियों का हिंदी प्रशिक्षणः

राजभाषा विभाग और राष्ट्रीय न्यायिक अकादमियाँ न्यायिक अधिकारियों को हिंदी में कार्य करने हेतु प्रशिक्षण देती हैं। इसके अतिरिक्त हिंदी में टाइपिंग, ड्राफ्टिंग और अनुवाद कार्य के लिए कर्मचारियों को भी प्रशिक्षित किया जाता है।

ई-कोर्ट्स परियोजना और तकनीकी सहायताः

ई-कोर्ट्स मिशन मोड प्रोजेक्ट के अंतर्गत न्यायिक पोर्टलों, आदेशों और केस स्टेटस जैसी जानकारी को हिंदी और क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध कराया जा रहा है। इसके लिए AI आधारित अनुवाद टूल्स का भी विकास किया जा रहा है, ताकि दस्तावेज़ों का त्वरित और सटीक अनुवाद हो सके।

विज्ञान की भूमिका

भारत जैसे विविध भाषाओं वाले देश में न्याय व्यवस्था को आम जनता के लिए सुलभ और समझने योग्य बनाना एक बड़ी

चुनौती है। इस दिशा में विज्ञान और प्रौद्योगिकी की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण हो गई है, विशेषकर जब हिंदी जैसी भारतीय भाषाओं को न्यायिक प्रक्रिया में शामिल करना हो।

तकनीकी विकास, विशेष रूप से कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग के माध्यम से अब अंग्रेज़ी में लिखे गए न्यायिक दस्तावेजों का हिंदी में स्वचालित अनुवाद संभव हो रहा है। सुप्रीम कोर्ट और हाई कोर्ट के कई निर्णय अब हिंदी में ऑनलाइन उपलब्ध कराए जा रहे हैं।

ई-कोर्ट्स परियोजना के अंतर्गत केस की स्थिति, सुनवाई की तारीखें और आदेश हिंदी में देखने की सुविधा दी जा रही है। साथ ही, वॉयस-टू-टेक्स्ट तकनीक और भाषा आधारित सर्च टूल्स से वकील और आम नागरिक हिंदी में कानूनी जानकारी तक आसानी से पहुँच पा रहे हैं।

इस प्रकार, विज्ञान हिंदी को न्याय व्यवस्था में प्रभावी रूप से शामिल करने का एक सशक्त माध्यम बन रहा है। यदि तकनीक का सही उपयोग हो, तो भाषाई बाधाएँ दूर होकर न्याय हर नागरिक तक पहुँचा सकती है।

न्याय व्यवस्था में हिंदी का प्रयोग आवश्यक, उपयोगी और संविधान सम्मत है। हालांकि इसे पूरी तरह से लागू करने के लिए हमें सुनियोजित ढंग से प्रशिक्षण, संसाधनों और तकनीकी सहायता की आवश्यकता होगी। हिंदी के प्रयोग से न्यायिक प्रक्रिया अधिक समावेशी और लोकतांत्रिक बनेगी, जो भारत जैसे विविधतापूर्ण देश के लिए अनिवार्य है।

सरकार के ये प्रयास न्याय को भाषाई दृष्टि से सुलभ और लोकतांत्रिक बनाने की दिशा में महत्वपूर्ण हैं। हालांकि, हिंदी के प्रभावी प्रयोग के लिए अभी भी प्रशिक्षण, संसाधन और मानसिकता में बदलाव की आवश्यकता है। जब न्याय आम जनता की भाषा में उपलब्ध होगा, तभी ''सभी के लिए न्याय'' की भावना साकार हो सकेगी।

हिंदी पखवाड़ा-2025 का आयोजन

संस्थान में प्रत्येक वर्ष हिंदी पखवाड़ा का आयोजन किया जाता है इसी क्रम में इस वर्ष भी 14–29 सितंबर, 2025 के दौरान हिंदी पखवाड़ा का आयोजन किया गया। इस वर्ष हिंदी दिवस समारोह एवं पाँचवां अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन का आयोजन भारत सरकार, गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग द्वारा 14–15 सितंबर, 2025 को गांधी नगर, गुजरात में किया गया। राजभाषा सम्मेलन में संस्थान की ओर से डॉ. आलोक पाण्डेय, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक एवं श्री कृष्ण राज सिंह, प्रशासनिक अधिकारी तथा श्री शुभांग मिश्रा, हिंदी अनुवादक ने प्रतिभागिता किया।

सी.एस.आई.आर.-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर-आईआईटीआर), लखनऊ में 22 सितंबर, 2025 को अपराह्न हिंदी पखवाड़ा-2025 के मुख्य समारोह का आयोजन किया गया। डॉ. दिनेश शर्मा, माननीय सांसद, राज्य सभा एवं पूर्व माननीय उप-मुख्यमंत्री, उत्तर प्रदेश सरकार ने हिंदी पखवाड़ा-2025 के मुख्य समारोह का शुभारंभ किया एवं संस्थान की राजभाषा सहायिका के द्वितीय संस्करण ''राजभाषा

सहायिका- 2025'' एवं संस्थान की 'पेंशन फॉर्म' बुकलेट (द्विभाषी) का विमोचन किया। हिंदी पखवाड़ा-2025 के मुख्य समारोह के अवसर पर डॉ. शर्मा मुख्य अतिथि थे। मुख्य अतिथि महोदय ने हिंदी प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत संस्थान के कार्मिकों को पुरस्कार भी वितरित किए। मुख्य समारोह के दौरान आमंत्रित हिंदी कवि डॉ. पंकज प्रसून ने अपनी कविताओं का पाठ किया।

हिंदी पखवाड़े के दौरान टिप्पण, मसौदा एवं पत्र लेखन, हिंदी टंकण, प्रश्नोत्तरी, वाद-विवाद, आशुभाषण, हिंदीतर भाषी का हिंदी ज्ञान, लेख, प्रस्तुतीकरण एवं पेंटिंग प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। प्रतियोगिताओं में संस्थान के कार्मिकों एवं शोधछात्रों ने बढ़चढ़ कर भाग लिया।

