

लेख 2 • इकाई II

पर्यावरण रसायन



निर्मली के बीज से फिटकरी तक: जल-शोधन का प्राचीन विज्ञान

दादी घड़े में निर्मली का बीज घिसती थीं और गंदला पानी थोड़ी देर में साफ़ हो जाता था। सुश्रुत संहिता में यह विधि लिखी है, और आज के जल-शोधन संयंत्र भी मूल रूप से यही काम करते हैं।

लेखक: डॉ. पिनाकी दास गुप्ता | शोधार्थी, आईआईटी दिल्ली

सारांश

गंदले पानी को साफ़ करने के लिए निर्मली के बीज और फिटकरी का उपयोग भारत में बहुत पुराना है। सुश्रुत संहिता के सूत्रस्थान का 45वाँ अध्याय दूषित जल की पहचान, उसे उबालने और धूप में तपाने तथा गंदलापन हटाने के सात साधनों का वर्णन करता है। आधुनिक रसायन बताता है कि निर्मली के बीज के प्राकृतिक बहुलक मिट्टी के कणों को जोड़कर नीचे बैठा देते हैं; आज के जल-शोधन संयंत्र इसी सिद्धांत पर चलते हैं। पर ये विधियाँ रोगाणुओं और आर्सेनिक-फ्लोराइड जैसे रसायनों से नहीं बचातीं। लेख परंपरा की हर विधि को प्रमाण की कसौटी पर रखता है और उसे भारतीय मानक IS 10500, जल जीवन मिशन तथा सतत विकास लक्ष्य 6 से जोड़ता है।

मुख्य शब्द: निर्मली (कतक), सुश्रुत संहिता, बृहत्संहिता, स्कंदन-ऊर्णन, IS 10500, जल जीवन मिशन, SDG 6

सतत विकास लक्ष्य: SDG 6 (स्वच्छ जल और स्वच्छता) • SDG 3 (अच्छा स्वास्थ्य)

घड़े के भीतर का विज्ञान

बरसात में कुएँ और तालाब का पानी मटमैला हो जाता है। देश के कई हिस्सों में, खासकर दक्षिण और मध्य भारत में, घर की बुजुर्ग महिलाएँ एक छोटा-सा कठोर बीज मिट्टी के घड़े की भीतरी दीवार पर घिसती थीं और फिर घड़ा भर देती थीं। घंटे-दो घंटे में मिट्टी नीचे बैठ जाती थी और ऊपर का पानी साफ़ दिखने लगता था।

यह बीज **निर्मली** का है। संस्कृत में इसे 'कतक' कहते हैं, वनस्पति विज्ञान में *Strychnos potatorum* और अंग्रेज़ी में 'clearing nut tree'। उत्तर भारत में यही काम **फिटकरी** से लिया जाता रहा है।

यह घरेलू नुस्खा कम से कम डेढ़-दो हजार वर्ष पुराना है और आयुर्वेद के प्रमुख ग्रंथ में दर्ज है। इस लेख में हम देखेंगे कि ग्रंथ क्या कहते हैं, उनमें से कितना आधुनिक रसायन की कसौटी पर खरा उतरता है, और कितना नहीं।

सुश्रुत संहिता में जल का अध्याय

सुश्रुत संहिता शल्य चिकित्सा के लिए प्रसिद्ध है, पर उसके सूत्रस्थान का **45वाँ अध्याय** (द्रवद्रव्यविधि) पूरा का पूरा पेय पदार्थों पर है और उसकी शुरुआत जल से होती है। विद्वान इस ग्रंथ के मूल भाग को ईसा से कुछ शताब्दी पहले का और वर्तमान रूप को ईसा की आरंभिक शताब्दियों का मानते हैं।

इस अध्याय में तीन बातें आज के पर्यावरण रसायन के विद्यार्थी के लिए रोचक हैं।

पहली, दूषित जल की पहचान। जिस पानी में कीड़े, काई, सड़े पत्ते या कीचड़ हो, जिसका रंग, गंध या स्वाद बदला हुआ हो, उसे 'व्यापन्न' यानी बिगड़ा हुआ जल कहा गया है और उसे पीने से रोग होने की बात कही गई है। आज हम इन्हीं लक्षणों को रंग गंध, स्वाद और गंदलेपन के मानकों में नापते हैं।

दूसरी, शोधन की विधियाँ। बिगड़े जल के लिए ग्रंथ ये उपाय बताता है: आग पर उबालना, धूप में तपाना, और आग में लाल किए गए लोहे के गोले, रेत या मिट्टी के ढेले को पानी में बुझाना। गंध दूर करने के लिए नागकेसर, चंपा, कमल और पाटला जैसे फूलों से पानी को सुवासित करने को कहा गया है।

तीसरी, गंदलापन हटाने के सात साधन। ग्रंथ इन्हें 'प्रसादन' कहता है: कतक (निर्मली), गोमेदक (एक रत्न), बिसग्रंथि (कमल की जड़ की गाँठ), शैवालमूल (काई की जड़), वस्त्र (कपड़ा), मुक्ता (मोती) और मणि।

