जल शुद्धिकरण में रिवर्स ऑसमॉसिस की भूमिका

संजय गोस्वामी[1]

[1]डब्ल्यू.आई.पी., बी.ए.आर.सी., मुम्बई–85

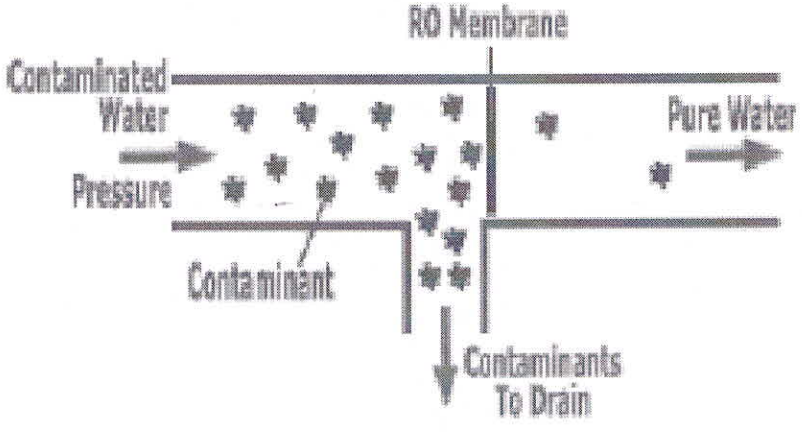
सारांश

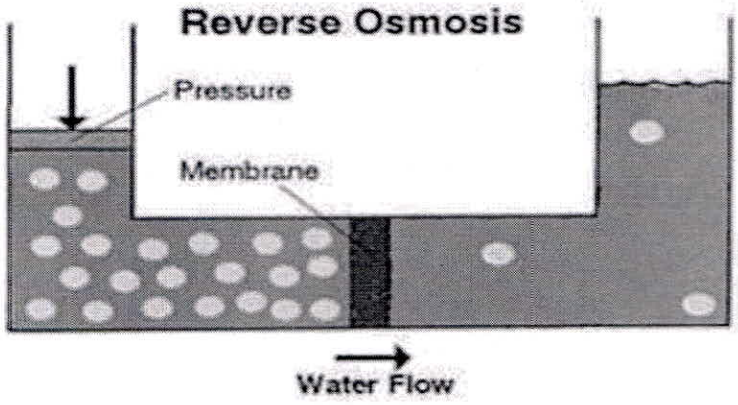
वर्तमान समय में शुद्ध जल की उपलब्धता धीरे–2 कम होती जा रही है। जल में बढ़ते प्रदूषण से शुद्ध जल के लिये विभिन्न शोधक पद्धतियों का इस्तेमान किया जा रहा है। जल के शुद्धिकरण हेतु विकसित पद्धतियों में रिवर्स ऑसमॉसिस प्रमुख हैं जो जल के लाभकारी प्रयोग बढ़ाते हैं। जल संरक्षण का एक उपाय रिवर्स ऑसमॉसिस है, रिवर्स ऑसमॉसिस उपकरण, तकनीक या बेहतर डिजाइन अथवा प्रक्रिया है जो जल के नुकसान, अपव्यय या प्रयोग को कम करने के लिए लागू किया जाता है। प्रस्तुत लेख में जल शुद्धिकरण में प्रयुक्त रिवर्स ऑसमॉसिस पद्धति पर चर्चा की गई है तथा इसकी जल शुद्धिकरण क्षमता पर प्रकाश डाला गया है।

