

भारत का शोध

रुथ बिन्डी

डॉ. प्रा. प. म. बर्वे

वेद्य

म. ग्रं. सं. ठाणे
विषय सुप्रवास
सं. क्र. १५३



REFBK-0015055

REFBK-0015055

म
म
म

सागरतळाचा शोध

मराठी ग्रंथ संग्रहालय, ठाणे. स्वतंत्र

नमुना... ७४९८७... वि: ... २५.५

वर्ष... १९५३... को. क्र. २१३१५९





संस्कृत मंडळ

६

सागरतळाचा शोध

रुथ बिन्झी

अनु. प्रा. प. म. बर्वे



REFBK-0015055



REFBK-0015055



बोरा अँण्ड कंपनी पब्लिशर्स प्रा. लि., मुं. २.

© COPYRIGHT, 1960, BY RUTH BRINDZE

'ALL ABOUT UNDERSEA EXPLORATION' या पुस्तकाचा अनुवाद

By Ruth Brindze

Illustrated by Kurt Wiese

Published by Random House, Inc., New York.

मूळ लेखिका : रूथ ब्रिन्झी

अनुवादक : प्रा. प. म. बर्वे,

एम्. एस्सी.

आवृत्ती पहिली : १९६५

मूल्य रु. ३-००

प्रकाशक :

अ. ल. गाडगीळ

वोरा अँड कंपनी

पब्लिशर्स प्रा. लि. करिता

३, राउन्ड बिल्डिंग,

मुंबई २.

मुद्रक :

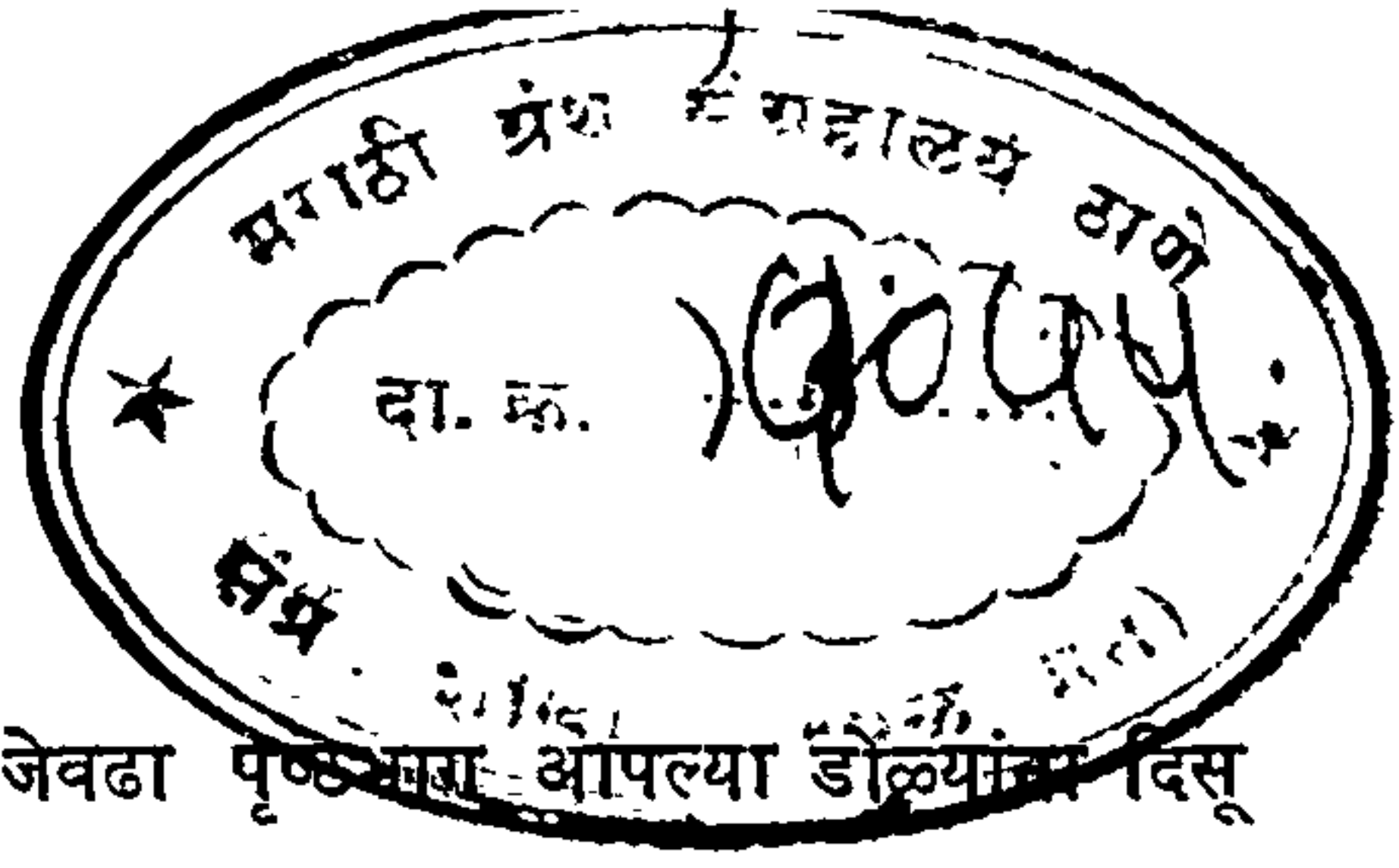
अनंत जे. शाह

लिपिका प्रेस,

कुर्ला रोड, अंधेरी,

मुंबई ५९.

सागरतळाचा शोध



पृथ्वीतळावर जमिनीचा जेवढा पृष्ठभाग आपल्या डोळ्यांवर दिसू शकतो त्याच्या चौदा पट अधिक भूमी सागराच्या पाण्याने व्यापलेली आहे. या सागराखाली दडलेल्या जमिनीवरतीही एक सृष्टी आहे. ती आपल्या या सृष्टीपेक्षा वेगळी आहे, अद्भुत आहे. या सागरतळाच्या सृष्टीचा वेध घेण्याचे प्रयत्न शास्त्रज्ञांनी आणि संशोधकांनी अविरत चालविलेले आहेत. आणि तसेच डोळ्यांभाड असलेल्या या सागरतळावर आपले प्रभुत्व प्रस्थापित करण्याचीही त्यांची धडपड चालू आहे. त्यांच्या प्रयत्नांचे व धडपडीचे चित्र या पुस्तकात तुम्हांला पाहायला सापडेल.

या उद्योगासाठी अनेक तऱ्हेची यंत्रे, उपकरणे, साहित्य, वेगवेगळ्या पद्धती असे सारे काही वापरले जाते. पाणबुडी माणसे व पाणबुडी जहाजे यांचाही उपयोग केला जातो. तळाशी जाऊन छायाचित्रे घेतली जातात. सागरतळावर केबल्स-तारा टाकल्या जातात. आणि अशा रीतीने सागर-तळाशी चाललेल्या घडामोडींवर नियंत्रण मिळविण्याचा, तेथील वस्तूंचा लाभ घेण्याचा उद्योग माणसाकडून सतत चालू आहे. त्याची माहिती देणारे हे शास्त्रीय पण मनोरंजक पुस्तक.

सर्वज्ञानमाला

सर्वज्ञानमाला ही विद्यार्थीवर्गाला तर फार मोठी देणगी आहे. विज्ञाना-बद्दलच्या सर्वसामान्य जिज्ञासू माणसालाही तिचा उपयोग होईल.

आकाशातील तारे, सागर, सागरतळाचे संशोधन, रसायनशास्त्र, ज्वालामुखी व भूकंप आणि हवा असे विविध विषय या मालेतील पुस्तकांतून आलेले आहेत. विज्ञानाचे क्षेत्र दिवसानुदिवस एवढे अफाट होत आहे की, त्याला ग्रंथाची गवसणी घालणे अवघड आहे. तथापि प्रस्तुत मालेत काही निवडक विषयांचा परिचय शक्य तितका परिपूर्ण करून देण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. 'सर्व-ज्ञान' या शब्दसंहतीने व्यक्त होणारा अर्थही वेगवान विज्ञानाच्या बाबतीत मर्यादितच समजावा लागेल आणि तसाच तो येथे अभिप्रेत आहे. त्यातूनही असा विषय मनोरंजक, सोपा करून सांगणे, शिवाय बिनचूक व काटेकोरपणे सांगणे ही तर तारेवरची कसरत आहे.

अर्थात ही आहेत अनुवादित पुस्तके. पाश्चिमात्य वाचकांसाठी पाश्चिमात्य विद्वानांनी लिहिलेल्या पुस्तकांचे हे मराठी अनुवाद आहेत. मात्र मूळ लेखक त्या त्या क्षेत्रातील तज्ज्ञ असून येथील तशाच अधिकारी विद्वानांनी त्यांचे अनुवाद केलेले आहेत. विज्ञानाचे नियम जगात सर्वत्र सारखेच. शास्त्राचे सिद्धान्तही सर्वत्र एकच. फक्त मांडणी व समजावणी यांत फरक पडू शकतो. आणि प्रस्तुत पुस्तके या दोन्ही दृष्टींनी वाचनीय तितकीच माहितीप्रद झाली आहेत. सहज मजेने हातात घेऊन वाचावीत अशी ही पुस्तके आहेत असे आपल्यासही वाटल्यावाचून राहणार नाही. मात्र त्यांतील ज्ञान हे चिरंतन टिकणारे आहे.

अनुक्रमणिका

प्रकरण	पृष्ठ
१. समुद्राच्या पोटातील विश्व	३
२. सागराच्या उदरातील गुपितांचा शोध	९
३. शास्त्रज्ञ समुद्राकडे वळले	२६
४. शिरस्त्राणधारी व 'स्कुबा' पेहरावधारी पाणबुडचे	४२
५. बॅदिस्फिअर व बॅदिस्कॅपच्या सहाय्याने समुद्रतळ गाठला	५४
६. पाणबुड्या बोटीच्या सहाय्याने समन्वेषण	६५
७. समुद्रतळी मौल्यवान वस्तूंचा शोध	७६
८. पाण्याखाली फोटोग्राफी	९०
९. समुद्रबूड जमिनीमध्ये तेलाचा शोध-तपास	१०७
१०. सागरामध्ये तार घातली	११८
११. पृथ्वीची अंतिम सरहद्द	१३१



लेखिकेचा परिचय

मूळ इंग्रजी पुस्तकाच्या लेखिका रूथ ब्रिन्झी ह्या अमेरिकेच्या नागरिक आहेत. लहानपणापासून त्यांना आठवते ती गोष्ट म्हणजे समुद्राची तीव्र ओढ. त्यांना लहानपणी चालावयाला येऊ लागले आणि नंतर थोड्याच दिवसांत त्यांना पोहावयाला पण येऊ लागले. वयाच्या १६-१७ व्या वर्षी त्यांच्या आवडीचा खेळ म्हणजे छोटी होडी घेऊन फिरणे. त्यानंतर शिडाच्या होडीतून समुद्रपर्यटन किती उत्साहकारक व गंमतीचे असते ह्याची त्यांना प्रचीती आली.

कुमारी ब्रिन्झी ह्यांचा जन्म न्यू यॉर्क शहरामध्ये झाला. तेथील पब्लिक स्कूलमध्ये त्यांचे शिक्षण झाले व नंतर त्यांनी कोलंबिया युनिव्हर्सिटी स्कूल ऑफ जर्नलिझम ह्या संस्थेचा अभ्यासक्रम पुरा केला. त्या न्यू यॉर्क शहरामधील माऊंट वनॉन ह्या भागामध्ये आपल्या पती (ते पेशाने वकील आहेत) समवेत राहतात. एरव्हान ह्या आपल्या शिडाच्या होडीतून ती उभयता सागरी संचाराचा उपभोग घेतात.

“समुद्रावर संचार करणे, किंवा समुद्रामध्ये डुंबणे, ह्या खालोखाल समुद्राबद्दल लिहिणे हे आपले आवडीचे छंद आहेत. आपण लिहिलेल्या विविध पुस्तकांपैकी समुद्राविषयीची व होड्या-बोटी ह्याविषयीची आपली पुस्तके आपल्याला विशेष आवडतात.” असे त्यांचे म्हणणे आहे. त्यांची उल्लेखनीय पुस्तके म्हणजे “Seamanship Below Deck,” “Boating Is Fun,” “The Expert’s Book of Boating” and “The Story of the Trade Winds.”



सागरतळाचा शोध

साऱ्या समुद्राने व्यापलेली जागा बाहेरील जमिनीने व्यापलेल्या जागेपेक्षा १४ पटींनी जास्त आहे



१ : समुद्राच्या पोटातील विश्व

बाहेरच्या ग्रहावरून आलेला प्रवासी येथील समुद्र पाहून अगदी गोंधळून जाईल. आपल्या माहितीप्रमाणे पृथ्वीसारखे विशाल सागर इतर ग्रहांवर नाहीत.

पृथ्वीगोलाचा ७१ टक्के पृष्ठभाग ह्या समुद्राने अडविला आहे. ह्या आकड्यावरून सागराच्या विशालत्वाची आपल्याला पुरी कल्पना येत नाही. समुद्राची अथांग खोली पण ध्यानात घेतली पाहिजे. जास्तीत जास्त खोल अशा समुद्राच्या तळाचा ठाव घ्यावयाचा तर ७ मैल खोल व प्रकाशविरहित पाण्यामधून वाट काढली पाहिजे. पाण्याचा अंधकार म्हणजे तारकांतरीय अवकाशा-मध्ये अंधकार असतो तसाच. ह्याहूनही खोल असे सागराच्या तळी डोह सापडणे अशक्य नाही. साऱ्या समुद्रामध्ये ३० कोटी घन मैल पाणी असावे असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

सागराच्या पोटातील ह्या अज्ञात विश्वाबद्दल माणसाला जुन्या काळापासून कुतूहल वाटत आलेले आहे. माणसाने त्याविषयी शोधतपासाला सुरवातही केलेली आहे. काहींनी फक्त सागर-संपत्तीवर डोळा ठेवला. दुसऱ्यांनी समुद्राच्या आतील रम्य दृश्य पाहण्याचा शोक केला. (अलेक्झांडर ह्या पराक्रमी बादशहाने समुद्रामधील मासे पाहण्यासाठी पाण्यात बुडी मारल्याचे प्रसिद्ध आहे.) जुन्या काळी एक युद्धतंत्र म्हणून माणूस बेडकाप्रमाणे समुद्रात बुडून शत्रूच्या बोटींचा नाश करीत असे.

जुन्या काळी पाणबुड्यांना आपला श्वास धरून ठेवता येई तोपर्यंतच पाण्यात राहता येई. आजही आधुनिक साधने वापरून



जुन्या काळी समुद्रात बुडालल्या
वस्तूंचा शोध लावून पुराण-
वस्तुसंशोधक इतिहासाच्या
ज्ञानामध्ये भर घालतात

जरूर तेवढी हवेची शिदोरी बरोबर घेऊन
माणूस माशांबरोबर पाण्यात संचार करतो

सुद्धा पाणबुडचे पाण्यात थोडा वेळच राहू शकतात. परंतु ते जास्त खोल जाऊ शकतात. पाण्याखाली स्वयंपूर्ण श्वसनाचे साधनाचा (ह्यालाच स्कुबा (SCUBA) असे म्हणतात.) शोध लागल्यावर आता हवा पुरवणारी ही टाकी पाठीवर बांधून पाणबुडचे पाण्यामध्ये शिरतात. अशा तऱ्हेने सुसज्ज झालेला पाणबुड्या माशांच्या जलराज्यात सुखाने विहार करू शकतो. संशोधन करणे, तेथील फोटो घेणे, बुडलेल्या मौल्यवान वस्तू बाहेर काढणे, ह्या गोष्टी त्यांना करता येतात. समुद्रामध्ये खनिज तेलाची खाण असणे शक्य आहे की काय हे पाहण्यासाठी, समुद्रामध्ये जाऊ तेथील खडकाची कवची फोडून आणणे हे काम पाणबुडचे करू शकतात.

पृष्ठभाग सोडून पाणबुड्या समुद्रामध्ये घुसला म्हणजे त्याला वाढत्या दाबाची जाणीव होते. हवेमध्ये वर वर जावे तसा हवेचा दाब कमी होत जातो. परंतु त्याच्या उलट पाण्यामध्ये खोल खोल गेल्यास पाण्याचा दाब वाढत जातो. समुद्र हे काही माणसाचे नैसर्गिक निवासस्थान नाही. हवेमध्ये उडणे जेवढे त्याला अनैसर्गिक तेवढेच पाण्यामध्ये बुडणे. तरीपण बाहेरच्या अवकाशापेक्षा समुद्राशी त्याचा जास्त परिचय आहे. त्या महान सागरांतर्गत जगाचे बारकाईने निरीक्षण करण्याची साधने आपण शोधून काढली आहेत.

दरेक चौरस इंचाला कित्येक टन दाब सहन करता येईल अशी पाणबुड्या बोटी व 'बॅदिस्केप' ह्यांची घडण केलेली असते. कॅमेरे, टेलिव्हिजनची उपकरणे, तपमापक, रेडिओप्रक्षेपक ह्यांची

घडण नुसती जलाभेद्य नाही तर दाबाचा परिणाम न होणारी अशी केलेली असते.

माणसाच्या मदतीशिवाय कार्य करणारी अप्रतिम संशोधन साधने सुदैवाने उपलब्ध आहेत. ती साधने समुद्रामध्ये अत्यंत खोल जागी सोडून आपल्याला सागराच्या अंतरंगाविषयी बरीच माहिती मिळविता आली आहे. समुद्रामधील पर्वताचे उतरते कडे व समुद्रातील खोल डोह हे कोठे कोठे आहेत, ह्याविषयी पुष्कळच माहिती पृष्ठभागावरूनच पाण्यामध्ये उपकरणे पाठवून आपल्याला मिळाली आहे. एवढेच नव्हे तर उपकरणांच्या सहाय्याने समुद्रात ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला तर त्या वेळेची बरोबर नोंद पण करता येते.

बॅदिस्केपच्या सहाय्याने पाणबुड्यांना समुद्रामध्ये
६-७ मैल खोल असलेला तळ गाठता येतो

पुष्कळ दृष्टींनी बाहेरील अवकाशसंशोधन जेवढे महत्त्वाचे आहे तेवढेच सागरसंशोधन पण आहे. सागरतळावरील गाळाचे थर, खडक ह्यांना भोक पाडून तेथील काही भाग वर काढून तपासून पाहिला तर आपल्या पृथ्वीगोलाची रासायनिक घडण, तिचा उगम व तिचे वयोमान ह्या मोठ्या कूट प्रश्नांविषयीं बराच उलगडा होऊ शकेल. आजचे निरनिराळे भूखंड एका वेळी एकसंध होते की काय ह्या प्रश्नाचे उत्तर समुद्राच्या पोटातील जगच देऊ शकेल.

ह्याशिवाय खोल समुद्राचे चिकित्सापूर्वक निरीक्षण करण्या-मध्ये काही व्यावहारिक फायदे पण आहेत. जगात कित्येक ठिकाणी खनिज तेले व नैसर्गिक जळाऊ वायू ह्यांचे उत्पादन सध्याही समुद्रामधील कूपांमधून होत आहे. अमेरिकेमध्ये स्वयंपाकघरातील जळाऊ वायू व मोटारीचे पेट्रोल अशाच कोणत्या तरी ठिकाणाहून आणले असणे शक्य आहे. सागरी खनिज तेलसंपत्तीपैकी अगदी अल्पभाग आपण आज बाहेर काढला आहे असे शास्त्रज्ञ व पाण्यात पूर्वक्षण करणारे तज्ज्ञ ह्यांचे मत आहे.

पुष्कळ देशांची व विविध प्रकारची जहाजे सागराचे कोडे सोडविण्याच्या कामी मदत करीत आहेत. प्रवासी बोटी व मालवाहू बोटी व सरकारी बोटी ह्यांवर पाण्याची खोली मोजणारी उपकरणे ठेवून दिलेली असतात. एका बंदरातून दुसऱ्या बंदरात जात असताना जहाजावरील स्वयंचलित उपकरणे समुद्राच्या तळाचे चित्रण करीत असतात. परंतु समुद्र-वैज्ञानिक संशोधनासाठी मुद्दाम सुसज्ज केलेल्या बोटीवरून सागराचे सम्यक् संशोधन करीत असतात. सागराच्या पोटातील निबिड काळोखात फोटो

घेणे किंवा दृष्टीआड असलेले सागरांतर्गत प्रवाह किती जोराने वाहतात, ह्याचे मोजमाप घेणे ह्यासाठी अत्यंत गुंतागुंतीची उपकरणे तज्ज्ञ शास्त्रज्ञांना हाताळावी लागतात.

अजूनही सागराच्या काही तळभागाचे संशोधन झालेले नाही हे खरे आहे. परंतु दिवसेदिवस असे क्षेत्र कमी होत आहे. वर बर्फाचे आवरण असलेल्या आर्क्टिक सागराचे नकाशे किंवा तक्ते अणुशक्तीवर चालणाऱ्या पाणबुड्यांनी काढलेले आहेत. समुद्राच्या उदरातील ह्या रहस्यपूर्ण जगाची जास्त जास्त माहिती हाती येते आहे व समुद्राचे गूढ हळूहळू उलगडू लागले आहे.

२ : सागराच्या उदरातील गुपितांचा शोध

मध्य समुद्राची खोली किती आहे, ह्याचे मोजमाप घेण्याचा प्रयत्न प्रथम कॅप्टन फर्डिनांड मॅगेलन ह्यांनी केला, असे जुन्या इतिहासावरून आढळून येते. १५२१ साली प्रथम हा प्रयत्न करण्यात आला. पॅसिफिक सागराच्या निळ्या पाण्यावर तीन जहाजांचा ताफा संशोधनासाठी सफर करीत होता. पॅसिफिक सागर ओलांडण्याचा हा प्रवास दोन महिने चालला होता. दक्षिण अमेरिकेच्या अगदी टोकाजवळची व पश्चिमेकडे जाणारी सागरी वाट कॅप्टन मॅगेलन ह्यांनी शोधून काढली होती. तेथून ते ह्या सफरीला निघाले होते. (ही सागरी वाट अटलॅंटिकमधून पॅसिफिकमध्ये जाते. शोधकाच्या गौरवार्थ ह्या सागरी वाटेला मॅगेलनची सामुद्रधुनी असे म्हणतात.)

दोरखंडाला जड वजन वांधून उथळ समुद्राची खोली मोजण्याचे तंत्र कॅप्टन मॅगेलन ह्यांनी आत्मसात केले होते. किनाऱ्याच्या दिशेने आपण कोठे येऊन पोचलो आहोत हे समजून घेण्यासाठी इतर नावाड्यांप्रमाणे हेच तंत्र ह्या संशोधकाने उपयोगात आणले होते. आपण किनाऱ्याजवळ जाऊ तसा समुद्र उथळ होत जाईल असे त्यांनी गृहित धरले होते. वजन असलेला दोरखंड सोडून खोलीचे मोजमाप घेऊन जमीन जवळ आहे की दूर आहे हे संशोधकांना कळते.

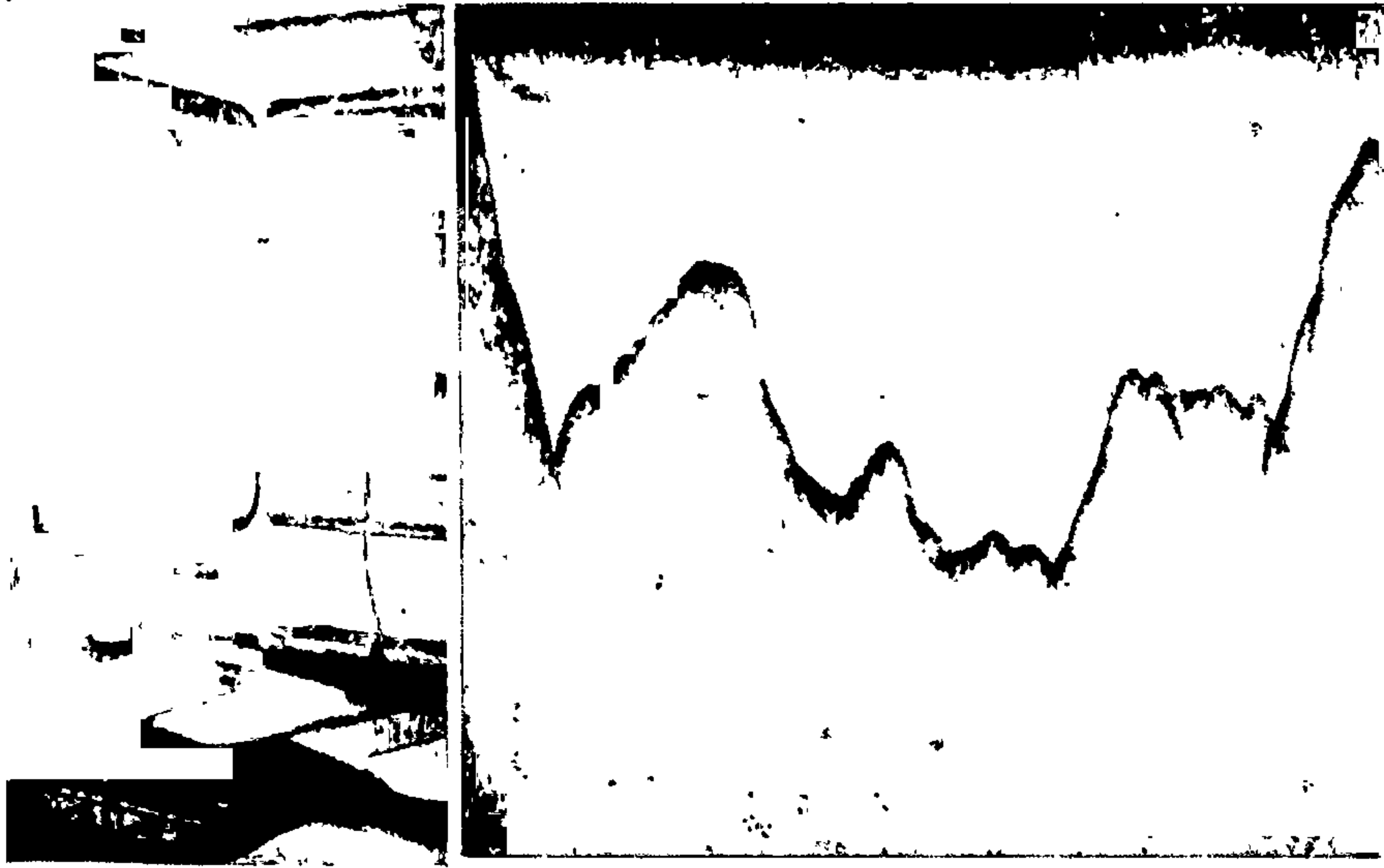
कॅप्टन मॅगेलन खोल समुद्राचे पाणी मोजीत होते तेव्हा त्यांना जवळपास कोठे जमीन असेल का ह्याचा शोध घ्यावयाचा होता. त्यांचे जहाज समुद्रावर एवढे दिवस होते की, त्यावरील खलाशी उपासमारीने क्षीण झाले व काही तर मरूनही गेले.

कॅप्टन मॅगेलन ह्यांचा दोरखंड १२०० फूट लांबीचा होता. सामान्यतः त्यांच्या कामासाठी एवढी लांबी पुरे होती. परंतु पॅसिफिकमध्ये मात्र सर्व दोरखंड पाण्यात सोडले तरी खालचे वजन काही तळाला पोचले नाही. आपण समुद्राचा सर्वांत जास्त खोल भाग गाठला आहे अशी त्यांची दृढ समजूत झाली.

मॅगेलनच्या प्रयोगानंतर काही शतके तरी जास्त लांबीचा दोरखंड वापरून समुद्राची खोली बरोबर अजमावण्याचा कोणीच प्रयत्न केला नाही. शेवटी १८४० साली सर जेम्स क्लार्क रॉस ह्यांनी मात्र दक्षिण अटलॅंटिकचा तळ दोरखंड वापरून गाठला. त्यासाठी नेहमीच्या दोरखंडाची लांबी अपुरी वाटली म्हणून त्यालाच त्यांनी दुसरा दोरखंड जोडला. एकाला दुसरा, दुसऱ्याला तिसरा अशी दोरखंडांची जोडणी करून, त्यांनी तीन मैल लांबीचा दोरखंड बनविला. तेथील सागराचा तळ १४,५५० फूट खोल असल्याचे त्यांना आढळून आले.

एवढ्या प्रचंड लांबीचा दोरखंड हाताळणे किती अवघड आहे ह्याची कल्पनाच केली पाहिजे. त्यानंतरच्या काळामध्ये आता तारेचे दोर वापरतात. तारेचे दोर एखाद्या चाकावर गुंडाळणे किंवा उलगडणे ही गोष्ट त्यामानाने सोपी आहे. तरीपण एखादे मोजमाप घेणे सुद्धा मोठ्या खटपटीचे असून त्याला वेळही बराच लागतो. शास्त्रीय दृष्टीचे नाविक सोडले तर ह्या उद्योगाच्या मागे कोणीच लागत नाही, ह्यामध्ये आश्चर्य वाटण्याचे काहीच कारण नाही.

१८०७ सालीं जीन एफ्. अँरागा ह्या एका कल्पक शास्त्रज्ञाने समुद्राची खोली जलद शोधून काढण्याची युक्ती सुचविली. त्याच्या



समुद्रात दूर जाणाऱ्या बोटीवरील ध्वनीप्रतिध्वनी ह्यांची उपकरणे (डावीकडे)
समुद्राच्या बदलत्या खोलीची रूपरेषा (जास्त माहिती पुढे आली आहे)

पद्धतीप्रमाणे समुद्रतळाशी स्फोट करणे व त्याचा पृष्ठभागावर
आवाज येणे ह्यांमधील कालावधीची बरोबर नोंद करणे. पाण्या-
मध्ये नादवेग दर सेकंदाला ४८०० फूट असतो. ह्यावरून तोंडी
हिशेत्राने सुद्धा पाण्याची खोली काढता येते.

ध्वनीप्रतिध्वनी तंत्र नाविक लोकांनी फारसे उपयोगात
आणले नाही. तरी पण संशोधकांच्या मनाची मात्र त्या तंत्राने
चांगलीच पकड घेतली होती. त्या तंत्राचा विकास करण्याच्या
मार्गाला शास्त्रज्ञ लागले. १९०० सालाच्या सुमाराला समुद्राखालील

स्फोटाचा प्रतिध्वनी ग्रहण करण्यासाठी सूक्ष्मश्रवण वापरण्यात आला. त्यानंतर समुद्रतळ गाठून परावर्तित झालेले उच्च कंप्रता-तरंग ग्रहण करणारी इलेक्ट्रॉनिक यंत्रयोजना हिचा विकास झाला.

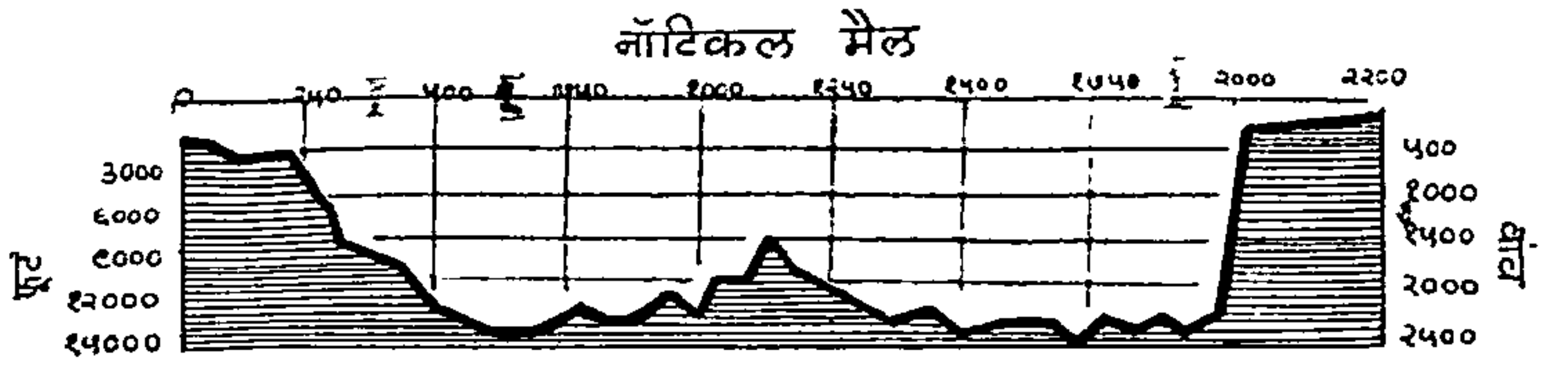
आता मात्र बहुतेक सर्व बोटींवर पाण्याची खोली शोधून काढणारी इलेक्ट्रॉनिक यंत्रयोजना असते. धावत्या मोटारीच्या तबकडीवर वेगदर्शक प्रकाश कवडसा फिरत असतो, त्याचप्रमाणे बोटीवरील तबकडीवर ह्या यंत्रयोजनेनुसार प्रकाश कवडसा फिरत असतो. कवडशाच्या स्थानावरून ध्वनीप्रतिध्वनी तंत्राने तर समुद्र-तळाचा स्वरूपदर्शक आराखडा तयार होतो. ह्या आराखड्यावरील रेषांवरून समुद्राखालील खडकश्रेणी ही सपाट आहे की त्यावर पर्वताचे उंचवटे आहेत हे कळून येते. समुद्रातून माशांचा थवा जातो, तेव्हा त्या तबकड्यांवर छायायुक्त रेषा दिसतात. रेषांचा उठाव किती आहे ह्यावरून मासे पृष्ठभागाच्या जवळ की खाली, मध्यावर का एकदम खाली आहेत ह्याचा बोध होतो.

समुद्राच्या काही भागांमध्ये सागरी जीव एकत्र फारच गर्दी करून जमलेले असतात. दुसऱ्या महायुद्धामध्ये समुद्राची खोली अजमावण्याचे प्रयत्न झाले. ह्या सागरी जीवांच्या आलेखावरून तो समुद्राचा तळ असावा असा आभास निर्माण झाला. सागराच्या ह्या नकली तळाला 'प्रकाशाचे विकरण करणारा थर' असे म्हणतात. सागरातील हा थर दिवसापेक्षा रात्री पृष्ठभागाच्या जवळ येत असतो. प्रकाश विकरण करणाऱ्या ह्या थराचे कोडे अजूनही उलगडलेले नाही. जेथे भरपूर अन्नसाठा उपलब्ध असतो, तेथे मासे व शिपासारखे प्राणी एकच मोठी गर्दी करतात व त्यामुळे तळाचा आभास होतो असा शास्त्रज्ञांचा कयास आहे.

बोटींची ज्या मार्गाने नेहमी जा-ये होत असते तेथील समुद्र-भागांवर ध्वनी-प्रतिध्वनी तंत्राच्या उपकरणांचा सर्रास उपयोग करीत असल्यामुळे बरीच स्पष्ट व सुसंगत अशी माहिती मिळाली आहे. अजूनही आडवाटेला असलेले समुद्राचे भाग आहेत. तेथील समुद्राच्या तळाचे स्वरूपचित्रण अद्याप झालेले नाही. परंतु समुद्राचे हे भाग आता कमी कमी होत आहेत.

ध्वनी-प्रतिध्वनी ह्या तंत्राने मिळविलेली सागरी तळाची सारी माहिती सलगपणे एकत्र जुळवून त्याचा एक नकाशा तयार केल्यास तो कोरड्या सागराच्या नकाशासारखा दिसेल. समुद्रात बुडालेल्या ह्या जगताचे स्पष्टपणे तीन भाग आढळून येतील. एक म्हणजे समुद्रबूड जमिनीचा. दुसरा समुद्रतळाकडे जाणारा जमिनीचा उतार, व तिसरा म्हणजे समुद्राचा खोल असा तळ.

भूखंडापुढील समुद्रात बुडालेली जमीन ही केव्हा केव्हा अरुंद असते, तर केव्हा केव्हा शेकडो मैल रुंद असते. समुद्रबूड जमीन ही एका काळी समुद्रावर होती एवढेच नव्हे तर भूखंडाच्या काही भागांपेक्षाही ती उंच होती. ह्या समुद्रबूड जमिनीवरील पाणी उथळ असते. ह्या जमिनीमध्ये काही ठिकाणी उभे कडे असलेल्या निदऱ्या असतील तर काही ठिकाणी नागमोडी दऱ्या पण असतील. निदऱ्या सामान्यतः नदीच्या मुखाजवळ असतात. हडसन नदीच्या मुखाजवळ २०० मैलांची समुद्रांतर्गत निदरी आहे. समुद्रामध्ये बुडलेली जमीन जेव्हा समुद्रावर होती तेव्हा त्या जमिनीमधून नदीच्या प्रवाहाने खणून हा भाग तयार केला असावा असे शास्त्रज्ञांचे मत आहे.



समुद्रबूड जमिनीच्या कडेला साधारणतः पाण्याची उंची ४५० ते ६०० फुटांपर्यंत असते. त्यानंतर मात्र जमिनीचा उतार एकदम सुरू होतो. ह्यालाच समुद्रतळाकडे जाणारा जमिनीचा उतार असे म्हणतात. काही उतार अगदी ताठ असतात व ते २/३ मैल खोल अशा समुद्रतळाकडे जातात.

अटलॅंटिक पार जाणारी टेलिफोनची केबल घालीत असताना दोन्ही टोकांना समुद्रबूड जमीन लागते. त्यानंतर समुद्रातील उभा उतार सुरू होऊन नंतर समुद्राचा खोल तळ लागतो. मध्ये एक पर्वतांची रांग लागते. त्याला मध्य अटलॅंटिक पर्वतश्रेणी असे म्हणतात.

सागराच्या खोल तळाचा पृष्ठभाग जमिनीवरील एखाद्या भूखंडासारखा दिसतो. ह्या तळावर पठारे, दऱ्या, पर्वत, निदऱ्या हे सर्व काही आहे. पॅसिफिक सागरामध्ये अलीकडे आढळून आलेल्या पर्वतरांगा विशेष लक्षणीय आहेत. ह्या पर्वतांचे माथे अगदी सपाट आहेत. समुद्रामधील बेटे ही अशा समुद्रांतर्गत पर्वतांची शिखरे आहेत ही माहिती बरीच जुनी आहे. पॅसिफिक सागरातील सपाट माथ्याचे पर्वत म्हणजे एका काळी समुद्रातील बेटांची मालिकाच होती, अशी शास्त्रज्ञांची कल्पना आहे.

समुद्रवैज्ञानिकांनी ह्या कल्पनेची सत्यासत्यता पडताळून पाहण्याचे ठरविले. समुद्रातील पर्वतावरील सपाट माथ्यावरून निकर्षण करून वर आणलेले गोटे व खडक तपासून पाहता ते समुद्रकाठच्या पुळणीवर आढळणाऱ्या गोट्यांप्रमाणे गुळगुळीत असल्याचे दिसून आले. पाण्याबाहेरील परिस्थितीचा त्यांच्यावर परिणाम झाला असला पाहिजे हे तर उघड आहे. ह्याशिवाय दुसरा महत्त्वाचा व खात्रीचा पुरावा म्हणजे निकर्षण करून बाहेर काढलेले खडूचे दगड. ह्या दगडांमध्ये मृत प्रवाळ सापडते. प्रवाळाची वाढ फक्त सूर्यप्रकाशातच होऊ शकते. ह्यावरून समुद्रांतर्गत पर्वत हे एका काळी बेटे होती ही गोष्ट सिद्ध होते. पृथ्वीच्या कवचामध्ये काही तरी उलाढाल झाली आणि ही बेटे समुद्रामध्ये बुडाली असावी. जमिनीवरून समुद्रामध्ये जमणारे पाणी वाढत गेल्यामुळे हे पर्वत पाण्याखाली बुडाले अशीही दुसरी उपपत्ती आहे. आजच्या अंदाजाप्रमाणे साधारण १० कोटी वर्षांपूर्वी पॅसिफिकमधील बेटे पाण्यात बुडाली असावी. त्या वेळी भूखंडावर डिनॉसॉर प्राण्यांचा संचार अनिर्बंध चालू होता. पॅसिफिकमध्ये पाण्यात बुडालेली बेटे जास्त खाली जात आहेत असे उपलब्ध माहितीवरून म्हणता येईल.

सागरातील काही बेटे मधून मधून पाण्याबाहेर येतात व पुनः पाण्यात जातात. ह्या दृष्टीने विशेष चाचपणी केलेले बेट म्हणजे फाल्कन (FALCON) बेट हे होय. ज्वालामुखीक्रिया ज्या ठिकाणी प्रामुख्याने आढळते अशा क्षेत्रामध्ये फाल्कन हे बेट आहे. गेल्या पाऊणशे वर्षांमध्ये ते बेट तीनदा वर आले व पुनः पाण्याखाली गेले.