सुश्रुत के सात 'प्रसादन': कसौटी पर

गंदलापन हटाने के सात साधन (सूत्रस्थान 45) और आधुनिक जाँच

 कतक निर्मली का बीज ✓ प्रमाणित	 गोमेदक एक रत्न ✗ कोई प्रमाण नहीं	 बिसग्रंथि कमल की जड़ की गाँठ ≈ प्रमाण अधूरा	 शैवालमूल काई की जड़ ≈ प्रमाण अधूरा	 वस्त्र कपड़े से छानना ✓ प्रमाणित	 मुक्ता मोती ✗ कोई प्रमाण नहीं	 मणि रत्न ✗ कोई प्रमाण नहीं
---	--	---	--	--	---	--

स्रोत: सुश्रुत संहिता; स्थिति लेख में दिए शोध-संदर्भों के आधार पर

चित्र 1: सुश्रुत संहिता के सात 'प्रसादन' और आधुनिक जाँच में उनकी स्थिति।

इसके लगभग पाँच सौ वर्ष बाद, छठी शताब्दी में, **वराहमिहिर** ने बृहत्संहिता के दकार्गल अध्याय के अंत में कुएँ के पानी को सुधारने का एक नुस्खा दिया। अंजन, नागरमोथा, खस, तोरई और आँवले के चूर्ण में कतक का फल मिलाकर कुएँ में डालने से उनके अनुसार, गंदला, कड़वा, खारा और दुर्गंध वाला पानी साफ़, स्वादिष्ट और सुगंधित हो जाता है।

जल के प्रकार: आयुर्वेद का वर्गीकरण



चित्र 2: आयुर्वेद में जल का वर्गीकरण।

शोधन से पहले ग्रंथ जल के **स्रोत** पर ध्यान देता है। सुश्रुत के अनुसार जल मूल रूप से दो प्रकार का है: **आंतरिक्ष**, यानी आकाश से गिरा वर्षा-जल, और **भौम**, यानी धरती पर मिलने वाला जल। वर्षा-जल को सबसे हल्का और श्रेष्ठ माना गया है, बशर्ते उसे साफ़ पात्र में सीधे इकट्ठा किया जाए।

धरती के जल को उसके स्रोत के अनुसार बाँटा गया है: नदी का (नादेय), कुएँ का (कौप), सरोवर का (सारस), तालाब का (ताडाग) और झरने का (प्रास्रवण)। हर एक के गुण अलग बताए गए हैं, और यह भी कि किस ऋतु में किस स्रोत का पानी पीना ठीक रहता है। बरसात के आरंभ का पहला पानी, जिसमें धरती की गंदगी घुलकर आती है, पीने के लिए वर्जित है।

चरक संहिता में **हंसोदक** की सुंदर अवधारणा है। शरद ऋतु में जो जल दिन में सूर्य की किरणों से तपता है और रात में चंद्रमा की किरणों से ठंडा होता है, तथा अगस्त्य तारे के उदय के बाद निर्मल हो जाता है, उसे हंसोदक कहा गया और स्नान तथा पीने के लिए उत्तम माना गया। यह अवलोकन ठीक है कि बरसात थमने के बाद जलाशयों की मिट्टी बैठ जाती है और खुली धूप सतह के पानी के रोगाणु घटाती है।

इस वर्गीकरण में एक आधुनिक सिद्धांत छिपा है, जिसे आज 'स्रोत की सुरक्षा' कहते हैं: शोधन जितना ज़रूरी है, उतना ही ज़रूरी यह देखना है कि पानी **कहाँ से** आ रहा है।

निर्मली काम कैसे करती है?

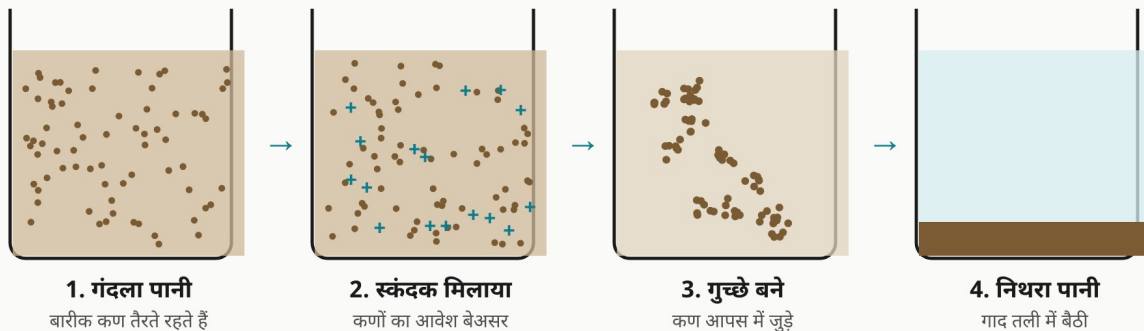
गंदले पानी में मिट्टी के बहुत बारीक कण तैरते रहते हैं। ये इतने छोटे होते हैं कि अपने वज़न से नीचे नहीं बैठते। साथ ही हर कण की सतह पर ऋणात्मक (negative) विद्युत आवेश होता है। समान आवेश एक-दूसरे को धकेलते हैं, इसलिए कण आपस में