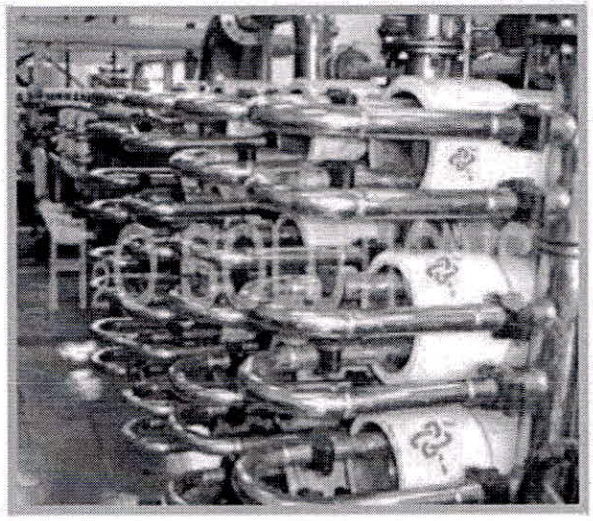
परिचय

वर्तमान में पानी की विकट समस्या विश्व के सामने है लेकिन शुद्ध पानी की आवश्यकता और बढ़ गई। शुद्ध अर्थात् वर्षा कइस से गंदे पानी को रिसाइकल कर पुनः शुद्ध कर पीने योग्य बनाने की किया की अत्यंत आवश्यकता है जिससे शहर, गाँव, उद्योग, कृषि आदि में पानी की किल्लत को दूर किया जा सके। इसके लिए भविष्य में जल संसाधनों की अधिक आवश्यकता है जिससे कृषि, उद्योग, कृषि, घरेलू उपयोग की माँग को पूरा किया जा सके।

रिवर्स ऑसमॉसिस (Reverse osmosis) वह किया है जिसके द्वारा गंदे पानी को शुद्ध कर पीने योग्य बनाया जाता है। रिवर्स ऑसमॉसिस में अर्द्ध पारग्मय झिल्ली से बनी हुई झिल्लियों में विलायक कण निम्न सांद्रण क्षेत्र से उच्च सांद्रण विलयन कण में परिवर्तित हो जाते हैं। विलयन दाब जब परासरण की गति मंद होकर बंद हो जाती है। एक निश्चित दाब पर विलायक का संचालन बंद हो जाता है।







परासरण दाब π=gRT/Mv जहाँ g एवं R नियतांक हैं। अर्थात् यह ताप एवं दाब (M) एवं विलेय के आयतन v पर निर्भर करता है। वस्तुतः यह बायॅल एवं चार्ल्स के गैस के नियम पर आधारित है जहाँ विलेय के एक ग्राम गैस अणु में एक निश्चित दाब पर उच्च सांद्रण विलायक का संचालन एक से दूसरे की ओर बढ़ने घटने लगता है।

वस्तुतः इस घटना की खोज वैज्ञानिक एर्वे नौलेट ने 1748 में की जिसमें परासरण दाब का अर्धपारगम्य झिल्ली में मापा। यह देखा गया कि विलायक उच्च सांद्रण से निम्न सांद्रण की ओर विस्थापित हो गए। इस प्रक्रिया विलयन में घुले हुए विलेय कणों को जिनकी साइज माइक्रॉन ($1\mu m = 10^{-6}$ m) में होती है एक पारम्परिक फिल्टर द्वारा हटाया जा सकता है जिसका उपयोग समुद्री जल को पीने योग्य बनाने, शीतलन एवं प्रशीतन के उपयोग में लाया जा सकता है।

यहाँ झिल्ली काफी मायने रखती है जो अति सूक्ष्म कणों एवं निलंबित ठोस पदार्थ (colloidial particle) को जिसका आकार 3–6 mm है अलग करता है। घुले हुए पदार्थ भी अलग होते हैं। झिल्ली द्वारा सूक्ष्म जैविक पदार्थ यथा बैक्टीरिया को भी जो शरीर के लिए नुकसानदेह हैं अलग करता है जो पानी में घुले हुए आयनिक रूप में रिवर्स ऑसमोसिस द्वारा अलग किये जाते हैं।