१९५२ साली फाल्कनची चाचपणी करण्यासाठी शास्त्रज्ञ पाण्यात

शिरले होते. फाल्कनच्या काही भागावर फक्त ३० ते ४० फूटच पाणी आहे. तेथील दृश्य काहीसे त्यांना भीतिदायक वाटले. काळे ज्वालामुखी खडक एखाद्या सुळासारखे असतात. बेट जर जमिनीवर असते तर ह्या सुळक्यावर चढणे अशक्य होते. परंतु शास्त्रज्ञांना पाण्यामध्ये बुडी मारून ह्या सुळासारख्या कड्यावर चढणे-उतरणे सोपे होते. शास्त्रज्ञांबरोबर तेथे आढळलेले इतर निरीक्षक म्हणजे दोन शॉर्क व रंगबेरंगी 'एंजल' मासे !

ज्वालामुखीक्षेत्राची चाचपणी करणे हे जरा जोखमीचे काम आहे. जपानच्या दक्षिणेला 'मायोजिन शो' हे ज्वालामुखीबेट आहे. फाल्कन बेटाप्रमाणेच ते कित्येक वेळा पाण्यावर आले व पुनः खाली गेले. त्यामुळे मनुष्यहानी मात्र कधीच झाली नाही. परंतु १९५२ च्या शरदऋतूमध्ये जपानची संशोधन करणारी बोट ह्या समुद्रात बुडलेल्या बेटाच्या माथ्यावर होती. त्याच वेळी



तेथील ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला आणि बोटीच्या ठिकच्या ठिकच्या झाल्या. बोटीवरील माणूस मरून गेला. दुसरी संशोधक जपानी बोट त्या स्थळी पोचली तेव्हा तेथील वातावरण पाण्यातील स्फोटाने उठलेल्या वादळी वाफेच्या ढगांनी भरून गेले होते.

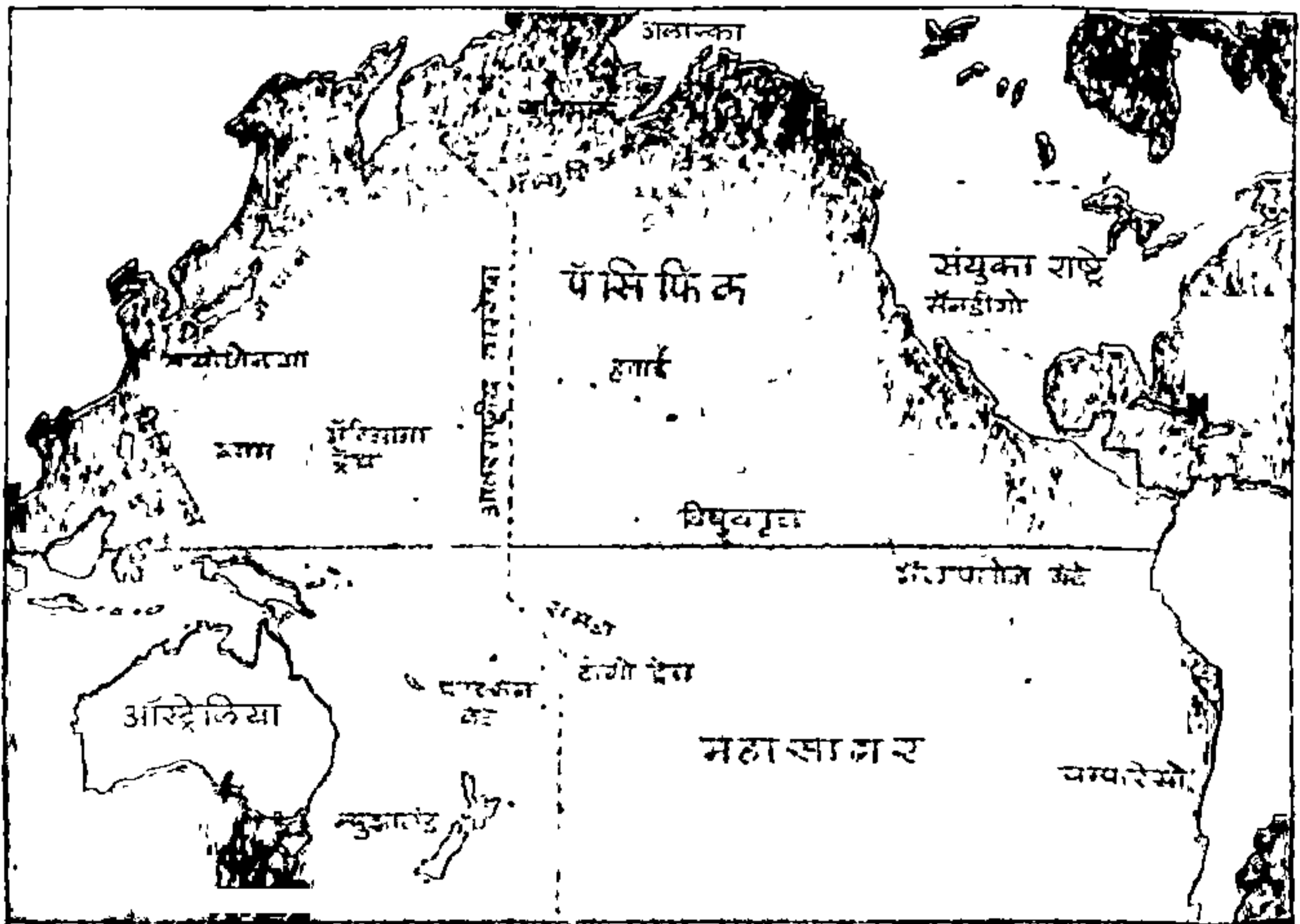
जगातील पुष्कळ ठिकाणच्या शास्त्रज्ञांना ज्वालामुखीचा स्फोटक उद्रेक झाल्याचे कळले होते. हजारो मैलांवरील स्फोटाचा आवाज ग्रहण करण्याची कार्यक्षमता असलेल्या भूकंप नोंद करणाऱ्या यंत्रामुळे हे शक्य झाले होते. मायोजिन शोचा उद्रेक झाला तेव्हा कॅलिफोर्नियाच्या निरीक्षण केंद्रावरील भूकंपनोंदणी यंत्रांनी निदान शंभर तरी स्फोट झाले असल्याची नोंद केली.

ज्या ठिकाणी ज्वालामुखीच्या घडामोडी होत असतात तेथे सागरी तळावर मोठमोठ्या भयानक भेगा पडतात. आपल्या ह्या भूगोलावरील सर्वांत खोल खड्डा म्हणजे ह्या भेगा किंवा खंदक.

निकर्षक (डावीकडे) वापरून आपल्या संशोधनबोटी खालील १/२ मैल खोल समुद्रतळावरील दगडाचे नमुने (उजवीकडे) जमवितात

‘टोंगा ट्रेंच’ हा न्यूझीलंड व समोआ ह्यांच्या दरम्यान पडलेला सागरी तळावरील खोल चर आहे. ह्याच्या जवळच फाल्कन बेट आहे. टोंगा ट्रेंच हा १५०० मैल लांब व १५ ते ३० मैल रुंद व काही ठिकाणी ७ मैल खोल आहे. जगातील सर्वांत उंच पर्वत म्हणजे गौरीशंकर. हा पर्वत उचलून जर ह्या प्रचंड चरामध्ये सोडला तर तो पर्वत पाण्यात पुरा बुडून त्यावर एक मैल पाणी राहिल.

टोंगा ट्रेंचची फार बारकाईने चाचपणी चालू आहे. ह्या ट्रेंचची उत्पत्ती कशी झाली व तेथे कोणते प्राणी असतील हे पाहण्यासाठीच ही चाचपणी आहे. ह्या खंदकाचे क्षेत्र भूकंपांनी हादरलेले आहे. समुद्राचा तळ दुभंगल्यावर त्यामध्ये कडा कोसळून भर पडली असेल व अशा तऱ्हेने हे खोल खंदक बनले असतील. ह्या प्रचंड उलाढालीमध्ये निर्माण झालेला भयंकर लाटा हजारो



मैल गर्जना करीत करीत गेल्या असाव्या. वाटेमध्ये येणारी सर्व जीवसृष्टी बुडून नामशेष झाली असावी.

समुद्राच्या तळी झालेले भूकंप भयंकर लाटा निर्माण करतात. समुद्राच्या तळाला मोठ्या भेगा पडतात. तळ वाकडा होतो. तयार झालेल्या खोल चरामध्ये पाणी घुसते व त्यामुळे भयानक धुमश्रुकी लाटा निर्माण होतात. ह्या लाटांचा वेग ताशी ६०० मैलांपर्यंत वाढतो व हजारो मैलांपर्यंत लाटा पसरतात.

१९४६ साली उफाळलेल्या अगडबंब लाटा ह्यांचा उगम 'अॅल्युशियन' बेटांपैकी युनिमॅक ह्या बेटाजवळ झाला हे बरोबर हुडकून काढण्यात आले. पॅसिफिक किनाऱ्यावरील कित्येक भूकंप-निरीक्षक केन्द्रांनी भूकंपाचा उगम अॅल्युशियन बेटांजवळच समुद्र-तळावर झाला असल्याचे नोंदले आहे. ह्या भूकंपामुळे निर्माण झालेल्या लाटा बाहेर समुद्रामध्ये असलेल्या नाविक लोकांना जाणवल्याही नाहीत. भर समुद्रामध्ये ह्या लाटा फार उंच नसतात. किनाऱ्याकडे आल्यानंतर त्यांची उंची वाढते.

समुद्रतळी भूकंप झाल्यानंतर ६ तासांनी लाटांची झोड २३०० मैल अंतरावरील हवाई बेटावर पोचली. पहिलीच मोठी लाट किनाऱ्यावर आढळण्यापूर्वी किनाऱ्यावरील पाणी आत ओढले गेले. पाणी आत ओढले गेले तेव्हा खोल पाण्यात बुडालेली किनाऱ्यालगतची जागा उघडी पडली. अशा प्रचंड लाटा येण्यापूर्वी किनाऱ्यावरील पाणी ओसरते हे प्रसिद्ध आहे. परंतु ह्याविषयी विशेष माहिती नसणारी शाळकरी मुले ओसरत्या पाण्याबरोबर केवळ गंमत म्हणून पुढे पुढे समुद्राकडे गेली. परत यावयाला

अवसर न मिळाल्यामुळे शेवटी ती विचारी मुले प्रचंड लाटांच्या तडाक्यात सापडून मेली.

ह्या प्रचंड वावटळी लाटा दऱ्यांमध्ये घुसल्या. त्यांनी वाटे-वरील घरे उद्ध्वस्त केली. एवढेच नव्हे तर आत घुसणारे पाणी एवढे जोरदार होते की, जमिनीवरील मोठमोठ्या सिमेंट क्रॉक्रीट-च्या लाद्या एकदम वर उचलल्या गेल्या व दूरच्या खडक कपारी-वर जाऊन पडल्या. ह्या प्रक्षोभक लाटा हवाईपर्यंतच येऊन थांबल्या नाहीत. त्या दक्षिणेकडे वळल्या व ८०६६ मैल दूरच्या चिलीमधील वात्परेसो ह्या ठिकाणी अवघ्या १८ तासांमध्ये जाऊन पोचल्या.

युनिमाक येथील समुद्राच्या तळाच्या भूकंपानंतर लोकांना वेळीच सावध राहण्यासाठी इषारा देणारी केंद्रे स्थापन झाली. आता कोठेही समुद्रतळावर भूकंप होताच त्याचा परिणाम होईल अशा सर्व ठिकाणी इषारा दिला जातो.

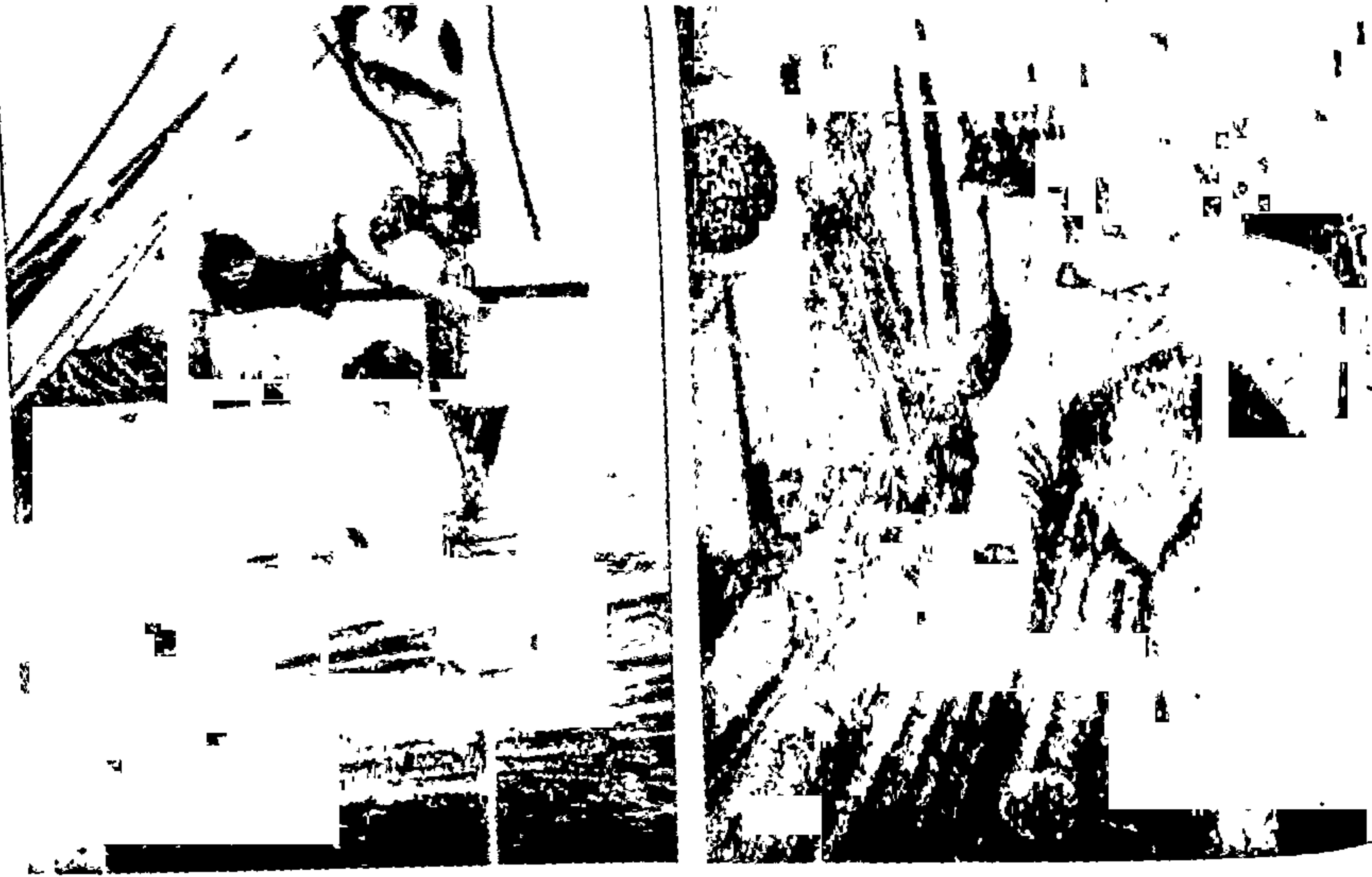
भूखंडावर नद्या असतात त्याप्रमाणे समुद्रामध्ये व महासागरामध्ये महानद असतात. सागरातील नद्यांचे पाणी सभोवतालच्या समुद्राच्या पाण्यामध्ये सहज मिसळत नाही. सागरांतर्गत नद्यांचे पाणी गरम असते व त्यामधील क्षारभागाचे प्रमाण इतर पाण्याहून निराळे असते. त्यामुळे इतर पाण्यापासून ह्या नद्यांचा प्रवाह पृथक् राहतो.

टाऊनसेंड क्रॉमवेल ह्या तरुण शास्त्रज्ञाने काही वर्षांपूर्वीच पॅसिफिकमध्ये एका विलक्षण समुद्रांतर्गत नदीचा शोध लावला. त्या वेळी अमेरिकेच्या मत्स्य व वन्य प्राणी ह्या संस्थेसाठी लांब दोरीचे गळ वापरण्याच्या नवीन तंत्राविषयी ते काही प्रयोग

करीत होते. कित्येक मैल लांब असलेल्या व पाण्यावर तरंगणाऱ्या दोरखंडाला पुष्कळ गळाच्या लांब दोऱ्या जोडलेल्या होत्या. सामान्यतः दोरखंड वारा व लाटा ह्यांच्याबरोबर वाहत असतो. परंतु गंमत म्हणजे क्रॉमवेलचा दोरखंड अपेक्षित दिशेच्या उलट बाजूला जाऊ लागला. तरंगत्या दोरखंडापासून खाली लोंबणाऱ्या गळाच्या दोऱ्या समुद्रांतर्गत प्रवाहापर्यंत पोचल्या होत्या हे त्याचे कारण होय हे उघड आहे. समुद्रांतर्गत प्रवाह वारा व लाटा ह्यांच्या जोराला विरोध करण्याएवढा प्रभावी होता हे उघड आहे. दोरखंड जिकडे वाहत जात होता, त्याबरोबरच त्यावरील उपकरणे पण वाहत होती. ह्या समुद्रांतर्गत 'क्रॉमवेल' प्रवाहाची मोजमापे घेण्यात आली तेव्हा त्याची खोली ९०० फूट, रुंदी १८० मैल व लांबी ५४०० मैल असल्याचे आढळून आले. समुद्रांतर्गत हा प्रचंड प्रवाह पूर्व दिशेकडे वाहणारा झाला होता.

ह्या प्रवाहामध्ये वेडीवाकडी वळणे आहेत. हा प्रवाह साधारणतः विषुववृत्ताबरोबर वाहतो. ह्या प्रवाहाचा आरंभ आन्तरराष्ट्रीय दिनरेषेवर होतो व तो गॅलापगोज् बेटाजवळ विराम पावतो. क्रॉमवेल प्रवाहाचा मध्य विषुववृत्तरेषेवर आहे.

ह्या प्रवाहाच्या शोधानंतर झालेल्या चाचपणीमध्ये एक महत्त्वपूर्ण शोध लागला. विषुववृत्त ही काल्पनिक रेषा नसून ती खरीखुरी रेषा आहे हाच तो शोध. समुद्रतळाचे बारकाईने निरीक्षण करीत असताना भौगोलिक विषुववृत्ताच्या रेषेवर एक सलग उंचवटा आढळून आलेला आहे. पॅसिफिकमध्ये ह्या सलग उंचवट्याची लांबी पृथ्वीगोलाच्या परिघाच्या एकचतुर्थांशाएवढी



आहे. पुढील चाचपणीमध्ये समुद्रातील हा उंचवटा बहुधा असाच विषुववृत्ताच्या रेषेवर पुढे समुद्रामध्ये पसरलेला असल्याचे आढळून येईल.

पूर्व दिशेने वाहणाऱ्या क्रॉमवेल प्रवाहाच्या खाली दुसरा एक समुद्रांतर्गत प्रवाह पश्चिम दिशेकडे वाहतो. त्याखाली आणखी ही दुसरे प्रवाह असतील तर त्यांचा शोध अद्याप लागलेला नाही.

समुद्रतळाच्या गाळावरून आपल्या भौगोलिक इतिहासाची महत्त्वाची साधने आपल्या हाती येतात. समुद्राचा खोल भाग कोट्यवधी वर्षांपासून पाण्याने भरलेला आहे. एवढ्या दीर्घ कालामध्ये मृत प्राणी व वनस्पती, उल्कांचे तुकडे व एके काळी बर्फाच्छादित असलेले खडक समुद्राच्या तळी जाऊन साचले. वाळवंटा-



तील वाळू वाऱ्याने उडून पडली ती समुद्रामध्येच. पुष्कळ ठिकाणी समुद्राच्या गाळाची जाडी कित्येक मैल असून त्यामध्ये विविध रंगांचे थर आहेत. त्यांची घडण पण निराळ्या प्रकारे झाली आहे. भूखंडावरील जमिनीच्या थरांमध्ये जी विविधता आढळते तीच ह्या गाळाच्या बाबतीतही आढळते.

उत्तर पॅसिफिकमध्ये समुद्र जास्त खोल असल्यामुळे तेथील गाळ मऊ व चॉकोलेटच्या रंगाचा आहे. ह्या विशिष्ट रंगाचे कारण काय असेल बरे ? इतरत्र आढळतात त्याप्रमाणे सागरी विज्ञानतज्ज्ञ तळ कोरून काढणाऱ्या धारदार नळ्या खाली सोडून (डावीकडे) समुद्रतळाचे उंच गोलाकार स्तंभासारखे नमुने (मध्यभागी) काढीत आहेत. (उजवीकडे) खोल समुद्रामधून काढलेले चिखलाचे उंच गोलाकार स्तंभ पुढील विस्तृत संशोधनासाठी संशोधक बोटीवर रचून ठेवीत आहेत. येथील सागरी पंकामध्ये छोटे छोटे शिंपले का नाहीत बरे ? ह्या व अशाच कूट प्रश्नांचे उत्तर मिळविण्यासाठी फार वेळ थांबावे लागणार नाही. सागरी विज्ञानतज्ज्ञ आता समुद्राचा तळ धारदार नळकांड्याने कोरून

चिखलाचे उंच उंच गोलाकारी नमुने बाहेर काढीत आहेत. ह्या गोलाकारी उंच नमुन्याच्या प्रत्येक उभ्या इंचामध्ये पृथ्वीगोलाच्या पूर्व इतिहासाचे काही धागेदोरे दडून बसलेले आहेत.

‘मोहो’ (MOHO) ह्या नावाच्या भूकवचाखालील नवल-पूर्ण थरापर्यंत पोचणारे छिद्र पाडण्याचा मोठा प्रकल्प सध्या आखण्यात येत आहे. ह्यासाठी समुद्राचा गाळ व त्याखालील खडकांचा थर ह्यांमधून छिद्र पार गेले पाहिजे. पृथ्वीच्या कवचाच्या आतील ह्या थराला ‘मोहोरोविसिक डिस्कंटिन्युइटी’ (भग्न अखण्डत्व) असे म्हणतात. युगोस्लोवाकियाचे शास्त्रज्ञ प्रोफेसर अँड्रिज मोहोरोविसिक ह्या मूळ संशोधकाच्या गौरवार्थ हे नाव देण्यात आले आहे.

भूकंपाच्या लाटांचा विशेष अभ्यास करून प्रोफेसर महाशयांनी हा शोध लावला. भूकंपाचे तरंग ज्या प्रकारच्या खडकांमधून जातात, त्यावर ह्या तरंगांचा वेग अवलंबून असतो. खडक जेवढा घट्ट तेवढा कंपतरंगवेग जास्त. ह्या प्रोफेसरना दोन वेगळे वेगळे जलद वेगाचे कंपतरंग आढळून आले. एक तरंगावली भूपृष्ठाच्या कवचा-मधून पार पडली व दुसरी त्याहूनही घट्ट अशा थरातून गेली. दोन तरंगांच्या वेगावरून भूकवचाखालील खडकाच्या आणखी खाली एकदम घट्ट असे आवरण पृथ्वीगोलावर आहे असे आढळून येते. कवचाखालील खडक व त्याहीखालील हे घट्ट पृथ्वीआवरण ह्यांमधील सीमा भागाला ‘मोहो’ असे म्हणतात.

‘मोहो’पर्यंत जाऊन पोचण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी जमिनीमध्ये भोक पाडण्याऐवजी समुद्रतळालाच छिद्र पाडण्याचे का बरे ठरविले असेल ? खरे म्हणजे काही दृष्टीने जमिनीवरून खोल भोक पाडणे

३ : शास्त्रज्ञ समुद्राकडे वलले

नैसर्गिक भूकंपामुळे झालेल्या आघाततरंगांचा वेग बरोबर मोजता आल्यामुळे 'मोहो'चा शोध लागला. आघाततरंगांविषयी माहिती मिळविण्यासाठी आता सुदैवाने नैसर्गिक भूकंप होण्याची वाट पाहण्याचे कारण उरले नाही. डायनामाईट ह्या स्फोटकाचा बार उडवून आपल्याला आता कोठेही भूकंप करता येतात. पाण्यात बांब्याचा स्फोट झाला म्हणजे आघाततरंगमालिका सुरू होते. हे तरंग खडक, चिखल आणि पाणी ह्यांमधून मार्ग काढित जातात. निरनिराळ्या प्रकारच्या पदार्थांमधून जाणाऱ्या तरंगांचा वेग आपल्याला अगोदरच माहित असल्यामुळे समुद्रतळाची रचना कशी थराथरांनी झाली आहे हे समजते.

समुद्रतळाच्या जमिनीचा एकेक छेद कोरून काढल्यावर जसा थररचनेविषयी अर्थबोध होतो तोच बरील मापनामुळे होतो. आघाततरंगांमुळे मिळालेल्या माहितीच्या आधारेने प्रत्येक थराची जाडी व तो थर कशाचा बनला आहे हे सर्व कळून येते.

आघाततरंगांचा वेग किती आहे ह्यावरून केल्या जाणाऱ्या समुद्रतळाच्या रचनेविषयीच्या पाहणीला 'भूकंपीय पाहणी' असे म्हणतात. भूमिगत तैलपूर्वेक्षकांनी पाहणी करण्यासाठी डायनामाईट स्फोटाचे तंत्र प्रगत केले आहे. खोल पाण्यात स्फोट करून निर्माण होणाऱ्या आघाततरंगांची बरोबर नोंद करणे ह्यासारखा समुद्रतळाची रचना बरोबर समजून घेण्याचा दुसरा मार्ग नाही.

मोहोपर्यंत जाणारे भोक कोठे पाडावे ह्याविषयीची प्राथमिक चाचपणी ह्या भूकंपीय पाहणीवरून करण्यात आली होती. अशा

प्रकारची भूकंपीय पाहणी साधारणतः दोन बोटी एकमेकांच्या सहकार्याने पार पाडतात. ह्यांपैकी एका बोटीवर म्हणजे बाँब फेकणाऱ्या बोटीवरून पाण्यात स्फोट होण्यासाठी बाँब फेकले जातात. दुसऱ्या बोटीवर म्हणजे ग्रहण करणाऱ्या बोटीवर कंपतरंगांचे ग्रहण होते व त्याची नोंद होते.

समुद्रतळाच्या एका क्षेत्राचे समजा आपल्याला विशेष बार्काईने मापन करावयाचे आहे. त्यासाठी दोन बोटी पाहिजेत. एक ग्रहण करणारी व दुसरी बाँब क्षेपण करणारी. क्षेपक बोटीने पाण्यातील स्फोट करावयाचे व दुसऱ्या बोटीने तरंगांचे ग्रहण करावयाचे. समुद्रतळाचे ६० मैल टापूचे मापन करावयाचे ठरले असे आपण समजू. त्यासाठी ह्या दोन बोटी टापूच्या दोन टोकांना ६० मैल अंतरावर असल्या पाहिजेत. क्षेपक बोट स्फोटक द्रव्याचे बाँब सोडीत असतानाच ती ग्रहण करणाऱ्या बोटीकडे चाल करीत राहिल. आरंभी क्षेपक बोटीवरून नेहमीच्या आकाराचा नौदलाचा पाण्यातील स्फोट बाँब सोडण्यात येतो. (अशा बाँबमध्ये ३०० पौंड स्फोटक द्रव्ये असतात.) त्यानंतर दोन बोटींमधील अंतर कमी कमी होते तसे लहान आकाराचे बाँब वापरण्यात येतात.

भूकंपीय पाहणी चालू असताना क्षेपण व ग्रहण करणाऱ्या बोटींवरून एकमेकांशी रेडिओद्वारा संभाषण करता येते. दरेक बाँब पाण्यात टाकण्यापूर्वी तेथील अधिकारी लवकरच स्फोट होणार आहे असे जाहीर करतो. नंतर ग्रहण करणारी बोट नोंदणीच्या कामासाठी आपण तयार आहो की नाही ते कळविते. त्यानंतर क्षेपण करणाऱ्या तुकडीचा प्रमुख बाँबविषयी सारी माहिती दुसऱ्या बोटीला कळवितो. डायनामाईटचे वजन व फ्यूज जळून जावयाला

बाँबगोळे फेकणाऱ्या बोटीवरून
पाण्यात स्फोटक बाँब फेकला
जातो (डावीकडे) झालेल्या
स्फोटाचे दृश्य (उजवीकडे)



लागणारा वेळ ही माहिती त्यामध्ये असते. त्यापुढील निवेदन
म्हणजे 'फक्त एक मिनिट उरले आहे,' हा पूर्वसूचनेचा संदेश.
'आता' असे म्हणून बाँब टाकला जातो. ग्रहण करणाऱ्या बोटी-
वरील एक कार्यकर्ता ती वेळ अचूकपणे नोंदून ठेवतो.

क्षेपक बोटीवरून पहिला संदेश येण्याअगोदरच ग्रहण करणाऱ्या
बोटीने जलश्रवणी समुद्रामध्ये सोडलेली असते. ह्या जलश्रवणीमध्ये
मायक्रोफोन (सूक्ष्मश्रवण) असतो व ती पाण्यातील आवाज ग्रहण
करते. विजेच्या तारांनी हे आवाज बोटीवरील नोंदणी करणाऱ्या
विद्युत् यंत्राकडे पोचविले जातात. नोंदणीयंत्राच्या तबकडीवरील
कागदावर प्रत्येक आघाततरंगाची नोंदणी विविध रेषांनी केली
जाते. काही रेषा सरळ असतात तर काही खालीवर जाणाऱ्या
वक्र रेषा असतात. दोन बोटींमध्ये जास्तीत जास्त अंतर असते
तेव्हा नोंद झालेले पहिले तरंग समुद्रतळाच्या घट्ट थरामधून
आलेले असतात. परंतु शेवटचे तरंग पाण्यामधूनच आलेले असतात.

भूकंपीय पाहणीमध्ये ज्या भागाचे मापन करावयाचे त्या
भागावरून मागेपुढे अशा पुष्कळ फेऱ्या क्षेपक बोट करीत असते.
क्यूबाचा किनारा व दक्षिण अमेरिकेचा किनारा ह्यांमधील कॅरि-

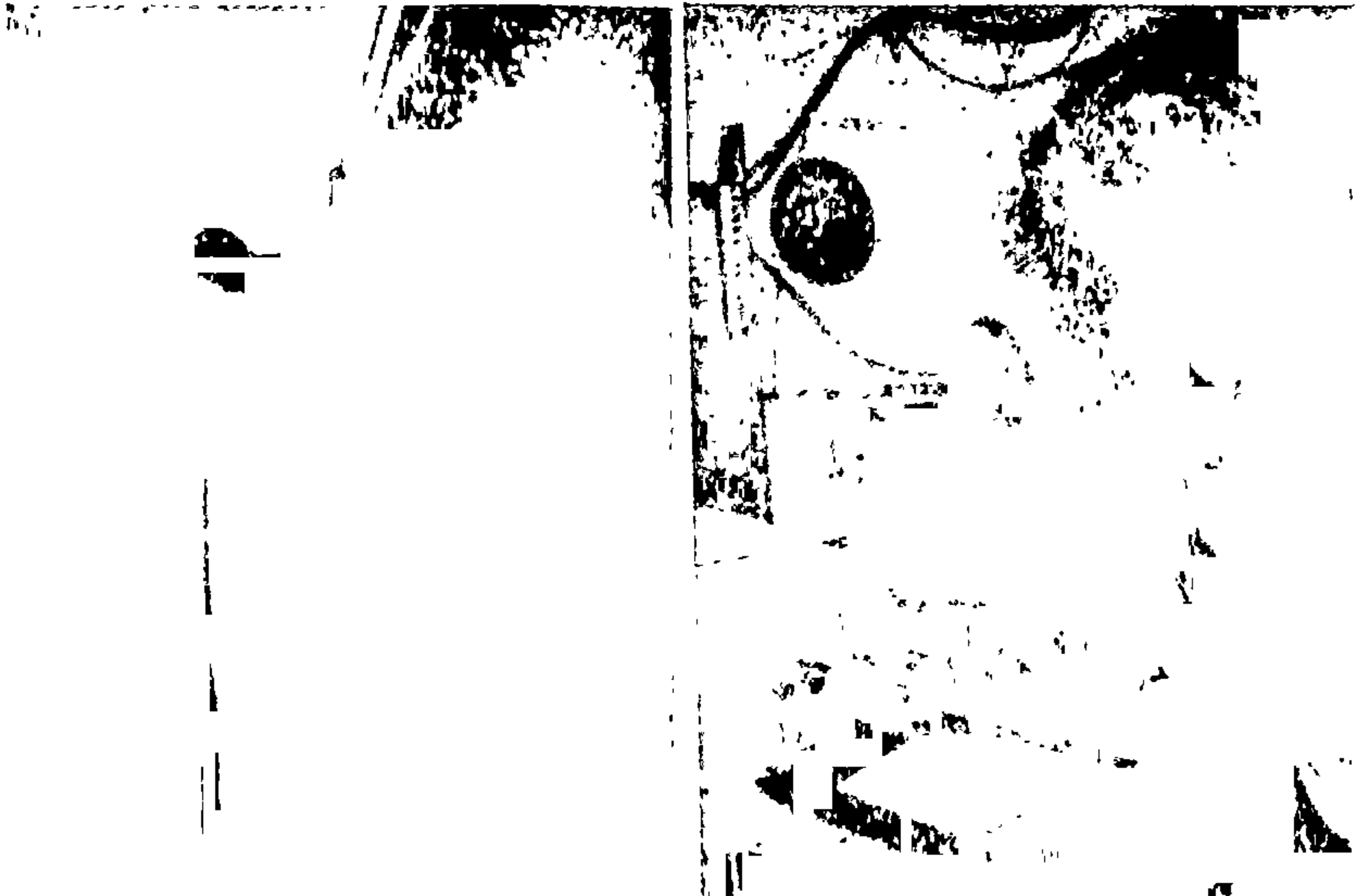
बिअन सागराची पाहणी एकदा करण्यात आली. त्या पाहणीसाठी क्षेपक बोटीने मूळच्या ठिकाणापासून ग्रहण करणाऱ्या बोटीपर्यंत ३८ फेऱ्या केल्या. क्षेपक बोट दुसऱ्या बोटीपर्यंत पोचून परतीचा प्रवास करीत असताना पुनः एकदा बाँबक्षेपण सुरू होई. परतीच्या वेळी ग्रहण करणाऱ्या बोटीवर नोंद केलेली माहिती पहिल्या फेरीमध्ये मिळालेल्या माहितीशी ताडून बरोबर असल्याचे पाहता येते. कॅरिबिअनमधील पाहणीवरून जेथे पाणी जास्त खोल तेथील खडकाचा थर जास्त पातळ असे आढळून आले.

बाँबक्षेपण करणाऱ्या बोटीवरून प्रवास करणे फार दगदगीचे असते. शिवाय त्यामध्ये धोका पण आहे. बोटीवर डायनामाईट ह्या स्फोटक द्रव्याचा साठा केलेला असतो. प्रत्येक बाँब हाताळण्यामध्ये काही ना काही धोका हा आलाच. अपघात टाळण्यासाठी काही संशोधक बोटी फक्त दिवसाच भूकंपीय पाहणी करतात. वादळी हवा असली तर भूकंपीय पाहणी स्थगित करण्यात येते.

सागरविज्ञान संशोधन करणाऱ्या बोटी मजबूत बांधणीच्या असतात. त्या फार मोठ्याही नसतात किंवा जलद गतीच्या पण नसतात. वादळी समुद्रात प्रवासाला लायक व भरपूर इंधन नेण्यास

समर्थ, ह्याच महत्त्वाच्या कसोट्या लावून बोटीची निवड होते. संशोधन करणाऱ्या बोटींना महासागरामध्ये फार दूर दूर ठिकाणी जावे लागते व तेथे जवळ बंदराची किंवा इंधन तेल, शिधा व इतर सामान मिळण्याची सोय नसते.

सागरी संशोधनासाठी वापरण्यात आलेल्या बोटी प्रथमतः दुसऱ्या कार्यासाठीच बांधण्यात आल्या होत्या. काही नौदलासाठी बांधण्यात आल्या होत्या तर काही शीडवाल्या बोटी हौशी लोकांच्या समुद्रसफरीसाठी बांधण्यात आल्या होत्या. संशोधनाच्या कामासाठी अशा बोटी वापरावयाच्या म्हणजे त्यांवर बरेच फेरफार करावे लागतात. बोटीवर शास्त्रज्ञांना राहण्यासाठी जादा केबिन खोल्या तयार कराव्या लागतात. प्रयोगशाळांसाठी व खोल समुद्राच्या संशोधनासाठी लागणारी अवजड यंत्रसामुग्री ठेवण्यासाठी पण बोटीवर जागा राखून ठेवावी लागते. ह्यामुळे शास्त्रज्ञ व नावाडी ह्यांना बोटीवर थोड्या जागेत गर्दीगर्दीने राहावे लागते.



सागरी समीक्षणाचे काम रात्री पण करता यावे म्हणून त्या संशोधक बोटीवर मोक्याच्या जागी झगझगीत प्रकाशझोत बसवावे लागतात. समुद्रावर व बोटीवर भरपूर प्रकाश टाकणे जरूर असते. बोटीवरील बरीचशी जागा शास्त्रीय उपकरणे लावून ठेवण्यासाठी वापरण्यात येते. बोटीच्या आतील भागात शेकडो मैल लांबीच्या तारा चाकावर गुंडाळलेल्या असतात. तेथेच शेजारी गुंडाळलेल्या तारा उलगडण्याची यंत्रयोजना असते. ह्या तारांना जोडून अवजड उपकरणे पाण्यात सोडतात. त्याच्या शेजारीच डबाबंद खाद्य पदार्थांची खोकी भरून ठेवलेली असतात. सफरीला निघावयाचे म्हणजे भरपूर खाद्यपदार्थांचा संचय करून ठेवावा लागतो. ह्यासाठी लागणारी जागा बोटीवर शोधून काढणे मोठे जिकिरीचे काम होऊन बसते. केव्हा तरी शास्त्रज्ञ किंवा खलाशी मासे पकडतात. मग मात्र त्यांच्या जेवणाची चांगली सोय होते. परंतु सामान्यतः त्यांना बोटीत साठवून ठेवलेल्या अन्नपदार्थांवर निर्वाह करावा लागतो.

ग्रहण करणाऱ्या बोटीवरून जलश्रवणी पाण्यामध्ये सोडलेली आहे (डावीकडे), पाण्यात बुडाल्यावर (उजवीकडे), वळ-रचना निदर्शक नादतरंग ग्रहण करणारी यंत्र योजना (मध्यभाग).

काही समुद्रविज्ञान सफरी एका ठराविक कार्यासाठी असतात. उदाहरणार्थ, केवळ भूकंपीय पाहणी करणे ह्या हेतूने काढलेली सफर. पुष्कळदा विविध प्रकारचे संशोधन एकाच वेळी चालू असते.

समुद्रतळाच्या माती-चिखलाचे नमुने वर खोदून काढतात. त्या कामामध्ये किती गुंतागुंतीच्या समस्या उद्भवतात हे लक्षात घेणे जरूर आहे. प्रथमतः तळाच्या मातीचिखलाचे नमुने काढणारी यंत्रयोजना कित्येक मैल खोल पाण्यात सोडावी लागते. ह्या कार्यक्रमासाठी कित्येक तास खर्च करावे लागतात. तळची माती वगैरे नमुने निवडण्याच्या दृष्टीने मोठ्या खटपटीने खाली सोडलेली यंत्रयोजना सोयीच्या जागी जाऊन पोचेलच अशी खात्री नसते. तळावर आडव्या आलेल्या खडकाच्या टोकामध्ये यंत्रयोजना अडकेल किंवा कणखर बनलेल्या अशा लाव्हावर जाऊन आदळेल. ही यंत्रयोजना योग्य जागी पोचली तरी तेथील परिस्थितीची यथातथ्य कल्पना घेण्यासाठी सर्व यंत्रयोजना पूर्णतया कार्यक्षम राहिली पाहिजे. सारी यंत्रयोजना व उपकरणे वर काढल्यानंतर व ती उघडून पाहिल्यानंतरच आपला नियोजित कार्यक्रम यशस्वी झाला की नाही हे समजते. पुष्कळदा हाती आलेले नमुने अगदी निरूपयोगी असतात. परंतु यथायोग्य असा एखादा नमुना जरी हाती आला तरी त्यापासून पुष्कळच लक्ष्य वेधून घेणारे संशोधन करणे शक्य होते.

पाणी त्यामानाने उथळ असल्यास समुद्रतळाच्या थरावरील नमुने बाहेर काढण्यासाठी, त्यांना घट्ट पकडून वर काढणारी यंत्रयोजना वापरावी लागते. यंत्राच्या तोंडातील घट्ट पकडणारे दोन जबडे, यंत्र खाली जाते तेव्हा उघडे राहतात. हे यंत्र समुद्रतळाशी आदळताच हे स्प्रिंग असलेले जबडे जवळ येतात. जबडे मिटतात

तेव्हा त्यांच्या तावडीमध्ये खडक, दगड, खडे आणि चिखल ही सापडतात.

