समुन्दर नमकीन क्यों है?

लेखक : अंजलि सिंघल

विवेक अपने अंकल के साथ एक मोटरबोट पर सवार होकर खुले समुन्दर की सैर कर रहा था। वह अपने जीवन में पहली बार समुन्दर देख रहा था। बड़ा ही रोमांचक अनुभव था।

एक स्टील टिफ़िन में रखे घर के बने फ़्रेंच फ़्राइज़ उसके सामने करते हुए अंकल ने पूछा, "विवेक, इनमें से कुछ खाना चाहोगे?"

"ज़रूर!" विवेक बोला। उसने दो फ़्रेंच फ़्राइज़ अपने मुँह में डाले और चटकारते लेते हुए उन्हें चबाने लगा।

विवेक को उँगलियों पर लगा हुआ नमक चाटते हुए देख, अंकल ने कहा, "इनमें समुद्री नमक है।"

"अंकल, क्या बढ़िया बात बताई आपने!" विवेक चहका। "मैंने समुद्री नमक के बारे में स्कूल के पुस्तकालय की एक किताब में पढ़ा था। वह इस सागर जैसी बहुत गर्म जगहों से आता है। अगरिया मज़दूर समुन्दर का पानी निकालने के लिए कुँए खोदते हैं। समुन्दर का पानी बड़े-बड़े, चौकोर खेतों में भर जाता है। तपती धूप में, पानी सूख जाता है और समुद्री नमक के रवे रह जाते हैं।"

"वाह! तुम तो बहुत कुछ जानते हो!" अंकल विवेक की तरफ़ देखकर मुस्कराते हुए बोले। "तट पर पहुँचकर शायद हम कुछ अगरिया मज़दूरों से मिल सकेंगे।" फिर थोड़ा रुककर उन्होंने पूछा, "और क्या तुम्हें मालूम है समुद्री नमक में क्या है?"

"सोडियम और क्लोराइड आयन। सादे नमक की तरह?" विवेक ने पूछा।

"बिल्कुल," अंकल ने कहा। "लेकिन समुद्री पानी में और भी आयन होते हैं। समुद्री पानी में घुले हुए ठोस पदार्थों के लगभग ११.४% वज़न में चार ऋणायन (anions) और चार धनायन (cations) होते हैं। सोडियम और क्लोराइड आयनों के अलावा, मैग्नीशियम (Mg^{2+}), कैल्शियम (Ca^{2+}), पोटेशियम (K^{+}), सल्फेट (SO_4^{2-}),

हाइड्रोजन कार्बोनेट (HCO_3^-) और ब्रोमाइड (Br^-) आयन भी होते हैं। ये सब कई तरह से जुड़कर विभिन्न रासायनिक लवण बन जाते हैं।"

धनायन	ऋणायन
सोडियम (Na^+)	क्लोराइड (Cl^-)
मैग्नीशियम (Mg^{2+})	सल्फ़ेट (SO_4^{2-})
कैल्शियम (Ca^{2+})	हाइड्रोजन कार्बोनेट (HCO_3^-)
पोटैशियम (K^+)	ब्रोमाइड (Br^-)

विवेक ने अपने होंठों के ऊपर लगी समुद्र की बूँदों को चाटते हुए कहा, "अंकल, यह स्वाद में काफ़ी हद तक सादे नमक जैसा ही है।"