संस्थान में 29 सितंबर, 2025 को 4:00 बजे हिंदी पखवाड़ा-2025 के पुरस्कार वितरण समारोह का आयोजन किया गया। डॉ. दिनेश सिंह, निदेशक (कार्यकारी), आईसीएआर-भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान व अध्यक्ष, नराकास(कार्यालय-3), लखनऊ ने हिंदी पखवाड़ा-2025 के पुरस्कार वितरण समारोह का शुभारंभ किया। हिंदी पखवाड़ा-2025 के पुरस्कार वितरण समारोह के अवसर पर डॉ. दिनेश सिंह मुख्य अतिथि थे।

इस अवसर पर संस्थान के निदेशक, डॉ. भास्कर नारायण ने अपने संबोधन के दौरान कहा कि भाषा प्रेरणा से आती है, अतएव हिंदी लिखने बोलने के लिए सभी को प्रेरित करें,

राजभाषा को समृद्ध बनाएं और देश का गौरव बढ़ाएं। उन्होंने सभी स्टाफ एवं शोध छात्रों से अनुरोध किया कि अधिक से अधिक कार्य हिंदी में करें।

समारोह के दौरान डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक, सीएसआईआर-आईआईटीआर एवं राजभाषा अधिकारी ने राजभाषा कार्यान्वयन हेतु सभी को प्रेरित किया। सीएसआईआर-आईआईटीआर के प्रशासनिक अधिकारी-श्री कृष्ण राज सिंह ने हिंदी पखवाड़ा 14–29 सितंबर, 2025 के आयोजन के संबंध में जानकारी प्रदान करते हुए कहा कि विभिन्न आयोजित हिंदी प्रतियोगिताओं में संस्थान के कार्मिकों एवं शोधछात्रों ने बढ़चढ़ कर भाग लिया। इस अवसर पर श्री शुभांग मिश्रा, हिंदी अनुवादक, सीएसआईआर-आईआईटीआर ने मंच का संचालन किया।

हिंदी पखवाड़ा-2025 के दौरान संस्थान में आयोजित विभिन्न प्रतियोगिताएं।

हिंदी पखवाड़ा मुख्य समारोह-2025

संस्थान में आयोजित हिंदी पखवाड़ा मुख्य समारोह में बतौर मुख्य अतिथि डॉ. दिनेश शर्मा, माननीय सांसद(राज्य सभा) एवं पूर्व माननीय उप-मुख्यमंत्री, उत्तर प्रदेश सरकार।

मुख्य अतिथि डॉ. दिनेश शर्मा के साथ संस्थान के स्टाफ की ग्रुप फोटो

संस्थान द्वारा प्रकाशित हिंदी की पुस्तकों का अवलोकन करते मुख्य अतिथि डॉ. दिनेश शर्मा

हिंदी में उत्कृष्ट कार्य हेतु सम्मानित विजेताओं के साथ ग्रुप फोटो

राजभाषा सहायिका के नवीनतम अंक का विमोचन करते (बाएँ से दाएँ) श्री कृष्ण राज सिंह, डॉ. भास्कर नारायण, डॉ. दिनेश शर्मा, डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय, श्री शुभांग मिश्रा, श्री अमन यादव।

हिंदी पखवाड़ा मुख्य समारोह के दौरान अपना उद्बोधन देते मुख्य अतिथि डॉ. दिनेश शर्मा।

हिंदी पखवाड़ा पुरस्कार वितरण समारोह–29.09.2025

सीएसआईआर मुख्यालय द्वारा संस्थान का निरीक्षण (11.06.2025)

सीएसआईआर मुख्यालय निरीक्षण के दौरान निदेशक कार्यालय में उपस्थित निरीक्षण टीम, निदेशक महोदय एवं अन्य।

सीएसआईआर मुख्यालय टीम द्वारा आईआईटीआर का राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी निरीक्षण के दौरान उपस्थित श्री एल.एन. पाण्डेय (बाँए-1); श्री कृष्ण राज सिंह (बाएँ-2); डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएँ-3); डॉ. भास्कर नारायण (बाएँ-4), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; श्री सुदेश कुमार (बाएँ-5), (सीएसआईआर मुख्यालय); श्री शुभांग मिश्रा (बाएँ-6); श्री राजकुमार (बाएँ-7), सहायक अनुभाग अधिकारी (सीएसआईआर मुख्यालय); एवं श्री कलीम उद्दीन (बाएँ-8)

निरीक्षण के दौरान सीएसआईआर मुख्यालय की टीम के साथ ग्रुप फोटो।

निरीक्षण के दौरान हिंदी पुस्तकों का अवलोकन करती सीएसआईआर मुख्यालय की टीम, साथ में आईआईटीआर के अन्य सदस्य।

सामान्य अनुभाग का निरीक्षण करती सीएसआईआर मुख्यालय की टीम, साथ में आईआईटीआर के अन्य सदस्य।

स्थापना अनुभाग का निरीक्षण करती सीएसआईआर मुख्यालय की टीम।

राजभाषा क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा संस्थान का निरीक्षण (17.06.2025)

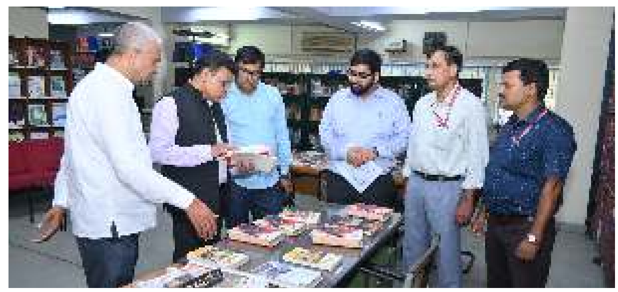
डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएँ-2), उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग सीएसआईआर-आईआईटीआर के हिंदी प्रकाशनों का अवलोकन करते हुए। साथ में श्री अभिषेक कुमार सिंह(बाएँ-1) हिंदी अधिकारी, आईसीएआर-आईआईएसआर, लखनऊ; डॉ. आलोक पाण्डेय (बाएँ-3), वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक; डॉ. के.सी. खुल्बे (बाएँ-4), मुख्य वैज्ञानिक; एवं श्री शुभांग मिश्रा (बाएँ-5), हिंदी अनुवादक।