जुड़ भी नहीं पाते और पानी घंटों मटमैला बना रहता है। रसायन की भाषा में इसे 'कोलॉइडी विलयन' कहते हैं।

इसका हल दो चरणों में होता है:

- **स्कंदन** (coagulation): कोई ऐसा पदार्थ डालना जो कणों का आवेश बेअसर कर दे।
- **ऊर्जन** (flocculation): आवेश हटने पर कण आपस में जुड़कर बड़े गुच्छे (floc) बना लेते हैं, जो भारी होकर तली में बैठ जाते हैं।

स्कंदन और ऊर्जन: घड़े के भीतर क्या होता है



रेखाचित्र: IKS JOURNAL

चित्र 3: स्कंदन और ऊर्जन के चार चरण। निर्मली या फिटकरी मिलाने पर बारीक कण जुड़कर गुच्छे बनाते हैं और नीचे बैठ जाते हैं।

फिटकरी में एल्युमिनियम के धनात्मक आयन होते हैं जो यही काम करते हैं। **निर्मली के बीज** में लंबी शृंखला वाले प्राकृतिक बहुलक (पॉलीसैकेराइड और प्रोटीन) पाए गए हैं। ये धागे की तरह कई कणों को एक साथ बाँध लेते हैं और गुच्छे बना देते हैं। 1994 में इटली के वैज्ञानिकों ने इन बहुलकों की रासायनिक संरचना प्रकाशित की। अफ्रीका और भारत में इसी तरह **सहजन** (*Moringa oleifera*) के बीज भी इस्तेमाल होते रहे हैं, जिनमें धनात्मक आवेश वाले प्रोटीन मिलते हैं।

दुनिया का हर बड़ा जल-शोधन संयंत्र आज भी इसी क्रम से चलता है: पहले स्कंदक मिलाना, फिर गुच्छों को बैठने देना, फिर रेत से छानना और अंत में क्लोरीन से रोगाणु मारना। यानी घड़े में जो काम निर्मली करती थी, वही काम संयंत्र में फिटकरी या पॉली-एल्युमिनियम क्लोराइड करता है।

जल-शोधन का आधुनिक इतिहास

शहरों को छना हुआ पानी देने की शुरुआत उन्नीसवीं सदी में हुई। 1804 में स्कॉटलैंड के पेज़ली नगर में जॉन गिब ने रेत से छना पानी लोगों तक पहुँचाया। 1829 में लंदन की चेल्सी जल कंपनी के इंजीनियर जेम्स सिम्पसन ने धीमी रेत-छत्री का वह रूप बनाया जो आज भी दुनिया भर में चलता है।

उस समय तक कोई नहीं जानता था कि छानने से बीमारी क्यों घटती है। 1854 में जॉन स्नो ने लंदन में हैज़े को एक हैंडपंप के पानी से जोड़ा। इस कड़ी का अंतिम प्रमाण भारत में मिला: 1884 में जर्मन वैज्ञानिक रॉबर्ट कॉख ने कलकत्ता में हैज़े के जीवाणु की पहचान की और दिखाया कि वह मरीज़ों के इस्तेमाल किए गए तालाब के पानी में मौजूद है।

1908 में अमेरिका के जर्सी सिटी में पहली बार पूरे नगर की जल-आपूर्ति में लगातार क्लोरीन मिलाई गई। इसके बाद के दशकों में टायफ़ॉइड और हैज़े से होने वाली मौतों में जो गिरावट आई, उसे बीसवीं सदी की सबसे बड़ी स्वास्थ्य उपलब्धियों में गिना जाता है।

घड़े से संयंत्र तक: वही चार क़दम

घर में (पारंपरिक विधि)

निर्मली या फिटकरी

घड़े में घुमाना



ठहराना

गाद को बैठने देना



कपड़े से छानना

कई तह का सूती कपड़ा



उबालना या धूप

रोगाणु मारना

जल-शोधन संयंत्र में

स्कंदक मिलाना

फिटकरी या PAC



अवसादन टंकी

गुच्छे तली में बैठते हैं



रेत की छत्री

बचे कण रुकते हैं



क्लोरीन

रोगाणु मारना

रेखाचित्र: IKS JOURNAL

चित्र 4: घड़े से संयंत्र तक। पारंपरिक घरेलू विधि और आधुनिक जल-शोधन संयंत्र के चरण एक-दूसरे के समानांतर चलते हैं।

परंपरा की कसौटी: क्या सिद्ध है, क्या नहीं

सुश्रुत की सूची के हर साधन को आधुनिक शोध के सामने रखकर देखना ज़रूरी है। नीचे की तालिका यही करती है।

