

प्राकृतिक अम्ल-क्षार सूचकों की खोज-पड़ताल : शिक्षण के अनुभव

शालोम सुनैना और मेघा अरोड़ा

रोज़मर्रा के पदार्थों को अम्लीय, क्षारीय या उदासीन पदार्थों के रूप में वर्गीकृत करने के लिए प्राकृतिक सूचक सरल और सस्ते साधन होते हैं। हम इन सूचकों के जाने-पहचाने और नए स्रोतों की व्यावहारिक खोज-पड़ताल में विद्यार्थियों और शिक्षकों को किस तरह शामिल कर सकते हैं?

शा लेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एनसीएफ़-एसई) 2023 के अनुसार, मिडिल स्टेज की विज्ञान पाठ्यचर्या का एक लक्ष्य विद्यार्थियों में पदार्थों को उनके रासायनिक गुणों के आधार पर अम्लीय, क्षारीय और उदासीन के रूप में वर्गीकृत कर पाने की क्षमता विकसित करना है।¹ कक्षा-7 की नवीनतम विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-2026) के अध्याय-2 ('पदार्थों का अन्वेषण : अम्लीय, क्षारीय एवं उदासीन') इन श्रेणियों को इनके कारण लिटमस पेपर के रंग में हुए परिवर्तन के आधार पर परिभाषित करता है : "लिटमस पेपर दो रंगों में उपलब्ध होते हैं – नीला और लाल... पदार्थ... जैसे नींबू का रस, आँवले का रस, इमली का पानी और सिरका नीले लिटमस पेपर को लाल कर देते हैं। इसका अर्थ है कि ये पदार्थ अम्लीय प्रकृति के होते हैं... पदार्थ... जैसे साबुन का विलयन, बेकिंग सोडा का विलयन, चूने का पानी और कपड़े धोने के पाउडर का विलयन लाल लिटमस पेपर को नीला कर देते हैं। यानी ये पदार्थ क्षारीय प्रकृति के होते हैं... पदार्थ... जैसे नल का पानी, शक्कर के विलयन और नमक के विलयन से दोनों प्रकार के लिटमस पेपरों का रंग नहीं बदलता है। क्या आप इनकी प्रकृति के विषय में पूर्वानुमान लगा सकते हैं? इन पदार्थों को उदासीन कहा जाता है क्योंकि ये न तो अम्लीय होते हैं और न ही क्षारीय।"² लेकिन कई सरकारी स्कूलों में

लिटमस पेपर उपलब्ध नहीं होता। जहाँ यह उपलब्ध होता भी है, वहाँ शिक्षक इसे केवल प्रदर्शन के लिए ही उपयोग कर पाते हैं। इस सीमा को ध्यान में रखते हुए, इस अध्याय में दो अन्य तरीकों का सुझाव दिया गया है : (क) खाद्य पदार्थों की जाँच स्वाद के आधार पर करना; और (ख) अखाद्य पदार्थों की जाँच प्राकृतिक सूचकों की सहायता से करना। यहाँ हम दूसरे तरीके की खोज-पड़ताल के लिए कुछ व्यावहारिक दिशा-निर्देश साझा कर रहे हैं। ये दिशा-निर्देश कर्नाटक के विजयपुरा और उत्तराखण्ड के पिथौरागढ़ के विद्यार्थियों और शिक्षकों के साथ इस विषय पर किए गए काम के हमारे अनुभवों पर आधारित हैं।

(क) खोज-पड़ताल के उद्देश्य का परिचय दें :

विद्यार्थियों को अम्ल और क्षार की अवधारणा अमूर्त लग सकती है। खाद्य पदार्थों को चखकर इन श्रेणियों में वर्गीकृत करने के लिए विद्यार्थियों को कहना उन्हें इस अवधारणा से जोड़ने का एक सरल तरीका है। उदाहरण के लिए, कक्षा-7 की पुरानी विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-4 (‘अम्ल, क्षार और लवण’) में इन दोनों श्रेणियों का परिचय इस प्रकार दिया गया है : ‘दही, नींबू का रस, सन्तरे का रस और सिरके का स्वाद खट्टा होता है। इन पदार्थों का स्वाद खट्टा इसलिए होता है, क्योंकि इनमें अम्ल होते हैं। ऐसे पदार्थों की रासायनिक प्रकृति अम्लीय होती है...। खाने का सोडा (बेकिंग सोडा) कैसा होता है? क्या इसका स्वाद भी खट्टा होता है? यदि नहीं, तो इसका स्वाद कैसा है? क्योंकि इसका स्वाद खट्टा नहीं है, जिसका मतलब है कि इसमें कोई अम्ल नहीं है। इसका स्वाद कड़वा है। यदि आप इसके विलयन को अपनी अँगुलियों के बीच रगड़ें, तो यह साबुन जैसा चिकना लगता है। सामान्यतः ऐसे पदार्थ, जिनका स्वाद कड़वा होता है और जो स्पर्श करने पर साबुन जैसे लगते हैं, क्षारक कहलाते हैं। इन पदार्थों की प्रकृति क्षारकीय कहलाती है।’³ कक्षा-7 की नवीनतम विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-2026) के अध्याय-2 की गतिविधि-2.2 में रोजमर्रा उपयोग होने वाले 11 पदार्थों की एक सूची दी गई है (तालिका-1 देखें)।² विद्यार्थियों से यह विचार करने को कहा जाता है कि इनमें से कौन-से पदार्थ खाने योग्य हैं और जिन्हें स्वाद के आधार पर अम्ल या क्षार के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। चूँकि इस सूची में साबुन का विलयन, चूने का पानी और वॉशिंग पाउडर का विलयन जैसे अखाद्य पदार्थ भी शामिल हैं, इसलिए विद्यार्थी यह समझ पाते हैं कि वर्गीकरण

के लिए केवल स्वाद पर्याप्त नहीं है और भी तरीकों की ज़रूरत है। उदाहरण के लिए, जब यह पूछा गया कि इस उद्देश्य के लिए केवल स्वाद क्यों पर्याप्त नहीं है, पिथौरागढ़ के कक्षा-7 के एक विद्यार्थी ने तर्क दिया कि कुछ पदार्थ इतने हानिकारक होते हैं कि उन्हें छूना या चखना सुरक्षित नहीं होता। लेकिन वे अम्लीय हैं या क्षारीय, यह जानना हमें उन्हें सुरक्षित रूप से सम्हालने में मदद कर सकता है।