समुद्रतळाच्या आतील थर भेदून जाण्यासाठी ह्यापेक्षाही गुंतगुंतीची यंत्रयोजना वापरावी लागते. ही यंत्रयोजना म्हणजे दुसऱ्या प्रकरणातील समुद्रतळ कोरून काढणारी धारदार नलिका. ही नलिका कठीण पोलादाची बनविलेली असते व त्याला वजनेही जोडलेली असतात. केव्हा केव्हा ती नलिका समुद्रतळी खोल रुतावी म्हणून वरून ती ठोकतात. ज्या ठिकाणी समुद्रपंक किंवा चिखल ह्यांचा जाड थर असतो त्या ठिकाणी ही कोरणारी नलिका ७०-८० फूट लांबीची असते. फार लांबीची अशी ही नलिका पाण्यामध्ये सोडणे व ती तेथून संशोधक बोटीवर काढणे हे काम फार बिकट असते. एखाद्या गळाने मासे धरणाऱ्या हौशी माणसाला समुद्रामधील करवत मासा वर काढणे त्यामानाने सहज साध्य वाटेल.

परंतु समुद्रतळाचा उंच असा कोरून काढलेला स्तंभ हाती आला तर मात्र श्रम व वेळ पुरा सार्थकी लागल्याचे समाधान मिळते. समुद्रतळी गाळ अगदी आस्ते आस्ते साचत असतो. कदाचित पाव इंच गाळ साचण्यासाठी एक हजार वर्षे लागतील. अशा तऱ्हेने गाळाच्या कोरून काढलेल्या उंच स्तंभामध्ये जगातील प्राचीन घडामोडींचे धागेदोरे दिसून येतात. शिंपल्याच्या कणा-वरून हिमयुगाची कालगणना करता येते. राखेमुळे अती प्राचीन काळाच्या ज्वालामुखीच्या उद्रेकाची माहिती होते.

सुमारे ११९ हजार वर्षांपूर्वी अटलँटिक सागराचे तपमान एकाएकी कमी झाले असले पाहिजे असे दोघा शास्त्रज्ञांनी प्रसिद्ध

काही समुद्रविज्ञान सफरी एका ठराविक कार्यासाठी असतात. उदाहरणार्थ, केवळ भूकंपीय पाहणी करणे ह्या हेतूने काढलेली सफर. पुष्कळदा विविध प्रकारचे संशोधन एकाच वेळी चालू असते.

समुद्रतळाच्या माती-चिखलाचे नमुने वर खोदून काढतात. त्या कामामध्ये किती गुंतागुंतीच्या समस्या उद्भवतात हे लक्षात घेणे जरूर आहे. प्रथमतः तळाच्या मातीचिखलाचे नमुने काढणारी यंत्रयोजना कित्येक मैल खोल पाण्यात सोडावी लागते. ह्या कार्यक्रमासाठी कित्येक तास खर्च करावे लागतात. तळची माती वगैरे नमुने निवडण्याच्या दृष्टीने मोठ्या खटपटीने खाली सोडलेली यंत्रयोजना सोयीच्या जागी जाऊन पोचेलच अशी खात्री नसते. तळावर आडव्या आलेल्या खडकाच्या टोकामध्ये यंत्रयोजना अडकेल किंवा कणखर बनलेल्या अशा लाव्हावर जाऊन आदळेल. ही यंत्रयोजना योग्य जागी पोचली तरी तेथील परिस्थितीची यथातथ्य कल्पना घेण्यासाठी सर्व यंत्रयोजना पूर्णतया कार्यक्षम राहिली पाहिजे. सारी यंत्रयोजना व उपकरणे वर काढल्यानंतर व ती उघडून पाहिल्यानंतरच आपला नियोजित कार्यक्रम यशस्वी झाला की नाही हे समजते. पुष्कळदा हाती आलेले नमुने अगदी निरूपयोगी असतात. परंतु यथायोग्य असा एखादा नमुना जरी हाती आला तरी त्यापासून पुष्कळच लक्ष्य वेधून घेणारे संशोधन करणे शक्य होते.

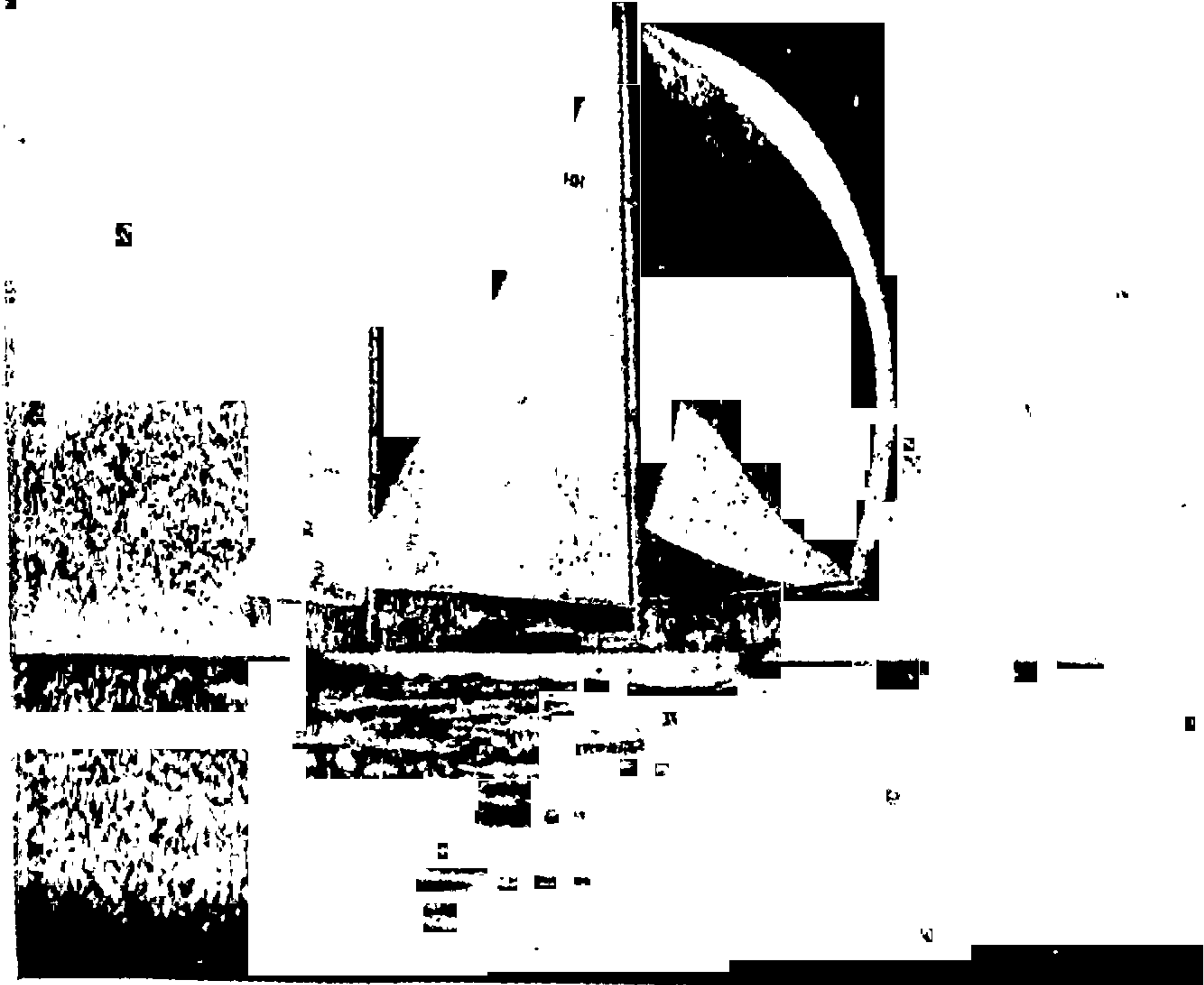
पाणी त्यामानाने उथळ असल्यास समुद्रतळाच्या थरावरील नमुने बाहेर काढण्यासाठी, त्यांना घट्ट पकडून वर काढणारी यंत्रयोजना वापरावी लागते. यंत्राच्या तोंडातील घट्ट पकडणारे दोन जबडे, यंत्र खाली जाते तेव्हा उघडे राहतात. हे यंत्र समुद्रतळाशी आदळताच हे स्प्रिंग असलेले जबडे जवळ येतात. जबडे मिटतात

तेव्हा त्यांच्या तावडीमध्ये खडक, दगड, खडे आणि चिखल ही सापडतात.

समुद्रतळाच्या आतील थर भेदून जाण्यासाठी ह्यापेक्षाही गुंतगुंतीची यंत्रयोजना वापरावी लागते. ही यंत्रयोजना म्हणजे दुसऱ्या प्रकरणातील समुद्रतळ कोरून काढणारी धारदार नलिका. ही नलिका कठीण पोलादाची बनविलेली असते व त्याला वजनेही जोडलेली असतात. केव्हा केव्हा ती नलिका समुद्रतळी खोल रुतावी म्हणून वरून ती ठोकतात. ज्या ठिकाणी समुद्रपंक किंवा चिखल ह्यांचा जाड थर असतो त्या ठिकाणी ही कोरणारी नलिका ७०-८० फूट लांबीची असते. फार लांबीची अशी ही नलिका पाण्यामध्ये सोडणे व ती तेथून संशोधक बोटीवर काढणे हे काम फार बिकट असते. एखाद्या गळाने मासे धरणान्या हौशी माणसाला समुद्रामधील करवत मासा वर काढणे त्यामानाने सहज साध्य वाटेल.

परंतु समुद्रतळाचा उंच असा कोरून काढलेला स्तंभ हाती आला तर मात्र श्रम व वेळ पुरा सार्थकी लागल्याचे समाधान मिळते. समुद्रतळी गाळ अगदी आस्ते आस्ते साचत असतो. कदाचित पाव इंच गाळ साचण्यासाठी एक हजार वर्षे लागतील. अशा तऱ्हेने गाळाच्या कोरून काढलेल्या उंच स्तंभामध्ये जगातील प्राचीन घडामोडींचे धागेदोरे दिसून येतात. शिंपल्याच्या कणावरून हिमयुगाची कालगणना करता येते. राखेमुळे अती प्राचीन काळाच्या ज्वालामुखीच्या उद्रेकाची माहिती होते.

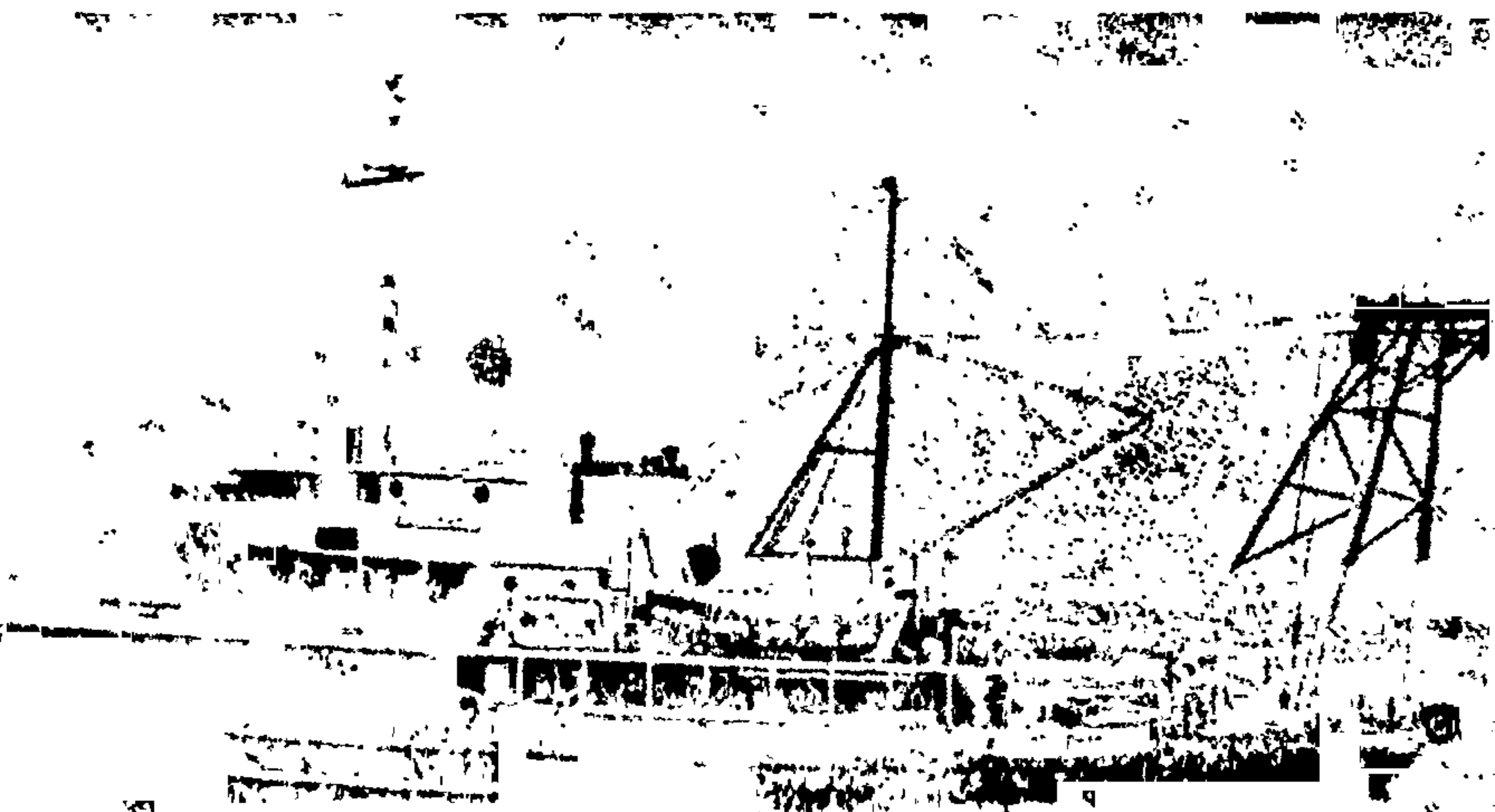
सुमारे ११९ हजार वर्षांपूर्वी अटलॅंटिक सागराचे तपमान एकाएकी कमी झाले असले पाहिजे असे दोघा शास्त्रज्ञांनी प्रसिद्ध




‘सलुदा’ नावाच्या शिडाच्या बोटीवर जरूर तो फेरफार करून बोटीचा मजला (Deck) नौदलाच्या इलेक्ट्रॉनिक प्रयोगशाळेसाठी वापरतात, शास्त्रज्ञांना लागणारा व कसलाच आवाज नसलेला असा ओटा किंवा मंच (Platform) मिळतो. (उजवीकडे) स्पेन्सर एफ्. बर्ड ह्या नावाची पूर्वीची टग बोट (कर्षनाव) त्यावर आता खोल समुद्राचे संशोधन करण्यासाठी लागणारी ४० हजार फूट लांबीची तार उलगडण्याची यंत्रयोजना आहे.

केले होते. अटलॅटिक सागराच्या तळावरून कोरून काढलेल्या चिखलाच्या स्तंभाचा बारकाईने अभ्यास केल्यानंतर ही माहिती त्यांना प्रसिद्ध करता आली. साधारणतः ४० हजार वर्षांनंतर समशीतोष्ण हवामानाचे युग येऊन गेले. तळ कोरून काढलेल्या चिखलाच्या स्तंभामधील थरावरून पाणी गोठणे व गरम होणे ह्या क्रमाने कालखंड आलतून पालतून येत असले पाहिजेत. हा क्रम सुमारे ९ हजार वर्षांपूर्वीपर्यंत चालू होता. त्यानंतर मात्र समुद्राचे तपमान आज आहे तेवढेच राहिले आहे.

समुद्रतळ कोरून काढणे हे काम किती अवघड आहे हे सहज पटते. परंतु समुद्राच्या पाण्याचे नमुने मिळविणे मात्र फार सोपे असेल असे प्रथमदर्शनी वाटते. समुद्राच्या पृष्ठभागावरचे पाण्याचे नमुने मिळविणे अर्थातच कठीण नाही. परंतु शास्त्रज्ञांना समुद्रातील निरनिराळ्या खोलीवरील पाण्याचे नमुने पाहिजे असतात.





नानसेन बाटल्यांनी (डावीकडे) खोल पाण्याचे नमुने वर काढण्यात येतात व समुद्राच्या पोटातील जगताविषयी उपयुक्त माहिती (उजवीकडे) मिळते

अशा पाण्यातील रासायनिक घटक, तपमान, तेथील वनस्पती व प्राणिसृष्टी ह्यांबद्दल माहिती मिळविणे हा शास्त्रज्ञांचा हेतू असतो. अशा प्रकारचे पाण्याचे नमुने मिळविण्यासाठी ते 'नानसेन' नावाच्या बाटल्या वापरतात. (आर्क्टिक संशोधक व समुद्रवैज्ञानिक फिडॉफ नानसेन ह्यांच्या नावाने ह्या बाटल्या प्रसिद्ध आहेत.) ह्या बाटल्या पत्र्याच्या केलेल्या असतात. त्या गोलाकार असतात. अशा ह्या बाटल्यांना खाली व वर उघडी तोंडे असतात. ती तोंडे योग्य वेळी बंद करणारी झडपे आपोआप बंद होण्याची योजना केलेली असते. एकेरी तारेच्या केबलवर रहाटाच्या मोटेप्रमाणे एकाखाली एक अशा पुष्कळ उघड्या तोंडाच्या बाटल्या बांधून ठेविलेल्या असतात.

बाटल्यांची मालिका जोडलेली तार पाण्यात सोडल्यानंतर रेच्या दुसऱ्या टोकावरून एक वजन खाली सोडण्यात येते. हे

वजन अगदी वरच्या बाटलीजवळील खटक्याला आदळेपर्यंत खाली जाते. त्यानंतर पुष्कळशा क्रिया एकदम घडून येतात. खटक्याला वजन आदळताच बाटलीच्या तोंडावरील झडपे स्प्रिंगच्या खटक्याने बंद होतात. पाणी आतल्या आत अडकून राहते. त्यानंतर बाटली उलटी होते. बाटलीला तपमापक जोडलेला असतो. तो उलटा झाला की त्यामधील पाण्याची रेषा ठराविक ठिकाणी तुटते व तेथील त्या वेळच्या तपमानाची नोंद होते. हे सर्व झाल्या-नंतर पहिल्या बाटलीला जोडलेले दुसरे एक वजन तारेवरून खाली घसरत जाते आणि दुसऱ्या बाटलीच्या खटक्याला आदळते. वरील सर्व क्रियांची यथाक्रमाने पुनरावृत्ती होते.

ही यंत्रयोजना नेहमीच अपेक्षेप्रमाणे बिनचूक काम करते असे नाही. काही वेळा कोणतीच बाटली उलटी होत नाही. केव्हा थोड्याशा बाटल्या उलट्या होतात. एकदा पाण्याचे नमुने मिळविण्याचे प्रयोग अगदीच फसले. कारण तारेच्या केबलवर 'जेली-फिश' (बिनहाडाचा मासा) चे आवरण चढले. पाण्यामध्ये तरंगत असणाऱ्या जेलीमाशाच्या विस्तारामधून तारेची केबल पाण्यात सोडण्यात आली असावी. जेलीफिशचे बुळबुळीत तंतू बहुधा नमुने निवडणाऱ्या यंत्रामध्ये अडकून पडले असले पाहिजेत.

पुष्कळ वेळा पाण्यातील मासे शास्त्रीय उपकरणांना चावून त्यांमध्ये बिघाड करतात. शार्क ह्या प्राण्याला ही चकचकित उपकरणे म्हणजे आपले खाद्यच वाटते.

सागरी संशोधक समुद्रतळ कोरून काढतात किंवा उलट्या होणाऱ्या बाटल्या उपयोगात आणतात तेव्हा त्यांची बोट स्थिर व अचल राहिली पाहिजे. तरीपण बोट चालत असली तरी काही



कार्यक्षम उपकरणे वापरता येतात. ह्या उपकरणांपैकी एक म्हणजे 'बॅदिथर्मोग्राफ' ह्या उपकरणाने बोट पाण्यातून जात असता वाटे-तील पाण्याचे तपमान नोंद करून घेता येते. तेलकट काजळी लावलेल्या काचेवर तपमानाची नोंद केली जाते. ही नोंद करण्याची काच एवढी लहान असते की, त्यावरील रेषा बघण्यासाठी सूक्ष्मदर्शक भिंग लागते.

बोटीच्या मागे सोडलेले एक उपकरण प्लँकटनचे नमुने गोळा करते. प्लँकटन हे सागरातील अत्यंत सूक्ष्म जीव आहेत. ह्या उपकरणामध्ये तलम, विरल रेशमी कापडाचे दोन गुंडाळे असतात. एक गुंडाळा उलगडून बाहेर आलेल्या कापडावर प्लँकटन पकडले जातात. त्यांना झाकून टाकण्यासाठी दुसऱ्या गुंडाळ्यामधील कापड पसरले जाते. अशा तऱ्हेने दोन रेशमी पदरांमध्ये प्लँकटनचे नमुने अडकून सुरक्षित बसतात.

दुसरे एक उल्लेखनीय उपकरण म्हणजे 'स्वॅलो पिंजर' (SWALLOW PINGER). त्याचा संशोधक म्हणजे डॉ. जॉन स्वॅलो. त्याच्यावरूनच हे नाव पडले आहे. सागरांतर्गत नद्यांचा प्रवाहवेग ह्या उपकरणाच्या सहाय्याने काढता येतो. 'स्वॅलो पिंजर' ह्या उपकरणामध्ये एका गोलाकार नळामध्ये विजेरीवर चालणारा 'सोनर ट्रॅन्स्मिटर' (ध्वनिप्रक्षेपक) असतो.

पाण्याच्या ज्या खोलीवर मोजमापे घ्यावयाची असतील तेथपर्यंतच हे उपकरण बुडावे म्हणून त्याला योग्य ती वजने

संशोधक बोटीने खाली सोडलेले 'बॅदिथर्मोग्राफ' हे यंत्र पाण्याचे तपमान नोंद करते.



‘ड्रिफ्ट’ (वाहवणाच्या) बाटल्यांची तोंडे मेणाने बंद करतात (डावीकडे) आणि ह्या बाटल्या बोटीच्या डेकवरून पाण्यामध्ये उडविण्यात येत आहेत (उजवीकडे).

जोडण्यात येतात. हे उपकरण प्रवाहाबरोबर पुढे जात असताना आतील प्रक्षेपक सतत संदेश पाठवीत असतो. संशोधक बोटीवर ग्रहण करणारी यंत्रे हे संदेश ग्रहण करतात. त्यावरून प्रवाहाचा वेग व दिशा ही कळून येतात. ह्या उपकरणातील विजेरीची कार्यक्षमता संपली व संदेश येत नाहीत असे झाले म्हणजे ते उपकरण तसेच राहून जाते. तेथून ते परत वर काढण्याचा प्रयत्न करण्यामध्ये काहीच फायदा नसतो.

पृष्ठभागाच्या प्रवाहाची दिशा शोधून काढण्यासाठी तोंडबंद बाटल्या पाण्यामध्ये सोडणे ही पद्धती फार जुनी आहे. परंतु अजूनही ती चालू आहे. ह्या प्रत्येक ‘वाहवत जाणाऱ्या’ बाटलीमध्ये एक सूचनापत्रक असते. त्यामध्ये ही बाटली ज्याला सापडेल त्याने लगेच ती कोठे व केव्हा आढळली ही माहिती कळविण्याबद्दल



विनंती केलेली असते. ह्या वाहवत जाणाऱ्या बाटल्या केव्हा कोळ्याच्या जाळ्यात सापडतात तर केव्हा लाटांच्या जोराने त्या किनाऱ्यावर येऊन पडतात. आपण जर कधी समुद्रावर फिरावयाला गेलो तर अशी बाटली कोठे दिसते का ते पाहिले पाहिजे. एका माणसाला सुदैवाने अशी बाटली पश्चिम ऑस्ट्रेलियाच्या बॅनबरी शहराजवळ आढळली. ही बाटली सात वर्षांपूर्वी 'तस्मानिया' ह्या ठिकाणाहून पाण्यात सोडण्यात आली होती. ह्या बाटलीने १६००० मैलांची पृथ्वीप्रदक्षिणा केली असली पाहिजे. त्या वाहवणाऱ्या बाटलीचा वेग दरदिवशी सात मैल असा पडतो.

ह्या वाहवणाऱ्या बाटल्यांवरून पुष्कळ उपयुक्त माहिती हाती आली आहे. इलेक्ट्रॉनिक यंत्राच्या द्वारा मिळणाऱ्या उपयुक्त माहितीप्रमाणेच ह्या माहितीच्या मदतीने आपले समुद्राविषयीचे ज्ञान व आकलन ह्यांची वाढ होत आहे.



४ : शिरस्त्राणधारी व 'स्कूबा' पेहरावधारी पाणबुडचे

समुद्राच्या पाण्यात बुडून राहणाऱ्या माणसाला श्वासोच्छ्वासासाठी लागणारी हवा तेथे मिळत नाही एवढीच अडचण असती तर त्यावर उपाय शोधून काढणे फारसे कठीण झाले नसते. बुडी मारणाऱ्या माणसाबरोबर हवेची भरपूर शिदोरी बांधून देणे काही आता कठीण राहिलेले नाही. हवेची पिशवी पाठीवर बांधून किंवा वरून रबरी नळीने हवेचा पुरवठा करता येईल.

माणूस जेव्हा समुद्राच्या पोटात शिरतो तेव्हा तो नवीन अशा जगतामध्ये प्रवेश करित असतो. तेथे तो अगदी आगंतुक आहे. पाण्यामध्ये माणसाला धड दिसत पण नाही. तेथील साऱ्याच वस्तू विकेंद्रित दिसतात. पाण्यामध्ये प्रकाशाचे प्रणमन (Refraction) निराळे आहे. शिवाय माणसाचे डोळे माशांप्रमाणे सपाट नाहीत.

ह्याच कारणांमुळे पाणबुड्यांना मुखवटे चढवावे लागतात. चष्म्याने जशी दृष्टी सुधारते त्याचप्रमाणे मुखवट्यामुळे प्रकाशाचे

स्कुबा पंहराव
वा प र णा रा
मोकळा किंवा
स्वावलंबी पाण-
बुड्या व शिर-
स्त्राणधारी पाण-
बुड्या हे एकत्र
का म करीत
आहेत.



विकृत स्वरूप दुरुस्त होते. तरोपण मुखवटा वापरणाऱ्या पाणबुड्यांना अंतराची यथार्थ कल्पना येण्यासाठी थोडी सवयही व्हावी लागतेच. पाण्यामध्ये वस्तू साधारणतः सवापट मोठ्या दिसतात व असतात त्यापेक्षा जवळ वाटतात. मासा आपल्याला सहज धरता येईल असा भास होतो, परंतु मासा मात्र खरोखर आपल्या आवाक्याबाहेर असतो.

परंतु सवयीने पाणबुड्यांना अंतराचा बरोवर अंदाज घेता येतो. पाण्याखाली अचूकपणे शिकार करता येते ह्यावरून हे स्पष्ट होईल. समुद्रात मोठे मासे मारण्यासाठी फेकावयाच्या बाणांचे प्रथम काही वेळा शरसंधान चुकते. परंतु सवयीने त्यामध्ये अचूकपणा येतो. खरे म्हणजे हा अचूकपणा एवढा वाढला आहे की, पुष्कळसे मासे ह्या अचूक नेमबाजीला बळी पडत आहेत. सागरी प्राण्यांचे, वन्य प्राण्यांप्रमाणे संरक्षण करण्यासाठी (काही संस्थांनी) अविचाराने समुद्रातील मोठे प्राणी मारण्यावर कायदेशीर नियंत्रण घातले आहे.

हौशी पाणबुड्यांचे पाणी स्वच्छ असेल तेथेच जातात. परंतु नौदलाचे पाणबुड्यांचे व खाजगी पाणबुड्यांचे ह्यांना मात्र बुडालेल्या वस्तूवर काढण्यासाठी किंवा पाण्यात काही बांधकाम करावयाचे असेल तर गढूळ पाण्यातच बुडी मारून तेथेच काम करावे लागते. पाणबुड्यांना साहाय्य करण्यासाठी नौदलाच्या इलेक्ट्रॉनिक प्रयोगशाळेने वस्तुशोधक यंत्राचा शोध लावला आहे. ह्या यंत्राने विशिष्ट दिशेने तरंग सोडण्यात येतात. वाटेमध्ये येणाऱ्या एखाद्या वस्तूवर तरंग आदळले तर ते प्रतिध्वनीप्रमाणे परत येतात. काळो-



वस्तुशोधक यंत्र वापरून पाणबुड्याला पाहिजे अस-
लेली वस्तू गढूळ पाण्यातही हुडकून काढता येते.

खाच्या रस्त्यावर प्रकाशझोताचे जे कार्य ते ह्या यंत्राचे कार्य असते. पाणबुड्याचे आपल्या यंत्रामधून निघणाऱ्या तरंगांची दिशा बदलीत असतात. वस्तूवरून परावर्तित झालेले तरंग कोणत्या दिशेने आले ते समजते.

सान्या जीवसृष्टीचा आरंभ समुद्रामध्ये किंवा समुद्राच्या काठी झाला. माणसाच्या रक्तातील रासायनिक द्रव्यांवरून मानवाचा जुना इतिहास समजून येतो. माणसाच्या रक्तामध्ये सोडियम, पोटॅशियम व कॅल्शियम ह्या मूलद्रव्यांचे परस्पर प्रमाण समुद्रामधील त्यांच्या प्रमाणाशी जुळते आहे. परंतु प्राण्यांनी समुद्र सोडल्यानंतर त्यांच्यामध्ये पुष्कळच फेरबदल झाले आहेत.

ह्या जलमय जगतामध्ये पुनः प्रवेश करताना व पाण्यामध्ये

पोहण्यासाठी त्यांना आपल्या पायांना मत्स्यपंखांप्रमाणे पंख बांधावे लागतात. पायांना बांधलेले पंख पोहण्याचे काम एवढे सुलभ करतात की, पाण्यामध्ये पोहण्याचा वेग वाढविण्यासाठी त्यांना हात किंवा पंजे ह्यांचा उपयोग करण्याची जरूरी पडत नाही. अशा तऱ्हेने पोहण्याच्या कामातून मोकळे झालेले हात एखादा लॉबस्टर पकडू शकतात किंवा कॅमेरा हाताळू शकतात. त्याचप्रमाणे समुद्र-तळाचे त्यांना जे पाहिजे ते उचलून घेऊ शकतात.

पायांना पंख बांधून व हवेची शिदोरी घेऊन माशाप्रमाणे माणसाला पाण्यामध्ये इकडून तिकडे संचारता येते हे खरे. परंतु जलपूर्ण जगतामध्ये त्याला मोकळेपणाने विहार करता येत नाही. त्याला फार खोल जाता येत नाही किंवा फार वेळ पाण्याखाली राहता पण येत नाही.

पाण्याखालील हालचालींवर पाण्याच्या दाबामुळे निश्चित मर्यादा पडतात. वातावरणातील हवेचा दाब आपल्या शरिरावर असतो हे खरे. परंतु मैलानुमैल उंचीच्या हवेचा दाब आपल्या शरिरावर दर चौरस इंचावर फक्त १४.७ पौंड असतो. परंतु हवेच्या मानाने पाणी एवढे जड आहे की, पाण्याखाली ३३ फूट खोल गेले तर शरिरावरील हाच दाब आणखी १४.७ पौंडांनी वाढतो. ६६ फुटांवर हाच दाब तिप्पट, ९९ फुटांवर चौपट असा वाढत जातो. समुद्राच्या अत्यंत खोल अशा कोंडीमध्ये दर चौरस इंचावर हाच दाब पौंडांनी न मोजता टनांनी मोजावा लागेल.

मासे काय किंवा माणूस काय पाण्याच्या दाबाचा सर्वांवरच परिणाम होतो. खोल पाण्यातील मासे वर काढून आणताच त्यांच्या

शरिरावरील दाब कमी झाल्यामुळे ते फुगून फुटतात. परंतु माणसाला खोल पाण्यातील जास्त दाबामुळे अपाय होऊ नये म्हणून काही मार्ग शोधून काढण्यात आलेले आहेत.

दाबामुळे 'बेंड' (BEND) ह्या नावाच्या विकृतीच्या असह्य वेदनांनी माणूस मरून जातो किंवा कायमचा अपंग होतो. दाब वाढला तर मानवी शरिरामध्ये काय काय होते ह्याचे स्पष्टीकरण प्रथम फ्रेंच डॉक्टर 'पॉल बर्ट' ह्यांनी केले. पाणबुड्यांना ह्या विकृतीपासून वाचविण्यासाठी व्यवहार्य मार्ग डॉ. जे. एस्. हालदेन ह्या स्कॉटलंडमधील शास्त्रज्ञाने सुचविले आहेत. माणूस शिरस्त्राणखाली झाकलेला असो की त्याच्या अंगावर पाणबुड्यांचा पुरा पोषाख (हा जलाभेद्य असतो) असो की त्याने पोहण्याचे कपडे घालून पाठीवर हवेची पिशवी घेतलेली असो, त्याने फार खोल बुडी मारल्यानंतर लगेच पाण्यावर येण्याचा प्रयत्न करणे धोक्याचे आहे. असा प्रयत्न म्हणजे प्रत्यक्ष मृत्यूलाच आमंत्रण.

माणूस श्वासाबरोबर हवा आत घेतो तेव्हा त्यामधील काही नायट्रोजन पण रक्तामध्ये विरघळतो व उच्छ्वासाबरोबर बाहेर पडत नाही, असे डॉ. बर्ट ह्यांनी प्रयोगांनी सिद्ध करून दाखविले. पाणबुड्या दाबाखाली असतो तोपर्यंत ह्यापासून अपाय नाही. परंतु एकदम तो वर आला तर मात्र काहीसे सोड्याच्या बाटलीचे बूच उघडल्यासारखे होते. बाटलीचे बूच काढताच पाण्यात दाबाखाली विरघळलेला वायू फसफसू लागतो, त्याचप्रमाणे रक्तामध्ये दाबाखाली विरघळलेला नायट्रोजन दाब कमी होताच रक्तामधून बुडबुड्याप्रमाणे बाहेर पडतो. मग मात्र माणूस मरतो किंवा निदान विकलगात्र होतो.

पूर्वी अशा प्रकारच्या नायट्रोजनच्या बुडबुड्यांमुळे अपंग होणे हे आपल्या घाडशी धंद्याचा एक अटळ भाग आहे असे पाणबुड्यांना वाटे. पाणबुड्यांचे घाबरत असत ते ह्या विकृतीला. त्यामानाने पाण्यात बुडून मरण्याचे, किंवा शार्क व इतर प्राणी ह्यांचा हल्ला होण्याचे भय कमी वाटे.

‘बॅंड’ ही विकृती कशी होते हे कळले तेव्हा रक्तामधील नायट्रोजन आस्ते आस्ते कसा बाहेर पडेल ह्याचा विचार सुरू झाला. पाणबुड्यांनी पाण्यामध्ये किती खोल जावे, तेथे किती वेळ राहावे व बाहेर कमी दाबाच्या ठिकाणी कसे कसे यावे ह्याचे वेळापत्रकच डॉ. हालदेन ह्यांनी तयार केले.

फार खोल पाण्यात जाणाऱ्या पाणबुड्यांना अधीर होऊन भागणार नाही. पाण्यामधील आपले काम आटोपले तरी त्यांनी पाण्यामध्ये बराच वेळ मुद्दाम रेंगाळत राहिले पाहिजे. ब्रिटिश नौदलामधील शिरस्त्राणधारी पाणबुड्यांचे विल्यम बोलाई ह्यांनी ह्या बाबतीत विक्रमच केला आहे. ५३५ फूट खोल जाण्यास त्यांना साडेसात मिनिटे लागली. परंतु वर येण्याला मात्र त्यांनी तीन तास एक मिनिट एवढा वेळ दिला.

स्कुबा पाणबुड्यांच्या मानाने शिरस्त्राणधारी पाणबुड्यांना जर वरून नळीने हवा पुरविण्यात येत असेल तर ते पाण्यामध्ये फार खोल जाऊन काम करू शकतात, व तेथे ते बराच वेळ राहू शकतात. पाठीवर हवेची पिशवी बांधून पाण्यात संशोधन करणारे लोक त्यामानाने उथळ पाण्यात संचार करतात. ह्या पाण्यामध्ये सागरी वनस्पतीच्या बागा व रंगीबेरंगी मासे आढळतात. स्कुबा पाणबुड्यांचे सरकत सरकत खोल पाण्यात जाऊन तेथील निरीक्षण

करू शकतात. शिरस्त्राणधारी पाणबुड्यांप्रमाणेच त्यांना पण पाण्यातून वर येण्याचा कार्यक्रम सावकाशीने पार पाडावा लागतो. शिरस्त्राणधारी पाणबुडचे व 'स्कुबा' पाणबुडचे ह्यांना पाण्यातून वर येण्याचे म्हणजे कमी कमी दाबाखाली येण्याचे एकच वेळापत्रक अमेरिकेच्या नौदलाने ठरवून दिले आहे.

३० फुटांपेक्षा खोल पाण्यामध्ये पाणबुड्या शिरला की त्याचा सर्व संचार ठराविक वेळापत्रकाप्रमाणेच झाला पाहिजे. जेवढे पाणी खोल तेवढी तेथे राहण्याची वेळ कमी असे ह्या पाणबुड्याच्या बाबतीत ठरलेले आहे. स्कुबा पाणबुड्याला १२० फूट खोल जावयाचे असेल तर त्याने वरून निघाल्यापासून १८ मिनिटांच्या आत खालचा तळ सोडलाच पाहिजे, असे अमेरिकेच्या नौदलाने तयार केलेल्या एका कोष्टकाप्रमाणे ठरवून दिलेले आहे. एक खोल बुडी मारल्यानंतर पाणबुड्याने २४ तासांच्या विश्रांतीनंतरच दुसऱ्या बुडीची तयारी केली पाहिजे.

काहीतरी अनपेक्षित कारणामुळे बुडी मारल्यानंतर पाणबुड्याला ठराविक वेळेपेक्षा लवकर वर येणे भाग पडले तर त्याला लगेच दाब वाढविण्याची सोय असलेल्या खोलीत घेऊन जातात. त्यानंतर पाण्यात ज्या ठिकाणी पाणबुड्याला थांबणे जरूर होते, तेथे असलेल्या दाबाखाली त्याला त्या खोलीमध्ये ठेवण्यात येते. कांही वेळानंतर त्याच्या शरिरावरील दाब आस्ते आस्ते कमी करण्यात येतो. पुष्कळ वेळानंतर (ह्या कामी कित्येक तासही लागतात.) पाणबुड्याला कमी कमी होणाऱ्या दाबाच्या खोलीतून बाहेर पडून, बाहेरच्या मोकळ्या हवेमध्ये जाता येते.

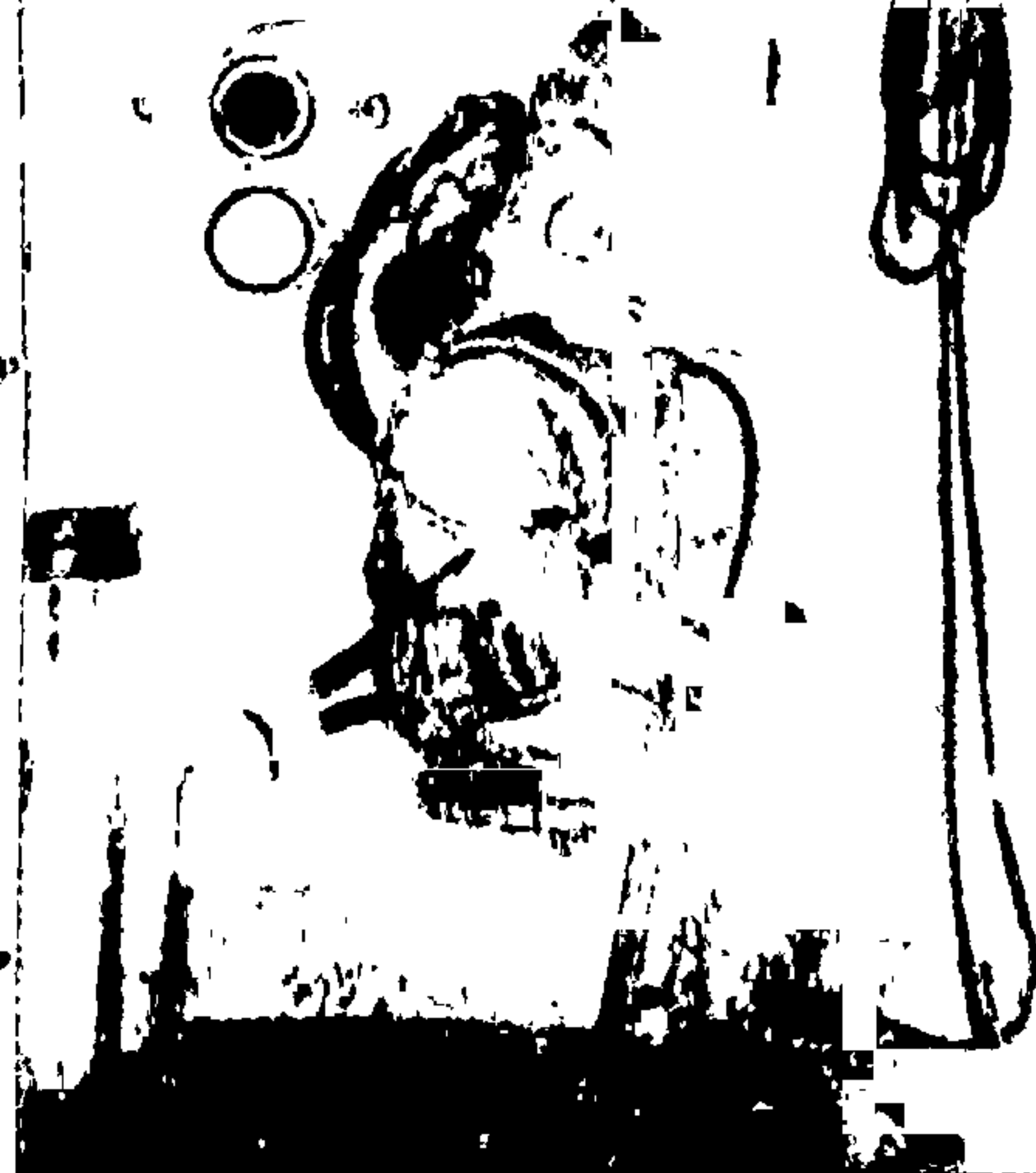
स्कुबा पाणबुड्याने पुष्कळ गोष्टींचे अवधान ठेवणे जरूर सा. शो. ४

असते. त्यांपैकी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे वेळापत्रक काटेकोरपणे पाळणे ही होय. त्यांच्या प्रत्येक शिक्षणक्रमामध्ये पाण्यातील कार्य-क्रमाचे वेळापत्रक असते. तज्ज्ञाच्या मार्गदर्शनाखाली सर्व शिक्षण-क्रम पुरा झाल्याशिवाय 'स्कुबा' पाणबुड्यांना स्वतंत्रपणे पाण्यात संचार करता येत नाही.

