सागरशास्त्राची ओळख

1.1) सागरशास्त्राची व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती

(Definition, Nature and Scope of Oceanography)

1.2) सागरशास्त्र आणि प्राकृतिकशास्त्र

(Oceanography and Physical Science)

1.3) सागरशास्त्राच्या शाखा

(Branches of Oceanography)

1.4) सागरशास्त्राचे महत्त्व

(Significance of Oceanography)

प्रस्तावना:

ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकात प्रथम ग्रीक व नंतर रोमन अभ्यासकांनी भूगोलशास्त्राचा पाया रचला. याच काळात इॅटोस्थेनिस यांनी प्रथमत: जिओग्राफी (Geography) शब्द प्रचलित केला. या शब्दाचा अर्थ Geo म्हणजे पृथ्वी आणि Graphe म्हणजे Discription (वर्णन) होय. पृथ्वीचे वर्णन करणारे विज्ञान म्हणजे भूगोलशास्त्र होय. ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकापासून इसवी सनाच्या आठव्या शतकापर्यंत निसर्गदत्त घटकांचा अभ्यास या शास्त्रात होत असे. मात्र इसवीसनाच्या अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून मानवाचा समावेश भूगोलशास्त्र होऊन भूगोल हा मानवकेंद्रित विज्ञान म्हणून ओळखला जाऊ लागला. विषयाच्या अभ्यास घटकावरून शास्त्राच्या दोन शाखा करण्यात आल्या त्या म्हणजे प्राकृतिक भूविज्ञान व मानवी भूविज्ञान होय.

नैसर्गिक घटकांचा अभ्यास प्राकृतिक भूविज्ञान आत केला जातो. तर सांस्कृतिक घटकांचा अभ्यास मानवी भूगोलात केला जातो. पुढे भूगोलशास्त्राच्या दोन्ही शाखांची व्याप्ती वाढून त्यामध्येही उपशाखा निर्माण कराव्या लागल्या. जसे की भूरूपशास्त्र, हवामानशास्त्र, सागर शास्त्र, मृदा शास्त्र व जिव भूगोल. प्राकृतिक भूगोलाच्या या शाखा पैकी सागरशास्त्र ही एक प्रमुख शाखा असून मागील 70 वर्षांपासून तिचे स्वतंत्रपणे अध्ययन होत आहे. सागरशास्त्रास इंग्रजीत **Oceanography** असे म्हणतात. Ocean शब्दाचा अर्थ विस्तृत जलाशय किंवा सागर, महासागर असा होतो. तर Graphe म्हणजे वर्णन होय. यावरून सागर शास्त्राचा अर्थ सागर किंवा महासागरांचे वर्णन असा होतो. या विषयात सागर जलाचे गुणधर्म, सागर तळ रचना, सागरी प्रवाह, भरती ओहोटी, सागरी लाटा, सागरी निक्षेप आणि सागरी साधनसंपत्ती इत्यादी बाबींचा सविस्तर अभ्यास केला जातो.

सागर शास्त्राची व्याख्या Definition:

१) पृथ्वीवरील सरोवरे, सागर व महासागर यांचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे सागर शास्त्र होय.

२) सागर जलाची संबंधित घटकांचे वर्णन व त्यांचे शास्त्रीय विश्लेषण म्हणजे सागर शास्त्र होय.

३) सागरी जलाचे गुणधर्म, सागरी जलाच्या हालचाली, सागरी जलाच्या खोली व सरासरी निक्षेप इत्यादींचा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून केला जाणारा अभ्यास म्हणजे सागर शास्त्र होय.

४) प्राकृतिक भूगोलाच्या ज्या शाखेत सागराशी निगडित नैसर्गिक, रासायनिक, भूगर्भीय व जैव घटकांच्या अनुषंगाने केले जाणारे अध्ययन म्हणजे सागर शास्त्र होय.

५) मानवी गरजांच्या पूर्ततेसाठी सागर तथा महासागरीय साधनसंपत्तीचा उकल करण्याच्या हेतूने करण्यात येणारे अध्ययन म्हणजे सागर शास्त्र होय.

सागर शास्त्राचे स्वरूप Nature:

प्राचीन काळापासून सागरा संबंधीचा अभ्यास शास्त्रात होत आहे. प्राकृतिक घटकांच्या अभ्यासासाठी या पद्धती प्रचलित होत्या त्याचा अभ्यास पद्धती सागर शास्त्राच्या अध्ययनात वापरण्यात आले आहेत.

अ) वर्णनात्मक स्वरूप

ब) प्रादेशिक स्वरूप

क) वस्तुनिष्ठ स्वरूप

ड) कार्यकारण भाव स्वरूप

इ) वैज्ञानिक स्वरूप

फ) गतिशील स्वरूप

अ) वर्णनात्मक स्वरूप:

प्राचीन कालखंडात सत्ता प्रस्थापित करणे, व्यापार वृद्धी करणे, नवीन सागरी मार्ग शोधणे इत्यादी कारणांसाठी सागरी प्रवास घडून येत असत. सागरी प्रवास मार्गावरील घटना, भौगोलिक घटक तसेच त्या भागातील पर्यावरण इत्यादीबाबतचे वर्णन त्यांच्या लेखनात आढळून येते. सागरी प्रवास मार्गातील वाऱ्याची दिशा व वेग, सागरी जलचर, सागर स्थिती इत्यादीबाबतची वर्णनात्मक माहिती सागर शास्त्राचा अभ्यास महत्त्वाची आहे.