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान ग्रुप फोटो।

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्यों की उपस्थिति।

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्यों की उपस्थिति।

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान निदेशक कार्यालय में उपस्थित डॉ. भास्कर नारायण, निदेशक, विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान; डॉ. छबिल कुमार मेहेर, उप निदेशक (कार्यान्वयन), गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग; एवं अन्य।



क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान हिंदी प्रकाशनों का अवलोकन करते हुए श्री डॉ. छबिल कुमार मेहेर (बाएँ-2), साथ में राकेश सिंह बिसेन (बाएँ-1), श्री अभिषेक कुमार सिंह(बाएँ-3), श्री शुभांग मिश्रा(बाएँ-4), श्री कलीम उद्दीन(बाएँ-5), एवं श्री राम बिलास(बाएँ-6)

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान डॉ. भास्कर नारायण, निदेशक (दाएँ-1), डॉ. छबिल कुमार मेहेर(दाएँ-3), श्री शुभांग मिश्रा(दाएँ-3)।

क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय द्वारा निरीक्षण के दौरान संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्यों की उपस्थिति।

नराकास बैठक, दिनांक 16.06.2025

नराकास बैठक के दौरान उपस्थित लखनऊ के विभिन्न कार्यालयों के प्रमुख व अन्य सदस्य।

राजभाषा के प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य हेतु संस्थान को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार।

राजभाषा के प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य हेतु सीएसआईआर-आईआईटीआर, को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार का प्रमाण पत्र एवं शील्ड।

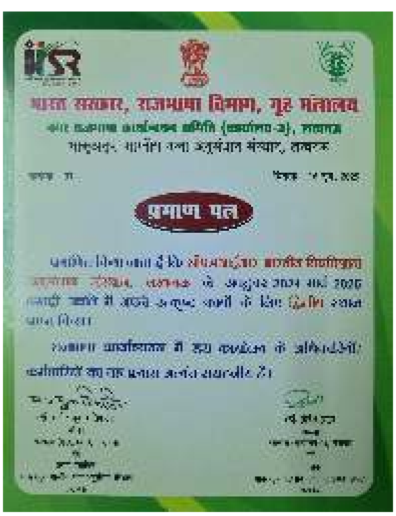
सीएसआईआर-आईआईटीआर, की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार का प्रमाण पत्र एवं शील्ड।

वर्ष 2024–25 की छमाही अवधि के दौरान संस्थान में आयोजित हिंदी कार्यशाला हेतु प्राप्त प्रमाण पत्र।

नराकास बैठक के दौरान व्याख्यान देते हुए डॉ. भास्कर नारायण, निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर।

राजभाषा के प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य हेतु सीएसआईआर-आईआईटीआर, लखनऊ को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार की शील्ड।

सीएसआईआर-आईआईटीआर, लखनऊ की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार की शील्ड।



राजभाषा के प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य हेतु सीएसआईआर-आईआईटीआर, लखनऊ को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार का प्रमाण पत्र।

सीएसआईआर-आईआईटीआर की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' को प्राप्त द्वितीय पुरस्कार का प्रमाण पत्र

वर्ष 2024–25 की छमाही अवधि के दौरान संस्थान में आयोजित हिंदी कार्यशाला हेतु प्राप्त प्रमाण पत्र।

राजभाषा विभाग द्वारा आयोजित स्वर्ण जयंती समारोह (11.07.2025)

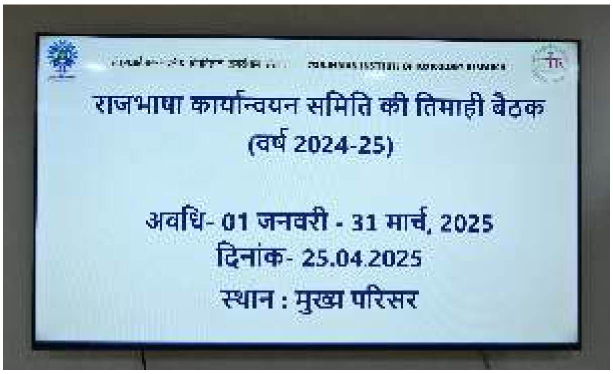
हैदराबाद में राजभाषा विभाग द्वारा आयोजित स्वर्ण जयंती समारोह में संस्थान की ओर से प्रतिभागिता करते श्री शुभांग मिश्रा एवं डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय।

विविध

डॉ. दिनेश शर्मा, माननीय सांसद, राज्यसभा को पुष्पगुच्छ भेंट करते प्रशासनिक अधिकारी, श्री कृष्ण राज सिंह।

डॉ. दिनेश शर्मा, माननीय सांसद, राज्यसभा को संस्थान की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' प्रदान करते हुए श्री कृष्ण राज सिंह, प्रशासनिक अधिकारी एवं श्री शुभांग मिश्रा।

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक दिनांकः 25.04.2025



मुख्य परिसर में आयोजित राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक (अवधि 01 जनवरी 2025–31 मार्च 2025)

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक के दौरान उपस्थिति।

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक दिनांकः 25.07.2025

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक के दौरान उपस्थिति।

हिंदी कार्यशाला (22.08.2025)

सीआरके परिसर में आयोजित हिंदी कार्यशाला के दौरान प्रशिक्षण प्रदान करते हुए श्री शुभांग मिश्रा।