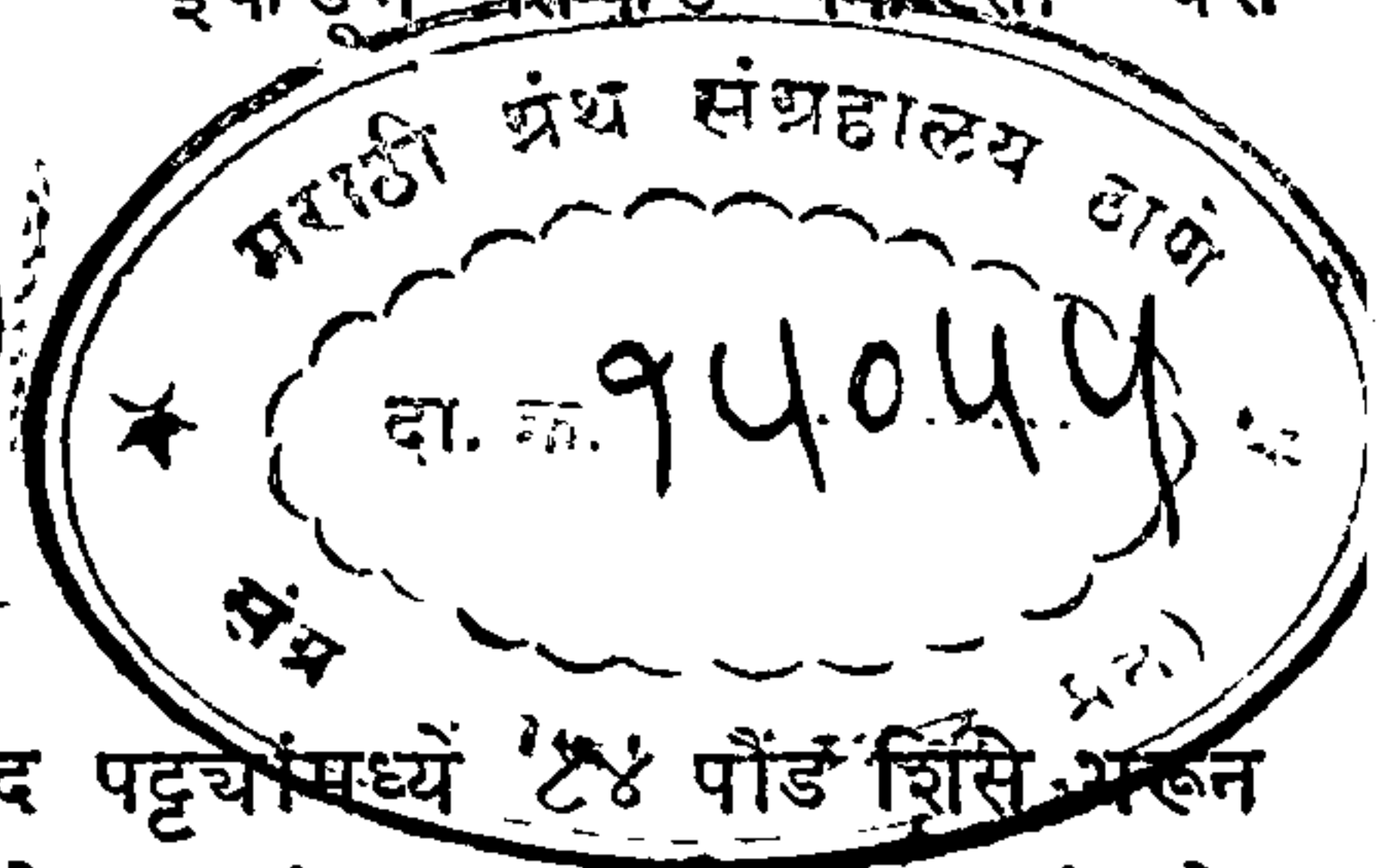
स्कुबा पाणबुड्यांना आपण किती खोल पाण्यात गेलो आहे किंवा किती वेळ तेथे वावरतो आहे हे समजते तरी कसे ? शिरस्त्राणधारी पाणबुड्याचे समुद्राच्या पृष्ठभागावर दूरध्वनी संबंध असल्यामुळे, समुद्रतळ केव्हा सोडावयाचा हे समजून येते. स्कुबा पाणबुड्याचे स्वतंत्र व स्वावलंबी संचार करीत असल्यामुळे त्यांना पाण्याची खोली, वेळ व संचार दिशा ह्यांची माहिती होणे आवश्यक असते. हे समजण्यासाठी त्यांची साधने म्हणजे पाण्याची खोलीमापक यंत्र, जलाभेद्य घड्याळ व होकायंत्र.

शिरस्त्राणधारी व स्कुबा पाणबुड्याचे ह्यांना लागणारे आणखी एक साधन म्हणजे बरोबर न्यावयाची वजने. आपण जर पाण्यात उडी घेतली तर आपण पाण्यात थोडे खोल जातो, परंतु लगेच वर उचलले जातो. प्रथम ज्या कोणी पाण्यातच बुडून राहण्याचा प्रयत्न केला असेल त्याला मानवी शरीर हे 'फ्लावक' (Buoyant) असल्याचे समजून आले असले पाहिजे. खाली बुडून राहण्यासाठी पूर्वकाळी दगड हे वजन म्हणून वापरले असावे.

आधुनिक पाणबुड्याचे वजनदार कमरपट्टे वापरतात. स्कुबा पाणबुड्याचे अशा पट्ट्यांमध्ये थोड्या पौंडांचे वजन घालतात. परंतु शिरस्त्राणधारी पाणबुड्याचे ह्यांना मात्र बऱ्याच वजनाचे पट्टे वापरावे लागतात. अमेरिकेच्या नौदलाच्या शिरस्त्राणधारी पाण-



नौदलाचा शिरस्त्राणधारी पाणबुड्या वजनाने अवघडल्यासरखा दिसला तरी पाण्यात पडताच त्याला सहज इकडून तिकडे फिरता येते



बुड्याला आपल्या ५ इंच रुंद पट्ट्यांमध्ये १८४ पौंड शिसि भरून घ्यावे लागते. त्याशिवाय तो पायांना पण वजने बांधतो. शिरस्त्राणधारी पाणबुड्याच्या बुटाच्या तळाला शिशाची वजने

कॅप्टन कोस्ट्यु मनगटावर दाबमापक बांधून पाठीवर जल-फुफुस घेऊन आपला स्कूटर पाण्याखाली चालवीत आहे

मराठी ग्रंथ संग्रहालय, धुळे, स्थान
 नमुना.....५४९८० कि
 तारीख२५३..... वॉ कि २१३१७९



जोडलेली असतात. त्यामुळे प्रत्येक बुटाचे वजन २० पौंड होते.

४२ पौंड वजनाचे तांब्याचे शिरस्त्राण व २० पौंड वजनाचे छातीवरील चिलखत ही एकदा एकमेकांना जोडली की माणूस वजनाने एवढा अवघडतो की, त्याला दुसऱ्याच्या मदतीशिवाय धड चालता पण येत नाही. परंतु एकदा का तो पाण्यात उतरला म्हणजे ते वजनी बूट व शरिरावरील सर्व आवरणे त्याला फारशी जड वाटत नाहीत.

सुप्रसिद्ध संशोधक, लेखक व जल फुफ्फुसाचे सहसंशोधक 'कौस्ट्यु' ह्यांनी पाण्यामध्ये सर्वच गोष्टी कशा हलक्या वाटतात ह्याचे पुढीलप्रमाणे वर्णन केले आहे.

५५ पौंड वजनाचे तिहेरी जल-फुफ्फुस पाठीला, कमर-पट्ट्यामध्ये चार पौंड शिसे, सुन्याचे वजन, दावाखाली कार्यक्षम राहणारे घड्याळ, पाण्याची खोलीमापक यंत्र व बहुधा ४ फूट शार्ककातडी वादी मनगटावर, एवढा सरंजाम शरिरावर बाळगल्यावर मी एखाद्या ओझे वाहणाऱ्या पशूसारखा दिसेन. एवढे ओझे घेऊन पाण्यात तरंगणे व बोटीवरील माणसांकडून सत्तर पौंडी बॅदिग्राफ सिने कॅमेरा घेणे किंवा तो पाण्यात सोडलेला असला तर धरणे ही कामे फार सहजसाध्य वाटतात. सर्व साहित्यसामुग्रीसह माझे वजन २६५ पौंड होते. परंतु पाण्यात एवढा बोजा एखाद्या पौंड वजनाएवढा वाटतो. मला डोके खाली करून पोहणे अगदी सुलभ वाटते.

दोन हजार वर्षांपूर्वी ग्रीसमध्ये आर्किमिडिज हे प्रसिद्ध गणिती व वास्तवशास्त्रज्ञ होऊन गेले. त्यांनीच वस्तूचे वजन पाण्यामध्ये

कमी झाल्यासारखे का वाटते ह्याचे स्पष्टीकरण दिले आहे. प्रत्यक्ष केलेल्या प्रयोगावरून (त्यामधील काही प्रयोग त्यांच्या स्नानगृहामध्ये झाले असे म्हणतात.) त्यांनी पाण्यात बुडणाऱ्या वस्तूबद्दल एक नियम शोधून काढला. वस्तू पाण्यामध्ये बुडते तेव्हा त्याने अपसरण केलेल्या पाण्याच्या वजनाएवढ्या जोराने वस्तू वर उचलली जाते.

ह्या आर्किमिडिजच्या तत्वाचा उपयोग करून 'धन फलावकतेची' (POSITIVE BUOYANCY) भरपाई करण्याएवढी वजने, पाणबुडचे, पाणबुड्या बोटी किंवा पाण्यात बुडून राहणाऱ्या वस्तू ह्यांना बांधावी लागतात. शिरस्त्राणधारी पाणबुड्याचा जलाभेद्य पुरा पोषाख चढाविल्यानंतर त्याचे वजन समजा ३८४ पौंड आहे. त्याने अपसरण केलेल्या पाण्याचा आकार साडेसहा घनफूट आहे. समुद्राच्या पाण्याची घनता लक्षात घेता हा माणूस पाण्यात गेल्यानंतर तो ४१६ पौंड वजनाचे पाणी अपसरण करील. ह्यावरून खाली जाणाऱ्या माणसाचे वजन व त्याला वर उचलणाऱ्या पाण्याचा जोर ह्यांमध्ये ३२ पौंडांची तफावत आहे. हीच ती 'धन फलवकता' परंतु पाणबुड्याला समुद्रतळ गाठावयाचा तर त्याला 'ऋण फलवकता' पाहिजे. म्हणजे त्याने आपल्या वजनामध्ये निदान ३२ पौंडांची तरी भर घातली पाहिजे.



५ : बॅदिस्फिअर् व बॅदिस्कॅपच्या सहाय्याने समुद्रतळ गाठला

समुद्राच्या खोल पाण्याची चाचपणी करण्यासाठी माणसाला धातूचे मजबूत कवच लागते. कवच गोलाकारी असेल तर खोल पाण्यातील कित्येक टनांचा दाब ते सहन करू शकते.

समुद्राच्या उदराची चाचपणी करण्यासाठी वापरण्यात आलेला 'बॅदिस्कॅप' हा पहिलाच पोलादी पोकळ गोल होय. १९३४ साली विल्यम बीब (BEEBE) व ओटिस् बार्टन (BARTON) ह्यांनी ३०८० फूट खोल पाण्यापर्यंत पोचण्याचा विक्रम करून दाखविला. एवढ्या खोलीवर म्हणजे सुमारे अर्धा मैल खोलीवर बॅदिस्फिअरवर पाण्याचा दाब ७०१६ टन एवढा होता.

अटलॅंटिकमध्ये बर्मुडा बेटाजवळ पाणी स्वच्छ असल्यामुळे हा जलबुड्डाणाचा प्रयोग करण्यात आला. तथापि ७०० फूट खोल गेल्यानंतर प्रकाश एवढा अंधुक झाला की, डॉ० बीब ह्यांनी

उघडलेल्या पुस्तकामध्ये रंगीबेरंगी चित्रे आहेत की छापलेल्या ओळी आहेत हे त्यांना समजले नाही. तेथील प्रकाशाचे स्वरूप कल्पनाही करता येणार नाही असे अवर्णनीय व अंशतः पारदर्शक असे निळसर असल्याचे त्यांना आढळले. अशा स्वरूपाचा प्रकाश आपण पृथ्वीवर कधीच पाहिला नाही, असे त्यांनी नमूद करून ठेविले आहे. पोलादी गोल आणखी खोल जाऊ लागला तेव्हा डॉ० बीब ह्यांना पाणी थंडगार व पांढुरके पिंगट रंगाचे आढळले. आणखीही खोल गेल्यानंतर त्यात त्यांना धूसर निळसरपणा जाणवला.

बोटीवरून पीळविरहित पोलादी तारेच्या साहाय्याने बॅदिस्फिअर हा खाली सोडण्यात आला होता. त्या गोलाचे वजन अडीच टन होते. त्या पोकळ गोलाच्या कडांची जाडी दीड इंच होती. आतील व्यास ५४ इंच होता. एवढ्या जागेमध्ये दोन माणसे व जरूर ती यंत्रसाधनसामुग्री ह्यांची कशीबशी सोय होत होती. हवेमधील कार्बन डायॉक्साइड शोषून घेण्यासाठी कॅल्शम क्लोराइड ही ठेवण्याची सोय केलेली होती. त्याचप्रमाणे ह्या गोळामधील दूरध्वनियंत्राच्या मदतीने आतील घडाडीच्या वीरांना बोटीवरील कार्यकर्त्यांशी बोलता येत असे. बॅदिस्फिअर खाली सोडण्याची जबाबदारी बोटीवरील कार्यकर्त्यांवरच असते.

डॉ० बीब ह्यांनी अर्धा मैल खोल पाण्यात जाण्यासाठी बॅदिस्फिअरचा उपयोग केला तसाच पुढे कित्येक वर्षे इतरांनीही केला. त्यानंतर ओटिस बार्टन ह्यांनी आणखी जाड कवचाचा गोल वापरला. गोलाची घडण २ मैल खोल पाण्यात बसणारा दाब सहन करणारी अशी होती. पूर्वीच्या बॅदिस्फिअरप्रमाणेच गोल

पण वरून सोडलेल्या तारेलाच टांगलेला होता. जर का तार तुटली तर मात्र तो गोल समुद्राच्या तळालाच जावयाचा. बॅदिस्फिअरमधील माणसांना वाचाविण्याचे काहीच साधन नव्हते.

समुद्राच्या पोटात चाचपणी करणाऱ्या संशोधकांना पाहिजे होते ते पाण्यात बुडून राहणारे व पाहिजे तेव्हा आपोआप वर येणारे असे जलप्रवासाचे साधन. बॅदिस्कॅप हा दोन ग्रीक शब्दांचा समास आहे. बॅदि म्हणजे खोल आणि स्कॅप म्हणजे नाव. प्रोफेसर पिकार्ड ह्यांनी पृथ्वीवरील वातावरणाची हवाई फुगे वापरून चाचपणी करण्याच्या उद्घाणतंत्रामध्ये नैपुण्य मिळविले होते. त्याने जेव्हा समुद्रामध्ये खोल जाण्याचे ठरविले तेव्हा त्यांनी ब्लिप (Blimp) सारखी बोट बांधण्याचा आराखडा तयार केला. ह्या पाणबुड्या बोटीचा वरचा तरंगणाचा भाग चिरुटाच्या आकाराचा असून त्या भागाचे कार्य म्हणजे बलून विमानाच्या दीर्घ पोटी हवेच्या फुग्याप्रमाणे असते. त्याच्या खालचा भाग म्हणजे प्रवाशांसाठी गोल पेटारा (GONDOLA). हा गोल पेटारा पोलादी पट्ट्या जोडून बनविलेला असतो.

पहिली बॅदिस्कॅप ही पाणबुडी १९४८ साली तयार झाली. नंतर ती फ्रेंच नौदलाच्या मालकीची झाली. पुष्कळ वर्षे सतत विविध कसोट्या लावून पारखून झाल्यानंतर फ्रेंच नौदलाच्या दोघा अधिकाऱ्यांनी बॅदिस्कॅपमध्ये १३२८७ फूट म्हणजे अडीच मैलांपेक्षाही जास्त खोल असे बुद्घाण केले. अत्यंत खोल असे बुद्घाण १९५४ साली आफ्रिकेच्या उत्तर किनाऱ्याजवळ करण्यात आले. समुद्रामध्ये फार खोल जाण्याचा जागतिक नवीन विक्रम ह्या

बुड्डाणाने प्रस्थापित केला. वीस वर्षांपूर्वी डॉ. बीब ह्यांनी केलेल्या बुड्डाणापेक्षा चौपट जास्त खोल असे हे बुड्डाण होते.

वॅदिस्कॅप ह्यापेक्षाही जास्त खोल जाऊ शकेल अशी प्रोफेसर पिकार्ड ह्यांची खात्री होती. फ्रेंच नौदलाचे इन्जिनअर ह्या पाण्यात खोल जाणाऱ्या पहिल्या बोटीची कार्यक्षमता कसून तपासून पाहत असतानाच प्रोफेसर पिकार्ड ह्यांनी दुसरी वॅदिस्कॅप बांधावयाला सुरवात केली. त्याचे नाव 'ट्रिस्टे' असे ठेवण्यात आले. ही बोट भूमध्य समुद्रामध्ये बरीच वर्षे बुड्डाणाचे प्रयोग करित होती. शेवटी ती बोट अमेरिकेने विकत घेतली. १९५८ साली ती बोट कॅलिफोर्निया येथील सॅन डीगो येथे अमेरिकेच्या नौदलाचा इलेक्ट्रॉनिक प्रयोगशाळेच्या हवाली करण्यात आली. १९६० साली वॅदिस्कॅप जगातील अत्यंत खोल अशा जगातील पहिल्याच समुद्र-प्रवेशाला सिद्ध झाली. मॅरिअनस् खंदकाच्या तळाला जाण्यासाठी ट्रिस्टीची योजना करण्यात आली. ग्वाम बेटापासून २५० मैल अंतरावर हा पॅसिफिकमधील खोल खंदक आहे. सर्व समुद्रांतर्गत दऱ्यांमधील हाच सर्वांत खोल असा भाग आहे.

ह्या बोटीचे मुख्याधिकारी लेफ्टनंट डॉन वॉल्श व त्याचे सहकारी प्रो. पिकार्ड ह्यांचे चिरंजीव जॅकी हे ह्या बोटीवर २३ जानेवारी १९६० रोजी चढले. बुड्डाण कार्यक्रमासाठी ठरविलेल्या ठिकाणी ती बोट आणीत असताना वाटेमध्ये काही तरी बिघाड झाल्याचे त्यांना आढळून आले. टेलिफोनच्या तारा सुटलेल्या होत्या व पाण्यात खोल जाण्याचा किंवा वर येण्याचा वेग मोजणाऱ्या यंत्राची मोडतोड झाली होती. बोटीवर दुसरी दूरध्वनिक्षेपक



ट्रिस्टे बोटीच्या खालच्या पेटान्या
मध्ये लेफ्टनंट वॉल्श (उजवीकडे)
व एक शास्त्रज्ञ विविध
यंत्रांमध्ये बसलेले आहेत

यंत्रयोजना होती व बोट पाण्यात गेल्यावर ती लेफ्टनंट वॉल्श हे वापरणार होते. पाण्यात प्रवेश करणार एवढ्यात बॅदिस्कॅपची सुरक्षिततेच्या दृष्टीने शेवटची तपासणी चालू असताना बोटीवरील टेलिफोन कार्यक्षम नसल्याचे दिसून आले. हे सर्व विघाड झाले असले तरी बोटीच्या बुडण क्षमतेवर परिणाम होईल, असा काही विघाड झाला नव्हता.

प्रथम डॉन वॉल्श व नंतर जॅकी पिकार्ड ह्यांनी एका नळकांड्यातून स्वतःला कसे बसे त्या पोलादी पेटान्यामध्ये ठकलले. ह्या पोलादी पेटान्याच्या आतील व्यास साडेसहा फुटांपेक्षाही कमी असून त्याच्या कडांची जाडी पावणेपाच ते सात इंच एवढी होती. ४८ तासपर्यंत आतील हवा श्वासोच्छ्वासालायक ठेवण्यासाठी आत ऑक्सिजनचा पुरवठा करण्याची व कार्बन डायऑक्साइडचे शोषण करण्याची यंत्रयोजना होती. ह्या पेटान्याच्या खिडक्यांना ५ इंच जाडोच्या पारदर्शक प्लॅस्टिकच्या काचा बसविण्यात आल्या होत्या.

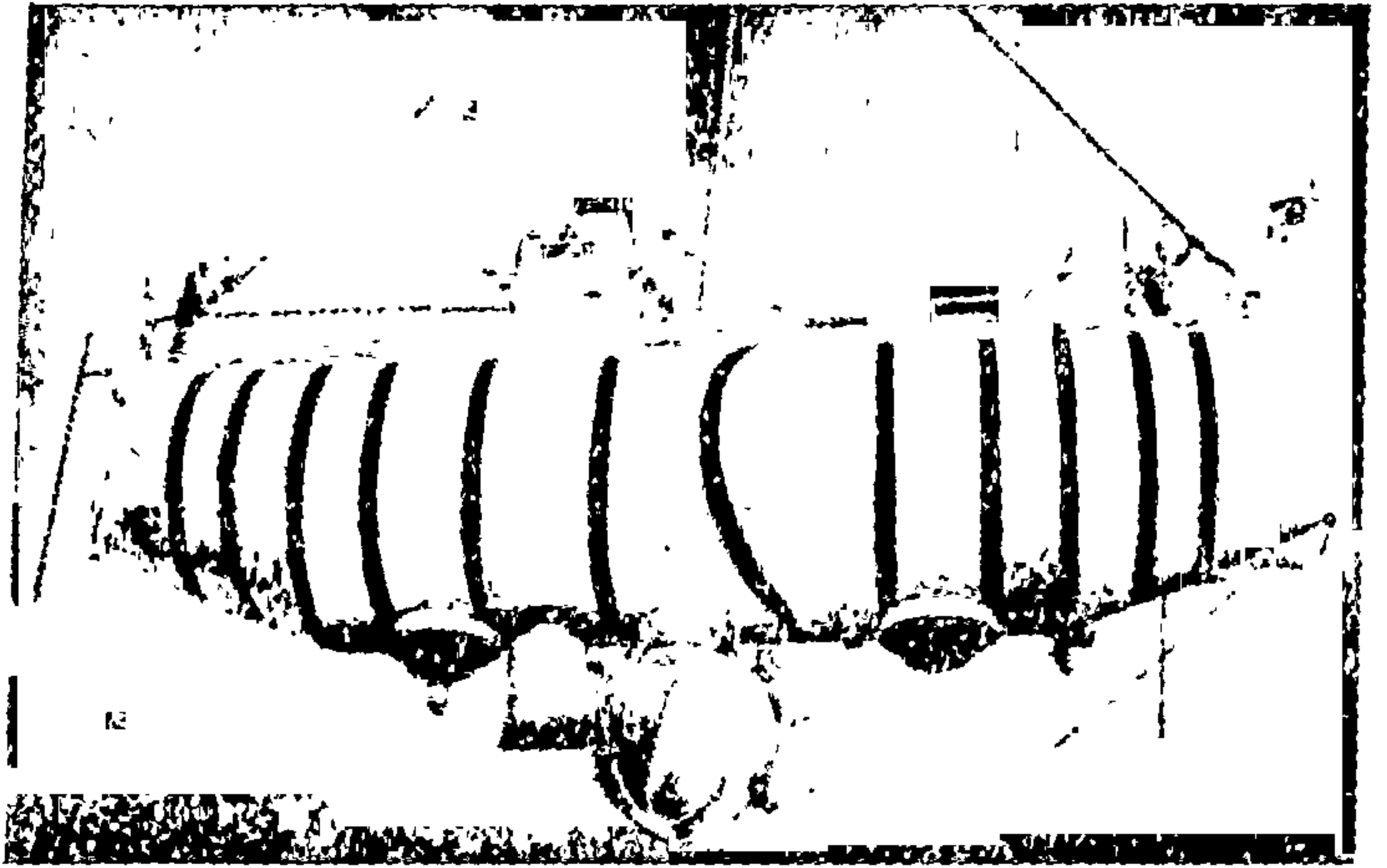
बॅदिस्कॅपच्या चिरुटासारख्या दिसणाऱ्या वरच्या दीर्घपोटी फुगीर भागामध्ये १३ टाक्या असतात. ह्यांपैकी मधल्या ११ टाक्यांमध्ये ३० हजार गॅलन विमानाचे पेट्रोल भरतात. पेट्रोल हे पाण्यापेक्षा हलके असल्यामुळे बॅदिस्कॅप बोट पाण्यात तरंगते. ह्या टाक्यांपैकी दोन टोकांची दोन टाकी ट्रिस्टे बोट प्रत्यक्ष पाण्यात शिरेपर्यंत रिकामी ठेवतात. त्यानंतर ह्या टाक्यांची झडपे उघडी करतात व समुद्राचे पाणी आत शिरते आणि बॅदिस्कॅप पाण्यात बुडू लागते.

पाण्यात खाली जाता जाता पाण्याच्या दाबामुळे पेट्रोलचा आकार कमी होतो व रिकामी झालेली जागा समुद्राच्या पाण्याने भरतात. शास्त्रीय दृष्ट्या ही युक्ती फार चांगली आहे. ह्या टाक्यांतील पाण्याच्या वजनाने बोट स्थिर राहते. शिवाय आतील व बाहेरच्या पाण्याचा दाब एकच असल्यामुळे ह्या टाक्या चेपटल्या जात नाहीत.

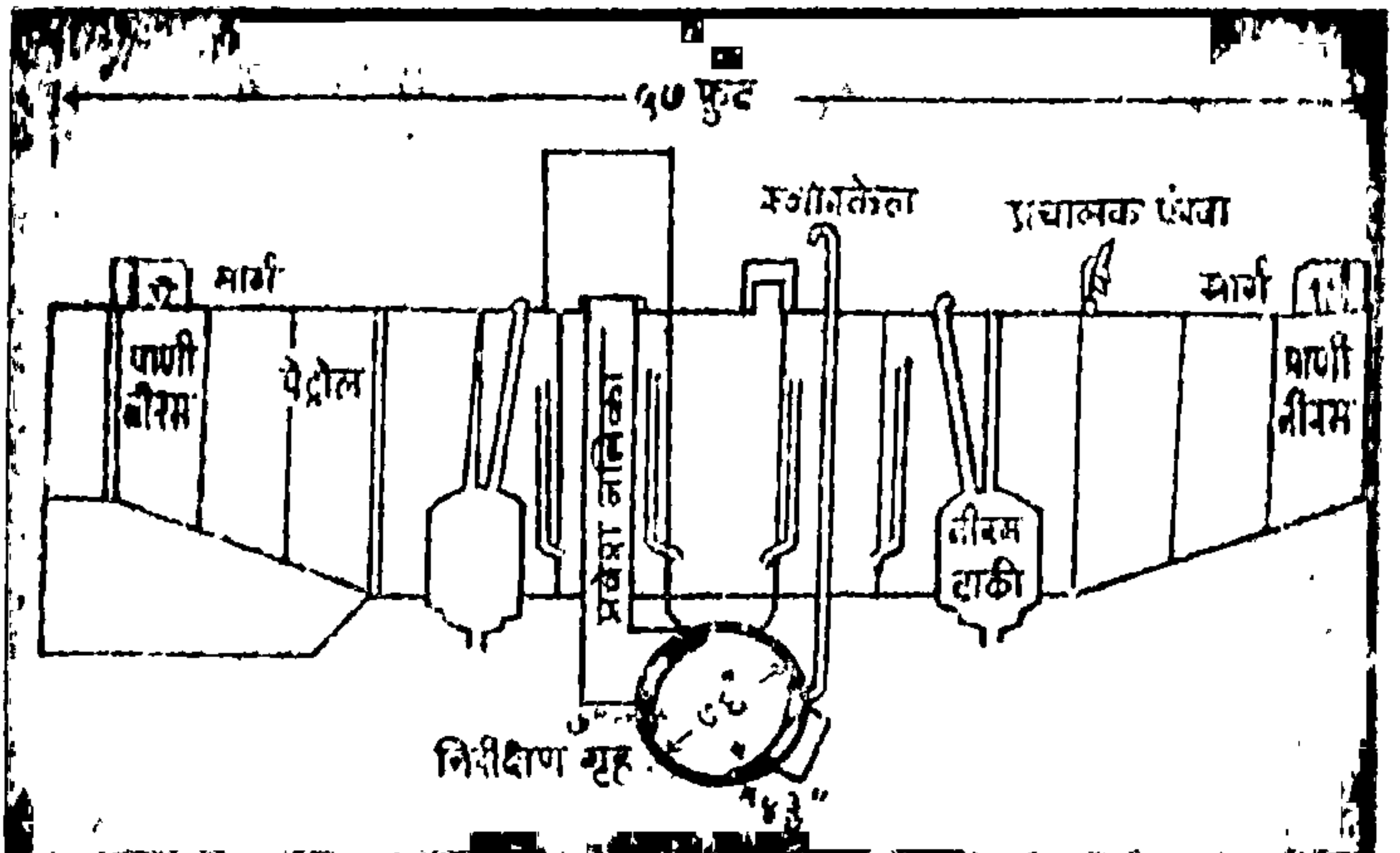
पाणी व पेट्रोल ह्यांच्या वजनाशिवाय टिस्टे बोटीवर १० ते १३ टन वजनाच्या लोखंडी गोळ्या किंवा चकत्या होत्या. ह्या गोळ्यांपैकी काही गोळ्या पाण्यात सोडून देऊन पेटाऱ्यातील माणसे बोटीचे वजन कमी करतात व बोटीचा खाली जाण्याचा वेग कमी करतात. वर यावयाचे असेल तेव्हा लोखंडी गोळ्या भराभर पाण्यात सोडून द्याव्या लागतात.

टिस्टे बोट सकाळचे ८ वाजून २० मिनिटे झाल्यावर पाण्यात शिरली. ३०० फूट खाली ती भराभर गेली. त्या ठिकाणी तपमान एकाएकी कमी झालेल्या पाण्याचा थर लागला. थंड पाणी गरम पाण्यापेक्षा जड असल्यामुळे बॅदिस्कॅपची 'फ्लावकता' वाढते. आणखी खाली जावयाचे तर बोट आणखी जड झाली पाहिजे. त्यासाठी बोटीतील अधिकारी टाकीमधील पेट्रोल काढून टाकतात.

३० हजार फूट पाण्याची खोली गाठीपर्यंत टिस्टेचा कार्यक्रम यथास्थित पार पडला. त्या वेळी एक भेग पडून बोटीचा पेटारा डोलू लागला. बाहेर आल्यानंतर डॉन वॉल्श ह्यांनी आपल्याला भूकंप झाल्यासारखे वाटले असे सांगितले. भीतिदायक हेलकावे बसल्यानंतर त्यांनी विजेची सर्व यंत्रे बंद केली व ते वाट पाहत राहिले. त्यानंतर भूकंपन बंद झाल्यासारखे वाटले. काही वेळानंतर विजेचा प्रवाह सुरू केला तेव्हा सर्व विद्युत्‌यंत्रांची कार्यक्षमता पूर्वीप्रमाणेच असल्याचे त्यांना आढळले. त्यांनी खाली खोल जाण्याचे ठरविले.



पेट्रोल, समुद्राचे पाणी, कित्येक टन लोखंडी चकत्या ह्यांचा उपयोग करून खोल समुद्राची चाचपणी करणारे शास्त्रज्ञ बॅदिस्कॅपचे पाण्यात खाली जाणे किंवा वर येणे ह्यांवर नियंत्रण ठेवतात



समुद्रतळ आणखी फार तर अर्धा मैल खोल असेल असे त्यांना वाटले. पृष्ठभागावरून केलेल्या सूक्ष्म निरीक्षणावरून मॅरिअनस् खंदकाची खोली ३३६०० फूट असेल असा अंदाज होता. परंतु ट्रिस्टे बोटीवरील पाण्याची खोली मापन करणाऱ्या यंत्रांनी तेवढी खोली दाखविली तरी समुद्राच्या तळाचा पत्ताच नव्हता आपण समुद्रतळापासून आता किती वर आहो ह्याची त्यांना बरोबर कल्पना नसल्यामुळे त्या जलवीरांनी लोखंडी चकत्या पाण्यात सोडून दिल्या. समुद्रतळावर अलगद व न आदळता बोट लागावी म्हणून बॅडिस्कॅपचा खाली जाण्याचा वेग कमी करणे महत्त्वाचे होते.

डॉन वॉल्श ह्यांनी पाण्याची खोली मोजण्याच्या यंत्रावर लक्ष ठेविले होते. जॅकी पिकार्ड ह्यांची नेमणूक त्या लोंबकळत्या पेटा-च्यामधील लहानशा खिडकीवर झाली होती. बॅडिस्कॅपवरील प्रकाशझोताच्या सहाय्याने ते समुद्रतळ शोधित होते. पाण्याची खोलीमापक यंत्रावर ३७५०० फुटांची नोंद झाली व आपण समुद्रतळाच्या जवळ येत असल्याचे त्या यंत्राने दाखविले. थोड्याच वेळाने जॅकी पिकार्ड ह्यांनी आपल्याला समुद्रतळ दिसल्याचे घोषित केले.

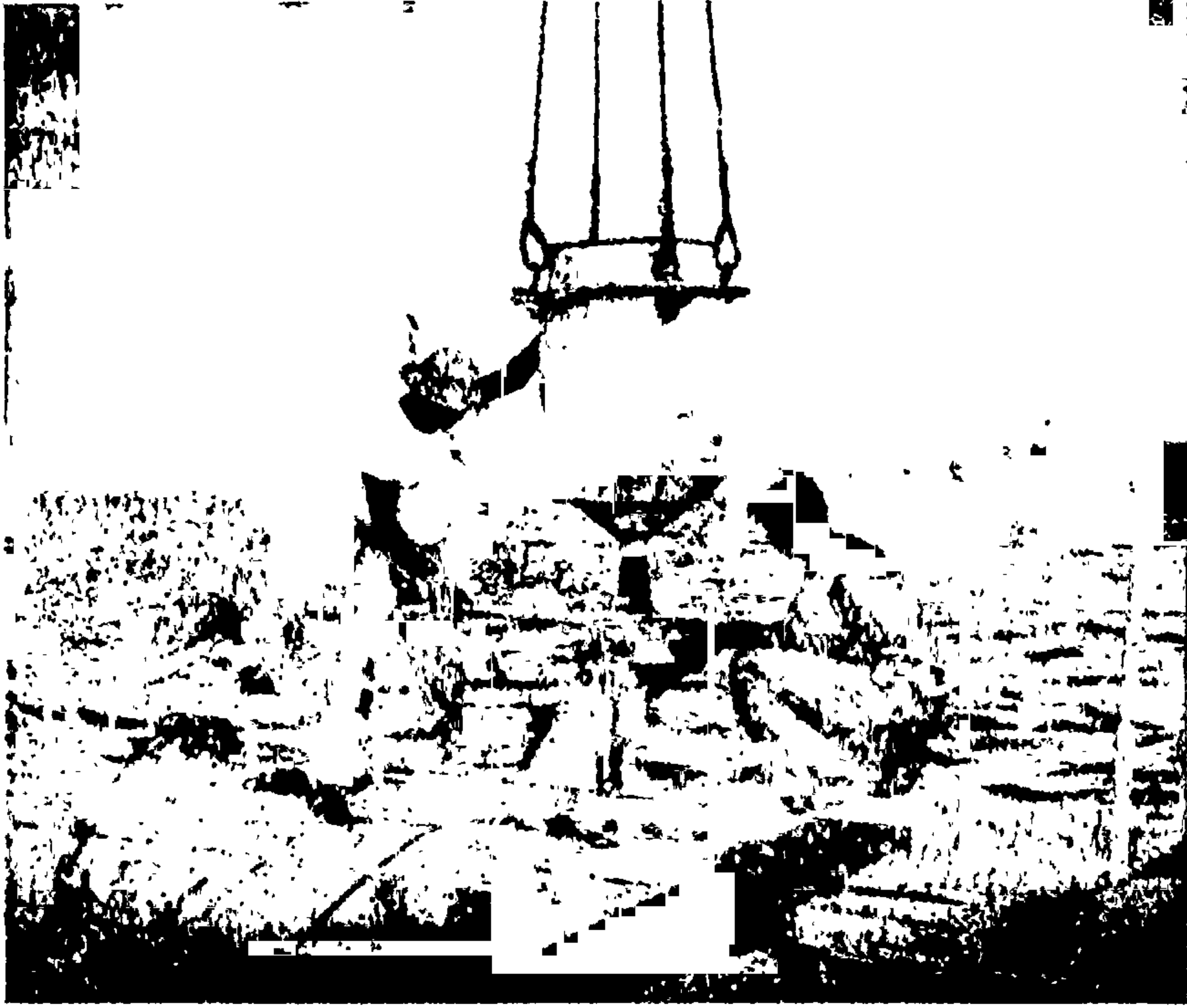
मॅरिअनस् खंदकाची खोली ३७८०० फूट असल्याची नोंद लेफ्टनंट वॉल्श ह्यांनी केली. नौदलाच्या शास्त्रज्ञांनी बॅडिस्कॅपच्या उपकरणाची कसून फेरतपासणी करून खंदकामधील परिस्थिती-मुळे पाण्याची खोलीमापक यंत्रामध्ये सुमारे २००० फुटांची चूक असल्याचे दाखवून दिले. सुधारून प्रसिद्ध केलेल्या इतिवृत्ताप्रमाणे डॉन वॉल्श व जॅकी पिकार्ड ह्यांनी ३५८०० फूट खोली गाठल्याचे मान्य केले आहे.

समुद्राचा तळ हा मऊ चिखलाचा होता. ट्रिस्टे बोट तळाला

लागली तेव्हा ढगाप्रमाणे चिखलाच्या पाण्याचे लोट वर उचलले व त्यांनी बँदिस्कॅप वेष्टून टाकले. थोडा वेळपर्यंत बोटीसभोवती सारेच काळे काळे झाले होते. काळसर चिखल खाली बसल्यावर जॅकी पिकार्ड ह्यांनी टेहळणी सुरू केली. तेथे एक इंच लांबीचा लाल श्रिप मासा पाण्यात तरंगत असल्याचे त्याला आढळले.

काही क्षणांनंतर डॉन वॉल्श ह्यांनी समुद्राचा तळ बोटीतून निरखून निरखून पाहण्यासाठी दिवा लावला. तेव्हाच त्यांना भूकंप झाल्याप्रमाणे ट्रिस्टे बोट का होलकावत होती ते कळून आले. नियंत्रण करणाऱ्या मनोऱ्याकडे जाणाऱ्या नळकांड्यामधील खिडकी दुभंगली होती.