पारंपरिक विधि	आधुनिक नाम	क्या प्रमाणित है	सीमा
निर्मली (कतक), फिटकरी	स्कंदन-ऊर्णन	गंदलापन घटाना प्रयोगों में सिद्ध	रोगाणु पूरी तरह नहीं मरते
कपड़े से छानना	निस्यंदन (filtration)	बांग्लादेश के गाँवों में तह की हुई साड़ी से छानने पर हैज़े के मामले लगभग आधे हुए (2003)	बारीक जीवाणु और विषाणु निकल जाते हैं
उबालना	ताप से रोगाणुनाश	सबसे भरोसेमंद घरेलू विधि	ईंधन लगता है; रसायन नहीं हटते
धूप में तपाना	सौर रोगाणुनाश (SODIS)	पारदर्शी बोतल में लगभग 6 घंटे की तेज़ धूप प्रभावी	गंदले पानी और बादल वाले दिन में कम असर
तप्त लोहा या रेत बुझाना	आंशिक तापन	पानी थोड़ा गरम होता है	रोगाणुनाश का ठोस प्रमाण नहीं
कमल-जड़, काई की जड़	जैव-अधिशोषण	सीमित अध्ययन	प्रमाण अपर्याप्त
गोमेदक, मोती, मणि	कोई नहीं	कोई वैज्ञानिक प्रमाण नहीं	इन्हें शोधक मानने का आधार नहीं

कौन-सी विधि क्या हटाती है?

धूप और क्लोरीन गंदले पानी में कम असर करते हैं, इसलिए पहले पानी को निथारना ज़रूरी है।

विधि	गंदलापन	रोगाणु	घुले रसायन (आर्सेनिक, फ्लोराइड)
निर्मली या फिटकरी	✓ हटाता है	≈ आंशिक	× नहीं
कपड़े से छानना	≈ आंशिक	≈ आंशिक	× नहीं
उबालना	× नहीं	✓ हटाता है	× नहीं
धूप (पारदर्शी बोतल, 6 घंटे)	× नहीं	✓ हटाता है	× नहीं
क्लोरीन	× नहीं	✓ हटाता है	× नहीं
रिवर्स ऑस्मोसिस / विशेष फ़िल्टर	✓ हटाता है	✓ हटाता है	✓ हटाता है

आधार: WHO के घरेलू जल-शोधन दिशानिर्देश और लेख में दिए संदर्भ

चित्र 5: कौन-सी विधि क्या हटाती है? कोई एक विधि तीनों खतरों से नहीं बचाती।

ताँबा गंदलापन हटाने के इन सात साधनों में नहीं गिना गया है, पर इसी अध्याय में पानी रखने के पात्रों में सोने, चाँदी, ताँबे, काँसे और मिट्टी के बर्तनों का उल्लेख है, और भारतीय घरों में ताँबे के लोटे की परंपरा बहुत पुरानी है। 2012 में बेंगलुरु के

शोधकर्ताओं ने पाया कि ताँबे के बर्तन में 16 घंटे रखे पानी में डाले गए हैज़ा, टायफ़ॉइड और दस्त के जीवाणु जीवित नहीं बचे, जबकि पानी में घुले ताँबे की मात्रा विश्व स्वास्थ्य संगठन की सुरक्षित सीमा के भीतर रही।

सावधानी: साफ़ दिखने वाला पानी सुरक्षित नहीं भी हो सकता है

निर्मली और फिटकरी पानी को **साफ़ दिखने लायक** बनाती हैं, **पीने लायक** नहीं। गंदलापन हटाने के बाद भी पानी में रोगाणु रह सकते हैं, इसलिए उबालना या क्लोरीन मिलाना ज़रूरी है।

इससे भी बड़ी बात: भारत के कई इलाकों के भूजल में **आर्सेनिक** (गंगा-ब्रह्मपुत्र का मैदान), **फ्लोराइड** (राजस्थान, तेलंगाना, आंध्र प्रदेश आदि) और **नाइट्रेट** की समस्या है। ये घुले हुए रसायन हैं। न निर्मली इन्हें हटाती है, न उबालना, न कपड़ा। उबालने से तो इनकी सांद्रता और बढ़ जाती है। इनके लिए प्रयोगशाला जाँच और विशेष तकनीक (जैसे अधिशोषण या रिवर्स ऑस्मोसिस) ही उपाय है। प्राचीन ग्रंथों के समय यह समस्या पहचानी ही नहीं गई थी, इसलिए परंपरा में इसका उत्तर खोजना व्यर्थ है।

अदृश्य खतरे: जो आँख से नहीं दिखते

पानी के खतरे तीन तरह के हैं, और तीनों की पहचान अलग ढंग से होती है।

जीवाणु और विषाणु। दस्त, हैज़ा, टायफ़ॉइड और पीलिया मल से दूषित पानी से फैलते हैं। प्रयोगशाला में इसकी जाँच ई. कोलाई नामक जीवाणु से होती है; वह स्वयं हमेशा हानिकारक नहीं होता, पर उसकी उपस्थिति बताती है कि पानी में मल मिला है। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुमान के अनुसार 2019 में असुरक्षित पानी, स्वच्छता और साफ़-सफ़ाई की कमी से दुनिया में लगभग 14 लाख मौतें हुईं।

आर्सेनिक। 1980 के दशक में पश्चिम बंगाल में त्वचा के असामान्य रोगों की जाँच से पता चला कि नलकूपों के पानी में आर्सेनिक है। यह चट्टानों से प्राकृतिक रूप से घुलता है, इसका कोई रंग, गंध या स्वाद नहीं होता, और वर्षों तक पीने पर यह त्वचा के घाव और कैंसर का कारण बनता है। आज गंगा-ब्रह्मपुत्र के मैदान के कई ज़िले इससे प्रभावित हैं।