क्रम	पदार्थ	खाने लायक है या नहीं?
1.	नींबू का रस	
2.	साबुन का विलयन	
3.	आँवले का रस	
4.	इमली का पानी	
5.	सिरका	
6.	बेकिंग सोडा का विलयन	
7.	चूने का पानी	
8.	नल का पानी	
9.	वॉशिंग पाउडर का विलयन	
10.	शक्कर का विलयन	
11.	नमक का विलयन	

तालिका-1 : अम्ल या क्षार के रूप में वर्गीकृत करने के लिए रोजमर्रा उपयोग होने वाले 11 पदार्थों की सूची। यह सूची कक्षा-7 की नवीनतम विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-2026) के अध्याय-2 की गतिविधि-2.2 में दी गई है।²

(ख) खुद करने के अनुभव की ज़रूरत पर जोर देना :

कक्षा-7 की पुरानी विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-4 और कक्षा-7 की नवीनतम पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-2026) के अध्याय-2 में प्राकृतिक सूचकों के कुछ सामान्यतः उपलब्ध स्रोतों व उन्हें तैयार करने की सरल और कम खर्चीली विधियाँ सुझाई गई हैं।^{2,3} अंकिता चतुर्वेदी ने भी ‘शिक्षक मार्गदर्शिका-1 : सम्भावित प्राकृतिक सूचकों को प्राप्त करना’ (आई वंडर..., अप्रैल 2025) में कुछ अन्य स्रोतों और समान प्रक्रियाओं को साझा किया है।⁴ उनकी विधियाँ – काटना, मसलना, भिगोना और छानना – रोजमर्रा के रसोई कार्यों में प्रयुक्त होती हैं। फिर

भी, अनेक विद्यार्थी और शिक्षक सूचकों के बारे में केवल पढ़कर ही छोड़ देते हैं। पिथौरागढ़ के विद्यार्थियों ने बताया कि उन्होंने न तो कभी सूचक तैयार किए थे और न ही उनका उपयोग किया था। विजयपुरा व पिथौरागढ़, दोनों जगह के शिक्षकों ने साझा किया कि वे कक्षा में इन गतिविधियों को आजमाकर देख नहीं पाए थे।

क्रम	प्राकृतिक सूचकों के ज्ञात स्रोत	विद्यार्थी/ शिक्षक इसके बारे में कहाँ पढ़ते हैं?
1.	हल्दी की जड़	कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक का अध्याय-4 (एनसीईआरटी, 2024-25)
2.	गुड़हल के फूल	
3.	लाइकेन	
4.	लाल गुलाब के फूल	कक्षा-7 की नवीनतम विज्ञान पाठ्यपुस्तक का अध्याय-2 (एनसीईआरटी, 2025-26)
5.	चुकन्दर	
6.	जामुन का फल	
7.	लाल/ बैंगनी पत्तागोभी	
8.	बैंगनी रतालू	अंकिता चतुर्वेदी की 'शिक्षक मार्गदर्शिका-2 : प्राकृतिक सूचकों में रंग परिवर्तन (आई वंडर..., अप्रैल 2025)
9.	लाल शिमला मिर्च	
10.	लाल पालक की पत्तियाँ	
11.	स्ट्रॉबेरी फल	
12.	अनार के छिलके और बीज	
13.	काले अंगूर	

तालिका-2 : प्राकृतिक सूचकों के 13 'ज्ञात' स्रोतों की सूची।²
^{3,5} शालोम सुनैना ने यह सूची विजयपुरा के शिक्षकों के साथ साझा की थी।

इस थीम के इर्द-गिर्द विद्यार्थियों और शिक्षकों के लिए स्वयं करने के अनुभवों में शामिल होने की जरूरत पर ज़ोर देना महत्वपूर्ण है। इस लेख की एक लेखिका ने विजयपुरा के सरकारी स्कूलों के शिक्षकों के एक समूह के साथ एक व्यक्तिगत अनुभव साझा करके ऐसा किया। कक्षा की तैयारी के दौरान उन्होंने अपने बेटे से सदाबहार (periwinkle) के फूल इकट्ठा करने को कहा। जब बेटे ने उन्हें इसका रस निकालते (extract) और उसे नींबू के रस व साबुन के पानी

के साथ परखते देखा, तो उसकी जिज्ञासा जाग उठी। यह देखने की उत्सुकता में कि वे कौन-से रंग परिवर्तन दिखाएँगे, वह खुद जाँचने के लिए अन्य फूल (जैसे गुलाब और जंगली फूल) लाने लगा। हालाँकि कुछ रसों से अस्पष्ट परिणाम मिले, फिर भी उसका उत्साह कम नहीं हुआ। लेखिका ने इस अनुभव का उपयोग यह रेखांकित करने के लिए किया कि कैसे प्राकृतिक सूचक बच्चों में वास्तविक जिज्ञासा और स्वप्रेरित अन्वेषण को जन्म दे सकते हैं। शिक्षकों को भी विद्यार्थियों को ऐसे ही अवसर देने के लिए, चाहे स्कूल में या फिर घर पर (यदि कक्षा में समय की सीमा हो) प्रोत्साहित किया गया। बाद में कुछ शिक्षकों ने बताया कि उन्होंने यह तरीका अपनाया।

(ग) पाठ्यपुस्तक से शुरू करना :

कई शिक्षक खुद से करने के काम की शुरुआत पाठ्यपुस्तकों में सुझाए गए स्रोतों से करना अधिक पसन्द करते हैं। उदाहरण के लिए, जब एक लेखिका को यह पता चला कि जिन शिक्षकों के साथ वे काम कर रही थीं, उनमें से किसी ने भी सूचक तैयार नहीं किए थे, तो उन्होंने इन शिक्षकों के साथ अंकिता चतुर्वेदी की 'शिक्षक मार्गदर्शिका-2 : प्राकृतिक सूचकों में रंग परिवर्तन' (आई वंडर..., अप्रैल 2025) साझा की।⁵ उनका उद्देश्य इसे दिखाकर शिक्षकों को प्रेरित करना था कि अंकिता ने प्राकृतिक सूचकों के कितने विविध स्रोतों के साथ प्रयोग किया है।

अगले सत्र में उन्हें यह जानकारी मिली कि सभी शिक्षकों ने हल्दी और गुड़हल [कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-4 में सूचीबद्ध दो स्रोत] का उपयोग करके सूचक तैयार किए थे।³ किसी शिक्षक ने भी किसी अन्य स्रोतों के साथ खोज नहीं की थी।