ब) प्रादेशिक स्वरूप:

विविध महासागरांच्या वैशिष्ट्यांमध्ये काही घटकांमध्ये समानता तर काही घटकांमध्ये वेगळेपणा दिसून आला त्यामुळे जागतिक पातळीवर ती सागराचा अभ्यास करण्यामध्ये अडचणी निर्माण झाल्याने सागराची विभागवार विभागणी करून त्याचा अभ्यास झाला तर तो अधिक परिणामकारक ठरू शकेल ही नवीन मतप्रणाली रुजली जाऊन सागर शास्त्राचा अभ्यास उत्तर व दक्षिण पॅसिफिक महासागर, उत्तर व दक्षिण अटलांटिक महासागर, हिंदी महासागर, भूमध्य समुद्र, अरबी समुद्र, तांबडा समुद्र, बंगालचा इत्यादी सारख्या सागरी प्रदेशात विभागणी होऊन त्याचा सखोल अभ्यास होऊ लागला. यालाच सागर शास्त्राचे प्रादेशिक स्वरूप म्हणतात.

क) वस्तुनिष्ठ स्वरूप

सागराची प्रादेशिक पद्धतीने अभ्यास करताना काही घटकांना विशेष महत्त्व दिले जाते तर काही महत्त्वाचे घटकही दुर्लक्षिले जातात. त्यामुळे अशा घटकांना आवश्यक तेवढा न्याय देण्यासाठी सागराचा एखादा भाग निवडून संबंधित सागराच्या विशिष्ट रंगाचा सखोल अभ्यास करण्यात येऊ लागला. उदा. हिंदी महासागरातील सागरी प्रवाह, सागर तळ रचना, पॅसिफिक महासागराचे तापमान किंवा क्षारता इत्यादी घटकातील एकाची निवड करून त्याचे सविस्तर अध्ययन करणे म्हणजे वस्तुनिष्ठ स्वरूप होय.

ड) कार्यकारण भाव स्वरूप

सागराच्या विविध भागात विशिष्ट भौगोलिक घटकांची उपलब्धता व पुनरावृत्ती नियमितपणे होत असल्याचे अध्ययना द्वारे सिद्ध झाले. उदा. सागरी प्रवाहाची दिशा, क्षारता, तापमान व निक्षेप या घटना तिथेच का घडतात? , कशा घडतात? यासारख्या प्रश्नांची कारणमीमांसा सागर शास्त्राच्या अभ्यासात स्वीकारण्यात आली. यालाच सागर शास्त्राचे कार्यकारणभाव स्वरूप म्हणून ओळखले जाते.

इ) वैज्ञानिक स्वरूप

वैज्ञानिक पद्धतीमध्ये एखादा विषय निवडून त्याबाबतची गृहीतके, उद्देश, माहितीचे संकलन, माहितीचे वर्गीकरण, वैज्ञानिक तथ्यांचे विश्लेषण व निष्कर्ष काढले जातात. हीच पद्धत सागर शास्त्रात वापरली जाते. सागर जलाचे तापमान, क्षारता, प्रवाह, गाळाचे संचयन, सागरी संपत्तीचे साठे व वितरण यांचा सखोल व शास्त्रीय अभ्यास करून सिद्धांत, संकल्पना मांडल्या जातात. यालाच सागर शास्त्राचे वैज्ञानिक स्वरूप म्हणतात.

फ) गतिशील स्वरूप

सागर जलाचे प्रमुख वैशिष्ट्य म्हणजे त्याची गतिशीलता होय. सागर जलाची हालचाल, तापमान, घनता, क्षारता, निक्षेप व जलपातळी इत्यादी बाबतीत नियमितपणे स्थलकालपरत्वे विशिष्ट गतीने बदल होत असतात. याबद्दल आलाच गतिशीलता असे म्हणतात. सागराच्या या घटकाकडे अभ्यासकांचे लक्ष वेधले आहे. महासागरीय गतिशील येथे च्या आधारे सागर शाखाचे अध्ययन होऊ लागल्याने सागर शाखास गतिशील स्वरूप प्राप्त झाले आहे.