फ्लोराइड। थोड़ी मात्रा में फ्लोराइड दाँतों के लिए अच्छा है, पर सीमा से अधिक होने पर दाँतों पर धब्बे और आगे चलकर हड्डियों का टेढ़ापन (फ्लोरोसिस) होता है। राजस्थान, तेलंगाना, आंध्र प्रदेश और गुजरात के कई इलाके इससे जूझ रहे हैं।

पानी के तीन अदृश्य खतरे



जीवाणु और विषाणु

सीमा: 100 मि.ली. में ई. कोलाई अनुपस्थित
असर: दस्त, हैज़ा, टायफ़ॉइड, पीलिया
स्रोत: मल से दूषित पानी



आर्सेनिक

सीमा: 0.01 मि.ग्रा. प्रति लीटर
असर: त्वचा के घाव, कैंसर
क्षेत्र: गंगा-ब्रह्मपुत्र का मैदान



फ्लोराइड

सीमा: 1.0 मि.ग्रा. प्रति लीटर
असर: दाँतों पर धब्बे, हड्डियों का टेढ़ापन
क्षेत्र: राजस्थान, तेलंगाना, आंध्र, गुजरात

सीमाएँ: IS 10500:2012 की स्वीकार्य सीमा

चित्र 6: पानी के तीन अदृश्य खतरे, उनकी सीमा और असर।

इन तीनों में साझी बात यह है कि प्रभावित पानी देखने में बिलकुल साफ़ हो सकता है। इसीलिए जल जीवन मिशन में गाँव की महिलाओं को 'फ़ील्ड टेस्ट किट' से पानी जाँचने का प्रशिक्षण दिया जा रहा है।

संयंत्र के भीतर एक दिन

किसी बड़े शहर के जल-शोधन संयंत्र में नदी या झील का पानी लगभग छह से आठ घंटे की यात्रा करके नल तक पहुँचने लायक बनता है। यह यात्रा पाँच पड़ावों में होती है।

सबसे पहले जाली पानी में बहकर आए पत्ते, प्लास्टिक और लकड़ी रोकती है। फिर पानी को फ़व्वारों या सीढ़ियों से गिराकर उसमें हवा घोली जाती है, जिससे दुर्गंध और घुला हुआ लोहा निकल जाता है।

तीसरा पड़ाव वही है जो घड़े में निर्मली करती है। पानी में फिटकरी या पॉली-एल्युमिनियम क्लोराइड का घोल मिलाकर

उसे पहले तेज़ी से और फिर धीरे-धीरे हिलाया जाता है, ताकि गुच्छे बनें। इसके बाद पानी एक बड़ी टंकी में दो से चार घंटे लगभग स्थिर रहता है और गुच्छे तली में बैठ जाते हैं।

चौथे पड़ाव पर निथरा पानी रेत और बजरी की मोटी परत से छनता है, जो बचे हुए बारीक कण रोक लेती है। अंत में क्लोरीन मिलाई जाती है। भारतीय मानक के अनुसार घर के नल तक पहुँचते समय भी पानी में कम से कम 0.2 मिलीग्राम प्रति लीटर क्लोरीन बची रहनी चाहिए, ताकि पाइप में रास्ते की गंदगी से भी बचाव हो। नल के पानी में क्लोरीन की हल्की गंध इसी सुरक्षा का संकेत है।

आज के मानक और भारत की स्थिति

भारत में पीने के पानी की गुणवत्ता भारतीय मानक ब्यूरो के मानक **IS 10500:2012** से तय होती है। इसके कुछ प्रमुख मान इस प्रकार हैं:

मानदंड	स्वीकार्य सीमा	वैकल्पिक स्रोत न होने पर अधिकतम
गंदलापन (NTU)	1	5
pH	6.5 से 8.5	कोई छूट नहीं
कुल घुले ठोस (मि.ग्रा./लीटर)	500	2000
फ्लोराइड (मि.ग्रा./लीटर)	1.0	1.5
नाइट्रेट (मि.ग्रा./लीटर)	45	कोई छूट नहीं
ई. कोलाई जीवाणु	100 मि.ली. में अनुपस्थित	कोई छूट नहीं

इन मानकों तक हर घर को पहुँचाना **सतत विकास लक्ष्य 6.1** है: 2030 तक सबके लिए सुरक्षित और किफ़ायती पेयजल। विश्व स्वास्थ्य संगठन और यूनिसेफ़ की 2025 की संयुक्त रिपोर्ट के अनुसार 2024 में भी दुनिया के लगभग 210 करोड़ लोगों के पास सुरक्षित रूप से प्रबंधित पेयजल नहीं था।