सीआरके परिसर में आयोजित हिंदी कार्यशाला के दौरान कंठस्थ 2.0 के बारे में जानकारी देते हुए श्री शुभांग मिश्रा।

सीआरके परिसर में आयोजित हिंदी कार्यशाला के दौरान उपस्थित वैज्ञानिक, तकनीकी अधिकारी एवं अन्य कार्मिक।

सीआरके परिसर में आयोजित हिंदी कार्यशाला के उपरांत ग्रुप फोटो।

हिंदी कार्यशाला (23.06.2025)

हिंदी कार्यशाला के दौरान कंठस्थ 2.0 के बारे में जानकारी प्रदान हुए श्री शुभांग मिश्रा।

हिंदी कार्यशाला के दौरान उपस्थित प्रशासनिक एवं तकनीकी स्टाफ।

राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' के नवीनतम अंक-42 का विमोचन

आईआईटीआर की राजभाषा पत्रिका 'विषविज्ञान संदेश' के नवीनतम अंक-42 का विमोचन करते हुए डॉ. ज्योत्सना सिंह (बाएँ-1), प्रधान वैज्ञानिक; श्री शुभांग मिश्रा (बाएँ-2), हिंदी अनुवादक; डॉ. वेणु गोपाल अचंता (बाएँ-3), निदेशक, सीएसआईआर-राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला (एनपीएल); डॉ. भास्कर नारायण (बाएँ-4), निदेशक, सीएसआईआर-आईआईटीआर; पद्मश्री डॉ. मंजू नाथ, पूर्व निदेशक, श्री जयदेव हृदय विज्ञान एवं अनुसंधान संस्थान व माननीय सांसद, बेंगलुरु ग्रामीण, निर्वाचन-क्षेत्र; डॉ. प्रबोध कुमार त्रिवेदी (बाएँ-6), निदेशक, सीएसआईआर-सीमैप; डॉ. एन. मणिक्कम (बाएँ-7), मुख्य वैज्ञानिक।

ज्ञान संसाधन केंद्र द्वारा अधिगृहीत हिंदी की विभिन्न पुस्तकें

अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन में संस्थान की ओर से प्रतिभागिता

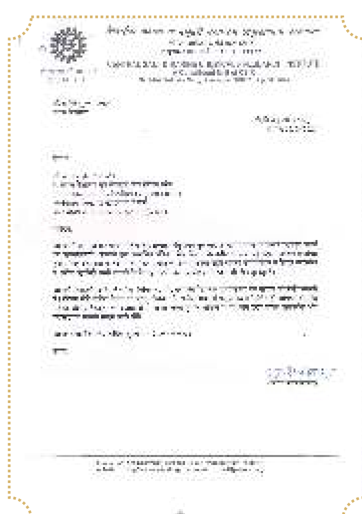
दिनांक 14—15 सितंबर, 2025 के दौरान महात्मा गांधी कन्वेन्शन सेंटर, गांधी नगर, गुजरात में आयोजित अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन में संस्थान की ओर से प्रतिभागिता करते (बाएँ से दाएँ) श्री शुभांग मिश्रा, श्री कृष्ण राज सिंह एवं डॉ. आलोक कुमार पाण्डेय।

पाठकों के पत्र

केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान

CENTRAL ROAD RESEARCH INSTITUTE

CSIR-Fourth Paradigm Institute



सुर्खियों में संस्थान

'हृदय रोगों का एक बड़ा कारण बन रहे प्रदूषण जैसे कारक'

लखनऊ : विश्व पर्यावरण दिवस के अवसर पर सीएसआइआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान (सीएसआइआर-आइआइटीआर) में गुरुवार को संस्थान की स्थापना के 60 वर्ष पूरे होने पर हीरक जयंती (डायमंड जुबली) मनाई गई। मुख्य अतिथि पद्मश्री डा. सी. एन. मंजुनाथ ने कहा कि आज के समय में प्रदूषण जैसे कारक भी हृदय रोगों का एक बड़ा कारण बन रहे हैं। इस मौके पर सीएसआइआर-आइआइटीआर की स्थापना और अब तक की यात्रा पर एक विशेष प्रस्तुति दी गई। इसके बाद 'आइडीईए' नामक हीरक जयंती भाषण सत्र हुआ, जिसमें संस्थान की उपलब्धियों और भविष्य की योजनाएं बताई गईं। डा. आर. पार्थसारथी ने दिवंगत डा. सीआर कृष्णमूर्ति की स्मृति में बनाए गए स्मारक का महत्व बताया। सीजनल मानसून रिपोर्ट भी जारी की गई, जिसमें पर्यावरणीय आंकड़े और रुझान साझा किए गए। समारोह में 'प्राइ 2025' नामक रिपोर्ट और विशेष 'माई स्टैम्प' कार्ड का विमोचन किया गया। डा. वेणु गोपाल अचंता ने अपना व्याख्यान दिया। पेंटिंग और पोस्टर प्रतियोगिता के विजेताओं को पुरस्कृत किया गया।