सागर शास्त्राची व्याप्ती Scope of Oceanography

सागर शास्त्रही प्राकृतिक भूगोलाची एक प्रमुख शाखा असून मागील 70 वर्षांपासून ही स्वतंत्र शाखा म्हणून उदयास आली आहे. मानवी लोकसंख्येच्या वाढीबरोबर मानवी गरजा ही वाढत जाऊन खंडीय साधनसंपत्ती कमी पडू लागली. वाढत्या गरजांच्या पूर्ततेसाठी मानवाने आपले लक्ष सागराकडे केंद्रित केले. आपल्या अनेक गरजा तो सागराकडून पूर्ण करू लागल्याने मानवाचे सागराशी असलेले आपले नाते अधिक घट्ट बनत गेले. यामधूनच यासंबंधी अधिकाधिक जाणून घेण्याच्या प्रयत्नातून सागर शास्त्राची व्याप्ती दिवसेंदिवस अधिकच व्यापक बनत असल्याचे पुढील मुद्द्याद्वारे स्पष्ट होते.

१) सागर शास्त्र व लोकजीवन

२) सागर शास्त्र व भूरूपे

३) सागर शास्त्र व हवामान

४) सागर शास्त्र व साधनसंपत्ती

५) सागर शास्त्र व अभियांत्रिकी

६) सागर शास्त्र व पर्यावरण

७) सागरी हालचाली

८) सागरी जैविक घटक

१) सागर शास्त्र व लोकजीवन

जगातील वेगवेगळ्या देशात तेथील प्राकृतिक पर्यावरणानुसार मानवी हालचाली वेगवेगळ्या असल्याचे दिसते. या देशांनी आपला आर्थिक व सामाजिक विकास शेती उद्योगधंदे व व्यापार या क्रियेद्वारे साधला आहे. कृषी क्षेत्र कमी असलेल्या मात्र निसर्गदत्त समुद्रकिनाऱ्याचे सानिध्य लाभलेल्या देशांनी मासेमारी करून आपला विकास साधला आहे. उदा. जपान, इंग्लंड व न्यू झीलंड या देशांनी खोल समुद्रातील मासेमारी तंत्रज्ञानाचा वापर करून खाद्यान्नाच्या समस्येवर मात केली आहे. व व्यापारी मासेमारी विकसित केली आहे. बहुतेक किनारपट्टी वरील लोकांचा प्रमुख व्यवसाय मासेमारी असल्याने सागरा संबंधी खोली, वारे व त्यांची दिशा, सागरी लाटा, जलचर, सागरी प्रवाह, भरती ओहोटी आणि सागरी हवामान इत्यादींचे आकलन करून आपली कार्यपद्धती स्वीकारली आहे.

२) सागर शास्त्र व भूरूपे

भूखंडावर जशी भूरूपे आढळतात जवळपास तशीच भूरूपे सागरतळ भागावरही आढळतात. उदा. समुद्र बूड जमीन, खंडांत उतार, सागरी मैदान, सागरी गर्ता बेटे यासारख्या भूरूपाचा मानवाशी मासेमारी, ऊर्जा निर्मिती, खनिजे उत्खनन यासंदर्भात सातत्याने संबंध येत असतो. त्यानुषंगाने सागर शास्त्राचा अभ्यास करताना भूरूपांच्या निर्मिती प्रक्रियांचा अभ्यास करावा लागतो . या अध्ययनातूनही सागर शास्त्राची व्याप्ती वाढण्यास मदत होते.

३) सागर शास्त्र व हवामान

पृथ्वीचा साधारणपणे 71 टक्के भाग जलाशयाने व 29 टक्के भाग जमिनीने व्यापलेला आहे. पृथ्वीच्या वातावरणात घडणाऱ्या घटना वरती प्रामुख्याने जलाशयाचा प्रभाव अधिक राहतो. उदा. तापमान, पर्जन्य, बाष्प, ढगांची निर्मिती, वादळे इत्यादी. त्यामुळे एखाद्या ठिकाणचे हवामान अनिश्चित होण्यासाठी सागरी जलाचे भूमिका महत्त्वाची ठरते. त्यामुळे एकोणिसाव्या शतकापासून सागर शाखाचा अभ्यास हवामानाच्या अनुषंगाने होऊ लागला.

४) सागर शास्त्र व साधनसंपत्ती

मानवी गरजांची पूर्तता करण्याची क्षमता ज्या वस्तू किंवा सेवेत असते त्यास साधनसंपत्ती म्हणतात. मानवाच्या विविध गरजा पूर्ण करण्याची क्षमता सागरात असल्याने सागर ही एक बहुआयामी साधनसंपत्ती बनली आहे. सागरा मार्फत उपलब्ध होणारे खाद्यान्न, वाहतूक, पर्यटन, खनिजे व ऊर्जासाधने मानवी विकासात मोलाची भर घालतात.

५) सागर शास्त्र व अभियांत्रिकी

सागर शास्त्राच्या अभ्यासात अभियांत्रिकीचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. किंबहुना अभियांत्रिकी मुळेच सागराची भिन्नभिन्न अंगे मानवाच्या समोर आली आहेत. ध्वनिलहरी, प्रकाश किरणे, उपग्रह प्रतिमा यासारख्या तंत्राद्वारे सागरी जनाची खोली, सागर तळ रचना, सागर किनाऱ्यावरील अंतरे इत्यादींचा अभ्यास करणे सोपे झाले आहे. पणामा (अटलांटिक व प्रशांत महासागर यांना जोडणारा), सुवेझ (भूमध्य व तांबडा समुद्र यांना जोडणारा), व कील (उत्तर समुद्र व बाल्टिक समुद्र यांना जोडणारा) कालव्याद्वारे सागरी जलाचे यांना एकत्र जोडून वेळ, अंतर व पैसा यांची बचत झाली आहे.