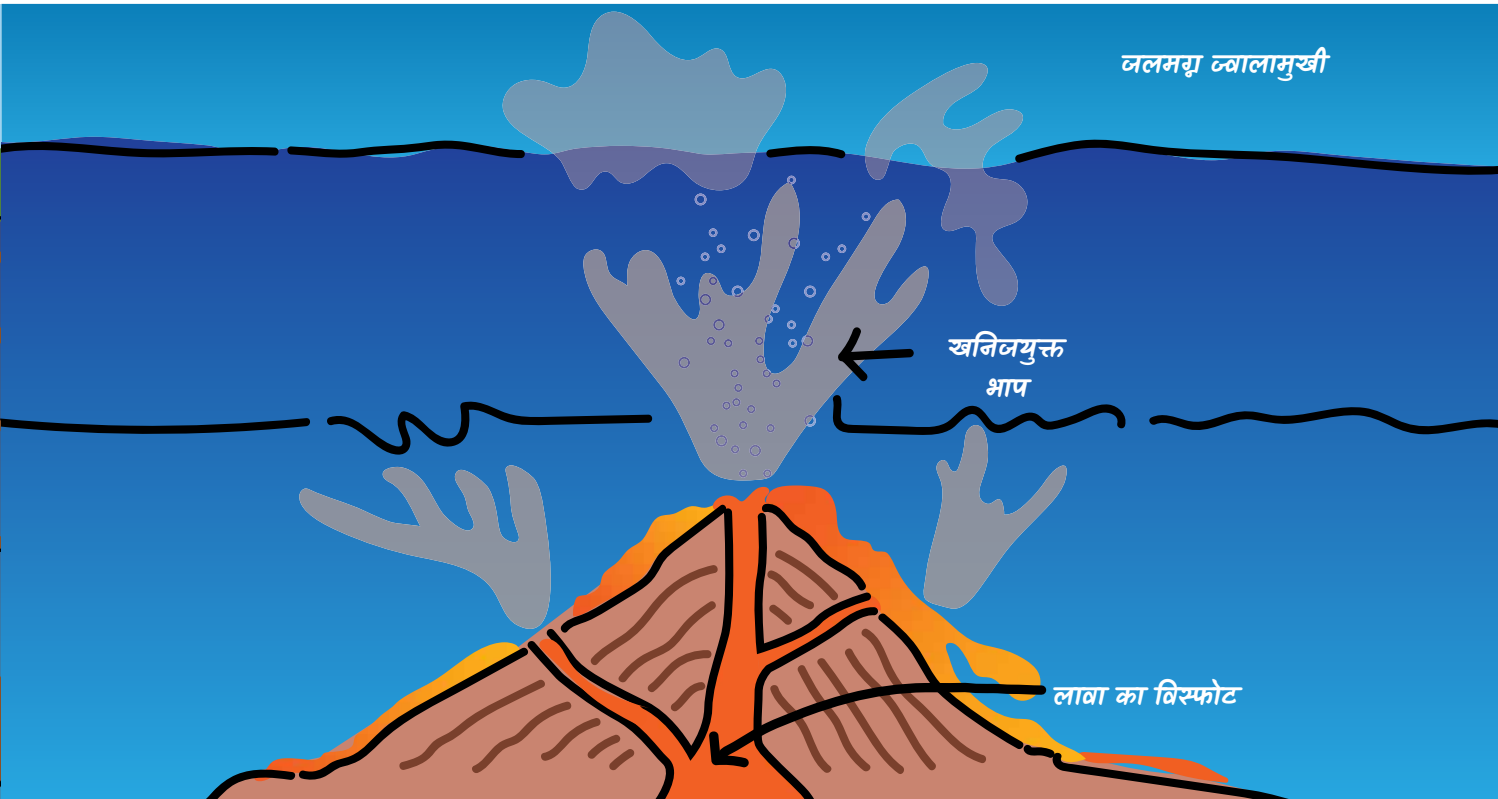
"इसकी वजह यह हो सकती है कि समुन्दर के पानी में सोडियम और क्लोराइड आयन सबसे ज़्यादा पाए जाते हैं।"

"लेकिन समुन्दरों और महासागरों में ये आयन आते कहाँ से हैं?"

"यह सवाल हममें से कई लोग पूछते रहे हैं! और हमारे पास कुछ जवाब हैं," अंकल बोले। "इनमें से कुछ आयन जलमग्न ज्वालामुखियों के विस्फोट से आते हैं।"

"आप कहना चाहते हैं कि समुन्दर के अन्दर भी ज्वालामुखी होते हैं?" विवेक ने अचम्भे के साथ कहा। "तो फिर हमें पानी के विशाल विस्फोट दिखते क्यों नहीं हैं?"