ऐसी स्थितियों में, पाठ्यपुस्तक से शुरुआत करने से शिक्षकों को स्वयं प्रयोग करने के लिए आत्म-विश्वास विकसित करने में मदद मिल सकती है। इसके बाद शिक्षकों और विद्यार्थियों को विधियों में छोटे-छोटे परिवर्तन करने या नए स्रोतों के साथ खोज-पड़ताल करने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, विजयपुरा के शिक्षकों ने पाठ्यपुस्तक में दी गई विधियों में कुछ छोटे संशोधन करते हुए सूचक तैयार किए :

- सूचक विलयन : पाठ्यपुस्तक गुड़हल के फूलों को गर्म पानी में 'भिगोकर रखने से' प्राप्त रंगीन रस को छानने का सुझाव देती है, लेकिन शिक्षकों ने उन्हें उबाल लिया।³

उन्होंने हल्दी पाउडर को पानी में मिलाकर भी एक विलयन तैयार किया।

- सूचक पट्टियाँ : पाठ्यपुस्तक में 'हल्दी' के पेस्ट को 'फ़िल्टर पेपर' पर रगड़कर सुखाने और फिर उसे पतली पट्टियों में काटने का सुझाव दिया गया है।³ शिक्षकों ने सादे कागज़ का उपयोग किया और गुड़हल के फूलों के पेस्ट से भी पट्टियाँ तैयार कीं।

(घ) स्थानीय स्रोतों की खोज को प्रोत्साहित करना :

विद्यार्थियों और शिक्षकों द्वारा बताई गई एक सामान्य चुनौती यह थी कि सूचकों के कुछ ज्ञात स्रोत स्थानीय रूप से या मौसमी कारणों से उपलब्ध नहीं थे (तालिका-2 देखें)। उदाहरण के लिए, पिथौरागढ़ के विद्यार्थियों ने अपने स्कूल या घरों के आस-पास लाइकेन नहीं देखी थी। विजयपुरा के शिक्षकों ने बताया कि लाल पत्तागोभी और बैंगनी रतालू स्थानीय रूप से उपलब्ध नहीं थे। यद्यपि स्ट्रॉबेरी नवम्बर और दिसम्बर में उपलब्ध रहती हैं, लेकिन इस चर्चा के समय (जुलाई) वे उपलब्ध नहीं थीं। शिक्षकों का यह मानना था कि लाल शिमला मिर्च शायद कुछ दुकानों में मिल सकती है, लेकिन उन्होंने उन्हें उन स्थानीय बाज़ारों में नहीं देखा था, जहाँ से वे आमतौर पर सब्जियाँ खरीदते हैं। ऐसी परिस्थितियों में विद्यार्थियों और शिक्षकों को उन स्रोतों के बारे में सोचने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है जो उनके लिए स्थानीय और मौसमी रूप से उपलब्ध हों। उदाहरण के लिए, विजयपुरा के शिक्षकों ने चुकन्दर, अनार और अंगूर से सूचक निकाले – ये सभी वहाँ स्थानीय रूप से उगाए जाते हैं और पूरे वर्ष आसानी से उपलब्ध रहते हैं।

प्राकृतिक सूचकों के ज्ञात स्रोतों की अनुपलब्धता का उपयोग विद्यार्थियों और शिक्षकों को नए स्रोत खोजने के लिए प्रोत्साहित करने में भी किया जा सकता है। इससे उनकी स्वाभाविक जिज्ञासा और अवलोकन कौशल सक्रिय हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, जब शिक्षकों ने अवसर दिया, तो विजयपुरा के कक्षा-6 और 7 के कुछ विद्यार्थियों ने उस समय खिले हुए जंगली फूलों से रस तैयार किए, जबकि वे इन पौधों के नाम भी नहीं जानते थे। उनके कुछ शिक्षकों ने भी इन जंगली फूलों के साथ प्रयोग किए। इसके अतिरिक्त, उन्होंने कॉफ़ी और नीम जैसे कुछ नए लेकिन परिचित स्रोतों के रसों की भी जाँच की। कुछ मामलों में किसी विशेष स्रोत की ओर

ध्यान दिलाना उपयोगी हो सकता है। उदाहरण के लिए, चूँकि विजयपुरा के शिक्षकों ने स्थानीय उपज की खोज-पड़ताल में रुचि व्यक्त की थी, एक लेखिका ने क्षेत्र में उगने वाले ड्रैगन फ्रूट के रस की जाँच का सुझाव दिया।

(ड) असुरक्षित या अज्ञात पौधों के साथ काम करते समय सावधानी बरतने पर ज़ोर देना :

बच्चे अपने आस-पास के पौधों के प्रति बहुत जिज्ञासु हो सकते हैं, लेकिन कुछ स्थानीय पौधे ऐसे हो सकते हैं जिनके साथ काम करना सुरक्षित नहीं हो। उदाहरण के लिए, विजयपुरा के एक विद्यार्थी ने कनेर (जिसे कन्नड़ में *कनागली कहा जाता है*) के फूलों की जाँच की, वह इस बात से पूरी तरह अनभिज्ञ था कि इस पौधे के सभी भाग अत्यन्त विषैले होते हैं और इसके रस के सम्पर्क से त्वचा में जलन हो सकती है। इसी प्रकार, पिथौरागढ़ के कक्षा-7 के विद्यार्थियों ने बिच्छू बूटी (*Urtica dioica*) को सम्भावित स्रोत के रूप में जाँचने का सुझाव दिया। कारण पूछे जाने पर पता चला कि उन्होंने यह पौधा अपने स्कूल के पास उगते देखा था और लम्बे समय से इसके बारे में जानना चाहते थे। उन्होंने सुना था कि बिच्छू घास के नाम से पुकारे जाने वाले इस पौधे को छूने से चुभन होती है। इसी कारण विद्यार्थियों ने इस पौधे को 'तीखेपन' या 'रासायनिक-जैसी' प्रकृति से जोड़ा और तर्क दिया कि क्योंकि यह त्वचा पर स्पष्ट प्रतिक्रिया उत्पन्न करता है, इसमें ऐसे पदार्थ हो सकते हैं जो अम्लीय और क्षारीय विलयनों के साथ अलग-अलग प्रकार से अभिक्रिया करते हों।

जोखिम कम करने के लिए शिक्षकों को चाहिए कि वे इस बात पर ज़ोर दें कि विद्यार्थी किसी भी नए स्रोत की जाँच-पड़ताल करने से पहले उस पर चर्चा करें। विषैले पौधों से बचना चाहिए और अपरिचित पौधों की जाँच-पड़ताल केवल शिक्षक ही करें। विद्यार्थियों को यह भी याद दिलाया जाना चाहिए कि –

- खोज-पड़ताल में उपयोग किए गए किसी भी पदार्थ को चखें नहीं और न ही उन्हें खाएँ।
- प्रत्येक खोज-पड़ताल के बाद साबुन और पानी से हाथ अच्छी तरह धोएँ।
- ऐसी खोज-पड़ताल घर या स्कूल में केवल वयस्कों की देख-रेख में ही करें।



चित्र-1 : पौधों के रसों में सूचक गुणों की उपस्थिति की जाँच। उत्तराखण्ड के पिथौरागढ़ के विद्यार्थियों ने नए पौधों के रसों को नींबू के रस और डिटर्जेंट के विलयन के साथ परखा।

टिप्पणी : निजता की रक्षा के लिए पृष्ठभूमि में स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहा एक विद्यार्थी का चेहरा धुंधला किया गया है।

Credits: Megha Arora. Shared here with permission from the parents of the children. License: CC BY-NC-ND.