६) सागर शास्त्र व पर्यावरण

मानव आपल्या बुद्धीच्या जोरावर नवनवीन शोध, तंत्र शोधून आपली प्रगती साधण्याचा प्रयत्न करतो. नैसर्गिक मर्यादेच्या पलीकडे मानवाचा पर्यावरणात अक्षय हस्तक्षेप होत असल्याने सागरी पर्यावरणात मोठ्या प्रमाणात बदल घडून येत आहेत. उदा. वाढती जलवाहतूक, जहाजांचे अपघात, जहाज दुरुस्ती केंद्रातून होणारी तेलगळती तसेच जलप्रदूषण, अणुचाचण्या यासारख्या सागरी पर्यावरणीय समस्यांची उकल करण्यासाठी केल्या जाणाऱ्या अभ्यासाने सागर शाखाची व्याप्ती वाढते.

७) सागरी हालचाली

महासागर, वातावरण व गुरुत्वाकर्षण यांच्या आंतर क्रियेतून सागरी हालचाली निर्माण होतात. यात भरती ओहोटी, सागरी प्रवाह व लाटा या तीन प्रमुख हालचालींचा समावेश होतो. या सर्व घटकांचा अभ्यास सागर शाखाचा भाग आहे.

८) सागरी जैविक घटक

सागर शास्त्रात किनाऱ्यावरील दलदलीच्या जमिनी, खाजण, मॅनग्रुव्ह या परिसंस्थांचा, सागरतटीय उथळ सागरातील जलचर प्राण्यांचा अभ्यास केला जातो. याशिवाय सागर पृष्ठभागापासून तळभागावर अतिसूक्ष्म ते महाकाय वनस्पती व प्राण्यांच्या अभ्यास, सागरी प्रदेशातील अन्नसाखळी व त्यांचे चक्र, सागरी जीवनाचा अभ्यास करताना महत्त्वाचे असते.

1.2) सागर शास्त्राचा इतिहास History of Oceanography

मानवाच्या सागरी क्रिया व सागर शास्त्रातील महत्त्वपूर्ण संकल्पनांच्या माध्यमातून सागरशास्त्र विषयाचा इतिहास जाणून घेण्यास मदत होते. सागर शाखाचा इतिहास ढोबळमानाने तीन कालखंडात विभागला जातो.

१) प्राचीन कालखंड २) मध्ययुगीन कालखंड ३) अर्वाचीन कालखंड

१) प्राचीन कालखंड

प्राचीन कालखंडात नवीन प्रदेशांचा शोध घेऊन सत्ता प्रस्थापित करणे, व्यापार वाढविणे, सहाशे सागरी मोहीम राबविणे व नवनवीन मार्ग शोधणे यासारख्या उद्देशाने लोकांची सागरात ये-जा होत असे .ख्रिस्तपूर्व ३००० मध्ये भारतीय व्यापारी हिंदी महासागरातून व्यापार करत असत हे मोहेंजोदारो, हरप्पा व लोथल येथील उत्खननातून सिद्ध होते. ग्रीक विचारवंत अरिस्टोटलने सागरी जीवांच्या अनेक प्रजातींचे वर्ग वर्ग वर्णन केले आहे. ख्रिस्तपूर्व १०० मध्ये सार्डिनिया जवळ सागराची खोली मोजण्याचे पुरावे आहेत. तर ग्रीक अभ्यासकांनी प्रतिध्वनी च्या साह्याने 2000 मीटर पर्यंत ची सागराची खोली मोजल्याचे आढळून येते.

२) मध्ययुगीन कालखंड

मध्यवर्ग कालखंडाच्या सुरुवातीच्या काळात इतर विषयांप्रमाणेच सागर शास्त्राचाही फारसा अभ्यास झाला नाही. मात्र जो काही अभ्यास झाला त्यात युरोपियन लोकांनी उत्तर सागरातील अनुकूल हवामानामुळे सागरी सफरी घडवून आणल्याचे उदाहरणे मिळतात. इस.१४१६ मध्ये प्रिन्स हेन्री यांनी सागरी अध्ययनासाठी स्वतंत्रपणे शाळा सुरू करून सागर संशोधनास प्रारंभ केला. बार्थोलोमेव यांनी शिडाच्या जहाजाच्या साह्याने केप ऑफ गुड होप परिसरातून परत पोर्तुगीज पर्यंत सागरी मोहीम यशस्वी केली. याच कालखंडात क्रिस्टोफर कोलंबस भारत सफरी वरती निघून पश्चिमेस वेस्टइंडीज बेटावरती पोहोचले. इ.स.१४९७ वास्को-द-गामा केप ऑफ गुड होपला वळसा घालून हिंदी महासागरातून भारतात पोहोचले आणि पश्चिमी देशांना दक्षिण आशियाई देशांशी जोडून एका नवीन सागरी मार्गांचा शोध लावला. फर्डिनांड मॅगेलन यांनी सागरी मार्गाने संपूर्ण पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालून नवा इतिहास घडवला. १५८२ सर फ्रान्सीस डार्के यांनी अंटार्टिका खंड शोधले. १७ व्या शतकाच्या सुरुवातीस उत्तर अमेरिकेत