"विस्फोट तो होते ही रहते हैं। लेकिन क्योंकि वे पानी के अन्दर होते हैं, इसलिए वे विस्फोट कभी-कभार ही ज़मीनी विस्फोटों के जितने धमाकेदार होते हैं," अंकल ने समझाया। "इन समुद्री विस्फोटों के साथ बाहर निकलता लावा चट्टानों में फँसे हुए लवणों में से कुछ-कुछ लवण समुन्दर के पानी में पहुँचा देता है।"



“अंकल, मैं यह शब्द जानता हूँ!” विवेक ने कहा। “लावा एक गर्म द्रव्य होता है, है न?”

“हाँ ये धरती के केन्द्र से निकली गर्म पिघली हुई चट्टानें होती हैं,” अंकल ने सहमति में सिर हिलाते हुए कहा। “कुछ नमक जलमग्न गर्म चश्मों से निकलते जलतापीय द्रवों के ज़रिए समुन्दर के पानी में घुल जाता है!”

“जलमग्न गर्म चश्मे मतलब?” विवेक ने पूछा।

“समुद्र के पेंदे में दरारें होती हैं। समुद्री पानी इन दरारों में रिस जाता है और धरती के केन्द्र में स्थित लावा के सम्पर्क में आकर गर्म हो जाता है। वह पानी जितना ज़्यादा गर्म हो जाता है, चट्टानी परत से उतने ही अधिक खनिज लवणों को घोल लेता है,” इतना कहकर अंकल रुके। “जब पानी को गर्म किया जाता है तो उस पानी का क्या होता है, विवेक?”

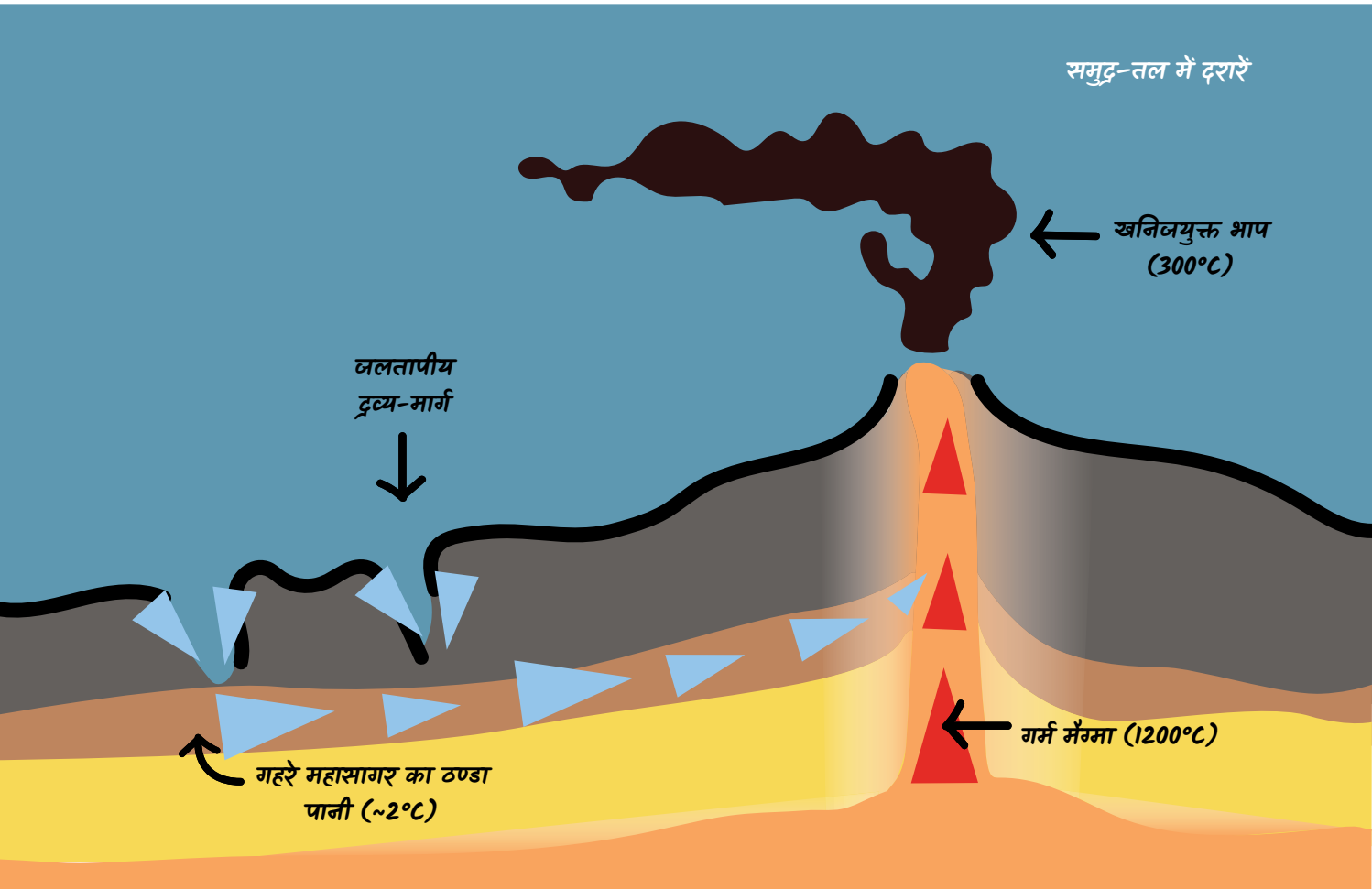
“क्या वह भाप बनकर ऊपर जाने लगता है?” विवेक ने पूछा।