खिडकी दुभंगल्यामुळे तात्कालिक असा काहीच प्रत्यक्ष धोका नव्हता. खाली बुडुण करीत असताना त्या नळकांड्यामध्ये पाणी भरलेले असते. त्यामुळे ते नळकांडे जलाभेद्य आहे की नाही ह्याला सादृश माहत्त्व नाही. परंतु बुडुण कार्यक्रम संपल्यानंतर बाहेर जातेवेळी ह्या विदीर्ण झालेल्या खिडकीमुळे ह्या नळकांड्यामधील पाणी बाहेर काढता येणार नाही. ह्यामुळे मात्र ते लोक थोडे अस्वस्थ झाले होते. बँदिस्कॅप बोटीतून बाहेर येताना ह्याच नळकांड्यातून चढून नियंत्रण करणाऱ्या मनोऱ्याकडे येणे जरूर होते. नळकांड्यामधील पाणी काढता न आल्यास खालील प्रवासी तेथेच अडकून पडतील. ट्रिस्टे बोट शेकडो मैल दूर 'ग्वाम' कडे नेईपर्यंत त्यांना तेथेच अडकून बसावे लागले. त्या ठिकाणी बँदिस्कॅप समुद्रातून बाहेर काढता येईल. ट्रिस्टे बोट पृष्ठभागावर आल्यानंतर ह्या मिळण्याची सोय होती. तरीपण ह्या जलवीरांना त्या दमट थंड पेटाऱ्यामध्ये गर्दी करून किती वेळ राहावे लागेल, हे कळण्याचा मार्ग नव्हता. त्या पेटाऱ्यामध्ये चॉकोलेटच्या तुकड्यांशिवाय दुसरे खाद्य नव्हते.



उजवीकडील जॅकी पिकार्ड व त्यांचे मदतनीस ट्रिस्टे
बोटीवर लोखंडी चकत्यांचे ओझे चढवीत आहेत

समुद्रतळी ३० मिनिटे राहावयाचे अशी पहिली योजना होती. परंतु खिडकी विदीर्ण झाल्यानंतर ते वर येण्याच्या मार्गाला लागले. दरसेकंदाला ४ फूट ह्या जलद वेगाने ते वर येऊ लागले. तळावर बाहेरचे तपमान ३८ अंश असल्याचे नोंदले गेले. पेटान्यामधील तपमान ४५ अंश होते. पेटान्याच्या तळाला चिकटलेला चिखल ट्रिस्टे बोट वर जाऊ लागली तसा भोवरायुक्त प्रवाहाने उडून जाऊ लागला. तळच्या बऱ्याच दाबामुळे पेटान्याचा गोल काहीसा आकसला व त्यावरील रंगाच्या खपल्या उडाल्या. ढगाप्रमाणे वर जाणाऱ्या चिखलाने व रंगाच्या खपल्यांनी ट्रिस्टे बोटीवरील माणसांना आपण वर जात नसून खाली जात असल्याचा आभास निर्माण झाला.

तथापि संध्याकाळचे ५ वाजण्यापूर्वी म्हणजे ४ तासांपेक्षाही कमी वेळात ट्रिस्टे बोट पृष्ठभागावर आली. खिडकीला धक्का न लागेल अशा वेताने आस्ते आस्ते व काळजीपूर्वक लेफ्टनंट वॉल्श हे बाहेर पडावयाच्या नळकांड्यातील पाणी बाहेर काढण्याच्या खटपटीला लागले. आतील पाण्याची पातळी खाली जावयाला बराच वेळ लागतो असे वाटू लागले. परंतु शेवटी नळकांड्यातील पाणी काढून टाकण्यात आले आणि शिडीने माणसे वर चढली व उघड्या हवेमध्ये त्यांनी प्रवेश केला.

समुद्राच्या अत्यंत खोल भागाची चाचपणी करण्यामध्ये माणसाच्या कर्तबगारीला योजनाबद्ध कसोटो लागून बुड्याण कार्यक्रम यशस्वी झाला. पाणबुडी बोट हजारो मैलांचा संचार करू शकेल. परंतु बॅदिस्कॅपप्रमाणे तिला खोल पाण्यात जाता येत नाही. समुद्राच्या पोटात जाऊन संशोधन करावयाचे म्हणजे बॅदिस्कॅप व पाणबुडी ह्या दोघांचीही गरज आहे.

४ : पाणबुड्या बोटोच्या साहाय्याने समन्वेषण

१८७० साली फ्रान्समधील प्रसिद्ध शास्त्रीय नवलकथालेखक ज्युल वेर्ने ह्यांनी पाणबुडी बोट ह्यावर एक पुस्तक प्रसिद्ध केले. त्या बोटोचे नाव 'नाँटिलस' असे ठेवण्यात आले होते. त्या पाणबुडीचे प्रतापी कार्यक्रम 'समुद्राखाली २० हजार लीग' (२०,००० Leagues under the Sea) ह्या नावाच्या पुस्तकामध्ये प्रसिद्ध केले.

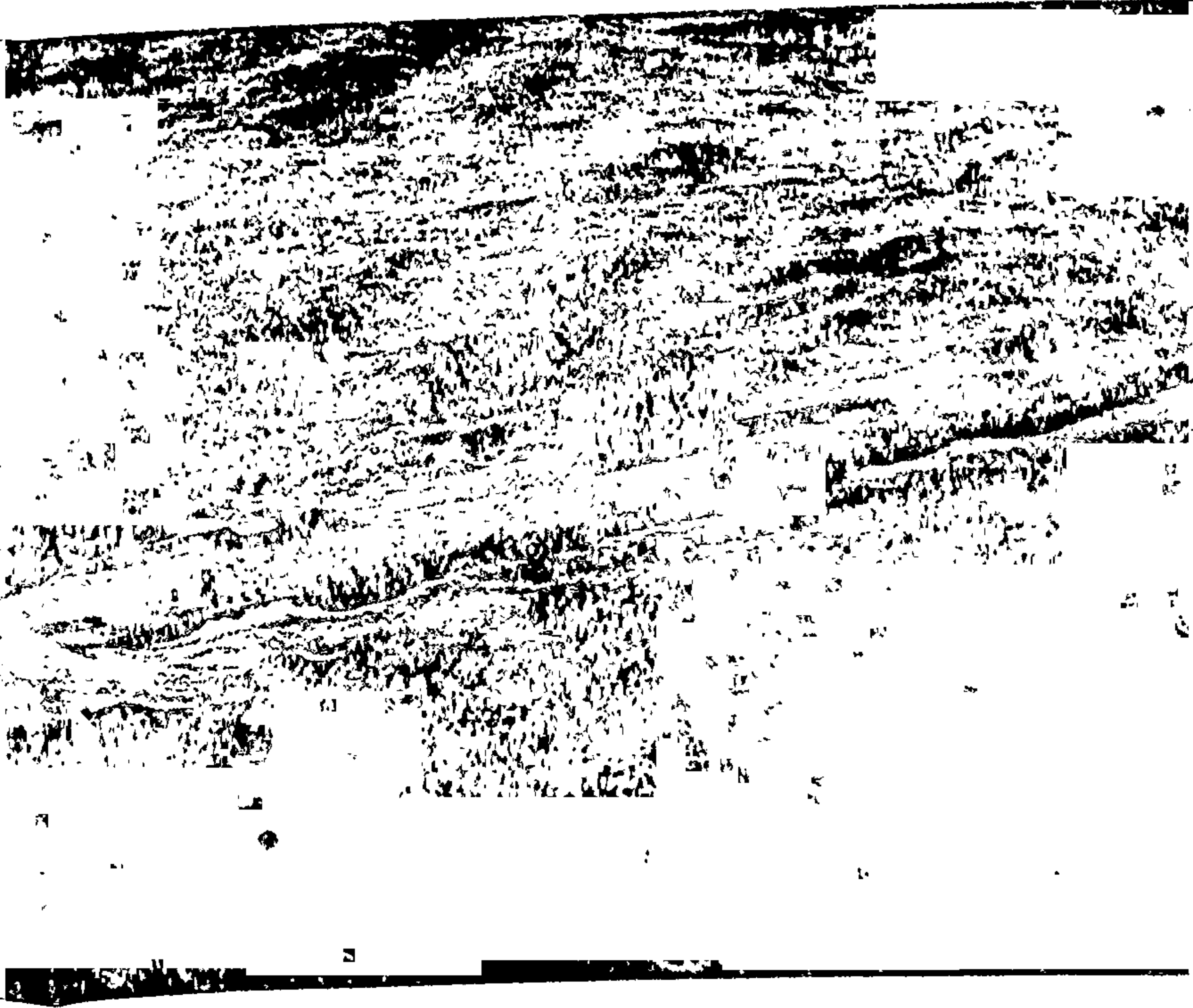
वेर्ने ह्यांची काल्पनिक पाणबुडी नाँटिलस ही मोठी अद्भुत बोट आहे. त्या पाणबुडीला मोठ्या खिडक्या आहेत. त्यांमधून समुद्राच्या पोटातील प्रवाळाने बगीचे, पर्वत, बुडालेली जहाजे हे सर्व पाहता येते. ह्या असाधारण पाणबुडीचे कर्णधार कॅप्टन नेमो आहेत. त्यांच्या मर्जीला येईल तेव्हा ते पाणबुडीतून बाहेर निसटतात, व समुद्रांतर्गत वनामध्ये शिकार करतात. बुडालेल्या जहाजावरील द्रव्यसंपत्तीने त्यांच्या सफरीचा खर्च भागतो. इंधनाचा प्रश्न समुद्रतळाच्या सुप्त ज्वालामुखीमुळे सुटतो. पुस्तकाच्या शेवटी नाँटिलस दक्षिण ध्रुवावर जाऊन पोचते. बर्फाखालून प्रवास करीत असताना ती भव्य हिमपर्वतामुळे अडकून पडते. बोटोवरील खलाशी तेथील बर्फ फोडून ती बोट कशी बशी बाहेर काढतात ह्याचा चित्तथरारक वृत्तांत वेर्ने ह्यांनी दिला आहे. कित्येक वर्षेपर्यंत 'समुद्राखाली २० हजार लीग' ही कथा वाचकांना अगदीच अकल्पित अशी वाटली. खरोखरच ध्रुवावरील बर्फाच्छादनाखालून बोट वाट काढू शकेल हे कोणालाच संभाव्य वाटले नाही.

तथापि १९५८ च्या ऑगस्ट महिन्यात म्हणजे वेर्ने ह्यांनी कल्पित कथा लिहिल्यानंतर एका शतकाच्या आत खरोखरच एका पाणबुडीने उत्तरध्रुवाच्या बर्फाच्छादनाखालून समुद्रसफर पुरी केली. वेर्ने ह्यांच्या काल्पनिक पाणबुडीवरूनच ह्या खऱ्या पाणबुडीला पण तेच नाव ठेवण्यात आले. बर्फाच्छादनाखालून तो इतिहासप्रसिद्ध संचार करण्यापूर्वी अणुशक्तीवर चालणाऱ्या ह्या नॉटिलस पाणबुडीने पाण्याखाली २० हजार लीग (१ लीग म्हणजे सागरी ३ मैल) पेक्षाही जास्त समुद्रसंचार केला होता.

वेर्ने ह्यांनी आपल्या पुस्तकलेखनासाठी लागणारी सारी संशोधनात्मक माहिती फ्रेंच राष्ट्रीय ग्रंथालयामध्ये मिळविली. ह्याच ठिकाणी त्यांनी पाणबुड्या, पाण्यात बुडण्याची यंत्रयोजना, सागरान्तर्गत जीवसृष्टी ह्यांविषयीची सारी उपलब्ध माहिती वाचून काढली. केव्हा केव्हा वेर्ने ह्यांना वाटे की, लोकांनी किती ही संशोधनात्मक माहिती मिळवून ठेविली आहे. काही शतकांच्या कालखंडातील पाणबुड्यांचे वृत्तांत तेथे उपलब्ध होते. लीओनार्ड द विन्सि ह्या सुप्रसिद्ध कलावंत संशोधकाने व इतरांनी पाणबुड्यांचे आराखडे व योजना तयार केल्या होत्या. द विन्सि ह्यांनी मात्र आपले पाणबुडीचे आराखडे गुप्त ठेविले होते. पाणबुड्यांचा लोक दुरुपयोग करतील अशी त्यामागे एक भीती होती.

पाण्याखाली दडून समुद्रावरून चालणाऱ्या बोटीवर युद्धामध्ये हल्ला करणारी पाणबुडी ही एक प्रभावी साधन ठरेल. तथापि आरंभापासून पाणबुडीचा उपयोग शांततेच्या कामी करता येईल अशी आशा बाळगणारे लोक होते. इंग्लंडमधील पाद्री रेव्ह० जॉन विल्किन्स ह्यांनी १६४८ साली प्रसिद्ध केलेल्या एका पुस्तकामध्ये पाणबुड्या बोटीवर एक स्वतंत्र प्रकरण लिहिले

उत्तर घुवावरील बर्फाच्छादनाखालून आर-
पार जाणारी आधुनिक नाँटिलस पाणबुडी



आहे. व्यापारी वस्तू, शिधासामुग्री घेऊन पुष्कळ प्रवाशांना लांब-लांबचा प्रवास करणे पाणबुड्यांमुळे सुलभ होईल, असे त्यांनी पुस्तकामध्ये दाखवून दिले आहे. १९३१ साली ह्याच पाद्र्याचे वंशज सर हर्बर्ट विल्किन्स ह्यांनी प्रत्यक्ष उत्तर ध्रुवाच्या बर्फाखालून प्रत्यक्ष संचार करण्याचा पहिला प्रयत्न केला. त्या वेळी अशा प्रकारच्या सफरीसाठी जरूर त्या सुधारणा पाणबुड्यांमध्ये झाल्या नव्हत्या.

पाणबुड्या बोटी ह्या सामान्यतः विजेरीच्या शक्तीवर चालतात. परंतु विजेरीमध्ये वीज भरण्यासाठी पाणबुडीला मधून मधून सारखे पृष्ठभागावर यावे लागते. अणुशक्तीवर चालणारी पाणबुडी मात्र कित्येक दिवस पाण्याखाली राहू शकते. जुन्या पाणबुड्यांपेक्षा अणुशक्तिचलित पाणबुडी जास्त जलद चालते.

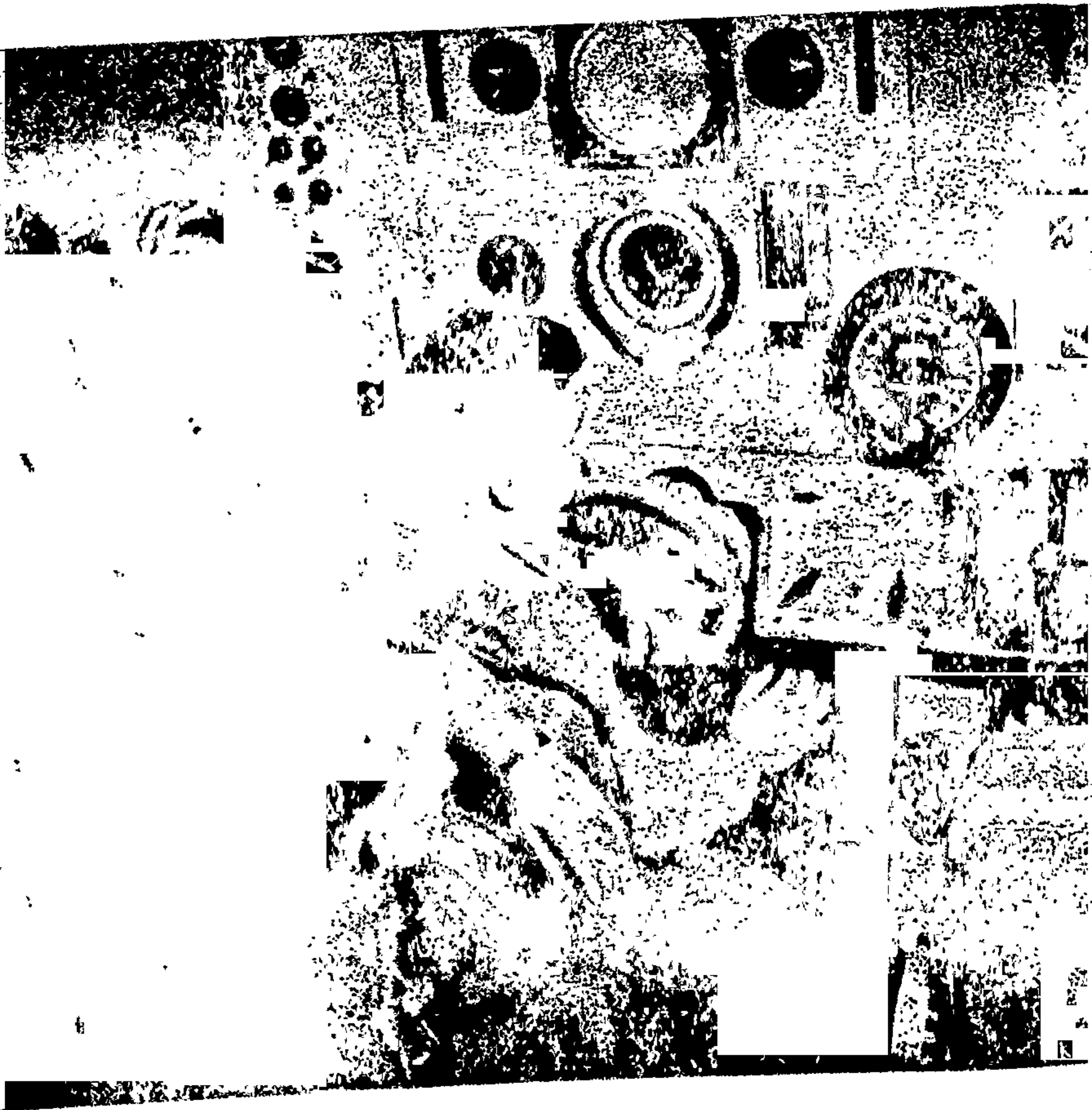
आर्क्टिक बर्फाखाली सर हर्बर्ट ह्यांनी प्रवेश केला. त्याकरिता पहिल्या महायुद्धासाठी बांधलेली पाणबुडी त्यांनी वापरली. त्या वेळी आर्क्टिक समुद्राबद्दल कोणाला काहीच माहित नव्हते. आर्क्टिक सागराच्या बर्फावरून ते गृहस्थ कुत्र्याच्या घसरगाडीने फिरले होते. त्या सागरावरून त्यांनी विमानाने प्रवास केला होता. परंतु बर्फाच्या आच्छादनाखालील भाग मात्र कोणीच पाहिला नव्हता. बर्फाचा खालचा तळभाग जवळजवळ सपाट असावा असा लोकांचा अंदाज होता.

बर्फावर घसरणाऱ्या एक प्रकारच्या घसरगाड्या असतात. तसेच चार समांतर घसरगाडे पाणबुडीच्या माथ्यावर उलटे जोडण्यात आले व सागराच्या पोटातील संचाराची पूर्वतयारी करण्यात आली. तेथील सागराच्या पाण्यावर बर्फाच्या आच्छादनाचा जाड थर असतो. त्या थराच्या खालच्या बाजूने उलट्या घसरगाडी-

प्रमाणे पाणबुडी बर्फाखालून घसरत घसरत चालावी अशी योजना होती. पाणबुडीवर बर्फाला भोक पाडणारी यंत्रे व बाहेर पडावयाचे नळकांडे ह्यांची सोय होती. सर हर्बर्ट ह्यांनी बर्फाच्या आवरणाला खालून भोक पाडून बर्फाच्या पृष्ठभागावर येण्याचा बेत केला होता. पृष्ठभागावर आल्यानंतर आकाशात फुगे किंवा बलून पाठवून हवामानाविषयी माहिती मिळवावी व दुसरे शास्त्रीय संशोधन करावे अशी त्यांची योजना होती. जुन्या पाणबुडीवर टॉपॅडो ठेवण्यासाठी जागा होती व टॉपॅडो बाहेर पडण्यासाठी झडप पण होते. ह्या जागेमध्ये प्रयोगशाळा उभारण्यात आली होती. झुडपांतून पाणबुड्यांप्रमाणे पोषाख केलेली माणसे बाहेर पडून ती बोंटीच्या तळावरून वेर्ने ह्यांच्या पाणबुड्यांप्रमाणे चालणे हे तात्त्विक दृष्ट्या तरी शक्य होते.

पाणबुडीतून बाहेर पडण्याचे झडप बर्फाखालील सफर करणाऱ्या शास्त्रज्ञांना फारच सोयीचे ठरले. थंड गार पाण्यामध्ये ते प्रत्यक्ष उतरले नाहीत तरी त्यांनी आतूनच तपमानमापक व इतर उपकरणे खाली पाण्यात सोडली व पाण्याचे नमुने जमविले. बर्फाचे आच्छादन असलेल्या आर्क्टिक सागराबद्दल माहिती जमविण्याची संधी ह्यापूर्वी कोणालाच मिळाली नव्हती. बर्फाखाली फारच थोडे अंतर गेल्यानंतर यांत्रिक बिघाडामुळे सर हर्बर्ट ह्यांना परत फिरावे लागले. तरीपण बर्फाच्या आवरणाखालील आर्क्टिक सागराची चाचपणी करण्याचा मार्ग त्यांनी दाखवून दिला.

अणुशक्तिचलित नाँटिलस पाणबुडीचे कर्णधार कमांडर विल्यम आर्. अँडरसन हे जेव्हा बर्फाखालून संचार करीत तेव्हा त्यांना सर हर्बर्ट व त्यांचे सहकारी ह्यांची आठवण होई. ती



आर्क्टिक बर्फखाली नाँटिलस बोट संशोधन करीत असताना
बोटीवरील कामगार दर्याविर्दी उपकरणे तपासून पाहत आहेत

मंडळी योग्य वेळी परत आली हे अँडरसन ह्यांना शहाणपणाचे वाटे. जुनी पाणबुडी व त्यातील स्थूल स्वरूपाची सामान्य उपकरणे ह्यांच्या मदतीने बर्फाखाली ते फार लांबवर जाऊ शकले नसते हे उघड आहे.

त्यावर असलेल्या इलेक्ट्रॉनिक यंत्रयोजनेमुळेच अणुशक्ति-चलित नाँटिलस पाणबुडी समुद्राच्या पोटात संशोधन करू शकली. त्यावर ध्वनि-प्रतिध्वनिमापक यंत्रे होती. ही यंत्रे दोन मापनाची नोंद करीत. एक म्हणजे खाली समुद्रतळ किती खोल आहे हे एक मापन व दुसरे म्हणजे वरील बर्फाविरणाचा तळ किती वर आहे हे मापन होय. बर्फाच्या आवरणाच्या खालच्या बाजूने काही ठिकाणी ७२५ फुटांपेक्षाही जास्त खोल असे बर्फाचे सलग सुळके पाण्यात गेलेले होते. बर्फाच्या ह्या लोंबकळत्या सुळक्यांपुढे सर हर्बर्ट ह्यांचे उलटे घसरगाडे निरुपयोगी ठरले असते.

पाण्यात घुसलेले हे बर्फाचे सुळके आहेतच. शिवाय बर्फाचे खंड एकमेकांना आदळून नंतर जोडले जातात. तेव्हा तेथे खाली पाण्यात बर्फाचे मोठे उंचवटे बनतात. ह्यामुळे बर्फाच्छादित सागरा-मधून संचार व संशोधन करणाऱ्यांना नेहमीच धोका असतो. अणुशक्तिचलित नाँटिलसवर पुढील भागी सागराचे निरीक्षण करणारा ध्वनिक (SONAR) डोळा होता. ते डोळ्याचे उपकरण पुढील अडथळ्याची आगाऊ सूचना देत असे. नाँटिलसवर क्लोज सर्किट टेलिव्हिजन सेट होता. त्याच्या प्रक्षेपकाची उभारणी माथ्यावर करण्यात आली होती व त्याचे तोंड वर होते. पाणबुडीवरच्या टेलिव्हिजनच्या पडद्यावर लक्ष ठेवून बर्फाच्या थराची खालची बाजू न्याहाळता येते. टेलिव्हिजन कॅमेराच्या साहाय्याने वर

फक्त पाणी आढळले तर बर्फाच्या थरामध्ये पाण्याचा तलाव असून त्याला बर्फाचे कडे आहे असे समजावे. ह्या ठिकाणी पाण्याबाहेर येणे पाणबुडीला बिनधोक असते.

आर्क्टिक सागरामध्ये भूमध्यसमुद्राच्या पाचपट तरी पाणी आहे. तरीपण नाँटिलस बोटीने बर्फाखालून संचार करीपर्यंत आर्क्टिक सागराच्या खोलपणाबद्दल काही विशेष माहिती नव्हती. आर्क्टिक सागराचा तळ सपाट आहे की डोंगराळ आहे? नाँटिलस-वरील पाण्याच्या खोलीमापक यंत्रांनी ह्याचे उत्तर शोधून काढले आहे. उत्तर ध्रुवावर समुद्राची खोली १३४१० फूट आहे. नाँटिलसने ज्या मार्गाने संचार केला त्या मार्गावर तरी सरासरी हीच खोली होती.

बर्फाखाली संचार सुरू केल्यानंतर थोड्याच वेळात नाँटिलस पाणबुडीला धोका निर्माण होईल एवढे उथळ पाणी लागले. एका ठिकाणी तर पाणबुडीच्या बुडाखाली अवघे ४५ फूट खोल पाणी होते. बोटीच्या माथ्यावर पण बर्फाच्या थराखाली २५ फुटांपेक्षाही कमी पाणी होते. नाँटिलस ही फार मोठी बोट आहे. तिची लांबी ३२० फूट असून उंची ५० फूट आहे. पाणी वरच्यापेक्षाही थोडे जास्त उथळ असते तर खालचा समुद्रतळ व वरचा बर्फाचा थर ह्यांमध्ये ती मोठी बोट अडकून पडली असती. सुदैवाने पाणबुडीने योग्य वेळी सुकाणू फिरवून खोल पाण्याची दिशा गाठली.

आर्क्टिकमध्ये असलेल्या एका समुद्रांतर्गत पर्वताचा शोध नाँटिलस बोटीने लावला. पाण्याची खोली मोजणारी यंत्रे समुद्रतळ सपाट असल्याचे व सरासरी खोली दोन मैल असल्याचे दाखवीत होती. परंतु एकाएकी तळावर पर्वताचा उंचवटा दिसू लागला.

त्या पर्वताची शिखरे उंच उंच होती. ह्या सागरांतर्गत पर्वतावरून नाँटिलस बोट्याचा ७० मैलांचा प्रवास चालू होता. त्याच वेळी त्यावरील अधिकारी डोंगराळ भागाचे मापन करणाऱ्या यंत्राच्या नोंदी मोठ्या जागरूकतेने पाहत होते.

“समुद्रतळावर कधी न पाहिलेले असे सुळासारखे उंचवटे दिसू लागताच आपण वेग कमी करण्याचा हुकूम दिला” असे कमांडर अँडरसन ह्यांनी नमूद केले आहे. ते पुढे म्हणतात “समुद्रांतर्गत डोंगरांचे उतार लागले की किंवा तळ सपाट असल्याचे दिसताच वेग वाढविण्यात येई. हे सागरांतर्गत पर्वत चंद्रावरील खोल विवरांप्रमाणे भयानक दिसत.

बर्फाखालील समुद्रातून उत्तर ध्रुव ओलांडण्यापूर्वी नाँटिलसला समुद्रातील पर्वतरांग लागली. त्याला लोमोनोसो रांग असे म्हणतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा विशेष अभ्यास करून अशा प्रकारच्या पर्वताची शक्यता सुचविणाऱ्या रशियामधील शास्त्रज्ञाच्या नावावरून हे नाव देण्यात आले आहे.

नाँटिलस बोट्याने समुद्रातील पर्वतांचा नकाशा तयार केला. अमेरिकेच्या दुसऱ्या पाणबुड्यांनी जेव्हा ध्रुव प्रदेशीय सागरातून संचार केला तेव्हा हे पर्वत त्यांना काही अपरिचित किंवा अनपेक्षित वाटले नाहीत. त्याउलट समुद्रावरच्या बोट्यांना किनाऱ्यावरील ओळखीच्या खुणांनी मार्गदर्शन होते, त्याचप्रमाणे समुद्रांतर्गत पर्वतांच्या पूर्वपरिचित खुणांनी आपण कोठे आहो हे पाणबुडीला कळते.

नाँटिलस बोट पाण्यात सोडण्यात आल्यानंतर थोड्याच दिवसांत तिने फ्लोरिडाच्या ‘कीवेस्ट’ ह्या ठिकाणापासून कनेक्टिकटच्या

‘न्यू इंग्लंड’ ह्या ठिकाणापर्यंत जलद गतीची कसोटी पाहण्यासाठी संचार केला. अटलॅंटिकमधून हा संचार झाला व त्या सागरातील सागरांतर्गत पर्वतांचा आराखडा पूर्णपणे पूर्वपरिचित असल्यामुळे आपण कोठून कोठे आलो व कोठे पोचावयाला किती वेळ लागेल, हे त्या नाविक अधिकाऱ्यांना अचूकपणे समजत होते.

आर्क्टिक सागराच्या तळाची सविस्तर पाहणी करण्यासाठी नॉटिलसमधून आद्य निरीक्षकांनी प्रवास केला. त्यांनी पाण्याची खोली दाखविणारी हजारो मोजमापे मिळविली आहेत. पाण्याचे तपमान वरील बर्फाच्या थराची जाडी व दुसरी उपयुक्त माहिती ह्याच बोटीवरील मुख्य शास्त्रज्ञ डॉ. वाल्डो के. लायन ह्यांनी मिळविली. ती माहिती एवढी भरपूर आहे की, तिच्या टिपणांनी दोन ट्रंका भरल्या. नॉटिलसच्या धडाडीच्या पहिल्या संचारानंतर ज्या ज्या पाणबुड्यांनी बर्फाखाली संचार केला त्यांनी आर्क्टिक सागराविषयी पुष्कळच आणखी माहिती जमविली आहे.

१९६० साली ‘ट्रिटन’ (Triton) नावाच्या अणुशक्तिचलित पाणबुडीने पृथ्वीगोलाला प्रदक्षिणा घातली तेव्हा दक्षिण महासागराविषयीची पुष्कळच नवीन माहिती शोधून काढली. स्पेनच्या धाडशी सागरी सफरीचे कर्णधार फर्डिनांड मॅगेलन ह्यांनी १५२२ साली पहिली पृथ्वीप्रदक्षिणा केली. ती सफर ज्या मार्गाने झाली, जवळजवळ त्याच मार्गाचा ट्रिटन ह्या पाणबुडीने अवलंब केला होता. समुद्रावरून पृथ्वीप्रदक्षिणा करावयाला त्या वेळी तीन वर्षे लागली. परंतु अमेरिकेच्या पाणबुडीने हाच प्रवास २ महिन्यांमध्ये उरकला.

मॅगेलन ह्यांना मुळीच न आढळलेल्या गोष्टींचा ट्रिटनवरील लोकांनी शोध लावला. दक्षिण अटलॅंटिकमध्ये दक्षिण अमेरिकेचे टोक 'केप हॉर्न' येथे पाणबुडी बोट समुद्रांतर्गत उंच पर्वतांवरून संचार करीत होती. पाणबुडीने भूशिराला वळसा घालून दक्षिण पॅसिफिकमध्ये प्रवेश केला तेव्हा समुद्रात आणखीच पर्वत असल्याचे आढळून आले.

भूगोलाला प्रदक्षिणा पुरी झाली तरी ट्रिटन बोट बंदराकडे वळली नाही. पृष्ठभागावर न येता त्या बोट्याने आणखी १० हजार मैलांचा संचार केला. अशा तऱ्हेने ट्रिटन बोट पाण्याखाली एकूण ८४ दिवस राहिली.

समुद्राच्या पोटात संशोधन करण्यासाठी नवीन तऱ्हेच्या पाणबुड्या बांधण्यात येत आहेत. कॅप्टन कोस्ट्यु ह्यांची दोन माणसे असलेली पाणबुडी 'बशी' (डावीकडे) 'कॅलिप्सा' ह्या त्याच्या संशोधन करणाऱ्या पाणबुडीवर बसविलेली असते. 'मार्टिन' पाणबुडी (उजवीकडे) सागरी तळाचे संशोधन करण्यासाठी मुद्दाम बांधण्यात आली आहे



७ : समुद्रतळी मौल्यवान वस्तूंचा शोध

न्यू यॉर्क शहरात संयुक्त राष्ट्रांच्या मुख्य कार्यालयाच्या लॉबी-मध्ये 'झीअस्'चा प्रचंड पुतळा आहे. एजीअन समुद्राच्या तळी सापडलेल्या फार प्राचीन पुतळ्याच्या नमुन्यावरहुकूम हा पुतळा बनविण्यात आला आहे. केवळ योगायोगाने स्पंज जमा करण्यासाठी गेलेला पाणबुड्या कसा तरी ह्या पुतळ्याच्या एका भागावर जाऊन आदळला. तो भाग वर आणल्यावर तो पुतळ्याचा बाहू असल्याचे आढळले. नंतर त्या प्रचंड शिल्पकृतीचा थांगपत्ता लागून त्या पुतळ्याचा जलसमाधीमधून उद्धार करण्यात आला. बहुधा तो प्रचंड पुतळा समुद्रतळी अडीच हजार वर्षे तरी पडून राहिला असला पाहिजे. हा पुतळा म्हणजे ख्रिस्तपूर्व पाचव्या शतकाच्या आरंभीची कलाकृती आहे असे तज्ज्ञांचे मत आहे.

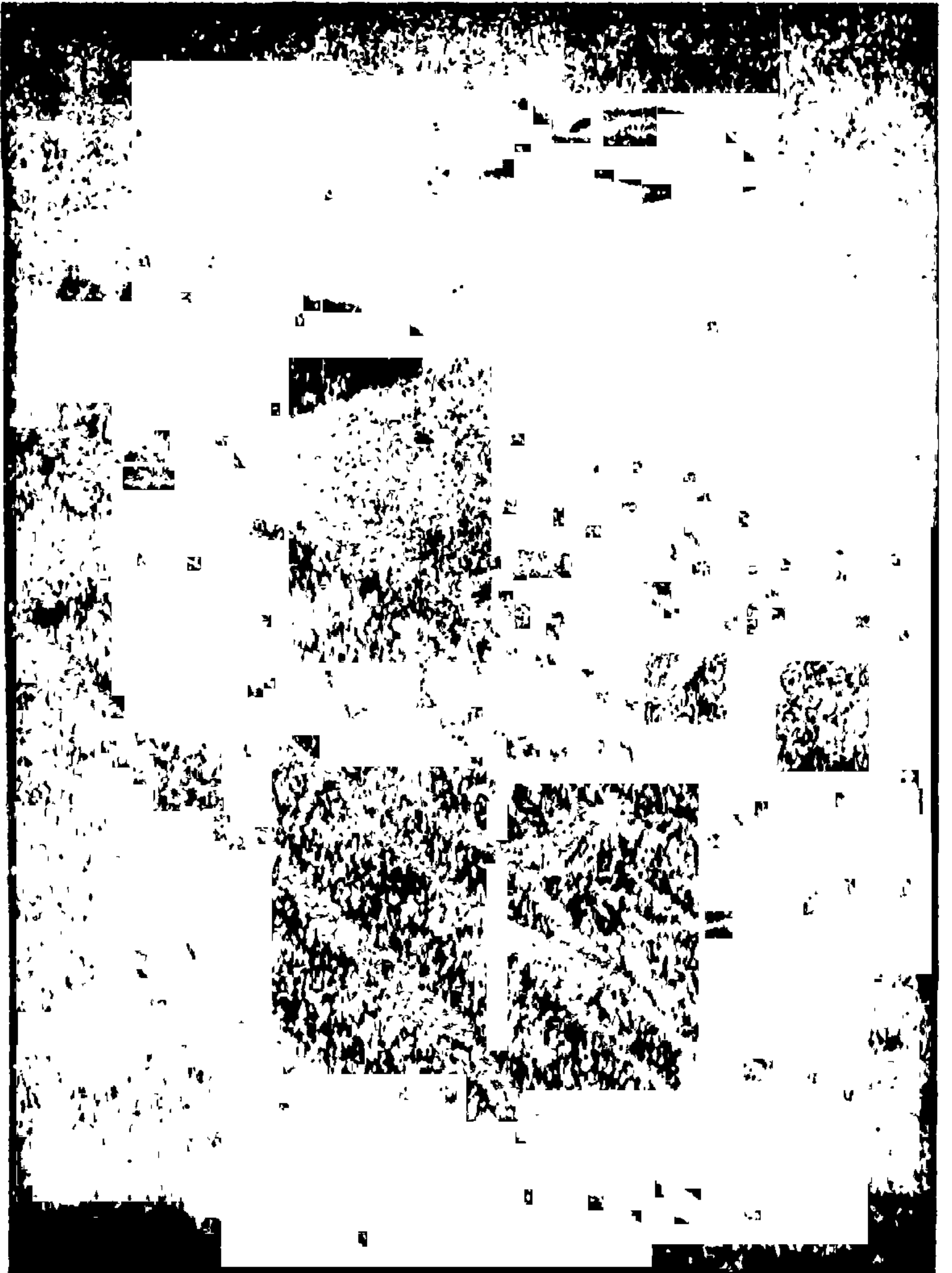
जेथे झीअसचा पुतळा चिरविश्रांती घेत होता, त्याच्या जवळच पाणबुड्यांना ब्राँझची मूर्ती आढळली. एका घोड्यावर बसलेल्या मुलाची मूर्ती विशेष बदल न होता जवळजवळ पूर्वीप्रमाणेच होती. त्या बाल घोडेस्वाराच्या घोड्याचे इतस्ततः विखुरलेले काही अवशेष सापडले. संबंध पुतळा घेऊन जाणारे जहाज जेव्हा खडकाळ केप आर्टिमिसिअम् येथे फुटले तेव्हाच त्या पुतळ्याचा हा भाग भग्न झाला असावा.

पूर्वीच्या काळी पराजित देशाकडून जे हातो येईल ते लुटून नेणे ही विजयी राष्ट्राची प्रथा होती. रोमने ग्रीसचा पराभव केला व त्यानंतर रोममध्ये नेण्यासाठी ग्रीसमधील सुंदर सुंदर पुतळे जहाजांवर चढविण्यात आले. झीअसचा पुतळा, बाळ घोडेस्वाराचा

पुतळा नेणारी जहाजे व त्याचप्रमाणे इतर कलाकृतींचा संग्रह नेणारी जहाजे एजीअन् समुद्र व भूमध्य समुद्र ह्यांच्या खडकाळ किनाऱ्यावर फुटली व समुद्रतळी गेली.

जुन्या काळच्या जहाजांच्या वाहतुकीचा मुख्य मुख्य वाटांवर मौल्यवान साठा नेणारी जहाजे फुटली आहेत. १५२० ते १८२० ह्या तीनशे वर्षांमध्ये स्पेनचे जहाजांचे काफिले अमेरिकेतून सोने, चांदी व इतर मौल्यवान वस्तू लुटून स्पेनकडे सतत नेत असत. फ्लोरिडाच्या घातकी पूर्व किनाऱ्यावरून निघून ते स्पेनकडे जात असत. ह्यांपैकी काही जहाजे प्रवाळांच्या कड्यामध्ये फुटत तर काही चाचे लोक बुडवीत असत. ह्यांपैकी महत्त्वाच्या अपघाताची तेवढी नोंद होत असे. उदाहरणार्थ, डॉन रॉड्रिगो द तौरे ह्यांच्या नेतृत्वाखालील ८ जहाजांचा काफिला १७३३ साली बुडाला त्याची नोंद आहे. तसेच तो काफिला बरोबर कोठे बुडाला त्या स्थलाचा आराखडा पण काढण्यात आला आहे. दोनशे वर्षांनंतर एका हीशी पाणबुड्याने ह्यांपैकी तीन जहाजांचे अवशेष कोठे आहेत ते शोधून काढले. स्पॅनिश नाण्याशिवाय, चिनीमातीची भांडी, व इतर वस्तू व जहाजांवरील दोऱ्यापण सापडल्या आहेत.

जुन्या काळी शिरस्त्राणधारी पाणबुड्येच फक्त समुद्रातील मौल्यवान चीजवस्तू वर काढण्याचा धंदा करीत. समुद्रात बुडालेली सोनेचादी काढण्यात ते चांगले पटाईत होते. १९२१ साली विस्केच्या उपसागरात बुडालेल्या 'इजिप्त' ह्या बोटीवरील सोन्याच्या पेट्या ह्या तज्ज्ञ पाणबुड्यांनी वर काढल्या. ही बोट ४२६ फूट खोल पाण्यात बुडाली होती. पूर्वी कोणत्याही पाणबुड्याने एवढ्या खोल पाण्यातून संपत्ती वर काढण्याचे काम केले



फ्लोरिडाच्या किनाऱ्यालगत फुटलेल्या जहाजाच्या अवशेषांचा एक पाणबुड्या शोध घेत आहे

नव्हते. सोन्याच्या पेठ्यांची किंमत ३ कोटी रूपये होती. एवढ्या मौल्यवान संपत्तीसाठी आपला जीव धोक्यात घालावयाला पाणबुडचे तयार झाले. ह्या कामात जगातील काही निष्णात पाणबुडचे मरून गेले.