ब्रिटिश व इतर युरोपियन वसाहती स्थापन होऊ लागल्या .इ.स. १७७० मध्ये बेंजामिन फ्रँकलिन यांनी गल्फ स्ट्रीम चा आराखडा प्रदर्शित केला यामुळे अटलांटिक महासागरातील जलवाहतुकीस सागरी प्रवाह ची मदत झाली.

३) अर्वाचीन कालखंड

१९ व्या शतकात आर्थिक हेतूच्या उद्देशाने बहुतेक सागरी मोहिमा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून घडून आल्या आहेत. याचाच एक भाग म्हणून आगरी कोळी, तापमान, सागरतळाचे पर्यावरण अभ्यासण्यासाठी फ्रान्स अटलांटिक रोपचा प्रयत्न झाला. इ.स. १८१८ मध्ये सर जॉन रोस यांनी तीनशे मीटर खोलीवर सागरी प्रजातींचे अस्तित्व सिद्ध केले. अमेरिकन सागरी अधिकारी मॅथ्यू व फॉटेन मरे यांनी सुरक्षित व अधिक परिणामकारक सागरी व्यापारी मार्ग शोधून मोलाचे योगदान दिले त्यांच्या या कार्याबद्दल त्यांना सागरी पथ शोधक म्हणून ओळखले जाते. १८५३ मध्ये मरे यांनी सागराचा प्राकृतिक भूगोल हे क्रमिक पुस्तक प्रसिद्ध केले.

डिसेंबर १८७२ ते मे १८७६ मधील चॅलेंजर च्या मदतीने खोल समुद्रातील शास्त्रीय संशोधनात्मक मोहीम पहिली महत्त्वपूर्ण घटना मानली जाते. या मोहिमेत संकलित झालेल्या माहितीच्या आधारे भौतिक सागर शास्त्र, रासायनिक सागर शास्त्र, भूगर्भीय सागर शास्त्र व जैव सागर शास्त्राची निर्मिती झाली. चॅलेंजर मोहिमेअंतर्गत अधिकृतपणे ५० खंडांचा अहवाल तयार करण्यात आला त्यात सागरी प्रवाह, तापमान, होली, तळ रचना, भूगर्भीय रचना व अगाध क्षेत्रातील जय व प्रजाती इत्यादींची माहिती सविस्तर मांडण्यात आली.

२० वे शतक वैज्ञानिक क्रांतीचे शतक म्हणून ओळखले जाते. जवळजवळ सर्वच क्षेत्रात आधुनिक उपकरणांचा वापर मोठ्या प्रमाणात होऊ लागला. 1932 मध्ये **डिस्कवरी १ द्वारे दक्षिणेकडे समुद्राचा शोध घेण्यात आला.** कोपनहेगन (डेन्मार्क) येथे आंतरराष्ट्रीय सागर संशोधन केंद्राची स्थापना करण्यात आली. सागरी सानिध्य असलेल्या जवळपास सर्वच देशात सागर विज्ञान संस्था स्थापन करण्यात आल्या.

1.3) **सागरशास्त्र व इतर भूभौतिकी आणि वातावरणीय शास्त्री** Oceanography and Other Earth and Atmospheric Sciences

सागर शास्त्रात सागराच्या निर्मितीपासून ते मानव व सागरी पर्यावरण पर्यंत विविध घटकांच्या अध्ययनात भौतिक, रासायनिक, भूगर्भीय व जैविक घटक विचारात घ्यावे लागतात. सागर शास्त्र हे आंतरविद्याशाखीय असल्याने इतर नैसर्गिक शास्त्रे सागर शास्त्राच्या माध्यमातून व सागर शास्त्र इतर नैसर्गिक शास्त्रांच्या अनुषंगाने अभ्यासले जाते. सागर शास्त्र व भूभौतिकी व वातावरणीय शास्त्रांचा परस्परसंबंध पुढीलप्रमाणे सांगता येईल .