“बिल्कुल,” अंकल मुस्कराए। “अन्ततः, यह द्रव्य इतना गर्म हो जाता है कि यह समुद्र तल में मौजूद जलतापीय द्रव-मार्गों से खनिज-युक्त भाप के रूप में ऊपर निकलने लगता है।”

“वाह!” विवेक ने अचम्भा व्यक्त किया।

“इनमें से कुछ रासायनिक लवण नमक के गुम्बदों से भी आ सकते हैं,” अंकल ने आगे बताया।

“वो क्या होते हैं?” विवेक ने पूछा।



"लम्बी अवधि में ज़मीन के नीचे और पानी के नीचे, रासायनिक लवणों के विशाल ढेर लग जाते हैं," अंकल ने बताया, "लवण की यह परत ऊपर की तरफ़ बहती हुई सतह पर एक कुकुरमुत्ते के आकार की या बेलनाकार संरचना जैसी बना देती है।"

"और इसमें से कुछ लवण समुन्दर के पानी में घुल जाता है," विवेक ने आख़िर में कहा।

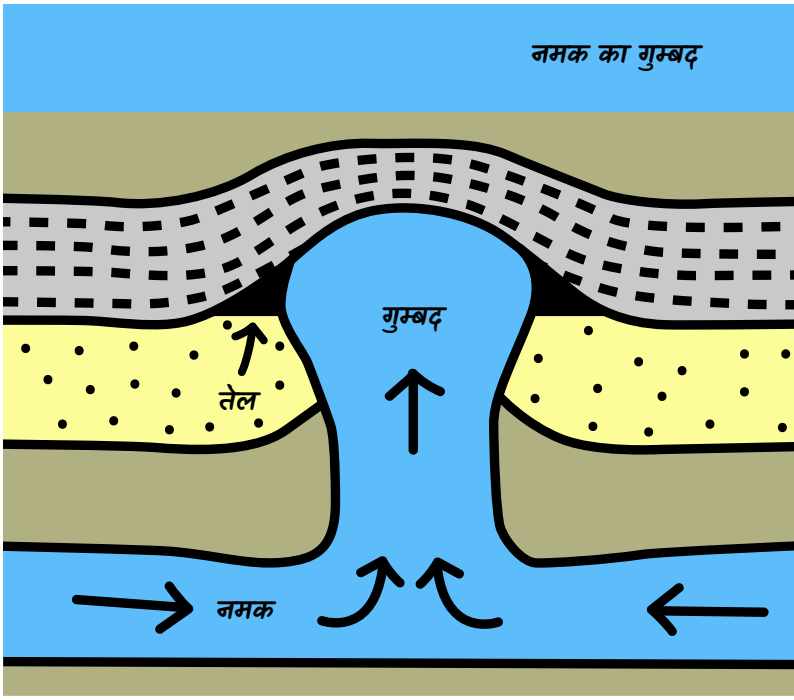
अंकल ने सिर हिलाकर सहमति जताई।

"जलमग्न ज्वालामुखी, गर्म चश्मे, और नमक का गुम्बद!" विवेक ने अचम्भा व्यक्त किया। "समुद्र और महासागर बड़े ही दिलचस्प हैं!"