१९४० साली न्यूझीलंडच्या किनाऱ्याजवळ सोन्याच्या लगड्या नेणारी 'नायगारा' ही बोट बुडाली. त्या बोटीवर सहा कोटी रुपयांचे सोने होते. ही बोट बुडाली ती जागा इजिप्त बोट बुडाली त्यापेक्षाही जास्त खोल होती. तरीपण समुद्राच्या पोटातील ठेवा बाहेर काढण्याची साधने व सारेच तंत्र एवढे प्रगत झाले होते की, 'नायगारा' मधील संपत्ती बाहेर काढणे, 'इजिप्त' बोटीच्या मानाने सोपे व सहजसाध्य ठरले. परंतु तेथे असलेल्या एका जिवंत सुरंगामुळे सर्व कामगिरी जास्त गुंतागुंतीची झाली होती. एक जर्मन सुरंग लागून नायगारा बुडाली होती. तसाच एक न फुटलेला सुरंग त्या बुडालेल्या बोटीजवळ होता. बोटीच्या आतील सोने ठेवावयाच्या बंदिस्त जागेपर्यंत कसे पोचता येईल हे पाहण्यासाठी निरीक्षणपाळण्यातून खाली गेलेल्या पाणबुड्याला तो जिवंत सुरंग आढळला.

पहिली कामगिरी म्हणजे नायगारा बोटीपासून तो सुरंग अलग करणे व नंतर तो सुरंग उडविणे. शिरस्त्राणधारी पाणबुड्या त्या सुरंगाला दोरी बांधून त्याला खेचून आणण्यासाठी खाली गेला. हे काम करीत असतानाच त्याची हवेची नळी व जीवनाधार दोरी त्या सुरंगाच्या कड्यामध्ये अडकली. सुरंग व पाणबुड्या हे फुटलेल्या बोटीच्या खाली जाऊन तेथे ते तळाला आदळले. तो सुरंग कोणत्याही क्षणी उडेल हे माहित असूनही शांतपणाने काम करून

त्या पाणबुड्याने स्वतःला सुरंगाच्या अडकावणीतून मोकळे केले. कसा तरी तो मोकळा झाला. बुडालेल्या बोटीपासून दुरूनच तो सुरंग वर आला. त्याला सुरक्षित स्थळी नेऊन त्यावर गोळी झाडून तो उडविण्यात आला.

इतर पुष्कळ बुडालेल्या बोटींप्रमाणे नायगारा बोट सुद्धा एका बाजूला कलती होऊन समुद्रतळी पडली होती. ती बोट एवढी कलती झाली होती की, बंदिस्त खोलीमध्ये प्रवेश करण्यासाठी त्या बोटीच्या एका बाजूला सुरंग लावून भगदाड पाडणे जरूर होते. पाण्यातील बोटीसाठी लावावयच्या सुरंगाचा स्फोट काळजीपूर्वक केला पाहिजे. नाहीतर स्फोटाने सोन्याच्या लगड्या इकडे तिकडे विखुरल्या असत्या. बोटीला सुरंग लावावयाचे काम पुरे झाल्या-बरोबर आतील संपत्ती बाहेर काढण्याचे काम पूर्वीच्या मानाने अगदी थोड्या वेळात उरकण्यात आले. पोलादी जबड्याच्या पकड यंत्रांनी ही जड बुडित संपत्ती सात आठवड्यांत वर काढण्यात आली. इजिप्त ह्या बोटीचा शोध लावून त्यावरील संपत्ती वर काढण्याला सात वर्षे लागली होती.

स्कुबा उपकरणाचा शोध लागल्यानंतर समुद्रात बुडालेली संपत्ती वर काढण्याचे प्रयत्न पूर्वीपेक्षा जास्त होत आहेत. परंतु हीशी पाणबुड्याचे जेव्हा समुद्राचा तळ शोधतात तेव्हा बुडालेला सुवर्णखजिना वर काढणे एवढाच त्यांचा हेतू नसतो. त्यांना पाहिजे असलेली संपत्ती निराळीच असते. इजिप्तमधील थडग्यांचे उत्खनन करणारे तज्ज्ञ किंवा जुन्या लुप्त झालेल्या नगरांचे अवशेष पाहणारे लोक हे जुन्या इतिहासाचे धागेदोरे शोधीत असतात. ह्या हीशी पाणबुड्यांचे पण हेच उद्दिष्ट असते. अशा ह्या मनोवेधक कामामध्ये गुंतलेल्या संशोधकांनी समुद्रात बुडालेले कलाकृतीचे



भूमध्य समुद्राच्या तळी १२०० वर्षांपूर्वीच्या जहाजाचा
हॉनर फ्रॉस्ट हे पुरावस्तू चित्रकार अभ्यास करीत आहेत

नमुने खलाशी व प्रवासी ह्यांच्या वैयक्तिक सामानाचे नमुने वर आणले आहेत. एवढेच नव्हे तर प्राचीन बोटीची रचना व नौकानयनासाठी वापरात असलेली साधने ह्यांचीपण बहुमोल माहिती मिळविली आहे.

आजपर्यंत शोध लागलेले जुन्यांतले जुने जहाज ब्राँझ युगातले असावे. तज्ज्ञांच्या मताप्रमाणे हे जहाज ३३ शे वर्षांपूर्वी बुडालेले असावे. बोडरम् ह्या तुर्की बंदराजवळ हे जहाज बुडाले होते. बोडरम् बंदर हे स्पंज काढणाऱ्या पाणबुड्यांचे मुख्य ठिकाण आहे. ह्याच पाणबुड्यांनी ह्या ब्राँझयुगीन जहाजाचा शोध लावला. पाणबुड्यांनी धातूचे गंजलेले काही तुकडे वर काढले. परंतु गंजलेल्या ह्या धातूच्या तुकड्यांना कोणीच योग्य ते मोल देत नसल्यामुळे पाणबुड्यांना ह्या उद्योगामध्ये काहीच फायदा दिसेना.

ह्या तुर्की पाणबुड्यांनी ही बातमी पिटर थॉक मॉर्टन ह्या पाण्यात फोटो घेणाऱ्या अमेरिकेच्या पाणबुड्याला सांगितली. हे अमेरिकेमधील गृहस्थ जुन्या काळी जहाजे ज्या ठिकाणी बुडाली त्या जागांच्या शोधात होते. थॉक मॉर्टन ह्यांनी शास्त्रीय दृष्टीने संशोधन केल्यानंतर कःपदार्थ वाटणारे धातूचे तुकडे हे खरोखरच अमोल असे जुने अवशेष आहेत असे आढळून आले. १९५९ साली थॉक मॉर्टन ह्यांनी तुर्कस्थानच्या पुरावस्तुसंग्रहालयाचे संचालक व इतर तज्ज्ञ ह्यांच्या मदतीने भग्न जहाजाचे अवशेष तपासून पाहिले. त्यांना धातूच्या चौकोनी लगड्या आढळल्या. ह्याच बहुधा पूर्वी नाणे म्हणून वापरात असाव्या. ह्याशिवाय त्यांना ब्राँझच्या कुन्हाडी, बाणाची अणकुचीदार टोके, तलवारीची पाती हे सामानही मिळाले. एवढेच नव्हे तर बहुधा शिडाला बांधलेले असे गवताच्या दोरीचे तुकडे पण त्यांना मिळाले.

पुढील सफरीमध्ये आणखी माहिती हाती येईल तेव्हा पूर्वीचे मालवाहू जहाज कसे होते ह्याचा नमुना तयार करता येईल. तीन हजार वर्षांपूर्वी भूमध्य सागरामध्ये जहाजे कशी वाहतूक करीत असत ह्याविषयीची पूर्वी कधीच न कळलेली माहिती ह्या बुडालेल्या जहाजाच्या अभ्यासाने उजेडात येईल. होमरचे प्रसिद्ध ग्रीक काव्य 'ओडीसे' हे निर्माण होण्यापूर्वीच्या कित्येक शतकांची ही गोष्ट आहे.

इ. ए. लिंक व त्यांच्या पत्नी मेरिअन् ह्यांना सागरी संपत्ती शोधण्याचा छंद आहे. फ्लोरिडानजिकचा समुद्रतळ आणि आसमंतातील भाग शोधण्यात ह्या दंपतीचे दरवर्षी बरेच महिने खर्च होतात. जुनी जहाजे व त्यांवरील उपयुक्त साधने ह्यांचा शोध हे त्यांचे उद्दिष्ट असते. ख्रिस्तोफर कोलंबस ह्याच्या सफरीमधील निशाण जहाज बुडाले होते. त्याचा शोध त्यांनी १८५५ साली केला. सॅटो डोमिंगो बेटाच्या पूर्वेकडील किनाऱ्यालगत केप हैटिन येथे ते सांता मेरिआ जहाज बुडाले असावे अशी समजूत आहे. लिंक पतिपत्नींना सांता मेरिआचा थांगपत्ता लागला नाही. परंतु कोलंबसानंतर लगेच अमेरिकेला जाणाऱ्या दुसऱ्या सफरीमधील एका जहाजाचा नांगर सापडला. अमेरिकेच्या 'ब्यूरो ऑफ स्टँडर्डस्' ह्या संस्थेने नांगराच्या धातूचे विश्लेषण करून तो नांगर १६ व्या शतकामध्ये तयार झाला असला पाहिजे असा आपला अभिप्राय दिला.

समुद्रात बुडालेल्या काही वस्तू थोड्या वेळातच कुजून जाऊन त्याचे तुकडे तुकडे होतात. परंतु दुसऱ्या काही वस्तू हजारो वर्षे समुद्रामध्ये जशाच्या तशा राहतात. लोखंड बरीच वर्षे टिकते.

परंतु लाकूड मात्र चिखल किंवा रेतीमध्ये पुरलेले राहिले तरच टिकून राहते.

समुद्रातून वर काढलेल्या संगमरवरी पुतळ्यावर बारीक वण उठतात. हे वण समुद्रतळाच्या बारीक प्राण्यांनी भोके पाडल्यामुळे बनलेले असतात. ज्या भागांवर चिखलाचे आच्छादन असते ते भाग शाबूत राहतात.

फ्लोरिडाच्या पाण्यामध्ये सापडलेल्या तोफा व तोफेचे गोळे ह्यांवर प्रवाळांचे खवले खवले जमलेले आहेत. परंतु आतील लोखंड मात्र चांगल्या स्थितीमध्ये आहे. परंतु लोखंड वर काढल्यानंतर ते लगेच साफसूफ केले पाहिजे; नाहीतर त्याचे छिन्नविच्छिन्न तुकडे होतात. पाण्यात लोखंडावर फारच कमी परिणाम होत असल्यामुळे, तोफा हे बोट कोठे बुडाली हे समजून घेण्याचे खात्रीचे साधन आहे. पूर्वीच्या काळी मालवाहू जहाजे व लढाऊ जहाजे ह्यांच्यावर तोफा ठेवलेल्या असत.

तोफा शोधण्याची सवय झालेल्या पाणबुड्यांना संगमरवरी खांब आढळले तेव्हा त्यांना जुना तोफखानाच सापडल्यासारखे वाटले. ह्यामुळे उत्तर आफ्रिकेच्या किनाऱ्यावर एक अमोल ठेवा हाती आला. ग्रीक देवळाचाच काही भाग नेणारी रोमची मोठी जहाजे वादळाने आपल्या ठराविक मार्गापासून दूर गेली आणि ट्युनिशियाजवळ बुडाली. बुडालेल्या सामानामध्ये संगमरवरी खांब, कोरीव काम केलेले दगड, संगमरवरी भांडी, कुंड्या व ब्राँझच्या काही मूर्ती त्यांना सापडल्या. पाणबुड्यांनी पाच वर्षेपर्यंत काम करून समुद्रातून वर काढलेल्या कलाकृती ट्युनिशियाच्या वस्तुसंग्रहालयाच्या पाच दालनांमध्ये मांडलेल्या आहेत. ह्या कामा-

साठी लागणारा पैसा कमी पडल्यामुळे पुढे हे काम स्थगित झाले व अवजड असे कलाकृतीचे नमुने समुद्रातच राहिले.

३५ वर्षांनंतर कॅप्टन कौस्ट्यु ह्यांनी फ्रेंच नौदलामधील स्कुबा पाणबुड्यांच्या मदतीने हे बुडालेले अवशेष शोधून काढण्याचा पुनः प्रयत्न केला. जहाज बरोबर कोठे बुडालेले आहे ह्याचा आराखडा कॅप्टन कौस्ट्युकडे होता. तरीपण त्यांना व त्यांच्या निष्णात पाणबुड्यांना तपासासाठी ६ दिवस लागले. जहाज बुडालेली जागा १२७ फुटांपेक्षाही कमी खोल आहे हे त्यांना माहित होते. संशोधक बोट पाण्यावर फिरत राहून तिने ध्वनि-प्रतिध्वनि-यंत्राच्या साहाय्याने अंदाजे १२७ फूट खोल पाण्याचे क्षेत्र शोधून काढले. त्यानंतर पाठीवर हवेची टाकी, तोंडावर मुखवटा, व पायांना मत्स्यपंख हे बांधून पाणबुड्यांचे पाण्यात उतरले व त्यांनी समुद्रतळी त्या स्थळाची बारकाईने टेहळणी सुरू केली.

शोधाशोधीचे काम जलद व्हावे म्हणून एका पाणबुड्याला नियोजित सर्व क्षेत्रांवरून घसरगाडीतून फिरवून आणण्यात आले. सहाव्या दिवशी कर्णधार 'टैलेझ' ह्यांना वजन बांधलेल्या दोरीने खाली सोडण्यात आले. अशा प्रकारची दोरी पाणबुड्यांचे पाण्यात खाली जाण्यासाठी किंवा वर येण्यासाठी वापरतात. पाण्यातून दोरीने त्यांना ओढले जात असताना त्यांना एक गोलाकार वस्तू आढळली. त्यांनी दोरी खेचणे थांबवा असा खालून आदेश दिला. त्यांना आढळलेल्या वस्तूच्या जागेची खूण म्हणून त्यांनी तेथे एक जांभळा फुगा वजन बांधलेल्या दोरीला अडकवून तरंगत ठेवला.

ज्या कोणी पहिल्या पाणबुड्याने ह्या बुडालेल्या जहाजावर काम केले, त्याने तेथील पहिला खांब मूळच्या ठिकाणाहून 'अलग

केला. नंतर तेथून तो वर काढण्याच्या तयारीत असतानाच बहुधा बुडालेल्या वस्तू वर काढण्याचा कार्यक्रम स्थगित झाला असावा. कर्णधार टैलेझ् ह्यांनी खूण करून ठेवला तो हाच खांब. दुसऱ्या दिवशी कॅप्टन कौस्ट्यु हे पाण्यात गेले आणि त्यांनी बुडालेले जहाज बरोबर हेरले.

संगमरवरी कोरीव काम तळाशी दाट निळ्या रंगाचे दिसले. त्यावर सागरी जीवसृष्टीची वाढ होऊन त्यामुळे ते काम आच्छादून गेले होते. परंतु घासून घासून त्याची साफसफाई केल्यानंतर मूळ शुभ्र पांढरा संगमरवर दिसू लागला.





दोन हजार वर्षांपूर्वी ग्रीक शिल्पकारांनी छिन्न तयार केलेले संगमरवरी शिल्पाचे काही भाग कौस्ट्यूचे सहकारी वर काढित आहेत

कॅप्टन कौस्ट्यू ह्यांनी शिशाचे बनविलेले जहाजाच्या नांगराचे दोन भाग वर काढले. त्या प्रत्येक भागाचे वजन पाऊण टन होते. नांगराचा उरलेला भाग लाकडाचा केलेला असावा व तो कुजून गेला असावा असे त्यांचे मत आहे. त्यामुळे जुन्या रोमन जहाजाच्या नांगराची घडण कशी होती हे अजून पूर्णपणे कळलेले नाही.

रोमन जहाजावरील धान्य दळण्यासाठी वापरत असलेले जाते पण वर काढण्यात आले आहे. बुडालेल्या बोटींचे काही विभाग निरखून पाहावयाला कॅप्टन कौस्ट्यू व त्यांचे सहकारी ह्यांना सवडच मिळाली नाही. ह्या ठिकाणी पूर्वी साधनसाहित्य व काही इतर बारीकसारीक गोष्टी तशाच पुरलेल्या असतील. आपण ह्या संशोधनाने गतइतिहासाचा केवळ वरचा पापुद्रा उकलीत आहोत असे कौस्ट्यूंचे म्हणणे आहे.

हल्ली हल्लीपर्यंत बुडालेल्या बोटींची जागा केवळ योगायोगाने सापडत असे. त्यांपैकी बुडालेल्या बऱ्याच बोटी स्पंज शोधण्यासाठी

गेलेल्या पाणबुड्यांनी शोधून काढल्या आहेत. परंतु आता मात्र बुडालेल्या संपत्तीचा शोध योजनाबद्ध पद्धतीने केला जातो. हे काम काही पाणबुड्यांचे वैयक्तिक जबाबदारीवर करतात. तर काही पाणबुड्यांनी आपली मंडळे स्थापली आहेत व त्यांमार्फत हे काम करतात. फुटून बुडालेल्या बोटींची जागा सापडली तर ती जागा आता गुप्त ठेवण्यात येत नाही. त्याची सागरी नकाशावर नोंद करतात. अशा प्रकारे नकाशावर नोंदलेल्या बुडालेल्या बोटींच्या काही जागांची बारकाईने तपासणी करण्यात आली आहे.

बुडालेल्या जहाजांवरील सामान वर काढण्याच्या कार्यक्रमा-मध्ये बोट बरोबर कोठे बुडाली हे हेरणे हा पहिला टप्पा होय. केव्हा तरी शोधणाऱ्याच्या नशिवाने समुद्रतळी नाणी व इतर वस्तू विखुरलेल्या आढळतील. परंतु सामान्यतः बुडालेली बोट व आतील चीजवस्तू एखाद्या रेंतीच्या किंवा चिखलाच्या ढिगान्याखाली झाकून गेलेली असते. बुडालेली बोट पाण्यात उकरून काढणे हे महाविकट काम आहे. जहाजावरील माल वर काढणाऱ्या बोटीवर विशेष प्रकारची साधने व यंत्रयोजना लागते.

पाणबुड्याला कुदळफावडे घेऊन काम करता येत नाही. चिखलाचा थर काढून टाकण्यासाठी पुष्कळ दाबाखालचा पाण्याचा झोत-फवारा त्यावर सोडावा लागतो. समुद्रतळी रेंती असली तर मात्र पृष्ठभागावरून यंत्राच्या साहाय्याने पुष्कळ दाबाखालील हवा नळीने खाली नेऊन तेथे त्याचा झोत-फवारा सोडतात. जी विशिष्ट जागा मोकळी करावयाची असेल तेथेच हा फवारा केंद्रित केला जातो.

बुडालेल्या बोटीतील सामानामध्ये लहान लहान वस्तू सापड-

तात. त्या पिशवीमध्ये किंवा टोपलीमध्ये घालून पाणबुडचे स्वतःच वर आणतात. दारू किंवा तेल ह्यांचे लहान तोंडाचे बुदले ह्यांच्यांत दाबाखाली हवा भरून ते वर सोडले तर ते पाण्यातील रबरी फुग्यांप्रमाणे उसळी मारून पृष्ठभागावर येतात. जड वस्तू मात्र दोरी बांधून बोटीवरील लोक पाण्यावर ओढून आणतात.

समुद्रामध्ये बुडालेला खजिना काढणारे अनुभविक पाणबुडचे-सुद्धा पुरावस्तुसंशोधनाच्या दृष्टीने महत्त्वाच्या प्राचीन वस्तू शोधून काढणे मात्र किती तरी दुर्घट आहे हे मान्य करतात. ह्या विशिष्ट दृष्टीने खाली जाणारे पाणबुडचे पुष्कळ वेळा रिक्त हस्तानेच परत येतात. परंतु निराश किंवा नाउमेद होण्याचे कारण नसते. कोणाला माहीत कदाचित पुढच्या वेळी प्रचंड झीअसच्या पुतळ्याच्या तोडीचा दुसरा एखादा पुतळा किंवा तत्सम पुरावस्तू हाती यावयाची !



पुरावस्तुसंशोधक पाणबुड्या जहाजा-वरील दोन हजार वर्षांपूर्वीचे तेलाचे भांडे निवडून काढित आहे



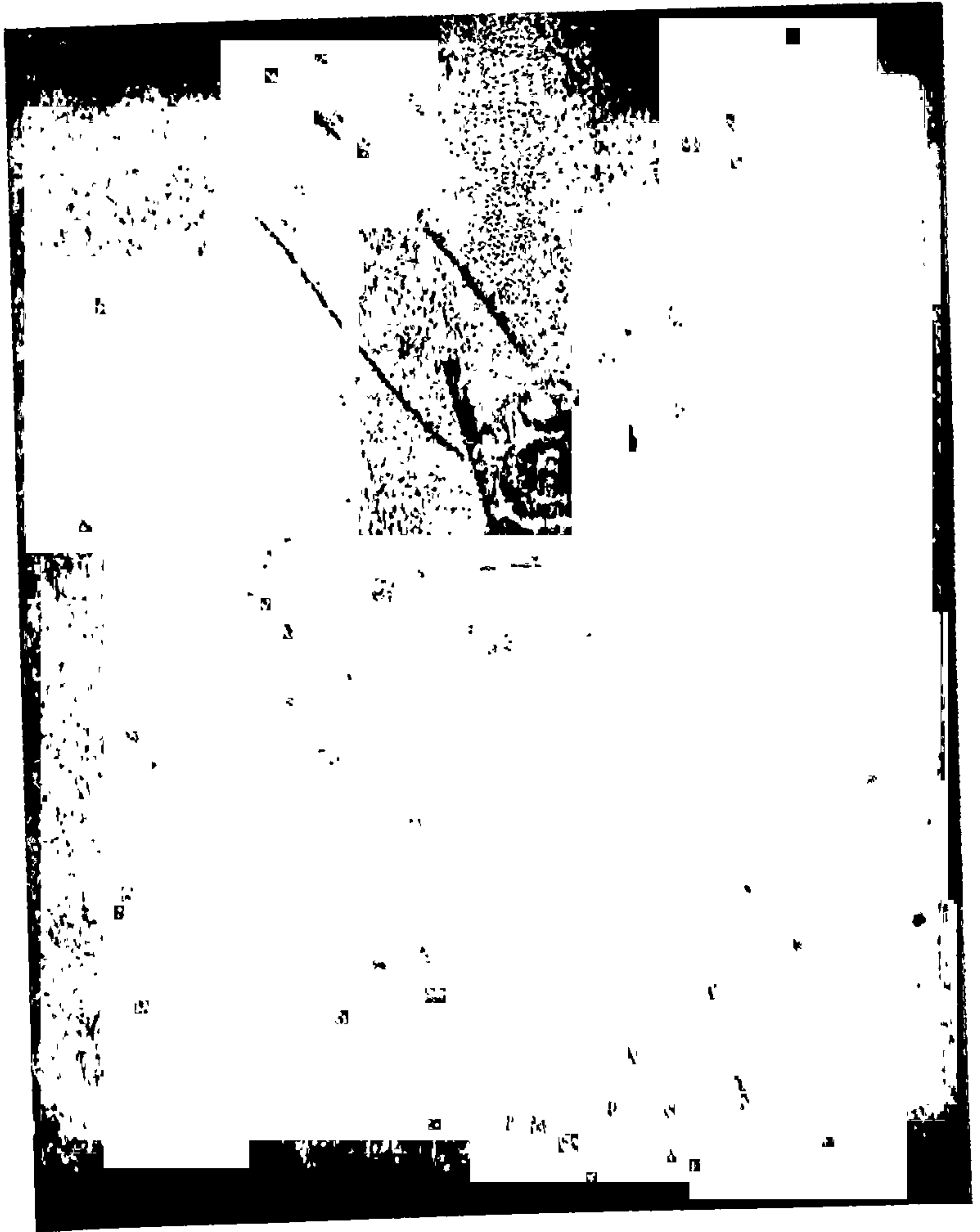
भूमध्य समुद्राच्या पृष्ठभागा-
खाली १५० फूट खोलीवर
दाबाखाली चालणारे कॅमेरे
घेऊन जाणारे फोटोग्राफर

८ : पाण्याखाली फोटोग्राफी

लुई बौटन हे पॅरिस युनिव्हर्सिटीच्या उन्हाळी वर्गामधील एक फार लोकप्रिय असे प्राध्यापक होते. १८९३ साली प्राध्यापकाची जीवशास्त्रावरील व्याख्याने विद्यार्थ्यांना विशेष उद्बोधक व मनावर ठसणारी अशी वाटली. प्राध्यापक व्याख्यानांमध्ये मधून मधून स्वतः घेतलेल्या पाण्याखालील फोटोचा निर्देश करीत असत हेच त्याच्या परिणामकारी व्याख्यानांचे रहस्य.

जीवसृष्टीचे वाळविलेले नमुने पाहून आपल्याला जीवसृष्टीचे अर्धेमुर्धे ज्ञानसुद्धा मिळत नाही. पाण्याखाली इकडून तिकडे बागडत असताना माशाचे व समुद्रतळी वाढलेल्या सजीव वनस्पती ह्यांचे जर प्रत्यक्ष फोटो आपल्याला घेता आले तर ती गोष्ट किती महत्त्वाची होईल बरे असे ते म्हणत. नैसर्गिक वातावरणामध्ये मासे किंवा वनस्पती ह्यांचे प्रत्यक्ष फोटो घेता आले तरच आपल्याला खऱ्या शास्त्रीय वस्तुस्थितीचे दर्शन घडेल असे त्यांचे म्हणणे होते.

प्रोफेसर बौटन ह्यांना पाण्यात बुडून चांगले पोहता येत असे. दक्षिण पॅसिफिकमधील मोत्यांसाठी पाण्यात जाणाऱ्या पाणबुड्या-



१८९८ साली शिरस्त्राणधारी पाणबुड्याचा पाण्या-
खालील जगातील पहिला फोटो लुई बीटन घेत आहेत

कडून हे तंत्र ते शिकले होते. वर उल्लेख केलेले उन्हाळी वर्ग हे फ्रान्सच्या उत्तर किनाऱ्यावरील शहरांत भरत असत. प्रोफेसर महाशयांच्या पाण्यातील फोटोग्राफीच्या प्रयोगांसाठी ह्यापेक्षा सोयीची दुसरी जागा शोधून सापडली नसती. वर्ग संपल्यानंतर दररोज ते गृहस्थ बहुधा पोहण्यासाठी जात व समुद्रतळी जाऊन तेथील वनस्पती व शिंपले वेचून परत येत.

त्यांनी आपल्या कॅमेऱ्यासाठी आत पाणी शिरणार नाही अशी तांब्याची पेटी करून घेतली. नंतर त्याच्या साहाय्याने १८९३ साली पाण्याखालील फोटोग्राफ त्यांनी घेतला. जगातील असा हा पहिलाच फोटोग्राफ होय. फोटोग्राफ निघाले ते पुष्कळ दृष्टींनी लक्ष वेधून घेणारे असे होते. परंतु त्यामुळे फोटोग्राफरचे समाधान मात्र झाले नाही. पुढील हिवाळ्यामध्ये त्यांनी नवीन कॅमेरा बनविला. ह्याला जलाभेद्य पेटीची जरूरी नव्हती. कॅमेऱ्याची घडण अशी होती की, त्याच्या निरनिराळ्या भागांतून पाणी खेळते राही. १८९४ साली ह्या कॅमेऱ्यांची कार्यक्षमता तपासून पाहण्यात आली. परंतु शेवटी पाणी आत शिरणार नाही अशा पेटीमधील नेहमीचेच कॅमेरे फार चांगले व ते जलद फोटो काढू शकतात अशी प्रो. बौटन ह्यांची खात्री झाली. त्यांच्या ह्या तिसऱ्या प्रयोगाच्या, निराळ्या कॅमेऱ्याच्या रचनातंत्राने मात्र ते खूष झाले. ह्या कॅमेऱ्यातून येणारी चित्रे चांगली सुस्पष्ट व रेखीव अशी दिसत.

बौटन ह्यांची पाण्याखालील फोटोग्राही हा सर्वत्र चर्चेचा विषय होऊन बसला. बौटन ह्यांचा बराच वेळ आपण फोटो कसे काढतो ह्याची माहिती सांगणे व वृत्तपत्रांच्या वाताहरांना मुलाखती देणे ह्यांमध्ये खर्च होऊ लागला. जेथे नैसर्गिक प्रकाश अजिबात

नाही अशा काळ्याभोर खोल पाण्यामध्ये फोटो घेण्याची आपली मनीषा असल्याचे बौटन ह्यांनी आपल्या निकटवर्ती मित्रांना सांगूनही टाकले. आजही नवीन प्रकारचे फ्लॅशबल्ब व इलेक्ट्रॉनिकच्या साहाय्याने लागणारे बल्ब असूनही फार खोल पाण्यात फोटो घेणे एवढेसे सोपे नाही. पाण्यात सोडता येईल अशी कार्यक्षम प्रकाश-योजना शोधून काढणे व त्याची निर्मिती करणे ही कामगिरी लुई बौटन ह्यांना करावी लागली.

बौटन ह्यांनी आपल्या पहिल्या प्रकाशयोजनेचे वर्णन केले आहे. काचेच्या एका मोठ्या चंबूमध्ये ऑक्सिजन वायू भरावयाचा व त्यामध्ये मॅग्नेशियम धातूच्या तारेचे वेटोळे ठेवून, त्याला प्लॅटिनमच्या अंगदी बारीक तारेचे दोन तुकडे जोडून पुनः ते विजेरीच्या दोन अग्रांना जोडून द्यावयाचे. विजेरीचा विद्युत्प्रवाह सुरू करताच प्लॅटिनमची बारीक तार तापून लाल होते. त्यामुळे त्याला जोडलेली मॅग्नेशियमची तार पेटते व त्याचा चांगला झगझगीत प्रकाश पडतो. (आधुनिक फ्लॅशबल्बमध्ये हेच तत्त्व वापरतात.) प्रयोगांती प्रोफेसर बौटन ह्यांना हे प्रकाशतंत्र फारसे कार्यक्षम वाटले नाही. पुष्कळ वेळा मॅग्नेशियमच्या तारेचे वेटोळे मध्येच तुटत असे किंवा त्याची जळण्याची क्रिया व्यवस्थितपणे होत नसे.

पाण्याखालील दृश्यावर प्रकाश टाकण्याच्या कामी उपयोगी पडली ती योजना निराळी होती. त्या कामी त्यांनी योग्य त्या दाबाखालील आवरणामध्ये ठेवलेले दोन आर्कदीप वापरले. त्यासाठी लागणाऱ्या विद्युत्प्रवाहाची सोय संचायक विजेरीच्या साहाय्याने करण्यात आली होती. कॅमेरा एका पोलादी चौकटीला जोडण्यात आला होता. हे आर्कदीप कॅमेऱ्याच्या दोन्ही बाजूंना ठेवण्यात आले

होते. कॅमेऱ्याच्या समोर येणाऱ्या लोखंडी गजावर '१६५ फुटां-खालील समुद्रातील फोटो' असा फलक लावण्यात आला होता. कॅमेऱ्याचे ह्या फलकावर केंद्रण करण्यात आले होते. ही सर्व यंत्र-योजना पाण्यामध्ये १६५ फूट खोल सोडण्यात आल्यावर कॅमेऱ्या-मधील फिल्मचे आर्कदीपाच्या प्रकाशझोतामध्ये १० सेकंदपर्यंत अनावरण करण्यात आले.

ही सर्व यंत्रयोजना वर काढावयाला एक तास लागला. ही यंत्रयोजना वर काढीत असताना प्रोफेसर साहेबांना तिष्ठत बसावे लागले. त्या रिकाम्या वेळात त्यांच्या मनामध्ये काही तरी घोटाळा तर झाला नसेलना अशा नाना शंका येऊन गेल्या. पाण्याच्या दाबामुळे कॅमेरा चुरडून गेला तर नसेल ना ? आर्कदीपांचा प्रकाश आवश्यक तेवढा झगझगीत झाला असेल ना ? खरे म्हणजे हे आर्कदीप ह्यापेक्षा दुप्पट खोल पाण्यामध्येही कार्यक्षम राहावे अशी तजवीज करण्यात आली होती. परंतु पाण्याखालील ह्या सर्व योजनेचे नियंत्रण पृष्ठभागावरून व्हावयाचे असल्यामुळे कोणत्याही योजनेच्या कार्यक्षमतेबद्दल खात्री देता येण्यासारखी नव्हती.

सर्व चौकट वर काढल्यावर प्रोफेसर महाशयांच्या मदतनिसाने एक आर्कदीप पाण्याने भरून गेला असल्याचे सांगितले. सुदैवाने फिल्मचे अनावरण झाल्यानंतर हा घोटाळा झाला असावा. जे चित्र निघाले होते त्याचे केंद्रण व्यवस्थित झाले होते. प्रकाशही बरोबर पडला होता.

१९०० साली पॅरिसमधील प्रदर्शनामध्ये पाण्याची खोलीदर्शक फलकाचा फोटो मांडण्यात आला होता. प्रेक्षकांपैकी काही थोड्यांना ह्या फोटोबद्दल विशेष काही वाटले नाही. परंतु बहुसंख्य प्रेक्षकांनी

मात्र कोणाला तरी खोल पाण्याखालील दृश्याचा फोटो काढता आला आहे हे पाहून त्याची मुक्त कंठाने प्रशंसा केली.

१९१३ साली जॉन ई. विल्यमसन हे पाण्याखालील दृश्याचे फोटो घेण्यासाठी पाण्यात गेले तेव्हाच पाण्याखालील फोटोग्राफीचे लोकांना आकर्षण निर्माण झाले. विल्यमसन हे स्वतः व्हर्जिनिया-मधील नार्फोक येथून प्रसिद्ध होणाऱ्या एका वृत्तपत्रामध्ये व्यंग-चित्रकार म्हणून काम करीत होते. त्याच वेळी त्यांच्या वडिलांनी एकातून एक असे बाहेर निघून लांब होणाऱ्या नळकांड्याच्या टोकाला निरीक्षण करण्यासाठी एक गोल जोडण्याची रचना पुरी केली होती. लांब होणारे हे नळकांडे बोटीच्या तळाला जोडलेले होते. नळकांड्यातून खाली उतरून निरीक्षण गोलात जाऊन बसता येत असे. बुडालेल्या बोटीतील माल वर काढण्याच्या कामी अशा रचनेचा फार उपयोग होतो. त्या जलाभेद्य गोलामध्ये स्थिर बसणाऱ्या माणसाला पाण्यामध्ये उतरलेल्या पाणबुड्यांना बुडालेल्या बोटीतील माल वर काढण्याच्या कामी योग्य प्रकारे मार्गदर्शन करता येत असे.

प्रथमच जेव्हा जॉन विल्यमसन खाली उतरून निरीक्षण गोलापर्यंत गेले, तेव्हा निरीक्षण गोल हा पाण्याखालील फोटो काढण्याला उत्तम स्टूडिओ आहे असे त्यांना वाटले. त्यांनी निरीक्षण गोलाच्या एका खिडकीतून बाहेर पाहिले. तेव्हा एक मासा त्यांच्याकडे कुतूहलाने डोळे टवकारून पाहत होता. माशाच्या पाठीमागून प्रवाहाबरोबर सांगरी तृण वाहत जात होते. बुडालेल्या बोटीतील सामान वर काढून जेवढे पैसे मिळाले असते त्यापेक्षा जास्त पैसे तेथील दृश्याचे फोटो आपल्याला मिळवून देतील, अशी

जॉनने आपल्या वडिलांची खात्री करून दिली. त्याच्या वडिलांनी तयार केलेली ती विशिष्ट योजना फोटो काढण्यासाठी मोठ्या उदारपणाने जॉनच्या हवाली करण्यात आली.

जॉन विल्यमसन ह्यांनी आपला पहिला फोटो ३० फूट पाण्याखाली घेतला. वार्ताहर वापरतात तसला साधा कॅमेरा घेऊन त्याला फार उत्तम फोटो घेता आले. पाण्याखालील दृश्यांची आपण सिनेमाप्रमाणे चलच्चित्रे काढावी असे त्यांनी लगेच ठरवून टाकले.

त्यांनी एक माहितीपट काढावयाचे ठरविले. त्या माहितीपटातील प्रमुख पात्रे म्हणजे मासे. दुसरा निरीक्षण गोल तयार होताच—ह्यालाच फोटोस्फिअर म्हणजे फोटो काढण्याचा गोल असे नाव ठेवले—विल्यमसन ह्यांनी बहामा बेटे गाठली. हे स्थळ ठरविण्याचे कारण म्हणजे तेथील पाणी निर्मल व स्वच्छ असते व समुद्राचा तळ चकचकीत पांढरा असतो. पाण्याखालील फोटो सुंदर यावयाचे तर ही परिस्थिती आवश्यक असते. त्यांच्या सुंदर फोटोमुळे पाण्याखालील फोटोसाठी बहामा बेटे हे एक फार प्रसिद्ध असे क्षेत्र बनले.

बहामाच्या जवळपासचे पाणी थोडे गरम व निळेहिरवे असल्यामुळे तेथे शार्क मासे फार गर्दी करतात. विल्यमसन ह्यांच्या दृष्टीने ही फार सोयीची गोष्ट होती. शार्क व माणूस ह्यांची प्रत्यक्ष झुंज दाखविणारा चलच्चित्रपट आपण काढू असे त्यांना आर्थिक साहाय्य देणाऱ्या लोकांना त्यांनी आश्वासन दिले होते. ह्या कारणासाठी तेथे इकडून तिकडे संचार करणारे ते अक्राळ विक्राळ राखी रंगाचे प्राणी फार सोयीचे होते.

शार्क प्राण्यांना आपल्या फोटो काढण्याच्या निरीक्षण गोला-कडे आकर्षून घेण्यासाठी त्यांनी एक मेलेला घोडा पाण्याखाली आमिष म्हणून बांधून ठेवून दिला. शार्क प्राण्यांनी ह्या मृत घोड्यावर हल्ला केला आणि ते बांधलेले आमिष मोकळे केले व नंतर त्याच्या भोवती ते आनंदाच्या भरात वागडू लागले. ते फोटो काढण्याइतपत जवळ येताक्षणीच, सूचना देण्यात आली. पूर्वयोजने-प्रमाणे एक स्थानिक पाणबुड्या एकदम खाली उतरला. पाणबुड्या प्रथम त्या भयानक प्राण्याकडे गेला. त्याच्याखालून पोहून पलीकडे गेला. त्याच्या भोवती एक फेरी मारली व शार्कच्या पोटात सुरा खुपसता यावा म्हणून थोडा वेळ स्थिर राहिला. हे दृश्य टिपून घेण्यासाठी विल्यमसन ह्यांनी आपला कॅमेरा सज्ज केला. एकाएकी विल्यमसन ह्यांनी घाबरून किंकाळीच मारली. शार्क प्राणी व पाणबुड्या हे दोघेही दृष्टीआड झाले होते. ते नंतर निरीक्षण गोलाच्या दुसऱ्या खिडकीकडे वळले. पाणबुड्याने शार्कचे पोट सुन्याने फोडल्याचे पाहिले. परंतु त्या दृश्याचा फोटो घेण्याएवढा अवधी त्यांना मिळाला नाही.

पुनः आपला जीव धोक्यात घालण्याचे पाणबुड्याने नाकारले तेव्हा विल्यमसन ह्यांनी शार्कशी स्वतःच झुंज देण्याचे ठरविले. शार्क आपल्यावर हल्ला करण्यासाठी आला तेव्हा आपण स्वयंचलित कॅमेरा असलेल्या खिडकीकडे कसे पाहत राहिलो हे व आपले काहीही झाले तरी शार्कशी झालेली आपली झुंज कॅमेऱ्यामध्ये चित्रित होईल ही आपली अपेक्षा, ह्या गोष्टी त्यांनी आपले चित्त-थरारक अनुभव सांगताना निवेदन केल्या. त्यांच्या ह्या धाडसाचे

चित्र खरोखरच चित्तथरारक ठरले. विल्यमसन ह्यांनी शार्कच्या पंखांना पकडून, त्याच्या पोटामध्ये सुरा खुपसला असे ते चित्र होते.

वॉशिंग्टन येथील स्मिथोनियन् इन्स्टिट्यूशनमध्ये ही चलत्-चित्रे प्रथम १९१४ साली दाखविण्यात आली. प्रेक्षागृहामधील

स्कुबा पेहराव साहित्य चढवून, वजनदार कमरपट्टा घालून तैल भूशास्त्रज्ञ समुद्रतळाचा फोटो घेत आहेत



मोठमोठे शास्त्रज्ञ ह्या चलच्चित्रपटाने स्तंभित झाले. प्रयोग संपल्यावर दिवे लागले तेव्हा शास्त्रज्ञांमध्ये विल्यमसनच्या ह्या फोटोस्फिअरचे (कॅमेरा असलेला निरीक्षण गोल) वैज्ञानिक दृष्ट्या काय महत्त्व आहे ह्याबद्दल मोकळी चर्चा झाली.