१) भूगर्भशास्त्र व सागरशास्त्र २) भौतिकशास्त्र व सागरशास्त्र ३) जीवशास्त्र व सागरशास्त्र

४) रसायनशास्त्र व सागरशास्त्र ५) पर्यावरण शास्त्र व सागरशास्त्र ६) वातावरणशास्त्र व सागरशास्त्र

७) खगोलशास्त्र व सागरशास्त्र

१) भूगर्भशास्त्र व सागरशास्त्र

पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून खंड व जलाशयाची निर्मिती, खंड व जलाशयातील द्वितीय व तृतीय श्रेणीतील भूरूपांची निर्मिती प्रामुख्याने भूगर्भीय रचनेवर अवलंबून आहे. सागरी भूगर्भीय रचनेचा अनुषंगाने सागर तळावरील विविध भूरूपे उदा. समुद्र बूड जमीन, सागरी उतार, सागरी मैदाने, सागरी पर्वत रांगा, गर्ता व बेटे इत्यादीचा समावेश होतो या सागर तळ रचना वर तसेच सागर जलाचे गुणधर्म हालचाली, खनिज साठे, सागरी जीव जंतू व वनस्पती सारख्या घटकांची उपलब्धता इत्यादीवर भूगर्भरचना याचा परिणाम होतो. भूगर्भशास्त्र व सागरशास्त्र एकमेकास पूरक असल्याने सागर शास्त्राच्या अभ्यासातून भूगर्भशास्त्राच्या अभ्यासास चालना मिळत आहे.

२) भौतिकशास्त्र व सागरशास्त्र

भौतिकशास्त्र व सागर शास्त्राच्या एकत्रित अध्ययनातून सागर जलाच्या विविध पैलूंची उकल होण्यास मदत होते. भौतिकशास्त्रात गती, आकार, वस्तुमान, घनता, गुरुत्वाकर्षण, भरती ओहोटी, प्रकाश किरणे इत्यादींचे सखोल अध्ययन होते. अलीकडे सागर विभागाच्या रूपाने भौतिकी अभ्यासाला नवे दालन निर्माण होऊन सागरी लाटांची रचना, गती, वहनाची दिशा, सागरी प्रवाह इत्यादीसंबंधी भौतिक कारणे अभ्यासले जात आहेत.

३) जीवशास्त्र व सागरशास्त्र

जीवशास्त्रामध्ये सर्व प्रकारच्या प्राणी व वनस्पतींच्या बाह्य प्राकृतिक व अंतर्गत रचना, परिसंस्था व परिस्थितीकी सारख्या घटकांचा अभ्यास होतो. सागर शास्त्रात प्राणी व वनस्पतींची वैशिष्ट्ये व त्यांच्या वितरणाचा अभ्यास केला जातो. महासागरातील जैविक घटकांचा अन्न म्हणून वापर केला जातो, त्यामुळे जीवशास्त्र व सागर शास्त्राद्वारे महासागर व समुद्रातील प्राणी व वनस्पतींचा अभ्यास होऊ लागला आहे.

४) रसायनशास्त्र व सागरशास्त्र

रसायनशास्त्र व सागरशास्त्र या दोघांच्या माध्यमातून भौतिक व रासायनिक गुणधर्म, त्यांच्या संयुगाचे अध्ययन होऊन मानवी जीवनास पूरक व भूखंडावर संसाधनात उत्तम पर्याय म्हणून विविध प्रकारची खनिजे उदाहरणार्थ सोने, चांदी, तांबे, अभ्रक इत्यादी तसेच विविध प्रकारचे क्षार, जलीय वनस्पती व प्राण्यांच्या औषधी गुणधर्म नवीन क्रांती घडून येत आहे.

५) पर्यावरण शास्त्र व सागरशास्त्र

दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळात पर्यावरणीय अध्ययनाची गरज निर्माण होऊन पर्यावरणीय सागर शास्त्राचा अभ्यास होऊ लागला. परिस्थितीप्रमाणे थोड्याफार फरकाने सागर जलीय परिसंस्था परिस्थिती आढळते. मात्र मानवी हस्तक्षेपामुळे पर्यावरणाबरोबर सागरी पर्यावरण धोक्यात येऊ लागले आहे .खनिज तेल उत्खनन, त्यांची वाहतूक, तेल गळती, वाढते औद्योगिकीकरण व नागरी वसाहतींतून वाहणारे सांडपाणी सागरी प्रदेशात सोडल्याने सागर जलाचे प्रदूषण होत आहे. हरितगृह परिणाम व ओझोन क्षयामुळे तापमान वाढ होऊन सागर पातळीतही वाढ होत आहे .या सर्व परिणामांचा पर्यावरण शास्त्राच्या मदतीने सागर शास्त्रात अभ्यास केला जातो.

६) वातावरणशास्त्र व सागरशास्त्र

वातावरण शास्त्रात हवेचा दाब, तापमान, वारे, वृष्टी, मेघ, सूर्यप्रकाश, जलचक्र इत्यादीचा अभ्यास होतो. या सर्व घटकांचा नियंत्रक म्हणून सागराचा अतिशय जवळचा संबंध आहे. सागर जलाचे तापमान सौरशक्तीच्या वितरणावर अवलंबून असते. वातावरण शास्त्र व सागरशास्त्र या दोन्ही चा अभ्यास परस्परांशी पूरक ठरतो.

७) खगोलशास्त्र व सागरशास्त्र

खगोलशास्त्रात आकाशातील ग्रह, तारे, यांची स्थिती, उपग्रह, गुरुत्वाकर्षण व त्यांच्या परिणामाचा अभ्यास होतो. या घटकांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे सागरी हालचाली नियंत्रित होत असतात .म्हणून सागरशास्त्राच्या अभ्यासात खगोलशास्त्रास विशेष महत्त्व आहे.