"फिर भी, हमें बहुत कम पता है कि समुद्री पेंदे में क्या होता है," अंकल ने जवाब दिया। "वैसे, समुद्रों और महासागरों में कुछ आयन ज़मीनी चट्टानों से भी आते हैं।"

"सचमुच?" विवेक ने मुड़कर अंकल की ओर देखा, "कैसे?"

"नदियों और अन्य बहावों के ज़रिए," अंकल अपनी बात पर ज़ोर डालने के लिए रुके।



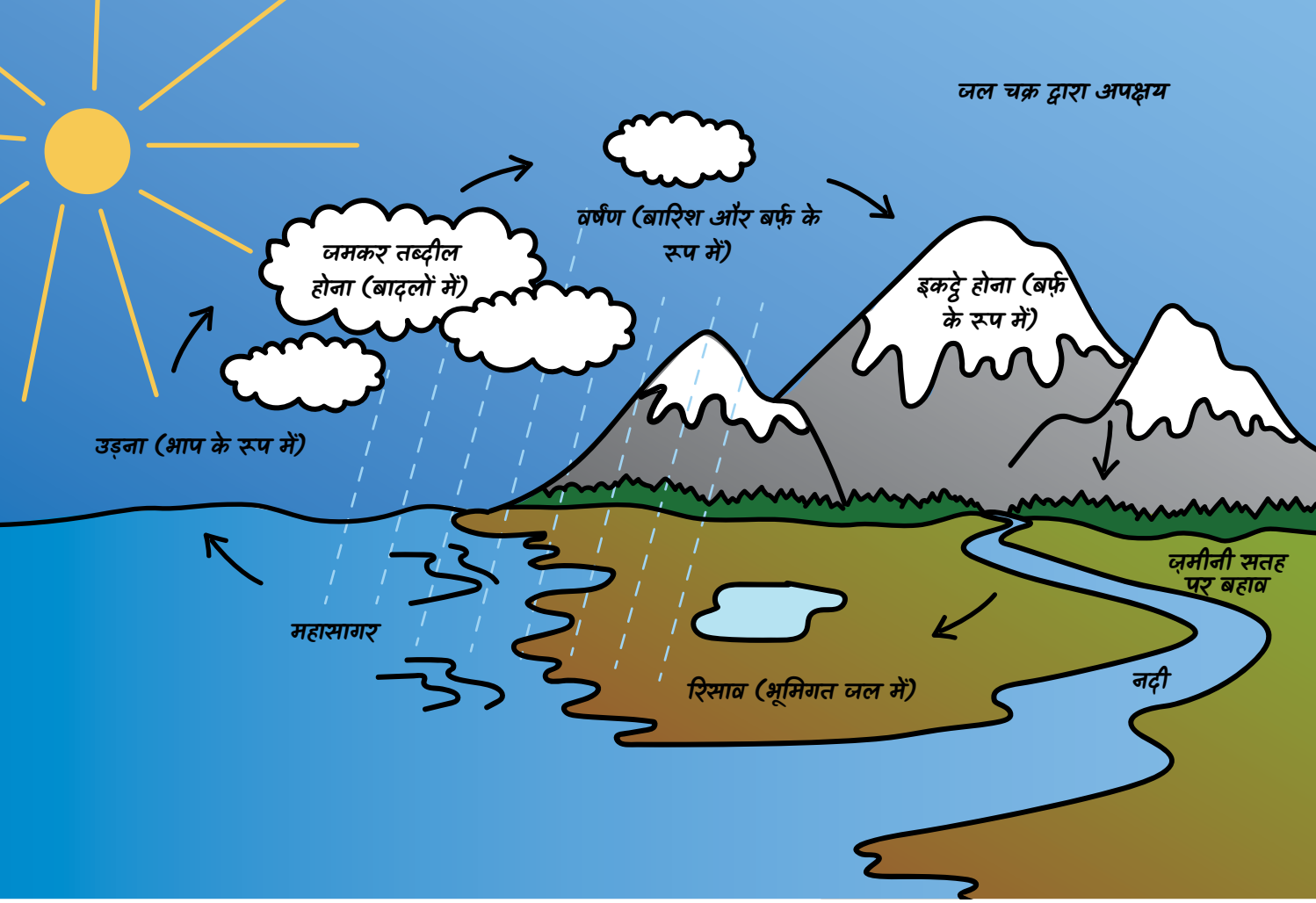
"ज़रूर आप मज़ाक कर रहे हैं न!" विवेक ने अंकल की ओर शंका के साथ देखते हुए अचम्भा व्यक्त किया। "नदियों में मीठा पानी होता है। याद है, हमारे घर के पास की नदी के पानी का स्वाद कितना अच्छा है? वह नदी समुन्दर तक नमक कैसे ले जाएगी?"