विल्यमसनच्या ह्यांच्या ह्या फोटोस्फिअरमुळे खोल समुद्र हा एखाद्या घरगुती मत्स्यालयासारखा झाला आहे. आपण ब्ररणीतोल माशाचे निरीक्षण करावे तेवढ्या सहजतेने गोलामधून खोल पाण्यातील माशाचे निरीक्षण करतां येईल व त्याच्या हालचालीचे फोटो घेता येतील.

पुष्कळ वर्षे फोटोस्फिअर ह्या तंत्राचा शास्त्रज्ञांनी उपयोग केला. शास्त्रज्ञांशी चर्चा करून व स्वतःच्या अनुभवाच्या जोरावर विल्यमसन हे खोल पाण्यातील जीवसृष्टीच्या बाबतीत अगदी तज्ज्ञ झाले होते. शार्क ह्या प्राण्यावर त्यांनी आपले लक्ष केंद्रित केले आणि ते प्राणी हल्ला कसा करतात ह्याचे बारकाईने निरीक्षण केले. शार्क प्राण्याच्या तोंडाच्या विशिष्ट रचनेमुळे शार्क प्राण्यांना आपले भक्ष्य पकडण्यासाठी पाठीवर वळावे लागते ही जुनी समजूत चूक असल्याचे त्यांनी दाखवून दिले. नेहमीच्या पद्धतीने पोहता पोहता शार्कला तोंडाने आपल्या भक्ष्याचा तुकडा तोडता येतो.

विल्यमसनचा फोटोस्फिअर पाण्याखाली अगदी सावकाशीने फिरविता येतो. फोटोस्फिअर जोडलेली बोट पृष्ठभागावरून आस्ते आस्ते फिरत असताना खाली फोटोस्फिअरमध्ये बसलेल्या लोकांना पाण्यातील सुंदर दृश्ये पाहत पाहत आपोआप फेरफटका होतो. सामान्यतः फोटोस्फिअर असलेली बोट नांगर टाकून घट्ट

रोवतात व फोटोस्फिअरमधील कॅमेरावाल्यांना मासे दृष्टिपथा-मध्ये येईपर्यंत बकध्यान करीत बसावे लागते.

पाणबुड्यांनीच कॅमेरे वापरून फोटो घ्यावे किंवा कॅमेरे नुसते पाण्यामध्ये लोंबकळत ठेवून फोटो घ्यावे अशी कल्पना प्रोफेसर बौटन ह्यांनी सुचविली. ह्या पद्धतीमध्ये पुष्कळ फायदे आहेत. फोटोस्फिअरमधल्या माणसाला एखाद्या खोलीमध्ये बसावे एवढ्या सुखाने बसता येते हे खरे. परंतु पाणबुड्या मोकळेपणाने खोल पाण्यात कॅमेरा घेऊन जाऊ शकतो. त्याचप्रमाणे स्वयंचलित कॅमेरा जेवढ्या खोलीवर पाणबुडी बोटही जाण्याला धजणार नाही, तेथपर्यंत सहज सोडता येईल. परंतु पाण्यात बुडून कार्यक्षम राहणारे कॅमेरे बनविणे ह्यांमधील तांत्रिक व यांत्रिक अडचणी सोडविणे हे सहजसाध्य नाही किंवा जलद होणारे काम नाही.

कॅमेरा जलाभेद्य करणे ही पहिली अवघड कामगिरी. पाण्यामध्ये कॅमेरा कोरडा ठेवण्याबद्दलच्या बऱ्याच योजना तपासून पाहण्यात आल्या. त्यांमधील सोपी योजना म्हणजे कॅमेरे पारदर्शक प्लॅस्टिक पिशवीमध्ये घालून खाली सोडणे. अगदी साधी घरगुती साधने वापरून उथळ पाण्यातील फोटो घेणे शक्य आहे. एका युक्तिबाज मुलाने आपला ब्राऊनी कॅमेरा फिक्या रंगाच्या रबरी हातमोजामध्ये घातला व हातमोजाच्या तोंडावर 'फ्लेक्सग्लास' ची तबकडी घट्ट चिकटून टाकली. अशा कॅमेऱ्याच्या साहाय्याने त्या मुलाने पाण्याखालील दृश्ये चित्रित केली.

पाण्याखाली ४/२ फुटांपर्यंतच फोटो काढावयाला ही योजना ठीक आहे. परंतु फार खोल पाण्यात फोटो घ्यावयाचा तर

पाण्याखाली फोटोग्राफी

१०१
१५०५५

पाण्याच्या वाढत्या दाबापासून व पाण्यापासून कॅमेऱ्याचे रक्षण करण्याचे मार्ग शोधून काढले पाहिजेत. प्रोफेसर बौटन ह्यांनी कॅमेऱ्याला एक फुगलेला मोठा रबरी फुगा जोडला. पाण्याच्या दाबामुळे कॅमेऱ्यामधील हवा आकुंचन पावे तेव्हा फुगाच्या आतील हवा त्या कॅमेऱ्यामध्ये शिरे व कॅमेरा मग वाढत्या दाबाचा ताण सहन करू शके. फुगा जोडलेल्या कॅमेऱ्यांचा उपयोग पाण्याखाली फोटो घेणारे लोक करू लागले आहेत. शिवाय कॅमेऱ्याचे सिलिंडर वापरले तर दाबामुळे कॅमेऱ्यामधील कमी झालेल्या हवेची भरपाई करता येते.

तथापि खोल पाण्यामध्ये कॅमेऱ्याचे संरक्षण करावयाची नेहमीची पद्धत म्हणजे कॅमेरा एखाद्या जाड मजबूत नळकांड्यामध्ये ठेवून देणे. ह्याच नळकांड्यामध्ये इलेक्ट्रॉनिकच्या साहाय्याने झगझगीत प्रकाश देणारी योजना असते. कॅमेरा व इतर सर्व साहित्य एका पोलादी चौकटीला जोडलेले असते. कॅमेऱ्याच्या रचनेचा कोन अशाच तऱ्हेने धरला जातो की, समुद्राच्या बऱ्याच तळभागाचे चित्र काढता येते.

मध्य पॅसिफिकमध्ये $2\frac{1}{2}$ मैल खोलीवर घेतलेल्या चित्रामध्ये काही गोटे दिसतात. हे गोटे मौल्यवान मँगनीज ऑक्साईडचे बनलेले आहेत. दुसरे काही फोटोग्राफ सुदैवाने समुद्रातून वाहणारे प्रवाह दाखवितात. गोऱ्यांच्या एका बाजूला पोकळी दिसते. ह्यावरून अंतर्गत प्रवाहाची दिशा समजून येते.

खोल पाण्यातील फोटो घेण्यासाठी वापरावयाच्या कॅमेऱ्यामध्ये फारच गुंतागुंतीची यंत्रयोजना असते. फोटो घेतल्यानंतर



संशाधक बोटीमधून कॅमेरा खाली सोडण्यात येत आहे (डावी-कडे) अशा कॅमेऱ्याने २॥ मैल खोलीवरील मॅगनीज् ह्या मौल्यवान घातूचे फोटो घेतले आहेत (उजवीकडे)

फिल्म परत गुंडाळली जाते. एवढेच नव्हे तर कॅमेऱ्याचे भिंग बदलण्याची सोय त्यामध्ये असते. तथापि कॅमेऱ्याची सर्वच व्यवस्था यांत्रिक असल्यामुळे कॅमेऱ्याच्या दृष्टिक्षेपात येईल त्या दृश्याचा फोटो निघतो. खोल पाण्यामध्ये कॅमेरे सोडणे व तेथून ते वर काढणे ह्यांमध्ये संबंध दिवस खर्च होतो. कॅमेऱ्याच्या यंत्रयोजनेने अगदी यथायोग्य प्रकारे काम करून सुद्धा निघालेल्या फोटोमध्ये फारसे काही महत्त्वाचे नसते असेही पुष्कळदा घडते.

टेलिव्हिजनच्या साहाय्याने ह्या अडचणीचे निर्मूलन करता येईल. पाण्याखालील दृश्याने चित्रदर्शन टेलिव्हिजनच्या साहाय्याने पडद्यावर झाले तर कॅमेरावाल्याला कोणत्या दृश्याचा किंवा वस्तूचा फोटो काढावयाचा हे बरोबर ठरविता येईल. पाण्याखाली

‘क्लोज सर्किट’ टेलिव्हिजन योजना आज कित्येक दिवस चांगल्या प्रकारे कार्य करीत आहे. शास्त्रीय संशोधन करणाऱ्या जहाजांच्या तळाखाली टेलिव्हिजन कॅमेरे जोडून, कॅमेऱ्याला दिसणारी समुद्रातील दृश्ये व समुद्रतळ सुद्धा तारांच्या साहाय्याने जहाजांतील पडद्यावर प्रत्यक्ष प्रक्षेपित करता येतात. पाणबुड्या बोटींना जोडलेल्या टेलिव्हिजन योजनेची कार्यक्षमता सध्या जरी मर्यादित असली तरी ह्यापुढे संशोधक समुद्राच्या फार खोल भागातील दृश्याचे टेलिव्हिजन द्वारा पडद्यावर प्रक्षेपण करू शकतील अशी अपेक्षा आहे.

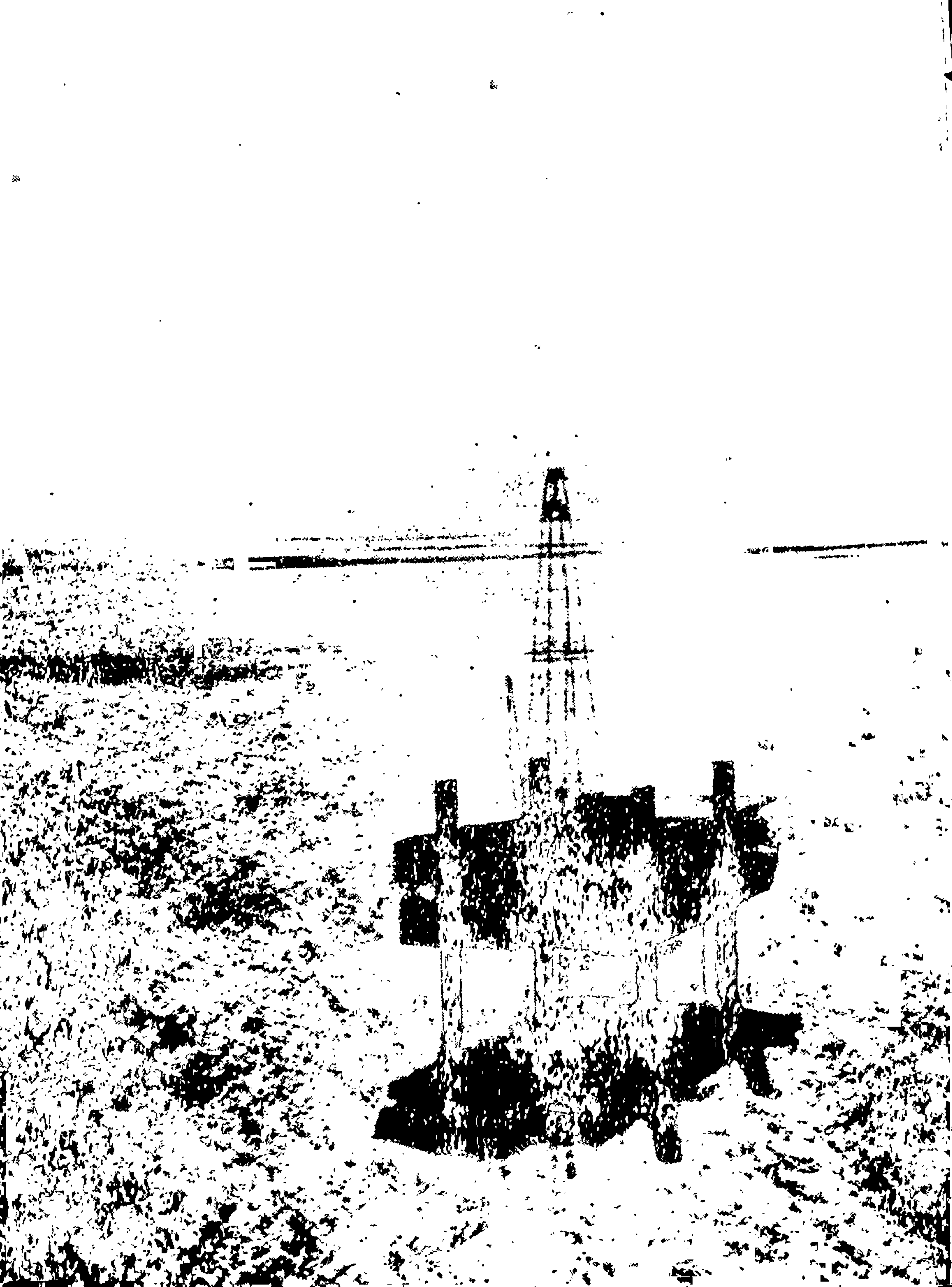
समुद्राच्या उदराचे निरीक्षण करण्याच्या दृष्टीने पाणबुड्यापेक्षा कॅमेरा हा जास्त कार्यक्षम आहे. डोळ्यांना न दिसणाऱ्या गोष्टी कॅमेरा बरोबर टिपून घेऊ शकतो. उदाहरणार्थ, ७०० फुटांखालील प्राणी व वनस्पती ह्यांचे रंगीत चित्रण करणारे कॅमेरे वापरीपर्यंत, प्राणी किंवा वनस्पती ह्यांना फार गडद रंग असतात हे कळून आले नव्हते. काही शास्त्रज्ञांच्या मताप्रमाणे तांबडा प्रकाश पाण्यातून सुमारे ३० फूट, नारिंगी प्रकाश ५० फूट, जांभळा प्रकाश ८० फूट, पिवळा प्रकाश, २०० फूट व निळा प्रकाश सुमारे २५० फूट एवढ्या खोलपर्यंत पोचू शकतात. त्यामुळे खोल पाण्यामध्ये सर्वच काही निळसर हिरवे किंवा काळे दिसते.

पाण्याखालील जिवंत प्रवाळ पाणबुड्यांना निळे दिसतात व पाण्याबाहेर आल्यानंतर त्यांचा रंग बदलतो अशी समजूत होती. झगझगीत इलेक्ट्रॉनिक प्रकाशामध्ये घेतलेले रंगीत फोटो प्रवाळा-

च्या रंगामध्ये कोणताच फरक होत नाही असे दर्शवितात. प्रवाळाचा रंग आपल्याला बाहेर दिसतो, तसाच पाण्यामध्ये सुद्धा चकचकीत किंवा लालभडक असतो. समुद्राच्या खोल पाण्यामध्ये घेतलेल्या फोटोवरून समुद्रांतर्गत जीवसृष्टी सुंदर व रंगी-बेरंगी असल्याचे आढळून येते.



स्कुबा साहित्य वापरणारा पाणबुड्या समुद्रा-
खाली सिनेमाच्या फोटोसारखे फोटो घेत आहे



९ : समुद्रबूड जमिनीमध्ये तेलाचा शोध-तपास

मेक्सिकोच्या आखातामध्ये मधून मधून मानवनिर्मित बेटे आढळतील. त्यांपैकी काही फुटबॉलच्या क्रीडाक्षेत्राएवढी मोठी आहेत. त्या सर्व बेटांवर लोखंडी सांगाडे बांधून मनोरे उभे केलेले दिसतील. ह्या कृत्रिम बेटांपैकी काही ४० फूट उंच आधारस्तंभ देऊन बनविलेली आहेत. हे आधारस्तंभ वर उचलले तर ही कृत्रिम बेटे एखाद्या पडावासारखी इकडून तिकडे नेता येतात. अशा ह्या तरंगत्या बेटांपैकी काहींनी पृथ्वीला अर्धी प्रदक्षिणा घातलेली आहे. ही कृत्रिम तरंगती बेटे जेथे जेथे तेलासाठी समुद्राचा तळ खोदाव-याचा असेल तेथे नेतात.

जमिनीवर तेलाच्या विहिरी खणण्यासाठी पुष्कळ प्रकारची यंत्रयोजना असते. परंतु तेलाच्या विहिरी खणण्यासाठी जमिनीवर असो की पाण्यात असो, सांगाडे बांधून मनोरे उभारावे लागतात. ह्या फार उंच मनोन्यांमुळे—काही ठिकाणी ही उंची २० मजली इमारतीएवढी असते—समुद्रामध्ये धोका निर्माण होऊ शकतो. सागरी तुफानामध्ये व वाऱ्या-वादळामध्ये सांगाड्यांनी बनविलेल्या ह्या मनोन्यांवर राहणाऱ्या लोकांना नेहमीच जीव मुठीत धरून राहावे लागते. झंझावाती वाऱ्यापुढे त्या मनोन्यांचा कसा काय टिकाव लागेल ही भीतिदायक शंका नेहमीच असते.

ही तेलाची विहीर खणण्यासाठी लागणारा तरंगता सांगाडा जर्मनीहून निघून ६८०० मैल दूर इराणच्या आखातामध्ये आणण्यात आला

समुद्रबूड जमिनीमध्ये उमाप व अमर्याद तेलाचा साठा असतो. म्हणून कोट्यवधी रुपये तेलसंशोधनाच्या कामी खर्च करावयाला लोकांना मोह होतो. मेक्सिकोच्या आखातामध्येच दशअब्ज पिपे तरी तेल असावे असा तज्ज्ञांचा अंदाज आहे. भूपृष्ठावर मिळणाऱ्या सर्व तेलापेक्षा समुद्राखाली जास्त तेल आहे.

जगात तेलखाणी असलेले जे जे प्रदेश आहेत ते एका काळी प्राचीन समुद्राखाली दडलेले होते. कोट्यवधी वर्षांपूर्वी वनस्पती व प्राणी ह्यांचे अवशेष समुद्रात बुडून तळाला गेले. व त्यांपासूनच तेलाचा उगम झाला आहे. जीवसृष्टीच्या अवशेषांचे थर साचू लागले तेव्हा ते खालचे थर वरच्या थरांच्या दाबामुळे आकसले गेले. ह्या दाबामुळे उष्णता निर्माण झाली व त्यामुळे व बॅक्टेरियाच्या क्रियेमुळे व रासायनिक क्रियेमुळे खनिज तेलाची उत्पत्ती झाली.

तेल हे नेहमीच सागरी गाळामध्ये आढळते. म्हणून विद्यमान समुद्राखाली भरपूर खनिज तेल असावे असा भूशास्त्रज्ञांनी अंदाज केला होता. खरा प्रश्न आहे तो समुद्राखाली असलेले तेल शोधून काढणे व शोधून काढल्यावर तेलाच्या विहिरी कशा खोदता येतील हा. समुद्राखालील तेलाचा शोध-तपास करण्याचे तंत्र व तपासा-नंतर विहिरी खोदून खनिज तेल वर आणण्याचे तंत्र ह्यांचा विकास मेक्सिकोच्या आखातामध्ये झाला. समुद्राखालील तेलाच्या विहिरी खणण्याचा जगातील पहिलाच प्रयोग ह्याच ठिकाणी १९३४ मध्ये झाला.

आता जगात पुष्कळ ठिकाणी समुद्रामध्ये तेलाच्या विहिरी खणण्यात येत असून त्यांमधून तेलाचे उत्पादन होत आहे. दक्षिण



मेक्सिकोच्या आखातामध्ये एका तेलकंपनीचा भूवास्तव शास्त्रज्ञ (डावीकडे) भूकंपीय आलेखांचे परीक्षण करीत आहे. भूशास्त्रज्ञ (उजवीकडे) समुद्रतळाच्या काही मातीचे नमुने निवडून घेत आहे

चिनी समुद्रामध्ये बोर्नोच्या किनाऱ्यालगत, इराणच्या आखाता-मध्ये, कॅलिफोर्नियाच्या किनाऱ्याजवळ तेलाचे उत्पादन होत आहे. कॅस्पियन समुद्रामध्ये रशियाने तेलाचे उत्पादन करावयाला सुरवात केली आहे. तेलाच्या विहिरी खणणारे तरंगते मंच समुद्रामध्ये आणखी आणखी पुढे जात आहेत. आरंभी तरंगते मंच किनाऱ्यालगत काम करीत असत. परंतु त्यांनी आता किनाऱ्यापासून ५०/६० मैल दूर एवढे टप्पे गाठले आहेत.

तेलसंशोधक जमिनीवर तेलाचे पूर्वेक्षण करताना जे तंत्र वापरतात तेच तंत्र समुद्रामध्ये पूर्वेक्षण करताना ते वापरतात. भूकंपीय सर्वेक्षण करून ह्या कामाला सुरवात करतात. १९२० सालापासून तेलपूर्वेक्षक जमिनीमध्ये स्फोट घडवून आणतात. स्फोटाने होणारे भूकंपन तपासून पाहून ते भूभागाची घडण ठरवितात. स्फोटाने निर्माण झालेल्या भूकंपनाची नोंद तेलाचे पूर्वेक्षण करणाऱ्या तज्ज्ञांच्या भूकंपमापक यंत्रावर होते. भूकंपमापक यंत्राचा शोध लावण्यात

आला तो नैसर्गिक भूकंपामुळे निर्माण झालेल्या तरंगाची नोंद करण्यासाठी. ह्या कामासाठी ते यंत्र अजूनही वापरात आहे. तेलाचे पूर्वेक्षण करणारे लोक सुरंगाच्या स्फोटामुळे कृत्रिम रीतीने भूकंप घडवून आणतात. स्फोटतरंगामुळे भूकंपमापक यंत्रावर होणाऱ्या नोंदीने जमिनीची घडण कशा प्रकारच्या थरांची बनलेली आहे हे समजून येते. भूरचना कशी असली तर तेथे तेल सापडते हे भूशास्त्रज्ञांना माहित असते. त्यामुळे भूकंपनाचे सर्वेक्षण केल्यावर तेलासाठी कोठे विहीर खणावयाची हे समजते.

जमिनीमध्ये सुरंग लावण्यासाठी ३० ते १५० फूट खोलीची भोके काढावी लागतात. परंतु समुद्रांत तेलासाठी शोध करावयाचा म्हणजे 'डेपथ' (DEPTH) बाँब टाकले की काम भागते. सागरवैज्ञानिक समुद्रतळाचे मापन करीत असताना वापरतात, त्याप्रमाणे तैलसंशोधकही दोन बोटी वापरतात. एका बोटीवर स्फोट घडवून आणणारे साहित्य असते तर दुसऱ्या बोटीवर सर्व प्रकारची नोंद करणारी यंत्रयोजना असते.

तैलपूर्वेक्षण करणाऱ्या कामगारांना समुद्रतळाचे भूकंपनीय सर्वेक्षणासाठी जमिनीवरील तशाच प्रकारच्या सर्वेक्षणापेक्षा कमी वेळ लागतो. जरी प्रत्यक्ष सर्वेक्षण सोपे असले तरी एका मोठ्या अडचणीमुळे समुद्रातील पूर्वेक्षण जमिनीवरील पूर्वेक्षणापेक्षा फार कठीण होऊन बसले आहे.

किनाऱ्यावरील कोणतीही जागा जमिनीच्या खाणाखुणांनी निश्चित करणे सोपे जाते. परंतु समुद्रावर सर्वच लाटा सारख्या दिसतात. त्यामुळे स्थलनिश्चिती करणे कठीण आहे. बोटीवरील खलाशी आपला मार्ग ठरविताना ज्याप्रमाणे सागरी नकाशे व

दुसरी सफरीची साधने वापरतात, तसेच नकाशे व स्थलनिश्चिती-साठी सफरी साधने तैलपूर्वेक्षण करणाऱ्यांना वापरावी लागतात. त्यांची स्थलनिश्चिती अगदी अचूक असणे आवश्यक आहे. एखादे मोठे जहाज आपल्या ठराविक मार्गापासून १/१० मैल दूर झाले तर काही फारसा घोटाळा होत नाही. परंतु भूकंपनीय सर्वेक्षण करणाऱ्या नाविकांच्या बोटीने जर वरच्याएवढी चूक केली तर मात्र तेलकंपनीचे कोट्यवधी रुपयांचे नुकसान व्हावयाचे. तेलाच्या खाणीच्या जवळपास परंतु थोडी जागा चुकवून तेल-विहिरी खोदण्यात आल्या तर तेल मुळीच हाती येत नाही.

समुद्राच्या खाली किंवा जमिनीमध्ये असणारे तेल हेरण्या-साठी पूर्वेक्षण करणारे लोक, जमिनीची घडण कशा तऱ्हेच्या थरांनी झाली आहे हे शोधून काढण्यासाठी दोन उपकरणे वापरतात. एक म्हणजे गुरुत्व मोजणारे 'गुरुत्वमापक' (ग्रॅविमीटर) व दुसरे कर्षुकत्व मोजणारी 'कर्षुकीय क्षेत्रमापक'. सामान्यतः तेल धारण करणाऱ्या दगडांमध्ये इतर तेलविरहित घट्ट खडकांपेक्षा जास्त कर्षुकत्व असते. गुरुत्वमापक यंत्रे खडकांमधील वजनाचा थोडासा फेरबदलही मोजू शकतात. मिठाचे पुंजके हे सामान्यतः खनिज तेलाचे दर्शक आहेत. ही परिस्थिती मेक्सिकोच्या आखातामध्ये विशेष सत्य आहे. मिठाचे पुंजके हे त्यावरील खडकांपेक्षा किती तरी हलके असतात. गुरुत्वमापक यंत्राला विशेष ओढ लागली नाही म्हणजे खडकाएवजी मिठाचा पुंजका लागला आहे असे पूर्वेक्षण तज्ज्ञ मानतात.

गुरुत्वमापक यंत्र हे समुद्रतळाला पोचेपर्यंत खाली सोडतात. कर्षुकत्वमापक यंत्र मात्र पूर्वेक्षण तज्ज्ञाच्या बोटीमागून

पाण्याच्या पृष्ठभागावर फिरते. विमानाने सुद्धा हे मापन करणारे यंत्र फिरविता येते. फ्लोरिडा आणि क्युबा ह्यांमधील सर्व क्षेत्र ह्याच पद्धतीने अल्प काळात तपासून पाहता आले.

तेलाच्या विहिरी खणावयाला लागण्यापूर्वी तेलकंपन्यांना समुद्राच्या तळाचे निरीक्षण करणे जरूर वाटते. अशा प्रकारे समुद्रतळाचे निरीक्षण करणे एवढ्याच एका कामामध्ये काही पाणबुड्यांचे निष्णात असतात. इराणच्या आखातामध्ये तेलाचे पूर्वेक्षण करण्याची परवानगी एका तेलकंपनीला इराणच्या एका शेख साहेबांनी दिली. समुद्रतळाला जाऊन तेथील खडक फोडून दगडाचे नमुने वर काढणे व तेथील वस्तुस्थितीचे फोटो घेणे ह्या कामासाठी त्यांनी पाणबुड्यांच्या एका तुकडीची नेमणूक केली. समुद्राच्या त्या भागामध्ये शार्क प्राण्याची नुसती गर्दी होती. त्यामुळे पाणबुड्यांना संरक्षक पिंजऱ्यातून पाण्यामध्ये उतरावे लागे. पिंजऱ्यातून बाहेर

पाणबुडेय (डावीकडे) शार्क प्राण्यांना अभेद्य अशा पिंजऱ्यामधून इराणच्या आखातामध्ये समुद्रतळाकडे उतरले. दोनतीन मैल लांबीचे नळ (उजवीकडे) समुद्रातील तेल खाणीपर्यंत नेण्यात येतात



पडून कामाला लागण्यापूर्वी तो राक्षसी प्राणी शार्क जवळपास नाही ह्याची खात्री करून घ्यावी लागे. अशा प्राण्याचा कोठे मागमूस आढळल्यास त्या पाणबुड्याला संरक्षणासाठी पिंजऱ्याचा आश्रय घ्यावा लागे.

समुद्रतळाशी प्रत्यक्ष जाऊन तेथे वारकाईने निरीक्षण करण्याचे महत्त्व फार असल्याने तेलकंपन्या पूर्वेक्षणतज्ज्ञांना पाणबुड्याचे शिक्षण देत आहेत. हे तज्ज्ञ पाण्यात जातात तेव्हा ते वरोबरच्या पिशवीतून भूशास्त्रज्ञाचा हातोडा, कॅमेरे व केव्हा केव्हा समुद्राच्या तळावरून निघणाऱ्या नैसर्गिक जळाऊ वायूचे बुडबुडे भरून आणण्यासाठी वाटल्या हे साहित्य घेऊन जातात. स्कुबा पाणबुड्यांच्या रूढ कार्यपद्धतीप्रमाणे पाणबुड्यांचे जोडीजोडीने पाण्यात जातात. त्यांचा मागोवा घेण्यासाठी व समुद्रतळी सापडलेल्या निरनिराळ्या प्रकारच्या वस्तूंचे नमुने वर उचलून काढण्यासाठी तिसरा माणूस बोटीवर असतो.

अमेरिकेमध्ये एखादे क्षेत्र तेल मिळण्याच्या दृष्टीने फायदेशीर वाटल्यास त्या जागेच्या मालकाची तेलाच्या विहिरी खणण्यासाठी परवानगी घेण्यात येते. परंतु किनाऱ्यालगतचा समुद्र हा तर सार्वजनिक मालकीचा असतो. त्यामुळे समुद्रामध्ये पूर्वेक्षण करण्याला कोणाचीच परवानगी लागत नाही. तथापि समुद्रामध्ये तेलासाठी विहिरी खणावयाच्या असल्या तर मात्र सरकारी भाडेपट्टा पाहिजे. भाडेपट्टा साधारण समुद्रातील ५ हजार एकर क्षेत्राचा असतो. निरनिराळ्या स्पर्धक कंपन्या जास्तीत जास्त किती भाडे देऊ ते सरकारला कळवितात. जास्त भाडे देणाऱ्या कंपनीला मग तेला-

साठी मक्ता मिळतो. त्यापुढील कामगिरी म्हणजे तेलासाठी विहिरी खणण्यासाठी लागणारा तरंगता मंच तेथे आणणे.

विहीर खणण्यासाठी लागणारे नळ हे तुकडे तुकडे जोडून बनवितात. प्रत्येक तुकडा ५० फूट लांबीचा असून, त्याचे वजन ३०० पौंड असते. पहिल्या तुकड्याच्या टोकाला जमिनीमध्ये भोक पाडणारे गिरमिट जोडलेले असते. हा नळाचा भाग व गिरमिट ही समुद्राखाळील जमिनीपर्यंत जाऊन पोचली म्हणजे इंजिनाच्या साहाय्याने गिरमिट फिरू लागते व जमिनीमध्ये छिद्र पडू लागते. ह्या छिद्रातून नळीखाली गिरमिट जाते व आणखी खोल फिरू लागते व छिद्र जास्त जास्त खोल होत जाते. एकाला दुसरा तुकडा जोडून नळाची लांबी वाढविता येते. अशा तऱ्हेने तेलाचा साठा असेल तेथपर्यंत पोचावयाला केव्हा केव्हा दोनतीन मैल लांब जोडलेला नळ लागतो.

छिद्र पाडणारा नळ हा आणखी एका मोठ्या नळामध्ये घातलेला असतो. त्यावर संरक्षणासाठी सिमेंटचा जाड थर असतो. पूर्वेक्षण करणाऱ्या तज्ज्ञांनी पुरविलेल्या माहितीच्या आधारेने तेल लागण्यासाठी किती खोल खणले पाहिजे हे इंजिनिअर लोकांना समजून येते. हे सर्व असून सुद्धा गिरमिट फिरवून चिखल, रेती व दगड ह्यांचे जे नमुने नळाने वर येतात त्यांचे सतत परीक्षण करीत राहावे लागते. खणून वर येणाऱ्या प्रत्येक नमुन्यामध्ये सूक्ष्म प्राण्याचे उत्खात जीवावशेष सापडतात का हे बारकाईने पाहावे लागते. हे अवशेष सामान्यतः तेलधारक खडकाजवळपास असतात.

तेलाची विहीर खणण्याच्या कामाला कित्येक महिने लागतात. मेक्सिकोच्या आखातामध्ये तेल लागेपर्यंत १० हजार फूट खोल

भोक्र पाडावे लागले. ह्या कामाला ७४ दिवस लागले व २५ लक्ष रुपये खर्च आला. एवढा खर्च व एवढे श्रम हे सार्थकी लागणार की नाही हे प्रत्यक्ष तेल लागेपर्यंत सांगणे कठीण आहे. जमिनीवर घडते त्याप्रमाणेच समुद्रात पण खणलेली विहीर अगदी कोरडी निघावयाची, ना तेल ना जळाऊ वायू.

तेलाची विहीर खणण्याचे काम सफल झाल्यास खनिज तेल विहिरीतून जोराने बाहेर येते. तपासणीसाठी जरूर तेवढे तेल हाती आले म्हणजे तेलाचा प्रवाह थांबविण्यात येतो. तेलाचा वर येणारा प्रवाह नळाची चावी फिरवून बंद करतात. तेलाच्या विहिरीचे उत्पादन सुरू करण्यापूर्वी ह्या विहिरीतून निघालेले तेल किनाऱ्यावरील मोठ्या टाकीमध्ये पोचविण्यासाठी विहिरीपासून टाकीपर्यंत तेलाचे नळ घालणे आवश्यक असते.

समुद्रातील विहिरीतील तेल किनाऱ्यावर तेलवाहू बोटींनी आणणे हे प्रथमदर्शनी कमी खर्चाचे व व्यवहार्य असे वाटते. परंतु खरा सोयीचा मार्ग म्हणजे नळ घालून तेलवाहतूक करणे. देशाच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत तेलवाहतूक मोठ्या प्रमाणावर करण्यासाठी नळाचे मोठे जाळेच पसरण्यात आले आहे. असे तेलाचे नळ समुद्राच्या तळभागावर टाकण्यात आलेले आहेत.

सामान्यतः समुद्राच्या पाण्यातले नळ समुद्राच्या तळजमिनीवर टाकलेले असतात. परंतु केव्हा केव्हा ते समुद्रतळाच्या चिखलाने आच्छादिलेले असतात. समुद्राच्या तळावरील चिखलामध्ये चर खणून त्यांमध्ये नळ घालणे हे काम जमिनीवरील असल्याच

साठी मक्ता मिळतो. त्यापुढील कामगिरी म्हणजे तेलासाठी विहिरी खणण्यासाठी लागणारा तरंगता मंच तेथे आणणे.

विहीर खणण्यासाठी लागणारे नळ हे तुकडे तुकडे जोडून बनवितात. प्रत्येक तुकडा ५० फूट लांबीचा असून, त्याचे वजन ३०० पौंड असते. पहिल्या तुकड्याच्या टोकाला जमिनीमध्ये भोक पाडणारे गिरमिट जोडलेले असते. हा नळाचा भाग व गिरमिट ही समुद्राखाळील जमिनीपर्यंत जाऊन पोचली म्हणजे इंजिनाच्या साहाय्याने गिरमिट फिरू लागते व जमिनीमध्ये छिद्र पडू लागते. ह्या छिद्रातून नळीखाली गिरमिट जाते व आणखी खोल फिरू लागते व छिद्र जास्त जास्त खोल होत जाते. एकाला दुसरा तुकडा जोडून नळाची लांबी वाढविता येते. अशा तऱ्हेने तेलाचा साठा असेल तेथपर्यंत पोचावयाला केव्हा केव्हा दोनतीन मैल लांब जोडलेला नळ लागतो.

छिद्र पाडणारा नळ हा आणखी एका मोठ्या नळामध्ये घातलेला असतो. त्यावर संरक्षणासाठी सिमेंटचा जाड थर असतो. पूर्वेक्षण करणाऱ्या तज्ज्ञांनी पुरविलेल्या माहितीच्या आधारेने तेल लागण्यासाठी किती खोल खणले पाहिजे हे इंजिनिअर लोकांना समजून येते. हे सर्व असून सुद्धा गिरमिट फिरवून चिखल, रेती व दगड ह्यांचे जे नमुने नळाने वर येतात त्यांचे सतत परीक्षण करीत राहावे लागते. खणून वर येणाऱ्या प्रत्येक नमुन्यामध्ये सूक्ष्म प्राण्याचे उत्खात जीवावशेष सापडतात का हे बारकाईने पाहावे लागते. हे अवशेष सामान्यतः तेलधारक खडकाजवळपास असतात.

तेलाची विहीर खणण्याच्या कामाला कित्येक महिने लागतात. मेक्सिकोच्या आखातामध्ये तेल लागेपर्यंत १० हजार फूट खोल



इराणच्या आखातामधील कामगार तेलवाहू
नळाच्या चाव्यांची उघडझाप करीत आहेत

कामगिरीपेक्षा किती तरी पट अवघड आहे.

आरंभी चिखल काढणाऱ्या यंत्रांनी समुद्राच्या पाण्याखाली
चर खणण्याचे काम केले. परंतु तयार झालेल्या चरांमध्ये नळ
बरोबर टाकणे व जोडणे ही कामे फारच जिकिरीची ठरली.

हा अवघड प्रश्न एस्. व्ही. कॉलीन्स ह्यांनी सोडविला.
त्यांनी पाण्याच्या व हवेच्या फवाऱ्याने चिखलामध्ये चर खण-

ण्याचे व नळ टाकण्याचे नवीन तंत्र शोधून काढले. जोराचा प्रवाह सोडून चर कोरणान्या नळकांड्यालाच नळ जोडलेले होते. त्यामुळे चर खणता खणता लगेच त्यामध्ये नळ पण बसविला जातो. चर कोरणारे यंत्र बोटीवरून चालविण्यात येत असे. तेलवाहू नळ हे सामान्यतः मोठे असतात. त्यांचा व्यास ३० इंचांएवढा मोठा असू शकतो. तरीपण कॉलिन्सच्या यंत्रयोजनेमुळे एका दिवसात पाच मैलांपेक्षाही जास्त लांबीचे नळ पाण्याखाली चरांमध्ये बसविता येतात.

किनाऱ्यावर साठा करणाऱ्या टाकीपासून तेलाच्या प्रत्येक विहिरीपर्यंत स्वतंत्र नळ टाकण्याची जरूरी नाही. एकदा का मुख्य नळ टाकण्यात आलेले असले की नवीन विहिरीचे तेल त्यांपैकी एखाद्या नळापर्यंत नेऊन सोडले की काम झाले. ते तेल शेवटी मुख्य टाकीमध्ये जाते.

१० : सागरामध्ये तार घातली

समुद्राखालील तारेवरून तार पाठविणे हे आजकाल सर्वांस रूढ झाले आहे. टेलिफोनच्या तारासुद्धा समुद्रामध्ये टाकलेल्या आहेत हे सर्वांच्या परिचयाचे आहे. तथापि एका भूखंडातून दुसऱ्या भूखंडात संदेश नेणाऱ्या तारांचे दोरखंड किंवा माणसाचे शब्द नेणाऱ्या टेलिफोनच्या तारांचे दोरखंड समुद्रामध्ये टाकता आले ही कामगिरी खरोखरच नवलाची मानली पाहिजे.

संदेश नेणाऱ्या तारा उभारून जमिनीवरून नेण्यात आल्या-नंतर अशाच तारा समुद्रात घालून समुद्राच्या पलीकडे संदेश पाठविण्याची स्वप्ने माणसाला पडू लागली. १८५४ साली सिरस एम्. फिल्ड हे अशा प्रकारच्या योजनेचा विचार करू लागले. ही तार समुद्रातील कोणत्या मार्गावर घालावयाची हे ठरविणे त्यातल्या त्यात सोपे काम होते. सध्या ज्याला संयुक्त संस्थानाचे 'हायड्रोग्राफिक' ऑफिस म्हणतात, त्याचे त्या वेळचे प्रमुख लेफ्टनंट मॅथ्यु एफ्. मॉरी ह्यांनी एक मार्ग सुचविला. त्या मार्गाचे सर्व निरीक्षण त्यापूर्वीच्या उन्हाळ्यामध्ये पुरे झाले होते. मॉरी ह्यांनी अटलॅंटिकची खोली मोजणारी संशोधक जहाजे पाठविली होती. समुद्रामध्ये पर्वतरांगा किंवा पठारे असल्याचे त्यांना आढळून आले होते. न्यूफाउंडलंडपासून तहत आयर्लंड-पर्यंत त्या पर्वतरांगा किंवा पठारे ही पसरलेली आहेत. ह्या क्षेत्रा-मध्ये पाण्याची सरासरी खोली दोन मैल आहे.

ह्या समुद्रांतर्गत पठाराला मॉरी 'टेलिग्राफचे' पठार असे म्हणतात. हे पठार जगातील अत्यंत मोठ्या पर्वतरांगांच्या उत्तरे-

ला आहे. ह्याला मध्य अटलॅटिक पर्वतरांगा असे म्हणतात. पूर्णपणे समुद्रामध्ये बुडालेल्या ह्या पर्वतरांगा दक्षिणोत्तर आर्क्टिकपासून अँटार्क्टिकपर्यंत पसरलेल्या आहेत. ह्या समुद्रांतर्गत पर्वतरांगांपैकी अत्यंत उंच अशी दोन शिखरे पाण्यावर आलेली आहेत. त्यांना सागरी बेटे असे म्हणतात. अझोरस् ही ह्या पर्वतांची शिखरे असून 'सेंट पॉलचे खडक' ह्या नावाची विषुववृत्ताच्या जवळची छोटी बेटे ही पण तशीच पर्वतशिखरे आहेत.