1.4) सागर शास्त्राचे महत्त्व (Significance of Oceanography)

निसर्गाने मानवास मृदावरण, वातावरण व जलावरण या तीन बाबींची उपलब्ध करून देऊन मानवी जीवन सुखकर बनवले आहे. मानवासाठी या तिन्ही गोष्टी उपयुक्त व महत्त्वाचे आहेत. मानवाच्या दृष्टीने मृदावरणास आज एक उत्तम पर्याय म्हणून जलावरण पुढे येत आहे.सागराचा अनेक गोष्टीवर प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्ष परिणाम होत असतो. त्यामुळे अलीकडील काळात सागर शास्त्रास वेगळे महत्त्व प्राप्त होत आहे ते पुढील प्रमाणे. १) खनिजांच्या दृष्टीने २) खाद्यान्नाच्या दृष्टीने ३) विद्युत निर्मितीच्या दृष्टीने ४) हवामानाच्या दृष्टीने ५) वाहतूक व व्यापाराच्या दृष्टीने.

१) खनिजांच्या दृष्टीने : सागरी जलाशयामध्ये खनिजांचे प्रचंड साठे दडलेले आहेत. अलीकडील अभ्यासाद्वारे सागरी जलामध्ये सोने, चांदी, मोती, तांबे, जास्त, शीसे, युरेनियम, पोटॅशियम इत्यादी खनिजे असल्याचे आढळून आले आहे. खनिज तेल व नैसर्गिक वायूचे प्रचंड साठे सागरी किनाऱ्यालगत व अंतर्गत भागात आहेत. जगातील जवळपास 75 देश खोल सागरातून खनिज तेल व नैसर्गिक वायूचे उत्पादन घेत आहेत.

२) खाद्यान्नाच्या दृष्टीने : लोकसंख्या विस्फोटामुळे मर्यादित जमिनीत सर्वांना पुरेल इतके खाद्यान्नाचे उत्पादन घेणे अशक्य होत आहे.जमिनीस पर्याय म्हणून खाद्यांना साठी जलाशयाकडे मानवाने आपले लक्ष केंद्रित केले आहे. खोल समुद्रातील मासेमारी आधुनिक तंत्राद्वारे विकसित करून जमिनीवरील खाद्यांना उत्तम पर्याय उभा केला. जागतिक लोकसंख्येच्या 80 टक्के पेक्षा जास्त लोक माशांचा अन्न म्हणून उपयोग करतात.

३) विद्युत निर्मितीच्या दृष्टीने: सागरातील भरती-ओहोटी मार्फत होणाऱ्या सागरी हालचाली चा उपयोग विद्युत निर्मितीसाठी केला जातो. जगभरात 50 हून अधिक ठिकाणी अशा ऊर्जानिर्मितीस पूरक आहेत.सागर तळावरील तापमानातील भिन्नतेचा उपयोग करूनही विद्युत निर्मिती केली जाते. यासाठी विषुववृत्तीय पट्टा आदर्श मांडला जातो.

४) हवामानाच्या दृष्टीने: जागतिक हवामानावर जलाशयाचा सर्वाधिक प्रभाव पडतो. भूपृष्ठावरील तापमान व पर्जन्याचे वितरण सागरावर अवलंबून असते. सागरी प्रवाहांच्या गुणधर्मानुसार किनाऱ्याचे तापमानात होते. जलचक्रातील मूळ घटक म्हणून ओळखले जाते.

५) वाहतूक व व्यापाराच्या दृष्टीने: वाहतुकीच्या इतर साधनांच्या तुलनेत आर्थिक दृष्ट्या जलवाहतूक खूपच किफायतशीर असते. जगाच्या एकूण मालवाहतुकीच्या 90% पेक्षा जास्त मालवाहतूक जलमार्गे होते. अवजड वस्तूंच्या सोयीस्कर वाहतुकीस जलमार्ग अधिक सोयीस्कर ठरतात.

भारत हा **७,५०० किमी** पेक्षा जास्त लांबीची किनारपट्टी लाभलेला देश आहे. सध्याच्या "ब्लू इकॉनॉमी" (सागरी अर्थव्यवस्था) च्या युगात, भारतात सागरशास्त्र (Oceanography) क्षेत्रात करिअर आणि संशोधनाच्या प्रचंड संधी उपलब्ध आहेत.

१) शैक्षणिक मार्ग (Educational Pathways)

या क्षेत्रात करिअर करण्यासाठी विद्यार्थी सामान्यतः मूलभूत विज्ञानाकडून विशेष सागरी अभ्यासाकडे वळतात.