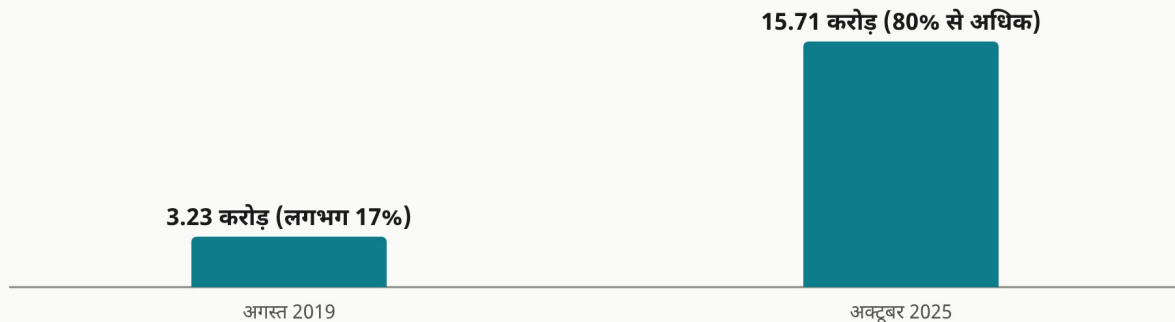
भारत में अगस्त 2019 में **जल जीवन मिशन** शुरू हुआ। उस समय केवल 3.23 करोड़ ग्रामीण घरों (लगभग 17 प्रतिशत) में नल का कनेक्शन था। अक्टूबर 2025 तक यह संख्या **15.71 करोड़** से ऊपर, यानी 80 प्रतिशत से अधिक हो गई। 2025-26 के बजट में मिशन की अवधि 2028 तक बढ़ाई गई। अब चुनौती

कनेक्शन गिनने से आगे की है: नल में पानी नियमित आए और

उसकी गुणवत्ता की जाँच गाँव के स्तर पर होती रहे।

नल कनेक्शन वाले ग्रामीण घर

छह वर्षों में लगभग पाँच गुना



स्रोत: जल जीवन मिशन, जल शक्ति मंत्रालय

चित्र 7: जल जीवन मिशन के अंतर्गत नल कनेक्शन वाले ग्रामीण घर।

परंपरा से आज क्या लिया जा सकता है?

तीन बातें व्यावहारिक रूप से काम की हैं।

पहली, **आपदा और दूर-दराज़ के इलाक़े**। बाढ़ के समय या जहाँ शोधन संयंत्र नहीं पहुँचा, वहाँ निर्मली या सहजन के बीज, कपड़े से छानना और धूप या उबाल का मेल कम खर्च में जान बचा सकता है। बांग्लादेश का साड़ी वाला प्रयोग इसका प्रमाण है।

दूसरी, **रसायन-मुक्त स्कंदक पर शोध**। फिटकरी से निकला गाद का ढेर निपटान की समस्या बनता है। निर्मली और सहजन जैसे पौध-आधारित स्कंदक जैव-अपघटनीय हैं, इसलिए दुनिया भर की प्रयोगशालाओं में इन पर काम चल रहा है।

तीसरी, **जाँचने की आदत**। सुश्रुत ने पानी को उसके लक्षणों से परखना सिखाया। आज वही काम जल जीवन मिशन की फ़िल्ड टेस्ट किट करती है। पानी को बिना परखे न पीना, यह सीख दोनों में एक है।

घर पर सुरक्षित पानी: चार क़दम

जहाँ नल का शोधित पानी नहीं पहुँचा है, या बाढ़ जैसी आपदा में आपूर्ति टूट गई है, वहाँ विश्व स्वास्थ्य संगठन घरेलू स्तर पर चार

चरणों की सलाह देता है। रोचक बात यह है कि इनमें से हर चरण का कोई न कोई रूप सुश्रुत की सूची में मौजूद है।

- **बैठाना**। गंदले पानी को कुछ घंटे स्थिर छोड़ दें, या उसमें निर्मली का घिसा बीज या चुटकी भर फिटकरी घुमाएँ। ऊपर का निथरा पानी दूसरे बर्तन में उतार लें।
- **छानना**। साफ़ सूती कपड़े की चार से आठ तह करके पानी छानें। कपड़ा रोज़ धोकर धूप में सुखाएँ।
- **रोगाणु मारना**। सबसे भरोसेमंद उपाय उबालना है: पानी में तेज़ उबाल आने दें और फिर ढककर ठंडा होने दें। ईंधन न हो तो क्लोरीन की गोली, या पारदर्शी बोतल में भरकर छह घंटे की तेज़ धूप।
- **सुरक्षित रखना**। साफ़ किया पानी सँकरे मुँह वाले ढके बर्तन में रखें और उसे निकालने के लिए डंडी वाला लोटा रखें। हाथ डुबोने से साफ़ पानी फिर दूषित हो जाता है।

याद रहे कि ये चारों क़दम केवल गंदलेपन और रोगाणुओं के लिए हैं। जिस इलाक़े में आर्सेनिक या फ्लोराइड की समस्या ज्ञात है, वहाँ वैकल्पिक स्रोत या प्रमाणित फ़िल्टर ही उपाय है।

क्या आप जानते हैं?

