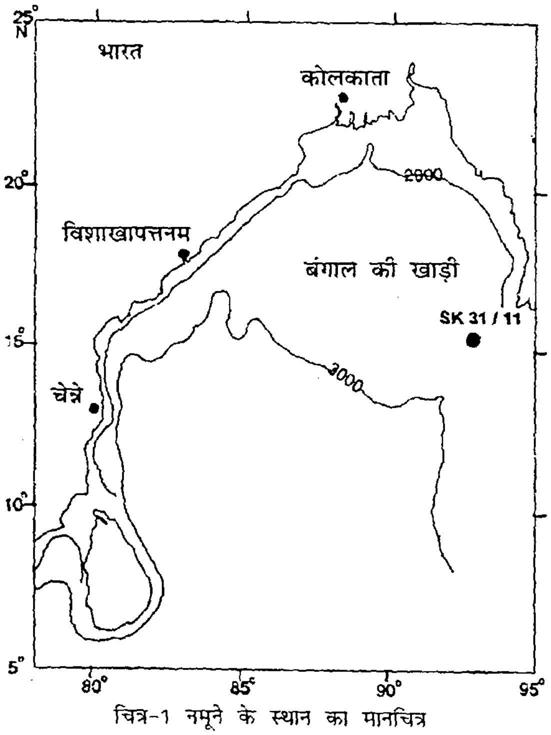
पुरा-मानसून में विगत 20 हजार वर्षों में परिवर्तन : समुद्री प्रमाण

ओंकार सिंह चौहान*

जलवायु परिवर्तन में सौर ऊर्जा का सबसे महत्वपूर्ण योगदान है। सूर्य के गिर्द घूमती पृथ्वी पर, उसकी कक्षा तथा अंश में बदलाव से 1 लाख 44 हजार एवं 23 हजार वर्षों के अन्तराल में सौर ऊर्जा की घटती-बढ़ती मात्रा पृथ्वी की सम्पूर्ण जलवायु को प्रभावित करती है। सूर्य के नजदीक अधिक सौर ऊर्जा संभरण करती है जिससे ध्रुव एवं पर्वत शृंखलाओं पर स्थित हिम-खण्ड पिघलने लगते हैं। इससे निकला जल अन्ततः समुद्री स्तर को नियंत्रित करता है। यह प्रक्रिया न केवल समुद्र के स्तर को अपितु जलवायु, जिसमें मानसून भी सम्मिलित है को प्रभावित कर धरती पर जनजीवन को नियमित करती है। अतः यह कहना यथार्थ होगा कि धरती पर जनजीवन के विकास के लिए जलवायु परिवर्तन, जिसमें मानसून सबसे अधिक महत्वपूर्ण है, का ज्ञान अनिवार्य है। मानसून का पूर्व अनुमान सही प्रकार से करने के लिए मानसून नियंत्रक प्रक्रियाएं एवं उनके विगत में हुए बदलाव को जानना अति आवश्यक है।

भारतीय महाद्वीप में वर्षा उत्तर-पूर्वी एवं दक्षिण-पश्चिमी मानसून द्वारा होती है जिसमें 80% वर्षा दक्षिण-पश्चिमी मानसून के काल (जून से सितम्बर) में होती है। मानसून की तीव्रता मुख्यरूप से दक्षिण हिन्द महासागर के समुद्री जल के तापमान एवं हिमालय पर सौर-ऊर्जा के द्वारा ताप सन्तुलन की स्थिति पर निर्भर करती है। हिमालय के तापमान में वृद्धि एवं दक्षिण-हिन्द महासागर के जल के तापमान में गिरावट, समुद्री हवाओं को उत्तर की ओर आकर्षित करती हैं एवं यह आद्र हवाएं (दक्षिण-पश्चिमी मानसून) इस प्रदेश की खेती बाड़ी एवं उससे सम्बंधित अन्य व्यवसायों की समृद्धि को नियत करती हैं। चूंकि मानसून की वर्षा जनजीवन के पोषण के लिए अति आवश्यक है, अतः इसके विस्तृत अध्ययन की अति आवश्यकता है।



चित्र-1 नमूने के स्थान का मानचित्र

समुद्र धरती से नदियों द्वारा मृदा, बालू एवं मृतिका प्राप्त करता है, जिसकी मात्रा जमीनी जलवायु पर निर्भर करती

*राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा

है। नदियाँ समुद्र को जल, मृदा, बालू एवं मृतिका की आपूर्ति की मुख्य श्रोत हैं। यह भी विदित है कि नदियों में इन पदार्थों की मात्रा भूखण्डों की जलवायु पर निर्भर करती है। अत: समुद्री सतह पर जमा हुई मिट्टी के कण अपने साथ भूखंडीय जलवायु में बदलाव के संकेतों को भी संजोकर रखते हैं। अत: बंगाल की खाड़ी के गहरे मध्य भाग को अपने अध्ययन के लिए चुना है। इस स्थान पर हिमालय तथा भारतीय भूभाग से मृतिका एवं बालू का संभरण होता है तथा खाड़ी में होने वाली तलछट का भी यहाँ कोई अधिक प्रभाव नहीं पाया गया है।

कार्यपद्धति : समुद्र को मीठे जल एवं मृदा की आपूर्ति मुख्यतौर पर भूखण्डीय जलवायु पर निर्भर करती है। भूखण्डों एवं नदी के जलग्राही क्षेत्रों में बालू एवं मृतिका चट्टानों के अपक्षयण से बनती है। मृदा में मृतिका का निर्माण एवं उसका समुद्र में आवर्तन, स्थान की जलवायु एवं भूवैज्ञानिक मापदण्डों पर निर्भर करता हैं। हमें ज्ञात है कि ठण्डी जलवायु में chlorite नामक मृतिका खनिज का निर्माण बहुतायत से होता है एवं ऊष्मतर-आर्द्र जलावयु illite-kaolinite मृतिका खनिजों को जन्म देती है। (क्लेवर-1989, चौहान-1999)

चूंकि नदियों के जलग्राही स्थल की जलवायु, मृतिका खनिजों के उत्पादन एवं संभरण को नियंत्रित करती है (स्टेनली एवं लियोंगे-1966), अत: गहरे समुद्र में जहाँ मिंट्टी का जमाव मुख्य रूप से suspension से होता है, मृतिका खनिजों का समुद्र में जमाव भी जलवायु से नियंत्रित होगा। अत: एक स्थान पर अधिक chlorite की आपूर्ति मुख्य रूप से ठण्डी, हिमसादी जलवायु से एवं illite तथा kaolinite का जमाव ऊष्म-आर्द्र जलवायु में अधिक होगा।

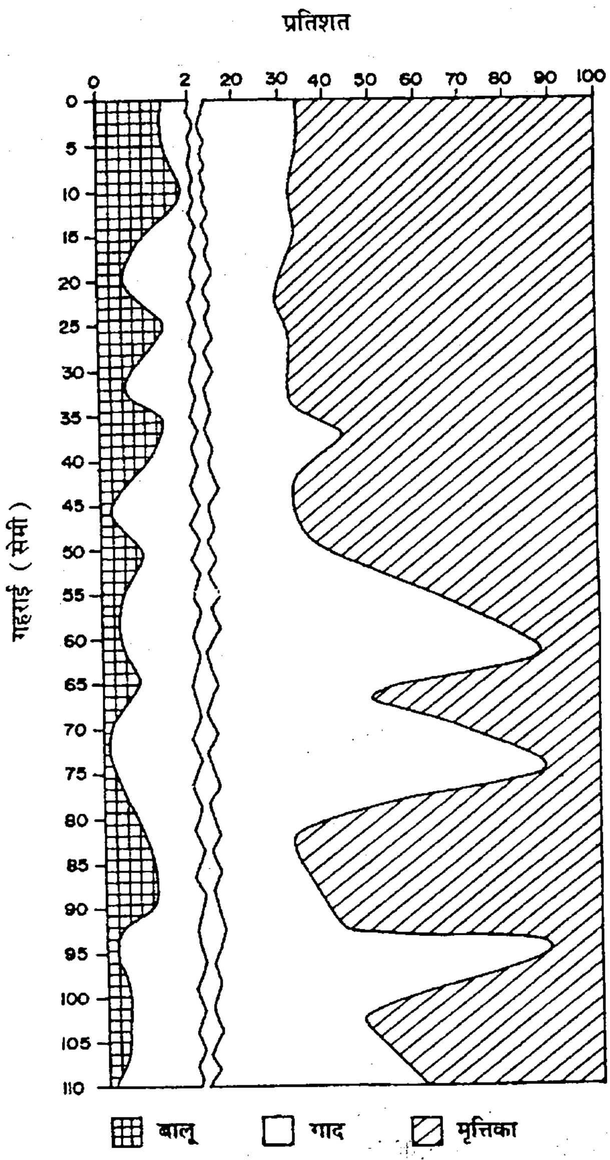
बंगाल की खाड़ी में मृतिका खनिजों का संभरण एवं जमाव भारतीय उपमहाद्वीप की नदियों से होता है। नदियों में जल एवं उसका समुद्र में प्रवाह भी जलवायु पर निर्भर करता है। उदाहरण हेतु अगर हिमालय की जलवायु ठण्डी हो एवं वहां हिम का प्रक्षलन भी अधिक हो तो यह जलवायु दक्षिण-पश्चिमी मानसून की हवाओं की तीव्रता को कम कर उससे होनेवाली वर्षा को भी कम कर देगी। जिसके फलस्वरूप बंगाल की खाड़ी में मृद जल का प्रवाह कम होगा। इसके विपरीत आद्र-ऊष्म जलवायु में भारतीय महाद्वीप में अधिक वर्षा होगी एवं नदियों से बंगाल की खाड़ी को अधिक मृदजल की आपूर्ति होगी।