(च) सीखने और आगे की खोज-पड़ताल में मदद के लिए चर्चा का उपयोग करें :

चर्चा के माध्यम से एक लेखिका को यह पता चला कि पिथौरागढ़ के जिन शिक्षकों के साथ वे काम कर रही थीं, उनमें से कुछ कक्षा में सूचकों की खोज-पड़ताल करने से हिचकिचाते थे, मुख्यतः संसाधनों की कमी और प्रक्रियात्मक शुद्धता से जुड़ी चिन्ताओं के कारण। उन्होंने इस बात पर ज़ोर दिया कि इन गतिविधियों का मूल्य आदर्श प्रयोगशाला स्थितियाँ बनाने में नहीं, बल्कि विद्यार्थियों की अवलोकन करने, सोचने और प्रश्न उठाने की क्षमता को सुदृढ़ करने में निहित है। उन्होंने यह भी साझा किया कि विद्यार्थियों को न केवल उस स्रोत, जिसे वह जाँचना चाहते हैं को चुनने, बल्कि उसे जाँचने की विधि तय करने की स्वतंत्रता देना कितना महत्वपूर्ण है। उदाहरण के

लिए, एक कक्षा में उन्होंने देखा कि विद्यार्थियों ने एक पौधे के रस को दो कपों में बाँटा और एक में नींबू का रस और दूसरे में डिटर्जेंट का विलयन मिलाया (चित्र-1 देखें)। पहला विलयन लाल और दूसरा नीला हो गया। प्रक्रियात्मक दृष्टि से यह तरीका कुछ चिन्ताएँ उत्पन्न कर सकता है, विशेषकर सूचक और परीक्षण विलयन के आयतन के अनुपात को लेकर। सामान्यतः यह सुझाव दिया जाता है कि सूचक को बहुत कम मात्रा में, जाँच किए जा रहे विलयन में मिलाया जाए, क्योंकि इससे सूचक की अपनी कमज़ोर अम्लीय या क्षारीय प्रकृति से उत्पन्न होने वाली त्रुटियों की सम्भावना कम हो जाती है। लेकिन लेखिका यह समझ गई कि विद्यार्थियों ने यह तरीका केवल इसलिए अपनाया था कि 'देखें, क्या होता है'। इसे ध्यान में रखते हुए, उन्होंने गतिविधि के बाद की चर्चा की शुरुआत इस बात पर ज़ोर देकर की कि सूचक अम्लीय और

क्षारीय पदार्थों में स्पष्ट और दिखाई देने वाले रंग परिवर्तन करते हैं। इसके बाद उन्होंने परीक्षण विलयनों में सूचक की **सबसे कम सम्भव मात्रा** (धीरे-धीरे, बूँद-बूँद करके) मिलाने के महत्त्व और उसके कारणों को समझाया – ताकि प्रयोगात्मक त्रुटियाँ न्यूनतम की जा सकें।

दूसरी लेखिका ने विजयपुरा के शिक्षकों को सूचकों को निकालने और उनकी जाँच करने की प्रक्रिया से परिचित कराया। उन्होंने पूरी विधि का प्रदर्शन किया और प्रत्येक चरण पर विस्तार से चर्चा की। इससे कई शिक्षक स्वयं कुछ सूचक तैयार करने और उनकी जाँच करने के लिए प्रेरित हुए (**तालिका-3** देखें)। इससे उनमें से कुछ को यह तरीका अपने विद्यार्थियों के साथ आजमाने की प्रेरणा भी मिली। उदाहरण के लिए, एक शिक्षिका ने यह गतिविधि अपने विद्यार्थियों को गृहकार्य के रूप में दी और निम्नलिखित तरीकों से चर्चा के माध्यम से उनकी खोज-पड़ताल में मदद की :

- **गतिविधि से पहले :** शिक्षिका ने उपयुक्त स्रोतों और विधियों के बारे में स्पष्ट निर्देश साझा किए। उन्होंने कुछ सामान्य और आसानी से उपलब्ध फल-फूल सुझाए, जिनसे विद्यार्थी शुरुआत कर सकते थे। यह भी समझाया कि कैसे थोड़े से पानी (कमरे के तापमान पर) में स्रोत सामग्री को मसलकर घर पर सूचक तैयार किए जा सकते हैं। विद्यार्थियों को स्वयं पानी उबालने का प्रयास न करने के निर्देश दिए गए व अपने सभी अवलोकनों और प्रश्नों को सावधानीपूर्वक दर्ज करने के लिए कहा गया।
- **गतिविधि के बाद :** शिक्षिका ने विद्यार्थियों को कक्षा में अपने अवलोकन और प्रश्न साझा करने के लिए कहा। कई विद्यार्थियों ने अपने सूचकों को शैम्पू, कॉफी का काढ़ा, नहाने का साबुन और कपड़े धोने का साबुन जैसे घरेलू उत्पादों पर आजमाया था। उन्होंने एक चुनौती यह बताई कि सूचक हमेशा स्पष्ट रूप से दिखाई देने वाला रंग परिवर्तन नहीं करते थे। उदाहरण के लिए, गहरे भूरे रंग के कॉफी के काढ़े में सूचक मिलाने पर रंग में किसी परिवर्तन को पहचानना विद्यार्थियों के लिए कठिन था। एक अन्य चुनौती अवलोकनों की व्याख्या करना थी। प्रत्येक सूचक विभिन्न परीक्षण विलयनों में अलग-अलग प्रकार का रंग परिवर्तन करता था और विद्यार्थी यह तय नहीं कर पा रहे थे कि इन परिवर्तनों का उपयोग घरेलू उत्पादों को अम्लीय या क्षारीय के रूप में वर्गीकृत करने के लिए कैसे किया जाए।