देश में नवाचार का अग्रदूत रहा है सीएसआईआर

लखनऊ। वैज्ञानिक व औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर) देश में ज्ञान की रीढ़ और नवाचार का अग्रदूत रहा है। समय के साथ इस संगठन की जिम्मेदारी बढ़ी है। हमें पहले जैसा उत्साह और तालमेल बनाए रखना होगा। ये बातें मुख्य अतिथि के तौर पर पूर्वोत्तर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान जोरहाट के निदेशक डॉ. वीएम तिवारी ने भारतीय विष विज्ञान संस्थान (आईआईटीआर) परिसर में बृहस्पतिवार को आयोजित सीएसआईआर के 84वें स्थापना दिवस पर कहीं। आईआईटीआर के निदेशक डॉ. भास्कर नारायण ने कहा कि कई दशकों में हर चुनाव में बड़े पैमाने पर इस्तेमाल की जाने वाली अमिट स्याही से लेकर सोनालिका ट्रैक्टर और एनएएल सारस बहुउद्देशीय नागरिक विमान बनाने तक सीएसआईआर संगठन के योगदानों की सूची लंबी है। सीएसआईआर कार्मिकों के बच्चों के लिए निबंध लेखन प्रतियोगिता हुई। इसमें सेंट फ्रांसिस कॉलेज के सातवीं के विद्यार्थी प्रसून गोयल को सर्वश्रेष्ठ निबंध लेखन का पुरस्कार मिला। वरिष्ठ श्रेणी में मॉडर्न स्कूल की आशिता पांडेय अव्वल रहीं। वरिष्ठ वैज्ञानिक डॉ. कौसर एम. अंसारी ने बताया कि संस्थान ने इस दिन को 'ओपन डे' के रूप में मनाया और संस्थान की ओर से विकसित विभिन्न तकनीकों और सेवाओं की प्रदर्शनी भी लगाई। (माई सिटी रिपोर्टर)

जहरीली होती हवा बन रही युवा दिलों की दुश्मन, बढ़ रहे हार्ट अटैक के मामले

अमर उजाला | my city | लखनऊ सिटी

हिंदी के प्रयोग में सीएसआइआर को पहला स्थान

गोमतीनगर सबसे दमघोंटू, चारबाग सबसे शोरगुल वाला

पर्यावरण दिवस के एक दिन पहले आईआईटीआर ने जारी की प्रदूषण पर रिपोर्ट, व्यावसायिक इलाके में चौक की हवा सबसे ज्यादा खराब

विश्व पर्यावरण दिवस आज

राजधानी की हवा में प्रदूषण

व्यावसायिक क्षेत्रों में दिन में बढ़ा शोर

पर्यावरण संरक्षण के लिए आईआईटीआर प्रतिबद्ध

लखनऊ। भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान (आईआईटीआर) की ओर से बृहस्पतिवार को विश्व पर्यावरण दिवस के मौके पर विभिन्न कार्यक्रम आयोजित किए गए। इस मौके पर आईआईटीआर के निदेशक डॉ. भास्कर नारायण ने पर्यावरण संरक्षण के प्रति संस्थान की प्रतिबद्धता जाहिर की। मुख्य अतिथि के तौर पर देश के प्रसिद्ध हृदय रोग विशेषज्ञ और वर्तमान में बंगलूरू ग्रामीण से संसद सदस्य पद्मश्री डॉ. सी. एन. मंजूनाथ का व्याख्यान भी शामिल रहा। (माई सिटी रिपोर्टर)

आयोजन — आईआईटीआर ने मनाया राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस, स्वच्छता पखवाड़े का किया समापन

लोकहित के आविष्कारों का पेटेंट कराने से बचें

माई सिटी रिपोर्टर

लखनऊ। वैज्ञानिकों व शोधार्थियों को लोकहित का ध्यान रखते हुए समाज के लिए उपयोगी अनुसंधान व आविष्कारों का पेटेंट कराने से बचना चाहिए। इससे आमजन के लिए बहुत सी उपयोगी चीजें सस्ती व सुलभ हो सकेंगी। ये विचार भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान के निदेशक डॉ. भास्कर नारायण ने मंगलवार को संस्थान में आयोजित राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस के कार्यक्रम में व्यक्त किए।

आईआईटीआर में प्रौद्योगिकी दिवस पर बोलते निदेशक डॉ. भास्कर नारायण। -संवाद

डॉ. भास्कर ने वैज्ञानिकों द्वारा ईजाद किए गए ... के दौरान आविष्कार किए गए जीवन रक्षक ओआरएस घोल का उदाहरण दिया, जिसका लोकहित में पेटेंट नहीं कराया गया। ... प्रौद्योगिकी, अनुसंधान को आगे बढ़ाने के लिए ... के तहत आयोजित कार्यक्रम में ... आशुतोष भारद्वाज ने कार्बन टेक्नोलॉजी पर अपनी बात रखी। प्रौद्योगिकी और नवाचार में महिला उद्यमियों की महत्वपूर्ण भूमिका पर चर्चा की। कार्यक्रम में ... कार्यक्रम के जरिये परीक्षण, विश्लेषण और प्रशिक्षण का अनावरण भी किया गया। वरिष्ठ वैज्ञानिक डॉ. आर. पार्थसारथी और डॉ. के.सी. खुल्बे ने देश की तकनीकी प्रगति और ऑपरेशन सिंदूर की सराहना की। समारोह में आईआईटीआर ने अपने स्वच्छता पखवाड़े का समापन भी किया। पखवाड़े के दौरान आयोजित विभिन्न प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कृत सम्मानित किया गया।