बंगाल की खाड़ी अपने-आप में विचित्र है क्योंकि इस खाड़ी में प्रचुर नदियों के जल के संभरण से salinity काफी कम हो जाती है। खाड़ी में 80% तक जल गंगा, ब्रह्मपुत्र नदियों द्वारा प्रवाहित होता है। यह भी ज्ञात है कि इन नदियों का जलग्राही क्षेत्र मुख्यत: हिमालय में है एवं इनके पानी में illite (80%), cholrite (8%) एवं kaolinite (6%) मृतिका खनिज मिलते हैं। कोला एवं राव (1980) के अध्ययन यह दर्शाते हैं कि बंगाल की खाड़ी में इन मृतिका खनिजों की मात्रा अधिक है, एवं इनका मुख्य श्रोत हिमालय की नदियों गंगा, बृह्मपुत्र एवं इरावदी हैं।

हिमालय में मृतिका खनिजों का उत्पादन एवं बंगाल की खाड़ी में प्रक्षेपण जलवायु से प्रभावित है। चूंकि Chlorite एवं illite दोनों ही मृतिका खनिजों का श्रोत हिमालय है, एवं इनकी बंगाल की खाड़ी में आपूर्ति जलवायु से नियंत्रित है, अत: मध्य बंगाल की खाड़ी में इन मृतिका खनिजों का संभरण हिमालय की जलवायु पर निर्भर करेगा। यह भी विदित है कि हिमालय की जलवायु भारतीय उपमहाद्वीप के मानसून की तीव्रता को नियंत्रित करती है, अत: हिमालय की मृतिका खनिजों के बंगाल की खाड़ी में हुए जमाव के इतिहास से पुरामानसून में होने वाले बदलावों का शोध कर सकते हैं।

इस अध्ययन के लिए हमने मध्य बंगाल की खाड़ी से (स्थित - 15° 52' N, 91° 52' E; गहराई 2713 मी. चित्र-1) एक 5.4 मीटर लम्बे कोर 31/11 को 22 अन्य कोरों में से चुना। हमने खाड़ी से इस कोर को समुद्र से निकालने के उपरान्त 5 सें.मी. के हिस्सों में काटा एवं उन हिस्सों को लवण मुक्त करने के उपरान्त उनमें मृतिका खनिज की मात्रा को बिस्के (1965) की विधि से निर्धारित किया। इस कोर में विभिन्न हिस्सों की उम्र का पता लगाने के लिए कुछ हिस्सों को (^{14}C तथा 230Th) तकनीकों का प्रयोग किया (विस्तृत वर्णन चौहान एवं अन्य, 1993 में उपलब्ध है)।

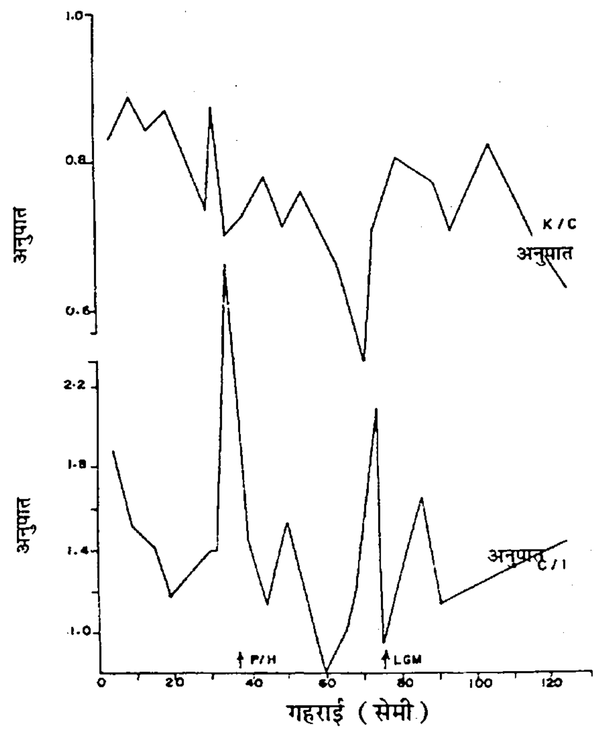
परिणाम : इस अध्ययन के परिणाम चित्र संख्या (2-4) में प्रस्तुत किये गये हैं। इस कोर में मोटी बालू की मात्रा काफी कम है, जबकि मृतिका का प्रतिशत अत्याधिक है (चित्र 2)। 73-120 सें. मी. के हिस्सों में Chlorite खनिज