क्रम	सूचक स्रोत	का	ज्ञात अम्ल में रंग परिवर्तन	ज्ञात क्षार में रंग परिवर्तन
1.	हल्दी		पीला	लाल-भूरा
2.	कनेर		गुलाबी	हरा-सा
3.	गुड़हल		लाल	हरा
4.	सदाबहार		गुलाबी (गहरा)	हरा-सा (गहरा)
5.	नीम		रंगहीन	हल्का पीला
6.	कॉफी का विलयन		गहरा भूरा, पर स्पष्ट अन्तर नहीं	कोई परिवर्तन नहीं
7.	लाल गुलाब		गहरा लाल	हरा
8.	पास के खेत में उगने वाला जंगली फूल (नाम ज्ञात नहीं)		रंगहीन	हरा-सा
9.	प्याज़		गन्ध बनी रहती है	कोई गन्ध नहीं
10.	चुकन्दर		कोई विशिष्ट परिवर्तन नहीं देखा गया	कोई विशिष्ट परिवर्तन नहीं देखा गया

तालिका-3 : विजयपुरा के कक्षा 6-7 के शिक्षकों द्वारा पौधों के रसों की अम्ल-क्षार सूचक के रूप में कार्य करने की क्षमता की जाँच के दौरान देखे गए परिणामों का रिकार्ड।

दिलचस्प बात है कि विद्यार्थियों ने यह भी बताया कि सफ़ेद और गुलाबी, दोनों प्रकार के सदाबहार फूलों से तैयार किए गए रसों ने परीक्षण विलयनों में एक ही प्रकार के रंग परिवर्तन किए। इन कठिनाइयों से निपटने के लिए शिक्षिका ने सुझाव दिया कि विद्यार्थी अपने सूचकों की जाँच उन पदार्थों से शुरू करें जिनकी प्रकृति अम्लीय या क्षारीय है, यह उन्हें पहले से पता है, जैसे नींबू का रस, इमली का रस, साबुन का विलयन और चूने का पानी। शिक्षिका ने कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024–2025) के अध्याय-4 की तालिका-4.3 का एक संशोधित रूप भी साझा किया और विद्यार्थियों से उसी प्रारूप में अपने अवलोकन दर्ज करने के लिए कहा (**तालिका-4** देखें)।³ जब विद्यार्थियों को परिणाम



चित्र-2 : प्राकृतिक सूचकों के एक 'रोचक' उपयोग की खोज। कर्नाटक के विजयपुरा के विद्यार्थियों ने हल्दी कागज़ पर एक स्वागत सन्देश तैयार किया और उसे प्रदर्शित किया। बेकिंग सोडा के विलयन का छिड़काव करने पर यह सन्देश 'प्रकट' होता है। टिप्पणी : निजता की रक्षा के लिए एक बच्चे का चेहरा धुंधला किया गया है।

Credits: Rakshit Patel. Shared here with permission from the parents of the children. License: CC BY-NC-ND.

फिर भी भ्रमित करने वाले लगे, तो शिक्षिका ने समझाया कि : (क) कई प्राकृतिक सूचक अलग-अलग pH मानों पर भिन्न रंग परिवर्तन दिखाते हैं और (ख) अलग-अलग सूचक एक ही पदार्थ में अलग-अलग रंग दे सकते हैं। इसके बाद उन्होंने कक्षा में गतिविधि को दोहराया और विद्यार्थियों को लिटमस पेपर का उपयोग करके परीक्षण नमूनों को अम्ल या क्षार के रूप में वर्गीकृत करने का अवसर दिया। इससे विद्यार्थियों को यह समझने में मदद मिली कि लिटमस

पेपर अधिक स्पष्ट और विश्वसनीय रंग परिवर्तन करता है। उन्होंने यह भी सीखा कि यद्यपि प्राकृतिक सूचक खोज के लिए उपयोगी उपकरण हैं, लेकिन ज़रूरी नहीं कि वे हमेशा सटीक परिणाम दें। शिक्षिका ने इस अभ्यास का उपयोग यह रेखांकित करने के लिए किया कि लिटमस पेपर किसी पदार्थ की अम्लीय या क्षारीय प्रकृति को रंग परिवर्तन से जोड़ने का एक सरल और भरोसेमन्द तरीका प्रदान करता है।

क्रम	परीक्षण विलयन	हल्दी के विलयन पर प्रभाव	गुड़हल के विलयन पर प्रभाव	अन्य सूचक पर प्रभाव (नाम लिखें)	टिप्पणी
1.	नींबू का रस				
2.	सन्तरे का रस				
3.	सिरका				
4.	मिल्क ऑफ़ मैग्नेशिया				
5.	बेकिंग सोडा				
6.	चूने का पानी				
7.	शक्कर				
8.	साधारण नमक				

तालिका-4 : विजयपुरा की एक शिक्षिका द्वारा अपने विद्यार्थियों के साथ साझा की गई तालिका। यह कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-4 की तालिका-4.3 का संशोधित रूप है।³

(छ) पाठ्यपुस्तक और रोजमर्रा की ज़िन्दगी से जुड़े सम्बन्धों पर चिन्तन को प्रोत्साहित करना :

हमारा पहला सुझाव यह है कि चर्चा की शुरुआत प्राकृतिक सूचकों की खोज-पड़ताल करने के उद्देश्य से की जाए (पदार्थों को अम्लीय, क्षारीय या उदासीन के रूप में वर्गीकृत करने के लिए सरल और कम लागत वाले उपकरणों के रूप में)। हमारा दूसरा सुझाव यह है कि चर्चा का समापन इस वर्गीकरण की प्रासंगिकता पर विचार-विमर्श के साथ किया जाए :

- **विद्यार्थियों के लिए :** इन चर्चाओं को उन पहलुओं से जोड़ना उपयोगी हो सकता है जिनमें स्वयं विद्यार्थी रुचि दिखाते हैं। उदाहरण के लिए, विजयपुरा के कक्षा-7 के विद्यार्थियों के एक समूह ने यह निर्धारित किया कि कॉफी का काढ़ा अम्लीय प्रकृति का होता है। इसके बाद उनके शिक्षक ने उन्हें यह विचार करने के लिए कहा कि इसका अधिक मात्रा में सेवन करने से स्वास्थ्य पर क्या प्रभाव पड़ सकता है। एक अन्य उदाहरण में, इस खोज में भाग लेने के बाद पित्तौरागढ़ के कक्षा-7 के एक विद्यार्थी ने यह तर्क दिया कि ईनो (सामान्यतः उपयोग में आने वाले एक एंटासिड का ब्रांड नाम) अवश्य ही क्षारीय प्रकृति का होगा। उसने समझाया : “हम इसका उपयोग तब करते हैं जब हमारे पेट में अम्लता होती है।” इस सीख के प्रत्यक्ष और रोचक उपयोग को दर्शाने के लिए, विजयपुरा के कुछ शिक्षकों ने वार्षिक कालिका हब्बा, जो विद्यार्थियों के अधिगम और विज्ञान दिवस समारोहों की प्रदर्शनी है, के दौरान प्राकृतिक

