महासागरीय जल की लवणता एवं घनत्व

(Salinity and Density of Ocean Water)

महासागरों एवं समुद्रों का जल खारा होता है। महासागरीय जल में अनेक प्रकार के खनिज लवण घुले रहते हैं। किन्तु समुद्री जल की लवणता का मुख्य कारण उसमें सोडियम क्लोराइड (sodium chloride) की अधिकता है। वस्तुतः महासागरीय जल की लवणता उसमें घोल रूप में पाये जाने वाले सभी प्रकार के लवणों के योग का द्योतक है। समुद्र के प्रति हजार ग्राम जल में विभिन्न प्रकार के लवणों की जितनी ग्राम मात्रा पायी जाती है, उसे ही लवणता (salinity) की संज्ञा प्रदान की जाती है। समुद्र वैज्ञानिक लवणता को प्रतिशत (%) में न व्यक्त करके प्रति हजार (‰) में प्रगट करते हैं। उदाहरणार्थ, यदि 1000 ग्राम समुद्री जल में घुले हुए लवणों की मात्रा 35 ग्राम है, तो उस जल की लवणता 35‰ होगी। अतः स्पष्ट है कि महासागरीय जल के प्रति एक हजार भाग में घुले हुए खनिज लवणों का भाग ही उसकी लवणता है।

महासागरीय जल का संघटन (Composition of Ocean Water)

महासागरीय जल विभिन्न प्रकार के लवणों का मिश्रण है। इन लवणों की कुल मात्रा महासागरों के विभिन्न भागों में एक समान नहीं होती, किन्तु इन खनिज पदार्थों का पारस्परिक अनुपात सदा और सर्वत्र स्थिर होता है। उदाहरणार्थ, यदि किसी एक घटक की मात्रा कम हो जाती है, तो अन्य सभी घटकों की मात्रा में सानुपातिक कमी पायी जाती है। ज्ञातव्य है कि महासागरीय जल के खारेपन में अन्तर के बावजूद समुद्री जल का औसत खारापन (average salinity) 35‰ माना जाता है। दूसरे शब्दों में, समुद्र के प्रति 1000 ग्राम जल में 35 ग्राम विभिन्न खनिज लवणों का घोल पाया जाता है।

सारणी 18.1 में **डिटमार (Dittmar)** द्वारा दिया गया विभिन्न प्रमुख लवणों का वजन तथा प्रतिशत प्रस्तुत है। प्रस्तुत सारणी 'चैलेंजर अभियान' में प्राप्त आँकड़ों पर आधारित है।

सारणी 18.1

महासागरीय जल में विभिन्न लवणों का भार एवं प्रतिशत

लवण	मात्रा ‰	प्रतिशत
सोडियम क्लोराइड	27.213	77.8
मैगनेशियम क्लोराइड	3.807	10.9
मैगनेशियम सल्फेट	1.658	4.7
कैल्सियम सल्फेट	1.260	3.6
पोटैशियम सल्फेट	0.863	2.5
कैल्सियम कार्बोनेट	0.123	0.3
मैगनेशियम ब्रोमाइड	0.076	0.2
	35.000	100.0

वैज्ञानिकों के द्वारा किये गए निरीक्षणों के अनुसार उपर्युक्त लवणों की मात्रा 33‰ से 37‰ तक महासागरों में पाई जाती है, किन्तु उनके **पारस्परिक अनुपात** में कोई परिवर्तन नहीं होता।

