

# अंतरिक्ष में पानी उबालना आसान नहीं होता

डॉ. सुशील जोशी

**जो** चंद्रयान और मंगलयान ग्रहों-उपग्रहों पर पानी ढूँढते फिर रहे हैं, उन पर रहने वाले अंतरिक्ष यात्रियों को पीने और अन्य कामों के लिए पानी मुहैया कराना आसान नहीं रहा है। खास तौर से जब अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन दशकों तक अंतरिक्ष में रहने लगा और वहाँ हर समय मेहमान बने रहने लगे तो उनके लिए पानी एक बड़ी समस्या बन गई। एक अनुमान के मुताबिक हरेक अंतरिक्ष बाशिंदे के लिए साल में 5000 लीटर पानी सप्लाई करना पड़ता है। और वह तब जब ये बाशिंदे कम से कम पानी में काम चलाते हैं - नहाने की बजाय स्पंज करते हैं।

इस अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन को पानी धरती से समय-समय पर जाने वाली अंतरिक्ष शटल से भिजवाया जाता था। सोचा गया कि क्यों न अंतरिक्ष केंद्र पर उत्पन्न होने वाले गंदे पानी का रिसायक्लिंग करके उपयोग किया जाए ताकि धरती से कम पानी ढोना पड़े और कचरा भी कम लाना पड़े।

बस इसी में से विचार आया कि अंतरिक्ष केंद्र के सारे पानी का रिसायक्लिंग किया जाए। इसमें हाथ धोने, स्पंज करने, कुल्ला करने, सांस के साथ निकले पानी के अलावा अंतरिक्ष यात्रियों का पसीना और पेशाब भी शामिल था। सांस के साथ जो नमी निकलती है उसे ठंडा करके वापिस पानी में बदला जा सकता है मगर वह बहुत ज़्यादा नहीं होता। खास बात तो यह थी कि कुल्ला करने, हाथ धोने के पानी और पेशाब को किसी तरह साफ करके पीने योग्य बनाया जाए।



अंतरिक्ष में पानी उबालने का यंत्र

धरती की बात होती तो आसान सा काम था यह। पानी का आसवन यानी डिस्टिलेशन कर लेते। आसवन एक सरल सी प्रक्रिया है। पानी को उबालते हैं, उसमें से जो भाप निकलती है उसे फिर से ठंडा करते हैं तो पानी की बूँदें मिलती हैं। इस दौरान सिर्फ पानी उबलता है, उसमें घुले अन्य पदार्थ पीछे छूट जाते हैं। अर्थात् आसुत पानी शुद्ध पानी होता है। मगर बात अंतरिक्ष की थी, धरती से कोई 350 किलोमीटर दूर।

वैज्ञानिक धरती पर ही उबलने की प्रक्रिया को भलीभांति समझते नहीं, अंतरिक्ष की तो बात ही दूर

की है। तो प्रयोग शुरू हुए पानी को अंतरिक्ष में उबालने के। अंतरिक्ष में जो एक प्रमुख बात होती है वह यह है कि वहाँ गुरुत्वाकर्षण लगभग शून्य होता है। पानी के उबलने में गुरुत्वाकर्षण बहुत महत्वपूर्ण होता है। उबलने में गुरुत्वाकर्षण की दो भूमिकाएं होती हैं।

पहली - जब किसी बर्तन में पानी या कोई तरल पदार्थ भरकर पेंदे से गर्म किया जाता है तो पेंदे से सटा तरल पदार्थ गर्म हो जाता है। गर्म होने पर इसका घनत्व ऊपर के ठंडे पानी से कम हो जाता है। तो यह पेंदे वाला पानी ऊपर की ओर उठता है और ऊपर का भारी पानी नीचे बैठता है। इस तरह से पानी में एक धारा शुरू हो जाती है जिसे संवहन कहते हैं। संवहन की वजह से बर्तन का पूरा पानी गर्म हो जाता है।

दूसरी भूमिका - जब पेंदे का पानी काफी गर्म हो जाता है तो वहाँ भाप के बुलबुले बनने लगते हैं। ये बुलबुले आसपास के पानी की तुलना में हल्के होते हैं। तो ये ऊपर

की ओर उठते हैं और सतह पर आकर फूट जाते हैं। बुलबुलों में भरी भाप सतह पर से उड़ जाती है अर्थात् पानी का लगातार वाष्पन होता है।

अब देखते हैं कि गुरुत्वाकर्षण की अनुपस्थिति में क्या होगा। पेंदे का पानी गर्म तो होता है मगर हल्का-भारी का अंतर तो गुरुत्वाकर्षण की वजह से पड़ता है। तो होता यह है कि पेंदे का पानी गर्म तो होता है मगर 'हल्का' होकर ऊपर नहीं उठता। तो ऊपर का पानी गर्म ही नहीं हो पाता। और तो और, पेंदे का पानी बहुत गर्म हो जाता है जो काफी खतरनाक साबित हो सकता है।

फिर जब पेंदे के पानी में भाप के बुलबुले बनते हैं तो उन्हें सतह पर पहुंचकर फूटना चाहिए। तभी तो पानी की भाप बनेगी। गुरुत्वाकर्षण के अभाव में ये बुलबुले ऊपर नहीं उठते क्योंकि इन पर जो उछाल बल लगना चाहिए, वह नहीं लगता। बुलबुले बनते हैं मगर पेंदे पर आपस में जुड़कर एक बड़ा-सा बुलबुला बना लेते हैं जो पानी में नीचे-नीचे उतराता रहता है।

तो गुरुत्वाकर्षण के अभाव ने कर दिया ना गुड़ गोबर!