सूचकों का उपयोग करके गुप्त सन्देश बनाने और प्रदर्शित करने के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया (चित्र-2 देखें)। विद्यार्थियों ने इस गतिविधि का आनन्द लिया और इससे उन्हें इस खोज-पड़ताल की प्रासंगिकता को एक अलग और ज़्यादा मज़ेदार तरीके से समझने में मदद मिली।

- **शिक्षकों के लिए :** इस खोज को मिडिल स्टेज की विज्ञान पाठ्यचर्या के अन्य विषयों से जोड़ना सहायक हो सकता है। उदाहरण के लिए, विजयपुरा के शिक्षकों के साथ हुई चर्चाओं में इस लेख की एक लेखिका ने यह रेखांकित किया कि प्राकृतिक सूचकों को निकालने की विधियाँ [जिनका वर्णन अंकिता चतुर्वेदी ने अपने लेख ‘प्राकृतिक सूचकों से अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल’ (आई वंडर..., अप्रैल 2025) में किया है] वही हैं जिन्हें सीखने की अपेक्षा कक्षा-6 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, पुनर्मुद्रण 2025–2026) के अध्याय-9 (‘दैनिक जीवन में पृथक्करण की विधियाँ’) में विद्यार्थियों से की जाती है।^{6,7} उदाहरण के लिए, जब विद्यार्थी शिक्षक को गुड़हल के फूलों से सूचक निकालने के लिए फूलों को पानी में उबालते हुए देखते हैं (कभी अतिरिक्त पानी को कम करने और अधिक सान्द्र विलयन प्राप्त करने के लिए) और फिर उस विलयन को छानते हुए देखते हैं, तो इन चरणों को वाष्पीकरण और निस्पन्दन (छानना - filtration) की प्रक्रियाओं से जोड़ा जा सकता है। इसके

बॉक्स-1 : पाठ्यचर्या से सम्बन्ध

प्राकृतिक सूचकों की इस खोज-पड़ताल से जुड़ी गतिविधियाँ और चर्चाएँ निम्नलिखित को पूरा करने में सहायक हो सकती हैं :

(क) मिडिल स्टेज विज्ञान पाठ्यचर्या लक्ष्य

- **CG-1** : [विद्यार्थी] पदार्थ की दुनिया व उसके अवयवों, गुणों और व्यवहार की खोज-पड़ताल करता है। विशेष रूप से, यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता (C-1.1) विकसित करने में सहायक हो सकता है, “दिखाई देने वाले भौतिक गुणों (जैसे ठोस, द्रव, गैस..., पारभासी..., सुचालक, कुचालक) और रासायनिक गुणों (जैसे शुद्ध, अशुद्ध ; अम्ल, क्षार ; धातु, अधातु ; तत्त्व, यौगिक) के आधार पर पदार्थों का वर्गीकरण करना।”
- **CG-6** : [विद्यार्थी] वैज्ञानिक ज्ञान के विकास के अध्ययन में शामिल होकर और वैज्ञानिक जाँच करते हुए विज्ञान की प्रकृति और उसकी प्रक्रियाओं को समझता है। विशेष

रूप से, यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता (C-6.2) विकसित करने में सहायता कर सकता है “ वैज्ञानिक शब्दावली का उपयोग करके प्रश्न तैयार करना... और प्रमाण के रूप में डेटा एकत्र करना (प्राकृतिक वातावरण के अवलोकन, सरल प्रयोगों की रूपरेखा बनाने या सरल वैज्ञानिक उपकरणों के उपयोग के माध्यम से)।”

- **CG-7** : [विद्यार्थी] विज्ञान से सम्बन्धित प्रश्नों, अवलोकनों और निष्कर्षों को सम्प्रेषित करता है। विशेष रूप से, यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता (C-7.1) विकसित करने में सहायता कर सकता है “ वैज्ञानिक शब्दावली का उपयोग करके मौखिक, लिखित और चित्रों के माध्यम से वर्णन करके विज्ञान को सटीक रूप से सम्प्रेषित करना।”¹

(ख) कक्षा-7 विज्ञान के लिए अधिगम प्रतिफल : [विद्यार्थी] ऐसे प्रश्नों के उत्तर खोजने के लिए सरल जाँच-पड़ताल करता है, जैसे : “क्या रंगीन फूलों के रस का उपयोग अम्ल-क्षार सूचकों के रूप में किया जा सकता है?”⁷

विपरीत, जब जंगली फूलों को बिना उबाले उनसे सूचक निकाले जाते हैं, तो विद्यार्थी फूलों को मसलते हैं, उन्हें पानी में भिगोते हैं और फिर विलयन को छानते हैं। इन चरणों को निस्तारण (decantation) और निस्पन्दन से जोड़ा जा सकता है। ऐसी कड़ियों को सशक्त करने के लिए लेखिका ने सुझाव दिया कि शिक्षक मार्गदर्शक प्रश्न पूछें, जैसे : हम प्राकृतिक सूचक कैसे तैयार करते हैं? इसमें कौन-कौन-से चरण शामिल हैं? इस प्रक्रिया में पृथक्करण की कौन-सी विधियाँ उपयोग की जाती हैं? जिन शिक्षकों ने इस तरीके को अपनाया, उन्होंने बताया कि इससे उन्हें कक्षा-6 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, पुनर्मुद्रण 2025–2026) के अध्याय-9 की प्रमुख अवधारणाएँ समझाना अधिक आसान हो गया।⁷ उसी लेखिका ने शिक्षकों का ध्यान इस ओर भी दिलाया कि सूचकों द्वारा उत्पन्न रंग परिवर्तन को कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) के अध्याय-5 (‘हमारे आस-पास के परिवर्तन : भौतिक एवं रासायनिक’) में प्रस्तुत रासायनिक परिवर्तन की अवधारणा से जोड़ा जा सकता है।⁸ एक शिक्षिका ने अपनी कक्षा में यह सम्बन्ध साझा करते हुए समझाया कि जब किसी अम्ल या क्षार में सूचक मिलाया जाता है, तो जो रंग परिवर्तन दिखाई देता है, वह