सहारा | www.rashtriyasahara.com

आपस में जुड़ी हैं दर्शन व वैज्ञानिक परिकल्पनाएं : डा. वीएन तिवारी

आईआईटीआर ने मनाया सीएसआईआर स्थापना दिवस

वैज्ञानिक शब्दावली

Abdominal	उदरीय, जठरीय
Aberration	विपथ गमन
Abiogenesis	अजीवा-जनन, अजीवात जीवोत्पत्ति
Abolish	अंत, उन्मूलन, समाप्त
Acantha	काँटा, कँटक
Bacillar	दंडाकार
Bark	छाल, छिलका, आवरण
Bract	सहपत्र
Branchlet	टहनी, उपशाखा
Bronchus	श्वसनी, श्वासनली
Cadaver	शव, मरियल
Chordate	मेरुदंडी
Carcinogen	कैंसरजन, कार्सिनोजनक
Cardiotoxic	हृद विषालु
Chromotoxic	वर्ण विषालु
Decapitate	सिर काटना, शीर्षोच्छेद करना
Decomposition	वियोजन, वश्लेषण, अपघटन
Dejection	उदासी, विषण्णता, अवसाद
Deleterious	हानिकर, घातक, विषैला
Dermatologist	त्वचाविज्ञानी
Ecosystem	पारिस्थितिकी तंत्र, पारितंत्र
Ectoplasm	बाह्यद्रव्य, बहिर्द्रव्य
Efficiency	कुशलता, क्षमता, दक्षता, निपुणता
Electrolysis	विद्युत अपघटन
Emesis	वमन
Fascicular	गुच्छेदार, पूलकित
Faucal	कंठ ध्वनि
Fermentation	खमीर उठाना, किण्वन, विक्षोभ, उत्तेजना
Filament	तंतु, सूत्र, रेशा
Flex	झुकना, मुड़ना, मोड़, आकुंचन
Gamete	युग्मक
Gastral	जठरीय
Geophagous	मृद्भक्षी
Graph	आलेख, लेखाचित्र
Germinal	भ्रूणीय
Habitation	वास स्थान
Hastula	जिभिका
Helix	कुंडलिनी
Heron	बगुला
Herbicolous	शाकवासी
Ileum	क्षुद्रांत
Infectious	संक्रामक
Intestine	आंत्र
Iridescence	रंगदीप्ति
Joggling	संनमन, जागलन

Kaldo process	काल्डोपक्रम
Karyolype	गुणसूत्रपरन्ज
Kerr constant	केर नियतांक
Kinetic	गतिज
Lactometer	दुग्धमापी
Latex	वनस्पति दूध, क्षीर
Leech	जोंक
Leprosy	कोढ़, कुष्ठ
Liquescent	द्रवणशील
Luminiferous	प्रकाशवाही
Malodorant	दुर्गन्धक
Margosa tree	नीम
Metacephalon	पश्चमस्तिष्क
Microbe	रोगाणु
Microphagous	सूक्ष्म भक्षी
Macrocytic	स्थूलाणुक
Nactriferous	मकरंदधारी
Narcotize	अचेत करना
Neonatal	नवजात
Neuration	शिराविन्यास
Nocuous	विषैला, हानिकारक
Nucleopore	केन्द्रकरन्ध्र
Odotology	दन्त विज्ञान
Oligophagous	अल्पभक्षी
Ootheca	अण्डकवच
Ophiology	सर्पविज्ञान
Ophiophagous	सर्पभोजी
Palaeology	पुरातत्व
Pathogenetic	रोगजनक, रोगमूलक
Pedology	मृदाविज्ञान
Protoplasm	जीवद्रव्य
Pustulate	फुन्सी बनना
Predaceous	परभक्षी
Quinquefolius	पंच पर्णी
Quench	शमन करना
Radiative	विकिरणी
Rameous	शाखीय
Ranchid	विकृत गंधी
Refining	परिष्करण
Reflexed	वलित
Reptile	सरीसृप
Sabulous	बालुआ, कँकड़ीला
Sapidity	स्वाद
Scorching	परिताप
Sprain	मोच आना, मुड़कना
Tarantula	बड़ी मकड़ी
Termite	दीमक
Tuber	कंद
Ultrasonic	पराश्रव्य
Unguis	नखर
Uniramous	एकशाखी
Vaccine	टीका
Vendaval	तड़ित झंझा
Wormery	कृमिशाला
Zymotic	किण्वक

हीरक जयन्ती

१९६५-२०२५

1965-2025

Diamond Jubilee

वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्-भारत

CSIR-INDIA

सीएसआईआर

CSIR

भारत का नवाचार इंजन

The Innovation Engine of India

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान

IITR

बेहतर स्वास्थ्य एवं सुरक्षित पर्यावरण के लिए

for better health and safe environment

CSIR-Indian Institute of Toxicology Research

विषाक्तता परीक्षण:
जी एल पी अनुरुप सुविधा

सीएसआईआर–भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर–आईआईटीआर), वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् की एक घटक प्रयोगशाला है। इसे विषाक्तता एवं उत्परिवर्तजनियता अध्ययन के लिए जून, 2014 में जीएलपी अनुपालन प्रमाणपत्र प्राप्त हुआ है। जलीय एवं स्थलीय जीवों पर पर्यावरण विषाक्तता अध्ययन तथा विश्लेशणात्मक एवं नैदानिक रसायन परीक्षण को सम्मिलित करने से कार्यक्षेत्र भी विस्तृत हो गया है। यह सीएसआईआर परिवार की एक मात्र प्रयोगशाला है, जिसे यह अंतरराष्ट्रीय मान्यता प्राप्त हुई है। जीएलपी प्रमाणीकरण दर्शाता है कि सीएसआईआर–आईआईटीआर में एस.ओ.पी. संचालित सक्षम एवं अच्छी तरह से अनुभवी कर्मी तथा व्यवस्थित प्रलेखन के माध्यम से उच्च गुणवत्तायुक्त परीक्षण होता है। सीएसआईआर–आईआईटीआर में जीएलपी प्रयोगशालाएं ओईसीडी के दिशा–निर्देशों के अनुसार डिज़ाइन की गई हैं, जो कि वैश्विक स्तर पर नियामक प्रस्तुतीकरण हेतु प्रयोगशाला के आंकड़ों को विश्वसनीयता और गुणवक्ता प्रदान करती हैं।

गुड लैबोरेटरी प्रैक्टिस (जीएलपी) संगठनात्मक प्रक्रिया के साथ संबद्ध अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वीकृत एक गुणवत्ता प्रणाली है, जिसमें प्रीक्लीनिकल स्वास्थ्य और पर्यावरण सुरक्षा अध्ययन की योजना बनाई जाती है, पूर्ण की जाती है, अनुवीक्षण होता है, दर्ज की जाती हैं, संग्रहीत व रिपोर्ट तैयार की जाती हैं। उत्पाद बाजार में लांच करने से पहले राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय नियामक प्राधिकरण/एजेंसियों को सभी नए उत्पादों के सुरक्षा मूल्यांकन आंकड़े (डाटा) की आवश्यकता होती है। जीएलपी एक ऐसी प्रणाली है, जिसे आर्थिक सहयोग और विकास संगठन (ओईसीडी) द्वारा विकसित किया गया है तथा इस प्रकार के सुरक्षा लक्ष्यों को प्राप्त करने हेतु इसे उपयोग किया जाता है।