जमिनीवर जशा टेलिग्राफच्या तारा घालतात तशाच त्या समुद्रामध्ये पण घातलेल्या आहेत. परंतु सर्वांत मोठी अडचण जाणवली ती अटलॅटिकमध्ये तार घालण्याची. अटलॅटिक सागराच्या अलीकडून पलीकडे जाण्यासाठी अडीच हजार मैल लांबीची तांब्याची तार लागते. दरेक मैल लांबीच्या तारेचे वजन एक टन भरते. ह्या हिशेबाने अडीच हजार टन वजनाची तार समुद्रामध्ये घेऊन जावयाचे तर त्याला एक बोट अपुरी पडली असती. म्हणून ह्या कामी दोन बोटींची—एक इंग्लंडची व दुसरी अमेरिकेची—निवड करण्यात आली.

अटलॅटिकमधून जाणाऱ्या तारेचे पूर्वेचे टोक आयर्लंडमधील वॅलेन्टिया येथे पक्के रोवण्यात आले. त्याच्या दुसऱ्या दिवशी जगातील वाफेवर चालणारी सर्वांत मोठी बोट 'नायगारा' न्यूफाउंडलंडच्या दिशेने आस्ते आस्ते चालू लागली. बोट पुढे जात असताना तिच्या मागच्या बाजूने तारेचे वेटोळे उलगडत जात होते. नायगारा फक्त पाच मैल पुढे गेली आणि बोटीवरील यंत्रांमध्ये तार अडकून तुटली. बोटीला परत यावे लागले. पुनः पहिल्यापासून सुरवात करून ३३५ मैलांचा प्रवास कोणतेही विघ्न

न येता पार पडला. पाण्यामध्ये तार टाकण्याचा वेग मर्यादित करण्यासाठी ब्रेक लावण्यात आला. परंतु ब्रेक एकदम लावण्यात आल्यामुळे तार तुटली. अशा तऱ्हेने १८५७ सालचा समुद्रामध्ये तार घालण्याचा कार्यक्रम सोडून देण्यात आला.

तार तुटली व समुद्रात नाहीशी झाली तर तुम्ही काय कराल असा प्रश्न काही महिन्यांपूर्वी सिरस् फिल्ड ह्यांना विचारण्यात आला होता. 'नफ्यातोट्याच्या हिशेबामध्ये तेवढा भाग खर्च घालून नवीन तार तयार करण्याच्या मार्गाला लागणे हाच एक मार्ग आहे' असे त्यांनी रोखठोक उत्तर दिले होते.

त्यांनी केले तेही बरोबर असेच. भरपूर नवीन तारेचे उत्पादन होत असतानाच काही तज्ञ समुद्रात तार टाकणाऱ्या यंत्रामध्ये कार्यक्षमतेच्या दृष्टीने सुधारणा करित होते. अटलँटिकमध्ये तार घालण्याच्या विकट कामाला हात घालण्यापूर्वी बिस्केच्या उप-सागरामध्ये तारांची वेटोळी उलगडणे व तुटलेल्या तारा शोधून वर काढणे ह्या विषयाचे प्राथमिक प्रयोग करण्यात आले. (अटलँटिकमध्ये टेलिफोनच्या तारा घालण्यापूर्वी हेच प्रयोगक्षेत्र १९५५ साली निवडण्यात आले होते.)

१८५८ च्या जूनमध्ये तार घालणाऱ्या बोटींची परत आय-लँडमधील वॅलेंटिआ येथे जमवाजमव करण्यात आली. वॅलेंटिआ येथील ग्राहक व प्रक्षेपक केंद्रामध्ये तारेचे एक टोक घट्ट बसविण्यात आले. तारेचे पश्चिमेकडील टोक १९५० मैल अंतरावर न्यू-फाउंडलंड येथील 'बे ऑफ बुल्स' येथे टेलिग्राफच्या इमारतीला जोडण्यात आले.

ह्या बातमीने सर्वांचे लक्ष वेधून घेतले. ह्या बातमीचे लोक स्वागत करीत असताना तज्ज्ञ मात्र विवंचनेत पडले होते. तार घालण्यामध्ये काही तरी दोष राहून गेला असला पाहिजे हे त्यांना कळून आले होते. तारेवरून आलेले संदेश एवढे अस्पष्ट होते की, त्यांचा अर्थ लावणे अशक्य होते. एवढेच नव्हे तर केव्हा केव्हा कित्येक तास तारेवरून काहीच संदेश येत नसत. तारेची दोन्ही टोके रोवून झाल्यानंतर सत्तावीस दिवसांनी, तार अगदी निरुपयोगी झाली असल्याचे आढळले. ही निकामी झालेली तार अटलॅंटिकच्या तळावर अजूनही तशीच पडून आहे.

तारेवरून संदेश पाठविताना फार जोराचा विद्युत्प्रवाह वापरला गेल्यामुळे तारेचा काही भाग जळून गेला असावा असा काही तज्ज्ञांचा कयास होता. आयर्लंडपासून काही मैलांवर समुद्र-बूड जमीन संपून एकदम खोल समुद्र सुरू होतो त्या ठिकाणी तार तुटली असली पाहिजे असे दुसऱ्या तज्ज्ञांचे मत होते. उलटसुलट मतांची चर्चा कित्येक वर्षे चालू होती. परंतु खरोखरच काय घोटाळा झाला आहे हे पाहण्यासाठी पाण्यातील तार वर उचलून काढून तपासून पाहण्याचा प्रयत्न कोणीच केला नाही. तार उचलून वर काढणे हे काम अवघड तर खरेच, परंतु खर्चाचे पण आहे. तार घालण्याच्या ह्या कामी आधीच कोट्यवधी रुपये खर्च झाले होते.

अटलॅंटिकमधून अशा प्रकारे तार घालणे हे शक्य तर आहेच, परंतु पुष्कळ फायद्याचे पण होईल असा सिरस फिल्ड ह्याचा दृढ विश्वास होता. १८६५ च्या जुलै महिन्यामध्ये अटलॅंटिक महासागरात तार घालण्याचा तिसरा प्रयत्न करण्यासाठी ते तयार झाले. त्या वेळी उपलब्ध असलेल्या बोटींच्या



ग्रेट ईस्टर्न ह्या बोटीने अटलॅटिकच्या अलीकडून पलीकडे
टेलिग्राफची तार प्रथमच यशस्वी रीत्या घातली

पाच पट मोठी अशी ग्रेट ईस्टर्न ह्या बोटीची (४०००० पॅसेंजर
नेण्यासाठी बांधलेली बोट) तार घालण्याच्या कामासाठी निवड
करण्यात आली.

१८६५ साली वापरलेली तार पूर्वी दोन वेळा वापरलेल्या
तारेपेक्षा मजबूत बनविलेली होती. ही तार म्हणजे मध्यभागी
विद्युद्वाही तार, त्यावर निरोधक द्रव्याचे आवरण, व मजबूती
देणारे बाहेरील संरक्षक आच्छादन अशी तारेची घडण होती.
विद्युद्वाही तार, निरोधक आवरण ही तर जड व मजबूत
होतीच—शिवाय बाहेरील संरक्षक आच्छादनाच्या बाबतीत विशेष

काळजी घेण्यात आली होती. तथापि तारेमध्ये काही ठिकाणी दोष राहून गेले होते. ग्रेट ईस्टर्नने दोन-तृतीयांश तार समुद्रात घातली होती व आता न्यूफाउंडलंड फक्त ६०० मैल दूर राहिले होते. अशा वेळी सदोष तारेचा काही भाग समुद्रात सोडला गेला. त्याला वर काढण्याच्या प्रयत्नामध्ये तो भाग तुटला. ह्या वेळी तार घालणाऱ्या इंजिनवरने तुटलेली तार वर काढण्याचा प्रयत्न केला. काही मैल खोल अशा समुद्रात पूर्णपणे दृष्टीआड असलेली तार उचलून वर कढावयाची होती. आजसुद्धा उपकरणांची विविधता व विपुलता असूनही समुद्रामध्ये तुटून पडलेली तार बरोबर हेरून वर काढणे हे काम फार कष्टसाध्य मानले जाते.

तार घालणाऱ्या एका आधुनिक बोटीवर दोन तऱ्हेचे गळ घेऊन खलाशी काम करित आहेत



ग्रेट ईस्टर्न बोटीवरून तार पकडण्यासाठी सोडलेले गळ पाच मैल लांब असलेल्या तारेच्या दोरखंडाला बांधलेले होते. समुद्राच्या तळाला पोचावयाला ह्या लोखंडी गळाला दोन तास लागले. त्यानंतर ज्या ठिकाणी तार तुडून पडली होती त्या भागावरून ग्रेट ईस्टर्न बोटीने मागेपुढे अशा फेऱ्या मारल्या. ह्या शोधाशोधीला संध्याकाळी ५ वाजता सुरवात झाली. तो कार्यक्रम रात्रभर चालू होता. दुसऱ्या दिवशी सकाळीच गळाला तारेचे तुटलेले टोक लागले. टोक पकडून एक मैल वर काढल्यानंतर त्या उचललेल्या तारेचा भार एवढा झाला की, गळ, पकडलेली तार, व गळाला जोडलेली कित्येक मैल लांबीची तार ही सर्व समुद्रात जाऊन पडली. बरेच दिवसांनंतर दुसऱ्या एका गळाला पुनः एकदा तुटलेली तार लागली. परंतु परत तसाच प्रकार घडला. दुसरा गळही वाया गेल्यानंतर ग्रेट ईस्टर्न बोटीवर अशा प्रकारची दुसरी यांत्रिक गळाची योजना शिल्लक नव्हती. त्यामुळे त्या ठिकाणाची खूण म्हणून तेथे तरंगते गोल ठेवून बोट इंग्लंडला परत आली.

फिल्ड ह्यांना आता तिसऱ्या वेळी अपयश आले, परंतु त्यांचा धीर खचला नाही. पुढील वर्षासाठी त्यांच्या योजना तयार झाल्या. एक योजना म्हणजे नवीन तार घालणे व दुसरी म्हणजे पूर्वी तुटलेली तार सांधून पुरी करणे. १८६६ साली ६ जुलै रोजी ग्रेट ईस्टर्न वॅलेंटिआ येथून पश्चिमेच्या दिशेने निघाली. जाताना समुद्रात तार टाकण्यासाठी तारेची वेटोळी उलगडत चालली होती. चवदा दिवसांनंतर यशस्वी रीतीने 'टेलिग्राफच्या पठारावर' तार टाकून ती बोट शेवटी न्यूफाउंडलंडच्या 'हार्ट कंटेंट' (साफल्य) ह्या बंदरात जाऊन पोचली.

अजूनही एक कामगिरी शिल्लक राहिली होती. मागच्या वर्षी ज्या ठिकाणी तार तुटली होती त्या ठिकाणी गळ टाकून ती तार पकडून वर काढण्यासाठी ग्रेट ईस्टर्न बोट माघारी फिरली. ह्या वेळी गळाचे काम करणारी बोटीवरची यंत्रयोजना फारच चांगली होती. त्यामध्ये ३० टन वजनाचा ताण सहन करणारे २० मैल लांबीचे तारेचे दोरखंड होते. कित्येक दिवस त्या तुटलेल्या तारेचा काही पत्ता लागेना. गळ तीस वेळा खाली सोडावा लागला. तेव्हा कोठे ती तुटलेली तार त्या गळाला लागली. तुटलेली तार वर खेचून आणण्यात आली व त्याला नवी तार जोडण्यात आली. नंतर ग्रेट ईस्टर्न बोट परत न्यूफाउंडलंडच्या दिशेने निघाली. अशा तऱ्हेने अटलँटिकमध्ये दुसरी तार घालून पुरी झाली.

तुटलेली तार उचलून ग्रेट ईस्टर्न बोटीवर काढण्यात आली. तेव्हा त्याचे समुद्रातळाच्या चिखलामध्ये रतलेले टोक तेवढे मळकट पांढरे झाले होते. बाकीची तार पूर्वी होती तशीच काळी राहिली होती. ही गोष्ट त्यांना फारच शुभशकुनी वाटली. ह्याचा अर्थ म्हणजे समुद्रतळ चांगला घट्ट असून समुद्रात टाकलेली तार चिखलात न रतता वरच राहते. त्यामुळे तारेची दुरुस्ती करण्याचा प्रसंग आल्यास तार उचलून सहज वर काढता येईल.

पहिल्या तारेला आरंभीच्या पाच वर्षांमध्ये काहीच दुरुस्ती करावी लागली नाही. त्यानंतर तारा त्याहूनही चांगल्या निघाल्या. १८७३ साली मध्य अटलँटिक सागरामध्ये टाकलेल्या तारेच्या काही भागाला अद्यापपर्यंत दुरुस्ती करण्याची गरज पडली नाही. परन्तु १९२९ मध्ये मात्र युरोप-अमेरिका ह्या भूखंडांना जोडणाऱ्या तारेपैकी बऱ्याच भागाची मोडतोड झाली. समुद्रांतर्गत हिमप्रपाता-

मुळे चिखल, रेती, दगड ह्यांचे वादळी प्रवाह निर्माण झाले आणि त्याच्या मार्गामध्ये आलेल्या प्रत्येक वस्तूची मोडतोड झाली.

समुद्रामध्ये उत्पन्न होणाऱ्या वादळापासून किंवा सागरी प्राण्यांपासून समुद्रातील तारांचे रक्षण करण्याचा काहीच मार्ग नाही. आजपर्यंत स्पर्म व्हेलनी १४ ठिकाणी तार तोडल्याचे कळून आले आहे. तीन मैल खोल पाण्यामध्ये असलेली तार पण अशीच तुटली. तुटलेली तार वर काढण्यात आली तेव्हा त्यामध्ये ४५ फूट लांबीचा व्हेल प्राणी अडकून बसला असल्याचे दिसून आले. समुद्रतळची तार एखाद्या राक्षसी स्क्वड प्राण्याचा तंतुसादृश अवयव आहे असे चुकून व्हेल प्राण्याला वाटले असावे अशी शास्त्रज्ञांची कल्पना आहे. स्क्वड प्राण्याची शिकार करण्यासाठी व्हेलना अशाच खोल पाण्यात तळाला जावे लागते. शास्त्रीय दृष्ट्या ही माहिती फार मोलाची आहे. हवेमध्ये श्वासोच्छ्वास करणारा व्हेल हा सस्तन प्राणी एवढ्या खोल पाण्यामध्ये बुडी मारू शकेल हे तोपर्यंत कोणाला खरे वाटले नसते. तार तुटली तर तिच्या दुरुस्तीला फार खर्च होतो एवढ्याच दृष्टीने तार घालणाऱ्या कंपनी स्पर्म व्हेलच्या एवढ्या खोल बुडीकडे पाहतात.

टेलिफोनचे शब्द अटलँटिकच्या पलीकडून लघुतरंग रेडिओ द्वारा प्रेषण होत असत तेव्हा आवाजामध्ये खडखड असे व खात्री-लायकपणा नसे. त्यानंतर १९५६ साली पहिली अटलँटिकपार टेलिफोनची तार घालण्यात आली. आता त्यामुळे एका भूखंडातून दुसऱ्या भूखंडात पलीकडच्या माणसाशी बोलावे एवढ्या सहजतेने बोलता येऊ लागले आहे.

युरोप, अमेरिका ह्यांमध्ये टेलिफोनची तार घालण्याचे ठरविण्यात आले, तेव्हा अटलॅंटिक समुद्राच्या तळावर एवढ्या निरनिराळ्या तारा आडव्या तिडव्या पसरलेल्या होत्या की, टेलिफोनसाठी तारा घालावयाला नवीन मार्ग शोधून काढणे हे काम फारच बिकट होऊन बसले. टेलिफोनच्या तारेवरून शब्द उलटसुलट दिशेने असे एकाच वेळी पाठविता येतात. परंतु खोल पाण्यातील तारेवरून एका वेळी पुष्कळ संदेश पाठविता येतात हे खरे. परंतु ते सर्व एकाच दिशेने प्रेषित केले पाहिजेत. अमेरिके-मध्ये असलेल्या माणसाला लंडनमधल्या माणसाशी बोलावयाचे तर त्याचे शब्द एका तारेवरून जातात. पलीकडच्या माणसाने बोललेले शब्द मात्र समुद्रतळावर २०-३० मैल अंतरावर असलेल्या दुसऱ्या तारेवरून परत येत असतात.

अटलॅंटिकमधील टेलिफोनच्या तारांमध्ये दर ४० मैलांवर फुगीर भाग असून त्यामध्ये गुंतागुंतीची उपकरणे असतात. ही उपकरणे तारेमधून येणारा आवाज दशलक्षपट मोठा करून पुढे सोडतात. इलेक्ट्रॉनिक यंत्रयोजना परिपूर्ण झाल्यावरच माणसाच्या शब्दाचे प्रेषण करणे शक्य झाले.

जमिनीवरही लांब अंतरावर टेलिफोन करावयाचा तर वाटेमध्ये ठराविक अंतरावर आवाजाचे विवर्धन करावे लागते. समुद्रामध्ये अशा प्रकारच्या विवर्धनाची व्यवस्था करावयाची म्हणजे मात्र बऱ्याच अडचणी उभ्या राहतात. अशा प्रकारच्या उपकरणांना खोल समुद्रतळावर असणाऱ्या दर चौरस इंचाला तीन टन एवढा पाण्याचा दाब सहन करता आला पाहिजे. त्याच-



न्यूफाउंडलंड येथील दुसऱ्या
टोकाला तार वर खेचण्याचे
काम माँनर्क नावाची
ब्रिटिश बोट करीत आहे

तार टाकणाऱ्या बोटीवर
कित्येक मैल लांबीची तार
कामगार चढवीत आहेत



प्रमाणे ही तारेला जोडल्यानंतर तो भाग इतर तारेप्रमाणे नम्य राहिला पाहिजे. कोणताही अडथळा न येता किंवा विरोध न होता तारेची वेटोळी सहज उलगडली गेली पाहिजेत. समुद्रातील टेलिफोनच्या तारांना जोडलेल्या उपकरणांना निदान वीस वर्षे तरी दुरुस्तीची गरज लागता कामा नये.

ह्या विवर्धक योजनेबरोबर त्याची कार्यक्षमता पाहण्यासाठी एक विशेष विद्युत्सरणी पण त्याला जोडलेली असते. ह्या सरणीमुळे विवर्धक यंत्राची जास्तीत जास्त कार्यक्षमता आहे की नाही हे कळून येते. त्याचबरोबर समुद्रतळच्या पाण्याचे तपमान पण नोंदले जाते. शास्त्रीय दृष्ट्या समुद्रतळची ही विवर्धक यंत्रे म्हणजे समुद्रतळी तपमापकांची मालिकाच पसरलेली असावी एवढी महत्त्वाची आहेत.

अटलॅंटिकच्या मानाने पॅसिफिकमधील तारा जास्त खोल पाण्यात आहेत. काही ठिकाणी ही खोली साडेतीन मैल आहे. पाणी जेवढे खोल तेवढे तार घालण्याचे काम जास्त अवघड. परंतु समुद्रात तार टाकण्याचा मार्ग ठरविताना फक्त पाण्याची खोली एवढा विचार करून भागत नाही. खरे म्हणजे हा मार्ग ठरविताना समुद्राखालचा एकदम तुटलेला कडा व समुद्रांतर्गत निदऱ्या ही टाळली पाहिजेत. तार घालण्याचा मार्ग ठरविण्यापूर्वी समुद्रतळचा नकाशा काढण्यासाठी सर्वेक्षण करणाऱ्या बोटीवर पाण्याची खोली मोजणारी यंत्रे पुरविलेली असतात. ह्या नकाशावरून समुद्रामधील डोंगर टाळण्यासाठी व सागरातील निदऱ्या ओलांडण्याच्या दृष्टीने

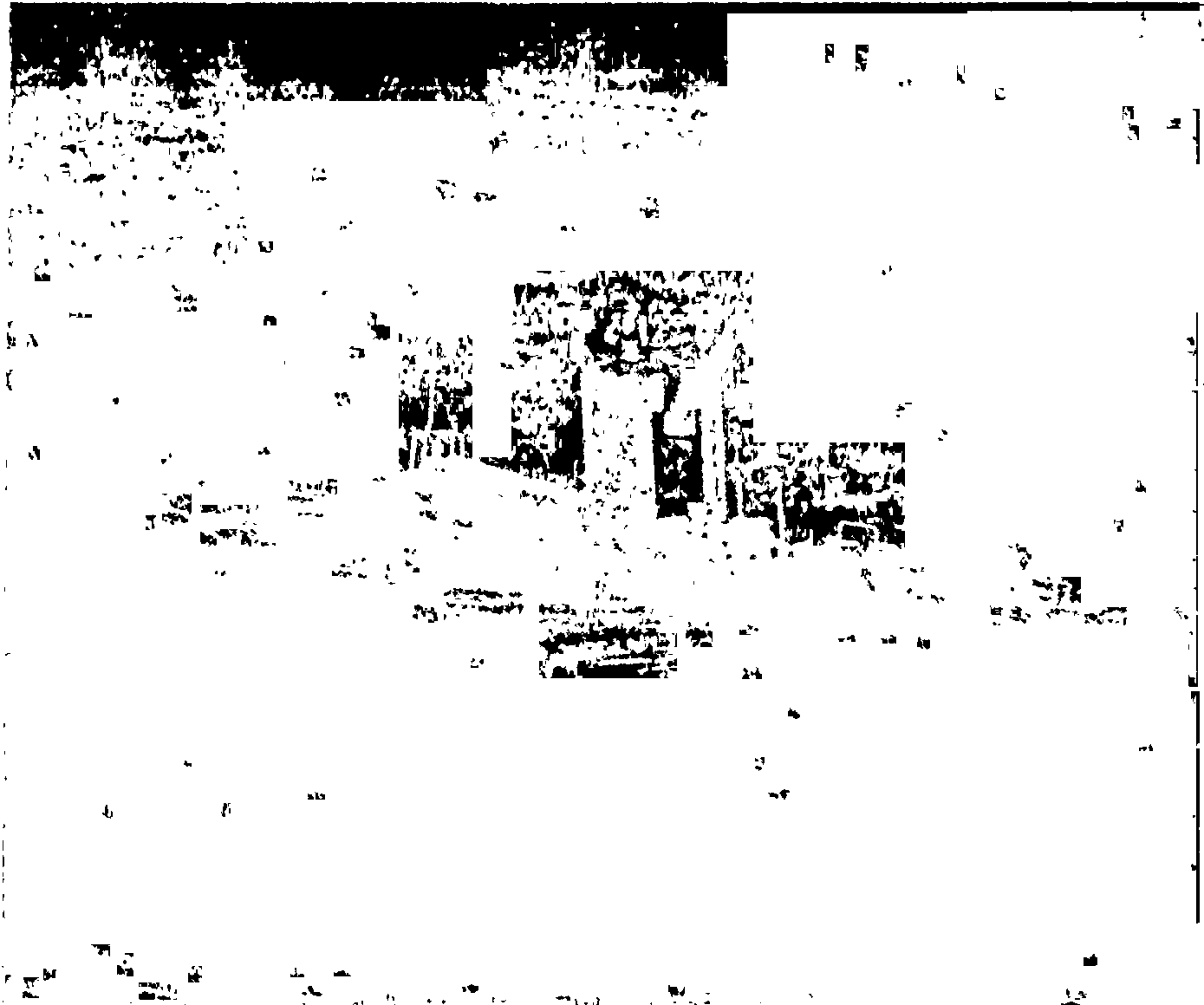
सोयीची जागा लक्षात घेऊन समुद्रात तार घालण्याच्या मार्गाला कसे व कोठे कमीजास्त वळण द्यावयाचे हे कळून येते.

समुद्राची खोली मोजणाऱ्या यंत्राशिवाय खोल पाण्यातील परिस्थितीचे फोटो घेणारे कॅमेरे व सागरविज्ञानाची इतर उपकरणे ही समुद्रात तार घालणाऱ्या कंपनी आपल्या कार्यासाठी वापरतात. त्याचप्रमाणे समुद्रात तार घालण्यामध्ये येणाऱ्या अडचणीचे निवारण करीत असताना समुद्रांतर्गत जगाविषयीच्या आपल्या ज्ञानामध्ये भर पडत असते.

ट्रिस्टे ह्या बँदिस्कॅंपमधून जास्तीत जास्त खोल जाण्याचा विक्रम करून आलेले खोल सागराचे समन्वेषण करणारे दोघे वीर आपल्याला घेऊन जाणाऱ्या बोटीची वाट पाहत आहेत

११ : पृथ्वीची अंतिम सरहद्द

समुद्राच्या पोटातील जगाचे समन्वेषणविषयक आद्य कार्य करण्याचे हे दिवस आहेत. एकामागून एक असे मोठे मोठे शोध लागत आहेत. बर्फाच्छादित आर्क्टिक समुद्राखालून संचार करणाऱ्या पाणबुड्याला सागरात बुडालेल्या उंच पर्वतरांगा आढळून येतात. त्यानंतर आगबोटीवरील पाण्याची खोली मोजणाऱ्या यंत्रांना आफ्रिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यावर अटलॅंटिकमध्ये बुडालेल्या एका एका बेटाचा ठावठिकाणा लागतो. पृथ्वीच्या हिमकालाच्या शेवटी म्हणजे १० हजार वर्षांपूर्वी हे बेट पाण्यात बुडाले असा



शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. हिम जेव्हा वितळले तेव्हा अटलॅटिक सागरातील पाण्याची उंची २५० फुटांनी वाढली आणि ते बेट पाण्यात झाकले गेले.

समुद्राच्या फार खोल भागात सजीव प्राणिसृष्टी नाही अशी एका काळी समजूत होती. परंतु आता मात्र फार खोल पाण्यात निरनिराळ्या जातींचे प्राणी राहत असतात ह्याबद्दलचा प्रत्यक्ष पुरावा आपल्याला मिळाला आहे. समुद्राच्या तळावरून वर काढून आणलेले प्राणी अगदीच विचित्र व अपरिचित असे वाटतात. उदाहरणार्थ, एकाचा आकार डोळ्यांतील अश्रुबिंदूसारखा असून त्याची लांबी दोन इंच व त्याला दोन मोठे निळे डोळे असल्याचे आढळून आले आहे. खोल पाण्यात राहणारे इतर प्राणी उथळ पाण्यात आढळणाऱ्या माशांप्रमाणेच असतात. प्राचीनकाळी काही जातींच्या माशांचे थवे थंड, प्रकाशविरहित अशा खोल समुद्रात जाऊन राहिले व तेथील परिस्थिती त्यांनी अंगवळणी पाडून घेतली असावी असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. परंतु वरच्या पाण्यातून मासे खोल समुद्रात गेले ह्याचे काय कारण असेल बरे !

शास्त्रज्ञ जेव्हा विविध क्षेत्रांतील प्रयोगसिद्ध माहितीचे धागे-दोरे एकत्र गुंफून त्यांमधून सागराचा जीवनपट विणतील तेव्हाच अशा प्रकारचे गूढ प्रश्न सोडविता येतील. हे गूढ प्रश्न सुटल्याने आपल्या जिज्ञासेचे समाधान तर होईलच, परंतु त्याहूनही मोठे फायदे आपल्या पदरी पडतील. समुद्रांतर्गत जगाविषयी उपलब्ध झालेल्या माहितीचा व्यावहारिक उपयोगही आहे.

उदाहरण म्हणून आपल्या खाण्यामध्ये येणाऱ्या माशांची गोष्ट घेऊ. ते प्लॅक्टन नावाच्या सूक्ष्म जीवांवर आपली उपजीविका

करतात. ज्या ठिकाणी हे प्लॅक्टन जास्त प्रमाणात असतात तेथे मासे गर्दी करून सोडतात. प्लॅक्टन हे सूक्ष्मजीवी समुद्रामध्ये कोठून कोठे वाहत जात आहेत हे पाहून शास्त्रज्ञ कोळ्यांना मासे पकडण्यासाठी कोठे जाळी टाकावीत हे सांगू शकतात.

समुद्राच्या पाण्यामध्ये सूक्ष्म प्रमाणात सोने असते. तथापि समुद्राच्या पाण्यातून तो मौल्यवान धातू वेगळा करण्याचा व्यवहार्य मार्ग अजूनपर्यंत सापडलेला नाही. समुद्रामध्ये असलेली इतर खनिज व क्षार द्रव्ये तेथील सोन्यापेक्षाही जास्त मोलाची ठरतील. समुद्राच्या पाण्याखालील जमिनीमध्ये विहिरी खणून त्यांतून खनिज तेले व जळाऊ वायू ही द्रव्ये बाहेर काढण्यात येत आहेत. समुद्राच्या पोटातील इतर मौल्यवान साहित्य बाहेर काढण्याचे प्रयत्न सध्या चालू आहेत.

इराणच्या आखातामध्ये शार्क प्राण्यांना अभेद्य अशा पिंजऱ्या-जवळ भूशास्त्रज्ञ समुद्रतळाच्या खडकांच्या कपच्या काढीत आहेत

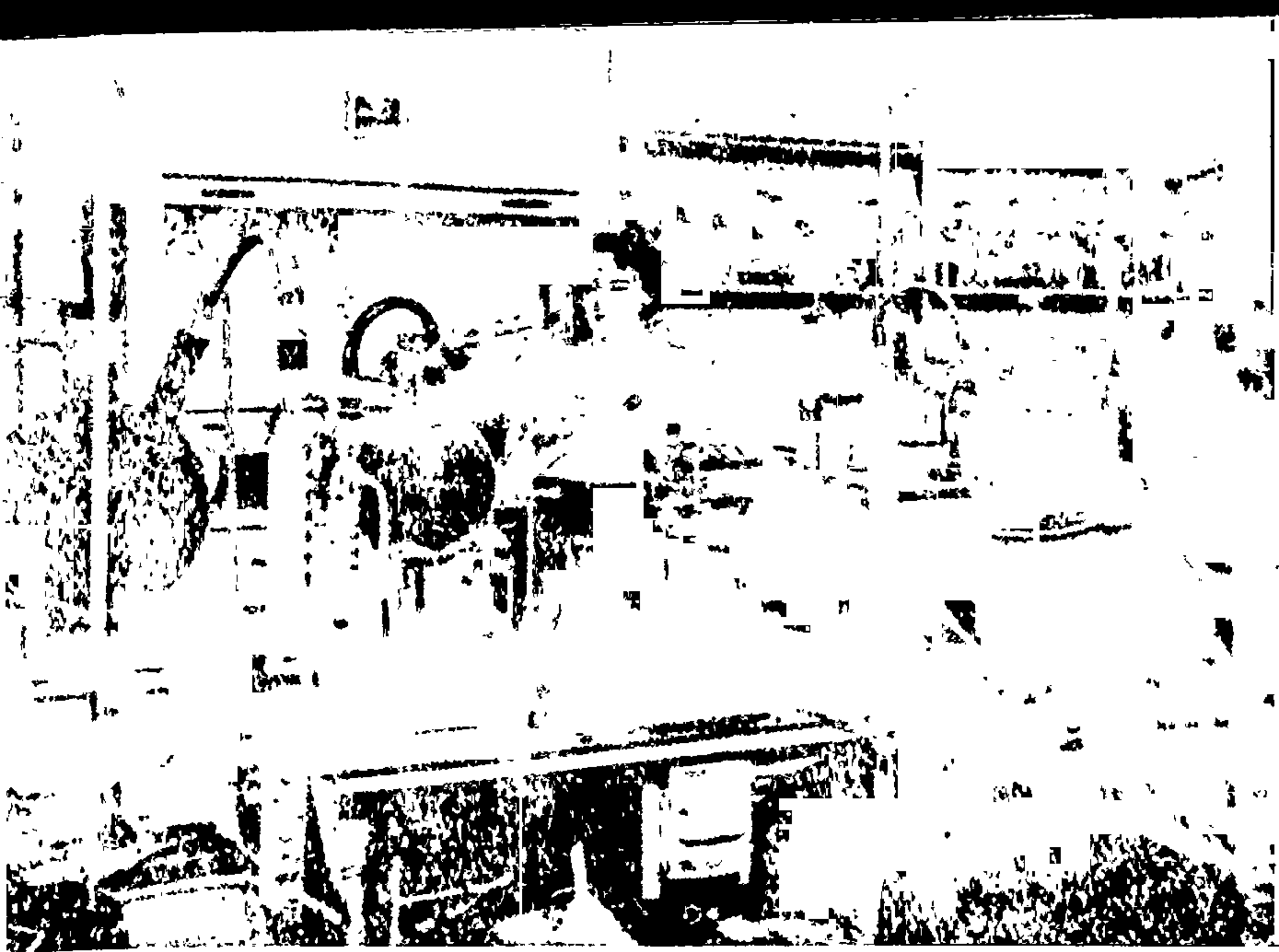


पुष्कळ प्रकारच्या समन्वेषणामध्ये घोका असतो. तरीपण समुद्रामध्ये उतरणाऱ्या काही समन्वेषकांना विशेष प्रकारच्या साहसांना तोंड द्यावे लागते. पाणबुड्या, पाणबुड्या बोटीमधील लोक, व बॅटिस्फिअरच्या गोलात बसून समुद्राच्या तळापर्यंत जाणारे लोक ह्या सान्यांचा भरिभार यांत्रिक साधनांच्या अचूक कार्यक्षमतेवर असतो. अवकाशामध्ये संचार करणाऱ्या अवकाशवीरांप्रमाणेच समुद्रामध्ये संचार करणाऱ्या समन्वेषकांना पण जिवावर उदार होऊनच ही कामगिरी पत्करावी लागते.

विज्ञानाच्या प्रत्येक निष्ठावंत अभ्यासकाला काही समुद्र-तळापर्यंत किंवा समुद्रावरील संशोधक बोटीवर गेलेच पाहिजे

समुद्रातील जीवसृष्टीबद्दल माहिती मिळविण्यासाठी समुद्रामध्ये वावरणारे शास्त्रज्ञ प्लॅकटन पकडण्यासाठी जाळे सोडीत आहेत





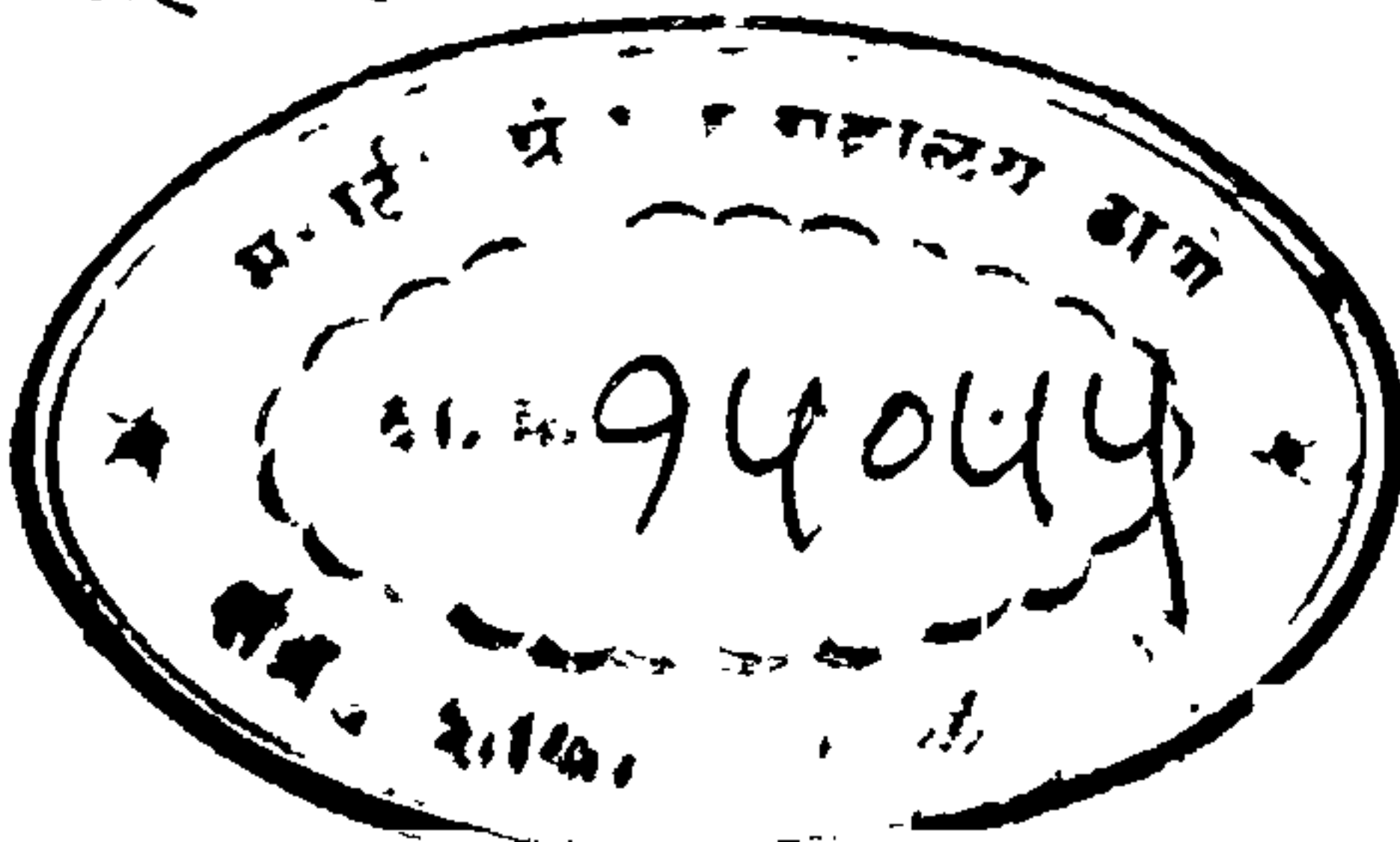
समुद्राकाठच्या प्रयोगशाळेमध्ये समुद्राच्या पाण्याचे विश्लेषण करून सागरी विज्ञानविषयक संशोधनामध्ये भर टाकण्यात येत आहे

असे नाही. सागरी विज्ञानामधील बरेचसे तज्ज्ञ किनाऱ्यावरच्या प्रयोगशाळेमध्येच काम करतात. तेथे समुद्राच्या विशेष अभ्यासाने हाती येणाऱ्या माहितीचा अन्वयार्थ लावून ते बरेच शास्त्रीय कूट प्रश्न सोडवू शकतात.

सागरी संशोधनामध्ये बरेच देश भाग घेत आहेत. त्या देशांतील शास्त्रज्ञांमध्ये परस्परसहकार्याची भावना आहे. एखाद्या देशाने समन्वेषणात्मक सफर काढली तरी इतर देशांतील निरनिराळ्या क्षेत्रांतील तज्ज्ञांना त्या कामामध्ये सहभागी होण्यासाठी पाचारण करण्यात येते. त्यामुळे एखादा अमेरिकन शास्त्रज्ञ डेन्मार्कच्या संशोधक बोटीवरून चालणाऱ्या संशोधनामध्ये भाग घेईल, किंवा स्वीडनमधील तज्ज्ञाची मदत फ्रेंच संशोधक नौकेला घ्यावी लागेल.

संशोधनाने उपलब्ध झालेल्या माहितीची देवाण-घेवाण करता यावी म्हणून 'इंटरनॅशनल ओशनोग्राफिक काँग्रेस' (आन्तर-राष्ट्रीय सागरी वैज्ञानिक सभा) ची स्थापना करण्यात आली. ह्या सभेचे पहिले अधिवेशन १९५९ साली न्यू यॉर्क शहरातील संयुक्त राष्ट्रांच्या मुख्य कचेरीच्या जागेमध्ये भरले होते. रशिया-चे शास्त्रज्ञ न्यू यॉर्कला आपल्या नवीन संशोधक बोटीवरून आले होते. फ्रान्सची पण एक सुप्रसिद्ध संशोधक बोट ह्यासाठीच आली होती. जवळच बंदरात अमेरिकेच्या दोन सागरी विज्ञानाचे संशोधन करणाऱ्या बोटी उभ्या होत्या. आन्तरराष्ट्रीय सागरी वैज्ञानिक सभेला आलेल्या शास्त्रज्ञांना ह्या सर्व बोटींवर मोकळेपणाने हिंडून तेथील कार्यपद्धती पाहता येत होती. बोटींना भेट देणाऱ्या शास्त्रज्ञांना संशोधनाची उपकरणे दाखविण्यात येत होती. संशोधनाची पद्धती व त्याचे तंत्र ह्यांबद्दल शास्त्रज्ञांमध्ये विचार-विनिमय होत होता.

न्यू यॉर्क बंदरात ह्या बोटी फारच थोडा वेळ थांबल्या. सागरी संशोधनाचे काम एवढे व्हावयाचे आहे की, ह्या बोटींनी सतत कार्य करीत राहणे जरूर आहे. नवीन क्षेत्रामध्ये शास्त्रज्ञ मोठ्या उत्कंठेने पुढे वाटचाल करीत आहेत. समुद्राच्या पोटातील ह्या नवीन विश्वाच्या समन्वेषणाला आता कोठे आपण आरंभ करीत आहोत ह्याची शास्त्रज्ञांना जाणीव आहे.



..... 68966
..... 243
..... 9.5
..... 42169