'चैलेन्जर' अभियान के दौरान किये गए विश्लेषण के आधार पर समुद्री जल में 47 प्रकार के लवणों का न्यूनाधिक मात्रा में पाया जाना निश्चित हुआ। इनमें सर्वाधिक मात्रा में साधारण नमक अथवा सोडियम क्लोराइड होता है। इन लवणों के अतिरिक्त, समुद्री जल में ब्रोमाइन, कार्बन, बोरान, सिलिकान स्ट्रान्टियम तथा फ्लोरिन आदि भी थोड़ी मात्रा में पाये जाते हैं। वायुमण्डलीय गैसों की थोड़ी मात्रा भी समुद्र के जल में घुली अवस्था में पाई जाती है। इन गैसों में आक्सीजन तथा कार्बन डाइआक्साइड का समुद्री जीवों तथा वनस्पतियों में पाये जाने वाले विभिन्न जैविक प्रक्रमों (organic processes) में विशेष महत्व होता है। ज्ञातव्य है कि नाइट्रेट, फास्फेट तथा सिलिकेट को 'उर्वरक' अथवा 'पौधों के पोषक तत्व' भी कहा जाता है। वायुमण्डल में आक्सीजन तथा नाइट्रोजन का अनुपात 1 : 3.7 होता है, किन्तु समुद्र के जल में इन गैसों का अनुपात 1 : 1.7 होता है, जिसका कारण आक्सीजन गैस की अधिक घुलनशीलता है। वैज्ञानिकों का अनुमान है कि पृथ्वी की पपड़ी (earth's crust) में उपस्थित सभी तत्व किसी न किसी रूप में सागर-जल में पाये जाते हैं। सोना, चाँदी, ताँबा, जस्ता, सीसा, निकेल, कोबाल्ट, मैगनीज, अल्यूमिनियम, लोहा तथा सिलिकन आदि रासायनिक तत्व बहुत थोड़ी मात्रा में समुद्र के जल में घोल के रूप में विद्यमान हैं। वैज्ञानिक गणनानुसार प्रति घन मील समुद्र के जल में 14 पौण्ड सोना तथा 500 पौण्ड सीसा घोल रूप में मौजूद है। जिस प्रकार आज समुद्री जल से सोडियम क्लोराइड और मैगनेशियम निकाला जाना सम्भव है, उसी प्रकार भविष्य में अन्य खनिजों का दोहन भी सम्भव हो सकेगा।

लवणता का महत्व (Significance of Salinity)—समुद्र के जल की लवणता समुद्री मछलियों, अन्य समुद्री जीव-जन्तुओं तथा प्लैंकटन आदि के वितरण को महत्वपूर्ण ढंग से प्रभावित करती है। लवणता के ही द्वारा समुद्री जल का घनत्व नियंत्रित होता है। 24.70‰ से अधिक लवणता वाले समुद्री जल का घनत्व लवणता में वृद्धि के साथ-साथ उसके **हिमांक** तक निरन्तर बढ़ता जाता है। इसी प्रकार समुद्री जल के अपवर्तनांक (refractive index) में तापमान में न्यूनता तथा लवणता में वृद्धि के फलस्वरूप वृद्धि होती है। लवणता के ही कारण समुद्री जल का हिमांक अपेक्षाकृत कम अर्थात् -1.8° सेल्सियस होता है। लवणता की मात्रा के आधार पर समुद्री जल का हिमांक घटता-बढ़ता रहता है। लवणता के कारण समुद्री जल का क्वथनांक (boiling point) मीठे पानी की अपेक्षा अधिक होता है। इनके अतिरिक्त, महासागरीय धाराओं की उत्पत्ति में भी लवणता का महत्वपूर्ण योगदान होता है। समुद्री जल की अनेक भौतिक विशेषतायें हैं– जैसे, परासरणी दाब (osmotic pressure), वैद्युत् चालकता (electrical conductivity), संपीड्यता (compressibility), श्यानता (viscosity), विसरण (diffusion), प्रकीर्णन (scattering), पृष्ठीय तनाव (surface tension) – जिन पर लवणता का प्रभाव पड़ता है।

महासागरीय लवण के विविध स्रोत (Various Sources of Oceanic Salts)

भूपर्पटी में पाये जाने वाले खनिज लवण धरातल पर बहने वाले जल में घुल जाते हैं और नदियाँ अपने जल में घोल रूप में उपस्थित इन लवणों को समुद्रों में डाल देती हैं। यह क्रिया पृथ्वी की ऊपरी पर्त के ठोस होने के समय से आज तक निरन्तर होती आ रही है। नदियों के जल में घुले हुए लवणों का संघटन परिवर्तनशील होता है तथा वह वर्षा की मात्रा एवं उन शैलों एवं मृदाओं पर निर्भर करता है, जो प्रवाहित जल के सम्पर्क में आते हैं। **एफ. डब्ल्यू. क्लार्क** (1924) की गणनानुसार संसार की सभी नदियाँ 2.73×10^{19} मेट्रिक टन घुले हुए ठोस पदार्थ प्रति वर्ष समुद्रों में अपने साथ बहाकर ले आती हैं। नदियों के जल में कैल्शियम कार्बोनेट की मात्रा अधिक होती है और सोडियम क्लोराइड बहुत थोड़ी मात्रा में पाया जाता है। इसी प्रकार नदी के जल में सिलिका की प्रधानता होती है, जो खारे पानी में अत्यधिक न्यून मात्रा में होता है। इसके अतिरिक्त, महासागरीय जल में सर्वाधिक