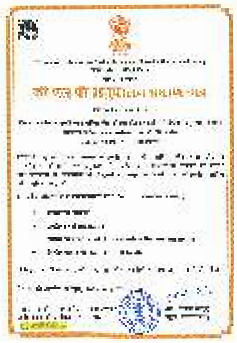
सीएसआईआर–आईआईटीआर जीएलपी सुविधा को फार्मा, बायोटेक और लाइफ साइंसेज के क्षेत्र में उत्पादों की सुरक्षा हेतु इन सिलिको, इन विवो तथा इन विट्रो मॉडल सक्षम बनाते हैं। विषविज्ञान के क्षेत्र में बृहत ज्ञान एवं जीएलपी परीक्षण सुविधा में उन्नत प्रौद्योगिकी से परिपूर्ण हमारी अनुभवी टीम विषाक्तता एवं जैवसुरक्षा के क्षेत्र में वैश्विक आवश्यकताओं के प्रति अपने मिशन को समझने तथा पूर्ण करने के लिए प्रतिबद्ध है। यह सुविधा इकोटोक्सिकोलोजी के अध्ययन हेतु जीएलपी मान्यता प्राप्त एकमात्र सरकारी प्रयोगशाला है।

ओईसीडी के कार्यकारी समूह में भारत को, जीएलपी हेतु पूर्ण अनुपालन सदस्य का दर्जा प्राप्त है। अतः रसायन/फार्मूलेशन, कीटनाशकों, औषधि सौंदर्य प्रसाधन उत्पादों, खाद्य उत्पादों, और फूड एडिटिव्स हेतु आईआईटीआर में जीएलपी परीक्षण सुविधा के माध्यम से तैयार विषाक्तता/जैवसुरक्षा रिर्पोट, 90 से अधिक देशों में मान्य है जिनमें 34 ओईसीडी सदस्य देश शामिल हैं।

जीएलपी प्रमाणित अध्ययन:

नियामक आवश्यकताओं को पूर्ण करने हेतु विभिन्न प्रायोजकों के लिए जीएलपी अनुपालन प्रमाणपत्र के अनुसार निम्नलिखित अध्ययन किए जाते हैं।

- एक्यूट ओरल विषात्तता अध्ययन
- एक्यूट डर्मल विषात्तता अध्ययन
- सब–एक्यूट ओरल विषात्तता अध्ययन (14 या 28 दिन)
- सब–एक्यूट डर्मल विषात्तता अध्ययन (14 या 28 दिन)
- सब–क्रोनिक ओरल विषात्तता अध्ययन (90 दिन)
- सब–क्रोनिक डर्मल विषात्तता अध्ययन (90 दिन)
- क्रोनिक ओरल विषात्तता अध्ययन (180 दिन)
- माइक्रोन्यूक्लियस एसे (इन विट्रो तथा इन वीवो)
- गुणसूत्र विपथन अध्ययन (इन विट्रो तथा इन वीवो)
- प्राथमिक त्वचा जलन (इरीटेशन) परीक्षण
- त्वचा संवेदीकरण परीक्षण
- जलीय एवं स्थलीय जीवों में पर्यावरणीय विषात्तता अध्ययन (केंचुआ तथा मछली)



विषाक्तता अध्ययन हेतु रसायनों के प्रकार

- औद्योगिक रसायन
- एग्रोकेमिकल
- कीटनाशक
- नए रासायनिक तत्व (एनसीई)
- फार्मास्यूटिकल्स (छोटे अणु, बायोसिमिलर्स, बायोथेरेप्यूटिक्स, वैक्सीन एवं रीकाम्बनेंट डीएनए उत्पाद आदि)
- प्रसाधन सामग्री
- फीड एवं खाद्य ऐडिटिव
- नैनो मटीरीअल्स
- चिकित्सा उपकरण
- बायोमेडिकल इम्प्लान्ट्स
- जंतु चिकित्सा औषधि
- न्यूट्रास्यूटिकल्स
- आयुष उत्पाद

अध्ययन हेतु परीक्षण प्रणाली

- रैट (विस्टार)
- माउस (स्विस अलबिनो; सीडी–1; एस के एच–1; सी57 बीएल/6; बाल्ब/सी)
- रैबिट (न्यूज़ीलैंड व्हाइट)
- गिनी पिग (हर्टले)
- जलीय एवं स्थलीय जीव
- सेल लाईन्स (वी79, सीएचओ)

जीएलपी अनुपालन के अंतर्गत उपलब्ध अध्ययन

- एक्यूट अंतः श्वसनीय विषाक्तता परीक्षण
- श्लेष्मा झिल्ली इरीटेशन परीक्षण
- सामान्य प्रजनन क्षमता की जांच–परख परीक्षण
- टेराटोजेनीसिटी परीक्षण
- एक पीढ़ी की प्रजनन विषाक्तता
- दो पीढ़ी की प्रजनन विषाक्तता
- दो वर्ष की कैंसरजननशीलता का अध्ययन
- डाफनिया में परिस्थितिक विषाक्तता अध्ययन

विषाक्तता परीक्षण: जीएलपी अनुरुप सुविधा

परीक्षण सुविधा प्रबंधन

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
गहरु परिसर, सरोजनी नगर औद्योगिक क्षेत्र
लखनऊ -226008, भारत

ईमेल: tfm.glp@iitr.res.in
फोन: +91-522-2476091

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गांधी मार्ग लखनऊ-226001, भारत

