खण्ड-12, अंक-1, वर्ष-2024, मु0प्र0 148-151
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v12i1.23
SJIF (2024) : 8.287



# Environmental Sustainability through Green Chemistry

Ravichandran[1] and Pallavi Dixit[2]
[1]Department of Chemistry, Lovely Professional University, Jalandhar-144 411, Punjab, U.P., India
[2]Department of Botany, Mahila Vidyalaya Degree College, Lucknow-226 018, U.P., India
drpallavidixit80@gmail.com

**Received: 13-07-2024, Accepted: 20-11-2024**

**Abstract**- Green chemistry is one of the most fundamental and powerful tools to use on the path to sustainability. In fact, without green chemistry and green engineering, there is no path to sustainability. Green chemistry protects the environment, not by cleaning, but by inventing new chemical processes that do not pollute the environment. It is clear that many industries and research from many academics recognize the importance of green chemistry. The practice of green chemistry uses a set of principles that reduce or eliminate the use of hazardous substances in the design, manufacture and applications of chemical products. Chemistry is actually very useful for us as its applications are used for many purposes all over the World. We cannot really imagine a world without chemistry and its applications. However, we should now focus on green chemistry, or sustainable chemistry which means reducing or preventing harm to the environment around us. Therefore, green chemistry can include anything from reducing waste to disposing of waste properly. This article is a brief overview of green chemistry principles.

**Key words**- Environmental sustainability, Green chemistry

# हरित रसायन के माध्यम से पर्यावरणीय स्थिरता

रविचंद्रन[1] एवं पल्लवी दीक्षित[2]
[1]प्रोफेसर, रसायन विज्ञान, लवली प्रोफेशनल यूनिवर्सिटी, जालंधर–144 411, पंजाब, भारत
[2]वनस्पति विज्ञान विभाग, महिला विद्यालय डिग्री कॉलेज, लखनऊ–226 018, उ0प्र0, भारत
drpallavidixit80@gmail.com

**सार**– हरित रसायन स्थिरता के पथ पर उपयोग करने के लिए सबसे मौलिक और शक्तिशाली उपकरणों में से एक है। वास्तव में, हरित रसायन और हरित इंजीनियरिंग के बिना, स्थिरता का कोई रास्ता नहीं है। हरित रसायन पर्यावरण की रक्षा करता है, सफाई से नहीं, बल्कि नई रासायनिक प्रक्रियाओं का आविष्कार करके जो पर्यावरण को प्रदूषित नहीं करती हैं। स्पष्ट है कि कई उद्योग और कई शिक्षाविदों के शोध हरित रसायन के महत्व को पहचानते हैं। हरित रसायन विज्ञान के अभ्यास में रासायनिक उत्पादों के डिजाइन, निर्माण और अनुप्रयोगों में खतरनाक पदार्थों के उपयोग को कम करने या समाप्त करने वाले सिद्धांतों का एक समूह उपयोग किया जाता है। रसायन विज्ञान वास्तव में हमारे लिए बहुत उपयोगी है क्योंकि इसके अनुप्रयोग दुनिया भर में कई उद्देश्यों के लिए उपयोग किए जाते हैं। हम वास्तव में रसायन विज्ञान और उसके अनुप्रयोगों के बिना दुनिया की कल्पना नहीं कर सकते। यद्यपि, अब हमें हरित रसायन, या स्थायी रसायन विज्ञान पर ध्यान देना चाहिए, जिसका अर्थ है हमारे आसपास के पर्यावरण को होने वाले नुकसान को कम करना या रोकना। इसलिए, हरित रसायन में कचरे को कम करने से लेकर कचरे को सही तरीके से निपटाने तक कुछ भी शामिल हो सकता है। यह लेख हरित रसायन सिद्धांतों पर एक संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत करता है।

**बीज शब्द**– पर्यावरणीय स्थिरता, हरित रसायन

1. **परिचय**– हरित रसायन और हरित इंजीनियरिंग के बिना, स्थिरता का कोई रास्ता नहीं है। ग्रीन केमिस्ट्री शब्द[1] १९९१ में पॉल टी.

अनास्तास द्वारा गढ़ा गया था। इसका उद्देश्य ऐसे रसायनों और रासायनिक प्रक्रियाओं को डिजाइन करना है जो मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए कम हानिकारक हों। हरित रसायन[२–१०], पर्यावरण की रक्षा करता है, सफाई से नहीं, बल्कि नई रासायनिक प्रक्रियाओं का आविष्कार करके जो प्रदूषित नहीं करती हैं। हरित रसायन विज्ञान के १२ सिद्धांतों का संक्षेप में वर्णन नीचे किया गया है:

2. **रोकथाम**– कचरे के बनने के बाद उसका उपचार करने या उसे साफ करने से बेहतर है कि कचरे को रोका जाए। खतरनाक कचरे के उत्पादन को कम करने के लिए रासायनिक परिवर्तनों को फिर से डिजाइन करने के लिए रसायनज्ञों की क्षमता प्रदूषण की रोकथाम में एक महत्वपूर्ण पहला कदम है। यह पुरानी कहावत पर वापस जाता है ''रोकथाम इलाज से बेहतर है''।

3. **एटम अर्थव्यवस्था**– यह सिद्धांत वास्तविक रसायन विज्ञान में आता है कि उत्पाद कैसे बनाए जाते हैं। यह सिद्धांत बताता है कि एक प्रक्रिया में सभी परमाणुओं का उपयोग करना सबसे अच्छा है और वे परमाणु जिनका उपयोग नहीं किया जाता है, वे अपशिष्ट के रूप में समाप्त हो जाते हैं। उत्पाद में अधिकांश प्रारंभिक सामग्रियों को शामिल करने वाले परिवर्तनों को चुनना अधिक कुशल होता है और अपशिष्ट को कम करता है।

4. **कम खतरनाक रसायनिक संश्लेषण**– लक्ष्य उत्पाद बनाने के लिए उपयोग किए जाने वाले रसायनों के खतरे को कम करना है। रसायनज्ञों ने परंपरागत रूप से जो भी आवश्यक साधन का उपयोग किया है। आज हम देख रहे हैं कि उत्पाद बनाने की प्रक्रिया में कम खतरनाक अभिकर्मकों और रसायनों का उपयोग किया जा सकता है। सिंथेटिक कार्यप्रणाली को ऐसे पदार्थों के उपयोग और उत्पन्न करने के लिए डिजाइन किया जाना चाहिए जिनमें मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए बहुत कम या कोई विषाक्तता न हो। हरित प्रौद्योगिकी के लिए कुछ जहरीले रसायनों को सुरक्षित रसायनों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। उदाहरण के लिए, पॉलीस्टाइन फोम शीट पैकिंग सामग्री के निर्माण में, क्लोरोफ्लोरोकार्बन जो ओजोन की कमी और ग्लोबल वार्मिंग में योगदान करते हैं, को अब कार्बन डाई ऑक्साइड द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया गया है।

5. **सुरक्षित रसायनों को डिजाइन करना**– हर कोई सुरक्षित उत्पाद चाहता है। इस सिद्धांत का उद्देश्य ऐसे उत्पादों को डिजाइन करना है जो सुरक्षित और गैर विषैले हैं। फार्मास्युटिकल उत्पादों में अक्सर चिरल अणु होते हैं, और दो रूपों के बीच का अंतर जीवन और मृत्यु का मामला हो सकता है– उदाहरण के लिए, रेसमिक थैलिडोमाइड जब गर्भावस्था के दौरान प्रशासित होता है, तो कई नवजात शिशुओं में भयानक जन्म दोष होते हैं। साक्ष्य इंगित करता है कि केवल एक एनैन्टीओमर का इलाज प्रभाव होता है जबकि दूसरा आइसोमर गंभीर दोषों का कारण होता है।

6. **सुरक्षित विलायक**– हम अपने दैनिक जीवन (सफाई उत्पादों, नेल पॉलिश, सौंदर्य प्रसाधन, आदि) और रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में नियमित रूप से सॉल्वैंट्स का उपयोग करते हैं। विलायक में अनेक रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं। परंपरागत रूप से कार्बनिक सॉल्वैंट्स का उपयोग किया गया है जो खतरे पैदा करते हैं और कई अत्यधिक जहरीले होते हैं। अधिकांश संश्लेषणों में सॉल्वैंट्स का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। सिंथेसिस में व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले सॉल्वैंट्स विषाक्त और अस्थिर होते हैं– यथा अल्कोहल, बेंजीन (ज्ञात कार्सिनोजेनिक), कार्बन टेट्राक्लोराइड, क्लोरोफॉर्म, परक्लोरोइथाइलीन, मिथाइल क्लोराइड। शोधन में बड़ी मात्रा में सॉल्वैंट्स का भी उपयोग किया जाता है जो प्रदूषण को बढ़ाते हैं और मानव स्वास्थ्य के लिए अत्यधिक घातक हो सकते हैं। यह सिद्धांत उत्पादों को इस तरह से बनाने पर केंद्रित है कि वे कम खतरनाक सॉल्वैंट्स का उपयोग करें। यह स्पष्ट है कि पानी सबसे सस्ता और पर्यावरण के अनुकूल विलायक है।