- निर्मली का पेड़ मध्य और दक्षिण भारत के पर्णपाती वनों में मिलता है; इसके बीज चपटे बटन जैसे होते हैं।
- फिटकरी का रासायनिक नाम पोटैशियम एल्युमिनियम सल्फ़ेट है।
- गंदलापन NTU (नेफ़ेलोमेट्रिक टर्बिडिटी यूनिट) में नापा जाता है, यानी पानी से गुज़रती रोशनी कितनी बिखरती है।
- जल जीवन मिशन का मानक हर ग्रामीण व्यक्ति को प्रतिदिन 55 लीटर पानी देना है।
- विश्व जल दिवस 1993 से हर वर्ष 22 मार्च को मनाया जाता है।

घर पर सुरक्षित पानी: चार क़दम

1. बैठाना

कुछ घंटे स्थिर छोड़ें, या निर्मली-फिटकरी घुमाएँ



2. छानना

सूती कपड़े की चार से आठ तह



3. रोगाणु मारना

उबालना, क्लोरीन, या छह घंटे की धूप



4. सुरक्षित रखना

सँकरे मुँह का ढका बर्तन; डंडी वाला लोटा

आधार: WHO के घरेलू जल-शोधन दिशानिर्देश

चित्र 8: घर पर पानी को सुरक्षित बनाने के चार क़दम।

पाठकों के चार प्रश्न

क्या आर.ओ. का पानी सबसे अच्छा है? रिवर्स ऑस्मोसिस (आर.ओ.) पानी से लगभग सब कुछ निकाल देता है: घुले लवण, आर्सेनिक, फ्लोराइड और साथ में कैल्शियम-मैग्नीशियम जैसे उपयोगी खनिज भी। जहाँ पानी खारा है या उसमें आर्सेनिक-फ्लोराइड है, वहाँ यह ज़रूरी है। पर जहाँ नल का पानी पहले से मानक के भीतर है, वहाँ इसकी ज़रूरत नहीं। आर.ओ. जितना पानी साफ़ करता है, उससे अधिक पानी नाली में बहा देता है। इसी कारण राष्ट्रीय हरित अधिकरण ने 2019 में कहा कि जहाँ पानी में घुले ठोस 500 मिलीग्राम प्रति लीटर से कम हों, वहाँ आर.ओ. के उपयोग को नियंत्रित किया जाए।

क्या ताँबे के बर्तन का पानी रोग ठीक करता है? शोध ने इतना दिखाया है कि ताँबे के बर्तन में कई घंटे रखे पानी में कुछ जीवाणु मर जाते हैं। इससे आगे के दावों (पाचन, जोड़ों का दर्द, वज़न) के लिए ठोस प्रमाण नहीं है। बर्तन को नियमित साफ़ करना ज़रूरी है, और खट्टी चीज़ें ताँबे में नहीं रखनी चाहिए, क्योंकि अधिक ताँबा शरीर के लिए हानिकारक है।

फिटकरी कितनी डालें? एक बाल्टी गंदले पानी में फिटकरी का टुकड़ा कुछ ही सेकंड घुमाना काफ़ी है। अधिक फिटकरी से पानी कसैला होता है और उसमें एल्युमिनियम की मात्रा बढ़ती है, जिसकी भारतीय मानक में सीमा तय है। और याद रखें: फिटकरी के बाद भी पानी को उबालना या क्लोरीन मिलाना ज़रूरी है।

क्या बोतलबंद पानी हमेशा सुरक्षित है? भारत में बोतलबंद पेयजल के लिए भारतीय मानक ब्यूरो का प्रमाणन अनिवार्य है, इसलिए बोतल पर ISI चिह्न देखें। पर लंबे समय तक धूप में रखी बोतलें, दोबारा भरी गई बोतलें और बिना चिह्न के पाउच भरोसे लायक नहीं। प्लास्टिक के कचरे का बोझ अलग है। घर पर उबाला या छाना पानी साफ़ बोतल में लेकर चलना सबसे सस्ता और सुरक्षित उपाय है।

समस्या से समाधान तक: एक सारणी

समस्या	पहचान	जाँच	घरेलू उपाय	स्थायी उपाय
गंदलापन	पानी मटमैला दिखता है	टर्बिडिटी मीटर (NTU)	निथारना, निर्मली या फिटकरी, छानना	शोधन संयंत्र
रोगाणु	दिखते नहीं; दस्त और बुखार के मामले	ई. कोलाई परीक्षण (H_2S शीशी)	उबालना, क्लोरीन, धूप	क्लोरीनयुक्त नल-जल; स्वच्छता
आर्सेनिक	कोई रंग-गंध नहीं; वर्षों बाद त्वचा पर धब्बे	फ़िल्ड किट, प्रयोगशाला	कोई घरेलू उपाय नहीं	वैकल्पिक स्रोत; आर्सेनिक हटाने वाली इकाई
फ्लोराइड	दाँतों पर पीले-भूरे धब्बे	फ़िल्ड किट, प्रयोगशाला	कोई घरेलू उपाय नहीं	वैकल्पिक स्रोत; सक्रिय एल्युमिना फ़िल्टर
खारापन	स्वाद खारा	TDS मीटर	कोई घरेलू उपाय नहीं	आर.ओ.; वर्षा-जल संचयन

कक्षा में चर्चा के लिए

- सुश्रुत की सूची में रत्न और मोती को भी शोधक माना गया है। किसी पुरानी मान्यता को परखने के लिए आप कौन-सा सरल प्रयोग सोच सकते हैं?
- आपके घर का पानी कहाँ से आता है और उसकी आखिरी जाँच कब हुई थी? पता कीजिए।
- "साफ़ दिखना" और "सुरक्षित होना" में अंतर क्यों है? तीन उदाहरण दीजिए।
- नल से जल योजना के बाद भी कई घरों में लोग आर.ओ. क्यों लगवाते हैं? क्या यह भरोसे की कमी है या ज़रूरत?

निष्कर्ष

सुश्रुत संहिता की सूची में कुछ साधन आधुनिक रसायन की कसौटी पर पूरी तरह खरे उतरते हैं (निर्मली, कपड़ा, उबालना, धूप), कुछ का प्रमाण अधूरा है और कुछ (रत्न, मोती) का कोई

आधार नहीं मिलता। परंपरा का सम्मान इसी में है कि हम तीनों को अलग-अलग पहचानें। दो हज़ार वर्ष पहले गंदलेपन को रोग से जोड़ना और उसे हटाने के उपाय लिखना अपने समय की बड़ी उपलब्धि थी। आज उसी काम को हम मानकों, संयंत्रों और जाँच किट से आगे बढ़ा रहे हैं।

मुख्य बातें: याद रखने के लिए

- सुश्रुत संहिता (सूत्रस्थान, अध्याय 45) गंदले पानी को साफ़ करने के सात साधन गिनाती है।
- निर्मली के बीज में प्राकृतिक बहुलक होते हैं जो मिट्टी के कणों को आपस में जोड़कर नीचे बैठाने देते हैं।
- ये विधियाँ गंदलापन घटाती हैं, पर आर्सेनिक और फ्लोराइड जैसे रसायन इनसे नहीं हटते।
- अक्टूबर 2025 तक देश के 15.71 करोड़ से अधिक ग्रामीण घरों (80% से ज़्यादा) में नल का कनेक्शन पहुँच चुका था।

अभ्यास प्रश्न

1. सुश्रुत संहिता में जल का विस्तृत वर्णन किस अध्याय में है?

- (क) सूत्रस्थान 45 (ख) शारीरस्थान 5 (ग) चिकित्सास्थान 1
(घ) कल्पस्थान 3

2. 'कतक' या निर्मली का वानस्पतिक नाम क्या है?

- (क) *Moringa oleifera* (ख) *Azadirachta indica* (ग) *Strychnos potatorum* (घ) *Ocimum sanctum*

3. स्कंदन (coagulation) में क्या होता है?

- (क) पानी उबलता है (ख) कणों का विद्युत आवेश बेअसर होता है
(ग) क्लोरीन मिलाई जाती है (घ) पानी छाना जाता है

4. IS 10500:2012 के अनुसार पीने के पानी में गंदलेपन की स्वीकार्य सीमा क्या है?

- (क) 1 NTU (ख) 5 NTU (ग) 10 NTU (घ) 25 NTU

5. इनमें से कौन-सा प्रदूषक उबालने से नहीं हटता?

- (क) हैजे का जीवाणु (ख) ई. कोलाई (ग) आर्सेनिक (घ) टायफ़ॉइड का जीवाणु

उत्तर: 1 (क) • 2 (ग) • 3 (ख) • 4 (क) • 5 (ग)

संदर्भ

1. सुश्रुत संहिता, सूत्रस्थान, अध्याय 45 (द्रवद्रव्यविधि)। अंग्रेज़ी अनुवाद: K.K. Bhishagratna (1907), An English Translation of the Sushruta Samhita, Vol. I, Calcutta.
2. वराहमिहिर, बृहत्संहिता, अध्याय 54 (दकार्गल), श्लोक 121-122। अनुवाद: M. Ramakrishna Bhat (1981), Motilal Banarsidass, Delhi.
3. Adinolfi, M. et al. (1994). Composition of the coagulant polysaccharide fraction from *Strychnos potatorum* seeds. Carbohydrate Research 263: 103-110.
4. Jahn, S.A.A. (1988). Using Moringa seeds as coagulants in developing countries. Journal of the American Water Works Association 80(6): 43-50.
5. Colwell, R.R. et al. (2003). Reduction of cholera in Bangladeshi villages by simple filtration. Proceedings of the National Academy of Sciences 100(3): 1051-1055.
6. Sudha, V.B.P. et al. (2012). Storing drinking-water in copper pots kills contaminating diarrhoeagenic bacteria. Journal of Health, Population and Nutrition 30(1): 17-21.
7. Bureau of Indian Standards (2012). IS 10500:2012 Drinking Water: Specification (Second Revision). BIS, New Delhi.
8. WHO and UNICEF (2025). Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2024. Joint Monitoring Programme, Geneva.
9. जल शक्ति मंत्रालय, भारत सरकार (2025). जल जीवन मिशन डैशबोर्ड और प्रेस सूचना ब्यूरो की विज्ञप्तियाँ, अक्टूबर 2025।
10. चरक संहिता, सूत्रस्थान, अध्याय 6 (हंसोदक का वर्णन)।
11. World Health Organization (2023). Burden of Disease Attributable to Unsafe Drinking-Water, Sanitation and Hygiene, 2019 Update. WHO, Geneva.
12. National Green Tribunal (2019). Friends through its General Secretary v. Ministry of Water Resources, आर.ओ. के उपयोग पर आदेश, 20 मई 2019।