मगर जब यह समस्या पेश की गई तो वैज्ञानिक भी भिड़ गए कि पानी को अंतरिक्ष में उबालकर ही दम लेंगे। सबसे पहले शून्य गुरुत्वाकर्षण की स्थिति में प्रयोग करके बात को समझने की कोशिश की गई। ऊपर जो कुछ कहा गया है, वह ऐसे ही प्रयोगों से पता चला था। इनमें पहला प्रयोग एक 'ड्रॉप टॉवर' में किया गया था। शायद आपको पता ही होगा कि मुक्त गिरती हुई वस्तु का वजन शून्य होता है। तो पानी को उबलने की स्थिति में एक मीनार में गिराया गया और अवलोकन किया गया कि क्या होता है। इससे कुछ अंदाज़ तो लगा कि गुरुत्व-हीन स्थिति में क्या होगा।

फिर वास्तविक अंतरिक्ष में प्रयोग किए गए और पता चला कि गुरुत्वाकर्षण के अभाव में आसवन तो दूर, पानी को उबालना भी असंभव है। अब बारी आई ऐसे प्रयोगों की जिनमें आप कृत्रिम रूप से गुरुत्वाकर्षण पैदा करते हैं। जैसे आपने सप्रेटा दूध बनाने वाली मशीन देखी होगी। या शायद वॉशिंग मशीन में कपड़े सुखाने वाला यंत्र देखा होगा।

दरअसल इन यंत्रों में जब ड्रम को तेज़ी से घुमाया जाता है तो उनमें केंद्र से बाहर की ओर एक बल लगता है जिसका असर गुरुत्व बल के समान होता है।

तो अंतरिक्ष स्टेशन में एक ड्रम रखा गया और उसमें पानी डाला गया। इस पानी को गर्म करके ड्रम को तेज़ी से घुमाया गया तो पानी जाकर ड्रम की दीवारों पर एक परत के रूप में चिपक गया। ड्रम के अंदर हवा का दबाव कम करके रखा गया था। देखा गया कि ड्रम की दीवारों को गर्म करने पर पानी की वह परत उबलने लगी और भाप के बुलबुले ड्रम के मध्य भाग में आकर फूटने लगे। इस भाप को एक पाइप के ज़रिए बाहर लाकर ठंडा किया गया तो आसुत पानी मिला। एक बार जब विज्ञान समझ में आ गया तो धीरे-धीरे तकनीक में परिष्कार करके आज अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन पर सारे गंदे पानी को रिसायकिल करके पीने योग्य बनाया जाता है।

तो आजकल अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन पर सारे अंतरिक्ष यात्रियों के पेशाब, पसीने के अलावा उनके द्वारा इस्तेमाल किए गए सारे गंदे पानी को रिसायकिल करके उपयोग किया जाता है। मगर अब एक नई समस्या सामने आई है। अंतरिक्ष स्टेशन पर कई यात्री महीनों तक रहते हैं। सुनीता विलियम्स ने भी वहां कुछ माह बिताए थे। इतने समय तक अंतरिक्ष की तनहाई में रहना काफी बोरियत भरा होता है। एक रूसी यात्री ने एक बार कहा था कि वह तले हुए आलू (फ्रेंच फ्राइस) का नाश्ता करना चाहेगा। अब सवाल उठा कि क्या अंतरिक्ष में आलू को तला जा सकता है और क्या वे वैसे ही कुरकुरे होंगे जैसे धरती पर होते हैं।

वैज्ञानिक इस समस्या को सुलझाने में लगे हैं। अभी तक किए गए प्रयोगों से पता चला है कि पृथ्वी से तीन गुना ज़्यादा गुरुत्व बल लगाया जाए और आलू को तला जाए तो शायद बढ़िया कुरकुरे फ्रेंच फ्राइस बन सकते हैं। मगर अभी भी वैज्ञानिकों को लगता है कि अंतरिक्ष में बनाएंगे तो ये फ्राइस लिजलिजे ही होंगे। तलने की क्रिया में भी गुरुत्वाकर्षण की भूमिका है। अंतरिक्ष यात्रियों को आलू चिप्स खिलाने के लिए काफी पापड़ बेलने पड़ेंगे। (स्रोत फीचर्स)