अर्धपारगम्य झिल्ली को दो विलयनों के बीच में इस प्रकार रखा जाता है कि यह विलेय कणों के प्रवाह को रोक सके। लेकिन जो विलायक कण कुछ मात्रा में झिल्ली से निकल जाते हैं वे फिल्टर नहीं हो पाते हैं क्योंकि जब तक घोल का एक घटक झिल्ली से फिल्टर होता है तो दूसरा घटक इसे रोके रखता है। लेकिन विलायक संचालन द्वारा दूसरे घटक को भी झिल्ली द्वारा फिल्टर किया जाता है जिसे ऑसमोसिस (Osmosis) या परासरण कहते हैं। अतः रिवर्स ऑसमोसिस में अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा विलेय का संचरण निम्न सांद्रण से उच्च सांद्रण की ओर होता है।

वान्ट हॉफ के अनुसार विलयन में उपस्थित विलेय कण का व्यवहार ठीक गैसीय कण जैसा होता है जो उच्च सांद्रण पर होता है और ऐसे कण हमेशा गतिशील रहते हैं। इस गति की वजह से विलेय कणों की गति शिथिल हो जाती है। ऐसे में विलेय बर्तन (पात्र) की दीवार की दूसरी ओर उच्च दाब पैदा हो जाता है जो शुद्ध एवं अल्प सांद्रण वाले विलायक कणों के द्वारा होता है।

वान्ट हॉफ के नियमानुसार

$\pi v = RT = iRT$

जहाँ $i = \pi/\pi_0 = Dt_b/(Dt_b)_0$

यहाँ π रिवर्स ऑसमोसिस द्वारा ऑसमोटिक दाब है। R गैस नियतांक एवं T परम ताप है। यहाँ i नियतांक है जो परासरण दाब (osmotic pressure) एवं ताप समान आयतन वाले तनु विलयन के सांद्रण पर निर्भर करता है।

अतः रिवर्स ऑसमोसिस प्रकिया में जब तापमान में वृद्वि होती है तो परासरण दाब बढ़ता (πdt) है। विलयन के बाहरी क्षेत्र में दाब बढ़ने से सांद्रता बढ़ती है। इसमें झिल्ली में अवरोध होने लगता है अतः दाब को नियंत्रित करना चाहिए। सांद्रता परासरण दाब पर निर्भर करती है। इसके कम होने से सांद्रण बढ़ता है।

समुद्री जल को पीने योग्य बनाने हेतू रिवर्स ऑसमोसिस विधि द्वारा ही आसवन, विद्युत अपघटन हिमीकरण एवं रिवर्स ऑसमोसिस द्वारा विशेष प्रकार की अर्धपारगम्य झिल्ली बनाई जाती है जो पानी को नमक के मुकाबले शीघ्रता से गुजरने देता है जो कार्बनिक है जो पानी – नमक प्रणाली में संतुलन बनाये रखता है।

आज विश्व में सीपित 13000 रिवर्स ऑसमोसिस संयत्रों द्वारा 300 लाख घन लीटर शुद्व जल का उत्पादन हो रहा है जहाँ भारत में 120 संयंत्रों द्वारा केवल 10^6 मीटर^3 शुद्व जल का निमार्ण हो रहा है।

भारत में जहाँ प्रतिवर्ष औसतन 60 सेमी. वर्षा होती है, जहाँ प्रतिवर्ष 4100 खरब मीटर^3 जल प्राप्त होता है जिसका केवल 900 खरब मीटर^3 ही भूजल के रूप उद्योग, कृषि, रसायन आदि में इस्तेमाल होता है। शेष मात्रा नदी या समुद्र में बेकार चली जाती है जिससे बाढ का खतरा बना रहता है। अतः आने वाले दिनों में जल संसाधन के सर्वश्रेष्ठ उपयोग के लिए रिवर्स ऑसमॉसिस की माँग काफी बढ़ जाएगी।