- **पदवी (B.Sc./B.Tech):** याची सुरुवात **भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, प्राणीशास्त्र, वनस्पतीशास्त्र, भूशास्त्र किंवा सूक्ष्मजीवशास्त्र** या विषयातील पदवीने करता येते. अभियांत्रिकीमध्ये रस असल्यास **ओशन इंजिनिअरिंग किंवा सिव्हिल इंजिनिअरिंग** हा उत्तम पर्याय आहे.
- **पदव्युत्तर (M.Sc./M.Tech):** भारतातील प्रमुख संस्थांमध्ये विशेष कोर्सेस उपलब्ध आहेत:
    - M.Sc. Oceanography / Marine Biology / Marine Science.
    - M.Tech in Ocean Technology / Coastal Management.
- **पीएच.डी. (Ph.D.):** उच्चस्तरीय संशोधन आणि प्राध्यापक पदासाठी ही पदवी आवश्यक आहे.

प्रमुख संस्था:

- **IIT मद्रास आणि IIT भुवनेश्वर:** ओशन इंजिनिअरिंग आणि हवामान शास्त्रासाठी प्रसिद्ध.
- **कोचीन विज्ञान आणि तंत्रज्ञान विद्यापीठ (CUSAT):** सागरी विज्ञानातील अग्रगण्य संस्था.
- **गोवा विद्यापीठ आणि आंध्र विद्यापीठ:** दर्जेदार M.Sc. आणि Ph.D. प्रोग्राम्स.
- **अन्नमलाई विद्यापीठ (CAS in Marine Biology):** जैविक संशोधनासाठी प्रसिद्ध.

२) प्रमुख संशोधन संस्था (Research Organizations)

भारतात **पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES)** आणि **CSIR** अंतर्गत जागतिक दर्जाच्या संशोधन संस्था आहेत:

- **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्था (NIO), गोवा:** सागरशास्त्राच्या बहुविद्याशाखीय संशोधनाचे मुख्य केंद्र. मुंबई, कोची आणि विशाखापट्टणम येथे यांची प्रादेशिक केंद्रे आहेत.
- **राष्ट्रीय ध्रुवीय आणि महासागर संशोधन केंद्र (NCPOR), गोवा:** आर्क्टिक, अंटार्क्टिका आणि दक्षिण महासागरातील भारतीय मोहिमांचे नेतृत्व करते.
- **भारतीय राष्ट्रीय महासागर माहिती सेवा केंद्र (INCOIS), हैदराबाद:** समुद्राचा अंदाज वर्तवणे, त्सुनामीची पूर्वसूचना देणे आणि मासेमारीसाठी संभाव्य क्षेत्रांचा (PFZ) नकाशा तयार करण्याचे काम करते.
- **राष्ट्रीय महासागर तंत्रज्ञान संस्था (NIOT), चेन्नई:** खोल समुद्रातील खाणकाम, पाण्याखालील रोबोटिक्स आणि डिसेलिनेशन (खारे पाणी गोड करणे) तंत्रज्ञान विकसित करते.
- **स्पेस ॲप्लिकेशन सेंटर (SAC-ISRO), अहमदाबाद:** उपग्रहाद्वारे सागरी देखरेख आणि तापमानाचा अभ्यास करते.

३) करिअरच्या संधी आणि पदनामे (Job Profiles)

पदनाम	अभ्यासाचा विषय	क्षेत्र
भौतिक सागरशास्त्रज्ञ	लाटा, भरती-ओहोटी, प्रवाह आणि हवामान यांचा अभ्यास.	MoES, ISRO, भारतीय नौदल
सागरी जीवशास्त्रज्ञ	सागरी जीव, कोरल रीफ संरक्षण आणि जैवतंत्रज्ञान.	NIO, मत्स्यव्यवसाय विभाग, NGO
हायड्रोग्राफिक सर्व्हेअर	नौकानयन आणि बांधकामासाठी समुद्रतळाचा नकाशा तयार करणे.	भारतीय नौदल, पोर्ट ट्रस्ट
सागरी भूगर्भशास्त्रज्ञ	पाण्याखालील खनिजे, तेल आणि वायू साठ्यांचा शोध घेणे.	ONGC, GSI (भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण)
ओशन इंजिनिअर	ऑफशोर प्लॅटफॉर्म, बंदरे आणि पाण्याखालील वाहनांची रचना करणे.	माझगाव डॉक, L&T, NIOT

४) संशोधनातील नवीन विषय (Emerging Areas 2025-26)

जर तुम्हाला संशोधनात रस असेल, तर सध्या खालील विषय महत्त्वाचे आहेत:

- **दीप ओशन मिशन (समुद्रयान):** खनिज शोधासाठी मानवाला ६,००० मीटर खोल समुद्रात पाठवण्याची भारताची महत्त्वाकांक्षी मोहीम.
- **हवामान बदल आणि मान्सून:** हिंद महासागरातील वाढत्या तापमानाचा भारतीय मान्सूनवर होणारा परिणाम.
- **सागरी जैवतंत्रज्ञान:** सागरी सूक्ष्मजीवांपासून नवीन औषधे आणि इंधन निर्मिती करणे.
- **ब्लू कार्बन (Blue Carbon):** हवामान बदलाशी लढण्यासाठी खारफुटी (Mangroves) आणि समुद्री गवताद्वारे कार्बन साठवण्याचा अभ्यास.