साधारण भौतिक मिश्रण का परिणाम नहीं, बल्कि एक रासायनिक अभिक्रिया का परिणाम होता है। उन्होंने बताया कि इस उदाहरण से विद्यार्थियों को रासायनिक परिवर्तनों की अवधारणा को अधिक दृश्य और ठोस रूप में समझने में सहायता मिली।

चलते-चलते

प्राकृतिक सूचकों की खोज-पड़ताल में विद्यार्थियों को शामिल करना, मिडिल स्टेज विज्ञान पाठ्यचर्या के अनेक लक्ष्यों को पूरा करने में शिक्षकों की सहायता कर सकता है (बॉक्स-1 देखें)।¹ इस प्रकार की गतिविधियाँ विद्यार्थियों की जिज्ञासा को जगा सकती हैं और यह समझ मजबूत कर सकती हैं कि विज्ञान रोजमर्रा की जिन्दगी के सन्दर्भों में कैसे कार्य करता है। इसका एक अन्य महत्वपूर्ण परिणाम वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास है। इन खोजों के माध्यम से विद्यार्थी सावधानीपूर्वक अवलोकन करना, पूर्वानुमान लगाना और साक्ष्य-आधारित निष्कर्ष निकालना सीखते हैं। इससे वे रटने की बजाय करके सीखते हैं, जिससे उनकी अवधारणात्मक समझ अधिक गहरी होती है। इसके अतिरिक्त, विद्यार्थी अपने विचार साझा करने में अधिक सम्मानित और आत्म-विश्वास से भरा महसूस करते हैं, जिससे कक्षा में एक सकारात्मक और सहायक वातावरण के निर्माण में मदद मिलती है।

मुख्य बिन्दु



- मिडिल स्टेज विज्ञान पाठ्यचर्या का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य विद्यार्थियों को रोजमर्रा उपयोग किए जाने वाले पदार्थों को अम्लीय, क्षारीय या उदासीन के रूप में वर्गीकृत करने में सक्षम बनाना है। प्राकृतिक सूचक इस वर्गीकरण के लिए सरल और सस्ते उपकरणों के रूप में काम करते हैं।
- विद्यार्थियों और शिक्षकों को पाठ्यपुस्तक में सूचीबद्ध स्रोतों से प्राकृतिक सूचकों की खोज-पड़ताल की शुरुआत करने देने से दोनों का आत्म-विश्वास बढ़ाने में मदद मिल सकती है।
- सूचक तैयार करते समय, प्रक्रियात्मक शुद्धता की तुलना में स्वयं करके देखने के अनुभव को प्राथमिकता देने से विद्यार्थियों और शिक्षकों को अवलोकन करने, सोचने और प्रश्न पूछने के अवसर मिलते हैं।
- सूचकों के स्रोतों में मौसमी या स्थानीय अवरोधों को नए स्रोतों की खोज के अवसर के रूप में उपयोग करना, स्थानीय पौधों के प्रति विद्यार्थियों और शिक्षकों की जिज्ञासा को प्रोत्साहित कर सकता है।
- खोज-पड़ताल से पहले और बाद वाली चर्चाएँ भ्रान्तियों को दूर करने, प्रक्रियात्मक विकल्पों की जाँच करने और समझ को गहरा करने में सहायक होती हैं।



आभार :

इस लेख में साझा किए गए अभ्यासों के उदाहरण शिव पाण्डे के अनुरोध पर सबसे पहले शालोम सुनैना और मेघा अरोड़ा द्वारा, *आई वंडर...* के पूर्व अंकों पर प्रतिक्रिया देते हुए प्रस्तुत किए गए थे। बाद में ईमेल के माध्यम से राधा गोपालन और चित्रा रवि के साथ अतिरिक्त विवरण साझा किए गए। इन अनुभवों को चित्रा रवि द्वारा एक साथ लाया गया, पुनर्गठित किया गया और इस लेख के रूप में संकलित किया गया है। *आई वंडर...* टीम लेखकों को अपने अनुभव उदारतापूर्वक साझा करने और उन्हें इस रूप में प्रस्तुत करने की अनुमति देने के लिए धन्यवाद देती है।

टिप्पणियाँ :

- (क) Credits for the image (Extracting indicator from periwinkle flowers) used in the background of the article title: Created for i wonder... using ChatGPT, under prompting by Chitra Ravi (Dec 2025). License: CC BY-NC-ND.
- (ख) लेख के हिन्दी अनुवाद की समीक्षा के लिए हम हृदय कान्त दीवान के आभारी हैं।

References :

1. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks (2023). 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
2. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-2 : पदार्थों का अन्वेषण : अम्लीय, क्षारीय एवं उदासीन'। जिज्ञासा, कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 7-22. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?ghcu1=2-12>.
3. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2024)। 'अध्याय-4 : अम्ल, क्षारक और लवण'। जिज्ञासा, कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 38-46. URL: <https://www.ncert.nic.in/textbook/pdf/ghsc104.pdf>.
4. चतुर्वेदी, अंकिता (2025)। 'शिक्षक मार्गदर्शिका-1 : सम्भावित प्राकृतिक सूचकों को प्राप्त करना। आई वंडर... (12): URL: <https://anuvadasampada.azimpremjuniuniversity.edu.in/5122/>.

5. चतुर्वेदी, अंकिता (2025)। 'शिक्षक मार्गदर्शिका-2 : प्राकृतिक सूचकों में रंग परिवर्तन। आई वंडर... (12): URL: <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/5123/>.
6. चतुर्वेदी, अंकिता (2025)। 'प्राकृतिक सूचकों से अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल'। आई वंडर (12): URL: <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/5109/>.
7. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (पुनर्मुद्रण 2025-2026)। 'अध्याय-9 : दैनिक जीवन में पृथक्करण विधियाँ'। जिज्ञासा, कक्षा-6 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 163-181. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fhcu1=9-12>
8. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-5 : हमारे आस-पास के परिवर्तन : भौतिक एवं रासायनिक'। जिज्ञासा, कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 57-72. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?ghcu1=5-12>.
9. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. National Council of Educational Research and Training (2017). URL: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf>.