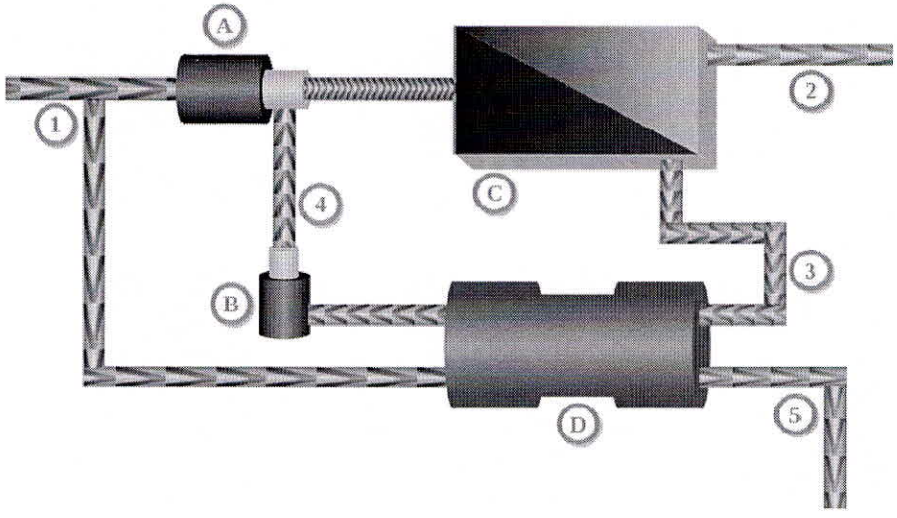
रिवर्स ऑसमॉसिस संयंत्र में कुछ परेशानियाँ भी हैं। जैसे सूक्ष्मजैवीय गतिविधि के कारण जैवीय परत बन जाती है जो झिल्ली का अव☺ करती है। ऐसे में उच्च अस्वीकृत सांद्रता से झिन्लली के नष्ट होने का डर रहता है। झिल्ली को ठोस कणों से दूर रखना चाहिए कइस ` झिल्ली में ये निलंबित ठोस कण फंस जाते हैं जिससे सांद्रण का ध्रुवण हो जाता है और अघुलनशील लवण का अवक्षेपण हो जाता है। इससे निपटने के लिए पूर्व झिल्ली द्वारा निलंबित ठोस कणों को पूरी तरह अलग कर लेना चाहिए। झिल्ली की सतह पर विलयन का प्रवाह समानान्तर क्रम में बनाए रखा जाए जिसकी गति भी काफी तीव्र हो जिससे अस्वीकृत सांद्रता से झिल्ली पर प्रतिबल न बढ़ने पाए।

चित्र 2 एवं 3 द्वारा इस प्रकिया को दर्शाया गया है

रिवर्स ऑसमॉसिस सिस्टम द्वारा पानी को नमक रहित बनाने की प्रकिया में निम्न कार्य पूर्ण होते है :–

1. समुद्री जल अपवाह
2. साफ जल प्रवाह (40%)
3. संकेन्द्रण प्रवाह
4. समुद्री जल प्रवाह
5. संकेन्द्रण नली

A. उच्च दाब प्रवाही पम्प
B. घुमाने के लिये पम्प
C. झिल्ली के साथ ऑसमॉसिस यूनिट
D. दाब परिवर्तन यूनिट



उपसंहार

जल की गुणवत्ता से अभिप्राय इनमें विषैले तत्वों, प्रदूषकों और रोगाणुओं की अनुपस्थिति से होता है। वास्तव में, समय के साथ एक दृष्टि विकसित हो गयी है जिसके माध्यम से कइस के पीने को योग्यता का मूल्यांकन करने में सक्षम होते हैं और वह बहुत नमकीन या सड़ा हुआ जल नहीं पीते हैं।

जल की एक सीपित तकनीक Reverse osmosis तकनीक है, बहरहाल,, यह तकनीक केवल स्वच्छ जल की मात्रा बढ़ाने एवं पुनः प्रयोग तथा पुनः सृजन के माध्यम से अपशिष्ट जल में कमी लाने पर ही केन्द्रित है।