7. **ऊर्जा दक्षता के लिए डिजाइन**– आज अक्षय ऊर्जा और ऊर्जा संरक्षण पर ध्यान दिया जा रहा है। हम ऊर्जा का उपयोग परिवहन उद्देश्यों के लिए और अपने घरों और व्यवसायों को बिजली प्रदान करने के लिए करते हैं। ऊर्जा उत्पन्न करने के पारंपरिक तरीकों को ग्लोबल वार्मिंग जैसी वैश्विक पर्यावरणीय समस्याओं में योगदान देने के लिए पाया गया है और उपयोग की जाने वाली ऊर्जा भी एक महत्वपूर्ण लागत हो सकती है। यह सिद्धांत उत्पादों और सामग्रियों को अत्यधिक कुशल तरीके से बनाने और संबंधित प्रदूषण और लागत को कम करने पर केंद्रित है।

8. **नवीकरणीय फीडस्टॉक्स का उपयोग**– हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले उत्पादों में से ९०–९५% पेट्रोलियम से बने

होते हैं। हमारा समाज न केवल परिवहन और ऊर्जा के लिए अपितु उत्पाद बनाने के लिए भी पेट्रोलियम पर निर्भर है। यह सिद्धांत पेट्रोलियम पर हमारी निर्भरता को स्थानांतरित करने और नवीकरणीय सामग्रियों से उत्पाद बनाने का प्रयास करता है। पॉलीलैक्टिक एसिड (पीएलए) एक प्लास्टिक है जिसे अक्षय फीडस्टॉक्स जैसे मकई और आलू के कचरे से बनाया जा रहा है। एडिपिक एसिड के वाणिज्यिक संश्लेषण में प्रयुक्त बेंजीन, जो नायलॉन, प्लैक्टिसाइजर और स्नेहक के निर्माण में आवश्यक है, को कुछ हद तक नवीकरणीय और गैर–विषैले ग्लूकोज द्वारा प्रतिस्थापित किया गया है और प्रतिक्रिया पानी में की जाती है। जब भी संभव हो अनावश्यक व्युत्पत्तिकरण से बचना चाहिए।

9. **कटैलिसीस**– एक रसायनिक प्रक्रिया में ऊर्जा आवश्यकताओं को कम करने और प्रतिक्रियाओं को अधिक कुशलता से करने के लिए उत्प्रेरक का उपयोग किया जाता है। उत्प्रेरक का उपयोग करने का एक अन्य लाभ यह है कि आम तौर पर प्रभाव के लिए छोटी मात्रा की आवश्यकता होती है और यदि उत्प्रेरक वास्तव में एक ''हरा'' उत्प्रेरक है, तो इस प्रक्रिया में कोई विषाक्तता नहीं होगी। एंजाइम उत्प्रेरक के अद्भुत उदाहरण हैं। जैव उत्प्रेरित अभिक्रियाएँ लाभप्रद होती हैं क्योंकि वे जलीय माध्यम में की जाती हैं।

10. **गिरावट के लिए डिजाइन**– न केवल हम चाहते हैं कि सामग्री और उत्पाद नवीकरणीय संसाधनों से आए, बल्कि हम यह भी चाहेंगे कि वे पर्यावरण में बने न रहें। इसमें कोई दो राय नहीं है कि हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले कई उत्पाद लगातार बने रहते हैं। प्लास्टिक हमारे लैंडफिल में नीचा नहीं होता है और हमारे जल धाराओं में एंटीबायोटिक दवाओं जैसे फार्मास्यूटिकल ड्रग्स का निर्माण होता है। यह सिद्धांत उत्पादों को इस तरह से डिजाइन करना चाहता है कि वे अपना इच्छित कार्य करें।

11. **प्रदूषण की रोकथाम**– हर कोई जानता है कि रोकथाम उपचार से बेहतर है। अतः प्रदूषण से प्रदूषण नियंत्रण बेहतर है। प्रदूषण की रोकथाम सामग्री, प्रक्रिया या प्रथाओं का उपयोग कर रही है जो स्रोत पर प्रदूषण या कचरे को कम या समाप्त करती है।

12. **दुर्घटना की रोकथाम के लिए सुरक्षित रसायन विज्ञान**– यह सिद्धांत कार्यकर्ता और आसपास के समुदाय के लिए सुरक्षा पर केंद्रित है जहां एक उद्योग रहता है। उत्पाद बनाते समय उन सामग्रियों और रसायनों का उपयोग करना बेहतर होता है जो विस्फोट नहीं करेंगे, आग पर प्रकाश नहीं देंगे, हवा में प्रज्वलित होंगे, आदि। ऐसे कई उदाहरण हैं जहां सुरक्षित रसायनों का उपयोग नहीं किया गया और परिणाम आपदा था। सबसे व्यापक रूप से ज्ञात और शायद सबसे विनाशकारी आपदा में से एक १९८४ में भोपाल, भारत थी, जहाँ एक रासायनिक संयंत्र से आकस्मिक रिसाव हुआ था जिसके परिणामस्वरूप हजारों लोगों की जान चली गई थी और कई अन्य घायल व अपंग हो गए थे। उत्पाद बनाते समय, अत्यधिक प्रतिक्रियाशील रसायनों से बचना सबसे अच्छा होता है जिनके परिणामस्वरूप दुर्घटनाएं हो सकती हैं। जब उद्योग में विस्फोट और आग लगती है, तो परिणाम अक्सर विनाशकारी होता है।[11–15]

**निष्कर्ष**– हरित रसायन विज्ञान की कोई नई शाखा नहीं है। यह एक नया दार्शनिक दृष्टिकोण है कि हरित रसायन विज्ञान के सिद्धांतों के अनुप्रयोग और विस्तार के माध्यम से सतत् विकास में योगदान कर सकते हैं। गैर–प्रदूषणकारी सामग्री से शुरू होने वाली एक आदर्श प्रक्रिया को डिजाइन करने के लिए अभी भी बहुत प्रयास किए जा रहे हैं। यह स्पष्ट है कि भविष्य के रासायनिक उद्योग के लिए चुनौती मौलिक अनुसंधान में नए विचारों का उपयोग करके तैयार किए गए सुरक्षित उत्पादों और प्रक्रियाओं के उत्पादन पर आधारित है। हर स्तर पर विद्यार्थी को हरित रसायन के अभ्यास से परिचित कराना होगा। अंत में, हरित रसायन विज्ञान में शिक्षा की भूमिका के बारे में यह बात यथोचित है–

"हरित रसायन विज्ञान की सबसे बड़ी चुनौती उसके नियमों को व्यवहार में लाना है।"

## References


1. P.T. Anastas., J.C. Warner, Green Chem Theory and Practice, Oxford Univ. Press, New York, 1998.
2. P.T. Anastas., I.T. Horvath, Innovation and Green Chemistry, Chem. Rev. 107, 2169 (2007).
3. S. Ravichandran, Green Chemistry-A Potential Tool for Chemical Synthesis, Int.J. Chem. Tech. Res., 2010, 2 (4) 2191.
4. B.M. Trost, Atom economy-a challenge for organic synthesis: homogeneous catalysis leads the way. Angew Chem Int Ed., 1995, 34, 259.

5. R.A. Sheldon, Green Solvents for Sustainable Organic Synthesis: State of the Art. Green Chem., 2005, 7, 267.
6. V.B. Bharati, Resonance, 2008, 1041.
7. V.K. Ahluwalia and M. Kidwai, New Trends in Green Chemistry, Anamaya Publishers, New Delhi, 2004.
8. K. Sato, M. Oki, R.A. Noyori, "Green Route to Adipic Acid", Science, 1998, 281, 1646.
9. G. Jesson, W. Leitner, Chemical synthesis using supercritical fluids, Wiley-VCH Weinheim, 1999.
10. J.M. Thomas, R. Raja, Aug. J. Chem., 2001, 54, 551.
11. Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program. 2000 Award Summary
12. Entries and Recipients, www.epa.gov/greenchemistry, August 2001.
13. D.L. Jersen, D.L. Schutt, J.M. Bosse, "Green Chemistry and Education", J. Chem.
14. Educ., 2000, 12, 1543.
15. M. Lancaster, "Green Chemistry-An Introductory Text", Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002.