सीएसआईआर-भारतीय विषविज्ञान अनुसंधान संस्थान
CSIR-INDIAN INSTITUTE OF TOXICOLOGY RESEARCH

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

"सामूहिक सफलता में ही प्रत्येक व्यक्ति की सफलता निहित है।" "Until all of us have succeeded, none of us have"

अनुसंधान एवं विकास प्रभाग
- खाद्य, औषधि, पर्यावरण और प्रणाली विषविज्ञान (FEST)
- विश्लेषणात्मक विज्ञान, सेवाएं और तकनीकी समाधान के माध्यम से औद्योगिक सहायता (ASSIST)
- विनियामक और कम्प्यूटेशनल विषविज्ञान (ReaCT)

अनुसंधान क्षेत्र
- खाद्य, औषधि और रासायनिक विषविज्ञान
- पर्यावरण विषविज्ञान
- नियामक विषविज्ञान
- टॉक्सिकोइंफॉर्मेटिक्स एवं औद्योगिक अनुसंधान
- प्रणाली विषविज्ञान एवं स्वास्थ्य आपदा मूल्यांकन

उद्योग और स्टार्टअप के लिए आर एंड डी साझेदारी
- सेंटर फॉर इनोवेशन एंड ट्रांसनैशनल रिसर्च (सिटार–बाइरैक–बायोनेस्ट)
- डीएसआईआर–आईआईटीआर–सीआरटीडीएच पर्यावरण निगरानी और हस्तक्षेप हब

सेवाएं दी गईं
- जीएलपी प्रमाणित पूर्व–नैदानिक विषाक्तता अध्ययन
- एनएबीएल (आईएसओ/आईईसी 17025:2017) मान्यता प्राप्त एनसीई की सुरक्षा/विषाक्तता मूल्यांकन
- जल गुणवत्ता मूल्यांकन और निगरानी
- विश्लेषणात्मक सेवाएं
- पर्यावरण निगरानी और प्रभाव मूल्यांकन
- रसायनों/उत्पादों के बारे में जानकारी
- कम्प्यूटेशनल भविष्य कहनेवाला विषाक्तता मूल्यांकन

मान्यताएं
- वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान संगठन (एसआईआरओ)
- यूपी प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (जल और वायु)
- भारतीय कारखाना अधिनियम (पीने का पानी)
- भारतीय मानक ब्यूरो (सिंथेटिक डिटर्जेंट)
- भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण (FSSAI)

विकसित/उपलब्ध प्रौद्योगिकियां
- ओनीर– सुरक्षित पेयजल के लिए एक नया समाधान
- पोर्टेबल जल विश्लेषण किट
- पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए मोबाइल प्रयोगशाला
- सरसों के तेल में आर्जीमोन की त्वरित जांच के लिए एओ किट
- मक्खन पीले रंग का पता लगाने के लिए एमओ जांच, एक मिलावटी, खाद्य तेलों में
- सेन्ज़एचबी© – एक रैपिड हीमोग्लोबिन परीक्षण किट
- अटेस्ट – दूध में मिलावट का पता लगाने वाली किट
- अटेस्ट – खाद्य तेल परीक्षण किट
- अटेस्ट – फल–रस ताजगी परीक्षण किट
- रेस्पॉन्स – बहुसंकेतन परीक्षण उपकरण
- वेलसेन्स© – इंटेलिजेंट पैकेजिंग समाधान
- मिल्कचेकर
- फ्लोरीपीसीआर© – फ्लोरीमीटर के साथ थर्मोसाइक्लर को एकीकृत करने वाला एक प्लेटफ़ॉर्म उपकरण

R & D Divisions
- Food, Drug, Environment & Systems Toxicology (FEST)
- Analytical Sciences & Services and Industrial Support through Technological Solutions (ASSIST)
- Regulatory and Computational Toxicology (ReaCT)

Research Areas
- Food, Drug & Chemical Toxicology
- Environmental Toxicology
- Regulatory Toxicology
- Toxicoinformatics & Industrial Research
- Systems Toxicology & Health Risk Assessment

R & D Partnership for Industries & Startup
- Centre for Innovation and Transnational Research (CITAR-BIRAC-BioNEST)
- DSIR-IITR-CRTDH Environmental Monitoring and Intervention Hub

Services Offered
- GLP certified pre-clinical toxicity studies
- NABL (ISO/IEC 17025:2017) accredited Safety/ toxicity evaluation of NCEs
- Water quality assessment and monitoring
- Analytical services
- Environmental monitoring and impact assessment
- Information on chemicals/ products
- Computational predictive toxicity assessment

Recognitions
- Scientific & Industrial Research Organizations (SIROs)
- UP Pollution Control Board (Water & Air)
- Indian Factories Act (Drinking water)
- Bureau of Indian Standards (Synthetic detergents)
- Food Safety & Standards Authority of India (FSSAI)

Technologies Developed/ Available
- Oneer- A novel solution for safe drinking water
- Portable Water Analysis Kit
- Mobile Laboratory for environment and human health
- AO Kit for rapid screening of Argemone in mustard oil
- MO Check for detection of Butter Yellow, an adulterant, in edible oils
- SenzHB© - A Rapid haemoglobin test kit
- Attest - Milk adulteration detection kit
- Attest - Edible oil test kit
- Attest - Fruit-juice freshness test kit
- Response - Multiplexed testing device
- Wellsens© - Intelligent packaging solutions
- MilkAchecker
- FluoriPCR© - A platform device integrating thermocycler with fluorimeter

विषविज्ञान भवन, 31, महात्मा गाँधी मार्ग
लखनऊ-226001, उ.प्र., भारत

VISHVIGYAN BHAWAN, 31, MAHATMA GANDHI MARG
LUCKNOW-226001, U.P., INDIA

फोन/Phone:+91-522-2627586, 2614118, 2628228 फैक्स/Fax:+91-522-2628227, 2611547 director@iitrindia.org www.iitrindia.org