"मुझे तुम्हारे घर के पास की नदी का पानी याद है— कितना ठण्डा और कितना मीठा," अंकल ने बात मानी। "लेकिन वह नदी भी समुन्दर तक आयन पहुँचाती है, विवेक। सोडियम क्लोराइड भी। सोडियम क्लोराइड के कण इतनी कम मात्रा में होंगे कि हम उसका स्वाद नहीं चख पाते," अंकल ने विवेक के चेहरे पर संशय का भाव देखकर मुस्कराते हुए कहा।

विवेक ने ख़ामोशी से इस सबके बारे में कुछ मिनट सोचा। फिर उसने पूछा, "लेकिन, अंकल, ज़मीनी चट्टानों से खनिज नदियों में पहुँचते कैसे हैं?"

अंकल ने फट से जवाब दिया, "बारिश के पानी से।"

"मैं नहीं मानता, अंकल। मैं बारिश का पानी चख चुका हूँ। वह समुन्दर के पानी जितना नमकीन नहीं होता," विवेक के चेहरे पर अविश्वास साफ़ दिख रहा था। "हमने स्कूल में भी पढ़ा है कि महासागरों, समुद्रों, नदियों, पोखरों, और यहाँ तक कि मिट्टी का पानी भी सूरज की धूप में भाप बनकर उड़ जाता है। जैसे-जैसे भाप ऊपर उठती है, वह जमकर बादलों में तब्दील हो जाती है, और धरती पर बारिश के ज़रिए वापस आती है। नमक भला कहाँ से आएगा?"



"क्या तुम्हारी पाठ्यपुस्तक तुम्हें बताती है कि पानी एक सार्वभौमिक विलायक (घोलक) है, यानी सब कुछ घोलनेवाला?" अंकल ने पूछा।

"हाँ..." विवेक ने जवाब दिया।

"और क्या यह भी बताती है कि धरती के वायुमण्डल में कार्बन डाईऑक्साइड जैसी गैसें हैं?"

"हाँ, अंकल," विवेक ने थोड़ी हैरानी से कहा। "लेकिन वायुमण्डल में कार्बन डाईऑक्साइड गैस की मौजूदगी का समुद्रों में लवणों से क्या लेना-देना?"

अंकल मुस्कराए। "जब बारिश होती है, वायुमण्डल में मौजूद कार्बन डाईऑक्साइड बारिश के पानी में घुल जाती है और उसके साथ अभिक्रिया करती है। इस अभिक्रिया से कार्बनिक अम्ल (H_2CO_3) बनता है। यह एक दुर्बल अम्ल होता है, मगर क्षयकारक होता है। अनुमान लगाओ कि क्या होगा जब यह बारिश मिट्टी और चट्टानों पर गिरेगी?"