चित्र-2

तथा (C/I) अनुपात की वृद्धि मापी गई है (चित्र, 3-4)। 73-40 सें. मी. के हिस्सों में अधिक Smectite, K/C अनुपात के साथ Chlorite खनिज एवं (C/I) अनुपात की मात्रा में कमी दर्ज की गयी। जबकी 35-40 सें.मी. के हिस्से में मृतिका खनिजों की मात्रा बदल जाती है। इन हिस्सों में (C/I) अनुपात तथा Chlorite खनिज की बहुतायता पाई गयी है। 0-35 से. मी. के हिस्सों में Smectite एवं K/C अनुपात मात्रा बढ़ी है, जबकि (C/I) अनुपात तथा Chlorite खनिज की मात्रा में महत्वपूर्ण कटौती हुई है (चित्र 3-4)।

विश्लेषण : इन परिणामों के परीक्षण से इस कोर को चार भिन्न भागों में बांटा जा सकता है।

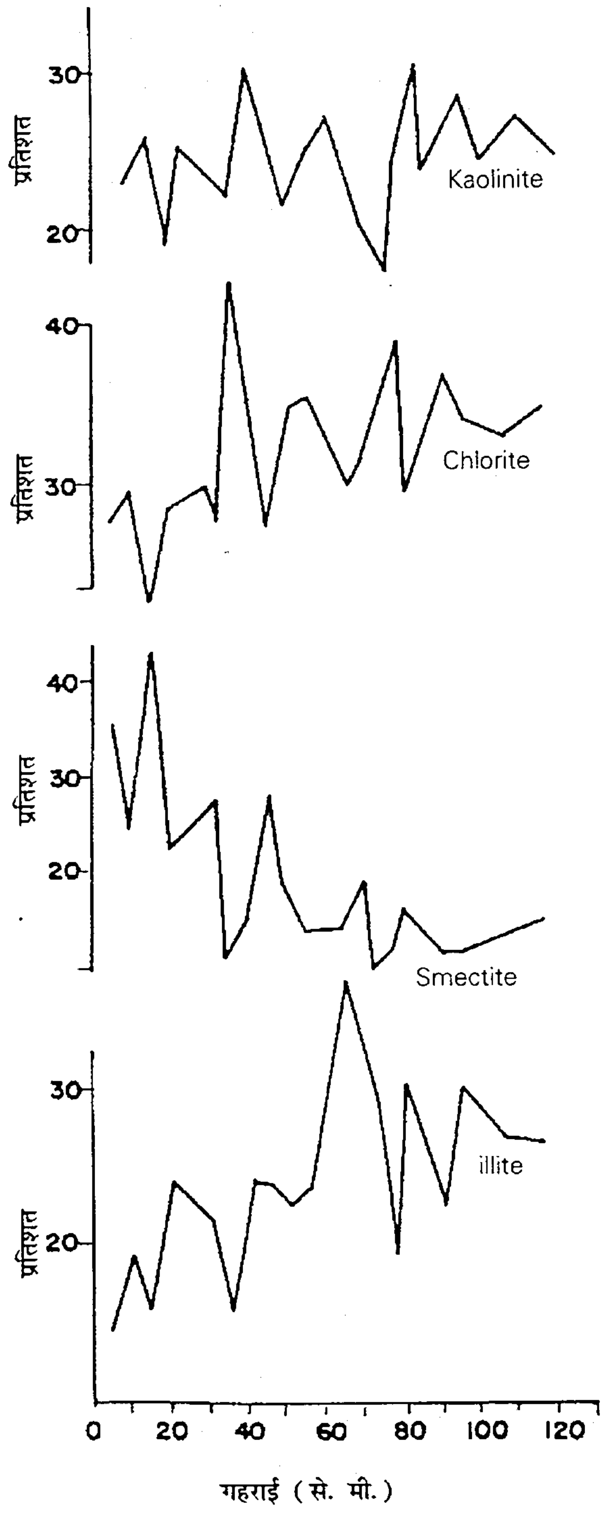


चित्र-3

(1) 120-73 से.मी. (2) 73-40 से.मी.