मात्रा में पाये जाने वाले खनिज पदार्थ जैसे, क्लोराइड, सल्फेट तथा ब्रोमाइड आदि भूपृष्ठीय शैलों अथवा वहते हुए जल में वहुत कम पाए जाते हैं। स्मरणीय है कि समुद्र में रहने वाले असंख्य जीव समुद्री जल से चूने का अंश ग्रहण करके अपनी खोलों, हड्डियों तथा शरीर के अन्य अवयवों का निर्माण करते हैं। समुद्री वनस्पतियाँ भी कैल्शियम कार्वोनेट का उपयोग करती हैं। इसी प्रकार समुद्र के भीतर पाये जाने वाले स्पांज, डायटम तथा रेडियोलेरिया आदि जल से सिलिका का अवशोषण करते हैं। इन्हीं सव कारणों से इन खनिजों की कमी पाई जाती है। अन्य खनिज पदार्थ जो समुद्री जीव-जन्तुओं के लिये आवश्यक नहीं होते, समुद्र में अधिकाधिक मात्रा में संचित होते रहते हैं।

नदियों के जल में लवणों की मात्रा में कमी तथा समुद्रों के जल में उन्हीं लवणों की अधिकता का कारण आसानी से समझा जा सकता है। यद्यपि नदियाँ निरन्तर लवण पदार्थ समुद्रों में डालती रहती हैं, किन्तु समुद्रों की सतह पर होने वाली वाष्पन क्रिया के फलस्वरूप स्वच्छ जल (pure water) जलवाष्प में परिवर्तित होकर वायुमण्डल में मिल जाता है, जवकि घुले हुये लवण समुद्र-जल में ही रह जाते हैं। इस प्रकार समुद्रों के जल में लवण की मात्रा में धीरे-धीरे वृद्धि होती जाती है। इस तरह महासागरीय जल में लवणता के लिये नदियों को सर्वाधिक महत्वपूर्ण अभिकर्ता (agent) मान लेना स्वाभाविक है।

ध्यान देने योग्य वात यह है कि लवण की जो मात्रा नदियों द्वारा समुद्रों में पहुंचाई जाती है, वह समुद्रों में उपस्थित कुल लवण पदार्थों का सूक्ष्मांश ही होता है। इसमें से भी आंशिक रूप से लवण पदार्थ समुद्रों से वाहर निकल जाते हैं अथवा उन्हें समुद्रों में रहने वाले जीव-जन्तु अथवा पौधे आदि उपयोग में लाते हैं। फिर भी महासागरों में साधारण तौर पर सर्वत्र लवण पदार्थों के भार में एकरूपता पाई जाती है। इसका कारण समुद्र के जल का निरन्तर गतिशील होना है, जिसके फलस्वरूप उसमें मिश्रण होता रहता है।

इस प्रकार नदियों द्वारा लाये गये खनिज लवण की समुद्रों में संचित राशि के आधार पर सभी महासागरों की उत्पत्ति काल का निर्धारण करने पर लगभग दस करोड़ वर्ष का अनुमान किया जाता है, जो अन्य विधियों से की गई काल गणना से बहुत कम है। अतः समुद्रों की सम्पूर्ण लवण राशि को नदियों द्वारा ही लाया गया मान लेना तर्कसंगत प्रतीत नहीं होता। ज्ञातव्य है कि नदियों के जल के संघटन में भी पर्याप्त अन्तर पाया जाता है, और विश्व की सभी नदियों के जल का रासायनिक विश्लेषण भी नहीं किया जा सका है। किन्तु अब तक किये गए विश्लेषणों से दो बातों का पता चलता है : पहला यह कि समुद्रों में पाये जाने वाले कुल लवण मात्र नदियों द्वारा ही नहीं लाये गए, दूसरा यह कि अतीत में नदियों के जल का रासायनिक संघटन वर्तमान से बिल्कुल भिन्न रहा होगा।

समुद्री लवण के अन्य स्रोत भी हैं। पवन द्वारा उड़ा कर लाया गया खनिज लवण समुद्रों में डाला जाता है। कभी-कभी अन्तःसमुद्री ज्वालामुखी के उद्‌गारों से भी समुद्र में लवण की कुछ मात्रा संचित होती है। इनके अतिरिक्त, समुद्र की लहरों से तटवर्ती क्षेत्रों का कटाव होता है और तटवर्ती शैलों में निहित खनिज लवण इस प्रकार समुद्र के जल में घुल जाता है।