"क्या वह अम्ल उनके साथ अभिक्रिया करने लगेगा?" विवेक ने पूछा।

"एकदम सही!!" अंकल ने सिर हिलाकर सहमति जताई। "यह एक तरीक़ा है, जिससे ज़मीन का अपक्षय होता है। ज़मीनी चट्टानों और मिट्टी में मौजूद कुछ खनिज बारिश के पानी में घुल जाते हैं। ये घोल बहकर नदियों में चला जाता है।"

"और नदियाँ बहते हुए समुद्रों और महासागरों में मिल जाती हैं।" विवेक ने जोड़ा।

अंकल ने सहमति में सिर हिलाया। "कुछ अनुमान बताते हैं कि हर साल चार अरब टन आयन और नमक नदियों से समुद्रों और महासागरों में मिल जाता है।"

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

Carbon Dioxide + Water = Carbonic Acid

"यह तो बहुत ही ज़्यादा है !!" विवेक ने अचम्भित होकर कहा।

"और समुद्रों और महासागरों को लाखों-करोड़ों ज़मीनी स्रोतों से बहता पानी मिलता है," अंकल ने कहा।

"और-तो-और पानी के नीचे भी काफ़ी हलचल होती है!" विवेक ने जोड़ा।

"हाँ। और ये सब लाखों-करोड़ों सालों से चलता आ रहा है।"

"तो फिर तो समुद्र और महासागर और भी ज़्यादा नमकीन होते जा रहे होंगे?" विवेक ने पूछा।

"ऐसा नहीं है," अंकल ने जवाब में कहा। "हम पक्के तौर पर तो नहीं जानते कि ऐसा क्यों है। लेकिन ऐसा लगता है कि समुद्रों और महासागरों के नमकीन तत्व अन्य प्रक्रियाओं से सन्तुलित हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, इनमें से काफ़ी सारे आयन समुद्रों और महासागरों के पेंदों में तलछट के रूप में जमा हो जाते हैं। समुद्रों और महासागरों को नदियों, बारिश, बर्फ़ गिरने, और हिमनदों के पिघलने से भी मीठा पानी मिलता रहता है।"

अंकल ने विवेक को थोड़ी देर सोचते रहने दिया। उन्हें नाव से लहरों के टकराने की आवाज़ सुनाई पड़ रही थी और कुछ परिन्दे उड़कर उनकी तरफ़ आते दिखाई पड़ रहे थे।

विवेक के दिमाग़ में एक नया विचार कौंधा, उसने पूछा, "अंकल, क्या ऐसा हो सकता है कि इन फ़्रेंच फ़्राइज़ में मौजूद समुद्री नमक हज़ार साल पुराना हो?"

"हो सकता है," अंकल ने गम्भीरतापूर्वक जवाब दिया। "सोडियम और क्लोराइड के आयन अन्य प्रक्रियाओं में उतने नहीं खपते जितने बाकी घुलित खनिज पदार्थ। तो यह मुमकिन है कि नमक के जो क्रिस्टल तुम्हारे फ़्राइज़ में हैं, वे सदियों पुराने हों।"

*"बड़ी हैरतअंगेज़ बात है, अंकल!" विवेक ने ख़ुश होकर कहा। "मैं यह बात अपनी मम्मी को और स्कूल में मेरे शिक्षक को बताने के लिए उतावला हो रहा हूँ। अगर इनमें समुद्री नमक का इस्तेमाल होता है, तो फिर तो फ़्रेंच फ़्राइज़ को **फ़ास्ट फूड** नहीं कहा जा सकता!"*

अंकल हँस पड़े।

* * *

लेखक के बारे में

अंजलि सिंघल *ने बनारस हिन्दू विश्वविद्यालय (बीएचयू), वाराणसी से एमएससी करने के बाद जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय (जेएनयू), दिल्ली से एमफिल-पीएचडी की। वे एक पोस्टडॉक्टोरल फेलो की हैसियत से वनस्पतिविज्ञान विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद में काम कर चुकी हैं। अंजलि कोविड-19 लॉकडाउन के दौरान बच्चों के लिए कहानियाँ लिखने के अपने शौक़ से रूबरू हुईं। अभी हाल ही में, उन्होंने* ***बोलती बुक्स विद अंजलि*** *(@BoltiBookswithAnjali25) नामक यूट्यूब चैनल शुरू किया है। उनसे singhal.anjali@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।*

डिज़ाइन और चित्रांकन : *विद्या कमलेश*

अनुवाद : *निर्भय भोगल* ***पुनरीक्षण :*** *सुशील जोशी*

कॉपी एडिटर : *शहनाज़*