(3) 35-40 एवं (4) 0-35 से.मी.

230Th विधि द्वारा इन हिस्सों की उम्र क्रमशः 18 हजार, 18-10.5 हजार, 10-9.5 हजार एवं 0-9.5 हजार वर्ष की निर्धारित की गई है। अतः इस अध्ययन के परिणाम यह दर्शाते हैं कि विगत 20,000 वर्षों में पुरामानसून में कम से कम चार बार महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं। 120-73 से.मी. के हिस्से में अधिक Chlorite खनिज, C/I अनुपात (हिमसादी जलवायु का द्योतक) तथा कम illite, Smectite तथा K/C अनुपात से (जो आद्र जलावयु का द्योतक हैं) यह निष्कर्ष निकलता है कि 18,000 वर्ष पूर्व हिमालय तथा भारतीय उपमहाद्वीप की जलवायु मुख्य रूप से ठण्डी एवं



चित्र-4

हिमसादी थी। इस समय सीमा में दक्षिणी-पश्चिमी मानसून काफी कमजोर था तथा वर्षा भी काफी कम थी। 73-40 से.मी. के भाग में Chlorite, illite, C/I अनुपात, K/C अनुपात तथा अन्य मृतिका खनिजों की मात्रा में उतार चढ़ाव से यह ज्ञात होता है कि 15-10 हजार वर्षों के बीच पुरामानसून की तीव्रता में काफी बदलाव आया एवं इसका वेग काफी चलायमान रहा।

हमारे अध्ययन से यह भी ज्ञात होता है कि करीब 10,000 वर्ष पूर्व जलवायु में फिर से परिवर्तन हुआ और वह एक बार फिर से थोड़े समय के लिए ठण्डी तथा हिमसादी हो गई। यह निष्कर्ष 35-40 सें.मी. के हिस्से में अधिक C/I अनुपात एवं Chlorite की मात्रा तथा illite एवं K/C अनुपात में घटोत्तरी से प्राप्त किये गये है। 0-35 सें.मी. के हिस्सों में Smectite खनिज की मात्रा अत्यधिक पायी गई है। C/I अनुपात की कमी के साथ K/C अनुपात में वृद्धि देखी गई है एवं illite की मात्रा भी 35-40 सें.मी. के हिस्सों की तुलना में महत्वपूर्ण ढंग से बढ़ी है। इन तथ्यों से यह सार निकलता है कि पिछले 9,000 वर्षों में पुरामानसून के वेग में महत्वपूर्ण वृद्धि हुई है और भारतीय उपमहाद्वीप मुख्यरूप से ग्रीष्म-आर्द्र रहा है। इस जलवायु परिवर्तन के परिणाम स्वरूप हिमालय में जन्मी नदियों से बंगाल की खाड़ी में जल की आपूर्ति में भी वृद्धि हुई है।

उपसंहार : हमारा यह अध्ययन अंततः तह यह दर्शाता है कि विगत 20,000 वर्षों में दो बार (20-18 हजार तथा 10,000 वर्ष पूर्व) आज की अपेक्षा भारतीय उपमहाद्वीप की जलवायु कहीं अधिक ठण्डी एवं हिमसादी थी। यह पुराजलवायु परिवर्तन इस समय में हुए अटलांटिक महासागर एवं अन्य महाद्वीपों में हुए पुराजलवायु परिवर्तन Last Glacial Maximum (LGM) एवं Younger Dryas (YD) से पूर्ण रूप से मेल खाते हैं। अतः यह मानना उपयुक्त होगा कि पृथ्वी पर सौर ऊर्जा की प्राप्ति से होनेवाले जलावयु परिवर्तनों का हिमालय में हिमपात एवं पुरामानसून को संतुलित करने की प्रक्रियाओं में गरहा संबंध है, एवं मानसून से प्रभावित वर्षा हिमालय की जलवायु से नियंत्रित होती है।

आभार : लेखक डॉ. एलरिच डीसा का आभारी है जिन्होंने उसे इस अध्ययन के लिए प्रोत्साहित किया। श्री राघोबा रामचंद्र सावंत को टंकण के लिए धन्यवाद।