शालोम सुनैना वर्ष 2023 से कर्नाटक के विजयपुरा में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन में रिसोर्स पर्सन के रूप में कार्यरत हैं। इस भूमिका में वे सरकारी स्कूलों में विज्ञान, अंग्रेज़ी और गणित शिक्षा में सहयोग देती हैं। इससे पहले, उन्होंने प्री-यूनिवर्सिटी और डिग्री कॉलेजों में 11 वर्षों तक भौतिकी के व्याख्याता के रूप में कार्य किया है। इसके अतिरिक्त, वे Byju's में एक वर्ष तक अकादमिक विशेषज्ञ के रूप में भी कार्य कर चुकी हैं। उनसे shalom.sunaina@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।



मेघा अरोड़ा उत्तराखण्ड के पिथौरागढ़ में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन में रिसोर्स पर्सन हैं। वे वर्ष 2022 में फ़ाउण्डेशन से एसोसिएट रिसोर्स पर्सन के रूप में जुड़ी थीं। मेघा को विज्ञान और गणित की शिक्षण पद्धति पर शिक्षक कार्यशालाओं का संचालन करना पसन्द है। उनसे megha.arora@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

क्या आप जानते हैं?

खोज जोखिम भरी हो सकती है – इसलिए वैज्ञानिक सावधानी बरतना सीखते हैं

विज्ञान जिज्ञासा से प्रेरित होता है यानी दुनिया का गहराई से अवलोकन करने, परखने और समझने की प्रेरणा से। बहुत-सी खोजें जिन पर आज हम विश्वास करते हैं, वे उस समय की गई थीं जब वैज्ञानिकों को जीवित प्राणियों, पदार्थों या प्राकृतिक घटनाओं के अध्ययन में सम्भव जोखिमों के बारे में बहुत कम जानकारी थी। वैज्ञानिक खोज के इन शुरुआती चरणों में सुरक्षा सम्बन्धी ज्ञान धीरे-धीरे विकसित हुआ। परिणामस्वरूप, कुछ वैज्ञानिक चोटिल हुए या बीमार पड़ गए – इसलिए नहीं कि वे लापरवाह थे, बल्कि इसलिए कि उस समय तक खतरों की समझ ही नहीं थी।

उदाहरण के लिए, वर्ष 1900 में चिकित्सक जेसी विलियम लाज़ियर पीले बुखार (येलो फीवर) का अध्ययन कर रहे थे। यह जाँचने के लिए कि क्या मच्छर इस रोग को फैलाते हैं, उन्होंने स्वयं को एक संक्रमित मच्छर से कटवाया। बाद में उनकी मृत्यु पीले बुखार से हो गई। उनके व उनके सहयोगियों के कार्य से इस रोग के प्रसार के ढंग को समझने में मदद मिली, जिससे समय के साथ सार्वजनिक स्वास्थ्य के बेहतर उपाय विकसित हुए। 1932 में, शोधकर्ता विलियम ब्रेबनर को पशुओं के साथ काम करते समय एक रीसस बन्दर ने काट लिया। बाद में उनकी मृत्यु एक ऐसे संक्रमण से हुई, जिसे B वायरस के रूप में पहचाना गया, जो एक ऐसा रोगजनक है जो बन्दरों से मनुष्यों में फैल सकता है। इस घटना के बाद हुए अनुसन्धान से पशुजन्य रोगों और प्रयोगशाला सुरक्षा प्रक्रियाओं के बारे में ज्ञान बढ़ा। ऐसी सभी घटनाएँ घातक नहीं थीं। 1933 में, डॉक्टर एलन वॉकर ब्लेयर ने जान-बूझकर एक ब्लैक विडो मकड़ी से खुद को कटवाया ताकि उसके विष के प्रभावों का अध्ययन कर सकें। हालाँकि उन्हें बहुत तीव्र दर्द हुआ, लेकिन वे जीवित बच गए और उनके सावधानीपूर्वक किए गए अवलोकनों से मकड़ी के काटने से जुड़ी चिकित्सकीय समझ में योगदान मिला। इसी तरह, 1957 में सरीसृप-विशेषज्ञ कार्ल पैटरसन शिमट को सरीसृपों का अध्ययन करते समय एक विषैले साँप ने काट लिया। उन्होंने अपने लक्षणों को विस्तार से दर्ज किया, जिससे साँप के विष के प्रभावों के बारे में उपयोगी जानकारी मिली। वैज्ञानिकों को उन पदार्थों के अध्ययन में भी जोखिम का सामना करना पड़ा जो देखने में तो हानिरहित लगते थे। 18वीं शताब्दी में, रसायनशास्त्री कार्ल विल्हेल्म शीले ने प्रयोगशाला सुरक्षा नियमों के अस्तित्व में आने से पहले पारे, आर्सेनिक और सीसे जैसे पदार्थों के साथ काम किया और कुछ मामलों में उन्हें चखा भी। इन रसायनों से बार-बार सम्पर्क में आने से उनका स्वास्थ्य खराब हुआ और इससे बाद में रसायनविज्ञान में कड़े सुरक्षा नियमों की स्थापना में योगदान मिला।

इन कहानियों का उद्देश्य विद्यार्थियों को डराना नहीं है। ये दिखाती हैं कि वैज्ञानिक ज्ञान अवलोकन, प्रमाण और सावधानीपूर्वक अभिलेखन के माध्यम से कैसे विकसित होता है और कैसे सुरक्षा वैज्ञानिक कार्यप्रणाली का एक अनिवार्य हिस्सा बन चुकी है। आधुनिक प्रयोगशाला नियम (दस्ताने पहनना, लेबल का उपयोग, चीजों के साथ सावधानीपूर्वक काम करना और पर्यवेक्षण) रासायनिक, जैविक और भौतिक खतरों को समझने के कई पीढ़ियों के अनुभव पर आधारित हैं। जब विद्यार्थी पौधों, मिट्टी, पानी या घरेलू पदार्थों की जाँच करते हैं, तो इन उदाहरणों से शिक्षक विद्यार्थियों को यह बता सकते हैं कि सावधानी का मतलब है, जिम्मेदारी के साथ नई चीजें सीखना। ये उदाहरण इस चर्चा में भी सहयोग करते हैं कि वैज्ञानिक इस बात को कैसे तय करते हैं कि किस चीज का अवलोकन करना सुरक्षित है, किसके लिए सुरक्षा उपाय आवश्यक हैं और किन चीजों से पूरी ही तरह बचना चाहिए।

विद्यार्थियों के लिए प्रश्न : आप रोज़मर्रा की जिन्दगी में दुनिया की जाँच-पड़ताल करते ही रहते हैं – पौधों को छूना, पदार्थों को मिलाना, खाना गर्म करना या चीजें ठीक करना।

- इनमें से कौन-सी गतिविधियाँ लापरवाही से करने पर जोखिम भरी हो सकती हैं?
- वयस्क इन जोखिमों को कैसे कम करते हैं?
- यदि आप कक्षा में कोई जाँच-पड़ताल करने की योजना बना रहे हों, तो आप कौन-से सुरक्षा कदमों को शामिल करेंगे – और क्यों?

अनुवाद : भरत त्रिपाठी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय