सी एम एफ आर आइ
CMFRI

भाकृअनुप
ICAR

ISBN 978-93-82263-81-4

समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक

एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका

संपादन एवं संकलन

दिवु डी., सुरेश कुमार मोज्जादा, स्वाति लक्ष्मी पी. एस., प्राची सिद्धार्थ बागडे, रामशाद टी.एस., मुक्ता मेनन, वी. वी. आर. सुरेश

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद

केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान

समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक: एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका
ISBN 978-93-82263-81-4

प्रकाशितकर्ता
डॉ. ग्रिन्सन जॉर्ज
निदेशक, भा.कृ.अनु.प.–केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान (के.स.मा.अनु.सं.)
पोस्ट बॉक्स नं. 1603, एर्नाकुलम नॉर्थ पी.ओ.
कोच्चि – 682018, केरल, भारत
वेबसाइट: www.cmfri.org.in
ईमेल: director.cmfri@icar.org.in
दूरभाष: +91-484-2394867
फैक्स: +91-484-2394909

संपादन एवं संकलन
दिवु डी., सुरेश कुमार मोज्जाड़ा, स्वाति लक्ष्मी पी. एस., प्राची सिद्धार्थ बागडे, रामशाद टी.एस., मुक्ता मेनन, वी. वी. आर. सुरेश

रूपांकन
प्राची सिद्धार्थ बागड़े
सुरेश कुमार मोज्जाड़ा

हिंदी अनुवाद
शिवानी परमार
रोहित साहू

©अप्रैल 2026। भा.कृ.अनु.प.–केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोच्चि
सर्वाधिकार सुरक्षित। इस प्रकाशन में सम्मिलित सामग्री को प्रकाशक की अनुमति के बिना किसी भी रूप में पुनः प्रस्तुत नहीं किया जा सकता।

उद्धरण: समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक: एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका। दिवु डी., सुरेश कुमार मोज्जडा, स्वाति लक्ष्मी पी.एस., प्राची सिद्धार्थ बागडे, रमशाद टी.एस., मुक्ता मेनन, वी.वी.आर. सुरेश (संपा.), 2025। भा.कृ.अनु.प-केंद्रीय समुद्री मत्स्य अनुसंधान संस्थान (के.स.मा.अनु.सं.), कोच्चि, केरल, भारत। पृष्ठ 141।

भूमिका

भारत जब अपनी समुद्री संवर्धन (Mariculture) उद्योग के विस्तार हेतु महत्वाकांक्षी लक्ष्यों की दिशा में अग्रसर है तथा वर्ष 2050 तक 4 मिलियन टन मत्स्य उत्पादन प्राप्त करने का लक्ष्य निर्धारित कर रहा है, तब आगे का मार्ग संभावनाओं के साथ-साथ चुनौतियों से भी परिपूर्ण है। इस क्षेत्र का विकास बढ़ती हुई मछली एवं समुद्री खाद्य की मांग को पूरा करने के साथ-साथ सतत् (sustainable) प्रथाओं को सुनिश्चित करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। तथापि, विशेष रूप से खुले समुद्री परिवेश में समुद्री कृषि गतिविधियों का समग्र प्रबंधन अनेक जटिल चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है। समुद्री पर्यावरण की विशाल एवं गतिशील प्रकृति पारिस्थितिकी तंत्र के सतत् अनुश्रवण (monitoring) एवं प्रबंधन के महत्व को रेखांकित करती है। पर्यावरणीय मानकों के आकलन हेतु एक व्यापक विश्लेषणात्मक मार्गदर्शिका इन चुनौतियों के समाधान में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। जल गुणवत्ता एवं पर्यावरणीय दशाओं का प्रभावी प्रबंधन, समुद्री कृषि की सफलता एवं स्थिरता के लिए अनिवार्य है। इस संदर्भ में एक विस्तृत एवं सुलभ संसाधन की आवश्यकता स्पष्ट रूप से परिलक्षित होती है।

इस आवश्यकता को दृष्टिगत रखते हुए, व्यवहारकर्ताओं (practitioners) को इन चुनौतियों से उबरने में सहयोग प्रदान करने हेतु एक समग्र संसाधन का संकलन विकसित किया गया है। “समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक: एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका” (Divu et al., 2025) इस कमी की पूर्ति करते हुए जल गुणवत्ता मानकों के आकलन एवं प्रबंधन हेतु एक विस्तृत एवं व्यवहारिक मार्गदर्शिका प्रदान करता है। यह मार्गदर्शिका समुद्री कृषि परिवेश की जटिलताओं को ध्यान में रखते हुए विस्तृत विधियों एवं व्यावहारिक अनुप्रयोगों सहित तैयार किया गया है। उपयोगी अंतर्दृष्टियों एवं चरणबद्ध प्रोटोकॉल प्रदान करते हुए, यह मार्गदर्शिका हितधारकों, कृषकों तथा शोधार्थियों को प्रभावी जल गुणवत्ता प्रबंधन हेतु आवश्यक उपकरण उपलब्ध कराती है।

समुद्री कृषि क्षेत्र को तकनीकी सहयोग प्रदान करने के प्रति भा.कृ.अनु.प. -के.स.मा.अनु.सं. की प्रतिबद्धता, इस प्रकार के मूल्यवान प्रौद्योगिकीय-वैज्ञानिक (techno-scientific) संसाधनों के विकास के माध्यम से परिलक्षित होती है। मैं Divu et al. के प्रयासों की सराहना करता हूँ, जिन्होंने इस महत्वपूर्ण संसाधन के निर्माण में समर्पण प्रदर्शित किया है। यह प्रकाशन जल गुणवत्ता प्रबंधन प्रथाओं को सुदृढ़ करने तथा भारत के समुद्री कृषि क्षेत्र के विकास को प्रोत्साहित करने में एक आधारभूत संदर्भ (cornerstone reference) सिद्ध होगा।

डॉ. ग्रिन्सन जॉर्ज
निदेशक
भा.कृ.अनु.प.–केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान

प्रस्तावना

पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने के लिए संतुलित पर्यावरण का होना अत्यंत आवश्यक है। जैसे-जैसे मानव गतिविधियाँ इस संतुलन को अधिक प्रभावित कर रही हैं, वैसे-वैसे सटीक और प्रभावी पर्यावरणीय निगरानी की आवश्यकता और भी बढ़ती जा रही है। रसायनों और जीवित प्राणियों के बीच जटिल अंतःक्रियाओं को समझने के लिए सटीक विश्लेषण और उन्नत तकनीकों की आवश्यकता होती है। पर्यावरणीय विश्लेषण का क्षेत्र प्राचीन विधियों से विकसित होकर आज अत्याधुनिक तकनीकों तक पहुँच चुका है। विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान, जो पदार्थों की पहचान और मापन पर केंद्रित है, इस प्रगति में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह विकास इस बात को रेखांकित करता है कि आधुनिक पर्यावरणीय चुनौतियों का समाधान करने के लिए उन्नत उपकरणों और विधियों का उपयोग कितना आवश्यक है।

समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक: एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका" इन महत्वपूर्ण आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए तैयार किया गया है। यह पर्यावरणीय विश्लेषण की तकनीकों और विधियों पर एक विस्तृत मार्गदर्शिका प्रदान करता है, विशेष रूप से समुद्री संवर्धन (Mariculture) पर केंद्रित है। यह मार्गदर्शिका समुद्री कृषकों, छात्रों, शोधकर्ताओं, हितधारकों और उद्यमियों के लिए तैयार किया गया है, जो जल गुणवत्ता और पर्यावरणीय स्थितियों के प्रभावी प्रबंधन के लिए व्यावहारिक और विस्तृत मार्गदर्शन प्रदान करता है।

इस मार्गदर्शिका को उपयोगी और सरल बनाने के लिए व्यापक शोध और सुधार किए गए हैं। इसके विकास की प्रक्रिया में उपलब्ध साहित्य का गहन अध्ययन, विशेषज्ञों से परामर्श और विधियों का बार-बार परीक्षण शामिल रहा है। यह कठोर प्रक्रिया सुनिश्चित करती है कि यह मार्गदर्शिका सटीक, सुगम और वास्तविक परिस्थितियों में उपयोगी है।

यह मार्गदर्शिका सात अध्यायों में विभाजित है, जो विभिन्न प्रकार के मापदंडों पर केंद्रित हैं। इसकी सामग्री को स्पष्ट, सटीक और व्यावहारिक रूप में प्रस्तुत किया गया है। यह मार्गदर्शिका उन सभी लोगों के लिए एक मूल्यवान साधन है जो पर्यावरण का अध्ययन, समझ और संरक्षण करने के प्रति समर्पित हैं।

पाठकों को प्रभावी पर्यावरणीय और जैविक मूल्यांकन के लिए आवश्यक ज्ञान और उपकरण प्रदान करके, यह मार्गदर्शिका समुद्री संवर्धन पद्धतियों को बेहतर बनाने और सतत विकास को बढ़ावा देने के प्रयासों को समर्थन देने का उद्देश्य रखता है। हमें आशा है कि यह संसाधन पर्यावरण प्रबंधन की गहरी समझ विकसित करने में सहायक होगा और इस क्षेत्र में निरंतर नवाचार और समर्पण को प्रेरित करेगा।

डॉ. दिवु डी
वरिष्ठ वैज्ञानिक, समुद्री कृषि,
भा.कृ.अनु.प. – केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान

मार्गदर्शिका के बारे में

"समुद्री कृषि के लिए समुद्री विश्लेषणात्मक मानक: एक व्यापक तकनीकी मार्गदर्शिका" समुद्री संवर्धन (Mariculture) में पर्यावरणीय और जैविक मापदंडों के विश्लेषण और प्रबंधन से जुड़े सभी लोगों के लिए एक महत्वपूर्ण संसाधन है। यह विस्तृत मार्गदर्शिका जलीय पर्यावरण की निगरानी की जटिलताओं को ध्यान में रखते हुए सावधानीपूर्वक तैयार की गई है, जिसमें व्यावहारिक और विस्तृत विधियाँ प्रस्तुत की गई हैं जो समुद्री संवर्धन प्रणालियों में सर्वोत्तम परिस्थितियाँ बनाए रखने के लिए आवश्यक हैं।

सात सुव्यवस्थित अध्यायों में विभाजित यह मार्गदर्शिका जल गुणवत्ता प्रबंधन और जैविक मूल्यांकन के लिए आवश्यक सभी प्रमुख मापदंडों को कवर करता है। प्रत्येक अध्याय में गहन व्याख्या और चरण-दर-चरण निर्देश दिए गए हैं, जो व्यापक शोध और विशेषज्ञों के मार्गदर्शन पर आधारित हैं, ताकि सबसे अद्यतन और सटीक जानकारी प्रदान की जा सके।

हालाँकि इसका मुख्य ध्यान समुद्री संवर्धन पर केंद्रित है, लेकिन इसमें प्रस्तुत विधियाँ मीठे पानी (Freshwater) और खारे पानी (Brackish Water) की जलीय कृषि में भी लागू की जा सकती हैं। इस प्रकार यह मार्गदर्शिका विभिन्न प्रकार की जलीय खेती के लिए एक बहुउपयोगी साधन बन जाता है।

इसका उपयोगकर्ता-अनुकूल प्रारूप, स्पष्ट निर्देश और व्यावहारिक सुझाव यह सुनिश्चित करते हैं कि अनुभवी पेशेवरों के साथ-साथ नए लोग भी इन तकनीकों को आसानी से अपनाकर अपने कार्य में सुधार कर सकें।

प्रदूषण और जलवायु परिवर्तन जैसी समकालीन पर्यावरणीय चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए, यह मार्गदर्शिका न केवल प्रभावी प्रबंधन रणनीतियों का समर्थन करता है, बल्कि जलीय कृषि उद्योग के सतत विकास में भी योगदान देता है। इस प्रकार यह समुद्री कृषकों, शोधकर्ताओं, छात्रों और हितधारकों सभी के लिए एक अत्यंत मूल्यवान संसाधन है।

विषय-सूची

अध्याय 1 पृ. क्र.

प्रयोगशाला सुरक्षा और काम करने की तय प्रक्रिया (SOPs)

1.1 प्रयोगशाला में कार्य के लिए तय मानक प्रक्रियाएँ (SOPs) 1
1.2 संभावित खतरे की समझ 3
1.3 प्रयोगशाला में नियमित कार्य 5
1.4 आपातकालीन प्रक्रियाएँ 7

अध्याय 2

भौतिक मापदंडों को मापने की विधियाँ

2.1 पानी के तापमान का मापन 10
2.2 जल पारदर्शिता का मापन 13
2.3 प्रकाश की तीव्रता का मापन 16

अध्याय 3

रासायनिक मानकों के आकलन हेतु विश्लेषणात्मक प्रक्रियाएँ

3.1 pH का आकलन 22
3.2 लवणता (Salinity) का आकलन 27
3.3 क्षारीयता (Alkalinity) का आकलन 31
3.4 घुलित ऑक्सीजन का आकलन 35
3.5 जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) का मापन 41
3.6 रासायनिक ऑक्सीजन मांग का मापन 45
3.7 कार्बनिक कार्बन (Organic Carbon) का आकलन 49

अध्याय 4

पोषक तत्व विश्लेषण

4.1 अमोनिया (NH_3) का आकलन 55
4.2 नाइट्रेट (NO_3^-) का आकलन 60
4.3 नाइट्राइट (NO_2^-) का आकलन 66
4.4 फॉस्फेट का आकलन 70
4.5 सिलिकेट का आकलन 74

अध्याय 5

प्रमुख आयन

5.1 कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आधारित कठोरता का निर्धारण 82
5.2 स्थायी एवं अस्थायी कठोरता का निर्धारण 86

अध्याय 6 पृ. क्र.

जैविक मापदण्डों का आकलन

6.1 जलस्थूल पादप वनस्पति का आकलन 91
6.2 पादप प्लवक का आकलन 95
6.3 प्राणिप्लवक का आकलन 99
6.4 तलस्थ जीव का आकलन 105
6.5 क्लोरोफिल का आकलन 114
6.6 प्राथमिक उत्पादकता का आकलन 118

अध्याय 7

सन्निकट संरचना विश्लेषण

7.1 नमी की मात्रा का आकलन 125
7.2 वसा की मात्रा का आकलन 127
7.3 प्रोटीन की मात्रा का आकलन 130
7.4 राख की मात्रा का आकलन 134
7.5 कुल कार्बोहाइड्रेट 137
7.6 क्रूड फ़ाइबर 137

CHAPTER 1

प्रयोगशाला सुरक्षा और काम करने की तय प्रक्रिया (SOPs)

टोम्स सी. जोसेफ, दिवु डी., स्वाति लक्ष्मी पी.एस., मुक्ता मेनन

1 विषय सूची

1.1 प्रयोगशाला में कार्य के लिए तय मानक प्रक्रियाएँ (SOPs)
1.2 संभावित खतरे की समझ
1.3 प्रयोगशाला में नियमित कार्य
1.4 आपातकालीन प्रक्रियाएँ

परिचय

प्रयोगशाला में सुरक्षित और सही तरीके से काम करना सफल अनुसंधान के लिए जरूरी है। यह बात खासकर समुद्री संवर्धन जैसे क्षेत्रों में अधिक महत्वपूर्ण है, जहाँ जटिल और सावधानीपूर्वक काम किए जाते हैं। इस अध्याय में SOPs, संभावित खतरों, नियमित कार्यों और आपातकालीन प्रक्रियाओं के बारे में जानकारी दी गई है। इनका पालन करने से काम बेहतर तरीके से होता है और सभी की सुरक्षा बनी रहती है।

1.1 प्रयोगशाला में कार्य के लिए तय मानक प्रक्रियाएँ (SOPs)

मानक संचालन प्रक्रियाएँ (SOPs) लिखे हुए नियम और निर्देश होते हैं, जिनकी मदद से किसी काम को हर बार एक ही तरीके से किया जा सकता है। इससे काम की गुणवत्ता बनी रहती है, एक जैसा परिणाम मिलता है और काम करने का माहौल सुरक्षित रहता है।

काम की तैयारी और उसका रिकॉर्ड रखना

सुनिश्चित करें कि सभी SOPs लिखित रूप में हों, सभी के लिए आसानी से उपलब्ध हों और संबंधित सभी कर्मियों द्वारा अच्छी तरह समझे जाएँ।

SOPs की समय-समय पर जाँच करें और नई तकनीक, उपकरणों तथा सुरक्षा नियमों को शामिल करते हुए उन्हें अपडेट करें।

स्टाफ को नए SOPs के बारे में जानकारी देने के लिए समय-समय पर प्रशिक्षण और रिफ्रेशर कोर्स कराएँ।

उपकरणों का उपयोग

उपकरणों को सही तरीके से इस्तेमाल और उनकी देखभाल के लिए निर्माता के निर्देश और SOPs का पालन करें

उपकरण सही और भरोसेमंद रहें, इसके लिए उनका समय-समय पर कैलिब्रेशन और रखरखाव करें।

उपकरणों के इस्तेमाल, देखभाल और कैलिब्रेशन की पूरी जानकारी लिखकर रखें।

रसायनों का संभाल

रसायनों को सही तरीके से उपयोग करें, सुरक्षित रखें और सही ढंग से निपटान करें। साथ ही, हानिकारक धुएँ से बचने के लिए अच्छी हवा की व्यवस्था रखें।

सुनिश्चित करें कि प्रयोगशाला में उपयोग होने वाले सभी रसायनों के लिए मटेरियल सेफ्टी डेटा शीट (MSDS) उपलब्ध हों।

उचित निजी सुरक्षा उपकरण (PPE) जैसे दस्ताने, लैब कोट और सुरक्षा चश्मे का उपयोग करें।

तय मानक प्रक्रियाएँ (SOPs)

अपनी साफ-सफाई का ध्यान रखें।

फेस शील्ड, रेस्पिरेटर और अन्य निजी सुरक्षा उपकरणों (PPE) का उपयोग करें।

सभी रासायनिक पात्रों पर सही नाम और खतरे से संबंधित जानकारी का लेबल लगाएँ।

रसायनों को उनके खतरे के स्तर और इस्तेमाल की आसानी के अनुसार रखें।

समय-सीमित रसायनों का सही रिकॉर्ड बनाए रखें और उनकी समाप्ति के बाद उनका उचित निपटान करें।

1.2 संभावित खतरे की समझ

प्रयोगशाला में संभावित खतरों के बारे में जानकारी होना दुर्घटनाओं को रोकने और सुरक्षित कार्य वातावरण बनाए रखने के लिए बहुत जरूरी है।

रासायनिक खतरा

- रसायनों के खतरों को पहचानें और समझें, जैसे उनकी विषाक्तता, जलने की क्षमता और प्रतिक्रिया करने की प्रवृत्ति।
- खतरनाक या उड़नशील पदार्थों के साथ काम करते समय फ्यूम हुड का इस्तेमाल करें।
- रसायनों को सही ढंग से रखें ताकि कोई प्रतिक्रिया या फैलाव न हो।

जैविक खतरा

- जीवाणु, विषाणु और अन्य रोग फैलाने वाले जीवों से होने वाले खतरों को समझें।
- सुरक्षा के लिए बायोसेफ्टी कैबिनेट का उपयोग करें और सही तरीके से स्टेरिलाइजेशन करें।
- कचरे को फेंकने और उपकरण साफ करने के लिए तय नियमों का पालन करें।
- काम करने की जगह पर खाना, पीना, मेकअप करना या बाल बनाना मना है।
- प्रयोगशाला में केवल अधिकृत लोगों को ही आने की अनुमति हो।
- काम से पहले और बाद में हाथ अच्छे से धोएँ।
- संक्रमित नमूनों को ले जाते समय पूरी सावधानी रखें ताकि वे सुरक्षित रहें और फैलाव न हो।

उपकरणों से जुड़ा खतरा

- सेंट्रीफ्यूज, ऑटोक्लेव और अन्य मशीनों से होने वाले खतरों को समझें।
- उपकरणों के सुरक्षित एवं समुचित संचालन के लिए प्रशिक्षण दिया जाए तथा सुरक्षा रक्षक (गार्ड) एवं अंतर-ताला प्रणाली (इंटरलॉक) के प्रयोग को अनिवार्य किया जाए।
- खतरों को पहचानने और कम करने के लिए समय-समय पर सुरक्षा जांच और निरीक्षण करें।

मानव-अनुकूलता संबंधी खतरे

- मानव-अनुकूलता संबंधी जोखिमों को ध्यान में रखें, जैसे बार-बार एक ही काम करने से होने वाली चोटें और कार्यस्थल की गलत व्यवस्था।
- सही बैठने और काम करने की स्थिति अपनाएँ तथा तनाव कम करने के लिए उपयुक्त उपकरण उपलब्ध कराएँ।
- मांसपेशियों और हड्डियों से जुड़ी समस्याओं से बचने के लिए नियमित ब्रेक लें और हल्के स्ट्रेचिंग व्यायाम करें।

संभावित खतरों की जानकारी रखें

प्रयोगशाला में किए जाने वाले विश्लेषण से जुड़े जोखिमों की जानकारी रखें।

प्रयोग में उपयोग होने वाले सभी रसायनों के सुरक्षा डेटा शीट (SDS) को ध्यान से पढ़ें और समझें।

खतरनाक और उड़नशील रसायनों का उपयोग करते समय सही सुरक्षा उपाय करें।

हमेशा निगरानी में काम करें और प्रयोगशाला में अकेले काम न करें।

प्रयोगशाला में हमेशा सतर्क रहें और सावधानी से कार्य करें।

1.3 प्रयोगशाला में नियमित कार्य

प्रयोगशाला में नियमित गतिविधियाँ सुरक्षित और कुशल वातावरण बनाए रखने में मदद करती हैं, क्योंकि ये सुरक्षा प्रक्रियाओं का सही पालन, उपकरणों का ठीक से काम करना और संभावित खतरों की समय पर पहचान सुनिश्चित करती हैं।

रोज़ाना जाँच

उपकरणों, सुरक्षा शॉवर (आपात स्नान उपकरण) एवं नेत्र धुलाई स्टेशन और आपातकालीन निकास की रोज़ाना जाँच करें ताकि वे सही तरीके से काम कर रहे हों।

उपकरणों में खराबी या टूट-फूट की जाँच करें और उसे तुरंत ठीक करें।

सभी सुरक्षा संकेत और चिह्न स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहे हों और अद्यतन किया हुआ हों, यह सुनिश्चित करें ताकि कार्यस्थल सुरक्षित और व्यवस्थित रहे।

सफाई व्यवस्था

प्रयोगशाला को साफ और व्यवस्थित रखें। रसायन, नमूने और उपकरणों को ठीक से नामांकन करके सही जगह पर रखें।

फेंकी जाने वाली सामग्री को अलग करें और नियमों के अनुसार समय पर उसका निपटान करें।

कार्य मेज और उपकरणों की नियमित सफाई करें और उन्हें कीटाणु मुक्त रखें।

भंडारण एवं सूची नियंत्रण

रसायनों और उपयोग होने वाली सामग्रियों की नियमित और अद्यतन सूची रखें।

नियमित रूप से अवधि समाप्ति तिथि जांचें और आवश्यकता अनुसार सामग्री का भंडारण पूरा करें।

सामग्री के उपयोग पर नजर रखने और कमी से बचने के लिए भंडार निगरानी प्रणाली अपनाएँ।

प्रशिक्षण और रिफ्रेशर कोर्स

यह सुनिश्चित करें कि सभी प्रयोगशाला कर्मियों को SOPs, सुरक्षा प्रोटोकॉल और आपातकालीन प्रक्रियाओं का पर्याप्त प्रशिक्षण प्राप्त हो।

सभी को नवीनतम सुरक्षा अभ्यासों से अपडेट रखने के लिए समय-समय पर रिफ्रेशर कोर्स आयोजित किए जाएँ।

कार्यशालाओं और संगोष्ठी के माध्यम से निरंतर सीखने और व्यावसायिक विकास को बढ़ावा दें।

नियमित जाँच

बाहरी पदार्थों से होने वाले प्रदूषण से बचने के लिए कार्यस्थल साफ रखें।

उपकरण इस्तेमाल करने से पहले जाँच करें कि वे सही काम कर रहे हैं और निर्माता के निर्देशों का पालन करें।

रासायनिक और जैविक कचरे का निपटान संस्थागत नियमों के अनुसार करें।

नियमित रूप से सुरक्षा अभ्यास (ड्रिल) और रिफ्रेशर प्रशिक्षण सत्र आयोजित करें।

1.4 आपातकालीन प्रक्रियाएँ

स्पष्ट और लिखित आपातकालीन प्रक्रियाएँ होना घटनाओं को सही तरीके से संभालने और नुकसान कम करने के लिए जरूरी है।

आपातकालीन संपर्क जानकारी

- प्रयोगशाला में आपातकालीन फोन नंबर साफ-साफ दिखाएँ।
- सभी कर्मचारियों को पता होना चाहिए कि आपात स्थिति में किसे संपर्क करना है।
- अधिकारियों और संबंधित लोगों को सूचना देने के लिए एक संचार योजना बनाएं।

रसायन फैलने पर कार्रवाई

- रासायनिक, जैविक और अन्य खतरनाक रिसावों को संभालने के लिए एक रिसाव प्रतिक्रिया योजना तैयार करें और उसे लागू करें।
- प्रयोगशाला में रसायन रिसाव नियंत्रण किट उपलब्ध रखें और सभी कर्मचारियों को इसके उपयोग का प्रशिक्षण दें।
- रिसाव को रोकने और साफ करने के सही तरीके अपनाएँ ताकि नुकसान कम हो।

आग से सुरक्षा

- अग्निशामक यंत्र (फायर एक्सटिंग्विशर), धूम्र संसूचक और अग्नि चेतावनी यंत्र लगाएँ और उनकी देखभाल करें।
- समय-समय पर फायर ड्रिल (अभ्यास) करें और सभी को उपकरण चलाना सिखाएँ।
- आग से बचाव के लिए ज्वलनशील चीजों को सही तरीके से रखें और बिजली सुरक्षा का ध्यान रखें।

स्वास्थ्य संबंधी आपात स्थिति

- प्राथमिक उपचार किट हमेशा आसानी से उपलब्ध रखें और कर्मचारियों को प्राथमिक उपचार तथा CPR का प्रशिक्षण दें।
- चिकित्सीय आपात स्थितियों की सूचना देने और उन पर कार्रवाई करने के लिए उचित प्रक्रियाएँ निर्धारित करें।
- प्रयोगशाला के पास स्थित चिकित्सा सुविधाओं और आपातकालीन सेवाओं की सूची तैयार रखें।

आपातकालीन प्रक्रियाएँ

1

प्रयोगशाला में किसी दुर्घटना या चोट की स्थिति में अपनाई जाने वाली आपातकालीन प्रक्रिया की जानकारी रखें।

2

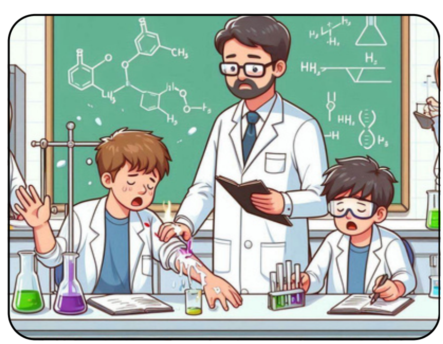
आईवॉश स्टेशन, सेफ्टी शावर, अग्निशामक यंत्र और प्राथमिक उपचार किट जैसे आपातकालीन उपकरणों के स्थान की जानकारी रखें।

3

सबसे नजदीकी फायर अलार्म और कम से कम दो बाहर निकलने के रास्तों की जानकारी रखें और उन्हें साफ-साफ दिखाई देने वाली जगह पर लगाएँ।

4

किसी भी दुर्घटना, चोट या असुरक्षित स्थिति की तुरंत जानकारी सुपरवाइजर को दें।



निष्कर्ष

SOPs का पालन करना, खतरों को समझना, नियमित काम सही तरीके से करना और आपात स्थिति के लिए तैयारी रखना एक सुरक्षित और अच्छी प्रयोगशाला के लिए जरूरी है। इस अध्याय के नियमों का पालन करने से कर्मचारी सुरक्षित और सही तरीके से काम कर सकते हैं, जिससे वैज्ञानिक अनुसंधान और समुद्री संवर्धन में सुधार होता है। इससे न केवल लोगों की सुरक्षा होती है, बल्कि काम की गुणवत्ता भी बेहतर होती है।

संदर्भ सूची

- नेशनल एकेडमीज़ ऑफ साइंसेज़, डिवीजन ऑन अर्थ एंड लाइफ स्टडीज़, बोर्ड ऑन केमिकल साइंसेज़, कमेटी ऑन केमिकल मैनेजमेंट टूलकिट एक्सपैंशन, एवं स्टैंडर्ड ऑपरेटिंग प्रोसीजर्स। (2016). केमिकल लेबोरेटरी सेफ्टी एंड सिक्योरिटी: ए गाइड टू डेवलपिंग स्टैंडर्ड ऑपरेटिंग प्रोसीजर्स।
- ओज़ार्दा, वाई., इचिहारा, के., बार्थ, जे. एच., क्ली, जी., एवं कमेटी ऑन रेफरेंस इंटरवल्स एंड डिसीजन लिमिट्स (C-RIDL), इंटरनेशनल फेडरेशन फॉर क्लिनिकल केमिस्ट्री एंड लेबोरेटरी मेडिसिन की ओर से। (2013). प्रोटोकॉल एंड स्टैंडर्ड ऑपरेटिंग प्रोसीजर्स फॉर कॉमन यूज़ इन ए वर्ल्डवाइड मल्टीसेंटर स्टडी ऑन रेफरेंस वैल्यूज़। क्लिनिकल केमिस्ट्री एंड लेबोरेटरी मेडिसिन, 51(5), 1027–1040।
- क्ज़ोस, एल. ए., स्टीवर्ट, ए. जे., विकर, एल. एफ., एवं लॉग्सडन, जी. एम. (1989). एनवायरनमेंटल साइंसेज़ डिवीजन टॉक्सिकोलॉजी लेबोरेटरी स्टैंडर्ड ऑपरेटिंग प्रोसीजर्स (संख्या ORNL/TM-11194)। ओक रिज नेशनल लैबोरेटरी (ORNL), ओक रिज, टेनेसी (संयुक्त राज्य)।
- विश्व स्वास्थ्य संगठन। (2011). लेबोरेटरी क्वालिटी मैनेजमेंट सिस्टम: हैंडबुक। विश्व स्वास्थ्य संगठन।

CHAPTER 2

भौतिक मापदंडों को मापने की विधियाँ

चिन्नादुरै एस., स्वाति लक्ष्मी पी.एस., सुरेश कुमार मोज्जाड़ा, प्राची सिद्धार्थ बागडे

2 विषय सूची

2.1 पानी के तापमान का मापन
2.2 जल पारदर्शिता का मापन
2.3 प्रकाश की तीव्रता का मापन

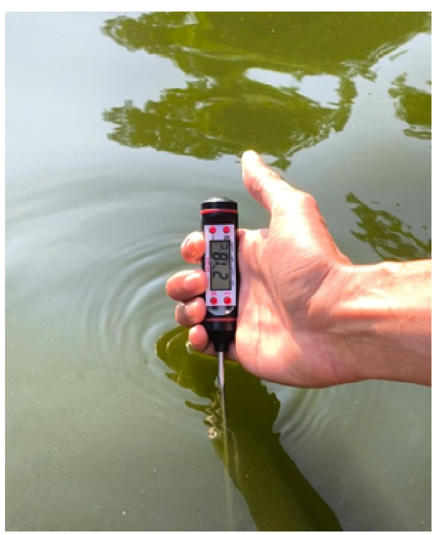
परिचय

भौतिक मापदंड पानी के ऐसे गुण होते हैं जिन्हें मापा जा सकता है और जो पानी की स्थिति और विशेषताओं को दर्शाते हैं। ये मापदंड पानी की गुणवत्ता और समुद्री संवर्धन जैसे जलीय वातावरण के लिए उसकी उपयुक्तता तय करने में बहुत महत्वपूर्ण हैं। इनकी निगरानी से जल निकायों की स्थिति और उनमें रहने वाले जीवों पर उनके प्रभाव को समझा जा सकता है।

तापमान, प्रकाश की तीव्रता और पारदर्शिता प्रमुख भौतिक मापदंड हैं। तापमान जलीय जीवों की वृद्धि, प्रजनन और ऑक्सीजन की उपलब्धता को प्रभावित करता है। पारदर्शिता पानी की साफ़-सफाई और प्रकाश के प्रवेश को दर्शाती है, जो पौधों के प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक है। प्रकाश की तीव्रता पौधों की वृद्धि के लिए ऊर्जा प्रदान करती है। इन मापदंडों का नियमित मापन और निगरानी समुद्री संवर्धन में बेहतर उत्पादन और स्वस्थ जलीय जीवन सुनिश्चित करती है।

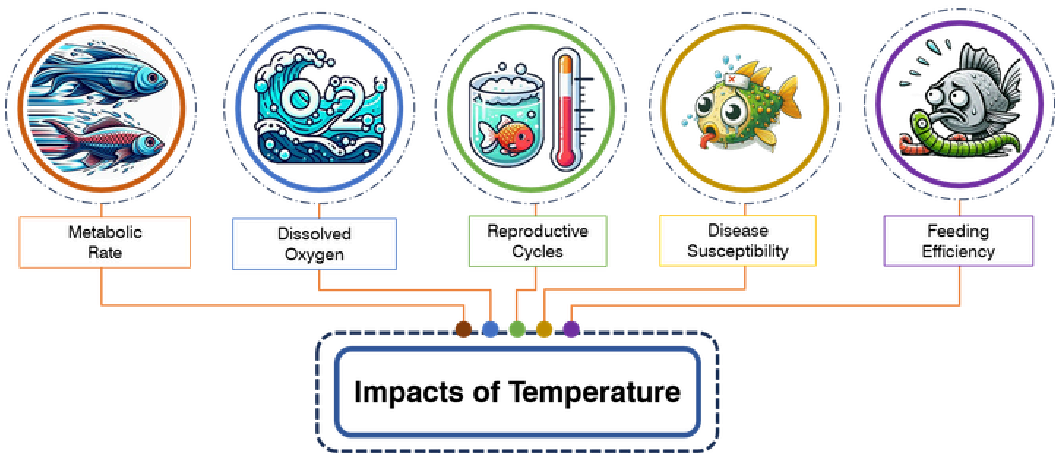
2.1 पानी के तापमान का मापन

तापमान जलीय वातावरण का एक महत्वपूर्ण भौतिक मापदंड है, जो समुद्री जीवों की शरीर की क्रिया दर, बढ़त, प्रजनन और कुल स्वास्थ्य को प्रभावित करता है। यह विभिन्न जैव-रासायनिक प्रक्रियाओं, घुलित ऑक्सीजन स्तर और कई प्रजातियों के प्रजनन चक्र को भी प्रभावित करता है। समुद्री संवर्धन प्रणालियों के सफल प्रबंधन के लिए तापमान की नियमित निगरानी और उपयुक्त स्तर बनाए रखना बहुत आवश्यक है।



समुद्री संवर्धन में तापमान कई चीजों को प्रभावित करता है:

- **शरीर की क्रिया दर:** ज्यादा तापमान से जीवों की शरीर की क्रिया तेज हो जाती है, जिससे उनकी वृद्धि और विकास प्रभावित होता है ।
- **ऑक्सीजन की मात्रा:** तापमान पानी में ऑक्सीजन की घुलनशीलता को बदलता है, जो जीवों के लिए जरूरी है।.
- **प्रजनन:** कई जीवों का प्रजनन तापमान पर निर्भर करता है।.
- **बीमारियाँ:** तापमान में बदलाव से जीव कमजोर हो सकते हैं और बीमारियाँ बढ़ सकती हैं।.
- **खाना खाने की क्षमता:** सही तापमान पर जीव अच्छा भोजन ग्रहण करते हैं और पोषक तत्व अच्छे से लेते हैं।



चित्र 2.1 तापमान परिवर्तन के प्रभाव (इन्फोग्राफिक)

सिद्धांत

जल तापमान का मापन इस सिद्धांत पर आधारित होता है कि आसपास के पानी का तापमान, तापमान मापने वाले उपकरण के साथ संतुलन में आ जाता है। यह उपकरण, जैसे थर्मामीटर या तापमान जांच-सूचक यंत्र, पानी के अणुओं की गतिज ऊर्जा (kinetic energy) को मापता है, जिसे तापमान के रूप में समझा जाता है। सटीक मापन के लिए आवश्यक है कि उपकरण पानी के साथ तापीय संतुलन में हो और बाहरी प्रभावों से मुक्त हो।

आवश्यक उपकरण

- **थर्मामीटर:** डिजिटल थर्मामीटर, मरकरी थर्मामीटर या अल्कोहल थर्मामीटर का उपयोग किया जा सकता है। अधिक सटीक मापन के लिए डेटा लॉगर के साथ तापमान जांच-सूचक यंत्र का उपयोग किया जा सकता है।
- **क्षेत्रीय कार्य पुस्तिका और कलम:** मापों और संबंधित विवरणों को दर्ज करने के लिए।

प्रक्रिया

01 अंशांकन

- सुनिश्चित करें कि थर्मामीटर या तापमान जांच-सूचक यंत्र को निर्माता के निर्देशों के अनुसार अंशांकित किया गया हो।

02 थर्मामीटर तैयार करना

- डिजिटल थर्मामीटर या तापमान जांच-सूचक यंत्र को चालू करें और सुनिश्चित करें कि वे सही तरीके से काम कर रहे हैं।
- पारा या अल्कोहल थर्मामीटर में किसी भी हवा के बुलबुले की जाँच करें और हल्के से थपथपाकर उन्हें निकाल दें।

03 थर्मामीटर को पानी में डालना

- थर्मामीटर या जांच-सूचक यंत्र को पानी में जरूरी गहराई तक डुबो दें। सतह के तापमान के लिए इसे पानी की सतह के थोड़ा नीचे रखें।
- अलग-अलग गहराई पर मापने के लिए वज़न वाली रस्सी या विशेष गहराई वाला थर्मामीटर उपयोग करें।

04 संतुलन प्राप्त करना

- थर्मामीटर या जांच-सूचक यंत्र को पानी के तापमान के साथ संतुलन में आने दें। इसमें कुछ मिनट लग सकते हैं।

05 तापमान देखना

- थर्मामीटर के स्केल या अंकीय प्रदर्शन स्क्रीन से तापमान देखें।
- डेटा लॉगर में जुड़े उपकरण से तापमान दर्ज करें।

06 आँकड़ों का अभिलेख रखना

- तापमान को फील्ड टिप्पणीबुक में तारीख, समय और जगह के साथ लिखें। इसके साथ मौसम, दिन का समय और पानी की गहराई जैसी जानकारी भी टिप्पणी करें।

07 पुनः मापन करना

- अच्छी निगरानी के लिए अलग-अलग समय और जगहों पर कई बार माप लें। इससे पानी में तापमान के बदलाव को समझा जा सकता है।

2.2 जल पारदर्शिता का मापन

पारदर्शिता (जिसे टर्बिडिटी भी कहा जाता है) समुद्री संवर्धन प्रणालियों में पानी की गुणवत्ता का एक महत्वपूर्ण संकेतक है। यह पानी की साफ़-सफाई को दर्शाती है और बताती है कि प्रकाश पानी में कितनी अच्छी तरह प्रवेश कर सकता है, जो जलीय वातावरण के स्वास्थ्य और उत्पादकता के लिए बहुत जरूरी है।

समुद्री संवर्धन में पारदर्शिता महत्वपूर्ण होती है क्योंकि यह कई जैविक और रासायनिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करती है। अधिक गंदलापन, जो निलंबित कणों, शैवाल या कार्बनिक पदार्थों के कारण होता है, प्रकाश के प्रवेश को कम कर देता है, जिससे प्रकाश संश्लेषण बाधित होता है और जलीय पौधों तथा प्लवक की वृद्धि प्रभावित होती है। इससे पानी में ऑक्सीजन की मात्रा कम हो सकती है, जो मछलियों और शेलफिश के स्वास्थ्य पर असर डालती है।

कम पारदर्शिता फिल्टर-फीडिंग जीवों की भोजन ग्रहण करने की क्षमता को भी प्रभावित करती है और रोगों के जोखिम को बढ़ा सकती है। उचित पारदर्शिता बनाए रखने से उत्पादन बेहतर होता है, शैवाल की अत्यधिक वृद्धि को रोका जा सकता है और जलीय पारिस्थितिकी संतुलित रहती है। नियमित निगरानी से पानी की गुणवत्ता को नियंत्रित रखा जा सकता है और टिकाऊ समुद्री संवर्धन सुनिश्चित किया जा सकता है।

सिद्धांत

सेच्ची डिस्क विधि पानी की पारदर्शिता को मापने के लिए उपयोग की जाती है। इसमें एक सफेद या काले-सफेद रंग की डिस्क को पानी में डुबोकर उस गहराई को देखा जाता है जहाँ वह दिखाई देना बंद हो जाती है और फिर से दिखाई देती है। यह डिस्क पानी में प्रकाश के प्रवेश को दर्शाती है। जैसे-जैसे डिस्क नीचे जाती है, पानी में मौजूद धुंधलापन या कणों के कारण वह अदृश्य हो जाती है। जिस गहराई पर यह गायब होती है और फिर से दिखाई देती है, उससे पानी की साफ़-सफाई का पता चलता है। इन दोनों गहराइयों का औसत लेकर सेच्ची गहराई (Secchi depth) निकाली जाती है, जिससे प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्याप्त प्रकाश वाली गहराई (euphotic zone) का अनुमान लगाया जाता है।

आवश्यक सामग्री

- रस्सी
- माप टेप

आवश्यक उपकरण

- सेच्ची डिस्क (Secchi disc) का निर्माण 1865 में एंजेलो सेच्ची द्वारा किया गया था। यह एक साधारण सफेद, गोलाकार डिस्क होती है जिसका व्यास 30 से.मी. होता है और इसका उपयोग पानी की पारदर्शिता या गंदलेपन को मापने के लिए किया जाता है।
- सेच्ची डिस्क की ऊपरी सतह को चार भागों में विभाजित किया जाता है, जिनमें बारी-बारी से काला और सफेद रंग किया जाता है। ऊपरी सतह के केंद्र में एक मजबूत संरचना होती है, जिससे एक मापांकित रस्सी जुड़ी होती है। निचली सतह के केंद्र में एक छोटा वजन लगाया जाता है, जिससे डिस्क को आवश्यक गहराई तक आसानी से डुबोया जा सके।

चित्र 2.2 सेच्ची डिस्क

प्रक्रिया

01 तैयारी

- सुनिश्चित करें कि सेच्ची डिस्क साफ और अच्छी स्थिति में हो। डिस्क को मापांकित रस्सी या मापने की टेप से जोड़ें, जिस पर मीटर और सेंटीमीटर के निशान हों ताकि गहराई का सही मापन हो सके।

02 स्थापना

- सेच्ची डिस्क को नाव या प्लेटफॉर्म के छाया वाले हिस्से से धीरे-धीरे पानी में डालें ताकि चमक और प्रतिबिंब न आएँ।
- इसे धीरे-धीरे नीचे करें ताकि पानी में लहरें न बनें और तल की मिट्टी न हिले।

03 निरीक्षण

- डिस्क को धीरे-धीरे नीचे करें जब तक वह सतह से दिखाई न दे। इस गहराई को "गायब होने की गहराई" (disappearance depth) लिखें। फिर डिस्क को धीरे-धीरे ऊपर उठाएँ जब तक वह फिर से दिखने न लगे। इस गहराई को "फिर से दिखाई देने की गहराई" (reappearance depth)लिखें ।

04 मापन

- सेच्ची गहराई उस गहराई का औसत होती है जहाँ डिस्क दिखाई देना बंद होती है और फिर से दिखाई देती है।
- सूत्र: सेच्ची गहराई = (गायब होने की गहराई + फिर से दिखाई देने की गहराई) / 2

05 आँकड़ों का अभिलेख रखना

- सेच्ची गहराई, तिथि, समय, मौसम की स्थिति तथा पानी की स्थिति (जैसे रंग, शैवाल की उपस्थिति, पारदर्शिता) का रिकॉर्ड रखें।

06 सफाई और व्यवस्था करना

- उपयोग के बाद सेच्ची डिस्क को साफ पानी से धोएँ और उसे ठीक से सुरक्षित रखें।

टिप्पणी

- सेच्ची डिस्क को पानी में सीधा नीचे उतारें ताकि पानी में हलचल न हो और सही माप मिल सके।
- ऐसा समय या स्थान चुनें जब पानी की सतह पर सूरज की चमक कम हो।
- यदि संभव हो तो कई लोग मिलकर मापन करें ताकि देखने में अंतर के कारण गलती न हो।

2.3 प्रकाश की तीव्रता का मापन

उचित प्रकाश तीव्रता पौधों की वृद्धि और विकास के लिए अत्यंत आवश्यक है। प्रकाश पौधों के लिए प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से ऊर्जा का प्रमुख स्रोत होता है। अपर्याप्त या अत्यधिक प्रकाश पौधों की वृद्धि को बाधित कर सकता है और फूल एवं फल उत्पादन को प्रभावित कर सकता है।

विभिन्न आवासों में प्रकाश स्तर का अध्ययन करके पौधों की वृद्धि के लिए उपयुक्त परिस्थितियाँ निर्धारित की जा सकती हैं। लक्स मीटर की सहायता से प्रकाश की उपलब्धता का आकलन कर यह समझा जा सकता है कि प्राकृतिक प्रकाश में परिवर्तन पौधों के स्वास्थ्य, उत्पादकता और वितरण को कैसे प्रभावित करता है। यह जानकारी आवास प्रबंधन, संरक्षण और कृषि रणनीतियों के लिए आवश्यक है।

सिद्धांत

लक्स मीटर द्वारा प्रकाश तीव्रता का मापन फोटोमेट्रिक सिद्धांत पर आधारित होता है। इसमें एक फोटो डिटेक्टर (आमतौर पर फोटोडायोड) होता है, जो प्रकाश पड़ने पर विद्युत धारा उत्पन्न करता है। इस धारा की मात्रा प्रकाश की तीव्रता के सीधे अनुपात में होती है। इस विद्युत धारा को बाद में वोल्टेज में बदला जाता है, जिसे मीटर प्रोसेस करके लक्स मान (lux value) के रूप में प्रदर्शित करता है।

प्रकाश की तीव्रता मापना

प्रकाशमानता(इल्युमिनेंस) वह माप है जिसका उपयोग किसी स्थान में प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए किया जाता है। इसे फुट-कैंडल या लक्स में व्यक्त किया जाता है, जो प्रति इकाई क्षेत्र पर पड़ने वाले प्रकाश (ल्यूमेन) की मात्रा को दर्शाता है।

प्रकाश तीव्रता को विशेष रूप से ल्यूमेन्स पर स्क्वायर फुट (फुटकैंडल्स) या ल्यूमेन्स पर स्क्वायर मीटर (लक्स) में मापा जाता है। ल्यूमेन्स (lm) वह इकाई है जिसका उपयोग दृश्य प्रकाश की मात्रा को मापने के लिए किया जाता है, जिसे मानव आँख देख सकती है।

तालिका 2.1 – अलग-अलग प्रकाश स्तर

श्रेणी	लक्स	फुटकैंडल्स
तेज़ गर्मी का दिन (ब्राइट समर डे)	100000	10000
पूरा दिन का प्रकाश (फुल डे लाइट)	10000	1000
बादलों से ढका दिन (ओवरकास्ट डे)	1000	100
संध्या काल (ट्वाइलाइट)	10	1
पूर्णिमा (फुल मून)	<1	<0.1

तालिका 2.2 – विभिन्न प्रकाश स्तर सीमाएँ

पौधों के प्रकार	लक्स
कम प्रकाश (लो लाइट) पौधे	500-2500
मध्यम प्रकाश (मीडियम लाइट) पौधे	2500-10000
तेज प्रकाश (ब्राइट लाइट) पौधे	10000-20000
अत्यधिक तेज प्रकाश (वेरी ब्राइट लाइट) पौधे	20000-50000

तालिका 2.3 – विभिन्न पौधों के लिए विभिन्न प्रकाश स्तर

पौधों के प्रकार	लक्स
ऐक्मिया फैशियाटा (ब्रॉमेलियाड)	807 से 1614
एन्थ्यूरियम sp.	807 से 1614
एस्पिडिस्ट्रा एलाटियर (कास्ट-आयरन प्लांट)	207से 807
बेगोनिया sp. (मेटालिका और रेक्स बास्केट को छोड़कर)	>10764
कैलाथिया sp.	807 से 1614
क्लोरोफाइटम एलाटम (स्पाइडर प्लांट)	1614 से 10764
कॉर्डिलाइन फ्रूटिकोस	807 से 1614
युच्यूमा sp.	6000
कप्पाफाइकस अल्वारेज़ी	333 से 1000
नेफ्रोलेपिस कॉर्डिफोलिया	807 से 1614
सैनसेवेरिया sp. (स्नेक प्लांट या मदर-इन-लॉज़ टंग)	270 से 807

प्रकाश प्रयोगों में लाइट मीटर (इल्युमिनेंस मीटर या लक्स मीटर) का उपयोग किसी क्षेत्र में प्रकाश की मात्रा मापने के लिए किया जाता है। यह उपयोग में आसान और आसानी से ले जाने योग्य होता है।
इसमें एक संवेदी यंत्र होता है जो प्रकाश को पहचानकर उसकी मात्रा दिखाता है। लक्स मीटर का एक फायदा यह है कि इसे सही माप के लिए कैलिब्रेट किया जा सकता है। इसे सामान्यतः CIE मानक इल्यूमिनेंट A के अनुसार सेट किया जाता है।

आवश्यक सामग्री

- लक्स मीटर
- आंकड़ा अभिलेखन उपकरण
- मापने की टेप (माप फीता)
- बिजली का स्रोत

प्रक्रिया

01 कैलिब्रेशन

- सुनिश्चित करें कि लक्स मीटर को निर्माता के निर्देशों के अनुसार सही तरीके से कैलिब्रेट किया गया हो।

02 चैंबर में मौजूद परिवेशी प्रकाश मापें।

- ऊष्मायन कक्ष वाले कमरे की सभी लाइटें बंद कर दें।
- लाइट मीटर को चालू करें और रीडिंग को स्थिर होने दें। जब रीडिंग स्थिर हो जाए, तो मीटर पर दिखने वाले लक्स मान को रिकॉर्ड करें। यह मान बेसलाइन मापन होगा, जो परिवेशी प्रकाश स्तर को दर्शाता है।
- बेसलाइन रिकॉर्ड करने के बाद प्रयोग शुरू करें और सुनिश्चित करें कि पूरे प्रयोग के दौरान लाइटें बंद रहें।

03 लाइटें चालू करके माप लें।

- ऊष्मायन कक्ष में सुनिश्चित करें कि लाइट मीटर नए मान को अभिलेख करने के लिए सही तरीके से सेट किया गया हो। मापन लेने से पहले प्रकाश को उसकी पूर्ण तीव्रता तक पहुँचने दें और धैर्य रखें।
- लाइट मीटर को चालू करें और आंकड़ा स्थिर होने दें। जब रीडिंग स्थिर हो जाए, तो मीटर पर दिखने वाला लक्स मान रिकॉर्ड करें।

04 अंतरात्मक रीडिंग टिप्पणी करें।

- परिवेशी प्रकाश स्तर को प्रकाशित (illuminated) स्तर से घटाएँ ताकि अंतरात्मक मापन प्राप्त हो सके। यह मान मौजूदा प्रकाश स्रोतों (luminaires) द्वारा उत्पन्न प्रकाश की मात्रा को दर्शाता है।
- यदि मापन के दौरान कमरे की लाइटें चालू हों, तो ऊष्मायन कक्ष में मापे गए प्रकाश मान से इस सुधार को घटा दें।

स्रोत: www.sigmainstruments.com

चित्र 2.3 लक्स मीटर

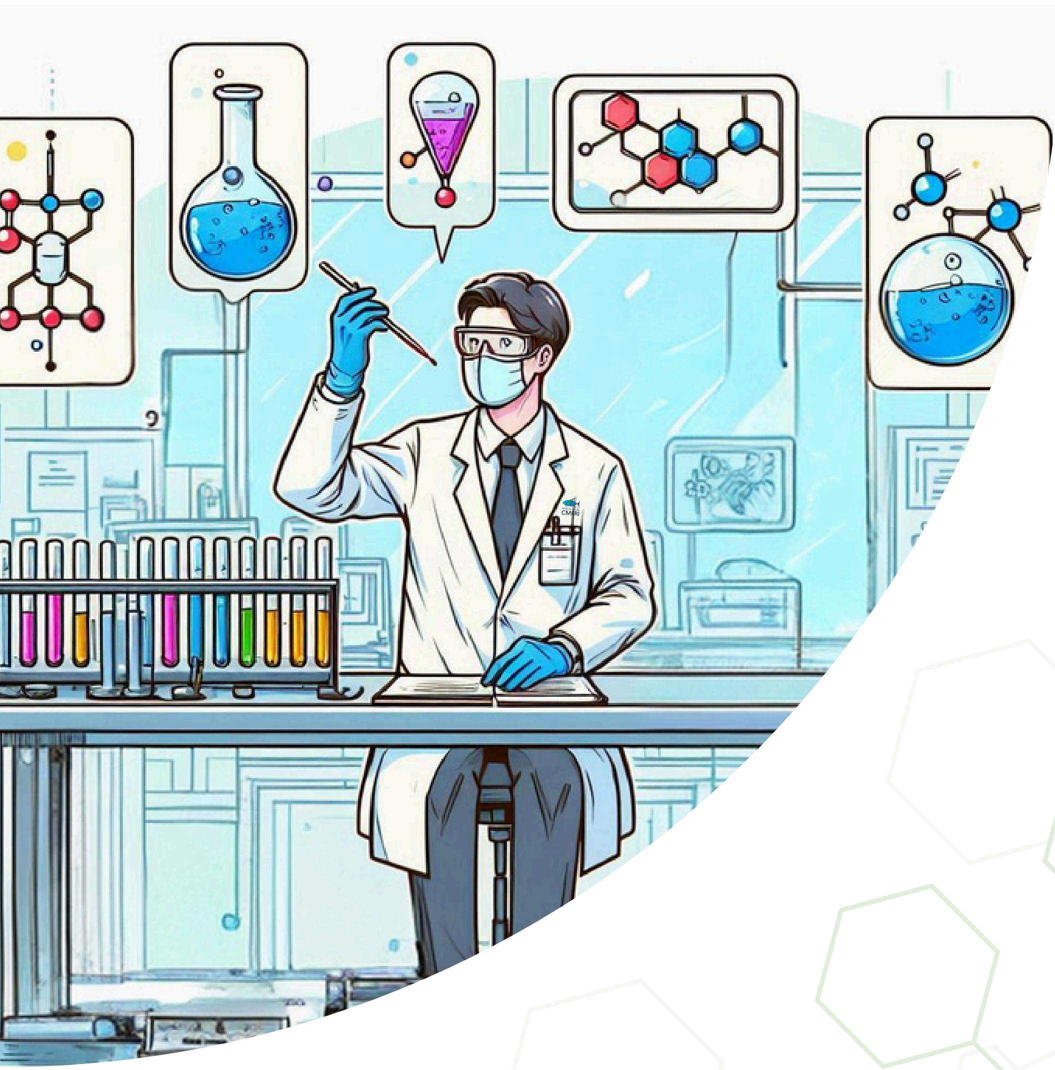
टिप्पणी

- लक्स मीटर का उपयोग करने से पहले यह सुनिश्चित करें कि वह सही तरीके से अंशांकन (कैलिब्रेट) किया गया हो।
- मापन के लिए संवेदी यंत्र को आवश्यक स्थान और सही कोण पर रखें।
- सभी मापों में प्रकाश स्रोत और संवेदी यंत्र के बीच समान दूरी बनाए रखें।
- प्रतिबिंबित सतहों का ध्यान रखें, क्योंकि वे संवेदी यंत्र तक पहुँचने वाले प्रकाश को प्रभावित कर सकती हैं।
- सटीकता और विश्वसनीयता के लिए कई बार माप लें।

संदर्भ सूची

- शाह, सी. आर. (2017). पानी की गुणवत्ता निर्धारित करने वाले भौतिक, रासायनिक और जैविक मापदंड। सॉलिड लिक्विड रिसोर्स मैनेजमेंट इन स्मार्ट सिटीज़।
- रहमानियन, एन., अली, एस. एच. बी., होमायूनफर्द, एम., अली, एन. जे., रेहान, एम., सादेफ, वाई., एवं निज़ामी, ए. एस. (2015). मलेशिया के पेराक राज्य में पेयजल गुणवत्ता के मूल्यांकन हेतु भौतिक-रासायनिक मापदंडों का विश्लेषण। जर्नल ऑफ केमिस्ट्री, 2015(1), 716125।
- ब्रुसो, एम. एल., वॉकर, डी. बी., एवं फिट्ज़सिमन्स, के. (2019). पानी की भौतिक-रासायनिक विशेषताएँ। एनवायरनमेंटल एंड पॉल्यूशन साइंस (पृ. 23–45)। एकेडमिक प्रेस।
- गॉर्डे, एस. पी., एवं जाधव, एम. वी. (2013). जल गुणवत्ता मापदंडों का आकलन: एक समीक्षा। जे. इंजीनियरिंग रिसर्च एंड एप्लिकेशन, 3(6), 2029–2035।
- अरोड़ा, पी. (2018). पानी की भौतिक, रासायनिक और जैविक विशेषताएँ (ई-कंटेंट मॉड्यूल)। सेंट्रल यूनिवर्सिटी ऑफ पंजाब, 2017, 1–16।
- सिग्मा इंस्ट्रूमेंट्स. डिजिटल लक्स मीटर (50000 लक्स तक) https://www.sigmainstruments.com/digital-lux-meter-sigma-upto- 50000-lux-p-14.html

CHAPTER 3



रासायनिक मापदंडों के परीक्षण की विधियाँ

सुरेश कुमार मोज्जाड़ा, चिन्नादुराई एस., प्राची सिद्धार्थ बागड़े, आरशा सुब्रमणियन

3 विषय सूची

3.1 pH का आकलन

3.2 लवणता (Salinity) का आकलन

3.3 क्षारीयता (Alkalinity) का आकलन

3.4 घुलित ऑक्सीजन का आकलन

3.5 जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) का मापन

3.6 रासायनिक ऑक्सीजन मांग (Chemical Oxygen Demand –COD) का मापन

3.7 कार्बनिक कार्बन (Organic Carbon) का आकलन

परिचय

रासायनिक मापदंड ऐसे आवश्यक मापदंड हैं जो जलीय पर्यावरण में जल की गुणवत्ता एवं संरचना के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते हैं। समुद्री संवर्धन में, समुद्री जीवों के स्वास्थ्य और वृद्धि के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ बनाए रखने हेतु रासायनिक मापदंडों का विश्लेषण अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह अध्याय समुद्री संवर्धन प्रणालियों में जल गुणवत्ता के आकलन एवं प्रबंधन हेतु विभिन्न महत्वपूर्ण रासायनिक मापदंडों पर प्रकाश डालता है।

इन मापदंडों की समझ और नियमित निगरानी यह सुनिश्चित करने में सहायता करती है कि जलीय पर्यावरण संवर्धित जीवों की शारीरिक आवश्यकताओं के अनुकूल बना रहे। रासायनिक मापदंडों में परिवर्तन चयापचय प्रक्रियाओं, पोषक तत्वों की उपलब्धता तथा समग्र पारिस्थितिकी तंत्र की स्थिरता को प्रभावित कर सकता है। इसलिए, इन मापदंडों का नियमित और सटीक विश्लेषण समुद्री संवर्धन संचालन के प्रभावी प्रबंधन एवं सततता के लिए आवश्यक है।

इस अध्याय में चर्चा किए गए प्रमुख रासायनिक मापदंडों में pH, लवणता (Salinity), क्षारीयता (Alkalinity), घुलित ऑक्सीजन (DO), जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD), रासायनिक ऑक्सीजन मांग (COD) तथा कार्बनिक कार्बन शामिल हैं। इनमें से प्रत्येक पैरामीटर समुद्री जीवन के लिए जल की उपयुक्तता निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इनका सटीक मापन एवं नियंत्रण संवर्धित जीवों में तनाव, रोग एवं मृत्यु दर को रोकने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

इन रासायनिक मापदंडों का व्यवस्थित मूल्यांकन करके समुद्री संवर्धन प्रबंधक जल गुणवत्ता में सुधार, वृद्धि परिस्थितियों का अनुकूलन तथा समुद्री संवर्धन प्रणालियों की समग्र उत्पादकता बढ़ाने हेतु सूचित प्रबंधन रणनीतियाँ लागू कर सकते हैं।

3.1 pH का आकलन

pH एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है जो जल की अम्लता या क्षारीयता को मापता है और हाइड्रोजन आयनों की मात्रा को दर्शाता है। समुद्री संवर्धन में इसका नियमित मापन जरूरी है क्योंकि यह जलीय जीवों की वृद्धि, प्रजनन और स्वास्थ्य को प्रभावित करता है। सही pH स्तर पोषक तत्वों की उपलब्धता और जैविक प्रक्रियाओं को संतुलित रखता है। सामान्यतः समुद्री संवर्धन के लिए pH 7.5 से 8.5 के बीच उपयुक्त माना जाता है। इस सीमा से बाहर जाने पर जीवों में तनाव, धीमी वृद्धि और रोगों का खतरा बढ़ सकता है। इसलिए pH की नियमित निगरानी आवश्यक है।

सिद्धांत

पीएच (pH) का निर्धारण वाटर सैंपल में पीएच मीटर (pH meter) की सहायता से किया जाता है, जिसमें पीएच-संवेदी इलेक्ट्रोड तथा संदर्भ इलेक्ट्रोड के बीच उत्पन्न विभवांतर (पोटेंशियल डिफरेंस) को मापा जाता है। यह डिफरेंस हाइड्रोजन आयन कंसंट्रेशन से संबंधित होता है तथा इसे पीएच मान में परिवर्तित किया जाता है। पीएच मीटर को स्टैंडर्ड बफर सॉल्यूशन से सेट किया जाता है और फिर सैंपल का पीएच सीधे डिस्प्ले से पढ़ा जाता है।

नमूना संग्रहण

सटीक pH मापन के लिए जल नमूनों को स्वच्छ एवं अम्ल से धुले (acid-washed) पात्रों में एकत्र किया जाना चाहिए ताकि संदूषण से बचा जा सके। वायु के प्रवेश को रोकने के लिए न्यूनतम हेडस्पेस वाले पात्र का उपयोग करें, क्योंकि यह pH को प्रभावित कर सकता है। प्रतिनिधि नमूना लेने के लिए पात्र को जल सतह के नीचे डुबोकर भरें। प्रत्येक नमूने पर नमूना स्थान, तिथि तथा गहराई जैसी आवश्यक जानकारी लेबल करें। नमूनों को शीघ्रता से प्रयोगशाला तक पहुँचाएँ तथा विश्वसनीय pH परिणामों के लिए उन्हें अत्यधिक तापमान के संपर्क से बचाएँ।

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker)
- आसुत जल से भरी वॉश बोतल
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)

आवश्यक उपकरण

- पीएच मीटर (pH meter): पीएच मीटर एक महत्वपूर्ण वैज्ञानिक उपकरण है जिसका उपयोग किसी विलयन की अम्लता (acidity) या क्षारीयता (alkalinity) को मापने के लिए किया जाता है। यह सटीक एवं विश्वसनीय पीएच मान प्रदान करता है, जो रसायन विज्ञान, जीवविज्ञान, पर्यावरण विज्ञान तथा समुद्री संवर्धन जैसे विभिन्न क्षेत्रों में अत्यंत आवश्यक है।
- पीएच मीटर में एक जांच-सूचक यंत्र होता है जो विलयन में हाइड्रोजन आयन गतिविधि को मापता है तथा एक मीटर होता है जो पीएच मान को प्रदर्शित करता है। सटीक पीएच मापन जैविक प्रक्रियाओं के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ बनाए रखने, समुद्री संवर्धन में जलीय जीवों के स्वास्थ्य एवं उत्पादकता सुनिश्चित करने तथा पर्यावरणीय अध्ययन में जल गुणवत्ता की निगरानी के लिए आवश्यक है।
- पीएच मीटर का नियमित कैलिब्रेशन एवं उचित रखरखाव सटीक एवं स्थिर परिणाम प्राप्त करने के लिए आवश्यक है, जिससे यह प्रयोगशाला एवं क्षेत्र दोनों में एक अनिवार्य उपकरण बन जाता है।

चित्र 3.1 डिजिटल pH मीटर

प्रक्रिया

01 अनुक्रमण (कैलिब्रेशन)

- pH मीटर को चालू करें और यदि निर्माता द्वारा आवश्यक हो तो उसे वार्म अप होने दें।
- pH जांच-सूचक यंत्र को आसुत जल से धोएँ और संदूषण से बचाने के लिए इसे शोषक कागज़ या लिंट-फ्री कपड़े से हल्के से सुखाएँ।
- जांच-सूचक यंत्र को pH 7.0 बफर विलयन में डुबोएँ। रीडिंग स्थिर होने तक प्रतीक्षा करें, फिर कैलिब्रेशन नॉब या बटन की सहायता से मीटर को ठीक 7.0 pH पर समायोजित करें।
- जांच-सूचक यंत्र को पुनः आसुत जल से धोकर सुखाएँ।
- यदि दो- या तीन-बिंदु कैलिब्रेशन आवश्यक हो, तो pH 4.0 और pH 10.0 बफर विलयनों के साथ भी इसी प्रक्रिया को दोहराएँ। प्रत्येक विलयन के बीच हमेशा जांच-सूचक यंत्र को धोकर सुखाएँ।

02 नमूना मापन

- जांच-सूचक यंत्र को आसुत जल से धोएँ और उसे हल्के से सुखाएँ।
- जांच-सूचक यंत्र को नमूना जल में डुबोएँ। सटीक मापन के लिए सुनिश्चित करें कि नमूना अच्छी तरह मिला हुआ हो तथा उसका तापमान समान हो।
- आंकड़ा स्थिर होने तक प्रतीक्षा करें। यह प्रक्रिया मीटर के अनुसार कुछ सेकंड से लेकर एक मिनट तक लग सकती है।
- मीटर पर प्रदर्शित pH मान को दर्ज करें।

03 मापन के बाद की देखभाल

- जांच-सूचक यंत्र को आसुत जल से धोएँ और उसे हल्के से सुखाएँ। जांच-सूचक यंत्र को निर्माता के निर्देशानुसार संग्रहित करें, सामान्यतः इसे संरक्षण विलयन में या सुरक्षात्मक कैप लगाकर रखा जाता है ताकि इलेक्ट्रोड नम (आर्द्र) बना रहे।

टिप्पणी

- यह ध्यान देना महत्वपूर्ण है कि हाइड्रोजन आयन गतिविधि (प्रोटॉन) का औसत लिया जा सकता है और इसे पुनः pH में परिवर्तित किया जा सकता है।
- सटीकता सुनिश्चित करने के लिए प्रत्येक उपयोग से पहले मानक बफर विलयनों का उपयोग करके pH मीटर का अंशांकन करें।
- उपयोग से पहले निर्माता के निर्देशानुसार pH इलेक्ट्रोड को ठीक से साफ करें और कंडीशन करें। यदि इलेक्ट्रोड को सूखी अवस्था में संग्रहित किया गया हो, तो सुनिश्चित करें कि वह हाइड्रेटेड (आर्द्र) हो।
- pH आंकड़ा तापमान पर निर्भर होती है। यह सुनिश्चित करने के लिए कि नमूना और बफर विलयन समान तापमान पर हैं, तापमान जांच-सूचक यंत्र का उपयोग करें।
- इलेक्ट्रोड को नमूने में डुबोने के बाद pH मीटर की रीडिंग स्थिर होने के लिए पर्याप्त समय दें।

अन्य विधियाँ

टाइट्रेशन

टाइट्रेशन एक शास्त्रीय मात्रात्मक तकनीक है, जिसका उपयोग किसी अम्लीय या क्षारीय विलयन की सांद्रता निर्धारित करने के लिए किया जाता है। अम्ल-क्षार टाइट्रेशन में, ज्ञात सांद्रता वाला विलयन (टाइट्रेंट) धीरे-धीरे अज्ञात सांद्रता वाले विलयन (एनालाइट) में मिलाया जाता है, जब तक कि अभिक्रिया समतुल्य बिंदु तक नहीं पहुँच जाती, जिसे सामान्यतः उपयुक्त संकेतक द्वारा रंग परिवर्तन से पहचाना जाता है।
इस बिंदु तक पहुँचने के लिए आवश्यक टाइट्रेंट की मात्रा का उपयोग एनालाइट की सांद्रता की गणना के लिए किया जाता है। गणना निम्न सूत्र द्वारा की जाती है:

$$C_{analyte} = \frac{C_{titrant} \times V_{titrant}}{V_{analyte}}$$

जहाँ, C सांद्रता (concentration) तथा V आयतन (volume) को दर्शाता है। यह विधि सटीक एवं विश्वसनीय pH मापन प्रदान करती है, लेकिन यह अधिक समय लेने वाली होती है तथा इसमें सावधानीपूर्वक तकनीक की आवश्यकता होती है।

pH परीक्षण पट्टियाँ

pH परीक्षण पट्टियाँ pH मापन की एक सरल एवं सुलभ विधि हैं। इन परीक्षण पट्टियाँ में pH-संवेदनशील डाई (रंग) लगे होते हैं, जो विलयन की अम्लीयता या क्षारीयता के अनुसार रंग बदलते हैं। इस रंग परिवर्तन की तुलना एक मानक pH रंग चार्ट से की जाती है और इसके आधार पर pH मान का अनुमान लगाया जाता है।
यद्यपि pH परीक्षण पट्टियाँ त्वरित परिणाम एवं उपयोग में सरलता प्रदान करती हैं, लेकिन ये इलेक्ट्रॉनिक विधियों की तुलना में कम सटीक होती हैं तथा अम्ल या क्षार की प्रबलता के बारे में जानकारी प्रदान नहीं करती हैं।

बहु-परिमापी परीक्षण किट एवं pH जांच-सूचक यंत्र

बहु-परिमापी जांच-सूचक यंत्र एक उन्नत उपकरण है जो इलेक्ट्रोडों के संयोजन द्वारा pH का मापन करता है। ग्लास इलेक्ट्रोड नमूने में उपस्थित हाइड्रोजन आयनों के साथ क्रिया करता है, जबकि रेफरेंस इलेक्ट्रोड एक स्थिर विद्युत विभव बनाए रखता है। इन दोनों इलेक्ट्रोडों के बीच उत्पन्न विद्युत विभव का अंतर, जो ग्लास मेम्ब्रेन के पार pH के अंतर के कारण होता है, मापा जाता है और इसे pH मान में परिवर्तित किया जाता है। यह विधि उच्च सटीकता प्रदान करती है तथा सतत निगरानी के लिए उपयोगी होती है, जिससे यह विभिन्न जलीय पर्यावरणों में वास्तविक समय pH विश्लेषण हेतु उपयुक्त है। इसी प्रकार, pH जांच-सूचक यंत्र भी इसी सिद्धांत पर कार्य करता है, जिसमें ग्लास इलेक्ट्रोड एवं रेफरेंस इलेक्ट्रोड का उपयोग कर नमूने में हाइड्रोजन आयन सांद्रता का निर्धारण किया जाता है। pH जांच-सूचक यंत्र का उपयोग सामान्यतः आकस्मिक जाँच मापन के लिए किया जाता है और यह अत्यंत सुगम्य (पोर्टेबल) होता है, जिससे यह क्षेत्रीय कार्य के लिए उपयुक्त है, जहाँ त्वरित एवं सटीक pH मापन आवश्यक होता है। बहु-परिमापी जांच-सूचक यंत्र एवं pH जांच-सूचक यंत्र दोनों ही pH स्तर के विश्वसनीय एवं प्रभावी आकलन के साधन हैं, जो जलीय प्रणालियों के स्वास्थ्य एवं स्थिरता को बनाए रखने के लिए आवश्यक हैं।

चित्र 3.2 (a) pH आकलन हेतु बहु-परिमापी परीक्षण किट, (b) pH जांच-सूचक यंत्र

3.2 लवणता (Salinity) का आकलन

लवणता (Salinity), जिसे इस प्रकार परिभाषित किया जाता है "एक किलोग्राम समुद्री जल में घुले हुए ठोस पदार्थों की कुल मात्रा (ग्राम में), जब सभी कार्बोनेट को ऑक्साइड में परिवर्तित कर दिया जाए, ब्रोमीन और आयोडीन को क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाए तथा सभी कार्बनिक पदार्थ पूर्ण रूप से ऑक्सीकृत कर दिए जाएँ" समुद्री विज्ञान में एक मौलिक पैरामीटर है। यह समुद्री जल में घुले हुए लवणों, मुख्यतः सोडियम क्लोराइड, की सांद्रता को दर्शाता है।

लवणता का सटीक मापन समुद्री जल के गुणों को समझने के लिए आवश्यक है, क्योंकि यह जल के घनत्व, स्तरीकरण तथा समुद्री जीवों के वितरण को प्रभावित करता है। समुद्री संवर्धन में, संवर्धित प्रजातियों के स्वास्थ्य, वृद्धि एवं उत्पादकता के लिए उपयुक्त लवणता स्तर बनाए रखना अत्यंत आवश्यक होता है। लवणता में परिवर्तन ऑस्मोटिक तनाव उत्पन्न कर सकता है, चयापचय कार्यों को बाधित कर सकता है तथा जीवों की उत्तरजीविता दर को प्रभावित कर सकता है, जिससे जलकृषि प्रणालियों में सटीक लवणता निगरानी एवं प्रबंधन की आवश्यकता स्पष्ट होती है।

सिद्धांत

समुद्री जल विश्लेषण में क्लोराइड, ब्रोमाइड और आयोडाइड जैसे हैलोजन यौगिकों का टाइट्रेशन सिल्वर नाइट्रेट द्वारा किया जाता है, जिसमें पोटैशियम क्रोमेट को संकेतक के रूप में उपयोग किया जाता है। जब सिल्वर नाइट्रेट को समुद्री जल नमूने में मिलाया जाता है, तो यह हैलोजन आयनों के साथ अभिक्रिया कर अघुलनशील सिल्वर हैलाइड बनाता है, फ्लोराइड को छोड़कर। यह अभिक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक सभी हैलाइड आयन सिल्वर हैलाइड के रूप में अवक्षेपित नहीं हो जाते। हैलाइड आयनों के अवक्षेपण के बाद, अतिरिक्त सिल्वर आयन पोटैशियम क्रोमेट के साथ अभिक्रिया करते हैं और सिल्वर क्रोमेट का लाल अवक्षेप बनता है। हल्के लाल रंग का प्रकट होना टाइट्रेशन के अंत को दर्शाता है। इस एंडपॉइंट तक पहुँचने के लिए आवश्यक सिल्वर नाइट्रेट की मात्रा कुल हैलोजन सामग्री को दर्शाती है, जिससे समुद्री जल की क्लोरिनिटी का सटीक मापन होता है। इसके बाद, मानक रूपांतरण गुणांक के आधार पर क्लोरिनिटी से लवणता की गणना की जाती है।

नमूना संग्रहण

सटीक लवणता मापन के लिए समुद्री जल के नमूने स्वच्छ एवं अम्ल-धुलित (acid-washed) पात्र में एकत्र करें। पात्र को जल सतह के नीचे डुबोकर भरें ताकि किसी प्रकार का संदूषण न हो। प्रत्येक नमूने पर संग्रह स्थान, तिथि एवं गहराई जैसी आवश्यक जानकारी स्पष्ट रूप से अंकित करें। नमूनों को ठंडी एवं अंधेरी जगह पर संग्रहित करें तथा शीघ्रता से प्रयोगशाला में पहुँचाएँ ताकि उनकी गुणवत्ता और लवणता विश्लेषण की सटीकता बनी रहे।

आवश्यक सामग्री

- मापक नली (ब्यूरेट) एवं स्टैंड
- कोनिकल फ्लास्क (250 मि.ली.) – 1 संख्या
- माप सिलेंडर (50 मि.ली.) – 1 संख्या

- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 1 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक अभिकर्मक

- सिल्वर नाइट्रेट विलयन: 37.11 ग्राम जी.आर./रिएक्टिव ग्रेड सिल्वर नाइट्रेट को 1 लीटर आसुत जल में घोला जाता है।
- पोटैशियम क्रोमेट विलयन: 8 ग्राम नमक को 100 मि.ली. आसुत जल में घोला जाता है।

प्रक्रिया

01 नमूना तैयार करना

- तरल मापक नली की सहायता से समुद्री जल नमूने का एक निश्चित आयतन (उदा. 50 मि.ली.) मापकर टाइट्रेशन फ्लास्क में स्थानांतरित करें।

02 सूचक (इंडिकेटर) का मिलाना

- फ्लास्क में स्थित जल नमूने में पोटैशियम क्रोमेट (K_2CrO_4) संकेतक की कुछ बूंदें मिलाएँ। संकेतक के कारण नमूना पीले रंग में परिवर्तित हो जाएगा।

03 टाइट्रेशन

- ब्यूरेट को सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) के मानक विलयन से भरें।
- ब्यूरेट से सिल्वर नाइट्रेट विलयन को धीरे-धीरे जल नमूने में मिलाएँ तथा फ्लास्क को लगातार घुमाते रहें।
- टाइट्रेशन को तब तक जारी रखें जब तक स्थायी लाल-भूरे रंग का अवक्षेप (सिल्वर क्रोमेट, Ag_2CrO_4) न बन जाए। यह टाइट्रेशन के अंतिम बिंदु को दर्शाता है।

04 गणना

- एंडपॉइंट तक लगे सिल्वर नाइट्रेट का आयतन टिप्पणी करें।
- नमूने में क्लोराइड आयन (Cl^-) की मात्रा इस सूत्र से निकाली जा सकती है:

$$\text{Salinity } (Cl^- \text{ in g/L}) = \frac{\text{Volume of AgNO}_3 \times Molarity\ of\ \text{AgNO}_3 \times 35.45}{Volume\ \ of\ sample\ in\ L}$$

- क्लोराइड सांद्रता को एक गुणांक (सामान्यतः 1.805) से गुणा करके इसे लवणता (कुल घुले हुए लवण) में परिवर्तित करें।

टिप्पणी

- समरूप नमूना उपयोग करना आवश्यक है, सामान्यतः 50 मि.ली., ताकि आयनिक सांद्रता स्थिर बनी रहे और एंडपॉइंट प्राप्त करने की स्थिति समान रहे।
- विलयन का pH 7–8 के बीच होना चाहिए क्योंकि कम pH पर क्रोमेट आयन प्रोटॉनित होकर क्रोमिक अम्ल रूप में परिवर्तित हो जाता है, जिससे क्रोमेट आयन की सांद्रता घट जाती है और समतुल्य बिंदु पर अवक्षेप (precipitate) नहीं बन पाता।
- पर्याप्त मात्रा में संकेतक का उपयोग करना आवश्यक है, अन्यथा एंडपॉइंट समय से पहले प्राप्त हो सकता है जिससे परिणामों की सटीकता प्रभावित होती है।
- संकेतक के रंग परिवर्तन (पीला से ईंट-लाल) को सावधानीपूर्वक देखा जाए तथा सही परिणाम हेतु ट्यूब को अच्छी तरह हिलाया जाए।
- प्रयोग की सटीकता सुनिश्चित करने हेतु कम से कम तीन रीडिंग लेना आवश्यक है।

वैकल्पिक विधियाँ

अपवर्तनमापी (Refractometer)

रिफ्रैक्टोमीटर एक प्रकाशीय उपकरण है जिसका उपयोग किसी द्रव के अपवर्तनांक (refractive index) को मापने के लिए किया जाता है, जिसे सांद्रता या लवणता जैसे गुणों से संबंधित किया जा सकता है।
इसका सिद्धांत स्नेल के नियम (Snell's Law) पर आधारित है, जिसके अनुसार प्रकाश जब एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है तो उसकी गति में परिवर्तन के कारण उसका कोण बदल जाता है।
रिफ्रैक्टोमीटर में प्रकाश की किरण को नमूना द्रव से होकर गुजारा जाता है और प्रकाश के मुड़ने (अपवर्तन) की मात्रा को मापा जाता है। यह अपवर्तन घुले हुए पदार्थों की सांद्रता से संबंधित होता है।

चित्र 3.3 अपवर्तनमापी (रिफ्रैक्टोमीटर)

रिफ्रैक्टोमीटर का उपयोग कैसे करें?

01 रिफ्रैक्टोमीटर को समय-समय पर कैलिब्रेट करें। इसके लिए आसुत जल का उपयोग करें और इसे 0 पर सेट करें ताकि सही माप मिल सके।

02 रिफ्रैक्टोमीटर के प्रिज्म पर नमूने की कुछ बूंदें रखें और ढक्कन बंद कर दें ताकि द्रव अच्छी तरह फैल जाए।

03 आईपीस से देखें और प्रकाश का पैटर्न टिप्पणी करें तथा स्केल पर अपवर्तनांक (Refractive Index) या सांद्रता(Concentration) पढ़ें।

04 स्केल द्वारा दर्शाई गई रीडिंग को टिप्पणी करें।

05 प्रिज्म और कवर प्लेट को नरम, बिना रेशे वाले कपड़े से साफ करें और अवशेष हटा दें।

चालकता मीटर एवं मल्टीपैरामीटर किट

एक चालकता मीटर एक सटीक उपकरण है जिसका उपयोग किसी विलयन की विद्युत चालकता (electrical conductivity) को मापने के लिए किया जाता है, जो सीधे उसकी लवणता (salinity) से संबंधित होती है। यह उपकरण विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित करके उसकी चालकता को मापता है, जो घुले हुए लवणों की सांद्रता बढ़ने के साथ बढ़ती है।

यह विधि लवणता के स्तर का त्वरित एवं सटीक आकलन करने में सहायक होती है, इसलिए यह जलीय पर्यावरण की निगरानी के लिए अत्यंत आवश्यक है।

लवणता मापन हेतु विशेष रूप से डिज़ाइन की गई बहु-परिमापी परीक्षण किट में चालकता और सैलिनिटी संवेदी यंत्र एक ही उपकरण में सम्मिलित होते हैं, जिससे लवणता के साथ-साथ अन्य संबंधित माप भी प्राप्त किए जा सकते हैं।

ऐसी किट्स जल की स्थिति का विस्तृत मूल्यांकन करने में उपयोगी होती हैं तथा जलीय जीवों के स्वास्थ्य और उत्पादकता के लिए आवश्यक लवणता स्तर की सटीक एवं निरंतर निगरानी सुनिश्चित करती हैं।

चित्र 3.4 चालकता मीटर

3.3 क्षारीयता (Alkalinity) का आकलन

जल में उपस्थित क्षारीयता (Alkalinity) मुख्यतः लवणों से उत्पन्न होती है, जिनमें कार्बोनेट, बाइकार्बोनेट, फॉस्फेट, नाइट्रेट, बोरेट, सिलिकेट तथा मुक्त अवस्था में उपस्थित हाइड्रॉक्सिल आयन शामिल हैं। हालाँकि अधिकांश जल निकायों में क्षारीयता का प्रमुख योगदान कार्बोनेट एवं बाइकार्बोनेट आयनों द्वारा होता है, जबकि अन्य आयनों की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है। समुद्री संवर्धन में संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य एवं वृद्धि के लिए उपयुक्त क्षारीयता स्तर बनाए रखना अत्यंत आवश्यक है। क्षारीयता जल के pH स्थिरता को प्रभावित करती है, जो आगे चलकर जलीय जीवों की चयापचयी प्रक्रियाओं को प्रभावित करती है। अत्यधिक या अत्यल्प क्षारीयता तनाव, वृद्धि में बाधा तथा मृत्यु दर में वृद्धि का कारण बन सकती है। इसलिए समुद्री संवर्धन प्रणालियों में क्षारीयता का नियमित निगरानी अत्यंत आवश्यक है।

सिद्धांत

कुल क्षारीयता (Total Alkalinity), कार्बोनेट्स एवं बाइकार्बोनेट्स का निर्धारण जल नमूने का प्रबल अम्ल जैसे HCl या H_2SO_4 के साथ टाइट्रेशन करके किया जा सकता है।
प्रारंभ में नमूने को pH 8.3 तक फिनोल्फ्थेलीन (Phenolphthalein) संकेतक का उपयोग करते हुए टाइट्रेट किया जाता है, जो सभी हाइड्रॉक्सिल एवं कार्बोनेट आयनों के उदासीनीकरण पर विलयन को रंगहीन कर देता है। इस प्रथम टाइट्रेशन से फिनोल्फ्थेलीन क्षारीयता (P) प्राप्त होती है। इसके बाद टाइट्रेशन को pH 4.2 से 5.4 तक मिथाइल ऑरेंज या मिश्रित संकेतक का उपयोग करते हुए जारी रखा जाता है, जिसमें विलयन का रंग हल्का गुलाबी या लाल हो जाता है। यह द्वितीय एंडपॉइंट कुल क्षारीयता (T) को दर्शाता है।
इन टाइट्रेशन मानों के आधार पर जल नमूने में उपस्थित कार्बोनेट, बाइकार्बोनेट एवं हाइड्रॉक्सिल आयनों की गणना की जाती है। कुल क्षारीयता को प्रयुक्त अम्ल के आयतन के आधार पर मि.ग्रा./लीटर $CaCO_3$ के रूप में व्यक्त किया जाता है।

नमूना लेना

नमूनों को संदूषण से बचाने के लिए स्वच्छ, अम्ल-धुलित (acid-washed) बोतलों का उपयोग करें। बोतल को स्रोत जल से तीन बार धोएँ, फिर उसे पानी की सतह के नीचे डुबोकर भरें ताकि कोई वायु बुलबुले न रहें। बोतल को अच्छी तरह सील करें और उस पर नमूना संग्रह स्थान, तिथि एवं समय जैसी आवश्यक जानकारी अंकित करें। नमूनों को ठंडी एवं अंधेरी परिस्थितियों में संग्रहित करें तथा शीघ्रता से प्रयोगशाला में पहुँचाएँ। सही हैंडलिंग और समय पर विश्लेषण क्षारीयता के सटीक परिणाम प्राप्त करने के लिए आवश्यक हैं।

आवश्यक सामग्री

- माप सिलेंडर (250 मि.ली.) – 1 संख्या
- मापक काँच पात्र (Beaker) – 2 संख्या
- मापक नली (ब्यूरेट) एवं स्टैंड– 1 संख्या
- कोनिकल फ्लास्क – 1 संख्या
- तरल मापक नली – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 4 संख्या
- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 1 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक अभिकर्मक

- **0.1 N हाइड्रोक्लोरिक अम्ल**

1. 1 N HCl तैयार करना: सान्द्र 12 N हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (विशिष्ट गुरुत्व 1.18) को 12 गुना पतला किया जाता है। उदाहरण के लिए, 8.34 मि.ली. 12 N HCl को लेकर आसुत जल मिलाकर आयतन 100 मि.ली. तक बनाया जाता है।
2. 0.1 N HCl तैयार करना: 1 N HCl को और पतला करते हुए 100 मि.ली. घोल को लेकर उसमें आसुत जल मिलाकर कुल आयतन 1000 मि.ली. तक किया जाता है।
3. मानकीकरण (Standardization): 0.1 N HCl विलयन का मानकीकरण मानक सोडियम कार्बोनेट विलयन द्वारा किया जाता है।

- **मिथाइल ऑरेंज संकेतक (Methyl Orange Indicator)**

1. 0.5 ग्राम मिथाइल ऑरेंज पाउडर को आसुत जल में घोलें।
2. विलयन का आयतन बढ़ाकर 100 मि.ली. तक करें।
3. तैयार विलयन को अंधेरे स्थान पर संग्रहित करें।

- **फिनोल्फ्थलीन संकेतक (Phenolphthalein Indicator)**

1. 5 ग्राम फिनोल्फ्थलीन को 500 मि.ली. इथेनॉल (Ethanol) में घोलें।
2. इसके बाद 500 मि.ली. आसुत जल मिलाएँ।
3. फिर 0.02 N सोडियम हाइड्रॉक्साइड को बूंद-बूंद करके मिलाएँ जब तक विलयन हल्का गुलाबी रंग न प्राप्त कर ले।

- **सोडियम थायोसल्फेट (0.1 N)**

1. 25 ग्राम सोडियम थायोसल्फेट को 1 लीटर आसुत जल में घोलें।

- **सोडियम कार्बोनेट (0.1 N)**

1. 5.3 ग्राम सोडियम कार्बोनेट (जिसे लगभग 250°C पर 4 घंटे तक पहले सुखाया गया हो) को आसुत जल में घोलें।
2. विलयन का आयतन बढ़ाकर 1 लीटर तक करें।

प्रक्रिया

01 तैयारी

- तरल मापक नली की सहायता से नमूने के 100 मि.ली. को एक स्वच्छशंकु आकार का फ्लास्क में स्थानांतरित करें।

02 क्लोरीन हटाना

- टाइट्रेशन में हस्तक्षेप कर सकने वाले अवशिष्ट क्लोरीन को हटाने के लिए नमूने में 1 बूंद सोडियम थायोसल्फेट मिलाएँ। यह चरण क्लोरीन द्वारा टाइट्रेंट के साथ प्रतिक्रिया को रोककर क्षारीयता के सटीक मापन को सुनिश्चित करता है।

03 फिनोल्फ्थलीन मिलाना

- 2 बूंद फिनोल्फ्थलीन संकेतक (Phenolphthalein Indicator) मिलाएँ। यदि pH 8.3 से अधिक है, तो विलयन गुलाबी हो जाएगा, जो हाइड्रॉक्साइड एवं कार्बोनेट क्षारीयता की उपस्थिति को दर्शाता है

04 पहला टाइट्रेशन

- ब्यूरेट से मानक हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा नमूने का टाइट्रेशन करें जब तक गुलाबी रंग समाप्त न हो जाए। यह हाइड्रॉक्साइड एवं कार्बोनेट आयनों से संबंधित क्षारीयता को दर्शाता है। प्रयुक्त हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का आयतन (V_1) दर्ज करें।

05 मिथाइल ऑरेंज मिलाना

- गुलाबी रंग समाप्त होने के बाद 2 बूंद मिथाइल ऑरेंज संकेतक (Methyl Orange Indicator) मिलाएँ।

06 दूसरा टाइट्रेशन

- हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ टाइट्रेशन तब तक जारी रखें जब तक रंग पीले से नारंगी में परिवर्तित न हो जाए। यह बाइकार्बोनेट क्षारीयता के अंतिम बिंदु को दर्शाता है। उपयोग किए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का कुल आयतन (V_2) दर्ज करें।

06 गणना करना

1) फिनोल्फ्थलीन क्षारीयता (P) मि.ग्रा./लीटर $CaCO_3$ में =

$$Phenolphthalein\ alkalinity(P)\ as\ \frac{mg}{L}CaCO_3 = \frac{(V_1 * Normality\ of\ HCL) * 1000 * 50}{mL\ of\ Sample}$$

2) कुल क्षारीयता (T) मि.ग्रा./लीटर $CaCO_3$ में =

$$Total\ alkalinity(T)\ as\ \frac{mg}{L}CaCO_3 = \frac{(V_2 * Normality\ of\ HCL) * 1000 * 50}{mL\ of\ Sample}$$

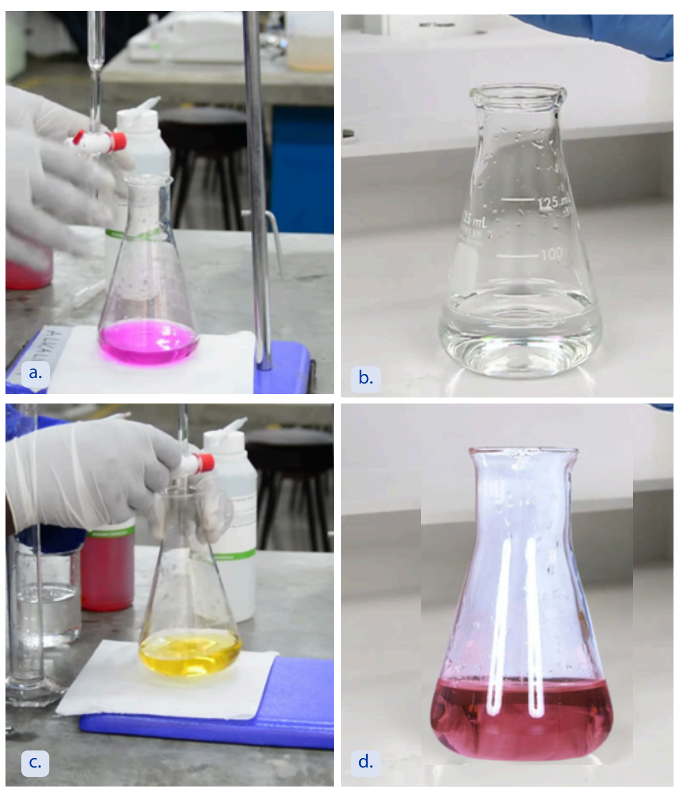
जहाँ,

V_1 = केवल फिनोल्फ्थलीन के साथ प्रयुक्त HCl कामि.ली.

V_2 = फिनोल्फ्थलीन एवं मिथाइल ऑरेंज दोनों के साथ प्रयुक्त कुल HCl कामि.ली.

P = फिनोल्फ्थलीन क्षारीयता

T = कुल क्षारीयता



चित्र 3.5 क. फिनोल्फ्थलीन संकेतक मिलाने के बाद नमूना ख. प्रथम टाइट्रेशन के बाद नमूना ग. मिथाइल ऑरेंज संकेतक मिलाने के बाद नमूना घ. अंतिम टाइट्रेशन के बाद नमूना

टिप्पणी

- संकेतक विलयन को खुला न छोड़ें क्योंकि इसमें अल्कोहल होता है जो वाष्पित हो सकता है।
- डाई युक्त मिश्रित संकेतक विलयन को त्वचा पर गिरने से बचाएँ।
- यदि यह त्वचा पर गिर जाए, तो उसका दाग 2–3 दिनों तक रह सकता है।

3.4 घुलित ऑक्सीजन का आकलन

घुलित ऑक्सीजन (डिज़ॉल्व्ड ऑक्सीजन, डी.ओ.) वह ऑक्सीजन की मात्रा है जो जल में उपस्थित होती है और जैविक उपयोग के लिए उपलब्ध रहती है। यह जलीय पर्यावरण का एक अत्यंत महत्वपूर्ण पैरामीटर है, जो मछलियों, अकशेरुकी जीवों एवं सूक्ष्मजीवों के श्वसन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

डी.ओ. विभिन्न शारीरिक एवं चयापचयी प्रक्रियाओं जैसे श्वसन, पोषक चक्रण तथा अपशिष्ट अपघटन के लिए आवश्यक होता है। समुद्री संवर्धन में संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य एवं वृद्धि के लिए पर्याप्त डी.ओ. स्तर बनाए रखना अत्यंत आवश्यक है। कम डी.ओ. स्तर हाइपॉक्सिया (ऑक्सीजन की कमी की स्थिति) उत्पन्न कर सकता है, जिससे जलीय जीवों में तनाव एवं मृत्यु हो सकती है, जबकि उपयुक्त डी.ओ. स्तर अधिकतम वृद्धि एवं उत्पादन क्षमता सुनिश्चित करता है। विंकलर विधि एक पारंपरिक टाइट्रिमेट्रिक तकनीक है, जिसका उपयोग जल में घुलित ऑक्सीजन (डी.ओ.) की सांद्रता के निर्धारण हेतु किया जाता है।

नमूना संग्रहण

विंकलर विधि द्वारा घुलित ऑक्सीजन के सटीक मापन हेतु नमूना संग्रहण सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए ताकि घुलित ऑक्सीजन की मात्रा सुरक्षित रहे।

नमूनों को स्वच्छ एवं वायुरुद्ध बोतलों में एकत्र करें ताकि वायुमंडल के संपर्क से ऑक्सीजन स्तर में परिवर्तन न हो। बोतलों को भरते समय किसी भी प्रकार के वायु बुलबुले न बनने दें। इसके तुरंत बाद विंकलर अभिकर्मक ए एवं बी मिलाकर नमूने में उपस्थित ऑक्सीजन को स्थिर किया जाता है। यह स्थिरीकरण सुनिश्चित करता है कि घुलित ऑक्सीजन प्रयोगशाला में विश्लेषण तक सुरक्षित बनी रहे। सटीक परिणामों के लिए उचित हैंडलिंग एवं त्वरित स्थिरीकरण अत्यंत आवश्यक है।

सिद्धांत

विंकलर विधि (Winkler Method)

विंकलर विधि, जिसे विंकलर टाइट्रेशन भी कहा जाता है, इस सिद्धांत पर आधारित है कि नमूने में उपस्थित घुलित ऑक्सीजन, मैंग्रस (Mn^{2+}) यौगिक को ऑक्सीकृत करके मैंगनीज़ डाइऑक्साइड/टेट्रावैलेन्ट अवस्था का यौगिक बनाती है।
इसके बाद जब इस टेट्रावैलेन्ट यौगिक वाले विलयन को अम्लीय (acidified) किया जाता है, तो पोटैशियम आयोडाइड के ऑक्सीकरण के कारण मुक्त आयोडीन (I_2) उत्पन्न होता है। मुक्त आयोडीन की मात्रा सीधे नमूने में उपस्थित घुलित ऑक्सीजन के समानुपाती होती है, जिसे आगे सोडियम थायोसल्फेट के मानक विलयन द्वारा टाइट्रेशन करके मापा जाता है।

प्रारंभिक अभिक्रिया:

$$MnSO_4 + 2KOH \rightarrow Mn(OH)_2 + K_2SO_4$$

सफेद अवक्षेप (white precipitate) यह दर्शाता है कि नमूने में घुलित ऑक्सीजन बहुत कम है।
जबकि भूरा अवक्षेप (brown precipitate) घुलित ऑक्सीजन की उपस्थिति को दर्शाता है, जो मैंगनस हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया करके मैंगैनिक ऑक्साइड बनाता है।

$$2Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2MnO(OH)_2$$

अम्लीकरण के बाद:
अम्ल मिलाने पर यह अवक्षेप घुलकर मैंगैनिक सल्फेट बनाता है:

$$MnO(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Mn(SO_4)_2 + 3H_2O$$

आयोडीन का निर्माण:
यह यौगिक तुरंत पोटैशियम आयोडाइड के साथ अभिक्रिया करता है और आयोडीन मुक्त करता है:

$$Mn(SO_4)_2 + 2KI \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + I_2$$

उत्पन्न आयोडीन की मात्रा नमूने में उपस्थित घुलित ऑक्सीजन के बराबर होती है। इसे सोडियम थायोसल्फेट के मानक विलयन से टाइट्रेशन द्वारा मापा जाता है, जिसमें स्टार्च इंडिकेटर के रूप में उपयोग किया जाता है।
अंतिम टाइट्रेशन अभिक्रिया:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) – 1 संख्या
- मापक काँच नली (ब्यूरेट) एवं स्टैंड – 1 संख्या
- शंकु आकार का फ्लास्क (250 मि.ली.) – 1 संख्या
- डी.ओ. बोतल – 4 संख्या
- माप सिलेंडर (10 मि.ली., 50 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 2 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक अभिकर्मक

- **विंक्लर विलयन A (Winkler Solution A):**

1. 36 ग्राम विश्लेषणात्मक ग्रेड मैंगनस सल्फेट मोनोहाइड्रेट ($MnSO_4 \cdot H_2O$) को आसुत जल में घोलें तथा आयतन को 100 मि.ली. तक समायोजित करें।

- **विंकलर विलयन B:**

1. 100 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलें।
2. इसके बाद 27 ग्राम पोटैशियम आयोडाइड को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलकर दोनों विलयनों को मिला दें। इस प्रक्रिया के दौरान अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है।इस विधि में प्रयुक्त सोडियम हाइड्रॉक्साइड एवं पोटैशियम आयोडाइड दोनों विश्लेषणात्मक अभिकर्मक (Analytical Reagent grade) होने चाहिए।

- **मानक थायोसल्फेट विलयन (0.025 N):**

1. 6.205 ग्राम सोडियम थायोसल्फेट को 1 लीटर आसुत जल में घोलें।

- **स्टार्च संकेतक (Starch Indicator)**

1. 1 ग्राम स्टार्च पाउडर को थोड़ी मात्रा में ठंडे आसुत जल में घोलकर चिकना पेस्ट बनाएं।
2. इस पेस्ट को लगातार हिलाते हुए उबलते आसुत जल में धीरे-धीरे गर्म करें, जब तक यह साफ और गाढ़ा न हो जाए।
3. विलयन को कमरे के तापमान तक ठंडा होने दें।
4. स्टार्च विलयन को गहरे रंग की बोतल में संग्रहित करें, क्योंकि प्रकाश के कारण यह खराब हो सकता है।

प्रक्रिया

01 नमूना लेना

- पानी के नमूने को बी.ओ.डी. बोतल में एकत्र करें, यह सुनिश्चित करते हुए कि कोई वायु बुलबुले न रहें। बोतल को पूर्ण रूप से भरें और उसे स्टॉपर से अच्छी तरह बंद करें।

02 विंक्लर रसायन डालना

- नमूने में 1–2 मि.ली. विंक्लर A और 1–2 मि.ली. विंक्लर B डालें। धीरे से मिलाएँ। भूरा या पीला अवक्षेप बन सकता है। (तैयारी विधि रसायन अनुभाग में दी गई है।)

03 सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाना

- नमूने में 1–2 मि.ली. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) मिलाएँ ताकि अवक्षेप घुल जाए और आयोडीन मुक्त हो जाए।

04 थायोसल्फेट से टाइट्रेशन करना

- मानक सोडियम थायोसल्फेट से टाइट्रेशन करें जब तक आयोडीन का रंग हल्का न हो जाए। (तैयारी विधि रसायन अनुभाग में दी गई है।)

05 स्टार्च इंडिकेटर डालना

- नमूने में स्टार्च संकेतक विलयन की कुछ बूंदें मिलाएँ। यदि आयोडीन उपस्थित है, तो विलयन नीले रंग में परिवर्तित हो जाएगा।

06 टाइट्रेशन जारी रखना

- टाइट्रेशन को तब तक जारी रखें जब तक नीला रंग समाप्त न हो जाए, जो यह दर्शाता है कि सभी आयोडीन प्रतिक्रिया कर चुके हैं।

07 DO की गणना करना

- सोडियम थायोसल्फेट के उपयोग किए गए आयतन को दर्ज करें तथा इस आयतन और नमूने के आयतन के आधार पर विलेयित ऑक्सीजन (DO) की सांद्रता की गणना करें।

गणना सूत्र (Calculation Formula)

$$DO = \frac{(V_{std} - V_{sample}) \times N_{std} \times 8000}{V_{sample}}$$

V (std) = ब्लैंक टाइट्रेशन में प्रयुक्त सोडियम थायोसल्फेट विलयन का आयतन (mL)
V (sample) = नमूने के लिए प्रयुक्त सोडियम थायोसल्फेट विलयन का आयतन (mL)
N (std) = सोडियम थायोसल्फेट विलयन की सामान्यता (Normality, N)
8000 = परिणाम को मि.ग्रा./लीटर में परिवर्तित करने हेतु नियतांक (Constant)

चित्र 3.6 सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल (Conc. Sulfuric Acid) मिलाने के बाद जल नमूने में अवक्षेप (Precipitate) का निर्माण

चित्र 3.7 टाइट्रेशन के दौरान क्रमिक रंग परिवर्तन

टिप्पणी

- अच्छी गुणवत्ता वाले रसायनों, खासकर मैंगनस सल्फेट और पोटैशियम आयोडाइड का उपयोग करें ताकि सही परिणाम मिल सकें।
- मानकीकृत घोल और सही इंडिकेटर का उपयोग करके सटीक टाइट्रेशन करें ताकि घुलित ऑक्सीजन की मात्रा सही मापी जा सके।
- पूरी प्रक्रिया के दौरान तापमान स्थिर रखें, खासकर आयोडोमेट्रिक टाइट्रेशन में, ताकि गलती न हो।
- साफ कांच के बर्तन इस्तेमाल करें और हवा के संपर्क से बचें ताकि नमूना दूषित न हो।

विकल्प विधि

बहु-पैरामीटर जांच-सूचक यंत्र द्वारा घुलित ऑक्सीजन (D.O.) का मापन:

बहु-पैरामीटर जांच-सूचक यंत्र घुलित ऑक्सीजन (D.O.) को इलेक्ट्रोकेमिकल या ऑप्टिकल सेंसिंग सिद्धांत पर मापता है।इलेक्ट्रोकेमिकल विधि में, एक ऑक्सीजन-पारगम्य झिल्ली (membrane) कैथोड और एनोड को ढकती है, जो इलेक्ट्रोलाइट में डूबे होते हैं। ऑक्सीजन इस झिल्ली से होकर फैलती है और कैथोड पर अपचय के माध्यम से एक विद्युत धारा उत्पन्न करती है, जो ऑक्सीजन की सांद्रता के समानुपाती होती है। ऑप्टिकल विधि में, जांच-सूचक यंत्र में एक ल्यूमिनेसेंट डाई होता है, जो उत्तेजित होने पर प्रकाश उत्सर्जित करता है। ऑक्सीजन अणु इस ल्यूमिनेसेंस को कम कर देते हैं और उत्सर्जित प्रकाश की तीव्रता में कमी को मापकर घुलित ऑक्सीजन की सांद्रता निर्धारित की जाती है।

3.5 जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) का मापन

जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) जल गुणवत्ता का एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है, जो एक निश्चित अवधि में जल में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों के अपघटन के दौरान सूक्ष्मजीवों द्वारा उपभोग की गई ऑक्सीजन की मात्रा को मापता है। यह कार्बनिक प्रदूषण का एक महत्वपूर्ण संकेतक है, जहाँ अधिक BOD मान अधिक कार्बनिक पदार्थों और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र पर संभावित तनाव को दर्शाते हैं।

उच्च BOD स्तर जल में घुलित ऑक्सीजन की मात्रा को कम कर सकते हैं, जिससे जलीय जीवन पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। समुद्री संवर्धन में, जहाँ जल गुणवत्ता का उचित स्तर बनाए रखना अत्यंत आवश्यक है, BOD का मापन बहुत महत्वपूर्ण होता है।अधिक BOD मान प्रायः चारे के अपशिष्ट और चयापचय उप-उत्पादों के कारण होता है, जो ऑक्सीजन की कमी उत्पन्न कर सकता है और जलीय जीवों को तनाव या क्षति पहुँचा सकता है।

BOD का प्रभावी प्रबंधन घुलित ऑक्सीजन को पर्याप्त स्तर पर बनाए रखता है, जिससे समुद्री जीवों के लिए स्वस्थ वातावरण सुनिश्चित होता है तथा एक्वाकल्चर प्रणाली की उत्पादकता और स्थिरता बढ़ती है। BOD की नियमित निगरानी और नियंत्रण से कार्बनिक प्रदूषण के जोखिम को कम किया जा सकता है और एक संतुलित तथा समृद्ध जलीय पारिस्थितिकी तंत्र को बढ़ावा दिया जा सकता है।

सिद्धांत

जैविक ऑक्सीजन मांग (Biological Oxygen Demand - BOD) का सिद्धांत
जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) परीक्षण का सिद्धांत इस पर आधारित है कि एक निश्चित समय अवधि में जल नमूने में उपस्थित सूक्ष्मजीवों द्वारा कार्बनिक पदार्थों के अपघटन के दौरान उपयोग की गई ऑक्सीजन की मात्रा को मापा जाता है।
यह प्रक्रिया प्राकृतिक रूप से होती है, जिसमें सूक्ष्मजीव कार्बनिक प्रदूषकों का विघटन करते हैं, जिससे जल में घुलित ऑक्सीजन (DO) का स्तर कम हो जाता है।

ऊष्मायन (incubation) से पहले और बाद में ऑक्सीजन की सांद्रता में अंतर को मापकर BOD निर्धारित किया जाता है, जो कार्बनिक प्रदूषण की मात्रा को दर्शाता है। BOD का उच्च मान अधिक कार्बनिक पदार्थ तथा अधिक सूक्ष्मजीवी गतिविधि की संभावना को दर्शाता है।

जैव-अवक्रमण (Biodegradation) की सरल अभिक्रियाएँ:

कार्बनिक पदार्थ + O_2 + सूक्ष्मजीव → CO_2 + H_2O + नए सूक्ष्मजीवी कोशिकाएँ
अमोनिया + O_2 + सूक्ष्मजीव → NO_3 + H_2O + नए सूक्ष्मजीवी कोशिकाएँ

नमूना संग्रहण

जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) के सटीक मापन के लिए जल नमूनों का संग्रहण और संरक्षण सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए। संदूषण से बचने के लिए स्वच्छ और अप्रतिक्रियाशील कांच या प्लास्टिक की बोतलों का उपयोग करें।

नमूने जल निकाय के प्रतिनिधि स्थानों से लिए जाने चाहिए, जहाँ पानी अच्छी तरह मिश्रित हो और सतही परत या तलछट का प्रभाव न हो। बोतलों को पूरी तरह भरें ताकि हवा के संपर्क को न्यूनतम किया जा सके, जिससे ऑक्सीजन स्तर में परिवर्तन न हो।

बोतलों को तुरंत बंद करें और उन्हें ठंडी एवं अंधेरी जगह पर संग्रहित करें। नमूनों को संग्रह के कुछ ही घंटों के भीतर प्रयोगशाला में पहुँचाना चाहिए ताकि उनकी गुणवत्ता बनी रहे और विश्वसनीय BOD परिणाम प्राप्त हों।

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) – 1 संख्या
- बी.ओ.डी. बोतलें (300 मि.ली.) – 6 संख्या
- मापक काँच नली (ब्यूरेट) एवं स्टैंड – 1 संख्या
- शंकु आकार का फ्लास्क (250 मि.ली.) – 1 संख्या
- डी.ओ. बोतल – 4 संख्या
- माप सिलेंडर (10 मि.ली. एवं 50 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 2 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक उपकरण

- जैव रासायनिक ऑक्सीजन मांग (BOD) इन्क्यूबेटर

आवश्यक अभिकर्मक

- **विंक्लर विलयन A**

1. 36 ग्राम विश्लेषणात्मक अभिकर्मक ग्रेड मैंगनस सल्फेट मोनोहाइड्रेट ($MnSO_4 \cdot H_2O$) को आसुत जल में घोलें तथा आयतन को 100 मि.ली. तक समायोजित करें।

- **विंक्लर विलयन B**

1. 100 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलें।
2. 27 ग्राम पोटैशियम आयोडाइड को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलें तथा दोनों विलयनों को मिलाएँ।इस प्रक्रिया में अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है। इस विधि में प्रयुक्त सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा पोटैशियम आयोडाइड दोनों विश्लेषणात्मक अभिकर्मक ग्रेड (Analytical Reagent Grade) के होने चाहिए।

- **मानक थायोसल्फेट विलयन (0.025 N)**

1. 6.205 ग्राम सोडियम थायोसल्फेट को 1 लीटर आसुत जल में घोलें।

- **स्टार्च संकेतक (Starch Indicator)**

1. 1 ग्राम स्टार्च पाउडर को थोड़ी मात्रा में ठंडे आसुत जल में घोलकर चिकना पेस्ट बनाएं।
2. इस पेस्ट को उबलते हुए आसुत जल में धीरे-धीरे गर्म करें तथा लगातार हिलाते रहें जब तक यह पारदर्शी होकर गाढ़ा न हो जाए।
3. विलयन को कमरे के तापमान तक ठंडा होने दें।
4. तैयार स्टार्च विलयन को अंधेरी बोतल में संग्रहित करें, क्योंकि प्रकाश में यह विघटित हो सकता है।

प्रक्रिया

01 BOD घोल तैयार करना

- तीन BOD बोतलें तैयार करें और निम्नलिखित नमूना आयतन स्थानांतरित करें तथा उन्हें 300 मि.ली. के निशान तक तनुकरण जल से भरें:
- 5 मि.ली. नमूना
- 15 मि.ली. नमूना
- 20 मि.ली. नमूना

02 दो सेट नमूने बनाना

- उपरोक्त प्रत्येक तनुकरण का एक सेट तैयार करें, जिससे दिन 0 पर प्रारंभिक विलेयित ऑक्सीजन (DO) का मापन किया जा सके।
- उपरोक्त प्रत्येक तनुकरण का दूसरा सेट तैयार करें और उसे BOD इन्क्यूबेटर में रखा जाए।

03 प्रारंभिक विलेयित ऑक्सीजन (Initial DO) का मापन

- दिन 0 DO विश्लेषण सेट के लिए, प्रारंभिक विलेयित ऑक्सीजन (DO) का मापन विंक्लर विधि (Winkler Method) द्वारा पूर्व में वर्णित प्रक्रिया के अनुसार करें।

04 नमूनों को इन्क्यूबेट करना

- उष्मायन (इनक्यूबेशन)सेट की BOD बोतलों को BOD इन्क्यूबेटर में रखें।
- नमूनों को 20°C पर 5 दिनों तक इनक्यूबेट करें।

05 5 दिनों के बाद विलेयित ऑक्सीजन (DO) का माप

- 5 दिन की उष्मायन (इनक्यूबेशन) अवधि के पश्चात, इनक्यूबेट किए गए नमूनों में विलेयित ऑक्सीजन (DO) का मापन विंक्लर विधि (Winkler Method) द्वारा करें।

06 डेटा दर्ज करना

- प्रत्येक नमूना तनुकरण के लिए प्रारंभिक एवं अंतिम विलेयित ऑक्सीजन (DO) की सांद्रता दर्ज करें।
- प्रारंभिक और अंतिम DO के अंतर के आधार पर BOD की गणना करें।

तालिका 3.1 – डेटा रिकॉर्डिंग प्रारूप

नमूना आयतन (mL)	प्रारंभिक DO (मि.ग्रा./लीटर)	अंतिम DO (मि.ग्रा./लीटर)	तनुकरण कारक (Dilution Factor)	BOD (मि.ग्रा./लीटर) = (प्रारंभिक DO – अंतिम DO) × तनुकरण गुणांक
5			60	
15			20	
20			15	

नमूना गणना

मान लें:

- 5 मि.ली. नमूने के लिए प्रारंभिक DO = 8.0 मि.ग्रा./लीटर
- 5 मि.ली. नमूने के लिए अंतिम DO = 4.0 मि.ग्रा./लीटर
- 5 मि.ली. नमूने के लिए तनुकरण गुणांक = 300/5 = 60

BOD = (8.0 – 4.0) × 60 = 240 मि.ग्रा./लीटर

- इसी प्रकार 15 मि.ली. तथा 20 मि.ली. नमूनों के लिए गणना उनके संबंधित तनुकरण गुणांकों के साथ की जाती है:
- 15 मि.ली. नमूने के लिए तनुकरण गुणांक = 300/15 = 20
- 20 मि.ली. नमूने के लिए तनुकरण गुणांक = 300/20 = 15

3.6 रासायनिक ऑक्सीजन मांग (Chemical Oxygen Demand – COD) का मापन

केमिकल ऑक्सीजन डिमांड (COD) पानी में उपस्थित कार्बनिक (organic) और अकार्बनिक (inorganic) पदार्थों के रासायनिक ऑक्सीकरण के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की मात्रा को मापता है और यह जल प्रदूषण का एक महत्वपूर्ण संकेतक है। यह सभी रासायनिक ऑक्सीडेंट्स द्वारा उत्पन्न कुल ऑक्सीजन मांग को मापकर जल गुणवत्ता का समग्र आकलन प्रदान करता है, जिनमें वे पदार्थ भी शामिल होते हैं जो आसानी से विघटित नहीं होते।

समुद्री संवर्धन में COD की निगरानी जल की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए अत्यंत आवश्यक है। COD का अधिक स्तर उच्च कार्बनिक प्रदूषण का संकेत देता है, जिससे पानी में ऑक्सीजन की कमी हो सकती है और संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य एवं वृद्धि पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

COD का नियमित मापन करके एक्वाकल्चर प्रबंधक अपशिष्ट को प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकते हैं और जलीय जीवों के लिए एक स्वस्थ एवं संतुलित वातावरण बनाए रख सकते हैं, जिससे समुद्री संवर्धन की उत्पादकता और सफलता सुनिश्चित होती है।

सिद्धांत

रासायनिक ऑक्सीजन मांग (COD) परीक्षण इस सिद्धांत पर आधारित है कि पोटैशियम डाइक्रोमेट जैसे प्रबल ऑक्सीकारक अम्लीय माध्यम में नमूने के लगभग सभी कार्बनिक यौगिकों का पूर्ण ऑक्सीकरण कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) में कर सकते हैं।

परीक्षण के दौरान नमूने को सघन सल्फ्यूरिक अम्ल में पोटैशियम डाइक्रोमेट के साथ रिफ्लक्स तापमान पर अभिक्रिया कराई जाती है, जिसमें सिल्वर सल्फेट उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है तथा क्लोराइड हस्तक्षेप को दूर करने हेतु मर्क्यूरिक सल्फेट जोड़ा जाता है।

ऑक्सीकरण के पश्चात अवशिष्ट पोटैशियम डाइक्रोमेट की मात्रा का निर्धारण फेरस अमोनियम सल्फेट (FAS) के मानक विलयन से टाइट्रेशन द्वारा किया जाता है, जिसमें फेरोइन संकेतक एंड पॉइंट की पहचान करता है। यह विधि नमूने की कुल ऑक्सीजन मांग को मापती है, जो जैव-अवक्रमणीय एवं अजैव-अवक्रमणीय पदार्थों की सांद्रता को दर्शाती है।

नमूना संग्रह

सटीक केमिकल ऑक्सीजन डिमांड (COD) विश्लेषण के लिए पानी के नमूनों को साफ और वायुरुद्ध पात्र में संग्रहण चाहिए, ताकि संदूषण से बचा जा सके और नमूने की गुणवत्ता बनी रहे। पात्र को पानी की सतह के नीचे डुबोकर भरें, ताकि हवा के बुलबुले न फँसें, और उसे पूरा भरें जिससे अंदर हवा की जगह कम रहे। पात्र पर सैंपलिंग स्थान, तिथि और समय जैसी जानकारी लिखें। नमूनों को ठंडी और अंधेरी जगह पर रखें तथा उन्हें यथाशीघ्र, अधिमानतः 24 घंटे के भीतर, प्रयोगशाला तक पहुँचाएँ ताकि विश्वसनीय परिणाम प्राप्त हो सकें।

आवश्यक सामग्री

- ब्यूरेट स्टैंड सहित – 1 संख्या
- डिस्टिल्ड वॉटर वाली वॉश बोतल – 1 संख्या
- मेजरिंग सिलेंडर (50 मि.ली.) – 1 संख्या
- COD ट्यूब
- स्टैंडर्ड फ्लास्क (1लीटर) – 1 संख्या
- मापक काँच पात्र (Beaker) – 1 संख्या
- ग्लास बोतल (500 मि.ली.) – 1 संख्या
- कोनिकल फ्लास्क – 1 संख्या

आवश्यक उपकरण

- COD उपकरण
- जल आसवन इकाई
- pH मीटर
- तौल मशीन
- मैग्नेटिक स्टिरर
- हॉट एयर ओवन

आवश्यक अभिकर्मक

- **पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन (0.25 N)**

1. 12.25 ग्राम पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) को आसुत जल में घोलें और मैग्नेटिक स्टिरर की सहायता से पूरी तरह घुलने तक मिलाएँ। फिर घोल को 1 लीटर तक पतला करें।

- **सल्फ्यूरिक अम्ल अभिकर्मक (Sulfuric Acid Reagent)**

1. 1 लीटर सघन सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) में धीरे-धीरे 5.5 ग्राम सिल्वर सल्फेट (Ag_2SO_4) मिलाएँ मिश्रण को उपयोग से पहले कम से कम एक दिन तक स्थिर (stand) रहने दें।

- **फेरोइन इंडिकेटर**

1. 1.485 ग्राम 1,10-फेनैन्थ्रोलिन मोनोहाइड्रेट तथा 695 मिलीग्राम फेरस सल्फेट हेप्टाहाइड्रेट ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) को आसुत जल (डिस्टिल्ड वॉटर) में घोलें और मैग्नेटिक स्टिरर की सहायता से अच्छी तरह मिलाएँ। फिर घोल को 100 मि.ली. तक पतला करें।

- **मानक फेरस अमोनियम सल्फेट (FAS) विलयन (0.1 N):**

1. 39.2 ग्राम फेरस अमोनियम सल्फेट हेक्साहाइड्रेट ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) को आसुत जल में घोलें। इसमें 20 मि.ली. सघन सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) मिलाएँ, घोल को ठंडा करें और मैग्नेटिक स्टिरर की सहायता से पूरी तरह घुलने तक मिलाते हुए मात्रा को 1 लीटर तक पतला करें।

प्रक्रिया

01 COD ट्यूबों की तैयारी करें

- प्रत्येक COD ट्यूब में 0.4 ग्राम मर्क्यूरिक सल्फेट ($HgSO_4$) और 20 मि.ली. नमूना (या 20 मि.ली. KHP सॉल्यूशन को 20 मि.ली. आसुत जल के साथ मिलाकर) डालें। मिश्रण को अच्छी तरह मिलाने के लिए 1–2 छोटे कंकड़ भी डालें।

02 रसायन डालें

- प्रत्येक ट्यूब में 10 मि.ली. 0.25 N पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) और 30 मि.ली. सघन सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) मिलाएँ। घोल को हल्के से घुमाएँ और उसका रंग देखें। यदि रंग हरा हो जाए, तो ज्ञात मात्रा में और पोटैशियम डाइक्रोमेट मिलाएँ, जब तक रंग नारंगी बना रहे।

03 नमूने का रासायनिक अपघटन करें

- ट्यूबों को COD उपकरण में रखें, कंडेंसर लगाएँ, तापमान 150°C पर सेट करें और 2 घंटे तक डाइजेशन करें। डाइजेशन के बाद नमूनों को कमरे के तापमान तक ठंडा होने दें।

04 टाइट्रेशन की तैयारी करें

- ठंडे किए गए नमूने कोशंकु आकार का फ्लास्क में स्थानांतरित करें, उसमें 150 मि.ली. डिस्टिल्ड वॉटर मिलाकर घोल को पतला करें, और 0.1 N फेरस अमोनियम सल्फेट (FAS) से टाइट्रेशन करें। इसमें फेरोइन इंडिकेटर की 3–4 बूंद डालें।

05 टाइट्रेशन करें

- नीले-हरे रंग से लाल-भूरे रंग में परिवर्तन देखकर एंड पॉइंट निर्धारित करें।

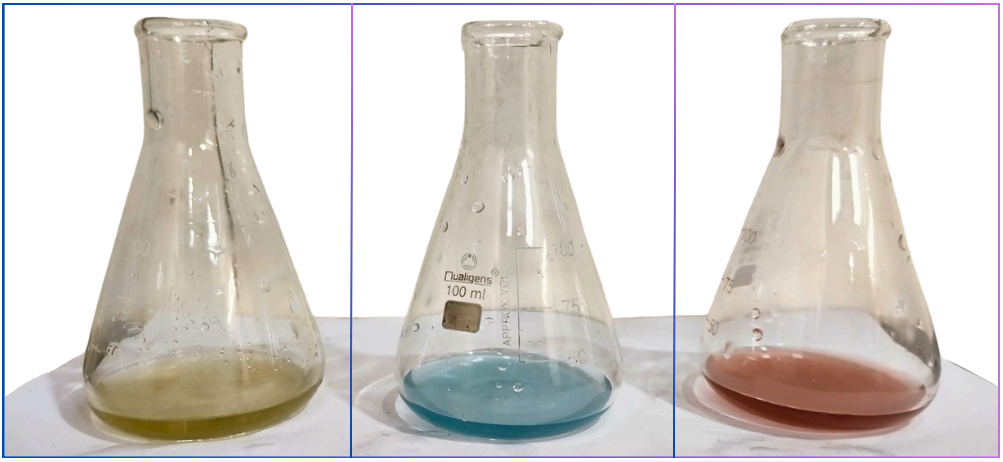
06 गणना

- COD निकालने का सूत्र:

$$COD = (a - b) \times N \times 8000 \,/\, \text{सैंपल सॉल्यूशन (मिलीलीटर)}$$

जहाँ,

- a = ब्लैंक रीडिंग
- b = सैंपल रीडिंग
- N = FAS सॉल्यूशन की नॉर्मैलिटी



क. पाचन प्रक्रिया के उपरांत **ख. अंत बिंदु से पहले** **ग. अंतिम बिंदु के बाद**

चित्र 3.8 रासायनिक ऑक्सीजन मांग का आकलन (Chemical Oxygen Demand Estimation)

टिप्पणी

- सही परिणाम पाने के लिए अच्छे गुणवत्ता वाले रसायनों का उपयोग करें।
- घुलित ऑक्सीजन की मात्रा सही मापने के लिए स्टैंडर्ड सॉल्यूशन और सही इंडिकेटर के साथ टाइट्रेशन करें।
- पूरी प्रक्रिया में, खासकर आयोडोमेट्रिक टाइट्रेशन के दौरान, तापमान एक समान रखें।
- साफ कांच के बर्तन इस्तेमाल करें और प्रक्रिया के दौरान हवा के संपर्क से बचें ताकि नमूना और रसायन खराब न हों।

3.7 कार्बनिक कार्बन (Organic Carbon) का आकलन

मिट्टी में ऑर्गेनिक कार्बन, जो प्राकृतिक प्रक्रियाओं और मानव गतिविधियों से उत्पन्न होता है, जलीय पारिस्थितिकी तंत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह सूक्ष्मजीवों के लिए ऊर्जा का मुख्य स्रोत है और खाद्य श्रृंखला के आधार को मजबूत करता है।
समुद्री संवर्धन में तलछट में ऑर्गेनिक कार्बन का उचित प्रबंधन आवश्यक है ताकि जल की गुणवत्ता बनी रहे और ऑक्सीजन की कमी (हाइपॉक्सिया) जैसी स्थितियों से बचा जा सके। अधिक ऑर्गेनिक कार्बन से जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) बढ़ जाती है, जिससे पानी में ऑक्सीजन की कमी हो सकती है और जलीय जीव प्रभावित होते हैं।
इसके अतिरिक्त, अधिक ऑर्गेनिक कार्बन हानिकारक शैवाल की वृद्धि को बढ़ावा देता है, जिससे जलीय पर्यावरण और उत्पादन प्रभावित होते हैं। इसलिए इसका नियमित आकलन आवश्यक है।
इसे टाइट्रिमेट्रिक विधि द्वारा मापा जाता है, जिसमें ज्ञात सांद्रता वाले घोल को नमूने में धीरे-धीरे मिलाया जाता है जब तक अभिक्रिया पूरी न हो जाए। इंडिकेटर रंग परिवर्तन द्वारा एंड पॉइंट दर्शाता है।

सिद्धांत

मिट्टी में ऑर्गेनिक कार्बन का आकलन पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) और सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) के साथ नमूने को डाइजेस्ट करके किया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल के पतला होने पर उत्पन्न ऊष्मा मिट्टी में उपस्थित ऑर्गेनिक पदार्थ के ऑक्सीकरण में सहायक होती है।
डाइजेशन के बाद, शेष बचे बिना अभिक्रिया किए पोटैशियम डाइक्रोमेट की मात्रा को फेरस सल्फेट ($FeSO_4$) या फेरस अमोनियम सल्फेट ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) के मानक घोल से टाइट्रेशन द्वारा निर्धारित किया जाता है।
नमूने में उपस्थित ऑर्गेनिक कार्बन द्वारा कम किए गए पोटैशियम डाइक्रोमेट की मात्रा प्रारंभिक और अंतिम सांद्रता के अंतर के आधार पर ज्ञात की जाती है, जिससे ऑर्गेनिक कार्बन की मात्रा का आकलन किया जाता है।

नमूना संग्रह

सटीक ऑर्गेनिक कार्बन आकलन के लिए मिट्टी के नमूनों का सही तरीके से संग्रह करना आवश्यक है, ताकि वे प्रतिनिधि हों और संदूषण से बचा जा सके। नमूने एकत्र करते समय साफ और सूखे उपकरणों का उपयोग करें ताकि अन्य स्रोतों से मिलावट न हो। ऐसे स्थानों का चयन करें जो अध्ययन क्षेत्र का सही प्रतिनिधित्व करते हों। जब तक विशेष रूप से आवश्यक न हो, अव्यवस्थित या असामान्य स्थानों से नमूने लेने से बचें।

नमूना संग्रहण उपकरण: संदूषण से बचने के लिए स्टेनलेस स्टील या प्लास्टिक के उपकरणों का उपयोग करें। ऐसे धातु उपकरणों का उपयोग न करें जो मिट्टी के साथ अभिक्रिया कर सकते हों।

नमूना मात्रा: सैंपलिंग क्षेत्र के विभिन्न स्थानों से पर्याप्त मात्रा में मिट्टी एकत्र करें और एक मिश्रित नमूना तैयार करें। सामान्यतः 500 ग्राम से 1 किलोग्राम मिट्टी उपयुक्त मानी जाती है।

संभाल एवं प्रबंधन: एकत्रित मिट्टी को साफ और लेबल लगे पात्र या थैलियों में रखें। सुनिश्चित करें कि पात्र अच्छी तरह बंद हों ताकि नमी की हानि या संदूषण न हो।

संग्रहण और परिवहन: यदि तुरंत विश्लेषण संभव न हो, तो नमूनों को ठंडी और सूखी जगह पर रखें। उन्हें यथाशीघ्र प्रयोगशाला तक पहुँचाएँ और उनकी गुणवत्ता बनाए रखने के लिए उन्हें ठंडा एवं सूखा रखें।

आवश्यक सामग्री

- कोनिकल फ्लास्क
- मापने का सिलेंडर (50 मि.ली., 100 मि.ली.) – 1 संख्या
- ड्रॉपर
- पेट्री डिश
- ब्यूरेट स्टैंड सहित – 1 संख्या
- 0.5 मि.मी छलनी

जरूरी रसायन

- **पोटैशियम डाइक्रोमेट सॉल्यूशन (1 N)**

1. 49 ग्राम पोटैशियम डाइक्रोमेट को डिस्टिल्ड वॉटर में घोलें और घोल को 1 लीटर तक पतला करें।

- **सल्फ्यूरिक एसिड + सिल्वर सल्फेट**

1. 25 ग्राम सिल्वर सल्फेट को 1 लीटर सघन सल्फ्यूरिक एसिड में घोल लें।

- **डाइफेनाइलअमीन इंडिकेटर सॉल्यूशन**

1. 0.5 ग्राम डाइफेनाइलअमीन को 100 मि.ली. सघन सल्फ्यूरिक अम्ल और 20 मि.ली. डिस्टिल्ड वॉटर के मिश्रण में घोलें। घोल को प्रकाश से बचाने के लिए रंगीन बोतल में संग्रहित करें।

- **फेरस अमोनियम सल्फेट (0.5 N)**

1. 196 ग्राम एनालिटिकल रिएजेंट (A.R.) ग्रेड फेरस अमोनियम सल्फेट ($FeSO_4(NH_4)_2SO_4{\cdot}6H_2O$) को डिस्टिल्ड वॉटर में घोलें। इसमें 20 मि.ली. सघन सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाएँ और घोल को 1 लीटर तक पतला करें।

प्रक्रिया

01 नमूना तैयारी

- 0.5 मि.मी छलनी से छानी गई हवा में सुखाई गई और बारीक पिसी हुई मिट्टी का 1 ग्राम नमूना तौलें और उसे 500 मि.ली. केशंकु आकार का फ्लास्क में स्थानांतरित करें।

02 ऑक्सीकरण

- फ्लास्क में मिट्टी के नमूने में 10 मि.ली. 1 N पोटैशियम डाइक्रोमेट घोल मिलाएँ।
- फ्लास्क में 20 मि.ली. सघन सल्फ्यूरिक अम्ल (जिसमें सिल्वर सल्फेट मिला हो) तेजी से डालें ताकि ऑक्सीकरण प्रक्रिया शुरू हो सके। सामग्री को अच्छी तरह मिलाने के लिए फ्लास्क को हल्के से घुमाएँ।
- मिश्रण को 30 मिनट तक स्थिर रहने दें ताकि ऑर्गेनिक कार्बन का पूर्ण ऑक्सीकरण हो सके।

03 संकेतक का जोड़ना एवं टाइट्रेशन

- फ्लास्क में 200 मि.ली. डिस्टिल्ड वॉटर मिलाएँ।
- इसमें 10 मि.ली. 85% फॉस्फोरिक एसिड और 1मि.ली. सोडियम फ्लोराइड (NaF) घोल मिलाएँ।
- मिश्रण में डाइफेनाइलअमीन इंडिकेटर के 2–3 बूंद डालें।
- घोल को 0.5 N फेरस अमोनियम सल्फेट (FAS) घोल से लगातार हिलाते हुए टाइट्रेट करें।
- टाइट्रेशन का एंड पॉइंट नीले-बैंगनी रंग से हरे रंग में परिवर्तन द्वारा दर्शाया जाता है।

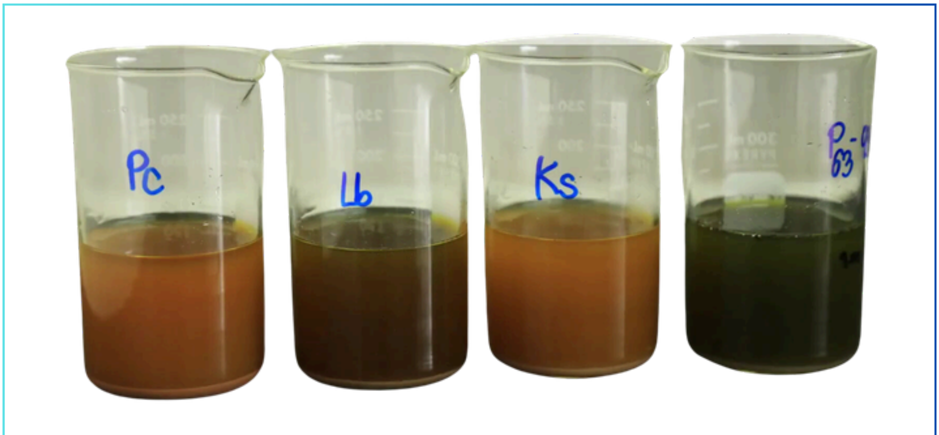
04 ब्लैंक परीक्षण

- मिट्टी का नमूना लिए बिना उसी प्रक्रिया को दोहराकर ब्लैंक टेस्ट करें, ताकि अभिकर्मकों की अशुद्धियों या बैकग्राउंड प्रभाव का पता चल सके।

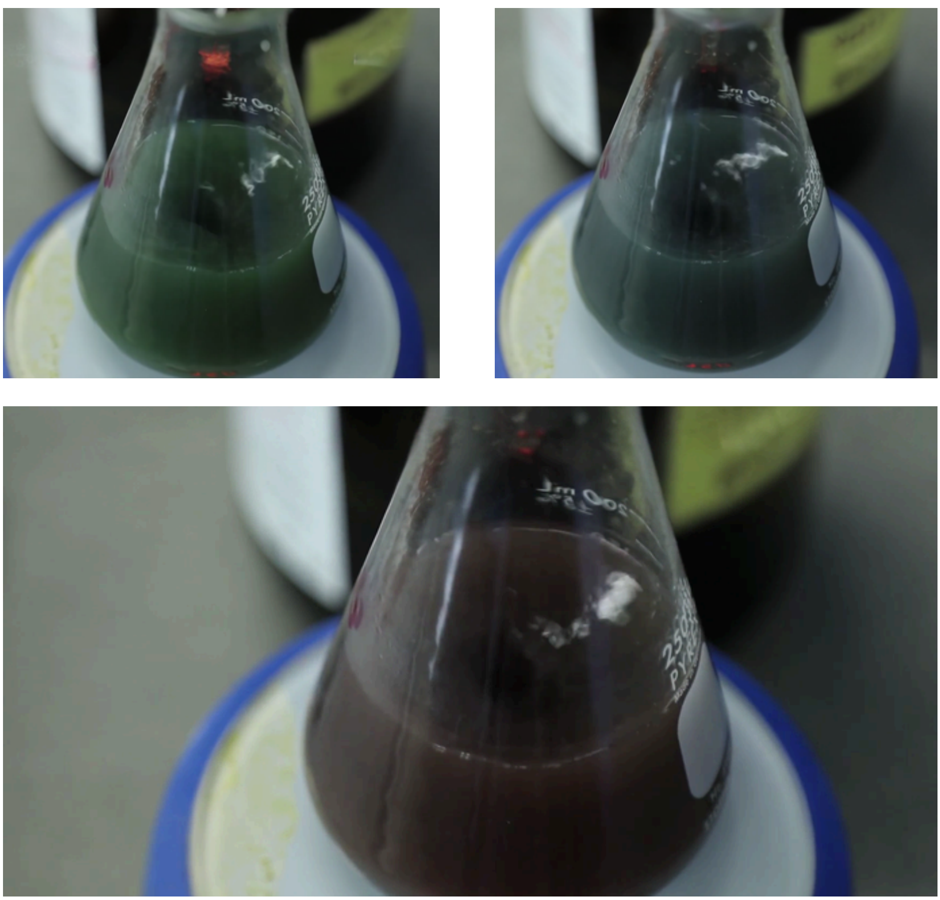
05 गणना प्रक्रिया

- ऑर्गेनिक कार्बन निकालने के लिए नीचे दिए गए सूत्र का उपयोग करें:

$$Organic\ Carbon\ (\%) = \frac{(B-S) \times N \times 0.003 \times 100}{Weight\ of\ soil\ Sample\ (g)}$$



चित्र 3.9 पाचन प्रक्रिया हेतु रखे गए मिट्टी के नमूने


चित्र 3.10 टाइट्रेशन के समय रंग का धीरे-धीरे बदलना

टिप्पणी

- टाइट्रेशन प्रक्रिया के दौरान तापमान को स्थिर बनाए रखें ताकि तापमान पर निर्भर अभिक्रिया दर के कारण होने वाली त्रुटियों को कम किया जा सके।
- डिस्टिल्ड वॉटर या ऐसी ब्लैंक सॉल्यूशन (जिसमें सभी अभिकर्मक हों लेकिन नमूना न हो) का उपयोग करके ब्लैंक टाइट्रेशन करें, ताकि पृष्ठभूमि रंग या किसी भी हस्तक्षेप को ठीक किया जा सके।
- नमूने का एसिड डाइजेशन करें ताकि ऑर्गेनिक कार्बन को ऐसे रूप में परिवर्तित किया जा सके जिसे पोटैशियम डाइक्रोमेट द्वारा ऑक्सीकरण किया जा सके।

संदर्भ सूची

- सुलोचनन, बिंदु एंड रोहित, प्रतिभा एंड लावण्या, आर 2014. प्रोसीजर्स फॉर सीवॉटर, सेडिमेंट, प्लैंकटन तलस्थ जीव एनालिसिस. आईसीएआर- सेंट्रल मरीन फिशरीज रिसर्च इंस्टीट्यूट, मंगलौर।
- एपीएचए-1992. स्टैंडर्ड मेथड्स फॉर द एग्ज़ामिनेशन ऑफ वॉटर एंड वेस्टवॉटर, 18th एड. अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन, वॉशिंगटन, डीसी।
- पट्नायक, पी. (1997) हैंडबुक ऑफ एनवायरनमेंटल एनालिसिस केमिकल पॉल्यूटेंट्स इन एयर, वॉटर, सॉइल, एंड सॉलिड वेस्ट्स. बोका रैटन (फ्लोरिडा): लुईस पब्लिशर।
- विंक्लर, एल.डब्ल्यू., 1888. बर. ड्रश. केम. गेस., 21, 2843।
- बर्न्स, ई.आर., मार्शल, सी., जर्नल डब्ल्यूपीसीएफ, वॉल.37, p 1716-1721 (1965)।
- रुट्टानागोस्रिगिट एंड बॉयड, सी.ई., 1989. जे. वर्ल्ड एक्वाकल्चर सोस, 20: 170-172।
- शर्मा, वी., वालिया, वाई. के., कुमार, ए. (2015). असेसमेंट ऑफ फिजिको केमिकल पैरामीटर्स फॉर एनालाइजिंग वॉटर: ए रिव्यू ज बायोल केम क्रॉन, 2(1), 25-33।
- पटिल, पी. एन., सावंत, डी. वी., देशमुख, आर. एन. (2012). फिजिको-केमिकल पैरामीटर्स फॉर टेस्टिंग ऑफ वॉटर–ए रिव्यू. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एनवायरनमेंटल साइंसेज, 3(3), 1194-1207।
- बेनीवाल, वी. डी., कुमारी, आर., जैन, एस. (2021). फिजिको-केमिकल पैरामीटर: एन इंडिकेटर ऑफ वॉटर पॉल्यूशन. जर्नल ऑफ एनवायरनमेंटल रिसर्च, 5(5), 7857।
- डी प्रिस्को, जे. ए. (2020). एन इन्वेस्टिगेशन ऑफ सम की फिजिको-केमिकल वॉटर क्वालिटी पैरामीटर्स ऑफ एन इंटीग्रेटेड मल्टी-ट्रॉफिक एक्वाकल्चर (IMTA) सिस्टम ऑपरेटिंग रिसर्कुलेशन मेथडोलॉजी इन द वेस्टर्न केप ऑफ साउथ अफ्रीका।

CHAPTER 4

पोषक तत्व विश्लेषण

बिंदु सुलोचनन, दिवु डी., रमशाद टी. एस., प्राची सिद्धार्थ बागडे, सुरेश कुमार मोज्जाडा

4 विषय सूची

4.1 अमोनिया (NH_3) का आकलन

4.2 नाइट्रेट (NO_3^-) का आकलन

4.3 नाइट्राइट (NO_2^-) का आकलन

4.4 फॉस्फेट का आकलन

4.5 सिलिकेट का आकलन

परिचय

पोषक तत्व समुद्री संवर्धन के मूलभूत घटक हैं, जो जलीय जीवों की वृद्धि, स्वास्थ्य और उत्पादकता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। समुद्री संवर्धन प्रणालियों में अमोनिया, नाइट्राइट, नाइट्रेट, फॉस्फेट और सिलिकेट जैसे आवश्यक पोषक तत्वों की उपलब्धता एवं संतुलन जल गुणवत्ता और जैविक उत्पादकता बनाए रखने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

अमोनिया, नाइट्राइट और नाइट्रेट नाइट्रोजन चक्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जो मछलियों एवं अन्य समुद्री जीवों में प्रोटीन संश्लेषण की प्रक्रिया से जुड़ा होता है। अमोनिया मछलियों द्वारा अपशिष्ट पदार्थ के रूप में उत्सर्जित होता है और यदि यह जैव-संचय के रूप में ऊतकों में एकत्र हो जाए तो मछलियों के स्वास्थ्य और वृद्धि पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है। नाइट्रीकरण प्रक्रिया द्वारा अमोनिया पहले नाइट्राइट और फिर नाइट्रेट में परिवर्तित होता है। यद्यपि नाइट्रेट अपेक्षाकृत कम विषैला होता है, लेकिन इसकी अधिक मात्रा भी हानिकारक हो सकती है।

फॉस्फेट एक महत्वपूर्ण पोषक तत्व है, जो कोशिकीय ऊर्जा स्थानांतरण, डीएनए संश्लेषण और कंकाल निर्माण में भूमिका निभाता है। यह पादप प्लवक की वृद्धि के लिए आवश्यक है, जो जलीय खाद्य श्रृंखला का आधार बनता है और मछलियों एवं शेलफिश जैसे जीवों को पोषण प्रदान करता है। सिलिकेट समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि यह डायटम नामक शैवाल के विकास के लिए आवश्यक होता है, जो प्राथमिक उत्पादक हैं और कई समुद्री जीवों के लिए प्रमुख खाद्य स्रोत हैं।

इन पोषक तत्वों की निगरानी समुद्री संवर्धन में अत्यंत आवश्यक है क्योंकि इससे जल गुणवत्ता का संतुलन बना रहता है और सुपोषण तथा हानिकारक शैवाल प्रस्फुटन (HABs) जैसी समस्याओं को रोका जा सकता है। उचित पोषक स्तर बनाए रखने से संवर्धित जीवों की वृद्धि, स्वास्थ्य और उत्पादकता बेहतर होती है तथा अपशिष्ट प्रबंधन और सतत उत्पादन प्रणाली सुनिश्चित होती है।

4.1 अमोनिया (NH_3) का आकलन

अमोनिया (NH_3) एक ऐसा यौगिक है जो भूजल, सतही जल और अपशिष्ट जल में पाया जाता है। यह नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से उत्पन्न होता है। यह कई जैविक प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है और अमीनो अम्ल तथा न्यूक्लियोटाइड संश्लेषण का पूर्वगामी होता है।
समुद्री संवर्धन में अमोनिया मछलियों एवं अन्य जलीय जीवों द्वारा चयापचय अपशिष्ट के रूप में तथा बिना खाए भोजन एवं कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से उत्पन्न होता है। यद्यपि अमोनिया नाइट्रोजन चक्र का एक आवश्यक भाग है, परंतु इसकी उच्च मात्रा संवर्धित जीवों के लिए विषैली हो सकती है, जिससे तनाव, वृद्धि में कमी और मृत्यु दर में वृद्धि हो सकती है।
इसलिए समुद्री संवर्धन प्रणालियों में अमोनिया के स्तर की सटीक निगरानी और प्रबंधन अत्यंत आवश्यक है ताकि पारिस्थितिकी तंत्र का स्वास्थ्य और उत्पादकता बनी रहे। इसका मात्रात्मक निर्धारण स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से किया जाता है, जो Beer–Lambert के नियम पर आधारित होता है।

सिद्धांत

अमोनिया की सांद्रता का निर्धारण एक रंगमितीय (colorimetric) विधि द्वारा किया जाता है। इस प्रक्रिया में अमोनिया, हाइपोक्लोराइट और फिनोल के साथ सोडियम नाइट्रोप्रसाइड की उपस्थिति में अभिक्रिया करके नीले रंग का यौगिक इंडोफेनोल ब्लू बनाता है।
इस नीले रंग की तीव्रता अमोनिया की सांद्रता के समानुपाती होती है, जिसे स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा 640 nm तरंगदैर्ध्य पर अवशोषण (absorbance) मापकर निर्धारित किया जाता है।
Beer-Lambert के नियम के अनुसार, अवशोषण सीधे विश्लेष्य (analyte) की सांद्रता के समानुपाती होता है, जिससे अमोनिया स्तर का सटीक निर्धारण संभव होता है।

नमूना संग्रहण

प्रतिनिधि नमूने स्वच्छ कांच के बर्तनों का उपयोग करके एकत्र किए जाने चाहिए। पात्र को स्रोत जल से धो लें, फिर उसे सतह के नीचे डुबोकर सतही परत और कचरे से बचते हुए प्रतिनिधि जल नमूना एकत्र करें।
नमूने पर संग्रह की तिथि, समय और स्थान अंकित करें। नमूने को ठंडे वातावरण में संग्रहित करें और उसकी गुणवत्ता बनाए रखने के लिए उसे शीघ्रता से प्रयोगशाला में पहुँचाएँ।

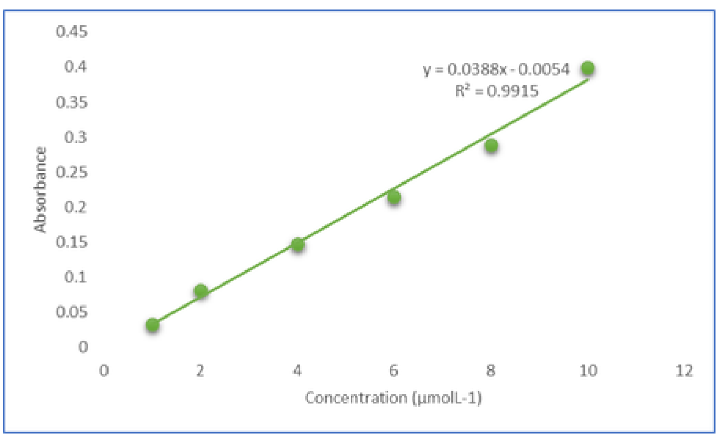
विश्लेषण विधियाँ

मानक निर्धारण हेतु स्टॉक सॉल्यूशन तैयार करना

- **मूल सांद्र विलयन (Mother Stock Solution):** ठीक 1.321 ग्राम अमोनियम सल्फेट को 1000 मि.ली. मानक फ्लास्क में आसुत जल की सहायता से घोलें तथा पूर्ण रूप से घुलने तक सुनिश्चित करें। इसके बाद आयतन को ठीक 1000 मि.ली. तक आसुत जल से समायोजित करें। इस विलयन को “मदर स्टॉक” कहा जाता है।

- **कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution):** मूल सांद्र विलयन से सावधानीपूर्वक 1 मि.ली. तरल मापक नली द्वारा निकालकर इसे 100 मि.ली. के अलग मानक फ्लास्क में स्थानांतरित करें। फिर आसुत जल की सहायता से आयतन को ठीक 100 मि.ली. तक पतला करें, मापन में पूर्ण सटीकता बनाए रखें। इस पतले किए गए विलयन को "वर्किंग स्टैंडर्ड" कहा जाता है।

- **अंशांकन मानक (Calibration Standards): कार्यकारी मानक विलयन** का उपयोग करते हुए 1 मि.ली., 2 मि.ली., 4 मि.ली., 6 मि.ली., 8 मि.ली. और 10 मि.ली. को क्रमशः अलग-अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में तरल मापक नली करें। प्रत्येक विलयन को आसुत जल की सहायता से आयतन तक पूरा करें तथा सटीक तनुकरण सुनिश्चित करें।
- **अवशोषण (Absorbance) मापन:** प्रत्येक तैयार किए गए मानक विलयन से सावधानीपूर्वक 10 मि.ली. निकालकर उपयुक्त पात्र में स्थानांतरित करें। इसके बाद नीचे दिए गए प्रोटोकॉल के अनुसार आवश्यक अभिकर्मक मिलाएँ। प्रत्येक विलयन का अवशोषण स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से 640 nm तरंगदैर्ध्य पर मापा जाए।
- **मानक वक्र का निर्माण (Standard Curve Construction):** मानक विलयों की सांद्रता के अनुरूप अवशोषण (absorbance) मानों को प्लॉट करके एक मानक वक्र (standard curve) तैयार करें। सुनिश्चित करें कि इस मानक वक्र का रिग्रेशन गुणांक (R^2) 0.98 से अधिक हो, जो उच्च रैखिकता (linearity) एवं अंशांकन की विश्वसनीयता को दर्शाता है।



चित्र 4.1 अमोनिया के लिए मानकीकरण वक्र

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) – 3 संख्या
- फनल – 2 संख्या
- माप सिलेंडर (25 मि.ली., 10 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप
- तरल मापक नली – 1 संख्या
- 100 मि.ली. मानक फ्लास्क – 8 संख्या

- मानक फ्लास्क (50 मि.ली., 250 मि.ली. एवं 1 लीटर) – 1 संख्या
- परीक्षण नली होल्डर – 1 संख्या
- परीक्षण नली (Test Tube) – 7 संख्या
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक उपकरण

- अल्ट्रावायलेट–विज़िबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

आवश्यक अभिकर्मक

- **फिनोल विलयन (Phenol Solution):** 5.5 मि.ली. द्रवित फिनोल (Liquefied Phenol, ≥89%) को 95% एथिल अल्कोहल के साथ मिलाकर अंतिम आयतन को 50 मि.ली. तक समायोजित करें। इस विलयन को प्रत्येक सप्ताह ताज़ा तैयार करना अनुशंसित है ताकि उसकी प्रभावशीलता बनी रहे। तैयारी के दौरान पर्याप्त वेंटिलेशन सुनिश्चित किया जाना चाहिए।
- **सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन (Sodium Nitroprusside Solution):** 1 ग्राम सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड को 200 मि.ली. आसुत जल (Distilled Water) में घोलें। विलयन को प्रकाश अपघटन (Light Degradation) से बचाने हेतु एम्बर रंग की बोतलों में संग्रहित करें। यह विलयन लगभग एक माह तक स्थिर रहता है।
- **क्षारीय साइट्रेट विलयन (Alkaline Citrate Solution):** 50 ग्राम सोडियम साइट्रेट तथा 2.5 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को आसुत जल में घोलें। इसके पश्चात आयतन को 250 मि.ली. तक समायोजित करें।
- **ऑक्सीकारक विलयन (Oxidizing Solution):** ऑक्सीकारक विलयन को 25 मि.ली. क्षारीय साइट्रेट (Alkaline Citrate) विलयन तथा 6.25 मि.ली. सोडियम हाइपोक्लोराइट (Sodium Hypochlorite) को मिलाकर तैयार किया जाता है। यह विलयन आवश्यकता अनुसार ताज़ा तैयार किया जाना चाहिए।

प्रक्रिया

01 नमूना और मानक तैयारी

- प्रत्येक मानक विलयन या नमूने से 10 मि.ली. लेकर स्वच्छ परीक्षण नली में स्थानांतरित करें।

02 रसायनों का योग

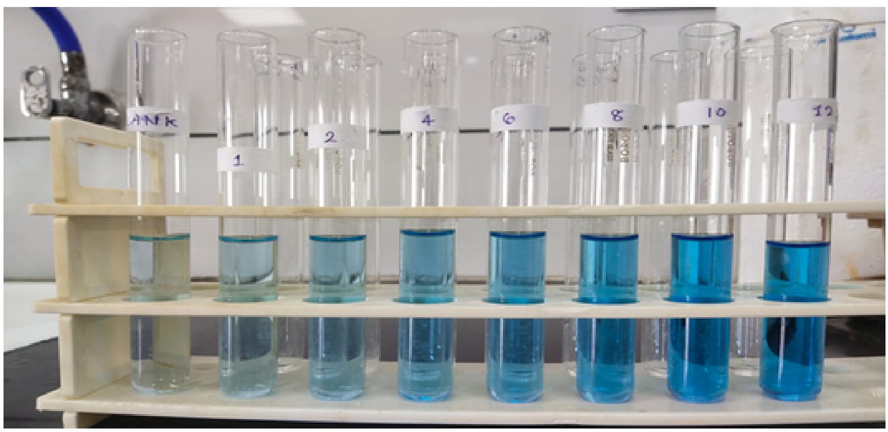
- प्रत्येक परीक्षण नली में 0.4 मि.ली. फिनोल विलयन मिलाएँ।
- इसके पश्चात प्रत्येक परीक्षण नली में 0.4 मि.ली. सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड (Sodium Nitroprusside) विलयन मिलाएँ।
- तत्पश्चात प्रत्येक परीक्षण नली में 1 मि.ली. ऑक्सीकारक (Oxidizing) विलयन मिलाएँ।

03 उष्मायन (इनक्यूबेशन)

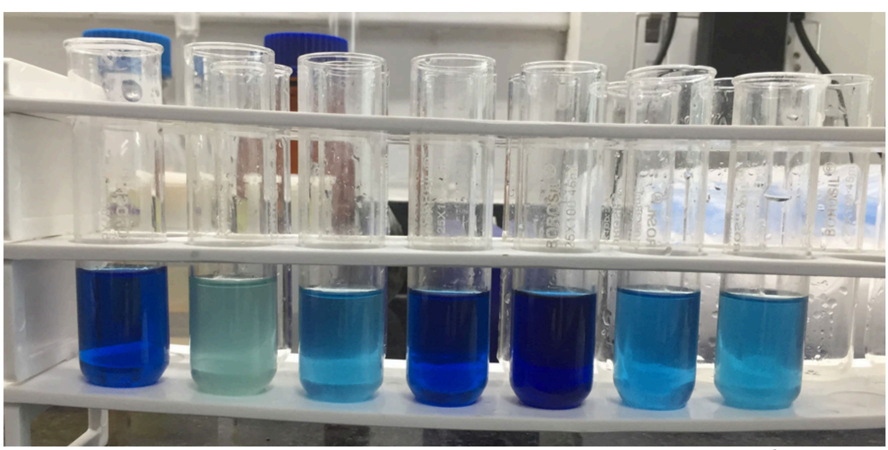
- मिश्रण को 1 घंटे तक रखें ताकि नीला रंग बने। जरूरत पड़ने पर इसे 24 घंटे तक रखा जा सकता है।

04 मापन

- प्रत्येक विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन 640 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से करें।



चित्र 4.2 स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण हेतु विभिन्न सांद्रताओं(Concentrations)पर अमोनिया मानक विलयनों की तैयारी



चित्र 4.3 नमूनों में अमोनिया सांद्रता (Concentration)के अनुसार नीले रंग की तीव्रता में परिवर्तन

टिप्पणी

- नमूनों को प्लास्टिक रैप से ढकें।
- कमरे के तापमान पर रंग विकास होने दें।
- विकसित रंग कम से कम 24 घंटे तक स्थिर रहता है।

वैकल्पिक तरीका

अमोनिया परीक्षण किट

अमोनिया सांद्रता (Concentration) का निर्धारण सॉल्टवॉटर टेस्ट किट द्वारा एक सटीक प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है। इसके लिए 5 मि.ली. नमूना परीक्षण नली में लें, फिर उसमें 8 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 1 मिलाएँ। इसके पश्चात 8 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 2 डालें और अच्छी तरह हिलाएँ। परीक्षण नली को 10 मिनट तक बिना हिलाए छोड़ दें, जिसके दौरान रंग परिवर्तन होगा। प्राप्त रंग की तुलना दिए गए रंग चार्ट से कर अमोनिया सांद्रता (प्रति मिलियन भाग) निर्धारित की जाती है।

चित्र 4.4 अमोनिया परीक्षण किट

4.2 नाइट्रेट (NO_3^-) का आकलन

नाइट्रेट (NO_3^-) समुद्री जल में उपस्थित सक्रिय अकार्बनिक नाइट्रोजन का प्रमुख रूप है, जो समुद्री संवर्धन प्रणालियों में प्राथमिक उत्पादकता (Primary Productivity) के लिए एक महत्वपूर्ण पोषक तत्व है। यह जैव-अणुओं के संश्लेषण, प्रोटीन निर्माण, ऊर्जा चयापचय तथा जलीय जीवों की विभिन्न शारीरिक प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक होता है। यद्यपि नाइट्रेट पौधों के पोषण के लिए आवश्यक है, लेकिन इसकी अधिक सांद्रता जल गुणवत्ता में समस्याएँ उत्पन्न कर सकती है, जिससे संवर्धित जीवों में तनाव एवं स्वास्थ्य संबंधी समस्याएँ हो सकती हैं। उच्च नाइट्रेट स्तर सुपोषण को बढ़ावा देता है, जिसके परिणामस्वरूप जलीय पौधों की अत्यधिक वृद्धि होती है तथा समुद्री संवर्धन पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन प्रभावित होता है।

सिद्धांत

समुद्री जल में उपस्थित नाइट्रेट को कैडमियम फिलिंग्स तथा धात्विक कॉपर से लेपित कॉलम के माध्यम से प्रवाहित कर मात्रात्मक रूप से नाइट्राइट में परिवर्तित किया जाता है। तत्पश्चात उत्पन्न नाइट्राइट को सल्फानिलामाइड के साथ डायज़ोटाइज़ कर N-(1-नेफ्थाइल)-एथिलीनडायमीन (NED) के साथ युग्मित किया जाता है, जिससे एक तीव्र रंगीन एजो डाई का निर्माण होता है। इस डाई की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विधि द्वारा किया जाता है। नमूने में उपस्थित प्रारंभिक नाइट्राइट के लिए आवश्यक संशोधन लागू किया जाता है।

नमूना संग्रहण

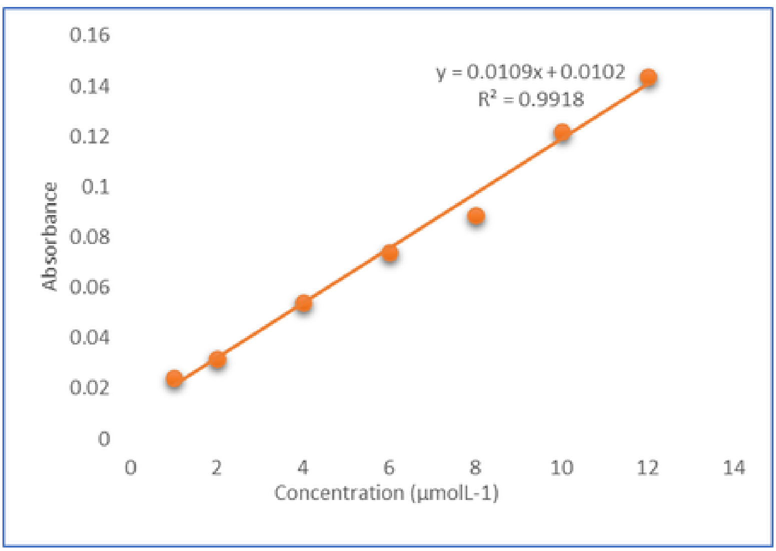
प्रतिनिधि नमूने स्वच्छ काँच के पात्रों का उपयोग करके एकत्र किए जाने चाहिए। पात्र को स्रोत जल से अच्छी तरह धोकर, सतह पर उपस्थित झाग एवं मलबे से बचने हेतु उसे जल सतह के नीचे डुबोकर नमूना एकत्र किया जाए। नमूने पर संग्रहण की तिथि, समय एवं स्थान स्पष्ट रूप से अंकित किया जाए। नमूने को ठंडे वातावरण में संग्रहित कर शीघ्रता से प्रयोगशाला तक पहुँचाया जाए ताकि उसकी गुणवत्ता बनी रहे। संग्रहण संबंधी विवरणों का सटीक अभिलेखन आवश्यक है ताकि आगे किए जाने वाले विश्लेषण की सटीकता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित की जा सके।

विश्लेषण विधियाँ

मानकीकरण हेतु स्टॉक तैयारी

- **मूल सांद्र विलयन (Mother Stock Solution):** सटीक रूप से 0.345 ग्राम सोडियम नाइट्राइट (Sodium Nitrite) को 1000 मि.ली. मानक फ्लास्क में घोलें, यह सुनिश्चित करते हुए कि पूर्णतः विलयन हो जाए। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल (Distilled Water) से ठीक 1000 मि.ली. तक पूरा करें। इस विलयन को “मदर स्टॉक” कहा जाता है।
- **कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution):** मूल सांद्र विलयन (Mother Stock Solution) से सटीक रूप से 10 मि.ली. लेकर इसे अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में स्थानांतरित करें। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक मापन सुनिश्चित हो सके। इस तनुकृत विलयन को “वर्किंग स्टैंडर्ड” कहा जाता है।

- **अंशांकन मानक (Calibration Standards): कार्यकारी मानक विलयन** (Working Standard Solution) का उपयोग करते हुए क्रमशः 1 मि.ली., 2 मि.ली., 4 मि.ली., 6 मि.ली., 8 मि.ली. तथा 10 मि.ली. को अलग-अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में तरल मापक नली करें। प्रत्येक फ्लास्क का आयतन आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण (Dilution) सुनिश्चित हो सके।
- **अवशोषण मापन (Absorbance Measurement):** प्रत्येक तैयार मानक विलयन से ठीक 5 मि.ली. निकालकर उपयुक्त पात्रों में स्थानांतरित करें। नाइट्रेट विश्लेषण हेतु नीचे दिए गए प्रोटोकॉल के अनुसार आवश्यक अभिकर्मक मिलाएँ। तत्पश्चात प्रत्येक विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन 505 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से करें।
- **मानक वक्र निर्माण (Standard Curve Construction)**: अवशोषण मानों को संबंधित मानक विलयनों की सांद्रता (Concentration) के विरुद्ध प्लॉट करके मानक वक्र तैयार करें। यह सुनिश्चित करें कि मानक वक्र का प्रतिगमन गुणांक (Regression Coefficient, R^2) 0.98 से अधिक हो, जो कैलिब्रेशन प्रक्रिया में उच्च रैखिकता (Linearity) एवं विश्वसनीयता को दर्शाता है।



चित्र 4.5 नाइट्रेट के लिए मानकीकरण वक्र (Standardization Curve for Nitrate)

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) – 2 संख्या
- फनल – 2 संख्या
- मापनी सिलेंडर (25 मि.ली., 10 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप (Micropipette and Tip)
- तरल मापक नली – 1 संख्या

- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 8 संख्या
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 1 संख्या
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- आयतन मापी फ्लास्क (Volumetric Flask, 25 मि.ली.) – 7 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बॉटल

आवश्यक उपकरण

- अल्ट्रावायलेट–विज़िबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

आवश्यक अभिकर्मक

- **सान्द्र अमोनियम क्लोराइड विलयन (Concentrated Ammonium Chloride Solution):** 125 ग्राम विश्लेषणात्मक अभिकर्मक ग्रेड (Analytical Reagent Grade) अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) को 500 मि.ली. आसुत जल (Distilled Water) में घोलें।
- **तनुकृत अमोनियम क्लोराइड विलयन (Dilute Ammonium Chloride Solution):** 50 मि.ली. सान्द्र अमोनियम क्लोराइड विलयन को 2000 मि.ली. आसुत जल के साथ तनुकृत करें।
- **कैडमियम–कॉपर फिलिंग्स (Cadmium-Copper Filings, 99.9% शुद्धता):**

1. 100 ग्राम कैडमियम फिलिंग्स (कण आकार >0.5 mm) को 500 मि.ली. 2% वज़न/आयतन कॉपर सल्फेट पेंटाहाइड्रेट ($CuSO_4·5H_2O$) विलयन के साथ तब तक हिलाएँ जब तक विलयन स्पष्ट न हो जाए और कॉपर के कण दिखाई देने लगें।
2. कॉलम को तनुकृत अमोनियम क्लोराइड विलयन से भरें तथा धीरे-धीरे कैडमियम–कॉपर मिश्रण मिलाकर लगभग 30 से.मी लंबा कॉलम तैयार करें।
3. कॉलम को हल्के से थपथपाएँ ताकि उचित रूप से जमाव हो जाए, तथा इसे तनुकृत अमोनियम क्लोराइड विलयन से अच्छी तरह धो लें।
4. प्रवाह दर (Flow Rate) को इस प्रकार समायोजित करें कि 100 मि.ली. विलयन 8 से 12 मिनट में कॉलम से होकर गुजर जाए।
5. उपयोग न होने की स्थिति में कॉलम को पूर्णतः तनुकृत अमोनियम क्लोराइड विलयन (Dilute Ammonium Chloride Solution) से ढका रखें।

- **सल्फानिलामाइड विलयन (Sulfanilamide Solution):** 5 ग्राम सल्फानिलामाइड (Sulfanilamide) को 50 मि.ली. सान्द्र HCl तथा लगभग 300 मि.ली. आसुत जल के मिश्रण में घोलें।
- **N-(1-नेफ्थाइल)-एथिलीनडायमीन (NNED) डाइहाइड्रोक्लोराइड विलयन:** 0.5 ग्राम NNED डाइहाइड्रोक्लोराइड को 500 मि.ली. आसुत जल में घोलें। विलयन को गहरे रंग की बोतल में संग्रहित करें तथा इसे प्रत्येक माहनया तैयार करें।
- **कृत्रिम समुद्री जल (Synthetic Seawater):** 310 ग्राम सोडियम क्लोराइड (NaCl), 100 ग्राम मैग्नीशियम सल्फेट हेप्टाहाइड्रेट ($MgSO_4·7H_2O$) तथा 0.5 ग्राम सोडियम बाइकार्बोनेट ($NaHCO_3·H_2O$) को 10 लीटर आसुत जल में घोलें।
- **मानक नाइट्रेट विलयन (Standard Nitrate Solution):**

1. 1.02 ग्राम पोटैशियम नाइट्रेट (Potassium Nitrate, KNO_3) को 1000 मि.ली. आसुत जल में घोलें।
2. इस विलयन से 2 मि.ली. लेकर उसे कृत्रिम समुद्री जल (Synthetic Seawater) के साथ 1000 मि.ली. तक तनुकृत करें, जिससे 20 µg-at N/L सांद्रता वाला मानक नाइट्रेट विलयन तैयार हो।
3. इस मानक विलयन को गहरे रंग की बोतल में संग्रहित करें तथा उपयोग से पूर्व ताजा तैयार करें।

प्रक्रिया

01 नमूना एवं मानक तैयारी

- नमूने में 2 मि.ली. सान्द्र अमोनियम क्लोराइड मिलाएँ।
- 100 + 2 मि.ली. नमूने को एर्लेनमेयर फ्लास्क में स्थानांतरित कर मिश्रण को अच्छी तरह मिलाएँ।
- लगभग 5 मि.ली. मिश्रण को कॉलम के शीर्ष पर डालें और उसे प्रवाहित होने दें।
- शेष नमूने को कॉलम में मिलाएँ तथा निकले हुए एर्लेनमेयर फ्लास्क को संग्रहण नली के नीचे रखें।
- लगभग 40 मि.ली. एलुएट एकत्र करें और उसे त्याग दें।
- लगभग 50 मि.ली. को ग्रेजुएटेड सिलेंडर में एकत्र करें और इस भाग को पुनः मूल नमूने वाले एर्लेनमेयर फ्लास्क में स्थानांतरित करें।

02 रसायनों का मिलाना

- 50 मि.ली. नमूने में तरल मापक नली की सहायता से 1 मि.ली. सल्फानिलामाइड विलयन मिलाएँ।
- मिश्रण को अच्छी तरह मिलाकर 2 मिनट से अधिक लेकिन 8 मिनट से कम समय तक अभिक्रिया होने दें।
- इसके पश्चात 1 मि.ली. नैफ्थाइल एथिलीन डायमीन (NNED) विलयन मिलाकर तुरंत मिश्रण करें।

03 उष्मायन एवं मापन

- 2 घंटे के भीतर 1 से.मी क्युवेट का उपयोग करते हुए 543 nm तरंगदैर्ध्य (wavelength) पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा आसुत जल के विरुद्ध विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन करें।
- प्राप्त अवशोषण मान से अभिकर्मक ब्लैंक (Reagent Blank) का अवशोषण घटाकर संशोधित मान प्राप्त करें।

04 प्रतिस्थापन (Substitution)

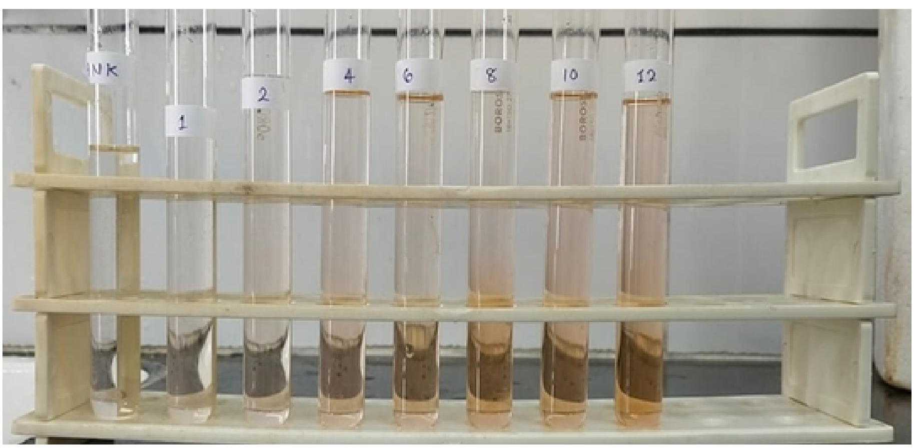
- प्रक्रिया को 100 मि.ली. पतले अमोनियम क्लोराइड विलयन का उपयोग करते हुए दोहराएँ, जो समुद्री जल नमूने के स्थान पर ब्लैंक के रूप में लिया जाएगा।
- अवशोषण का मापन समान 1 से.मी क्युवेट का उपयोग करके करें।
- इसके पश्चात प्रत्येक नमूने के अवशोषण मान से ब्लैंक का अवशोषण घटाएँ।

05 तनुकरण (Dilution)

- 100 मि.ली. पतले नाइट्रेट विलयन के साथ प्रक्रिया को संचालित करें तथा प्रत्येक कॉलम के लिए अवशोषण (Extinction) का मापन करें।
- इसके पश्चात F गुणांक (Factor) की गणना निम्न सूत्र द्वारा करें:
- F = 20 / Es
- जहाँ Es = मानक विलयन की संशोधित अवशोषण (Extinction) है।

06 गणना

- µg-at N/L = (Corrected extinction × F) – 0.95 C
- जहाँ C = नमूने में नाइट्राइट की सांद्रता µg-at N/L में है।



चित्र 4.6 नाइट्रेट मानक विलयनों की विभिन्न सांद्रताओं पर स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण हेतु तैयारी

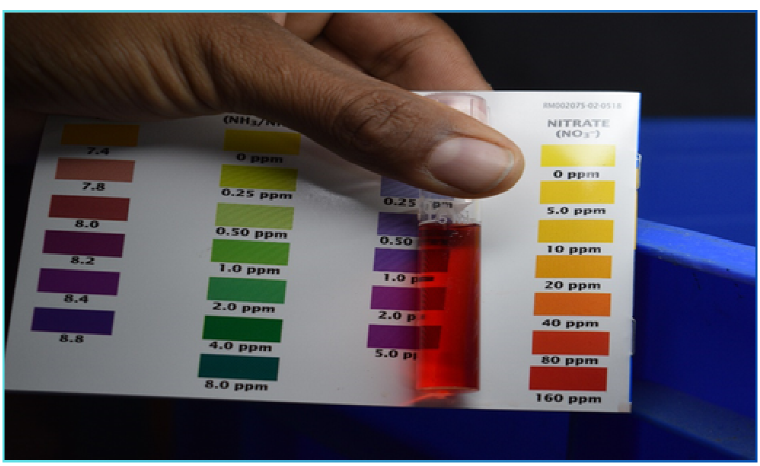
टिप्पणी

- स्वच्छ पात्रों का उपयोग करें, संदूषण से बचें तथा नमूनों को कम तापमान पर अंधेरे में संग्रहित करें।
- अभिक्रिया के दौरान रंग विकास की निगरानी करें और सुनिश्चित करें कि रंग की तीव्रता नाइट्रेट सांद्रता के समानुपाती हो।
- अभिक्रिया की परिस्थितियों जैसे pH तथा तापमान को नियंत्रित रखें, क्योंकि ये विधि की सटीकता को प्रभावित कर सकते हैं।

वैकल्पिक तरीका

नाइट्रेट परीक्षण किट

नाइट्रेट सांद्रता का निर्धारण सॉल्टवॉटर टेस्ट किट द्वारा एक सटीक प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है। इसके लिए 5 मि.ली. नमूना परीक्षण नली में लें, फिर उसमें 10 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 1 मिलाएँ। इसके पश्चात 10 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 2 डालें और अच्छी तरह हिलाएँ। परीक्षण नली को 10 मिनट तक बिना हिलाए छोड़ दें, जिसके दौरान रंग परिवर्तन होगा। प्राप्त रंग की तुलना दिए गए रंग चार्ट से कर नाइट्रेट सांद्रता (प्रति मिलियन भाग) निर्धारित की जाती है।



चित्र 4.7 नाइट्रेट परीक्षण किट

4.3 नाइट्राइट (NO_2^-) का आकलन

नाइट्राइट (NO_2^-) नाइट्रोजन चक्र (Nitrogen Cycle) का एक मध्यवर्ती यौगिक है, जो विभिन्न जल निकायों, विशेषकर समुद्री संवर्धन प्रणालियों में पाया जाता है। यह नाइट्रेट के सूक्ष्मजीवी अपचयन तथा अमोनिया के ऑक्सीकरण (Oxidation) का उत्पाद है। नाइट्राइट नाइट्रोजन चक्र में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, क्योंकि यह नाइट्रोजन के विभिन्न ऑक्सीकरण अवस्थाओं के बीच एक सेतु के रूप में कार्य करता है तथा नाइट्रीकरण (Nitrification) प्रक्रिया द्वारा अमोनिया से नाइट्रेट में परिवर्तन तथा डिनाइट्रीकरण (Denitrification) द्वारा नाइट्रेट से नाइट्रोजन गैस में परिवर्तन को संभव बनाता है। समुद्री संवर्धन प्रणालियों में इन प्रक्रियाओं का संतुलन जल गुणवत्ता बनाए रखने तथा संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य के लिए अत्यंत आवश्यक है। नाइट्राइट की अधिक सांद्रता मछलियों तथा अन्य समुद्री जीवों की ऑक्सीजन वहन क्षमता को प्रभावित कर सकती है, जिससे मेटहीमोग्लोबिनेमिया (Methemoglobinemia), जिसे "ब्राउन ब्लड डिजीज" भी कहा जाता है, उत्पन्न हो सकता है। अतः समुद्री संवर्धन में नाइट्राइट स्तर की नियमित निगरानी एवं नियंत्रण आवश्यक है ताकि विषाक्तता से बचाव हो सके और बेहतर वृद्धि एवं जीवित रहने की दर सुनिश्चित की जा सके।

सिद्धांत

नाइट्राइट सांद्रता (Concentration) का निर्धारण रंगमितीय विधि (Colorimetric Method) द्वारा किया जाता है, जिसमें नाइट्राइट अम्लीय विलयन में सल्फैनिलामाइड के साथ अभिक्रिया कर डाइएज़ोनियम लवण बनाता है। यह लवण N-(1-नेफ्थाइल)-एथिलीनडायमीन डाइहाइड्रोक्लोराइड (NED) के साथ संयोग कर गुलाबी रंग का एजो डाई उत्पन्न करता है। स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा 543 nm पर मापी गई रंग की तीव्रता नमूने में नाइट्राइट सांद्रता के समानुपाती होती है। यह मापन Beer-Lambert के नियम पर आधारित है, जिसके अनुसार अवशोषण (Absorbance) विलयन की सांद्रता , पथ लंबाई तथा मोलर अवशोषण क्षमता के समानुपाती होता है।

नमूना संग्रहण

प्रतिनिधि नमूने स्वच्छ काँच के पात्रों का उपयोग करके एकत्र किए जाने चाहिए। पात्र को स्रोत जल से अच्छी तरह धोकर, सतह पर उपस्थित झाग एवं मलबे से बचने हेतु उसे जल सतह के नीचे डुबोकर नमूना एकत्र किया जाए। नमूने पर संग्रहण की तिथि, समय एवं स्थान स्पष्ट रूप से अंकित किया जाए। नमूने को ठंडे वातावरण में संग्रहित कर शीघ्रता से प्रयोगशाला तक पहुँचाया जाए ताकि उसकी गुणवत्ता बनी रहे। संग्रहण संबंधी विवरणों का सटीक अभिलेखन आवश्यक है ताकि आगे किए जाने वाले विश्लेषण की सटीकता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित की जा सके।

विश्लेषण विधियाँ

मानकीकरण हेतु स्टॉक तैयारी

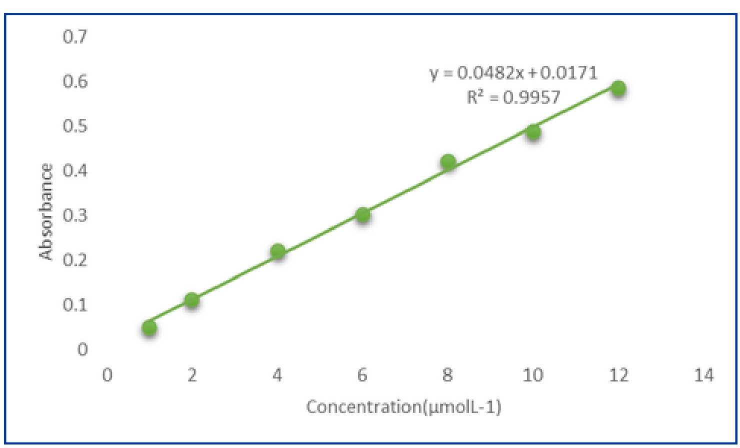
- **मूल सांद्र विलयन (Mother Stock Solution):** सटीक रूप से 0.689 ग्राम सोडियम नाइट्राइट (Sodium Nitrite) को 1000 मि.ली. मानक फ्लास्क में घोलें, यह सुनिश्चित करते हुए कि पूर्णतः विलयन हो जाए। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से ठीक 1000 मि.ली. तक पूरा करें। इस विलयन को "मदर स्टॉक" कहा जाता है।

- **कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution):** मूल सांद्र विलयन (Mother Stock Solution) से सटीक रूप से 10 मि.ली. लेकर इसे अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में स्थानांतरित करें। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक मापन सुनिश्चित हो सके। इस तनुकृत विलयन को "वर्किंग स्टैंडर्ड" कहा जाता है।

- **अंशांकन मानक (Calibration Standards): कार्यकारी मानक विलयन** का उपयोग करते हुए क्रमशः 1 मि.ली., 2 मि.ली., 4 मि.ली., 6 मि.ली., 8 मि.ली. तथा 10 मि.ली. को अलग-अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में तरल मापक नली करें। प्रत्येक विलयन का आयतन आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण सुनिश्चित हो सके।

- **अवशोषण मापन (Absorbance Measurement):** प्रत्येक तैयार मानक फ्लास्क से ठीक 10मि.ली. विलयन निकालकर उपयुक्त पात्रों में स्थानांतरित करें। निर्धारित प्रोटोकॉल के अनुसार आवश्यक अभिकर्मक मिलाएँ। तत्पश्चात प्रत्येक विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन 540 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से करें।

- **मानक वक्र निर्माण (Standard Curve Construction):** अवशोषण मानों को संबंधित मानक विलयनों की सांद्रता (Concentration) के विरुद्ध प्लॉट करके मानक वक्र तैयार करें। यह सुनिश्चित करें कि मानक वक्र का प्रतिगमन गुणांक (Regression Coefficient, R^2) 0.98 से अधिक हो, जो कैलिब्रेशन प्रक्रिया में उच्च रैखिकता (Linearity) एवं विश्वसनीयता को दर्शाता है।



चित्र 4.8 नाइट्राइट के लिए मानकीकरण वक्र (Standardization Curve for Nitrite)

आवश्यक सामग्री

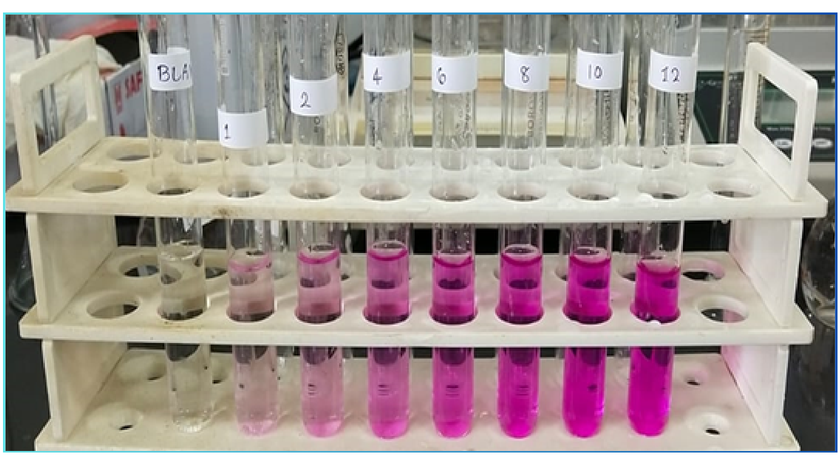
- मापक काँच पात्र (Beaker) – 2 संख्या
- फनल – 2 संख्या
- माप सिलेंडर (25 मि.ली., 10 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप
- तरल मापक नली – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 8 संख्या
- मानक फ्लास्क (500 मि.ली.) – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 2 संख्या
- परीक्षण नली होल्डर – 1 संख्या
- परीक्षण नली (Test Tube) – 7 संख्या
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- आसुत जल वॉश बोतल

आवश्यक उपकरण

- अल्ट्रावायलेट–विज़िबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

आवश्यक अभिकर्मक

- सल्फानिलामाइड विलयन (Sulphanilamide Solution): 600 मि.ली. आसुत जल में 100 मि.ली. सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (Conc. HCl) मिलाकर सल्फानिलामाइड विलयन तैयार करें। इस विलयन में 10 ग्राम क्रिस्टलीय सल्फानिलामाइड घोलें तथा आयतन को 1लीटर तक पूरा करें। विलयन को अंधेरे स्थान में संग्रहित करें; यह एक माह तक स्थिर रहता है।
- NED विलयन (N-(1-Naphthyl) Ethylenediamine Solution): 0.5 ग्राम N-(1-नेफ्थाइल) एथिलीनडायमीन (NED) को 500 मि.ली. आसुत जल में घोलकर विलयन तैयार करें। इसे अंधेरे स्थान में संग्रहित करें; यह भी एक माह तक स्थिर रहता है।



चित्र 4.9 नाइट्राइट मानक विलयनों की विभिन्न सांद्रताओं पर स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण हेतु तैयारी

प्रक्रिया

01 नमूना तैयारी

- स्वच्छ परीक्षण नली में 10 मि.ली. नमूना लें।

02 रसायनों का योग

- नमूने में 0.2 मि.ली. सल्फानिलामाइड (Sulphanilamide) मिलाएँ।
- मिश्रण को 1–4 मिनट तक अभिक्रिया करने दें।
- इसके पश्चात परीक्षण नली में 0.2 मि.ली. N-(1-नेफ्थाइल) एथिलीनडायमीन (NED) मिलाएँ।

03 उष्मायन (इनक्यूबेशन)

- मिश्रण को 10–15 मिनट तक इनक्यूबेट करें ताकि रंग विकसित हो सके।
- इस दौरान गुलाबी रंग का एजो डाई (Azo Dye) संकुल बनता है, जिसकी तीव्रता नाइट्राइट सांद्रता के समानुपाती होती है।

04 मापन प्रक्रिया

- विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) को स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा 540 nm पर मापा जाए।
- मापी गई extinction को टर्बिडिटी तथा reagent blank घटाकर संशोधित किया जाए।
- इसके पश्चात नाइट्राइट-नाइट्रोजन सांद्रता (Nitrite-Nitrogen Concentration) को माइक्रोग्राम-एट नाइट्रोजन प्रति लीटर (µg-at N/L) में निम्न समीकरण द्वारा गणना किया जाए:

$$\mu g\text{-at N/L} = \text{संशोधित अवशोषण (Corrected Extinction)} \times F$$

जहाँ F एक गुणांक (factor) है, जिसे नाइट्रेट अनुभाग में वर्णित अनुसार प्राप्त किया जाता है।

टिप्पणी

- नमूनों को संग्रहण के तुरंत बाद संरक्षित किया जाना चाहिए ताकि नाइट्रेट का नाइट्राइट में परिवर्तन रोका जा सके, क्योंकि नाइट्रेट की उपस्थिति नाइट्राइट के आकलन की सटीकता को प्रभावित कर सकती है।
- विश्लेषण से पूर्व नमूनों को उपयुक्त अम्ल (सामान्यतः हाइड्रोक्लोरिक अम्ल) से अम्लीकृत किया जाए ताकि नाइट्रेट से नाइट्राइट में परिवर्तन सुनिश्चित हो सके।
- अभिकर्मक (Reagents) मिलाने के बाद रंग विकास के लिए पर्याप्त समय दिया जाना चाहिए, क्योंकि यह चरण सटीक मापन के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है।
- संभावित हस्तक्षेपों (Interferences) जैसे वे पदार्थ जो अभिकर्मकों से प्रतिक्रिया कर सकते हैं या नाइट्राइट संकुल जैसा रंग उत्पन्न कर सकते हैं, के प्रति सावधानी बरतनी चाहिए।

वैकल्पिक तरीका

नाइट्राइट परीक्षण किट

नाइट्राइट सांद्रता का निर्धारण सॉल्टवॉटर टेस्ट किट द्वारा एक सटीक प्रक्रिया के माध्यम से किया जा सकता है। इसके लिए 5 मि.ली. नमूना परीक्षण नली में लें, फिर उसमें 5 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 1 मिलाएँ। इसके पश्चात 5 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 2 डालें और अच्छी तरह हिलाएँ। परीक्षण नली को 10 मिनट तक बिना हिलाए छोड़ दें, जिसके दौरान रंग परिवर्तन होगा। प्राप्त रंग की तुलना दिए गए रंग चार्ट से करके नाइट्राइट सांद्रता (प्रति मिलियन भाग) निर्धारित की जा सकती है।

4.4 फॉस्फेट का आकलन

फॉस्फेट एक महत्वपूर्ण पोषक तत्व है जो जलीय पारितंत्र में जलीय पौधों तथा सूक्ष्मजीवों की वृद्धि एवं उपापचय में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। समुद्री संवर्धन प्रणालियों में फॉस्फेट का स्रोत मुख्यतः आहार तथा उपापचयी अपशिष्ट होता है। यद्यपि कम सांद्रता में यह आवश्यक है, लेकिन अत्यधिक फॉस्फेट सुपोषण का कारण बन सकता है, जिससे शैवाल प्रस्फुटन होता है तथा जल गुणवत्ता प्रभावित होती है। फॉस्फेट स्तर का प्रबंधन संतुलित पारितंत्र बनाए रखने तथा संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य एवं उत्पादकता को बढ़ाने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

सिद्धांत

फॉस्फेट सांद्रता का निर्धारण रंगमितीय विधि (Colorimetric Method) द्वारा किया जाता है, जिसमें अमोनियम मोलिबडेट तथा एंटिमनी पोटैशियम टार्ट्रेट अम्लीय माध्यम में ऑर्थोफॉस्फेट के साथ अभिक्रिया कर हेटरोपॉली अम्ल (Heteropoly Acid), जिसे फॉस्फोमोलिबडेट अम्ल (Phosphomolybdate Acid) भी कहा जाता है, का निर्माण करते हैं। यह संकुल (Complex) आगे एस्कॉर्बिक अम्ल द्वारा अपचयित होकर तीव्र नीले रंग का यौगिक बनाता है। 880 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा मापी गई नीले रंग की तीव्रता नमूने में फॉस्फेट सांद्रता के समानुपाती होती है। यह मापन Beer-Lambert के नियम पर आधारित है, जिसके अनुसार अवशोषण विलयन की सांद्रता, पथ लंबाई तथा मोलर अवशोषण क्षमता के समानुपाती होता है।

नमूना संग्रहण

प्रतिनिधि नमूने स्वच्छ काँच के बर्तनों का उपयोग करके एकत्र किए जाने चाहिए। पात्र को स्रोत जल से धोएँ, फिर उसे सतह के नीचे डुबोकर झाग एवं मलबे से बचाते हुए जल नमूना एकत्र करें। नमूने पर संग्रहण की तिथि, समय एवं स्थान अंकित करें। नमूने को ठंडे वातावरण में संग्रहित कर शीघ्रता से प्रयोगशाला तक पहुँचाएँ ताकि उसकी गुणवत्ता बनी रहे। संग्रहण से संबंधित विवरणों का सटीक अभिलेखन आवश्यक है जिससे आगे के विश्लेषण की सटीकता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित हो सके।

विश्लेषण विधियाँ

मानकीकरण हेतु स्टॉक तैयारी

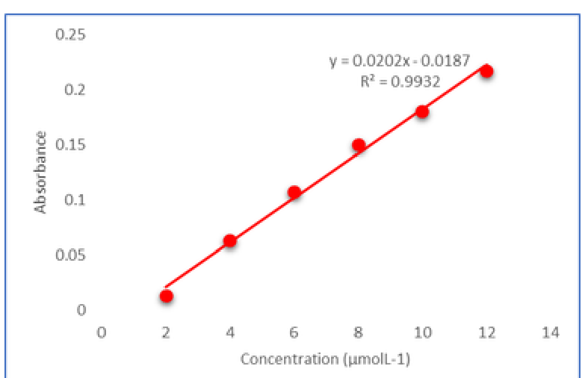
- **मूल सांद्र विलयन(Mother Stock Solution):** सटीक रूप से 0.186 ग्राम पोटैशियम डाइहाइड्रोजन फॉस्फेट (Potassium Dihydrogen Phosphate) को 1000 मि.ली. मानक फ्लास्क में घोलें, यह सुनिश्चित करते हुए कि पूर्णतः विलयन हो जाए। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से ठीक 1000 मि.ली. तक पूरा करें। इस विलयन को "मदर स्टॉक" कहा जाता है।

- **कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution):** मूल सांद्र विलयन(Mother Stock Solution) से सावधानीपूर्वक 1मि.ली. लेकर इसे अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में स्थानांतरित करें। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण (Dilution) सुनिश्चित हो सके। इस तनुकृत विलयन को "वर्किंग स्टैंडर्ड" कहा जाता है।

- **अंशांकन मानक (Calibration Standards)**: कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution) का उपयोग करते हुए क्रमशः 1 मि.ली., 2 मि.ली., 4 मि.ली., 6 मि.ली., 8 मि.ली., 10 मि.ली. तथा 12 मि.ली. को अलग-अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में तरल मापक नली करें। प्रत्येक विलयन का आयतन आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण सुनिश्चित हो सके।

- **अवशोषण मापन (Absorbance Measurement):** प्रत्येक तैयार मानक फ्लास्क से ठीक 10 मि.ली. विलयन निकालकर उपयुक्त पात्रों में स्थानांतरित करें। निर्धारित प्रोटोकॉल के अनुसार आवश्यक अभिकर्मक मिलाएँ। तत्पश्चात प्रत्येक विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन 880 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से करें।

- **मानक वक्र निर्माण (Standard Curve Construction):** अवशोषण (Absorbance) मानों को संबंधित मानक विलयनों की सांद्रता (Concentration) के विरुद्ध प्लॉट करके मानक वक्र तैयार करें। यह सुनिश्चित करें कि मानक वक्र का प्रतिगमन गुणांक (Regression Coefficient, R^2) 0.98 से अधिक हो, जो कैलिब्रेशन प्रक्रिया में उच्च रैखिकता (Linearity) एवं विश्वसनीयता को दर्शाता है।



चित्र 4.10 फॉस्फेट के लिए मानकीकरण वक्र (Standardization Curve for Phosphate)

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) (2)
- फनल (2)
- माप सिलेंडर (25 मि.ली., 10 मि.ली.)
- सूक्ष्म तरल मापक नली व टिप
- तरल मापक नली (1)
- स्टैण्डर्ड फ्लास्क (100 मि.ली. – 8, 500 मि.ली. – 1, 1 लीटर – 2)
- परीक्षण नली होल्डर (1)
- परीक्षण नली (Test Tube) (7)
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- आसुत जल वॉश बोतल

आवश्यक उपकरण

- अल्ट्रावायलेट–विज़िबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

आवश्यक अभिकर्मक

- सल्फ्यूरिक अम्ल विलयन 5N (Sulphuric Acid Solution 5N): 5N सल्फ्यूरिक अम्ल विलयन तैयार करने के लिए 70 मि.ली. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल को आसुत जल में मिलाकर अंतिम आयतन 500 मि.ली. तक किया जाता है, अथवा 14 मि.ली. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल को 100 मि.ली. आसुत जल में पतला किया जाता है।
- पोटैशियम एंटीमनी टार्ट्रेट विलयन (Potassium Antimony Tartrate Solution): 1.37 ग्राम पोटैशियम एंटीमनी टार्ट्रेट को 400 मि.ली. आसुत जल में घोलें। विलयन को काँच की स्टॉपर बोतल में संग्रहित करें।
- अमोनियम मोलिबडेट विलयन (Ammonium Molybdate Solution): 4 ग्राम अमोनियम मोलिबडेट को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलें। विलयन को काँच की संग्रह बोतल में संग्रहित करें।
- एस्कॉर्बिक अम्ल विलयन (Ascorbic Acid Solution): 1.76 ग्राम एस्कॉर्बिक अम्ल को 100 मि.ली. आसुत जल में घोलें। यह विलयन 4°C पर संग्रहित करने पर एक सप्ताह तक स्थिर रहता है।
- मिश्रित रसायन: ऊपर दिए गए रसायनों को मिलाकर 100 मि.ली. घोल तैयार करें:

1. सामान्य सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4): 50 मि.ली.
2. पोटैशियम एंटीमनी टार्ट्रेट विलयन: 5 मि.ली.
3. अमोनियम मोलिबडेट विलयन: 15 मि.ली.
4. एस्कॉर्बिक अम्ल विलयन: 30 मि.ली. (प्रत्येक रसायन को क्रमवार, एक-एक करके मिलाएँ। तैयार मिश्रित रसायन 4 घंटे तक स्थिर रहता है।)

प्रक्रिया

01 नमूना तैयारी

- स्वच्छ परीक्षण नली (Test Tube) में 10 मि.ली. नमूना लें।

02 रसायन मिलाना

- नमूने में 1.6 मि.ली. मिश्रित रसायन (Mixed Reagent) मिलाएँ।

03 इनक्यूबेशन

- मिश्रण को 10–15 मिनट तक इनक्यूबेट करें ताकि रंग विकसित हो सके।

04 मापन प्रक्रिया

- उष्मायन (इनक्यूबेशन)अवधि पूर्ण होने के पश्चात 30 मिनट के भीतर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर का उपयोग कर 880 nm पर विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन किया जाए।

टिप्पणी

- सभी रसायनों (Reagents) को मिश्रण से पूर्व कमरे के तापमान तक आने दिया जाए।
- दिए गए क्रम में मिश्रण किया जाए।
- यदि घोल में धुंधलापन (Turbidity) उत्पन्न हो, तो मिश्रण को अच्छी तरह हिलाकर कुछ समय के लिए स्थिर रखा जाए।

वैकल्पिक तरीका

फॉस्फेट परीक्षण किट (Phosphate Testing Kit)

फॉस्फेट सांद्रता का निर्धारण सॉल्टवॉटर टेस्ट किट द्वारा एक सटीक प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है। इसके लिए 5 मि.ली. नमूना परीक्षण नली में लें, फिर उसमें 6 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 1 मिलाएँ। इसके पश्चात 6 बूंदें टेस्ट सॉल्यूशन 2 डालें और अच्छी तरह हिलाएँ। परीक्षण नली को 10 मिनट तक बिना हिलाए छोड़ दें, जिसके दौरान रंग परिवर्तन होगा। प्राप्त रंग की तुलना दिए गए रंग चार्ट से करके फॉस्फेट सांद्रता (प्रति मिलियन भाग) निर्धारित की जाती है।

4.5 सिलिकेट का आकलन

सिलिकेट का महत्व (Silicate): सिलिकेट समुद्री पर्यावरण में एक महत्वपूर्ण पोषक तत्व है, जो डायटम की वृद्धि में सहायता करता है। डायटम समुद्री खाद्य श्रृंखला का एक प्रमुख आधार हैं। समुद्री संवर्धन प्रणालियों में सिलिकेट स्तर का नियमित रूप से निगरानी करना आवश्यक है ताकि सिलिका-आधारित जीवों की उचित वृद्धि सुनिश्चित की जा सके। सिलिकेट सांद्रता (Concentration) में असंतुलन संवर्धित जीवों की उत्पादकता और स्वास्थ्य को प्रभावित कर सकता है। उच्च सिलिकेट स्तर अत्यधिक डायटम वृद्धि का कारण बन सकता है, जिससे अन्यपादप प्लवक के साथ प्रतिस्पर्धा बढ़ जाती है और पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन बिगड़ सकता है। अतः समुद्री संवर्धन की स्थिरता के लिए उपयुक्त सिलिकेट स्तर बनाए रखना आवश्यक है।

सिद्धांत

अम्लीय pH पर अमोनियम मोलिबडेट (Ammonium Molybdate) सिलिकेट के साथ अभिक्रिया कर पीले रंग का संकुल (Yellow Complex) बनाता है। इसके पश्चात ऑक्सैलिक अम्ल (Oxalic Acid) मिलाया जाता है, जो बनने वाले मोलिब्डोफॉस्फोरिक अम्ल (Molybdophosphoric Acid) को नष्ट करता है, भले ही फॉस्फेट की अनुपस्थिति ज्ञात हो। इसके बाद यह पीला संकुल एस्कॉर्बिक अम्ल (Ascorbic Acid) द्वारा अपचयित होकर नीले रंग का संकुल बनाता है। इस नीले रंग की तीव्रता, जिसे स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा एक विशिष्ट तरंगदैर्ध्य पर मापा जाता है, नमूने में सिलिकेट की सांद्रता (Concentration) के सीधे समानुपाती होती है। यह विधि बीयर-लैम्बर्ट नियम (Beer-Lambert Law) का पालन करती है, जिसके अनुसार अवशोषण (Absorbance) विलयन की सांद्रता, पथ लंबाई तथा मोलर अवशोषण गुणांक के समानुपाती होता है।

नमूना संग्रहण

प्रतिनिधि नमूने स्वच्छ काँच के पात्रों का उपयोग करके एकत्र किए जाने चाहिए। पात्र को स्रोत जल से अच्छी तरह धोकर, सतह पर उपस्थित झाग एवं मलबे से बचने हेतु उसे जल सतह के नीचे डुबोकर नमूना एकत्र किया जाए। नमूने पर संग्रहण की तिथि, समय एवं स्थान स्पष्ट रूप से अंकित किया जाए। नमूने को ठंडे वातावरण में संग्रहित कर शीघ्रता से प्रयोगशाला तक पहुँचाया जाए ताकि उसकी गुणवत्ता बनी रहे। संग्रहण संबंधी विवरणों का सटीक अभिलेखन आवश्यक है ताकि आगे किए जाने वाले विश्लेषण की सटीकता एवं विश्वसनीयता सुनिश्चित की जा सके।

विश्लेषण विधियाँ

मानकीकरण हेतु स्टॉक तैयारी

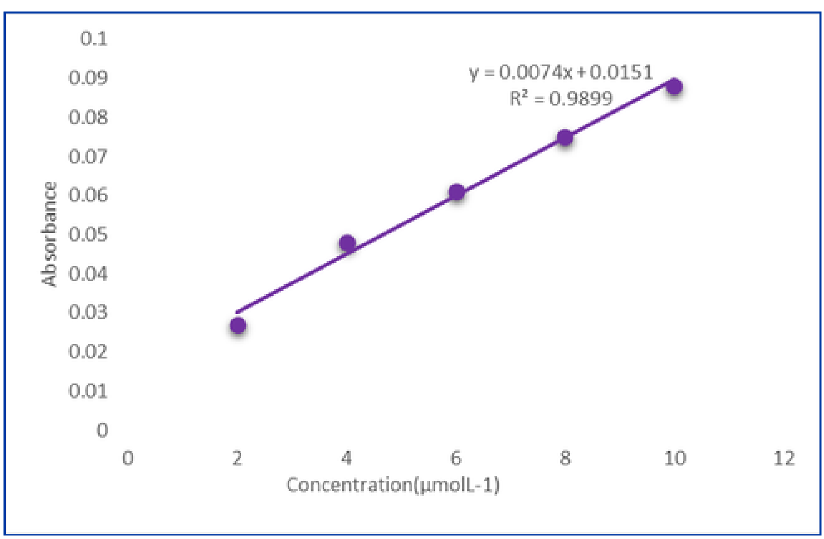
- **मूल सांद्र विलयन(Mother Stock Solution)**: सटीक रूप से 0.960 ग्राम सोडियम फ्लुओरोसिलिकेट (Sodium Fluorosilicate) को 1000 मि.ली. मानक फ्लास्क में घोलें, यह सुनिश्चित करते हुए कि पूर्णतः विलयन हो जाए। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से ठीक 1000 मि.ली. तक पूरा करें। इस विलयन को “मदर स्टॉक” कहा जाता है।

- **कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution):** मूल सांद्र विलयन(Mother Stock Solution) से सटीक रूप से 10 मि.ली. लेकर इसे अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में स्थानांतरित करें। इसके पश्चात आयतन को आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण (Dilution) सुनिश्चित हो सके। यह पतला किया गया विलयन "वर्किंग स्टैंडर्ड" कहलाता है।

- **अंशांकन मानक (Calibration Standards):** कार्यकारी मानक विलयन (Working Standard Solution) का उपयोग करते हुए क्रमशः 1 मि.ली., 2 मि.ली., 4 मि.ली., 6 मि.ली., 8 मि.ली. तथा 10 मि.ली. को अलग-अलग 100 मि.ली. मानक फ्लास्क में तरल मापक नली करें। प्रत्येक विलयन का आयतन आसुत जल से 100 मि.ली. तक पूरा करें, जिससे सटीक तनुकरण (Dilution) सुनिश्चित हो सके।

- **अवशोषण मापन (Absorbance Measurement):** प्रत्येक तैयार मानक फ्लास्क से ठीक 50 मि.ली. विलयन निकालकर उपयुक्त पात्रों में स्थानांतरित करें। निर्धारित प्रक्रिया के अनुसार आवश्यक अभिकर्मक मिलाएँ। तत्पश्चात प्रत्येक विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन 810 nm पर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर की सहायता से करें।

- **मानक वक्र निर्माण (Standard Curve Construction):** अवशोषण (Absorbance) मानों को संबंधित मानक विलयनों की सांद्रता के विरुद्ध प्लॉट करके मानक वक्र तैयार करें। यह सुनिश्चित करें कि मानक वक्र का प्रतिगमन गुणांक (Regression Coefficient, R^2) 0.98 से अधिक हो, जो कैलिब्रेशन प्रक्रिया में उच्च रैखिकता (Linearity) एवं विश्वसनीयता को दर्शाता है।



चित्र 4.11 सिलिकेट के लिए मानकीकरण वक्र (Standardization Curve for Silicate)

आवश्यक सामग्री

- मापक काँच पात्र (Beaker) – 2 संख्या
- फनल– 2 संख्या
- मापक सिलेंडर (25 मि.ली., 10 मि.ली.) – 1 संख्या
- सूक्ष्म तरल मापक नली एवं टिप (Micropipette and Tip)
- तरल मापक नली (Pipette) – 1 संख्या
- प्लास्टिक मानक फ्लास्क (100 मि.ली.) – 10 संख्या
- मानक फ्लास्क (1 लीटर) – 1 संख्या
- परीक्षण नली (Test Tube) होल्डर – 1 संख्या
- परीक्षण नली (Test Tube) – 7 संख्या
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- आसुत जल (Distilled Water) युक्त वॉश बोतल

आवश्यक उपकरण

- यूवी-विज़िबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

आवश्यक अभिकर्मक

- सल्फ्यूरिक अम्ल (Sulphuric Acid): 25 मि.ली. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल को 75 मि.ली. आसुत जल में मिलाकर तैयार करें।
- अम्ल मोलिबडेट रसायन (Acid Molybdate Reagent): 2 ग्राम अमोनियम मोलिबडेट को 70 मि.ली. जल में घोलें, इसमें 6 मि.ली. सान्द्र HCl मिलाएँ और आयतन को 100 मि.ली. तक पूरा करें।
- ऑक्सैलिक अम्ल विलयन (Oxalic Acid Solution): 10 ग्राम ऑक्सैलिक अम्ल डाइहाइड्रेट को 100 मि.ली. आसुत जल में हिलाकर संतृप्त विलयन तैयार करें। विलयन को कमरे के तापमान पर प्लास्टिक बोतल में संग्रहित करें।
- मेटोल–सल्फाइट विलयन (Metol-Sulphite Solution): 5 ग्राम मेटोल तथा 3 ग्राम निर्जल सोडियम सल्फाइट को 240 मि.ली. जल में घोलें, फिर आयतन को 250 मि.ली. तक बढ़ाएँ और निस्यंदन (Filter) करें। विलयन को व्हाटमैन नंबर 1 फिल्टर पेपर से छानकर गहरे रंग की काँच की बोतल में संग्रहित करें।
- अपचायक रसायन (Reducing Agents): 100 मि.ली. मेटोल–सल्फाइट विलयन में 60 मि.ली. 10% ऑक्सैलिक अम्ल विलयन मिलाएँ। शीतलन बनाए रखते हुए इसमें धीरे-धीरे 120 मि.ली. 25% सल्फ्यूरिक अम्ल विलयन मिलाएँ। अंत में मिश्रण का आयतन 300 मि.ली. तक पूरा करें।

उपकरणों की सफाई एवं उपचार

- ग्रेजुएटेड फ्लास्क को उनकी घुलनशीलता के प्रति प्रतिरोध बढ़ाने हेतु सांद्र नाइट्रिक अम्ल एवं सल्फ्यूरिक अम्ल के 1:1 मिश्रण में रात्रि भर भिगोया जाए। इसके पश्चात फ्लास्क को नल के जल से अच्छी तरह धोकर, फिर आसुत जल से कुल्ला किया जाए। फ्लास्क को निकालकर पानी निकाल दिया जाए, परंतु उन्हें पूर्णतः सुखाया न जाए, क्योंकि इससे उनकी घुलनशीलता प्रतिरोध क्षमता प्रभावित हो सकती है।

प्रक्रिया

01 नमूना तैयारी

- 50 मि.ली. ग्रेजुएटेड फ्लास्क में 20 मि.ली. नमूना लें, उसमें 3 मि.ली. अम्ल मोलिबडेट रसायन (Acid Molybdate Reagent) मिलाकर अच्छी तरह मिश्रण करें।

02 रसायनों का योग

- 10 मिनट के बाद 15 मि.ली. अपचायक रसायन (Reducing Agent) मिलाएँ तथा आयतन को आसुत जल से 50 मि.ली. तक पूरा करें।

03 उष्मायन (इनक्यूबेशन)

- मिश्रण को 3 घंटे तक स्थिर रहने दें।

04 मापन प्रक्रिया

- स्पेक्ट्रोफोटोमीटर का उपयोग करते हुए 810 nm पर विलयन की अवशोषण क्षमता (Absorbance) का मापन करें।

टिप्पणी

- सिलिकेट विश्लेषण प्लास्टिक पात्रों का उपयोग करके किया जाना चाहिए, क्योंकि सिलिकेट काँच की सतह पर अवशोषित (Adsorb) हो सकता है, जिससे परिणामों की सटीकता प्रभावित हो सकती है।
- पूर्ण संकुल निर्माण सुनिश्चित करने हेतु अभिक्रिया की परिस्थितियाँ जैसे pH एवं तापमान का अनुकूलन करें।
- ऐसे संभावित हस्तक्षेपों से सावधान रहें जो विधि की सटीकता को प्रभावित कर सकते हैं। सामान्यतः अन्य ऋणायन (Anions) मोलिबडेट के साथ संकुल बना सकते हैं या समान तरंगदैर्ध्य पर प्रकाश अवशोषित कर सकते हैं।

चित्र 4.12 विभिन्न सांद्रताओं पर सिलिकेट मानक विलयनों की स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण हेतु तैयारी

वैकल्पिक तरीका

सिलिकेट परीक्षण किट

सिलिकेट सांद्रता का निर्धारण सॉल्टवॉटर टेस्ट किट द्वारा एक सटीक प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है। इसके लिए 5 मि.ली. नमूना परीक्षण नली में लें, इसके पश्चात उसमें टेस्ट सॉल्यूशन मिलाएँ और अच्छी तरह हिलाएँ। परीक्षण नली को 10 मिनट तक बिना हिलाए रखें, जिसके दौरान रंग परिवर्तन होगा। प्राप्त रंग की तुलना दिए गए रंग चार्ट से कर सिलिकेट सांद्रता (प्रति मिलियन भाग) निर्धारित की जाती है।

चित्र 4.13 सिलिकेट परीक्षण किट

संदर्भ सूची

- ग्रासहॉफ, 1964. कील. मीरेसफोर्श., 20: 5।
- मॉरिस एवं राइली, 1963. एनाल. केम. एक्ट., 29: 272।
- मुलिन, जे.बी. एवं राइली, जे.पी., 1955. एनालिट. केम. एक्ट., 12: 162–76।
- मर्फी, जे. एवं राइली, जे.पी., 1962. एनाल. केम. एक्ट., 27: 31–36।
- पटनायक, पी. (1997). पर्यावरणीय विश्लेषण की हैंडबुकः वायु, जल, मृदा एवं ठोस अपशिष्टों में रासायनिक प्रदूषक। बोका रैटन (फ्लोरिडा): लुईस पब्लिशर।
- पटनायक, पी. (1997). पर्यावरणीय विश्लेषण की हैंडबुकः वायु, जल, मृदा एवं ठोस अपशिष्टों में रासायनिक प्रदूषक। बोका रैटन (फ्लोरिडा): लुईस पब्लिशर।
- राग्गी, एम.ए., सब्बियोनी, सी., मंड्रियोली, आर., ज़िनी, क्यू. एवं वरानी, जी. (1999). हीमोडायलिसिस विलयनों में सिलिकेट के अंशों का स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक निर्धारण। जे. फार्म. बायोमेड. एनाल., 20(1–2): 335–42। डीओआई: 10.1016/s0731-7085(99)00054-0। पीएमआईडी: 10704040।
- स्ट्रिकलैंड, जे.डी.एच. एवं पार्सन्स, टी.आर., 1968. फिशरीज रिसर्च बोर्ड ऑफ कनाडा, बुलेटिन संख्या 167, 311 पृष्ठ।
- वुड आदि, 1967. जे. मार. बायोल. असोस. यू.के., 47: 23।
- झांग, जे. एवं फिशर, सी.जे., 2006. समुद्री जल में नाइट्रेट के प्रत्यक्ष स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक निर्धारण हेतु सरल रेसोर्सिनॉल विधि। मार. केम., 99: 220–226।
- ज़ोलार्ज़ानो, एल., 1969. लिम्नोल. ओशनोग्र., 14: 799–801।

CHAPTER 5

प्रमुख आयन

देवानंद उचोई, आशीष कुमार झा, सुरेश कुमार मोज्जाड़ा, मयूर एस. ताडे, रामशाद टी. एस.

5 विषय सूची

5.1 कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आधारित कठोरता का निर्धारण
5.2 स्थायी एवं अस्थायी कठोरता का निर्धारण

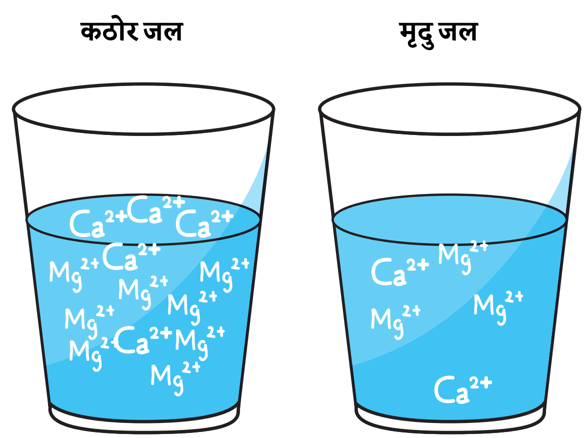
परिचय

जल की कठोरता (Water hardness) एक महत्वपूर्ण भौतिक गुण है, जिसे जल में कैल्शियम (Ca^{2+}) तथा मैग्नीशियम (Mg^{2+}) आयनों की सांद्रता के रूप में परिभाषित किया जाता है। यह गुण जलीय पर्यावरण में विभिन्न जैविक एवं रासायनिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करता है। इन आयनों की उपस्थिति कई शारीरिक क्रियाओं एवं पारिस्थितिक अंतःक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। उदाहरण के लिए, कैल्शियम एवं मैग्नीशियम अकशेरुकी जीवों में खोल (shell) एवं बाह्य कंकाल (exoskeleton) के निर्माण के लिए आवश्यक होते हैं, जिससे उनकी संरचनात्मक मजबूती एवं जीवित रहने की क्षमता सुनिश्चित होती है। इसी प्रकार, ये खनिज मछलियों की अस्थि (bone) के विकास के लिए भी आवश्यक होते हैं, जिससे उनकी वृद्धि एवं विकास में सहायता मिलती है।

समुद्री संवर्धन (mariculture) में जल की कठोरता का प्रबंधन अत्यंत आवश्यक होता है, क्योंकि यह संवर्धित जीवों के स्वास्थ्य एवं उत्पादन को सीधे प्रभावित करता है। उपयुक्त कठोरता स्तर जलीय जीवों की शारीरिक आवश्यकताओं, जैसे परासरण नियमन (osmoregulation) एवं एंजाइम क्रियाओं, को बनाए रखने में सहायक होता है। जल की कठोरता से प्रभावित पर्यावरणीय स्थिरता संवर्धित जीवों के समग्र स्वास्थ्य पर प्रत्यक्ष प्रभाव डालती है। उदाहरणस्वरूप, जल में उपलब्ध कैल्शियम शेलफिश में मजबूत खोल के विकास तथा मछलियों के कंकाल के स्वास्थ्य के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है।

आदर्श कठोरता सीमा से विचलन कई समस्याओं को जन्म दे सकता है। कम कठोरता के स्तर पर खनिजों की अपर्याप्त उपलब्धता के कारण जलीय जीवों में तनाव उत्पन्न हो सकता है तथा उनकी वृद्धि प्रभावित हो सकती है। इसके विपरीत, अत्यधिक कठोरता खनिज असंतुलन उत्पन्न कर सकती है, जिससे जलीय जीवन पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। दोनों ही स्थितियाँ समुद्री संवर्धन की उत्पादकता को प्रभावित करती हैं, जैसे वृद्धि दर में कमी, रोगों के प्रति संवेदनशीलता में वृद्धि तथा जीवित रहने की दर में गिरावट।

अतः समुद्री संवर्धन संचालन की सफलता एवं स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए जल की कठोरता का प्रभावी प्रबंधन एवं नियमित निगरानी अत्यंत आवश्यक है। उचित कठोरता स्तर बनाए रखकर संवर्धित जीवों की उत्तम वृद्धि एवं स्वास्थ्य को सुनिश्चित किया जा सकता है, जिससे संपूर्ण जलीय प्रणाली की स्थिरता एवं उत्पादकता में वृद्धि होती है।



जल की कठोरता को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है

1. अस्थायी कठोरता
2. स्थायी कठोरता

अस्थायी कठोरता: यह कठोरता मुख्यतः कैल्शियम एवं मैग्नीशियम के घुलनशील बाइकार्बोनेट लवणों, जैसे कैल्शियम बाइकार्बोनेट [$Ca(HCO_3)_2$] तथा मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट [$Mg(HCO_3)_2$], के कारण होती है। इसे उबालने द्वारा काफी हद तक दूर किया जा सकता है। गर्म करने पर कैल्शियम बाइकार्बोनेट कैल्शियम कार्बोनेट, जल एवं कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है:

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{heating}} CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2$$

इसी प्रकार मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है:

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{heating}} Mg(OH)_2 \downarrow + 2\,CO_2$$

स्थायी कठोरता: यह कठोरता कैल्शियम, मैग्नीशियम, आयरन एवं अन्य धातुओं के घुलनशील क्लोराइड, नाइट्रेट तथा सल्फेट लवणों के कारण होती है, जैसे कैल्शियम क्लोराइड ($CaCl_2$), मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$), कैल्शियम सल्फेट ($CaSO_4$), मैग्नीशियम सल्फेट ($MgSO_4$), आयरन सल्फेट ($FeSO_4$) तथा एल्युमिनियम सल्फेट [$Al_2(SO_4)_3$] आदि। अस्थायी कठोरता के विपरीत, स्थायी कठोरता को उबालने से दूर नहीं किया जा सकता; इसके लिए रासायनिक उपचार आवश्यक होता है।

सिद्धांत

जल की कठोरता का निर्धारण एथिलीनडायमीनटेट्राअसिटिक अम्ल (EDTA) द्वारा कॉम्प्लेक्सोमेट्रिक टाइट्रेशन विधि से किया जाता है। EDTA जल में उपस्थित कैल्शियम (Ca^{2+}) एवं मैग्नीशियम (Mg^{2+}) आयनों के साथ रंगहीन एवं स्थिर कॉम्प्लेक्स बनाता है।

घोल का pH 9–10 के उपयुक्त स्तर पर बनाए रखने के लिए अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) एवं अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH) का बफर घोल उपयोग किया जाता है। एरियोक्रोम ब्लैक-टी को सूचक (indicator) के रूप में प्रयोग किया जाता है। EBT की उपस्थिति में कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आयन एक अस्थिर वाइन-रेड (गहरा लाल) रंग का कॉम्प्लेक्स बनाते हैं।

जब EDTA को धीरे-धीरे जोड़ा जाता है, तो यह Ca^{2+} एवं Mg^{2+} आयनों के साथ प्रतिक्रिया कर EBT को उसके कॉम्प्लेक्स से विस्थापित कर देता है, जिससे घोल का रंग नीला हो जाता है। यही रंग परिवर्तन टाइट्रेशन का एंड पॉइंट दर्शाता है। इस एंड पॉइंट तक प्रयुक्त EDTA की मात्रा के आधार पर जल की कठोरता की गणना की जाती है

5.1 स्थायी एवं अस्थायी कठोरता का आकलन

नमूना संग्रहण

सटीक कठोरता मापन सुनिश्चित करने के लिए जल के नमूनों को स्वच्छ एवं अम्ल-धोए (acid-washed) पात्रों में एकत्र किया जाना चाहिए, ताकि किसी प्रकार का संदूषण न हो। पात्र को जल की सतह के नीचे डुबोकर पूर्ण रूप से भरा जाता है, जिससे वायु बुलबुले न रहें, क्योंकि ये विश्लेषण को प्रभावित कर सकते हैं।
प्रत्येक नमूने पर नमूना संग्रहण स्थान, तिथि तथा गहराई जैसी जानकारी स्पष्ट रूप से अंकित की जानी चाहिए, ताकि उचित अभिलेखन बना रहे। नमूनों को ठंडी एवं अंधेरी जगह पर सुरक्षित रखा जाना चाहिए तथा शीघ्र ही प्रयोगशाला में पहुँचाया जाना चाहिए। इन प्रक्रियाओं का पालन करने से नमूनों की गुणवत्ता बनी रहती है तथा कैल्शियम एवं मैग्नीशियम की सांद्रता के आकलन की विश्वसनीयता सुनिश्चित होती है।

आवश्यक सामग्री

- ब्यूरेट स्टैंड सहित – 1 संख्या
- शंक्वाकार फ्लास्क – 1 संख्या
- तरल मापक नली – 1 संख्या
- ड्रॉपर – 1 संख्या
- मापी सिलेंडर (100 मि.ली.) – 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (250 मि.ली.) – 1 संख्या
- आसुत जल युक्त वॉश बोतल – 1 संख्या

आवश्यक उपकरण

- तौल तराजू

आवश्यक अभिकर्मक

- **मानक कठोर जल विलयन का निर्माण**

1. ग्राम शुद्ध, शुष्क कैल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) को न्यूनतम मात्रा में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) में घोलें।
2. प्राप्त विलयन को जल स्नान (water bath) की सहायता से सुखाकर वाष्पित करें।
3. शुष्क अवशेष को आसुत जल में घोलकर अंतिम आयतन 1 लीटर तक बनाएं।

- **एथिलीनडायमीनटेट्राएसिटिक अम्ल (EDTA) 0.01 M**

1. 0.931 ग्राम एथिलीनडायमीनटेट्राएसिटिक अम्ल (EDTA) को सावधानीपूर्वक एक 250 मि.ली. मानक फ्लास्क में डालें, तत्पश्चात फ्लास्क को आसुत जल की सहायता से 250 मि.ली. के निशान तक भरें।

- **बफर विलयन**

1. 67.5 ग्राम अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) को 570 मिलीलीटर सान्द्र अमोनिया विलयन में मिलाएँ।
2. इस मिश्रण को आसुत जल की सहायता से तनुकृत करें तथा अंतिम आयतन 1 लीटर तक पूर्ण करें।

- **सूचक (EBT) का निर्माण**

1. 0.5 ग्राम एरियोक्रोम ब्लैक–T (Eriochrome Black–T) को 100 मि.ली. अल्कोहल में घोलें।

प्रक्रिया

01 EDTA विलयन का मानकीकरण

- ब्यूरेट को EDTA विलयन से धोकर भर लें।
- एक शंक्वाकार फ्लास्क में 20 मि.ली. मानक कठोर जल (M_1) तरल मापक नली करें।
- इसमें 4 मि.ली. बफर विलयन तथा एरियोक्रोम ब्लैक T (Eriochrome Black T, EBT) संकेतक की 2 बूंदें मिलाएँ।
- अब EDTA विलयन से अनुमापन (titration) करें जब तक वाइन-रेड (wine-red) रंग पूर्णतः बदलकर स्वच्छ नीला (clear blue) न हो जाए।
- EDTA विलयन की प्रयुक्त मात्रा को 'X 'मि.ली. मानें।
- सूत्र $M_1V_1 = M_2V_2$ का उपयोग करके EDTA विलयन की मोलरता निर्धारित करें, जहाँ

  M_1 = मानक कठोर जल की मोलरता (0.01 M)
  V_1 = मानक कठोर जल का आयतन (20 मि.ली.)
  M_2 = EDTA विलयन की मोलरता
  V_2 = प्रयुक्त EDTA का आयतन (X मि.ली.)

02 कुल कठोरता का निर्धारण

- ब्यूरेट को EDTA विलयन से धोकर भर लिया जाता है।
- 20 मि.ली. नमूना जल (V_3) को तरल मापक नली की सहायता से शंक्वाकार फ्लास्क में लिया जाता है।
- 4मि.ली. बफर विलयन तथा संकेतक की 2 बूंदें मिलाई जाती हैं।
- EDTA विलयन से टाइट्रेशन किया जाता है जब तक वाइन-रेड रंग पूर्णतः स्पष्ट नीले रंग में परिवर्तित न हो जाए।
- प्रयुक्त EDTA का आयतन 'Y'मि.ली. माना जाता है।
- नमूना जल की मोलरता निर्धारित करने हेतु सूत्र $M_2V_2 = M_3V_3$ का उपयोग किया जाता है, जहाँ:

  M_2 = EDTA की मोलरता
  V_2 = प्रयुक्त EDTA का आयतन (Y मि.ली.)
  M_3 = नमूना जल की मोलरता
  V_3 = नमूना जल का आयतन (20 मि.ली.)
- कुल कठोरता की गणना निम्न सूत्र द्वारा की जाती है:

$$Total\ Hardness = M_3 \times \frac{Molecular\ weight\ of\ CaCO_3(100) \times 1000}{Volume\ in\ ml} = M_3 \times 105\ ppm$$

03 स्थायी कठोरता का निर्धारण

- 100 मि.ली. नमूना जल को 250 मि.ली. मापक काँच पात्र (Beaker) में लिया जाता है।
- अस्थायी कठोरता को हटाने हेतु इसे उबाला जाता है जब तक आयतन आधा न रह जाए, तत्पश्चात इसे कक्ष तापमान तक ठंडा किया जाता है।
- अघुलनशील लवणों को हटाने हेतु इसे फिल्टर पेपर से छाना जाता है।
- आयतन को आसुत जल मिलाकर 100 मि.ली. तक समायोजित किया जाता है।
- इस विलयन (V_4) के 20 मि.ली. को तरल मापक नली की सहायता से शंक्वाकार फ्लास्क में लिया जाता है।
- 4 मि.ली. बफर विलयन तथा संकेतक की 2 बूंदें मिलाई जाती हैं।
- EDTA विलयन से टाइट्रेशन किया जाता है जब तक वाइन-रेड रंग पूर्णतः स्पष्ट नीले रंग में परिवर्तित न हो जाए।
- प्रयुक्त EDTA का आयतन ‘Z’ मि.ली. माना जाता है।
- स्थायी कठोरता की मोलरता निर्धारित करने हेतु सूत्र $M_2V_2 = M_4V_4$ का उपयोग किया जाता है, जहाँ:

  M_2 = EDTA की मोलरता
  V_2 = प्रयुक्त EDTA का आयतन (Z मि.ली.)
  M_4 = स्थायी कठोर जल की मोलरता
  V_4 = स्थायी कठोर जल का आयतन (20 मि.ली.)

- स्थायी कठोरता की गणना निम्न सूत्र द्वारा की जाती है:

$$Permanent\ \ Hardness = M_4 \times \frac{Molecular\ weight\ of\ CaCO_3(100) \times 1000}{Volume\ in\ ml} = M_4 \times 105\ ppm$$

04 अस्थायी कठोरता का निर्धारण

- कुल कठोरता में से स्थायी कठोरता घटाकर अस्थायी कठोरता की गणना की जाती है:

अस्थायी कठोरता = कुल कठोरता – स्थायी कठोरता

दिए गए जल नमूने की कठोरता निम्नलिखित है:

कुल कठोरता = ----------------------------------प्रति मिलियन भाग
स्थायी कठोरता = --------------------------------प्रति मिलियन भाग
अस्थायी कठोरता = ------------------------------प्रति मिलियन भाग

चित्र . 5.1 कठोरता विश्लेषण हेतु टाइट्रेशन के दौरान रंग में क्रमिक परिवर्तन

टिप्पणी

- 105 प्रति मिलियन भाग का फैक्टर $CaCO_3$ के आणविक भार तथा व्यावहारिक राउंडिंग को ध्यान में रखकर लिया जाता है।
- टाइट्रेशन के दौरान pH को स्थिर बनाए रखना आवश्यक है, सामान्यतः pH 10 के आसपास, ताकि मेटल-EDTA कॉम्प्लेक्स का निर्माण प्रभावी रूप से हो सके।
- कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आयनों के पूर्ण एवं सटीक केलेशन (chelation) के लिए टाइट्रेशन के दौरान मेटल-EDTA कॉम्प्लेक्स बनने हेतु पर्याप्त समय दिया जाना चाहिए।
- ब्लैंक सुधार (blank correction) हेतु एक ब्लैंक घोल का टाइट्रेशन किया जाना चाहिए, जिसमें नमूने के अतिरिक्त सभी अभिकर्मक उपस्थित हों, ताकि किसी भी पृष्ठभूमि रंग या हस्तक्षेप को ध्यान में रखा जा सके।
- एंड पॉइंट के सटीक निर्धारण के लिए EDTA घोल को धीरे-धीरे एवं नियंत्रित तरीके से मिलाते हुए रंग परिवर्तन का निरंतर अवलोकन किया जाना चाहिए।

5.2 कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आधारित कठोरता का आकलन

जल की कठोरता का निर्धारण कॉम्प्लेक्सोमेट्रिक टाइट्रेशन विधि पर आधारित होता है। इसमें जल नमूने का टाइट्रेशन एथिलीनडायमीनटेट्राअसिटिक अम्ल (EDTA) के मानक घोल से किया जाता है, जो एक कॉम्प्लेक्स बनाने वाला अभिकर्मक है। चूँकि EDTA जल में अघुलनशील होता है, इसलिए इस प्रयोग में इसके डिसोडियम लवण का उपयोग किया जाता है। EDTA धातु आयनों के साथ चार या छह समन्वय बंध (coordination bonds) बना सकता है।

इस टाइट्रेशन में एरियोक्रोम ब्लैक-टी (Eriochrome Black T, ErioT) नामक नीले रंग का सूचक (indicator) उपयोग किया जाता है। ErioT कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आयनों के साथ कॉम्प्लेक्स बनाता है, जिससे घोल का रंग नीले से गुलाबी (pink) में परिवर्तित हो जाता है।

इस विधि में मैग्नीशियम क्लोराइड के घोल के साथ बैक टाइट्रेशन (back titration) किया जाता है। यह घोल अतिरिक्त EDTA अणुओं के साथ कॉम्प्लेक्स बनाता है, जब तक कि सभी अतिरिक्त EDTA अभिक्रिया में सम्मिलित न हो जाए। जब समस्त अतिरिक्त EDTA बंधित हो जाता है, तब मैग्नीशियम क्लोराइड से बचे हुए मैग्नीशियम आयन एरियोक्रोम ब्लैक-टी (ErioT) सूचक के साथ कॉम्प्लेक्स बनाना प्रारंभ करते हैं, जिससे घोल का रंग तुरंत नीले से गुलाबी में परिवर्तित हो जाता है, जो एंड पॉइंट को दर्शाता है।

मुख्य अभिक्रिया :

$Ca^{2+} + EDTA^{4-} \rightarrow [Ca–EDTA]^{2-}$

बैक टाइट्रेशन :

$EDTA + Mg^{2+} \rightarrow [Mg–EDTA]^{2-}$

सूचक अभिक्रिया : (ErioT नीला होता है तथा ErioT–Mg गुलाबी होता है)

$ErioT + Mg^{2+} \rightarrow ErioT–Mg$

आवश्यक सामग्री

- ब्यूरेट (Burette)
- तरल मापक नली (20 मि.ली.)
- शंक्वाकार फ्लास्क (250 मि.ली.)
- मापीय सिलिंडर (100 मि.ली.)

अभिकर्मक की तैयारी

- EDTA (एथिलीनडायमीन टेट्राअसिटिक अम्ल) : 0.05 mol/L का 500 मि.ली. घोल तैयार करने हेतु 9.31 ग्राम EDTA लवण को तौलकर 500 मि.ली. आसुत जल में वॉल्यूमेट्रिक फ्लास्क में घोलें।
- बफर घोल : 7.0 ग्रा. अमोनियम क्लोराइड को 57 मि.ली. सघन अमोनिया में घोलें तथा वॉल्यूमेट्रिक फ्लास्क में आसुत जल से 100 मि.ली. तक आयतन पूरा करें। घोल का pH लगभग 10.5 होना चाहिए।
- $MgCl_2·6H_2O$ (मैग्नीशियम क्लोराइड हेक्साहाइड्रेट) : 0.025 mol/L का घोल तैयार करने हेतु 2.54 ग्रा. मैग्नीशियम क्लोराइड हेक्साहाइड्रेट को तौलकर 500 मि.ली. आसुत जल में वॉल्यूमेट्रिक फ्लास्क में घोलें।
- ErioT सूचक (Eriochrome Black T Indicator) : 0.2 ग्रा. एरियोक्रोम ब्लैक-टी को 15 मि.ली. सघन अमोनिया घोल तथा 5 मि.ली. एब्सोल्यूट एथेनॉल में घोलें।

प्रक्रिया

01 EDTA विलयन का मानकीकरण

- EDTA विलयन का 10 मि.ली. नमूना पाइपेट की सहायता से एक शंक्वाकार फ्लास्क में लें।
- इसमें 10 मि.ली. अमोनिया बफर विलयन तथा 1 मि.ली. एरियोक्रोम ब्लैक T सूचक (indicator) मिलाएँ।
- अब इस विलयन का टाइट्रेशन मैग्नीशियम क्लोराइड विलयन से करें, जब तक अंतिम बिंदु प्राप्त न हो जाए। अंतिम बिंदु का संकेत नीले रंग से गुलाबी रंग में स्थायी परिवर्तन द्वारा मिलता है।
- प्रयुक्त मोलों (moles) की संख्या निर्धारित करें।
- Mg^{2+} और EDTA का अनुपात 1:1 होने के कारण, EDTA विलयन की सांद्रता की गणना करें।

02 समुद्री जल नमूनों हेतु टाइट्रेशन विधि

- 10 मि.ली. नमूना विलयन को तरल मापक नली की सहायता से शंक्वाकार फ्लास्क में लिया जाता है।
- 0.05 mol L^{-1} EDTA विलयन के 20 मि.ली. मिलाए जाते हैं।
- इसके पश्चात 10 मि.ली. अमोनिया बफर, 50 मि.ली. आसुत जल तथा 1 मि.ली. एरियोक्रोम ब्लैक T संकेतक विलयन मिलाया जाता है।
- नमूने का टाइट्रेशन मानक 0.025 mol L^{-1} मैग्नीशियम क्लोराइड विलयन से तब तक किया जाता है जब तक स्थायी गुलाबी रंग उत्पन्न न हो जाए।

03 मीठे जल नमूनों हेतु टाइट्रेशन विधि

- 100 मि.ली. नमूना विलयन को 250 मि.ली. क्षमता वाले शंक्वाकार फ्लास्क में लिया जाता है।
- 0.05 mol L^{-1} EDTA विलयन को 1/10 के अनुपात में तनुकृत कर 0.005 mol L^{-1} EDTA विलयन तैयार किया जाता है। इस तनुकृत EDTA विलयन के 20 मि.ली. नमूने में मिलाए जाते हैं।
- इसके पश्चात 10 मि.ली. अमोनिया बफर तथा 1 मि.ली. एरियोक्रोम ब्लैक T संकेतक विलयन मिलाया जाता है।
- 0.025 mol L^{-1} मैग्नीशियम क्लोराइड विलयन को भी 1/10 के अनुपात में तनुकृत कर 0.0025 mol L^{-1} विलयन तैयार किया जाता है।
- इस 0.0025 mol L^{-1} मैग्नीशियम क्लोराइड विलयन से नमूना विलयन का टाइट्रेशन तब तक किया जाता है जब तक स्थायी गुलाबी रंग उत्पन्न न हो जाए।

गणना

- नमूना विलयन में मिलाए गए EDTA के कुल मोलों (moles) की गणना की जाती है।
- बैक टाइट्रेशन (back titration) में प्रयुक्त मैग्नीशियम क्लोराइड विलयन के मोलों की गणना की जाती है। दिए गए टाइट्रेशन समीकरण के अनुसार, मैग्नीशियम आयन (Mg^{2+}) के मोल, अतिरिक्त (excess) EDTA के मोलों के समतुल्य होते हैं

$$EDTA^{4-} + Mg \rightarrow [Mg\text{-}EDTA]^{2-}$$

- Ca^{2+} और Mg^{2+} : EDTA का अनुपात 1 : 1 दिया गया है, EDTA द्वारा कॉम्प्लेक्सित Ca^{2+} और Mg^{2+} के मोलों की गणना नमूने में मिलाए गए कुल EDTA के मोलों में से अतिरिक्त EDTA के मोल घटाकर की जाती है। प्राप्त मान नमूना विलयन में उपस्थित Ca^{2+} और Mg^{2+} के मोलों का प्रतिनिधित्व करता है।

चित्र. 5.2 विश्लेषण के दौरान रंग में क्रमिक परिवर्तन

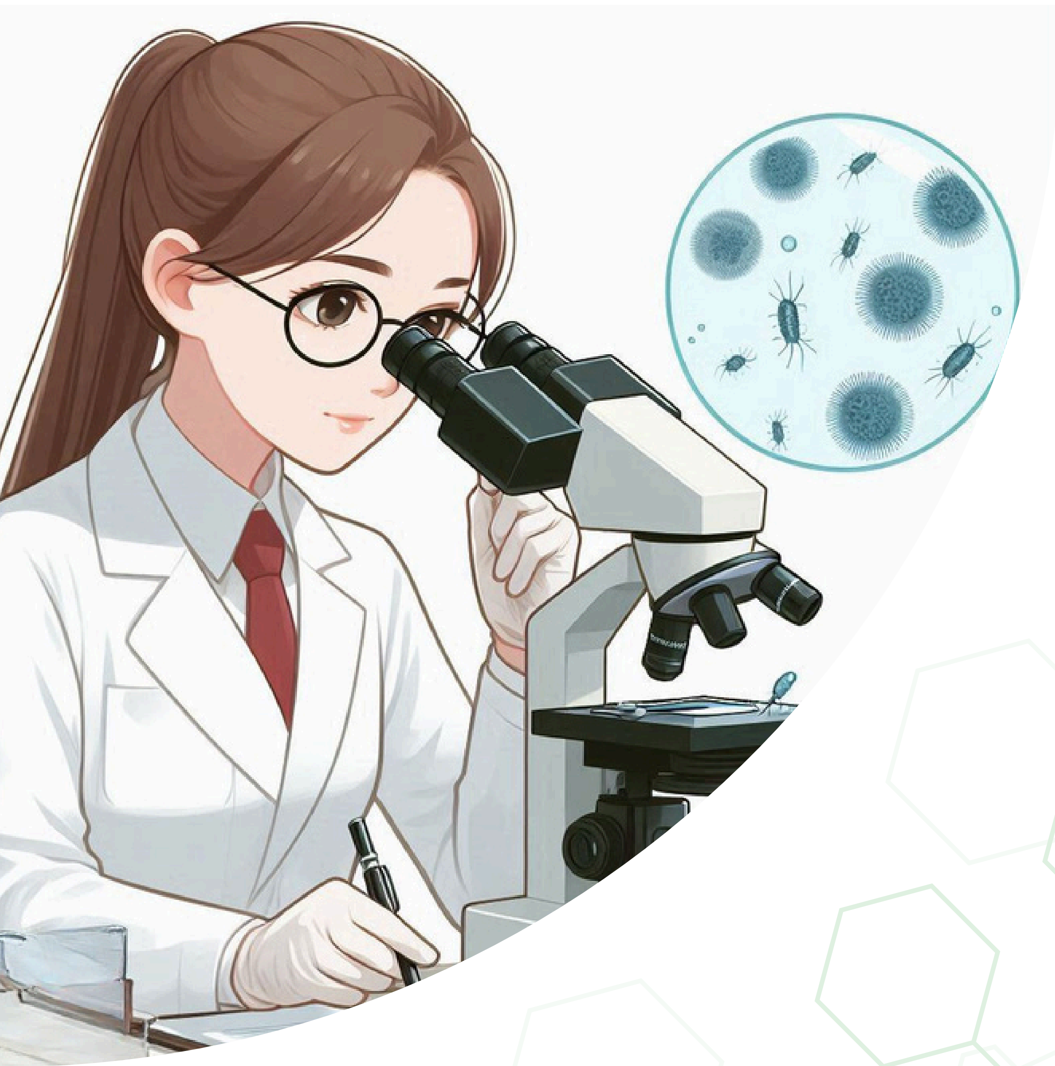
टिप्पणी

- प्रयोगशाला में कार्य करते समय हमेशा लैब कोट, सुरक्षा चश्मा तथा बंद जूते पहनना अनिवार्य है।
- बफर एवं सूचक घोल की तैयारी में प्रयुक्त सघन अमोनिया घोल अत्यधिक संक्षारक (corrosive) होता है, अतः रबर के दस्ताने पहनना चाहिए तथा इसे संभालते समय विशेष सावधानी बरतनी चाहिए।
- बफर एवं सूचक दोनों घोल अमोनिया गैस उत्सर्जित कर सकते हैं, जो अधिक मात्रा में श्वसन के लिए हानिकारक होती है, इसलिए कार्य फ्यूम हुड या अच्छी वेंटिलेशन वाले स्थान पर किया जाना चाहिए।
- यहाँ प्रयुक्त अमोनिया बफर (pH लगभग 10.5) आवश्यक है, क्योंकि एरियोक्रोम ब्लैक-टी सूचक केवल pH 7–11 की सीमा में ही स्पष्ट रंग परिवर्तन प्रदर्शित करता है।

संदर्भ सूची

- APHA-1992, जल और अपशिष्ट जल के परीक्षण के लिए मानक विधियाँ, 18वां संस्करण। अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन, वाशिंगटन, डीसी।
- https://www.gopracticals.com/chemical/basic-chemical/hardness-water-titration-eriochrome/
- Uobabylon. उपलब्ध https://www.uobabylon.edu.iq/eprints/publication_2_2630_250.pdf (प्रवेश तिथि: 05 जुलाई 2024)।
- जल और उसका उपचार, अवि.तिथि (n.d.)। [PDF]। उपलब्ध: https://uptti.ac.in/classroomcontent/data/Unit1_Water%20and%20its%20treatment.pdf (प्रवेश तिथि: 7 अगस्त 2024)।

6 CHAPTER



जैविक मापदण्डो का आकलन

कपिल सुखादाने, दिवु डी., रमशाद टी. एस., प्राची सिद्धार्थ बागडे

6 विषय सूची

6.1 जलस्थूल पादप वनस्पति का आकलन
6.2 पादप प्लवक का आकलन
6.3 प्राणिप्लवक का आकलन
6.4 तलस्थ जीव का आकलन
6.5 क्लोरोफिल का आकलन
6.6 प्राथमिक उत्पादकता का आकलन

परिचय

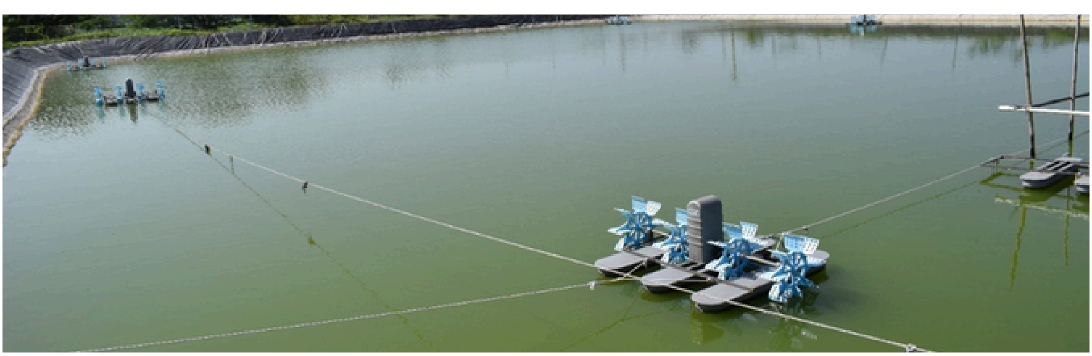
जैविक पैरामीटर जलीय पारितंत्र के स्वास्थ्य और कार्यप्रणाली के महत्वपूर्ण संकेतक होते हैं। इनमें जीवित जीवों के विभिन्न पहलू तथा उनके पर्यावरण के साथ अंतःक्रियाएँ शामिल होती हैं। इन मापदंडों को समझना जलीय प्रणालियों के प्रबंधन और अनुकूलन के लिए अत्यंत आवश्यक है, विशेष रूप से समुद्री संवर्धन में, जहाँ संवर्धित प्रजातियों का स्वास्थ्य और उत्पादकता पूरे पारितंत्र की गतिशीलता से जुड़ी होती है।

इन जैविक मापदंडों में शामिल हैं:

- जलस्थूल पादप वनस्पति,
- तलस्थ जीव,
- पादप प्लवक,
- प्राणिप्लवक,
- प्राथमिक उत्पादकता तथा,
- क्लोरोफिल का आकलन शामिल है।

जलस्थूल पादप वनस्पति में जलीय पौधे शामिल होते हैं, जो प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से प्राथमिक उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। तलस्थ जीव उन जीवों को दर्शाता है जो जल निकायों के तल या अवसाद (sediment) में रहते हैं और पोषक तत्व चक्रण तथा आवास संरचना में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं।पादप प्लवक सूक्ष्म पौधे होते हैं, जो प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से प्राथमिक उत्पादन करते हैं और जलीय खाद्य श्रृंखला का आधार बनाते हैं। प्राणिप्लवक छोटे तैरते हुए जीव होते हैं, जोपादप प्लवक पर निर्भर रहते हैं और खाद्य श्रृंखला में ऊर्जा के स्थानांतरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। प्राथमिक उत्पादकता उस दर को दर्शाती है, जिस पर प्राथमिक उत्पादक सूर्य के प्रकाश को जैविक पदार्थ में परिवर्तित करते हैं, जिससे पारितंत्र में उपलब्ध कुल ऊर्जा का संकेत मिलता है। क्लोरोफिल का आकलन, क्लोरोफिल वर्णकों की मात्रा को मापकर,पादप प्लवक बायोमास और प्राथमिक उत्पादकता के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

इन जैविक मापदंडों की निगरानी से जलीय प्रणालियों के स्वास्थ्य, उत्पादकता और स्थिरता के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त होती है। समुद्री कृषि में इन कारकों की समझ वृद्धि की अनुकूल परिस्थितियों को बनाए रखने, पोषक तत्वों के प्रबंधन और पारितंत्र के संतुलन को सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक है। जैविक मापदंडों का प्रभावी प्रबंधन संवर्धित प्रजातियों के लिए एक उत्पादक और टिकाऊ वातावरण बनाए रखने में सहायक होता है, जिससे समुद्री संवर्धन की सफलता और दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित होती है।



6.1 जलस्थूल पादप वनस्पति का आकलन

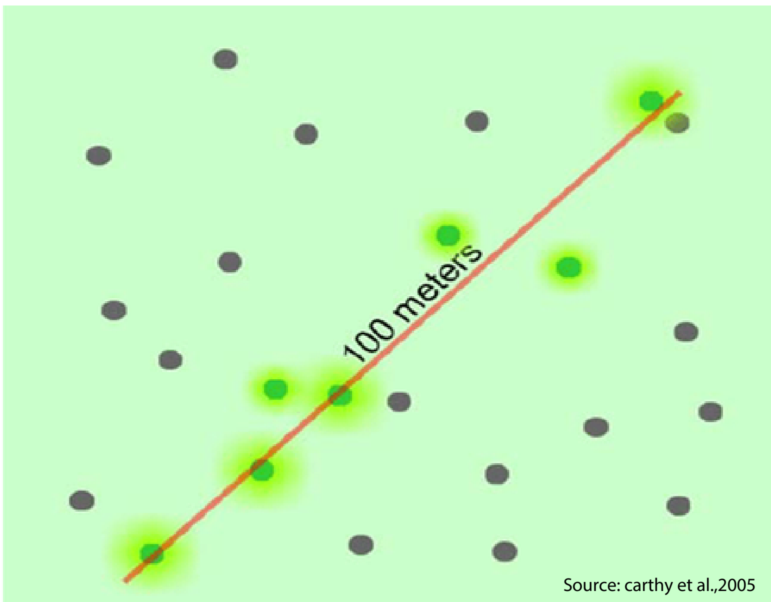
जलस्थूल पादप वनस्पति का नमूना संग्रहण एक व्यवस्थित प्रक्रिया है, जिसमें जलीय पौधों की संख्या, वितरण तथा विविधता का अध्ययन एक निर्धारित क्षेत्र में किया जाता है। यह प्रक्रिया पौध समुदायों को समझने, पारिस्थितिक परिवर्तनों की निगरानी करने तथा जलीय पर्यावरण की स्थिति का आकलन करने में सहायक होती है। यह पौधों की प्रचुरता, वितरण और विविधता के मूल्यांकन के लिए एक व्यवस्थित तरीका प्रदान करती है यह विधि समय के साथ होने वाले परिवर्तनों की निगरानी, विभिन्न आवास प्रकारों की पहचान तथा समुद्री संवर्धन गतिविधियों के स्थानीय वनस्पति पर प्रभाव के मूल्यांकन में सहायक होती है। इसके अतिरिक्त, ट्रांसेक्ट नमूना संग्रहण आधारभूत डेटा संग्रह, पौध प्रजातियों की सूची तैयार करने तथा संसाधनों के प्रभावी प्रबंधन में भी उपयोगी है। इस प्रकार, यह सूचित निर्णय लेने में सहायता करती है और समुद्री संवर्धन प्रणालियों की स्थिरता एवं स्वास्थ्य को बनाए रखने में योगदान देती है।

नमूना विश्लेषण हेतु मानकीकृत विधियाँ

- **नमूना संग्रहण अवधि** - जलीय जलस्थूल पादप समुदायों का नमूना संग्रहण एवं सर्वेक्षण अध्ययन की आवश्यकताओं के आधार पर किया जाता है।
- **जलस्थूल पादप नमूना संग्रहण स्थान का चयन** - नमूना संग्रहण क्षेत्र चयनित स्थल के समग्र आवास का प्रतिनिधित्व करने वाले होने चाहिए। नमूना संग्रहण स्थान अन्य आवास प्रकारों के भीतर या उनके समीप समान क्षेत्रों को शामिल कर सकते हैं। किसी एक स्थल पर लिए गए सभी पुनरावृत्त (replicate) नमूनों के स्थान आपस में अधिकतम समान होने चाहिए।
- **स्थल विशेषताएँ, आवास एवं भूमि उपयोग डेटा का अभिलेखन** – निम्न विवरण दर्ज करें: स्टेशन आईडी, तिथि, शहर, जल निकाय का नाम तथा जल स्तर (निर्धारित मानकों के अनुसार उच्च, मध्यम या निम्न)। निगरानी स्थल के एक या अधिक प्रतिनिधि डिजिटल फोटो लें तथा प्रत्येक को एक फोटो संख्या प्रदान करें। यदि पूर्व नमूना संग्रहण में दर्ज न किया गया हो, तो GPS विवरण भी दर्ज करें।
- **क्षेत्र में भौतिक/रासायनिक मापों का अभिलेखन** - अध्ययन क्षेत्र के जल की भौतिक एवं रासायनिक गुणवत्ता के माप जैसे तापमान, घुलित ऑक्सीजन, pH तथा विशिष्ट चालकता (specific conductance) का निर्धारण किया जाता है।
- **नमूना विश्लेषण की विधियाँ** - प्रतिनिधि स्थानों पर सैम्पल विश्लेषण मानकीकृत विधियों जैसे लाइन ट्रांसेक्ट या बेल्ट ट्रांसेक्ट विधि द्वारा किया जाना चाहिए। प्राप्त मानों को पूरे अध्ययन क्षेत्र के अनुमान हेतु विस्तारित (extrapolate) किया जा सकता है।
- **लाइन ट्रांसेक्ट** – यह एक विधि है जिसमें दो बिंदुओं के बीच भूमि पर एक सीधी रेखा में डोरी बिछाई जाती है। इस विधि में प्रेक्षक अध्ययन क्षेत्र में इस रेखा के साथ आगे बढ़ते हुए बाएँ और दाएँ ओर लक्षित पौधों या जीवों का अवलोकन करता है। यह एक विशेष तकनीक है जिसका उपयोग पारिस्थितिकीविदों द्वारा उस स्थिति में किया जाता है जब सभी पौधों की गणना संभव न हो, ताकि उनकी घनत्व या कुल संख्या का अनुमान लगाया जा सके।

ध्यान देने योग्य बिंदु

- ट्रांसेक्ट रेखा पर स्थित सभी वस्तुओं का अवलोकन किया जाना चाहिए।
- अवलोकन दर्ज करने से पहले वस्तुएँ प्रेक्षक की उपस्थिति के कारण स्थान परिवर्तन न करें।
- प्रत्येक वस्तु की गणना केवल एक बार की जानी चाहिए।
- वस्तुओं को उनके प्रथम अवलोकन के स्थान पर ही दर्ज किया जाना चाहिए।
- दूरी का मापन त्रुटिरहित होना चाहिए।
- ट्रांसेक्ट रेखाओं का चयन अध्ययन क्षेत्र में यादृच्छिक (random) रूप से किया जाना चाहिए।



चित्र. 6.1 लाइन ट्रांसेक्ट

- **बेल्ट ट्रांसेक्ट** - यह विधि प्रबंधन निर्णय लेने के लिए उपयोगी डेटा प्रदान करती है और प्रेक्षक के कौशल स्तर के प्रति अपेक्षाकृत कम संवेदनशील होती है, हालांकि क्वाड्रेट (quadrats) को खोजने और स्थापित करने में अधिक समय लगने के कारण यह कम दक्ष (inefficient) होती है। इस विधि में अध्ययन क्षेत्र में एक निश्चित चौड़ाई की पट्टी स्थापित की जाती है, जिसके भीतर प्रेक्षक लक्षित पौधों या जीवों की उपस्थिति का अभिलेखन करते हैं।

आवश्यक सामग्री

- GPS यूनिट (स्थल का स्थान दर्ज करने हेतु)
- क्लिपबोर्ड एवं पेंसिल
- बर्फ सहित कूलर
- ज़िप-लॉक कवर
- स्थायी मार्कर
- वेटलैंड जलीय वनस्पति नमूना संग्रहण फॉर्म
- झील/तालाब/वेटलैंड का मानचित्र/चित्र (जहाँ उपलब्ध हो, गहराई संबंधी जानकारी सहित)
- वॉटरप्रूफ कैमरा

- मापने का फीता
- मीठे जल के जलीय पर्यावरण में दुर्लभ/संकटग्रस्त/लुप्तप्राय प्रजातियों की सूची
- आक्रामक पौध प्रजातियों की पहचान संबंधी जानकारी

चित्र. 6.2 बेल्ट ट्रांसेक्ट

प्रक्रिया

01 विस्तृत अवलोकन हेतु ट्रांसेक्ट की स्थापना

- अध्ययन क्षेत्र में एक सीधी रेखीय पथ बनाने के लिए मापने का फीता या रस्सी बिछाई जाती है।
- ट्रांसेक्ट की लंबाई अध्ययन क्षेत्र के अनुसार निर्धारित की जाती है। ट्रांसेक्ट के साथ निर्धारित दूरी पर निश्चित क्षेत्रफल वाले खंडों का चयन किया जाता है, जिनमें विस्तृत अवलोकन किया जाता है।

02 ट्रांसेक्ट के साथ व्यवस्थित अवलोकन

- शोधकर्ता ट्रांसेक्ट के साथ व्यवस्थित रूप से आगे बढ़ते हुए प्रत्येक खंड में पौध प्रजातियों या अन्य जीवों की उपस्थिति, प्रचुरता तथा प्रकार का अवलोकन करते हैं।
- ट्रांसेक्ट के साथ प्रमुख प्रजातियों तथा प्रजातीय संरचना में होने वाले परिवर्तनों का अभिलेखन किया जाता है।

03 प्रजाति पहचान एवं डेटा अभिलेखन

- अन्वेषक ट्रांसेक्ट के साथ चलते हुए प्रजातियों की पहचान एवं वर्गीकरण करता है, जबकि दूसरा व्यक्ति संबंधित डेटा का अभिलेखन करता है।

- यदि वंश (genus) ज्ञात हो लेकिन प्रजाति अज्ञात हो, तो वंश को एक संख्या प्रदान करें और पहचान संबंधी विशेष लक्षणों का संक्षिप्त विवरण दर्ज करें। आक्रामक प्रजातियों के साथ-साथ दुर्लभ, संकटग्रस्त या लुप्तप्राय प्रजातियों की उपस्थिति की जाँच करें। संभावित आक्रामक प्रजातियों का एक वाउचर नमूना संबंधित प्राधिकरण से पुष्टि हेतु संग्रहित करें।
- प्रत्येक प्रजाति की सापेक्ष प्रचुरता का आकलन कर उसे दर्ज करें: डोमिनेंट > 60%, कॉमन 21–60%, स्पार्स 2–20%, प्रेज़ेंट < 2%
- प्रत्येक प्रजाति के लिए देखे गए वृद्धि रूप को इस प्रकार दर्ज करें: मुक्त तैरने वाले, तैरते पत्तों वाले, निमज्जित, उभरे हुए।
- संग्रहित सामग्री की जाँच करें कि उसमें मीठे जल के स्पंज, क्रस्टेशियन, घोंघे, छोटी मछलियाँ या अन्य कशेरुकी जीवों की उपस्थिति तो नहीं है।

लाभ

- प्रजातियों के वितरण और पर्यावरणीय प्रवणताओं का अध्ययन करने के लिए एक संरचित दृष्टिकोण प्रदान करता है।
- एक निर्धारित मार्ग के भीतर बड़े क्षेत्रों के अवलोकन को सक्षम बनाता है।
- प्रजातियों की प्रचुरता और विविधता पर मापनीय डेटा एकत्र करने में सहायता करता है।
- पर्यावरणीय प्रवणताओं के साथ प्रजातियों की संरचना में होने वाले परिवर्तनों के विश्लेषण के लिए उपयोगी है।

सीमाएँ

- यह विधि केवल रैखिक पथ (ट्रांसेक्ट) के साथ ही डेटा प्रदान करती है, जिससे ट्रांसेक्ट के बाहर उपस्थित प्रजातियाँ शामिल नहीं हो पातीं।
- इसे प्रभावी रूप से संचालित करने के लिए समय, योजना तथा प्रायः एक से अधिक व्यक्तियों की आवश्यकता होती है।
- चयनित ट्रांसेक्ट पथ पूरे अध्ययन क्षेत्र की विविधता का पूर्ण प्रतिनिधित्व नहीं कर सकता।
- परिणाम मौसम के अनुसार बदल सकते हैं, इसलिए व्यापक और सटीक डेटा के लिए पुनः सर्वेक्षण आवश्यक हो सकता है।

टिप्पणी

- नमूना उपकरणों की सफाई एवं कीटाणुशोधन के लिए मानकीकृत विधियों का उपयोग करें।
- अज्ञात पौधों को प्लास्टिक ज़िप-लॉक बैग में रखें और स्थायी मार्कर से स्टेशन संख्या, तिथि तथा संबंधित उपनाम (pseudonym) अंकित करें।
- अज्ञात पौधों की विशेषताओं एवं वृद्धि प्रकार के दस्तावेज़ीकरण हेतु उनके फोटो लें तथा संदर्भ के लिए फोटो संख्या दर्ज करें।
- सर्वेक्षण के दौरान आवास को न्यूनतम क्षति पहुँचाएँ तथा वन्यजीवों को अनावश्यक रूप से परेशान करने से बचें।
- कार्य की दक्षता और सटीकता सुनिश्चित करने के लिए भूमिकाएँ (जैसे पहचानकर्ता, अभिलेखक) निर्धारित करें।

6.2पादप प्लवक (Phytoplankton) का आकलन

पादप प्लवक, जिसका शब्द मूल ग्रीक शब्द "phyton" (अर्थात पौधा) से लिया गया है, स्वपोषी (autotrophic) सूक्ष्मजीव होते हैं, जिनमें प्रोकैरियोटिक तथा यूकैरियोटिक शैवाल शामिल होते हैं। ये जल निकायों की ऊपरी परतों में पाए जाते हैं, विशेषकर वहाँ जहाँ प्रकाश की पर्याप्त उपलब्धता होती है, जिससे प्रकाश संश्लेषण संभव हो सके।पादप प्लवक की प्रकाश संश्लेषण क्रिया वैश्विक प्राथमिक उत्पादन के लगभग आधे भाग में महत्वपूर्ण योगदान देती है। इसके अतिरिक्त, ये प्राणिप्लवक के लिए प्रमुख आहार स्रोत होते हैं और इस प्रकार समुद्री खाद्य श्रृंखला का आधार बनाते हैं।पादप प्लवक की वृद्धि उनके पर्यावरण में उपलब्ध प्रकाश एवं पोषक तत्वों के स्तर पर निर्भर करती है।

यद्यपि ये सामान्यतः एकल रूप में पाए जाते हैं, फिर भीपादप प्लवक कभी-कभी लंबी श्रृंखलाओं या गोलाकार उपनिवेशों (colonies) का निर्माण कर सकते हैं, जिनमें से कुछ संख्या ़न आँखों से भी देखे जा सकते हैं। ये जलीय पर्यावरण की भौतिक एवं रासायनिक परिस्थितियों के प्रति संवेदनशील होते हैं। कभी-कभी इनकी तीव्र प्रजनन दर के कारण "ब्लूम" (algal bloom) की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। ऐसे एल्गल ब्लूम जल की रासायनिक संरचना, विशेष रूप से pH तथा घुलित ऑक्सीजन (DO) पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाल सकते हैं। प्रकाश संश्लेषण के दौरान, जब शैवाल कार्बन डाइऑक्साइड का अवशोषण करते हैं, तो हाइड्रॉक्साइड आयनों की मात्रा बढ़ने से जल का pH बढ़ जाता है। इसके विपरीत, श्वसन के दौरान जब कार्बन डाइऑक्साइड मुक्त होती है, तो हाइड्रॉक्साइड आयनों की मात्रा घट जाती है, जिससे जल का pH कम हो जाता है।

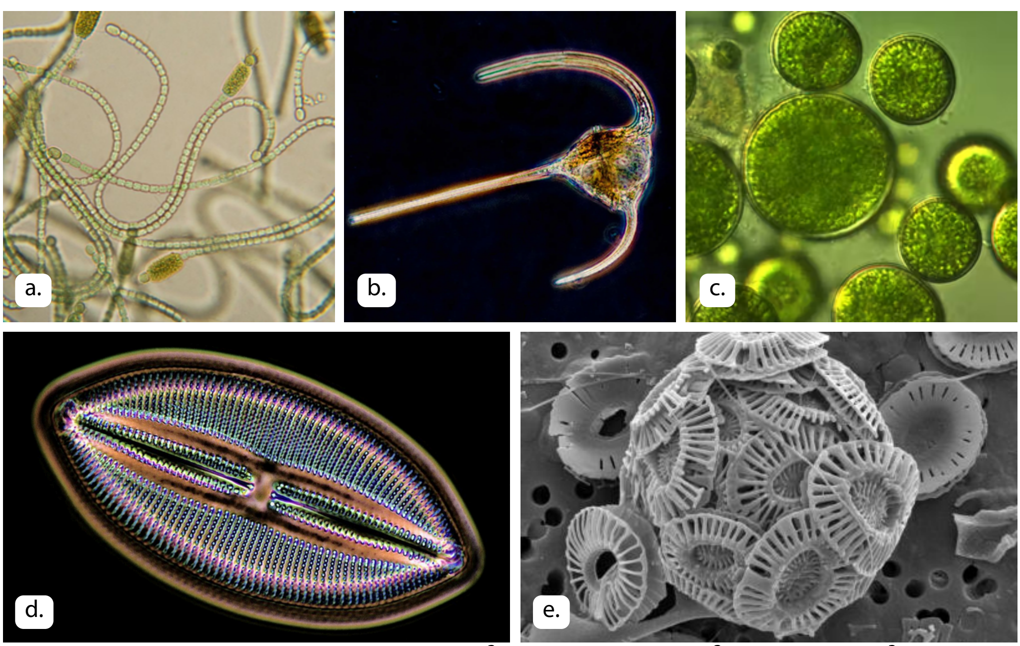


Fig. 6.3पादप प्लवक के प्रकार, a. सायनोबैक्टीरिया, b. डाइनोफ्लैजलेट, c. हरित शैवाल, d. डायटम, e. कोक्कोलिथोफोर्स

नमूना संग्रह

सतही नमूना संग्रहण

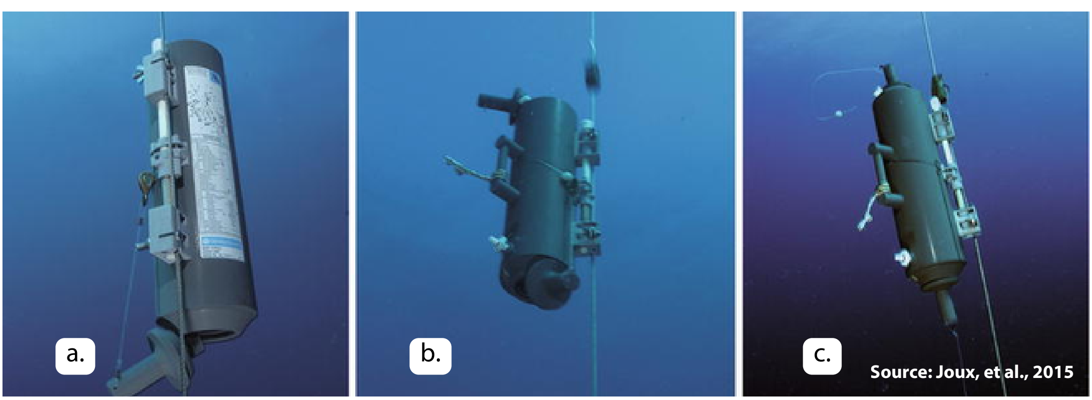
सतही नमूना संग्रहण के लिए रस्सी से बंधी एक प्लास्टिक बाल्टी पर्याप्त होती है।पादप प्लवक का सघन नमूना प्राप्त करने की सबसे सामान्य विधि जल में बोल्टिंग सिल्क से बने शंकु आकार के जाल को खींचना है। जाल का चौड़ा सिरा धातु की रिंग द्वारा खुला रखा जाता है, जो रस्सी ब्रिडल के माध्यम से खींचने वाली रस्सी से जुड़ा होता है। जाल का संकरा सिरा धातु या प्लास्टिक की बाल्टी से बंद किया जाता है। डायटम संग्रह के लिए 200 मेश प्रति इंच (0.054 मिमी छिद्र आकार) वाला जाल उपयुक्त माना जाता है।

जाल को ऐसी गति से खींचा जाना चाहिए कि वह जल की सतह के ठीक नीचे पूरी तरह फैला रहे। गहरे जल में नमूना संग्रहण के लिए जाल के ब्रिडल में भार लगाकर समान धीमी गति से खींचना उपयुक्त होता है। जैसे-जैसे नमूना संग्रहण के दौरान प्लैंकटन एकत्रित होता है, जाल की छनन क्षमता धीरे-धीरे कम होती जाती है। इसलिए नमूना संग्रहण की अवधिपादप प्लवक की घनता पर निर्भर करती है। अधिक घनता वाले क्षेत्रों में 5–10 मिनट का समय पर्याप्त हो सकता है, जबकि अन्य परिस्थितियों में 20–30 मिनट का समय उपयुक्त रहता है।

विभिन्न गहराइयों से नमूना संग्रहण

विभिन्न गहराइयों से नमूने निस्किन सैम्पलर की सहायता से एकत्र किए जा सकते हैं। निस्किन बोतल, नान्सन बोतल का विकसित रूप है, जिसका पेटेंट शेल निस्किन द्वारा मार्च 1966 में किया गया था। पारंपरिक धातु की एक ओर से बंद बोतल के स्थान पर, इसमें एक ट्यूब होती है जो सामान्यतः प्लास्टिक की बनी होती है, जिससे नमूने के प्रदूषण को न्यूनतम किया जा सके, तथा यह दोनों सिरों से खुली होती है।

ट्यूब के प्रत्येक सिरे पर एक ढक्कन लगा होता है, जो या तो स्प्रिंग द्वारा संचालित होता है या लचीली रस्सी द्वारा नियंत्रित होता है। मैसेंजर वेट के प्रभाव से दोनों ढक्कन एक साथ बंद हो जाते हैं, जिससे ट्यूब सील हो जाती है और निर्धारित गहराई का जल नमूना सुरक्षित रूप से एकत्र हो जाता है।



चित्र. 6.4 निस्किन बोतल समुद्र में। (a) बोतल नमूना संग्रहण गहराई पर स्थापित होती है, इस अवस्था में वाल्व खुले रहते हैं।. (b) “मैसेंजर” के प्रहार से वाल्व बंद होने की प्रक्रिया प्रारंभ होती है। (c) वाल्व पूर्ण रूप से बंद हो जाते हैं और सिलेंडर के भीतर का जल बाहरी वातावरण से पृथक हो जाता है। इसके बाद बोतल को सतह पर लाया जा सकता है।

संरक्षण

जहाँ तक संभव हो, नमूनों का परीक्षण उनके ताजे एवं जीवित अवस्था में किया जाना चाहिए। नमूने को संग्रह के बाद लंबे समय तक छोड़ देने पर दो प्रमुख प्रभाव देखे जा सकते हैं। पहला, नमूने में उपस्थित जीव अनेक डायटम कोशिकाओं का उपभोग कर सकते हैं, जिससे अन्य कोशिकाएँ भी क्षतिग्रस्त हो जाती हैं। दूसरा, कुछ पादप प्रजातियाँ तीव्र विभाजन करने लगती हैं, जिससे नमूने में उनकी प्रचुरता का गलत आकलन हो सकता है। Cylindrotheca closterium, एक सामान्य डायटम, प्रायः ऐसा व्यवहार प्रदर्शित करता है।

अल्पकालिक संरक्षण के लिए नमूनों को ठंडे वातावरण, जैसे कोल्ड रूम या रेफ्रिजरेटर में रखना उपयुक्त होता है, जिससे इन प्रभावों को कम किया जा सके। दीर्घकालिक संरक्षण के लिए लुगोल्स आयोडीन (Lugol's iodine) जैसे संरक्षक का उपयोग आवश्यक होता है। लुगोल्स आयोडीन घोल में 10 ग्राम आयोडीन तथा 20 ग्राम पोटैशियम आयोडाइड को 200 मि.ली. आसुत जल में घोला जाता है, तथा उपयोग से 2–3 दिन पूर्व इसमें 20 ग्राम ग्लेशियल एसिटिक अम्ल मिलाया जाता है, जिससे फ्लैजेललेट्स का बेहतर संरक्षण सुनिश्चित होता है।

लुगोल्स आयोडीन को जल नमूने में 1:100 के अनुपात में मिलाया जाना चाहिए, अर्थात् एक लीटर समुद्री जल नमूने में लगभग 3 मि.ली. लुगोल्स आयोडीन मिलाया जाता है। इस मिश्रण को मापक सिलेंडर में 24 घंटे तक बिना हिलाए स्थिर रखा जाता है। जब समस्त कणीय पदार्थ नीचे बैठ जाएँ, तब ऊपर के स्वच्छ जल को सावधानीपूर्वक सिफॉन द्वारा निकाल लिया जाता है, इस प्रकार कि नीचे का अवसाद (sediment) प्रभावित न हो। इस प्रक्रिया के पश्चात एक लीटर नमूना लगभग 60 मि.ली. तक सिमट जाता है। अंततः, इन सघन नमूनों को संग्रहित करने के लिए केवल स्वच्छ कांच की बोतलों का उपयोग करना चाहिए, क्योंकि प्लास्टिक पात्र आयोडीन को अवशोषित कर सकते हैं।

लुगोल्स घोल के लाभ

- लुगोल्स घोल, एल्डिहाइड आधारित या अन्य अधिक विषैले संरक्षकों की तुलना में अपेक्षाकृत कम हानिकारक होता है।
- आयोडीन कोशिकाओं के अवसादन को बढ़ाता है, जिससे वे आसानी से नीचे बैठ जाती हैं।
- लुगोल्स कोशिकाओं को गहरे भूरे रंग में रंग देता है, जिससे उनकी गणना करना सरल हो जाता है।

गणना

कवर स्लिप के नीचे समुद्री जल में तैयार उप-नमूनों के अवलोकन हेतु ×10 एवं ×40 ऑब्जेक्टिव लेंस वाला सामान्य माइक्रोस्कोप उपयुक्त होता है।

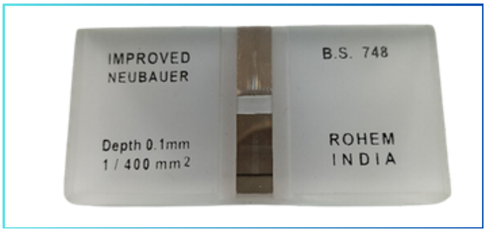
सेजविक-राफ्टर सेल

1 लीटर जल से छने हुए प्लवकीय सूक्ष्म शैवाल (planktonic microalgae) के आयतन को 60 मि.ली. सघन नमूने में परिवर्तित किया जाता है। अवसादित नमूने को अच्छी तरह हिलाने के बाद, इस सघन नमूने का 1 मि.ली. भाग सेजविक-राफ्टर काउंटिंग सेल (जिसका आयतन 1 मि.ली. होता है) में स्थानांतरित किया जाता है। इसके पश्चात सेल के सभी 1000 ग्रिड्स में उपस्थित सूक्ष्म शैवालों की संख्या की गणना की जाती है। इस गणना प्रक्रिया को तीन बार दोहराकर औसत मान निकाला जाता है। प्राप्त मान के आधार पर सूत्र का उपयोग करके 1 लीटर जल नमूने में उपस्थित कुल प्लवकीय शैवालों की संख्या निर्धारित की जाती है।

$$N = \frac{n \times v}{V}$$

जहाँ,
N = छने हुए प्रति लीटर जल में प्लवकीय शैवालों की संख्या
n = नमूने के 1 मि.ली. में प्लवकीय शैवालों की औसत संख्या
v = प्लैंकटन सघन नमूने का आयतन (मि.ली. में)
V = छने गए जल का कुल आयतन (लीटर में)

श्रृंखला (chain) बनाने वाली प्रजातियों के मामले में, कोशिकाओं के स्थान पर श्रृंखलाओं की संख्या की गणना की जाती है।



चित्र. 6.5 सेजविक-राफ्टर

हीमोसाइटोमीटर

इम्प्रूव्ड न्यूबॉयर ग्रिड वाले हीमोसाइटोमीटर को उपयोग से पहले अच्छी तरह धोकर सुखाना आवश्यक होता है। इसकी गणना कक्ष (counting chamber) दो ग्रिडयुक्त सतहों से बना होता है, जो नालियों (canals) द्वारा अलग होती हैं।

पहले वर्णित 60 मि.ली. सघन नमूने से प्राप्त समान रूप से मिश्रित शैवाल निलंबन (algal suspension) की एक बूंद तरल मापक नली द्वारा इसमें डाली जाती है। दोनों कक्षों को भरना आवश्यक है ताकि कवर स्लिप सही प्रकार से बैठ सके। यदि निलंबन किनारों से बाहर फैल जाए, तो कक्ष को साफ करके पुनः भरा जाना चाहिए।

हीमोसाइटोमीटर की प्रत्येक सतह के आधे भाग में 9 बड़े ग्रिड होते हैं, जिनमें से केवल चार कोनों (1 से 4) के बड़े ग्रिड में उपस्थित शैवाल कोशिकाओं की गणना की जाती है। प्रत्येक बड़े कोने वाले ग्रिड को आगे 16 छोटे भागों में विभाजित किया गया होता है।

प्रति लीटर कोशिकाओं की संख्या = $n/g \times 10000 \times v/V$

जहाँ,
n गणना की गई शैवाल कोशिकाओं की संख्या, g गिने गए कोने वाले ग्रिडों की संख्या, 'V' नमूने का कुल आयतन, and 'v' अवसादन के बाद नमूने का सघन आयतन

टिप्पणी

- नमूना संग्रहण न्यूनतम व्यवधान की स्थिति में की जानी चाहिए, ताकिपादप प्लवक समुदाय प्रभावित न हो।
- विश्वसनीय प्रजाति पहचान के लिए माइक्रोस्कोपी एवं वर्गिकी (taxonomic identification) का उचित प्रशिक्षण आवश्यक है।
- सीमा रेखा पर स्थित कोशिकाओं को तभी गणना में शामिल किया जाता है जब उनका कम से कम आधा भाग वर्ग के भीतर हो, जिससे सटीकता बनी रहती है और दोहराव से बचा जा सके।

6.3 प्राणिप्लवक का आकलन

प्राणिप्लवक पेलैजिक खाद्य जाल (pelagic food web) में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, क्योंकि ये एककोशिकीय शैवाल द्वारा प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से उत्पन्न जैविक ऊर्जा को उच्च ट्रॉफिक स्तरों तक, विशेष रूप से पेलैजिक मछलियों तक, स्थानांतरित करते हैं, जिनका उपयोग मानव द्वारा किया जाता है। "प्लैंकटन" शब्द का परिचय 1887 में विक्टर हेंसन द्वारा दिया गया था, जो मात्रात्मक प्लैंकटन एवं मत्स्य अनुसंधान के अग्रणी थे। यह शब्द ग्रीक शब्द "Planktos" से लिया गया है, जिसका अर्थ "भटकना" होता है, और इसमें वे सभी जीव शामिल होते हैं जो जल में बहते रहते हैं तथा जिनकी गति करने की क्षमता जल धाराओं का सामना करने के लिए पर्याप्त नहीं होती।

प्राणिप्लवक मुख्यतःपादप प्लवक का उपभोग करके कार्बन प्राप्त करते हैं, जिसे वे श्वसन के माध्यम से ऊर्जा के रूप में उपयोग करते हैं या मृत्यु के पश्चात जैवभार (biomass) अथवा अवशेष (detritus) के रूप में प्लैंकटोनिक खाद्य जाल में योगदान देते हैं। इनका आकार बहुत विविध होता है, जो सूक्ष्म फ्लैजेललेट्स से लेकर लगभग 2 मीटर तक के जेलीफिश तक हो सकता है। प्राणिप्लवक को आकार के आधार पर पाँच वर्गों में विभाजित किया जाता है, जो नैनोप्लैंकटन से लेकर मेगाप्लैंकटन तक फैले होते हैं।

जैविक पदार्थ समुद्री जल की तुलना में अधिक सघन होने के कारण नीचे की ओर डूबता है, जिससे यह तटीय क्षेत्रों से दूर खुले महासागरीय पारितंत्रों की ओर चला जाता है और इस प्रक्रिया में कार्बन का परिवहन करता है। इस प्रक्रिया को "जैविक पंप" (biological pump) कहा जाता है, जो महासागरों को पृथ्वी का सबसे बड़ा कार्बन भंडार (carbon sink) बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

Table 6.1 - आकार के आधार पर प्राणिप्लवक का वर्गीकरण

श्रेणी	आकार सीमा	विवरण
फेम्टोप्लैंकटन	0.02-0.2 µm	समुद्री विषाणु
पिकोप्लैंकटन	0.2-2 µm	छोटे यूकैरियोटिक प्रोटिस्ट, बैक्टीरिया, क्राइसॉफाइटा
नैनोप्लैंकटन	2-20 µm	बैक्टीरिया पर आश्रित हेटरोट्रॉफिक नैनोफ्लैजेललेट्स
माइक्रोप्लैंकटन	20-200 µm	प्रोटोजोआ जैसे सिलीएट्स
मेसोप्लैंकटन	0.2-20 mm	मेटाजोआ (जैसे कोपेपोड, मेडुसा आदि)
मैक्रोप्लैंकटन	20-200 mm	हाइड्रोजोआ, माइसिड्स, सिफोनोफोर्स, स्काइफोजोआन्स, क्टेनोफोर्स के सदस्य
मेगाप्लैंकटन	> 200 mm (लगभग 8 इंच)	मेटाजोआ (जैसे जेलीफिश)

नमूना संग्रहण

प्राणिप्लवक का संग्रह सामान्यतः जाल की सहायता से किया जाता है। विभिन्न नमूना संग्रहण आवश्यकताओं के अनुसार ये जाल विभिन्न आकार एवं डिज़ाइन में उपलब्ध होते हैं। इन्हें मुख्यतः दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है—

ओपन नेट:जो क्षैतिज एवं तिरछे नमूना संग्रहण के लिए उपयोग किए जाते हैं, तथा

क्लोज्ड नेट: जिनमें मैसेंजर युक्त व्यवस्था होती है, जिससे निश्चित गहराइयों से ऊर्ध्वाधर सैम्पल प्राप्त किए जा सकते हैं।

जाल के मेश का आकार यह निर्धारित करता है कि किस प्रकार के प्राणिप्लवक का संग्रह होगा। सूक्ष्म मेश वाले जाल छोटे जीवों, जैसे प्लैंकटनिक प्रजातियों एवं मछलियों के लार्वा एवं अंडों को पकड़ने में सक्षम होते हैं, जबकि बड़े मेश वाले जाल बड़े आकार के प्लैंकटन एवं मछली लार्वा के संग्रह के लिए उपयुक्त होते हैं। गुणात्मक एवं मात्रात्मक नमूना संग्रहण के लिए प्राणिप्लवक का क्षैतिज नमूना संग्रहण प्रातःकाल से पहले, सायंकाल के बाद या रात्रि के समय करना अधिक उपयुक्त माना जाता है।

क्षैतिज नमूना संग्रहण में बोंगो नेट, हॉरिजॉन्टल रिंग नेट तथा हॉरिजॉन्टल मल्टी नेट ट्रॉल्स का उपयोग किया जाता है, जो जल स्तंभ के क्षैतिज भाग में प्राणिप्लवक संग्रह के लिए उपयुक्त होते हैं। इसके विपरीत, ऊर्ध्वाधर नमूना संग्रहण के लिए नान्सन वर्टिकल क्लोजिंग नेट, इंडियन ओशन स्टैंडर्ड नेट (IOSN) तथा क्लार्क-बम्पस सैम्पलर का उपयोग किया जाता है, जो जल स्तंभ की विभिन्न गहराइयों से नमूने एकत्र करने में सक्षम होते हैं। इसके अतिरिक्त, हार्डी का कंटीन्यूअस प्लैंकटन रिकॉर्डर एक उच्च गति सैम्पलर है, जिसे जहाजों के पीछे खींचकर लंबे अंतराल तक निरंतर प्लैंकटन नमूने प्राप्त किए जाते हैं।

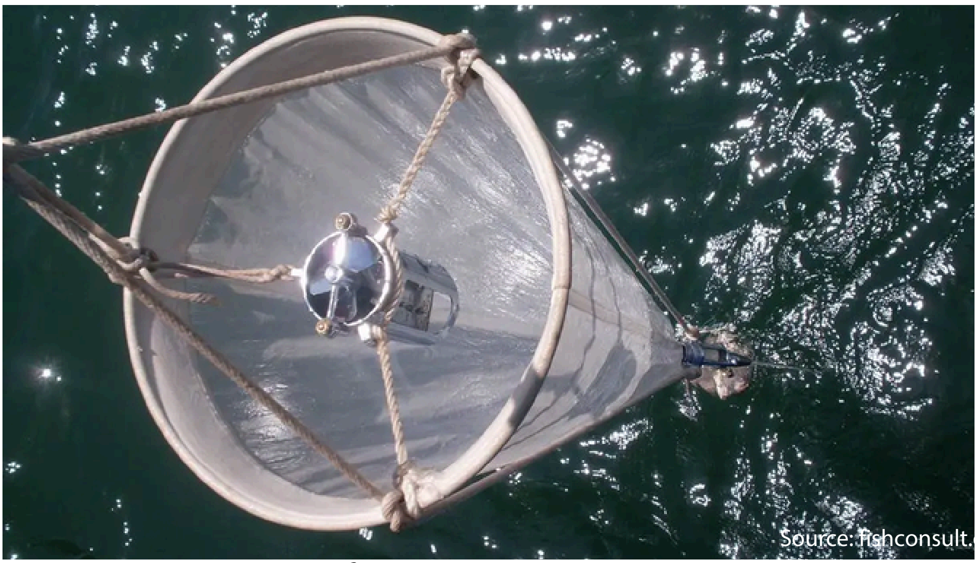
मानक प्लैंकटन जाल (जैसे IOE-स्टैंडर्ड नेट, जिसका मुख क्षेत्रफल 1 वर्ग मीटर तथा मेश आकार 300 माइक्रोमीटर होता है) एक शंकु आकार के बोल्टिंग सिल्क बैग से बना होता है, जो एक रिंग या हूप से जुड़ा होता है। इस रिंग से तीन पतली रस्सियाँ (bridles) जुड़ी होती हैं, जो एक छोटे रिंग से होकर खींचने वाली रस्सी (tow rope) से जुड़ती हैं। जाल को इच्छित गहराई तक ले जाने तथा उसके मुख को क्षैतिज बनाए रखने के लिए भार लगाया जाता है। गुणात्मक नमूना संग्रहण के लिए इस जाल को 1–1.5 नॉट की गति से लगभग 10 मिनट तक खींचा जाता है। बोंगो नेट का उपयोग एक साथ कई नमूने प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है।

मात्रात्मक आकलन के लिए जाल से गुजरने वाले जल के आयतन का निर्धारण आवश्यक होता है, जिससे प्रति इकाई आयतन में प्लैंकटन की संख्या का सटीक अनुमान लगाया जा सके। इसके लिए जाल के मुख पर एक कैलिब्रेटेड फ्लो मीटर लगाया जाता है। इस प्रक्रिया में पहले समुद्री जल की धारा से जाल को अच्छी तरह धोया जाता है, जिससे प्लैंकटन जाल की सतह से हटकर कोड एंड में एकत्रित हो जाए। इसके बाद कोड एंड को खोलकर नमूने को आगे के विश्लेषण हेतु निकाला जाता है। छना हुआ समुद्री जल नमूने को सघन करने एवं स्थानांतरण के लिए उपयोग किया जा सकता है।

कुल छने हुए जल की मात्रा निम्न सूत्र द्वारा निर्धारित की जाती है।

$$V = A \times R k$$

जहाँ,
K = कैलिब्रेशन स्थिरांक
A = जाल के मुख का क्षेत्रफल
R = फ्लो मीटर रीडिंग
V = छने हुए जल का आयतन



चित्र. 6.6 प्लैंकटन जाल से संलग्न फ्लो मीटर

स्थिरीकरण

प्राणिप्लवक के स्थिरीकरण के लिए समुद्री जल में लगभग 4% फॉर्मल्डिहाइड युक्त फॉर्मालिन घोल का उपयोग किया जाता है। यह घोल 40% फॉर्मल्डिहाइड के 20 मि.ली. को 200 मि.ली. प्लैंकटन युक्त समुद्री जल में मिलाकर तैयार किया जाता है। घोल की स्थिरता बनाए रखने के लिए इसमें सोडियम बोरेट तथा स्ट्रोंशियम क्लोराइड मिलाए जाते हैं।

स्थिरीकरण के लिए विश्लेषणात्मक श्रेणी (analytical grade) का फॉर्मालिन उपयोग करना आवश्यक है, क्योंकि व्यावसायिक फॉर्मालिन में प्रायः लौह यौगिक उपस्थित होते हैं, जो आयरन हाइड्रॉक्साइड के भूरे अवक्षेप का निर्माण कर सकते हैं, जिससे प्राणिप्लवक की पहचान में कठिनाई होती है। कैल्सियमयुक्त कवच (calcareous shell) वाले प्राणिप्लवक के संरक्षण हेतु संरक्षक द्रव का pH लगभग 8.2 बनाए रखना आवश्यक है।

संरक्षण

स्थिरीकरण के पश्चात प्राणिप्लवक नमूनों को वायुरुद्ध (air-tight) पात्रों में स्थानांतरित कर सुरक्षित रखा जाता है तथा पर्याप्त मात्रा में संरक्षक मिलाया जाता है। सामान्यतः 4–5% सांद्रता वाला बफर्ड फॉर्मालिन घोल स्थिरीकरण एवं संरक्षण दोनों के लिए उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त 70% एथेनॉल या 40% आइसोप्रोपेनॉल का भी संरक्षण हेतु उपयोग किया जा सकता है।

जैवभार का आकलन

जैवभार (biomass) से अभिप्राय प्राणिप्लवक नमूने में उपस्थित जीवित पदार्थ की मात्रा या जीवित भार से होता है। जैवभार के आकलन के लिए आयतनात्मक विधियाँ, जैसे विस्थापन आयतन तथा अवसादन आयतन का उपयोग किया जाता है।

अवसादन आयतन

संरक्षित नमूने को अच्छी तरह मिलाकर 50 मि.ली. या 100 मि.ली. मापक सिलेंडर में स्थानांतरित किया जाता है। नमूने के शेष भाग को वॉश बोतल की सहायता से छने हुए समुद्री जल से धोकर उसी सिलेंडर में मिला दिया जाता है। इसके बाद मिश्रण को 24 घंटे तक बिना हिलाए स्थिर रखा जाता है, जिसके पश्चात अवसादित आयतन को मापा जाता है। यह ध्यान रखना आवश्यक है कि विभिन्न जीवों की आकृति (morphology) अवसादन आयतन के मापन को प्रभावित कर सकती है।

विस्थापन आयतन

अवसादन आयतन से संबंधित सीमाओं को विस्थापन आयतन विधि द्वारा दूर किया जा सकता है। इस विधि में, प्लैंकटन नमूने से अंतरालीय जल (interstitial water) हटाने के बाद उसे ज्ञात आयतन वाले माध्यम में जोड़ा जाता है। इसके पश्चात, अंतरालीय जल रहित प्लैंकटन को स्पैटुला की सहायता से सावधानीपूर्वक 4% बफर्ड फॉर्मालिन के ज्ञात आयतन वाले मापक सिलेंडर में स्थानांतरित किया जाता है। आयतन में हुई वृद्धि प्लैंकटन के आयतन को दर्शाती है।

उप-नमूना

प्राणिप्लवक नमूने के उप-नमूना प्राप्त करने के लिए फोल्सम प्लैंकटन स्प्लिटर (Folsom plankton splitter) का उपयोग किया जाता है। नमूने को स्प्लिटर के ड्रम में डाला जाता है, जिसके बाद ड्रम को धीरे-धीरे घुमाया जाता है। ड्रम के भीतर विभाजन होने के कारण नमूना समान भागों में विभाजित हो जाता है। इसके बाद किसी एक भाग को पुनः ड्रम में डालकर आगे विभाजन किया जा सकता है। यह प्रक्रिया तब तक दोहराई जाती है जब तक गणना के लिए उपयुक्त उप-नमूना प्राप्त न हो जाए।
उप-नमूना प्रक्रिया के बाद, ड्रम की दीवारों से चिपके हुए जीवों को प्राप्त करने के लिए स्प्लिटर को अच्छी तरह धोना आवश्यक होता है।

चित्र. 6.7 फोल्सम प्लैंकटन स्प्लिटर

फोल्सम प्लैंकटन स्प्लिटरका संचालन

01	नमूने को स्प्लिटर के ड्रम में डाला जाता है, जिसके पश्चात ड्रम को दोलनात्मक (oscillating) गति में धीरे-धीरे घुमाया जाता है।
02	ड्रम नमूने को समान भागों में विभाजित करता है, जिनमें प्रत्येक में कुल घटक का 50% होता है।
03	इन 50% अंशों में से एक को पुनः स्प्लिटर के ड्रम में डाला जाता है तथा ड्रम को पुनः दोलनात्मक गति में धीरे-धीरे घुमाया जाता है।
04	ड्रम इस नमूने को पुनः समान भागों में विभाजित करता है, जिनमें प्रत्येक में अब कुल घटक का 25% होता है।
05	यह प्रक्रिया तब तक दोहराई जाती है जब तक उपयुक्त उप-नमूना प्राप्त नहीं हो जाता।

गणना

स्प्लिटिंग प्रक्रिया के पश्चात नमूनों का वर्गीकरण एवं गणना की जाती है। गणना के लिए सेजविक-राफ्टर सेल (Sedgwick-Rafter cell) का उपयोग किया जाता है। यह प्रक्रिया दो चरणों में की जाती है: प्राथमिक वर्गीकरण तथा द्वितीयक वर्गीकरण।

प्राथमिक वर्गीकरण में नमूने को प्रारंभिक रूप से विभिन्न वर्गिकी (taxonomic) समूहों में विभाजित किया जाता है, जबकि द्वितीयक वर्गीकरण में अधिक विस्तृत अध्ययन करते हुए प्रमुख जीव समूहों को उनके संबंधित कुल (family) एवं वंश (genus) में विभाजित किया जाता है, जिससे अधिक सटीक वर्गीकरण संभव हो सके।

अत्यधिक बड़े नमूनों, जैसे जेलीफिश, को मापन से पहले अलग कर लेना चाहिए, ताकि असामान्य मान प्राप्त होने से बचा जा सके।

गणना

प्राणिप्लवक बायोमास के आकलन के पश्चात स्टैंडिंग स्टॉक मानों को प्रति घन मीटर (m^3) में परिवर्तित किया जाता है, जिसे निम्न प्रकार से गणना किया जाता है।

प्राणिप्लवक का आयतन (mL/m^3) = कुल प्राणिप्लवक आयतन / छने हुए जल का आयतन (V)

प्राणिप्लवक का गीला भार (g/m^3) = कुल प्राणिप्लवक का गीला भार / छने हुए जल का आयतन (V)

जीव संरचना

बड़े जीव, जिन्हें मैक्रोप्लैंकटन के रूप में वर्गीकृत किया जाता है और जो सामान्यतः कम संख्या में पाए जाते हैं, उन्हें नग्न आँखों से प्रत्यक्ष अवलोकन द्वारा इनकी पहचान की जा सकती है तथा इनकी गणना की जा सकती है।। इसके विपरीत, माइक्रोप्लैंकटन के सदस्यों की पहचान एवं गणना के लिए डिसेक्शन माइक्रोस्कोप का उपयोग आवश्यक होता है।

जीव संरचना तथा विभिन्न प्राणिप्लवक समूहों एवं प्रजातियों की सापेक्ष प्रचुरता की जानकारी नमूनों में उपस्थित प्लैंकटन की गणना द्वारा प्राप्त की जाती है। प्राणिप्लवक की गणना के लिए सामान्यतः 10 से 25% तक के उप-नमूने (subsample या aliquot) का विश्लेषण किया जाता है।

पहचान में कठिनाई उत्पन्न करने वाले किसी भी जीव को अलग से नमूना ट्यूब में सुरक्षित रखकर उपयुक्त लेबलिंग के साथ भविष्य में विशेषज्ञों द्वारा पहचान हेतु संरक्षित किया जाना चाहिए। विशेष रुचि वाले जीवों को आगे के मापन, पहचान एवं गणना के लिए अलग किया जा सकता है। डेटा को स्प्रेडशीट में दर्ज करते समय नमूना स्टेशनों को पंक्तियों में तथा विभिन्न पैरामीटर (जैसे विभिन्न प्रजातियों की संख्या) को स्तंभों में दर्शाया जाना चाहिए, जिससे सांख्यिकीय विश्लेषण सरल हो सके।

सभी समूहों के प्राणिप्लवक नमूनों/व्यक्तियों की कुल संख्या = नमूनों की कुल गणना (x)
प्रति घन मीटर संख्या (No/m^3) = x / छने हुए जल का आयतन (V)
किसी विशेष प्राणिप्लवक समूह की कुल संख्या = उस समूह की कुल गणना (x)
प्रति घन मीटर संख्या (No/m^3) = x / छने हुए जल का आयतन (y)

माउंटिंग

माइक्रोस्कोपी में माउंटिंग से अभिप्राय नमूने को काँच की स्लाइड पर स्थापित करना होता है, ताकि सूक्ष्मदर्शी के अंतर्गत उसका अवलोकन किया जा सके और नमूना स्थिर बना रहे। स्थायी स्लाइड तैयार करने के लिए प्राकृतिक या कृत्रिम रेज़िन का उपयोग किया जाता है, जिनमें कनाडा बाल्सम तथा लैक्टोफेनॉल सामान्यतः माउंटिंग माध्यम के रूप में प्रयुक्त होते हैं।

टिप्पणी

- स्थिरीकरण एवं संरक्षण द्रवों के प्रति प्राणिप्लवक की प्रारंभिक प्रतिक्रिया प्रायः तीव्र एवं अनियमित गतियों तथा शरीर एवं उपांगों के संकुचन के रूप में होती है, जिससे प्रजाति की पहचान में कठिनाई उत्पन्न हो सकती है। इस समस्या को दूर करने के लिए नार्कोटाइजिंग घोलों का उपयोग किया जाता है।
- स्थिर किए गए नमूनों की सफाई आवश्यक होती है, जिसमें उनसे जुड़े अवांछित पदार्थ, जैसे डिट्रिटस या अवक्षेप, को हटाया जाता है। यह कार्य बारीकी से फोर्सेप्स या सुई की सहायता से किया जाता है, ताकि नमूना क्षतिग्रस्त न हो।
- यह सुनिश्चित करना आवश्यक है कि नमूने एकत्र करने हेतु प्रयुक्त समुद्री जल परिवेशीय तापमान, लवणता के अनुरूप तथा अशुद्धियों से मुक्त हो। नमूना संग्रहण प्रक्रियाएँ इस प्रकार अपनाई जानी चाहिए कि जीवों पर शारीरिक तनाव एवं भौतिक क्षति न्यूनतम रहे।

6.4 तलस्थ जीव का आकलन

तलस्थ जीव वे अकशेरुकी (invertebrate) जीव होते हैं जो संख्या ़न आँखों से दिखाई देते हैं तथा जिन्हें यू.एस. स्टैण्डर्ड नं. 30 सिव (595 µm मेश) द्वारा रोका जा सकता है। ये जलीय पर्यावरण में अपने जीवन चक्र के कम से कम एक चरण के दौरान तलछट (substrates) जैसे कोबल, ग्रेवल या स्नैग्स पर निवास करते हैं या उनसे जुड़े रहते हैं। बेंथिक जीव, जिन्हें सामान्यतः तलीय जीव (bottom fauna) कहा जाता है, समुद्री पारितंत्र के खाद्य जाल में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। समुद्र तल के निकट रहने वाली मछलियाँ एवं क्रस्टेशियन मुख्यतः इन्हीं बेंथिक जीवों का उपभोग करती हैं, इसलिए किसी क्षेत्र में बेंथिक जीवों की प्रचुरता उस क्षेत्र की डिमर्सल मत्स्य उत्पादन क्षमता का एक महत्वपूर्ण संकेतक मानी जाती है। ये जीव जलीय पारितंत्र की खाद्य श्रृंखला में सक्रिय रूप से भाग लेते हैं तथा पोषक तत्वों के प्रसंस्करण एवं चक्रण (nutrient cycling) में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं, साथ ही अनेक जलीय जीवों के लिए प्रमुख आहार स्रोत भी होते हैं।

हाल के वर्षों में समुद्री बेंथिक समुदायों पर दीर्घकालिक अनुसंधान पर विशेष ध्यान दिया गया है, विशेषकर प्रदूषण अध्ययन एवं पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य आकलन के संदर्भ में। मैक्रोइनवर्टेब्रेट्स को जैविक सूचक के रूप में अत्यंत उपयोगी माना जाता है क्योंकि ये जलीय वातावरण में उपस्थित रहते हैं, अन्य जीवों की तुलना में कम गतिशील होते हैं तथा आकार में बड़े होने के कारण आसानी से एकत्र किए जा सकते हैं। इसके अतिरिक्त, विभिन्न प्रकार के प्रदूषकों का व्यापक रासायनिक एवं भौतिक विश्लेषण करना व्यावहारिक रूप से संभव नहीं होता। जबकि जलीय जीव विभिन्न संभावित प्रदूषकों के प्रति विविध प्रतिक्रियाएँ प्रदर्शित करते हैं, जिनमें सहक्रियात्मक (synergistic) एवं प्रतिकूल (antagonistic) प्रभाव दोनों शामिल हो सकते हैं।

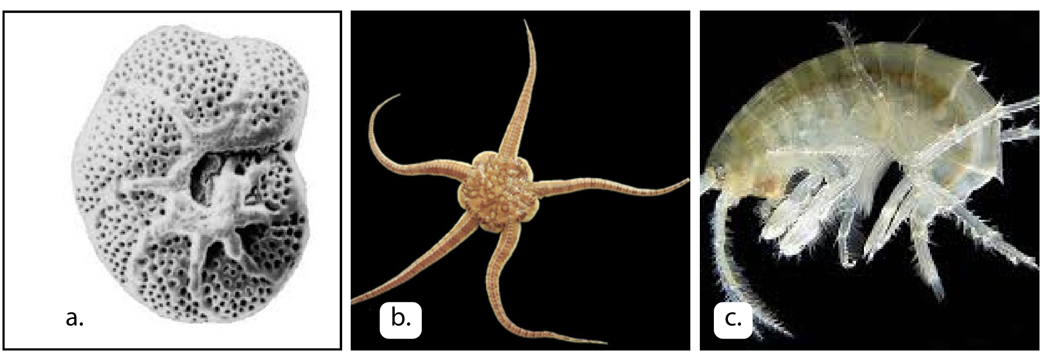
सामान्यतः 0.5 से 2.0 मिमी मेश आकार वाली सिव में रोके गए जीवों को स्थूल प्राणीसमूह (macrofauna) कहा जाता है, जबकि जो इस सिव से गुजर जाते हैं लेकिन लगभग 60 µm मेश सिव में रोके जाते हैं, उन्हें मध्यसूक्ष्म प्राणीसमूह (meiofauna) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।.

Table 6.2 - आकार के आधार पर तलस्थ जीव का वर्गीकरण

आकार सीमा	वर्ग
200-2000 µm	मैक्रो अकशेरुकी
< 595 µm	सूक्ष्म अकशेरुकी
40-200 µm	मध्यसूक्ष्म प्राणीसमूह
< 40 µm	सूक्ष्म प्राणीसमूह

Table 6.3 - तलस्थ जीव के विभिन्न समूह

श्रेणी	आकार सीमा
कीट वर्ग	मेफ्लाइज़, कैडिसफ्लाइज़, स्टोनफ्लाइज़, बीटल्स आदि
टर्बेलेरिया	फ्लैटवर्म्स (चपटे कृमि)
ऐनेलिडा	जलीय केंचुए , जोंक
क्रस्टेशिया	स्कड्स, जलीय साबग्स , क्रेफिश , झींगा
हाइड्राकारिना	जल माइट्स
गैस्ट्रोपोडा	घोंघे
पेलिसिपोडा	मीठे पानी की सीपियाँ



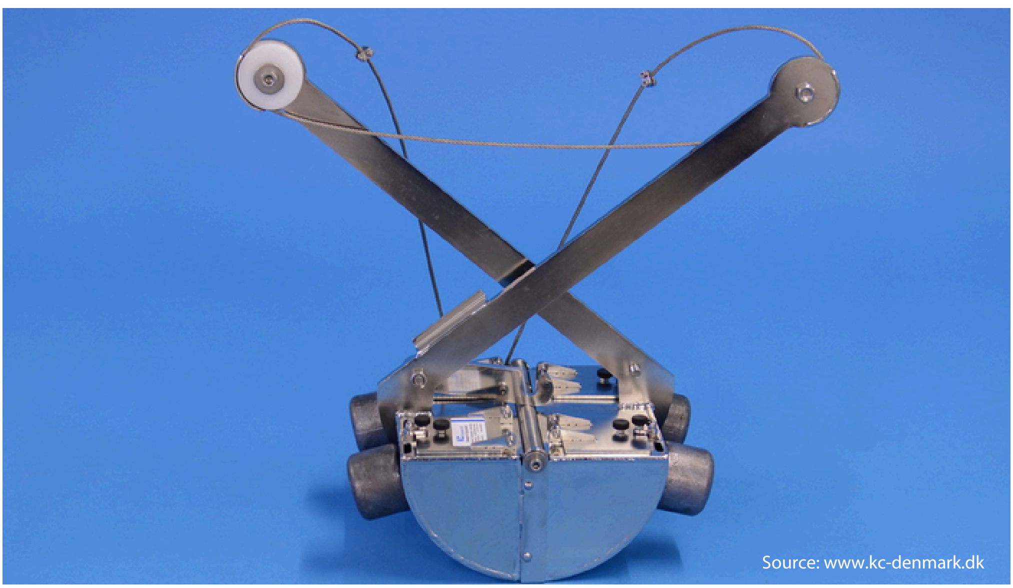
चित्र. 6.8 - तलस्थ जीव के उदाहरण a) फोरामिनिफेरा b) ब्रिटल स्टार c) एम्फिपोड

नमूना संग्रहण

अवसाद नमूनों के संग्रहण के लिए विभिन्न उपकरणों का उपयोग किया जा सकता है, जिनमें पिटर्सन ग्रैब या वैन वीन ग्रैब, किक नेट, ड्रेजर तथा सेडिमेंट कोरर शामिल हैं।

1) पिटर्सन ग्रैब या वैन वीन ग्रैब यह उपकरण निकटवर्ती समुद्री जल से बेंथिक नमूनों के संग्रहण हेतु उपयोग किया जाता है। प्रत्येक निर्धारित स्थल पर ग्रैब को सावधानीपूर्वक नीचे उतारना चाहिए, यह सुनिश्चित करते हुए कि विंच वायर पूर्णतः ऊर्ध्वाधर स्थिति में रहे। अधिक गहराई या तीव्र धाराओं की स्थिति में ग्रैब में अतिरिक्त भार जोड़े जाने चाहिए तथा स्थिति स्थिर रखने के लिए धारा के विपरीत दिशा में संचालन या एंकरिंग का उपयोग किया जाना चाहिए।

नमूनों के प्राप्ति एवं प्रसंस्करण हेतु आवश्यक व्यवस्था जहाज के डेक पर उपलब्ध होनी चाहिए। ग्रैब को डेक पर लाते ही अवसाद के तापमान का तुरंत अभिलेखन किया जाना आवश्यक है। प्रत्येक स्थान से समानांतर नमूने एकत्र किए जाने चाहिए तथा संग्रहण की सटीक तिथि एवं समय दर्ज किया जाना चाहिए। विशेष ध्यान यह रखा जाए कि दूसरा डुप्लिकेट नमूना उस क्षेत्र से न लिया जाए जो पहले नमूने के कारण रिक्त हो चुका हो।



चित्र. 6.9 वैन वीन ग्रैब

2) किक नेट किक नेट 1 × 1 मीटर का वर्गाकार मेश नेट होता है, जिसका उपयोग जलीय पर्यावरण में विशेष रूप से धाराओं (streams) एवं नदियों के तल से बेंथिक मैक्रोइनवर्टेब्रेट्स के संग्रहण हेतु किया जाता है। यह एक जाल होता है जो फ्रेम से जुड़ा होता है और जिसे धारा के तल (streambed) पर रखा जाता है।

संचालन

नमूना संग्रहण के लिए ऐसे स्थल का चयन किया जाता है जो अध्ययन क्षेत्र का सही प्रतिनिधित्व करते हों तथा आवश्यक पुनरावृत्तियों की संख्या निर्धारित की जाती है। यह विधि विशेष रूप से स्ट्रीम के रिफल क्षेत्रों में प्रभावी होती है, जहाँ जल अपेक्षाकृत तेज गति से कोबल,

ग्रेवल और रेत जैसे तलछटों के ऊपर बहता है। इस नमूना संग्रहण तकनीक के प्रभावी संचालन के लिए कम से कम दो व्यक्तियों की आवश्यकता होती है।

पहला सदस्य धारा के डाउनस्ट्रीम दिशा से प्रवेश कर नेट को जल में इस प्रकार स्थापित करता है कि उसका खुला भाग अपस्ट्रीम की ओर हो तथा वह क्षेत्र बड़े पत्थरों या अवरोधों से मुक्त हो। दूसरा सदस्य नेट से 1–2 मीटर ऊपर की ओर धारा में प्रवेश करता है तथा पानी के भीतर पत्थरों को उठाकर एवं रगड़कर उनसे जुड़े जीवों को अलग करता है। इसके बाद वह धारा तल को किक करते हुए धीरे-धीरे नीचे की ओर नेट की दिशा में बढ़ता है। जब पूरा क्षेत्र अच्छी तरह से विक्षुब्ध (disturbed) हो जाता है, तब नेट पकड़ने वाला व्यक्ति उसे हल्के स्कूपिंग मूवमेंट के साथ पानी से बाहर निकालता है।

नमूना संग्रहण के बाद नेट की सामग्री को सफेद ट्रे में डाला जाता है तथा चिपके हुए जीवों की जाँच कर अवशेष हटा दिए जाते हैं। इसके पश्चात ट्रे की सामग्री को चौड़े मुँह वाले जार में स्थानांतरित किया जाता है। फोर्सेप्स की सहायता से यदि कोई जीव नेट के कपड़े से चिपका हो तो उसे सावधानीपूर्वक हटाकर जार में रखा जाता है।

नमूना संग्रहण पूर्ण होने के बाद, पात्र में पर्याप्त मात्रा में स्थिरकारी या संरक्षक मिलाया जाता है ताकि सब्सट्रेट एवं जीव पूरी तरह ढक जाएँ। प्रत्येक पात्र पर तिथि, साइट का नाम, नमूना स्थान एवं पुनरावृत्ति संख्या स्पष्ट रूप से लेबल किया जाता है। अंत में नमूनों को आगे की प्रक्रिया हेतु निर्धारित प्रयोगशाला में भेज दिया जाता है।

Source:forestry-suppliers.com

चित्र. 6.10 किक नेट

3) ड्रेजर ड्रेजर एक उपकरण है जिसका उपयोग जल निकाय के तल से अवसाद (bottom sediment) नमूनों के संग्रहण हेतु किया जाता है, जिसमें एक खाली पात्र को जलाशय के तल पर खींचा जाता है। यह सामान्यतः एक स्कूप या बाल्टी से बना होता है, जो एक हैंडल या केबल से जुड़ा होता है। इसे समुद्र तल या नदी तल तक नीचे उतारकर पदार्थ एकत्र किया जाता है। इसका उपयोग बड़ी मात्रा में नमूनों के संग्रहण के लिए किया जाता है।

संचालन

नमूना लेने के लिए ऐसे नमूना संग्रह स्थल का चयन किया जाता है जो अध्ययन क्षेत्र का प्रतिनिधित्व करते हों तथा आवश्यक पुनरावृत्तियों की संख्या निर्धारित की जाती है। ड्रेजर विशेष रूप से गहरे जल या नरम तलछट वाले क्षेत्रों में उपयोग के लिए उपयुक्त होता है।

ड्रेजर को एक मजबूत रस्सी से जोड़ा जाता है तथा रस्सी पर एक भारयुक्त मैसेंजर लगाया जाता है। ड्रेजर को धीरे-धीरे नीचे उतारा जाता है, विशेष रूप से सब्सट्रेट सतह से लगभग 0.5 मीटर ऊपर तक पहुँचते समय अत्यधिक सावधानी बरती जाती है। यदि जल की गहराई ज्ञात न हो, तो ड्रेजर को तल तक उतारकर पुनः ऊपर उठाया जाता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि वह वांछित गहराई तक पहुँचा है। ड्रेजर को सक्रिय करने के लिए भारयुक्त मैसेंजर को गिराया जाता है या रस्सी को ढीला छोड़ा जाता है।

भरने के बाद ड्रेजर को एक समान एवं नियंत्रित गति से सतह पर लाया जाता है ताकि अंदर की सामग्री प्रभावित न हो। चूँकि ड्रेजर भारी हो सकता है, इसलिए इसे उठाते और संभालते समय विशेष सावधानी आवश्यक है। इसके बाद ड्रेजर की सामग्री को एक पात्र में खाली किया जाता है।

पात्र की सामग्री को धीरे-धीरे मिट्टी की छलनी (soil sieve) में डाला जाता है। कणों को अलग करने तथा तलछट को छलनी से गुजरने में सहायता हेतु हल्के जल प्रवाह का उपयोग किया जाता है। छलनी पर शेष बचा पदार्थ ही संग्रहित नमूना होता है। इसके बाद छलनी को पानी से भरे पात्र में रखा जाता है ताकि सामग्री एवं जीव एक ओर एकत्रित हो सकें। बड़े पत्थर एवं ऐसे अवशेष जिन पर जीव चिपके न हों, उन्हें हटा दिया जाता है तथा चिपके हुए जीवों सहित सामग्री को चौड़े मुँह वाले जार में स्थानांतरित किया जाता है।

नमूना संग्रहण पूर्ण होने के बाद, पर्याप्त मात्रा में स्थिरकारी या संरक्षक मिलाया जाता है ताकि सब्सट्रेट एवं जीव पूरी तरह ढक जाएँ। प्रत्येक पात्र पर तिथि, स्थल का नाम, नमूना स्थान एवं पुनरावृत्ति संख्या स्पष्ट रूप से अंकित की जाती है। अंत में नमूनों को आगे की प्रक्रिया हेतु निर्धारित प्रयोगशाला में भेज दिया जाता है।

चित्र. 6.11 ड्रेजर

4) सेडिमेंट कोरर समुद्र तल या जलाशय के तल से अवसाद (sediment) एकत्र करने के लिए उपयोग किया जाने वाला उपकरण है। यह अवसाद को पात्र में धकेलकर या पकड़कर संग्रहित करता है। कोर सैंपल सामान्यतः एक बेलनाकार भाग होता है, जो प्राकृतिक पदार्थ जैसे अवसाद या चट्टान से विशेष ड्रिल (core drill) द्वारा निकाला जाता है। इस प्रक्रिया में प्रयुक्त खोखली स्टील ट्यूब को कोर ड्रिल कहा जाता है तथा बने हुए छिद्र को कोर होल कहा जाता है।

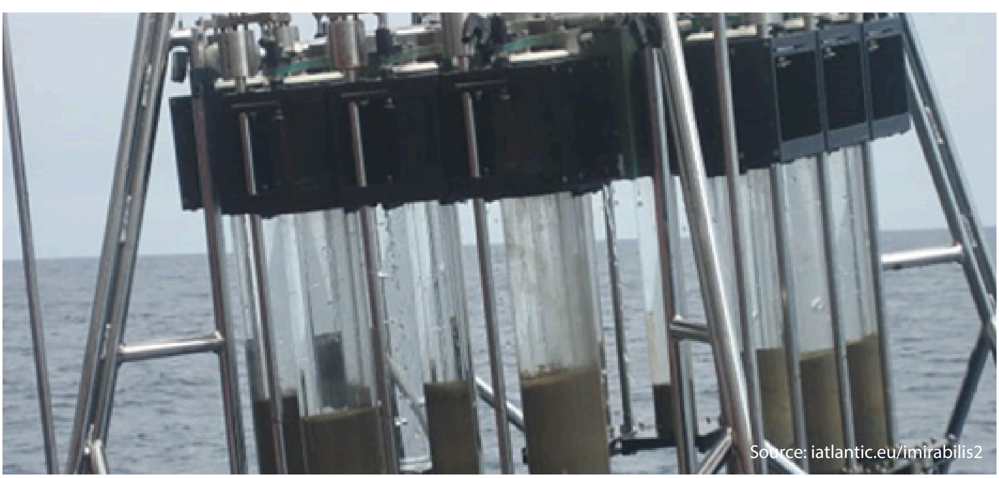
संचालन

नमूना संग्रहण के लिए ऐसे स्थानों का चयन किया जाता है जो अध्ययन क्षेत्र का प्रतिनिधित्व करते हों तथा आवश्यक पुनरावृत्तियों (replicates) की संख्या निर्धारित की जाती है। सेडिमेंट कोरिंग विशेष रूप से मुहाना (estuarine) क्षेत्रों, जैसे ज्वारीय मैदान (tidal flats) या खारे दलदली क्षेत्र (salt marshes) में उपयोगी होती है और सामान्यतः निम्न ज्वार (low tide) के समय की जाती है। कोर का न्यूनतम व्यास लगभग 8.8 सेमी तथा लंबाई 10 सेमी होना चाहिए।

कोरर को अध्ययन उद्देश्य के अनुसार निर्धारित गहराई तक अवसाद में प्रविष्ट किया जाता है। कोर को बाहर निकालने के लिए उसके ऊपरी भाग को बंद किया जाता है और धीरे-धीरे घुमाते हुए सावधानीपूर्वक बाहर निकाला जाता है। बाहर निकालने के बाद निचले भाग को भी बंद कर दिया जाता है, जिससे आगे की प्रक्रिया के लिए नमूना सुरक्षित रहे।

कोर की सामग्री को यू.एस. स्टैंडर्ड मृदा छलनी (soil sieve) में डालकर खाली किया जाता है। सघन कणों को अलग करने एवं तलछट को छलनी से गुजरने में सहायता हेतु हल्के जल प्रवाह का उपयोग किया जाता है। छलनी पर शेष बचा पदार्थ ही संग्रहित नमूना होता है। इसके बाद छलनी को पानी से भरे पात्र में रखा जाता है ताकि सामग्री एवं जीव एक ओर एकत्रित हो सकें।

बड़े पत्थर एवं ऐसे अवशेष जिन पर जीव चिपके न हों, उन्हें हटा दिया जाता है तथा चिपके हुए जीवों सहित सामग्री को चौड़े मुँह वाले जार में स्थानांतरित किया जाता है। नमूना संग्रहण पूर्ण होने के बाद, पात्र में पर्याप्त मात्रा में फिक्सेटिव या प्रिज़रवेटिव मिलाया जाता है ताकि सब्सट्रेट एवं जीव पूरी तरह ढक जाएँ। प्रत्येक पात्र पर तिथि, साइट का नाम, नमूना स्थान एवं रिप्लिकेट संख्या अंकित की जाती है तथा नमूनों को आगे की प्रक्रिया हेतु प्रयोगशाला में भेज दिया जाता है।



चित्र . 6.12 मल्टीपल सेडिमेंट कोरर

नमूना प्रसंस्करण

अवसाद नमूने को सावधानीपूर्वक बिना किसी छलकाव के पात्र में स्थानांतरित किया जाना चाहिए। इसके पश्चात अवसाद को सतत जल प्रवाह के साथ छलनी से धोया जाता है, यह सुनिश्चित करते हुए कि न तो कोई सामग्री बाहर गिरे और न ही मेश अवरुद्ध हो।

यदि जीवों के आकार संरचना का अध्ययन करना हो, तो विभिन्न मेश आकार वाली एक से अधिक छलनियों का उपयोग किया जा सकता है। जबकि केवल मैक्रोफॉना के पृथक्करण हेतु एकल 500 µm मेश वाली छलनी पर्याप्त होती है।

छलनी के मेश आकार की नियमित रूप से जाँच की जानी चाहिए ताकि किसी प्रकार की क्षति या घिसाव का पता चल सके। नाजुक जीवों को क्षति से बचाने के लिए, छलनी को पर्याप्त गहराई वाले जल से भरे पात्र में डुबोकर भी छानने की प्रक्रिया की जा सकती है, जिससे पूरा मेश जल में ढका रहे। इसके बाद अवसाद को हल्के से हिलाया जाता है, जिससे वह धीरे-धीरे धुलकर अलग हो जाए।

प्रत्येक छलनी में अवशेष रूप में प्राप्त बेंथिक जीवों को अलग-अलग बोतलों में एकत्र कर ऑनबोर्ड 4% फॉर्मालिन के साथ संरक्षित किया जाना चाहिए। संरक्षण घोल तैयार करने हेतु नमूने को लगभग 100 मि.ली. समुद्री जल में एकत्र कर उसमें 40% फॉर्मालिन के 10 मि.ली. मिलाए जाते हैं।

यदि नमूना मलबे (debris), ट्यूब-निवासी पॉलीकीट्स, बड़े जीवों या अधिक अवशिष्ट तलछट, विशेषकर सघन चिकनी मिट्टी से दूषित हो, तो फॉर्मालिन की सांद्रता को 10% या 20% तक बढ़ाया जा सकता है।

फॉर्मालिन एक संभावित कार्सिनोजेन माना जाता है, अतः इसे केवल अच्छी वेंटिलेशन वाले स्थान पर तथा दस्ताने एवं सुरक्षा चश्मे के साथ ही उपयोग करना चाहिए। यदि फॉर्मालिन त्वचा के संपर्क में आ जाए, तो तुरंत अधिक मात्रा में पानी से धो लेना चाहिए।

रंगाई करने से छंटाई प्रक्रिया में सुधार होता है और कार्य की दक्षता बढ़ती है। हालांकि, अत्यधिक रंगाई से प्रजाति पहचान प्रभावित हो सकती है। नमूने में Rose Bengal रंग (1:500 के अनुपात में) की कुछ बूंदें मिलाने से जीव गहरे बैंगनी रंग के हो जाते हैं, जिससे उनकी पहचान एवं छंटाई सरल हो जाती है।

प्रयोगशाला में नमूना प्रसंस्करण

नमूना पात्र की सामग्री को यू.एस. स्टैण्डर्ड सिव में स्थानांतरित कर जल से धोया जाता है, ताकि फिक्सेटिव या प्रिज़रवेटिव हटाया जा सके। धुले हुए जल को एकत्र कर उचित तरीके से निपटान किया जाना चाहिए। ट्रे को हल्के से हिलाकर सामग्री को समान रूप से फैला लिया जाता है। इसके बाद छलनी की सामग्री को एक सफेद प्लास्टिक ट्रे में स्थानांतरित किया जाता है।

ट्रे में उपस्थित बड़े मलबे का दृश्य निरीक्षण किया जाता है। जीवों को अवांछित पदार्थों से अलग कर समान टैक्सोनोमिक समूहों (जैसे ऑर्डर, फैमिली) में वर्गीकृत किया जाता है, जिससे उनकी पहचान एवं गणना की जा सके।

कभी-कभी तलस्थ जीव नमूनों में जीवों की घनता अधिक होती है, जिससे प्रसंस्करण में अधिक समय लग सकता है। ऐसी स्थिति में मूल नमूने से उप-नमूना लिया जा सकता है। उप-नमूनाकरण की विधि शोधकर्ता की सुविधा एवं नमूने के प्रकार पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, सफेद ट्रे के तल को 10 क्रमांकित वर्गों (grid) में विभाजित किया जा सकता है। ट्रे को हल्के से हिलाकर सामग्री को समान रूप से वितरित किया जाता है। इसके बाद एक यादृच्छिक संख्या के आधार पर किसी एक वर्ग का चयन किया जाता है और उस वर्ग के सभी जीवों को निकाल लिया जाता है। यह उप-नमूना उस विशेष स्थान या रिप्लिकेट का प्रतिनिधित्व करता है।

बड़े जीवों को पहले अलग-अलग एकत्र कर उनकी गणना एवं भार मापा जाता है, इसके बाद छोटे जीवों की छंटाई एवं गणना की जाती है। छोटे जीवों की छंटाई के लिए डिसेक्शन माइक्रोस्कोप के साथ बारीक ब्रश, सुई एवं फोर्सेप्स का उपयोग किया जाता है। कुछ जीव, जैसे अल्पकेंचुआ वर्ग (Oligochaeta), किरॉनॉमिडी (Chironomidae) तथा कुछ मेफ्लाई संरचनाएँ, काँच की स्लाइड पर नमूना स्लाइड तैयार करके संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के अंतर्गत पहचाने जाते हैं।

प्रारंभिक छंटाई में नमूनों को चार प्रमुख टैक्सोनोमिक समूहों में वर्गीकृत किया जाता है:

एनेलिडा (Annelida), मोलस्का (Mollusca), आर्थ्रोपोडा (Arthropoda) तथा अन्य समुद्री अकशेरुकी। इसके बाद इन वर्गीकृत नमूनों को अलग-अलग लेबलयुक्त वायल्स में रखा जाता है।

पहचान एवं गणना से पूर्व, छंटे हुए जीवों का विस्थापन आयतन (displacement volume) एवं गीला भार (wet weight) निर्धारित किया जाता है। नियमित सर्वेक्षणों के लिए गीला भार विश्लेषण अधिक उपयुक्त माना जाता है। यद्यपि विशेष परिस्थितियों में शुष्क भार (dry weight) एवं राख-मुक्त शुष्क भार (ash-free dry weight) का विश्लेषण किया जा सकता है, किन्तु सामान्यतः यह फॉनल अध्ययन के लिए अनुशंसित नहीं है क्योंकि इस प्रक्रिया में नमूना नष्ट हो जाता है।

शुष्क भार निर्धारण हेतु फॉर्मालिन-संरक्षित नमूनों को 60°C पर तब तक सुखाया जाता है जब तक स्थिर भार प्राप्त न हो जाए (आमतौर पर 12–24 घंटे या आवश्यकतानुसार अधिक समय)। इसके पश्चात राख-मुक्त शुष्क भार निर्धारण हेतु नमूनों को 500°C पर भट्ठी में तब तक जलाया जाता है जब तक स्थिर भार प्राप्त न हो जाए (लगभग 6 घंटे, नमूने के आकार पर निर्भर)।

गीला भार निर्धारण के लिए नमूनों को फिल्टर पेपर पर रखकर बाहरी जल को हटाने के बाद तौला जाता है। इस प्रक्रिया में जीवों को सावधानीपूर्वक रखा जाता है और अत्यधिक दबाव से बचा जाता है। शेल वाले जीवों का भार सामान्यतः शेल सहित लिया जाता है, जबकि बाइवॉल्व्स में अतिरिक्त जल को निकालना आवश्यक होता है। ट्यूब-निवासी पॉलीकीट्स को उनके ट्यूब से निकालकर तौला जाता है। इचिनॉइड्स एवं एसीडियंस को तौलने से पहले उनमें से अतिरिक्त जल निकालने हेतु छेद किया जाता है।

टूटे हुए जीवों की गणना केवल उनके पूर्ण शारीरिक भागों के आधार पर की जाती है, जैसे पॉलीकीट्स के लिए सिर या बाइवॉल्व्स के लिए हिंज भाग। पहचान पूर्ण होने के बाद सभी नमूनों को सही लेबलिंग के साथ प्रयोगशाला में संग्रहित किया जाता है।

नमूनों की पहचान एवं अभिलेखन पूर्ण होने के पश्चात सभी टैक्सोनोमिक जानकारी को डेटाबेस (जैसे Microsoft Access) में दर्ज किया जाता है। अंतिम गणना के आधार पर विभिन्न सूचकांक (indices) निकाले जाते हैं, जो अध्ययन के उद्देश्यों पर निर्भर करते हैं, जैसे कुल जीवों की संख्या, कुल टैक्सा की संख्या, प्रदूषण-संवेदनशील एवं सहनशील जीवों का अनुपात (जैसे EPT: Chironomid अनुपात), प्रमुख टैक्सा का प्रतिशत, विविधता सूचकांक एवं सांख्यिकीय विश्लेषण।

टिप्पणी

- स्पंज एवं टेनोफोर्स के संरक्षण या स्थिरीकरण हेतु फॉर्मालिन का उपयोग नहीं करना चाहिए, क्योंकि इससे ये जीव शीघ्र विघटित या पूर्णतः नष्ट हो सकते हैं।
- मलबे (debris) का सावधानीपूर्वक निरीक्षण करना चाहिए, विशेषकर टहनियों, पत्तियों या रेत के असामान्य समूहों के लिए, क्योंकि ये कुछ जीवों के सुरक्षात्मक आवरण हो सकते हैं। ऐसी स्थिति में आवरण एवं उसके भीतर उपस्थित जीव दोनों को एकत्र किया जाना चाहिए।
- यदि किसी वस्तु की पहचान को लेकर संदेह हो, तो उसे गणना में शामिल किए बिना संग्रहण उचित है तथा इस संबंध में वरिष्ठ जीवविज्ञानी को सूचित किया जाना चाहिए।
- सैम्पलर उपकरणों के उचित उपयोग के लिए व्यक्तियों को प्रशिक्षित किया जाना चाहिए, जिससे उपकरणों के गलत उपयोग से होने वाली चोटों को कम किया जा सके।
- नमूनों के स्थानांतरण के दौरान होने वाले किसी भी छलकाव (spillage) को दर्ज किया जाना चाहिए।

6.5 क्लोरोफिल का आकलन

क्लोरोफिल वर्णक, जैसे क्लोरोफिल a, b एवं c, समुद्रीपादप प्लवक के महत्वपूर्ण घटक होते हैं, जिनमें क्लोरोफिल a सबसे अधिक महत्वपूर्ण होता है क्योंकि यह समुद्री पारितंत्र मेंपादप प्लवक के बायोमास का प्रत्यक्ष संकेतक है।

क्लोरोफिल प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक होता है, जिसके माध्यम से ऑक्सीजन का उत्पादन, कार्बन का अवशोषण, भोजन का निर्माण तथा पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखा जाता है। यह प्रक्रिया समुद्री खाद्य जाल की आधारशिला है, जो उच्च ट्रॉफिक स्तरों के जीवों, जैसे मछलियों एवं शेलफिश, की वृद्धि एवं विकास को समर्थन प्रदान करती है, विशेषकर समुद्री संवर्धन प्रणालियों में।

क्लोरोफिल स्तर की निगरानी अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि इसकी असामान्य सांद्रता पोषक तत्वों के असंतुलन, अत्यधिक शैवाल वृद्धि (eutrophication) या पर्यावरणीय तनाव का संकेत दे सकती है, जो समुद्री संवर्धन की उत्पादकता एवं स्थिरता को प्रभावित कर सकते हैं।

क्लोरोफिल सांद्रता का नियमित आकलन समुद्री संवर्धन प्रबंधकों को आहार प्रबंधन, पोषक तत्वों के नियंत्रण तथा जलीय पारितंत्र के समग्र स्वास्थ्य को बनाए रखने में सहायता करता है।

सिद्धांत

क्लोरोफिल के आकलन मेंपादप प्लवक कोशिकाओं से पिगमेंट को एसीटोन, मेथनॉल या एथेनॉल जैसे विलायक की सहायता से निष्कर्षित किया जाता है। प्राप्त घोल का स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक विश्लेषण किया जाता है, जिसमें विशिष्ट तरंगदैर्ध्य पर प्रकाश के अवशोषण को मापा जाता है। क्लोरोफिल a मुख्यतः 430 nm (नीला) तथा 662 nm (लाल) तरंगदैर्ध्य पर प्रकाश को अवशोषित करता है। इन तरंगदैर्ध्यों पर अवशोषण को मापकर क्लोरोफिल a की सांद्रता निर्धारित की जाती है। प्राप्त अवशोषण मानों को विशिष्ट समीकरणों में उपयोग करके नमूने में क्लोरोफिल की मात्रा की गणना की जाती है, जिससे समुद्री पर्यावरण मेंपादप प्लवक बायोमास का अनुमान लगाया जाता है। यह विधि क्लोरोफिल स्तर की सटीक निगरानी में सहायक होती है तथा प्राथमिक उत्पादकता एवं जलीय पारितंत्र के समग्र स्वास्थ्य के आकलन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

नमूना संग्रहण

क्लोरोफिल के आकलन हेतु नमूने एकत्र करते समय स्वच्छ एवं अपारदर्शी पात्रों का उपयोग किया जाना चाहिए, ताकि प्रकाश के संपर्क से क्लोरोफिल का अपघटन न हो। पात्रों को नमूना जल से कई बार धोकर किसी भी अवशेष को हटाना आवश्यक है।

पात्र को जल की सतह के नीचे डुबोकर प्रतिनिधि नमूना एकत्र किया जाता है, यह सुनिश्चित करते हुए कि वह पूर्ण रूप से भरा हो तथा उसमें वायु बुलबुले न हों। इसके बाद पात्र को अच्छी तरह बंद किया जाता है, ताकि परिवहन के दौरान बाहरी संदूषण न हो।

प्रत्येक पात्र पर नमूना संग्रहण स्थान, तिथि एवं समय जैसी आवश्यक जानकारी स्पष्ट रूप से अंकित की जानी चाहिए। नमूना संग्रहण के बाद जल को ग्लास फाइबर फिल्टर से छाना जाता है, जिससेपादप प्लवक सघन हो जाए।

फिल्टर को विश्लेषण तक अंधेरे एवं ठंडे वातावरण (आमतौर पर -20°C से कम तापमान) में संग्रहित किया जाना चाहिए। सटीक क्लोरोफिल आकलन के लिए नमूनों का शीघ्र विश्लेषण करना आवश्यक है।

आवश्यक सामग्री

- सेंट्रीफ्यूज ट्यूब (15 मि.ली.) – 3 (ट्रिप्लिकेट विश्लेषण हेतु)
- 47 mm माइक्रोफिल्टर पेपर या 4.5 सेमी Whatman GF/F ग्लास फिल्टर पेपर
- ड्रॉपर – 1
- मेजरिंग सिलेंडर (1 L, 50 मि.ली.) – 1
- टार्सन बोतल (1 L) – 3
- शोषक कागज़ (Tissue Paper)
- डिस्टिल्ड वाटर से भरी वॉश बोतल
- प्राणिप्लवक नेट – 1
- ब्लैक कवर

आवश्यक उपकरण

- यूवी-दृश्य स्पेक्ट्रोफोटोमीटर
- शीतलन युक्त सेंट्रीफ्यूज

आवश्यक अभिकर्मक

- **एसीटोन**

1. विश्लेषणात्मक ग्रेड (Analytical Grade) एसीटोन का उपयोग किया जाता है।

- **मैग्नीशियम कार्बोनेट सस्पेंशन**

1. सूक्ष्म चूर्णित मैग्नीशियम कार्बोनेट के 1 ग्रा. को 100 मि.ली. आसुत जल में स्टॉपर युक्त फ्लास्क में मिलाया जाता है, तत्पश्चात चूर्ण को निलंबित करने हेतु तीव्रता से हिलाया जाता है।

प्रक्रिया

01 नमूना निस्पंदन

- 500 मि.ली. से 5 L तक के नमूनों को 0.3 mm मेष नायलॉन नेट से छानें, ताकि बड़े जीवों को हटाया जा सके।

02 मैग्नीशियम कार्बोनेट का समावेशन

- मैग्नीशियम कार्बोनेट के सस्पेंशन की 2–3 बूंदें मिलाएँ तथा अच्छी तरह मिश्रित करें

03 आयतन निस्पंदन

- मापित आयतन को 47 मिमी Millipore फ़िल्टर अथवा 4.5 सेमी Whatman GF/C ग्लास फ़िल्टर पेपर के माध्यम से निस्पंदित किया जाता है

04 रंजक निष्कर्षण हेतु तैयारी

- फ़िल्टर को 15 मि.ली. क्षमता वाली स्टॉपर युक्त सेंट्रीफ्यूज ट्यूब में रखा जाता है।

05 एसीटोन का संवर्धन

- मिलिपोर फ़िल्टर में 90% एसीटोन के 8 मि.ली. अथवा ग्लास फ़िल्टर में 10 मि.ली. एसीटोन मिलाया जाता है, तत्पश्चात अच्छी प्रकार से हिलाया जाता है।

06 रंजक निष्कर्षण

- रंजकों का निष्कर्षण करने हेतु ट्यूब को पूर्ण अंधकार में 20 घंटों तक प्रशीतित अवस्था में रखा जाता है। यदि संभव हो, तो ट्यूब को काले आवरण से ढक दिया जाता है।

07 निष्कर्ष का ताप समायोजन

- ट्यूबों को बाहर निकालकर अंधकार में ही तब तक रखा जाता है जब तक वे कक्ष तापमान तक नहीं पहुँच जाते।

08 निष्कर्ष आयतन का समायोजन

- निष्कर्ष के आयतन को समायोजित करने हेतु 90% एसीटोन मिलाकर मिलिपोर फ़िल्टर के लिए कुल आयतन 10 मि.ली. तथा ग्लास फ़िल्टर के लिए 12 मि.ली. किया जाता है।

09 सेंट्रीफ्यूगेशन

- निष्कर्ष को 4000 rpm पर 10 मिनट तक सेंट्रीफ्यूज किया जाता है तथा अधिशेष द्रव (सुपरनेटन्ट) को 10 मिमी पथ लंबाई वाली क्यूवेट में सावधानीपूर्वक डिकैंट किया जाता है।

10 अवशोषण मापन

- 90% एसीटोन युक्त सेल के सापेक्ष 750, 665, 645 तथा 630 nm तरंगदैर्घ्यों पर अवशोषण का मापन किया जाता है।

11 गणना

- नमूने में वर्णक (Pigment) की मात्रा की गणना Strickland एवं Parsons (1972) के सूत्रों द्वारा की जाती है।

क्लोरोफिल a (C) = 11.6 E665 – 1.31 E645 – 0.14 E630
क्लोरोफिल b (C) = 20.7 E645 – 4.34 E665 – 4.42 E630
क्लोरोफिल c (C) = 55 E630 – 4.64 E665 – 16.3 E645

जहाँ,
"E" विभिन्न तरंगदैर्ध्यों पर प्राप्त अवशोषण (absorbance) मान को दर्शाता है, जिन्हें 750 nm पर प्राप्त रीडिंग के आधार पर संशोधित (corrected) किया गया है।
क्लोरोफिल a, b एवं c क्रमशः उनके पिगमेंट की मात्रा को दर्शाते हैं।

- समुद्री जल में वर्णक (Pigment) की सांद्रता निम्न समीकरण से गणना की जाती है:
  mg pigment/m = C * 10 / V

जहाँ, C = Strickland एवं Parsons समीकरणों से प्राप्त मान
V = छाने गए समुद्री जल का आयतन (लीटर में)

टिप्पणी

- मैग्नीशियम कार्बोनेट का उपयोग आवश्यक होता है, क्योंकि यहपादप प्लवक क्लोरोफिल को अम्लीकरण (acidification) से बचाता है तथा इसके फेयोफाइटिन (phaeophytin) पिगमेंट में विघटन को रोकता है।
- मिलिपोर (Millipore) फिल्टर का उपयोग लाभदायक होता है, क्योंकि ये एसीटोन में पूर्णतः घुल जाते हैं, सेंट्रीफ्यूगेशन के दौरान कोई समस्या उत्पन्न नहीं करते तथा फिल्ट्रेशन के समय विशेष सावधानी की आवश्यकता नहीं होती।
- ग्लास फिल्टर को पूर्णतः घुलाने के लिए लंबे समय तक जोर से हिलाना आवश्यक होता है। इस प्रक्रिया में कोशिकाएँ भौतिक रूप से टूटती हैं, जिससे पिगमेंट का निष्कर्षण अधिक प्रभावी होता है।
- फिल्टर को फिल्ट्रेशन उपकरण से निकालने से पहले सक्शन के माध्यम से अच्छी तरह से सुखा (drain) लेना चाहिए।

6.6 प्राथमिक उत्पादकता का आकलन

"प्राथमिक उत्पादकता" से अभिप्राय उस दर से है जिस पर हरित पौधों एवं शैवाल द्वारा प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया के माध्यम से सौर ऊर्जा को अवशोषित कर उसे कार्बनिक पदार्थों के रूप में संग्रहित किया जाता है। इस दर को सामान्यतः किलो कैलोरी प्रति वर्ग मीटर प्रति वर्ष ($kcal/m^2/yr$) जैसे इकाइयों में व्यक्त किया जाता है।

सकल प्राथमिक उत्पादन (GPP)

प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से सूर्य के प्रकाश से प्राप्त कुल ऊर्जा, जो कार्बनिक पदार्थों में परिवर्तित होती है, उसे सकल प्राथमिक उत्पादन (GPP) कहा जाता है। इसमें वह कार्बनिक पदार्थ भी शामिल होता है जो मापन अवधि के दौरान श्वसन में उपयोग हो जाता है। इसे कुल आत्मसात (total assimilation) भी कहा जाता है।

शुद्ध प्राथमिक उत्पादन (NPP)

श्वसन के बाद शेष बची ऊर्जा, जो कार्बनिक पदार्थ के रूप में संचित रहती है, उसे शुद्ध प्राथमिक उत्पादन (NPP) कहा जाता है। इसे प्रत्यक्ष प्रकाश संश्लेषण भी कहा जाता है। यह वही ऊर्जा है जो पारितंत्र के हेटरोट्रॉफिक जीवों के लिए उपलब्ध होती है।

प्राथमिक उत्पादन के दौरान ऊर्जा के प्रवाह को निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जाता है.

सकल प्राथमिक उत्पादन (GPP) = शुद्ध प्राथमिक उत्पादन (NPP) + श्वसन (R)

प्राथमिक उत्पादकता पारितंत्र के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है क्योंकि यह खाद्य श्रृंखला का आधार बनाती है, जिससे सभी जीवों को ऊर्जा प्राप्त होती है। यह जैव विविधता, ऑक्सीजन उत्पादन को प्रभावित करती है तथा अकार्बनिक यौगिकों को कार्बनिक पदार्थों में परिवर्तित करके जीवन को बनाए रखती है, जिससे पारितंत्र में ऊर्जा का प्रवाह संभव होता है।

प्राथमिक उत्पादकता की निगरानी से समुद्री संवर्धन में कार्यरत व्यक्ति संवर्धित प्रजातियों के लिए उपलब्ध खाद्य संसाधनों का आकलन कर सकते हैं तथा पारितंत्र की गतिशीलता को समझ सकते हैं। पर्याप्त प्राथमिक उत्पादकता एक स्वस्थ एवं पोषक तत्वों से समृद्ध वातावरण का संकेत देती है, जो समुद्री कृषि जीवों की वृद्धि एवं प्रजनन को समर्थन प्रदान करता है।

इसके विपरीत, कम उत्पादकता स्तर पोषक तत्वों की कमी या पर्यावरणीय तनाव का संकेत हो सकता है, जो संवर्धित प्रजातियों के स्वास्थ्य एवं उत्पादकता को प्रभावित कर सकता है। अतः समुद्री संवर्धन पद्धतियों की समग्र दक्षता एवं स्थिरता बढ़ाने के लिए उचित निगरानी आवश्यक है।

प्राथमिक उत्पादकता को बढ़ाने वाले कारक

वे पर्यावरणीय कारक जो शुद्ध उत्पादकता को बढ़ाते हैं, उनमें उच्च तापमान, पर्याप्त वर्षा, तथा प्राकृतिक पारितंत्रों में पोषक तत्वों को वहन करने वाला प्रवाहित जल शामिल हैं। कृषि परिस्थितियों में सिंचाई, उर्वरक का प्रयोग तथा कीट नियंत्रण भी उत्पादकता को बढ़ाने में सहायक होते हैं।

स्थलीय पारितंत्र की उत्पादकता विभिन्न कारकों से प्रभावित होती है, जैसे कार्बन डाइऑक्साइड का स्तर, प्रकाश की उपलब्धता, तापमान, नमी, पोषक तत्वों की उपलब्धता तथा मृदा की बनावट। जिन पारितंत्रों में इन कारकों की अनुकूल स्थितियाँ होती हैं, वहाँ उत्पादकता अधिक होती है क्योंकि ये परिस्थितियाँ प्रकाश संश्लेषण को अधिकतम करने में सहायक होती हैं।

सिद्धांत

यह विधि जल नमूनों में घुलित ऑक्सीजन (dissolved oxygen) के स्तर (ml/L में मापा गया) के आकलन पर आधारित है, जिसे विंक्लर विधि (Winkler's method) द्वारा निर्धारित किया जाता है। इस प्रक्रिया में छह BOD बोतलों का उपयोग किया जाता है।
प्रारंभिक (I), डार्क (D) तथा लाइट (L) बोतलों में, जिनकी क्षमता 125 मि.ली. या 250 मि.ली. होती है, एक निश्चित ऊष्मायन अवधि (incubation period) के बाद घुलित ऑक्सीजन की मात्रा का उपयोग प्राथमिक उत्पादकता मापने के लिए किया जाता है।
ऊष्मायन अवधि जल के प्रकार पर निर्भर करती है, जैसे समुद्री जल के लिए लगभग 3.0 घंटे तथा उथले मुहाना (estuarine) जल के लिए लगभग 2.5 घंटे होती है।

नमूना संग्रहण

जल नमूना लेने के लिए एक स्वच्छ नमूना संग्रहण बोतल का उपयोग करें। पात्र को इच्छित गहराई तक डुबोकर बिना वायु बुलबुले प्रवेश कराए जल नमूना एकत्र करें। उसी गहराई पर प्रकाश तीव्रता को लाइट मीटर से मापें। परिवहन के दौरान प्रकाश के संपर्क से बचाने के लिए पात्र को अच्छी तरह बंद करें। नमूने पर स्थान, तिथि, गहराई तथा समय जैसी जानकारी अंकित करें। इसे ठंडे एवं अंधेरे स्थान पर रखें और शीघ्र ही प्रयोगशाला तक पहुँचाएँ।

आवश्यक सामग्री

- DO बोतलें (125 मि.ली.) – 4 क्लियर, 2 डार्क (ब्लैक कपड़े के साथ)
- ड्रॉपर
- मापक काँच नली (ब्यूरेट) स्टैंड सहित
- आसुत जल से भरी वॉश बोतल

आवश्यक अभिकर्मक

- **विंक्लर विलयन A**

1. 36 ग्राम विश्लेषणात्मक अभिकर्मक ग्रेड मैंगेनस सल्फेट मोनोहाइड्रेट ($MnSO_4{\cdot}H_2O$) को आसुत जल में घोलें तथा आयतन को 100 मि.ली. तक समायोजित करें।

- **विंक्लर विलयन B**

1. 100 मि.ली. आसुत जल में 100 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को घोलें।
2. अलग से 100 मि.ली. आसुत जल में 27 ग्राम पोटैशियम आयोडाइड को घोलें तथा दोनों विलयों को आपस में मिला दें। इस प्रक्रिया के दौरान अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है। इस विधि में प्रयुक्त सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा पोटैशियम आयोडाइड दोनों विश्लेषणात्मक अभिकर्मक ग्रेड के होने चाहिए।

- **मानक थायोसल्फेट विलयन (0.025 N):**

1. 1 लीटर आसुत जल में 6.205 ग्राम सोडियम थायोसल्फेट को घोलें।

- **स्टार्च सूचक**

1. 1 ग्राम स्टार्च पाउडर को थोड़े से ठंडे आसुत जल में घोलकर चिकना पेस्ट तैयार करें।
2. इस पेस्ट को उबलते आसुत जल में धीरे-धीरे गर्म करें तथा लगातार हिलाते रहें, जब तक यह पारदर्शी और गाढ़ा न हो जाए।
3. घोल को कमरे के तापमान तक ठंडा होने दें।
4. स्टार्च घोल को अंधेरी बोतल में संग्रहित करें, क्योंकि प्रकाश के संपर्क में यह अपघटित हो सकता है।

प्रक्रिया

01 नमूना संग्रहण

- जल के नमूने 4 क्लियर (लाइट) BOD बोतलों तथा 2 डार्क BOD बोतलों में एकत्र किए जाते हैं।

02 प्रारंभिक स्थिरीकरण

- दो क्लियर (लाइट) बोतलों को तुरंत विंक्लर A एवं B अभिकर्मकों के साथ स्थिर (fix) किया जाता है।

03 इन्क्यूबेशन

- शेष दो क्लियर (लाइट) बोतलों तथा दो डार्क बोतलों को नमूना संग्रहण स्थल पर 3 घंटे की अवधि के लिए इन्क्यूबेट किया जाता है।

04 इन्क्यूबेशन के बाद स्थिरीकरण

- इन्क्यूबेशन के बाद, क्लियर (लाइट) तथा डार्क बोतलों में विंक्लर A एवं B अभिकर्मकों की समान मात्रा मिलाकर उन्हें स्थिर (fix) किया जाता है।

05 टाइट्रेशन

- सोडियम थायोसल्फेट के विरुद्ध टाइट्रेशन करें तथा O_2 की सांद्रता (मि.ली में) की गणना करें।

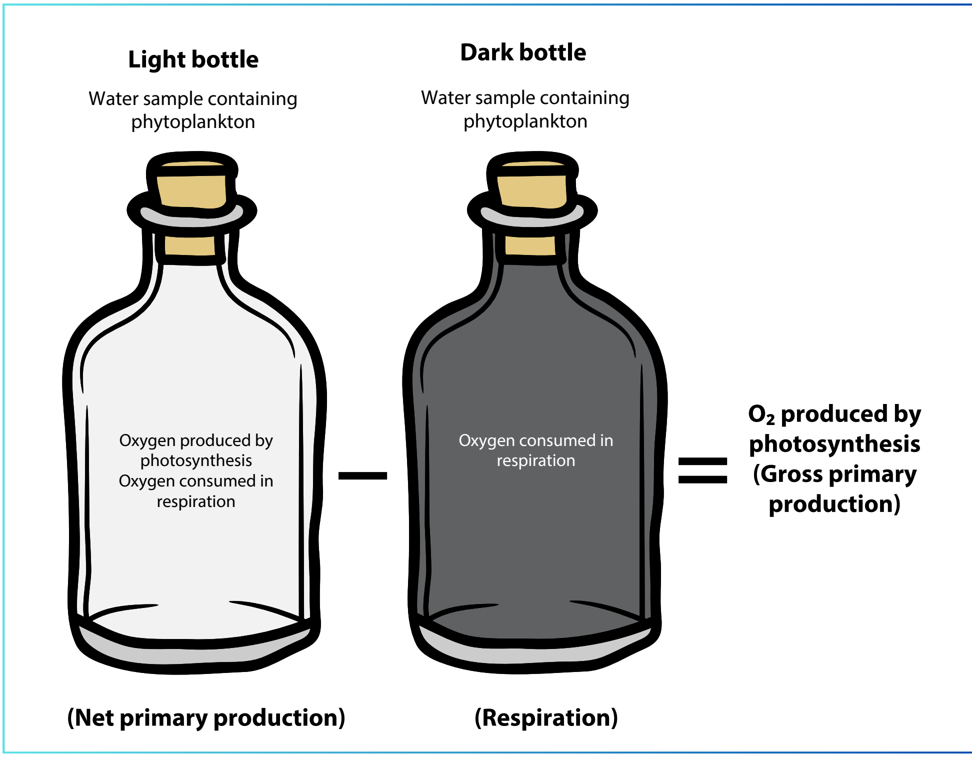
06 गणना

- लाइट बोतल में उष्मायन (इनक्यूबेशन)के बाद $O_2 = x$
- डार्क बोतल में उष्मायन (इनक्यूबेशन)के बाद $O_2 = y$
- लाइट बोतल में प्रारंभिक (initially fixed) $O_2 = z$

- **सकल उत्पादन (GP) = $(x - y) \times 0.536 / PQ \times t$ mg C/L/hr**
- **शुद्ध उत्पादन (NP) = $(x - z) \times 0.536 / PQ \times t$ mg C/L/hr**

जहाँ, PQ = प्रकाश संश्लेषण गुणांक (photosynthetic quotient) = 1.25
't' = उष्मायन (इनक्यूबेशन)का समय (घंटों में) = 3 घंटे

टिप्पणी : उत्पादकता को m^3/दिन में व्यक्त करने के लिए उपरोक्त मान को 10000 से गुणा किया जाता है, यह मानते हुए कि एक दिन में 10 घंटे धूप (sunshine hours) प्रकाश संश्लेषण को प्रभावित करती है।



चित्र. 6.13 प्रकाश एवं अंधकार बोतल अभिक्रिया का आरेखीय निरूपण

टिप्पणी

- पर्यावरणीय कारकों जैसे तापमान, प्रकाश की उपलब्धता, पोषक तत्वों के स्तर तथा जल की रासायनिक संरचना पर विचार करना चाहिए, क्योंकि ये प्राथमिक उत्पादकता को प्रभावित कर सकते हैं।
- नमूनों को सावधानीपूर्वक संभालना चाहिए ताकि किसी प्रकार का संदूषण न हो और प्राप्त आंकड़ों की शुद्धता बनी रहे।
- अधिक सटीकता के लिए सोडियम थायोसल्फेट (Sodium thiosulphate) घोल की नॉर्मैलिटी 0.005 से अधिक नहीं होनी चाहिए।

संदर्भ सूची

- https://www.google.com/urlsa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2FCapeRADD%2Fposts%2F मैक्रो-अकशेरुकी बेल्ट ट्रांसेक्ट नमूना संग्रहण।
- कार्थी, आर., ओली, एम. के., वुडिंग, जे., मेयर, डब्ल्यू. डी. एवं बेरिश, जे. (2005)। गोफर कछुए की जनसंख्या अनुमान तकनीकों का विश्लेषण
- https://www.forestry-suppliers.com/p/77971/32580/वाइल्डको टेपरड किक नेट (उपकरण)
- गार्डर, टी. एवं ग्रान, एच. एच. (1927). समुद्री अन्वेषण की अंतरराष्ट्रीय परिषद की रिपोर्ट एवं कार्यवृत्त (संख्या 42, 48 पृष्ठ)।
- गोस्वामी, एस. सी. (2004). ज़ूप्लैंकटन, कार्यप्रणाली, संग्रहण और पहचान – एक फील्ड मार्गदर्शिका। नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ ओशनोग्राफी, डोना पाउला, गोवा।
- होल्मे, एन.ए., 1964. तलस्थ जीव के सैंपलिंग के तरीके।एडवांस्ड मरीन बायोलॉजी 2:171-269.
- https://www.iatlantic.eu/imirabilis2-expedition/equipment/sampling-the-seafloor/.
- कलाधरन, पी., डी. प्रेमा, ए. नंदकुमार और के.एस. लीलाभाई, (2001). समुद्री जल और अवसाद के विश्लेषणात्मक तरीकों का मार्गदर्शिका, 51 पृष्ठ। CMFRI, कोचीन।
- कात्सानेवाकिस, एस., वेबर, ए., पिपिटोन, सी., लियोपोल्ड, एम., क्रोनिन, एम., शेडाट, एम., डॉयल, टी.के., बुहल-मोर्टेन्सन, एल., बुहल-मोर्टेन्सन, पी., अन्ना, जी.डी. और डे बूइस, आई., 2012. समुद्री आबादी और समुदायों की निगरानी: अपूर्ण पहचान से संबंधित विधियाँ। एक्वाटिक बायोलॉजी, 16(1), पृष्ठ 31-52।
- मोंचेवा, एस., पार्र, बी., 2005 (अपडेट 2010)।पादप प्लवक सैंपलिंग और विश्लेषण के लिए मार्गदर्शिका। http://www.black sea commission.org.
- पार्सन्स, टी.आर., योशियाकी माल्टा और कैरोल लैली, 1984. समुद्री जल विश्लेषण के रासायनिक और जैविक तरीकों का मार्गदर्शिका, 101-104।
- सुलोचनन, बिंदु और रोहित, प्रथिभा और लावण्या, आर., 2014. समुद्री जल, अवसाद, प्लैंकटन और तलस्थ जीव विश्लेषण की प्रक्रियाएँ। ICAR-केंद्रीय समुद्री मत्स्य अनुसंधान संस्थान, मंगलौर।
- टोडोरोवा, वी., कोंसुलोवा, टी., 2005. समुद्री सॉफ्ट-बॉटम मैक्रोज़ूतलस्थ जीव के मात्रात्मक सैंपलिंग और सैंपल उपचार के लिए मार्गदर्शिका। http://www.black sea commission.org.
- विजयकुमारन, के., 2001. समुद्री प्लैंकटन और तलस्थ जीव के अध्ययन के तरीकों का मार्गदर्शिका, 19 पृष्ठ। CMFRI, विशाखापत्तनम।
- जॉक्स, फेबियन; बर्ट्रांड, जीन-क्लॉड; डे विट, रटगर; ग्रॉसी, विंसेंट; इंटरटाग्लिया, लॉरेंट; लेबारोन, फिलिप; मिचोटे, वेल; नॉर्मांड, फिलिप; पेरेट, पियरे; रेम्बो, पैट्रिक; तांबुरिनी, क्रिस्टियन; उरियोस, लॉरेंट। (2015). पर्यावरण में सूक्ष्मजीवों के अध्ययन के तरीके। 10.1007/978-94-017-9118-2_17.

7 CHAPTER

पोषक तत्वों का विश्लेषण

रेम्या पिल्लई, दिवु डी., मयूर एस. ताडे, आर्शा सुब्रमणियन, रमशाद टी.एस.

7 विषय सूची

7.1 नमी की मात्रा का आकलन
7.2 वसा की मात्रा का आकलन
7.3 प्रोटीन की मात्रा का आकलन
7.4 राख की मात्रा का आकलन
7.5 कुल कार्बोहाइड्रेट
7.6 क्रूड फ़ाइबर

परिचय

मछली आहार के पोषक तत्वों का विश्लेषण जलीय कृषि में प्रयुक्त आहार की पोषण गुणवत्ता के मूल्यांकन तथा विभिन्न प्रजातियों की पोषण आवश्यकताओं की पूर्ति सुनिश्चित करने की एक मूलभूत विश्लेषणात्मक प्रक्रिया है। इस विश्लेषण के अंतर्गत मुख्यतः नमी (Moisture), कच्चा प्रोटीन (Crude Protein), राख (Ash), क्रूड फ़ाइबर, कार्बोहाइड्रेट तथा कच्ची वसा (Crude Fat) की मात्रात्मक निर्धारण किया जाता है। ये सभी घटक मछलियों के स्वास्थ्य, वृद्धि दर तथा समुचित विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, अतः समुद्री संवर्धन प्रणालियों में इनके सटीक आकलन को अत्यंत आवश्यक माना जाता है।

नमी: मछली आहार में नमी की मात्रा एक महत्वपूर्ण घटक है, जो इसकी स्थिरता, भंडारण अवधि तथा पोषण गुणवत्ता को प्रभावित करती है। नमी का स्तर आहार की सूक्ष्मजीवों की वृद्धि, अपघटन तथा स्वादग्राह्यता के प्रति संवेदनशीलता को निर्धारित करता है। नमी की उपयुक्त मात्रा का बनाए रखना आवश्यक है, ताकि आहार के विघटन को रोका जा सके, मछलियों में पाचन की प्रक्रिया सुगम बनी रहे, तथा आहार की समग्र गुणवत्ता और प्रभावशीलता सुनिश्चित हो सके। यह विशेष रूप से समुद्री संवर्धन प्रणालियों में अत्यंत महत्वपूर्ण है, जहाँ आहार की स्थिरता जलीय कृषि संचालन की सफलता को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती है।

कच्चा प्रोटीन: प्रोटीन एक अत्यावश्यक प्रमुख पोषक तत्व है, जो मछलियों के ऊतकों की वृद्धि, मरम्मत तथा रखरखाव के लिए आवश्यक होता है। यह विभिन्न चयापचयी प्रक्रियाओं तथा समग्र स्वास्थ्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। विभिन्न प्रजातियों एवं जीवन अवस्थाओं के अनुसार मछलियों की प्रोटीन आवश्यकता भिन्न-भिन्न होती है। अतः मछली आहार में कच्चे प्रोटीन की मात्रा का निर्धारण, ऐसी आहार संरचना के लिए आवश्यक है जो इन आवश्यकताओं की पूर्ति कर सके तथा इष्टतम वृद्धि दर, आहार रूपांतरण दक्षता एवं समग्र उत्पादन प्रदर्शन को सुनिश्चित करे। उच्च गुणवत्ता वाले प्रोटीन स्रोत जलीय कृषि प्रजातियों के सुदृढ़ विकास में सहायक होते हैं, इसलिए यह मानक पोषण मूल्यांकन का एक प्रमुख आधार माना जाता है।

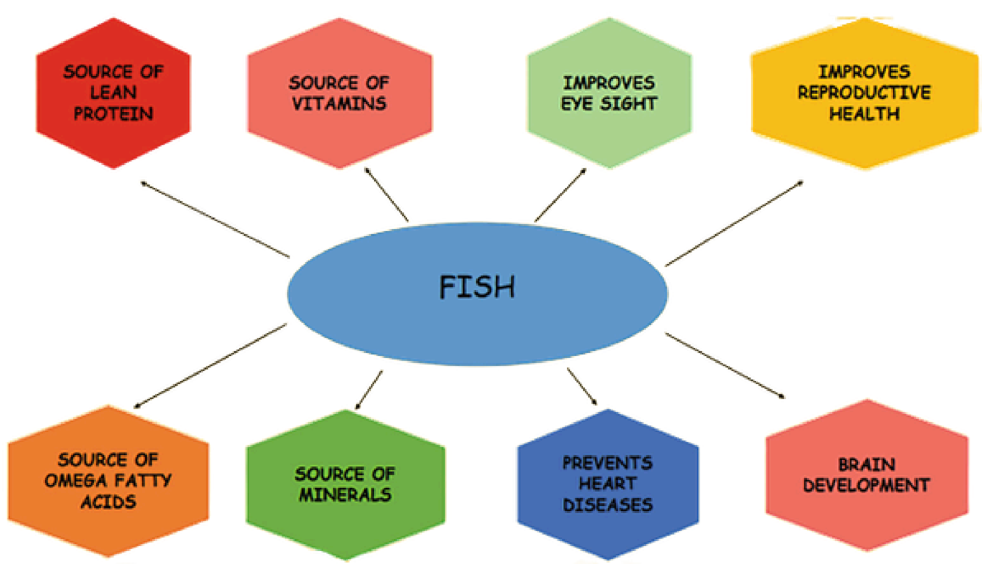
कच्ची वसा: वसा ऊर्जा का एक सघन स्रोत है तथा यह आवश्यक वसीय अम्ल प्रदान करती है, जो मछलियों की विभिन्न शारीरिक क्रियाओं के लिए आवश्यक होते हैं। मछली आहार में कच्ची वसा की उपयुक्त मात्रा ऊर्जा संतुलन बनाए रखने, वृद्धि को समर्थन देने, आहार रूपांतरण दक्षता में सुधार करने तथा समग्र स्वास्थ्य को सुदृढ़ बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। वसा की संतुलित मात्रा यह सुनिश्चित करती है कि मछलियों को उनकी गतिविधियों एवं चयापचयी प्रक्रियाओं के लिए पर्याप्त ऊर्जा प्राप्त हो, जिससे बेहतर वृद्धि प्रदर्शन एवं समग्र स्वास्थ्य में सुधार होता है।

क्रूड फ़ाइबर: मछली आहार में कच्चे रेशे की मात्रा का विश्लेषण आहार के उस अपाच्य भाग का निर्धारण करने के लिए आवश्यक है, जो पाचन स्वास्थ्य एवं आंत्र क्रियाओं (gut function) को प्रभावित कर सकता है। मछलियों के आहार में सीमित मात्रा में रेशा सम्मिलित करना पाचन स्वास्थ्य के लिए लाभकारी हो सकता है। रेशा आंत्र गतिशीलता (gut motility) को प्रोत्साहित करता है तथा यह सुनिश्चित करता है कि पोषक तत्व पाचन तंत्र से प्रभावी रूप से प्रवाहित हों। अतः रेशे की उपयुक्त मात्रा का निर्धारण पाचन संतुलन बनाए रखने तथा जठरांत्र संबंधी समस्याओं की रोकथाम के लिए आवश्यक है।

कार्बोहाइड्रेट: कार्बोहाइड्रेट, मछली आहार (Commercial fish feed) में ऊर्जा प्रदान करने वाले महत्वपूर्ण पोषक तत्व हैं, जिनका पोषणात्मक महत्व विभिन्न मछली प्रजातियों में भिन्न होता है। सामान्यतः उष्णजल मछलियाँ, शीतजल (coldwater) तथा समुद्री मछलियों की तुलना में कार्बोहाइड्रेट का अधिक उपयोग करने में सक्षम होती हैं। यद्यपि कार्बोहाइड्रेट के लिए कोई विशिष्ट आहार आवश्यकता निर्धारित नहीं है, तथापि इनके अभाव में ऊर्जा की पूर्ति हेतु प्रोटीन एवं वसा का अपचयन (catabolism) होने लगता है। अतः संवर्धित प्रजातियों के अनुसार कार्बोहाइड्रेट की उपयुक्त मात्रा प्रदान करना, इष्टतम वृद्धि तथा आहार उपयोग दक्षता (feed efficiency) में वृद्धि के लिए आवश्यक है।

राख: राख की मात्रा मछली आहार में कुल खनिज संघटन का प्रतिनिधित्व करती है, जिसमें आवश्यक स्थूल (macro) तथा सूक्ष्म (trace) खनिज सम्मिलित होते हैं। राख का निर्धारण महत्वपूर्ण है क्योंकि खनिज विभिन्न शारीरिक क्रियाओं, जैसे अस्थि निर्माण, परासरण विनियमन (osmoregulation) तथा एंजाइम सक्रियण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। खनिजों का संतुलित स्तर जलीय कृषि प्रजातियों के समुचित विकास एवं स्वास्थ्य को समर्थन प्रदान करता है, अतः राख विश्लेषण आहार गुणवत्ता मूल्यांकन का एक महत्वपूर्ण घटक है।

मछली आहार के पोषक तत्वों (Proximate Composition) का मूल्यांकन समुद्री संवर्धन में अत्यंत महत्वपूर्ण है। संतुलित एवं पोषक आहार की उपलब्धता मछलियों की इष्टतम वृद्धि, स्वास्थ्य एवं उत्पादकता सुनिश्चित करने का आधार है। इन प्रमुख घटकों का नियमित विश्लेषण मत्स्य पालकों को आहार संरचना, घटक चयन तथा आवश्यक आहार संशोधनों के संबंध में वैज्ञानिक निर्णय लेने में सहायक होता है। इससे न केवल जलीय कृषि उत्पादन की दक्षता एवं स्थिरता में वृद्धि होती है, बल्कि समुद्री संवर्धन प्रणालियों की पर्यावरणीय स्थिरता को भी प्रोत्साहन मिलता है।



7.1 नमी की मात्रा का आकलन

मछली आहार में नमी की मात्रा का ज्ञान विभिन्न कारणों से अत्यंत महत्वपूर्ण है। यह आहार की पोषण गुणवत्ता तथा भंडारण अवधि को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करता है और उत्पाद की गुणवत्ता एवं स्थिरता सुनिश्चित करने हेतु प्रसंस्करण संबंधी निर्णयों का मार्गदर्शन करता है। नमी के स्तर का अनुकूलन आहार उपयोग दक्षता (Feed Efficiency) को बढ़ाता है तथा मछलियों के स्वास्थ्य एवं उत्पादन प्रदर्शन को समर्थन प्रदान करता है। नमी की मात्रा की नियमित निगरानी एवं नियंत्रण द्वारा जलीय कृषि प्रणालियाँ उच्च गुणवत्ता एवं पोषणीय रूप से संतुलित आहार की उपलब्धता सुनिश्चित कर सकती हैं, जिससे मछलियों की इष्टतम वृद्धि एवं समग्र कल्याण को बढ़ावा मिलता है।

सिद्धांत

नियंत्रित परिस्थितियों में किसी निर्दिष्ट पदार्थ को सुखाने की प्रक्रिया के दौरान उसके द्रव्यमान में होने वाली कमी का निर्धारण, उस पदार्थ में उपस्थित नमी की मात्रा का मापक होता है।

नमूना संग्रह

संदूषण (contamination) तथा नमी की हानि या अवशोषण से बचाव हेतु स्वच्छ एवं शुष्क पात्रों या नमूना बैग का उपयोग करें। नमूना बैच के विभिन्न स्थानों से प्रतिनिधिक रूप में एकत्रित किया जाना चाहिए, जिससे संपूर्ण बैच का उचित प्रतिनिधित्व सुनिश्चित हो सके। नमूना संग्रह के दौरान फीड को दबाकर संकुचित किए बिना समान रूप से मिश्रित करना आवश्यक है। एकत्रित नमूनों को तुरंत पात्रों में स्थानांतरित कर उन्हें वायुरुद्ध रूप से सील करें तथा बैच संबंधी विवरण के साथ स्पष्ट रूप से लेबल करें। नमूनों को शीतल एवं शुष्क स्थान पर सुरक्षित रखें तथा विश्लेषण हेतु प्रयोगशाला में यथाशीघ्र परिवहन करें।

आवश्यक उपकरण

- नमी पात्र- पोर्सिलेन, सिलिका, काँच या एल्युमिनियम से निर्मित।
- हॉट एयर ओवन- 105°C तापमान पर नियंत्रित।
- डेसिकेटर

चित्र. 7.1 नमी विश्लेषण हेतु आवश्यक उपकरण

प्रक्रिया

01 नमूना तौल

- पूर्व में ओवन में सुखाकर तौले गए नमी पात्र (moisture dish) में तैयार नमूने का लगभग 5 ग्राम भाग सावधानीपूर्वक एवं सटीक रूप से तौलें।

02 प्रारंभिक शुष्कीकरण

- नमी पात्र को 105 ± 1°C पर नियंत्रित ओवन में 4 घंटे की अवधि के लिए स्थापित करें।

03 शीतलन एवं तौल

- नमी पात्र को डेसिकेटर में ठंडा होने दें, तत्पश्चात उसका भार ज्ञात करें।
- इस चरण पर प्राप्त भार को अभिलेखित करें।

04 पुनरावृत्त शुष्कीकरण एवं तौल

- शुष्कीकरण, शीतलन एवं तौल की प्रक्रिया को 30 मिनट के अंतराल पर दोहराएँ, जब तक कि दो क्रमागत तौलनों के बीच का अंतर 1 मिलीग्राम से कम न हो जाए।

05 अंतिम शुष्कीकरण

- नमी पात्र को पुनः शुष्क करें, जब तक कि दो क्रमागत तौलनों के मध्य द्रव्यमान में कमी 2 मिलीग्राम से कम न हो जाए।
- तत्पश्चात प्राप्त अंतिम द्रव्यमान को अभिलेखित करें।

06 गणना

- **नमी (%) द्रव्यमान के आधार पर = [(W1 - W2) / W] * 100**

जहाँ,
W1 = सुखाने से पूर्व नमूना सहित पात्र का भार (ग्राम)
W2 = सुखाने के पश्चात नमूना सहित पात्र का भार (ग्राम)
W = खाली पात्र का भार (ग्राम)

टिप्पणी

- सुनिश्चित करें कि फीड नमूने प्रतिनिधिक हों तथा मानकीकृत विधियों के अनुसार उचित रूप से तैयार किए गए हों। नमी के समुचित वितरण का सटीक आकलन प्राप्त करने हेतु नमूने को समरूप करें।
- विश्लेषित किए जा रहे फीड के प्रकार के अनुसार तापमान एवं अवधि से संबंधित स्थापित प्रोटोकॉल का पालन करें।.
- नमी की मात्रा का निर्धारण पुनरावृत्तियों में करें, ताकि मापन की शुद्धता का आकलन किया जा सके तथा परिणामों की विश्वसनीयता सुनिश्चित हो। बैच के विभिन्न भागों से एकाधिक नमूनों का विश्लेषण करें, जिससे परिवर्तनशीलता को ध्यान में रखा जा सके।
- नमी की मात्रा का निर्धारण पुनरावृत्तियों में करें, ताकि मापन की शुद्धता का आकलन किया ज़ा सके तथा परिणामों की विश्वसनीयता सुनिश्चित हो। बैच के विभिन्न भागों से एकाधिक नमूनों का विश्लेषण करें, जिससे परिवर्तनशीलता को ध्यान में रखा जा सके।
- ऐसी ग्राइंडिंग मिल का उपयोग करें जो ऐसे पदार्थ से निर्मित हो जो नमी का अवशोषण न करता हो।

7.2 वसा की मात्रा का आकलन

मछली आहार में वसा की मात्रा का निर्धारण पोषण संतुलन के अनुकूलन तथा जलीय प्रजातियों की वृद्धि एवं स्वास्थ्य को प्रोत्साहित करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। वसा ऊर्जा का सघन स्रोत होने के साथ-साथ आवश्यक वसीय अम्ल (essential fatty acids) प्रदान करती है, जो मछलियों में चयापचयी प्रक्रियाओं, प्रतिरक्षा क्रिया (immune function) तथा प्रजनन को प्रभावित करते हैं। फीड में वसा के स्तर का सटीक निर्धारण करने से यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि मछलियों को उनकी इष्टतम वृद्धि, विकास एवं रोग प्रतिरोधक क्षमता के लिए आवश्यक पोषक तत्व प्राप्त हो रहे हैं। इसके अतिरिक्त, वसा की मात्रा की नियमित निगरानी से विभिन्न प्रजातियों एवं जीवन अवस्थाओं के अनुसार आहार संरचना (feed formulation) में आवश्यक संशोधन किए जा सकते हैं, जिससे जलीय कृषि उत्पादन अधिक दक्ष एवं सतत् (sustainable) बनता है।

खाद्य पदार्थों में कच्ची वसा की मात्रा का निर्धारण Soxhlet निष्कर्षण यंत्र (Soxhlet extraction apparatus) का उपयोग करते हुए प्रभावी रूप से किया जा सकता है, जिसमें पेट्रोलियम ईथर (petroleum ether) अथवा डायएथिल ईथर (diethyl ether) का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में पूर्व-शुष्कित (dried) एवं पिसे हुए नमूने से वसा का निष्कर्षण किया जाता है, जिसके पश्चात वसा की मात्रा का सटीक एवं सुविधाजनक रूप से परिमाणात्मक निर्धारण किया जाता है।

सिद्धांत

कच्ची वसा का निष्कर्षण Soxhlet निष्कर्षण यंत्र (Soxhlet apparatus) में पेट्रोलियम ईथर अथवा डायएथिल ईथर की सहायता से किया जाता है। निष्कर्षण के पश्चात विलायक को वाष्पीकृत कर दिया जाता है तथा अवशेष के द्रव्यमान का निर्धारण करके वसा की मात्रा का सटीक आकलन किया जाता है।

नमूना संग्रह

संदूषण (contamination) तथा नमी के अवशोषण से बचाव हेतु शुष्क पात्रों या सैंपल बैग का उपयोग करें। फीड बैच के विभिन्न स्थानों से प्रतिनिधिक नमूने एकत्रित करें तथा समरूपता प्राप्त करने के लिए उन्हें अच्छी तरह मिश्रित करें। नमूने को पात्र में स्थानांतरित कर उसे वायुरुद्ध रूप से सील करें, ताकि वायु एवं प्रकाश के संपर्क से बचाव हो सके, जो वसा की मात्रा को प्रभावित कर सकते हैं। नमूनों पर बैच संख्या, तिथि तथा स्थान जैसे विवरण स्पष्ट रूप से अंकित करें। नमूनों को उपयुक्त परिस्थितियों में इस प्रकार सुरक्षित रखें कि ऑक्सीकरण न हो, तथा उन्हें विश्लेषण हेतु प्रयोगशाला में प्रेषित करें।

आवश्यक सामग्री

- वॉटर बाथ
- तौल तराजू
- सॉक्सलेट निष्कर्षण यंत्र

प्रक्रिया

01 ईथर निष्कर्षण

- मछली चारा का 2 ग्राम नमूना सटीक रूप से तौलकर सॉक्सलेट निष्कर्षण यंत्र (Soxhlet Extraction Apparatus) में स्थापित करें। नमूने का ईथर के साथ सतत निष्कर्षण निर्धारित अवधि तक करें। सामान्यतः पूर्ण निष्कर्षण हेतु 6–8 घंटे पर्याप्त होते हैं, जबकि उच्च वसा युक्त फीड के लिए 18 घंटे की अवधि अनुशंसित है।
- निष्कर्षण के उपरांत विलायक (ether) को आसवन (distillation) द्वारा पृथक कर दें।

02 प्रारंभिक शुष्कीकरण

- अवशेष युक्त फ्लास्क को उबलते वॉटर बाथ (boiling water bath) पर रखें तथा तत्पश्चात 110 ± 1°C पर नियंत्रित ओवन में शुष्क करें, जब तक कि दो क्रमागत तौलनों के मध्य द्रव्यमान में कमी 2 मिलीग्राम से कम न हो जाए।

03 ईथर वाशिंग

- अवशेष को कक्ष ताप पर 2–3 मि.ली. ईथर (ether) के साथ हल्के से हिलाएँ, उसे स्थिर होने दें, तत्पश्चात ऊपरी ईथर परत को सावधानीपूर्वक अपसारित कर दें।

04 पुनरावृत्त निष्कर्षण

- निष्कर्षण प्रक्रिया को तब तक दोहराएँ जब तक कि कोई अतिरिक्त अवशेष विलयन में घुलना बंद न कर दे।

- **वसा, % द्रव्यमान के आधार पर = (M1 – M2) * 100/ M**

जहाँ ,

M1 = निष्कर्षित वसा सहित सॉक्सलेट फ्लास्क (Soxhlet flask) का द्रव्यमान (ग्राम में)

M2 = रिक्त सॉक्सलेट फ्लास्क (Soxhlet flask) का द्रव्यमान (ग्राम में)

M = परीक्षण हेतु लिए गए नमूने का द्रव्यमान (ग्राम)

Source: www.velp.com

चित्र . 7.2 सॉक्सलेट निष्कर्षण यंत्र

टिप्पणी

- सुनिश्चित करें कि मछली चारा के नमूने को बारीक पिसकर समरूप किया गया हो, जिससे वसा का निष्कर्षण प्रभावी रूप से हो सके
- चारा एवं विलायक (solvent) के गुणधर्मों के आधार पर उपयुक्त निष्कर्षण समय एवं तापमान का निर्धारण करें। उच्च वसा युक्त नमूनों के लिए अधिक निष्कर्षण समय की आवश्यकता हो सकती है।
- ज्वलनशील विलायकों के उपयोग तथा सॉक्सलेट निष्कर्षण यंत्र (Soxhlet Apparatus) के संचालन के दौरान सुरक्षा प्रोटोकॉल का कड़ाई से पालन करें, जिससे दुर्घटनाओं एवं हानिकारक रसायनों के संपर्क से बचा जा सके।
- निष्कर्षण के पश्चात विलायक के पूर्ण वाष्पीकरण हेतु पर्याप्त समय दें, ताकि वसा अवशेष से विलायक का पूर्ण निष्कासन सुनिश्चित हो सके

7.3 प्रोटीन की मात्रा का आकलन

मछली आहार में प्रोटीन की मात्रा का निर्धारण संतुलित पोषण सुनिश्चित करने, फीड संरचना के अनुकूलन तथा मछलियों की स्वस्थ एवं तीव्र वृद्धि को प्रोत्साहित करने के लिए आवश्यक है। प्रोटीन स्तर का सटीक आकलन विभिन्न प्रजातियों की विशिष्ट पोषण आवश्यकताओं के अनुरूप आहार निर्माण, अधिकतम वृद्धि प्राप्ति तथा उत्पादन लागत के प्रभावी नियंत्रण में सहायक होता है। इसके अतिरिक्त, उपयुक्त प्रोटीन स्तर मछलियों के समग्र स्वास्थ्य एवं रोग प्रतिरोधक क्षमता को सुदृढ़ करता है, जिससे जलीय कृषि उत्पादन की दक्षता एवं स्थिरता में वृद्धि होती है।

केजेल्डहल विधि (Kjeldahl Method) द्वारा खाद्य पदार्थों में कच्चे प्रोटीन की मात्रा का निर्धारण व्यापक रूप से किया जाता है। इस विधि में कुल नाइट्रोजन की मात्रा का निर्धारण कर, उपयुक्त रूपांतरण गुणांक के माध्यम से प्रोटीन की मात्रा की गणना की जाती है। यह गुणांक संबंधित प्रोटीन में नाइट्रोजन के प्रतिशत के आधार पर निर्धारित किया जाता है।

सिद्धांत

नमूने का सघन सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में ऑक्सीकरण किया जाता है, जिससे नाइट्रोजनयुक्त यौगिक अमोनियम सल्फेट में परिवर्तित हो जाते हैं। पाचन मिश्रण में पारा को उत्प्रेरक के रूप में तथा क्षारीय सल्फेट को क्वथनांक वर्धक के रूप में मिलाया जाता है। तत्पश्चात अतिरिक्त क्षार मिलाकर अमोनिया को मुक्त किया जाता है, जिसे मानक हाइड्रोक्लोरिक अम्ल अथवा सल्फ्यूरिक अम्ल के ज्ञात आयतन में मात्रात्मक रूप से आसुत किया जाता है। अमोनिया द्वारा अप्रतिक्रियित अम्ल को मानक क्षार के साथ प्रतिटाइट्रेशन किया जाता है, जिससे नमूने में उपस्थित नाइट्रोजन की मात्रा का निर्धारण किया जाता है

नमूना संग्रह

स्वच्छ एवं शुष्क पात्रों में साफ स्कूप या स्पैचुला (spatula) की सहायता से प्रतिनिधिक नमूने एकत्रित करें। पात्र को वायुरुद्ध (airtight) रूप से सील करें, ताकि वायु एवं नमी के संपर्क से बचाव हो सके, जो प्रोटीन की मात्रा को प्रभावित कर सकते हैं। नमूनों पर बैच संख्या, तिथि एवं स्थान जैसे विवरण स्पष्ट रूप से अंकित करें। नमूनों को शीतल एवं शुष्क स्थान पर सुरक्षित रखें तथा विश्लेषण हेतु प्रयोगशाला में प्रेषित करें।.

आवश्यक सामग्री

पाचन हेतु

- केजेल्डहल फ्लास्क (500–800 मि.ली. क्षमता) – 1 संख्या
- हीटिंग उपकरण (हीटर/बर्नर) – 1 संख्या

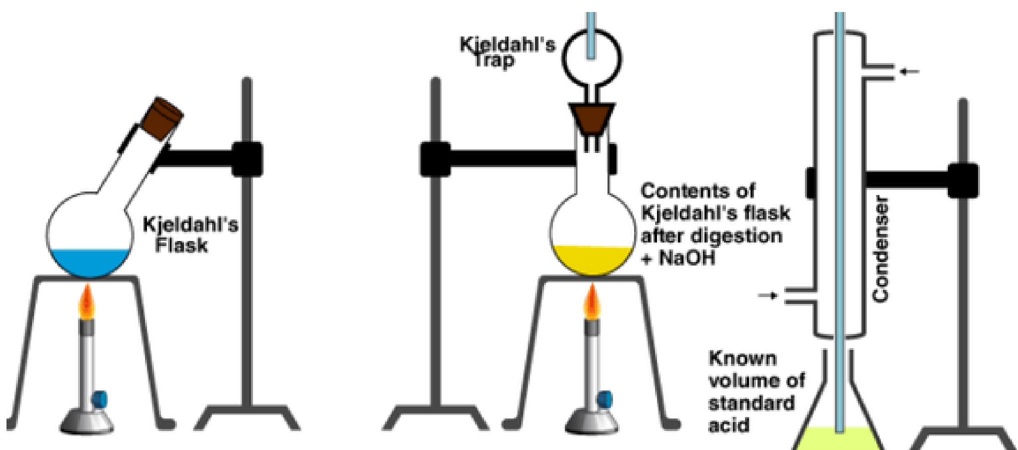
आसवन हेतु

- राउंड बॉटम फ्लास्क (1 लीटर क्षमता) – 1 संख्या
- स्प्लैश हेड – 1 संख्या
- कंडेंसर – 1 संख्या

- ट्रैप – 1 संख्या
- मापक काँच पात्र (Beaker) (500 मि.ली. क्षमता) – 1 संख्या
- रिसीविंग कीप– 1 संख्या
- मानक फ्लास्क (1 लीटर क्षमता) – 1 संख्या
- माप सिलेंडर (50 मि.ली., 500 मि.ली.) – 1 संख्या
- ब्यूरेट स्टैंड सहित – 1 संख्या
- वॉल्यूमेट्रिक फ्लास्क – 1 संख्या

आवश्यक अभिकर्मक

- सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल, AR ग्रेड
- पोटैशियम सल्फेट अथवा निर्जल सोडियम सल्फेट, AR ग्रेड
- सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन: मानक फ्लास्क में आसुत जल के साथ लगभग 450 ग्रा. ठोस सोडियम हाइड्रॉक्साइड घोलें, ठंडा करें तथा आयतन 1 लीटर तक पूर्ण करें।
- हाइड्रोक्लोरिक अम्ल अथवा सल्फ्यूरिक अम्ल, मानक विलयन (0.1 N या 0.5 N): सोडियम हाइड्रॉक्साइड के मानक विलयन के विरुद्ध मानकीकरण करें
- सोडियम हाइड्रॉक्साइड मानक विलयन (0.1 N): प्राथमिक मानक तथा मानक अम्ल विलयन के विरुद्ध मानकीकरण करें।
- मेथिल रेड सूचक : 1 ग्रा. मेथिल रेड को 200 मि.ली. अल्कोहल में घोलें



Source: byjus.com

चित्र. 7.3 केजेल्डहल आसवन इकाई का कार्य-विधान

प्रक्रिया

01 नमूना तौल

- मछली आहार (fish feed) के नमूने का 0.7 से 2.2 ग्राम तक सटीक वजन लें।
- डाइजेशन (digestion) के अंत में नमक और अम्ल (salt:acid) का अनुपात (m/v) लगभग 1:1 बनाए रखें, ताकि तापमान का उचित नियंत्रण बना रहे।

02 अभिकर्मकों का समावेशन

- फ्लास्क में 0.7 ग्रा. पारा ऑक्साइड (Mercury Oxide) या 0.65 ग्रा. पारा (Mercury), 15 ग्रा. पाउडर पोटैशियम सल्फेट या निर्जल सोडियम सल्फेट तथा 25 मि.ली. सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाएँ। उपलब्ध होने पर पारा-रहित उत्प्रेरक (जैसे कॉपर सल्फेट या सेलेनियम का उपयोग किया जा सकता है.
- टिप्पणी: पाचन के दौरान प्रति ग्राम वसा 10 मि.ली. तथा प्रति ग्राम कार्बोहाइड्रेट 4 मि.ली. सल्फ्यूरिक अम्ल की आवश्यकता होती है।

03 प्रारंभिक ऊष्मन

- पाचन फ्लास्क को हीटिंग उपकरण पर झुकी हुई अवस्था में स्थापित करें तथा धीरे-धीरे ऊष्मित करें, जब तक कि झाग बनना कम न हो जाए।
- झाग को नियंत्रित करने हेतु अल्प मात्रा में पैराफिन अथवा सिलिकॉन एंटीफोम मिलाएँ.

04 उबालना एवं पाचन

- मिश्रण को तीव्र रूप से उबालना जारी रखें जब तक कि विलयन स्पष्ट न हो जाए।
- उबालने की प्रक्रिया को 1 से 2 घंटे तक बनाए रखें, तत्पश्चात उसे ठंडा होने दें।

05 पतलीकरण एवं संकुल (कॉम्प्लेक्स) निर्माण की रोकथाम

- शीतलित विलयन में लगभग 200 मि.ली. आसुत जल मिलाएँ।
- संकुल निर्माण को रोकने के लिए 25 मि.ली. सल्फाइड अथवा थायोसल्फेट विलयन मिलाएँ।
- थायोसल्फेट अथवा सल्फाइड विलयन को फ्लास्क में मिलाने से पूर्व सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ मिश्रित किया जा सकता है। इसके पश्चात मिश्रण को अच्छी प्रकार से हिलाएँ, जिससे पारे का अवक्षेपण सुनिश्चित हो सके।

06 विलयन को क्षारीय बनाना

- फ्लास्क को तिरछा करें तथा बिना हिलाए 25 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाएँ, जिससे विलयन को प्रबल रूप से क्षारीय बनाया जा सके।

07 वाष्पीकरण सेटअप

- फ्लास्क को तुरंत कंडेंसर पर स्थित वाष्पीकरण बल्ब या ट्रैप से जोड़ें, जहां कंडेंसर की टिप मानक एसिड (आमतौर पर 0.5 N एसिड के 50 मि.ली.) में डूबी हो।

08 मिश्रण और हीटिंग

- सामग्री को अच्छी तरह मिलाने के लिए फ्लास्क को घुमाएँ, फिर हीटिंग शुरू करें जब तक कि सभी अमोनिया वाष्पित न हो जाए।
- (डिस्टिलेशन रोकने से पहले रिसीवर को नीचे करें और कंडेंसर की टिप को आसुत पानी से धोएँ।)

08 अधिक अम्ल को क्षार के साथ टाइट्रेट करें

- रिसीवर में अतिरिक्त एसिड को मानक 0.1 N सोडियम हाइड्रॉक्साइड से टाइट्रेट करें, मेथिल रेड को संकेतक के रूप में उपयोग करते हुए।

09 गणना

- **प्रोटीन, % द्रव्यमान के आधार पर = (B -S) * N * 1.4 * K / W**

जहाँ,

B = शून्य के लिए टाइट्रेशन में इस्तेमाल किए गए 0.1 N क्षार की मात्रा मिलीलीटर में

S = नमूने के लिए टाइट्रेशन में इस्तेमाल किए गए 0.1 N क्षार की मात्रा मिलीलीटर में

N = टाइट्रेशन में इस्तेमाल किए गए क्षार की सामान्यता,

K = मछली के चारे का क्जेल्डाहल कारक (5.7 से 6.25)

W = परीक्षण के लिए लिया गया नमूना का वजन, ग्राम में

टिप्पणी

- विश्लेषण हेतु लिया गया नमूना समरूप होना चाहिए।
- कॉपर सल्फेट या सेलेनियम जैसे पारा-रहित उत्प्रेरकों का उपयोग किया जा सकता है। पर्यावरणीय खतरों के कारण पारा उत्प्रेरक का उपयोग अब वैश्विक स्तर पर हतोत्साहित किया जाता है।
- पाचन प्रक्रिया को अनुकूलित करने तथा नाइट्रोजन के पूर्ण रूपांतरण को सुनिश्चित करने के लिए उपयुक्त उत्प्रेरक का चयन करें।
- उपयोग से पहले NaOH की सांद्रता निर्धारित करें।
- पचे हुए नमूने से अमोनिया को मुक्त करने के लिए अधिशेष क्षार मिलाएँ, जिससे मात्रात्मक आसवन संभव हो सके।

7.4 राख की मात्रा का आकलन

मछली आहार में राख की मात्रा का मापन कुल खनिज संरचना के मूल्यांकन के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है, जो जलीय जीवों में अस्थि विकास, परासरण नियमन (osmoregulation) तथा एंजाइम सक्रियण जैसी महत्वपूर्ण शारीरिक क्रियाओं का समर्थन करता है। राख अंश आहार में उपस्थित सभी खनिज तत्वों का मिश्रण दर्शाता है। यद्यपि यह व्यक्तिगत खनिजों की मात्रा को नहीं दर्शाता, फिर भी राख विश्लेषण का उपयोग शुष्क पदार्थ से अंतर द्वारा नाइट्रोजन-रहित अर्क (NFE) जैसे मानकों की गणना में किया जाता है। इसके अतिरिक्त, राख की मात्रा संभावित संदूषण, जैसे मिट्टी या मिलाए गए लवणों का संकेत भी दे सकती है।

राख की मात्रा का आकलन एक तौले गए नमूने में उपस्थित सभी कार्बनिक पदार्थों को उच्च तापमान पर मफल भट्टी (muffle furnace) में दहन (incineration) करके ऑक्सीकरण करने तथा तत्पश्चात शेष अवशेष को तौलने पर आधारित होता है। यह विधि विशेष रूप से मछली आहार एवं कम कार्बोहाइड्रेट वाले उत्पादों के लिए उपयुक्त है। हालांकि, यह ध्यान रखना चाहिए कि उच्च तापमान के कारण पोटैशियम, सोडियम, क्लोरीन तथा फॉस्फोरस जैसे कुछ तत्व वाष्पित हो सकते हैं, तथा खनिज पदार्थों का संलयन (fusion) भी हो सकता है, जिससे परिणामों की शुद्धता प्रभावित हो सकती है

सिद्धांत

यह विधि उच्च तापमान वाली मफल भट्टी में कार्बनिक पदार्थ के पूर्ण दहन पर आधारित है, जिससे अकार्बनिक खनिज अवशेष (राख) शेष रह जाते हैं, जिन्हें तौलकर राख की मात्रा निर्धारित की जाती है।

आवश्यक उपकरण

- मफल भट्टी
- सिलिका या प्लेटिनम क्रूसिबल
- विश्लेषणात्मक तुला
- डेसिकेटर

प्रक्रिया

01 क्रूसिबल की तैयारी

- स्वच्छ सिलिका या प्लेटिनम क्रूसिबल को मफल भट्टी में 600°C पर एक घंटे तक गरम करें। इसे डेसिकेटर में ठंडा करें और इसका खाली भार (W) दर्ज करें।

02 नमूने की तैयारी

- सुखाए गए फीड नमूने के 2 ग्राम सटीक रूप से तौलें और पहले से तौले गए क्रूसिबल में डालें। संयुक्त वजन (W) दर्ज करें

03 प्रारंभिक ताप (चरकिंग))

- ऑर्गेनिक पदार्थ को जलने से बचाने और सामग्री के नुकसान से बचने के लिए नमूने वाले क्रूसिबल को एक मिट्टी के त्रिभुज पर रखकर धीमी आंच पर गर्म करें।

04 मफल फर्नेस में राख बनाना

- जलाए गए नमूने को 600°C पर बनाए रखे गए मफल फर्नेस में स्थानांतरित करें। 6-8 घंटे तक या तब तक जला लें जब तक कि एक समान सफेद या धुंधला राख प्राप्त न हो जाए।

05 ठंडा करना और अंतिम तौलना

- क्रूसिबल को डेसिकैटर में ठंडा करें और इसे तौलें (W)। क्रूसिबल को अतिरिक्त 30 मिनट के लिए फिर से गर्म करें, ठंडा करें, और पुनः तौलें ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि राख का वजन स्थिर है (दो तौलनों के बीच परिवर्तन 0.5 मि.ग्रा. से कम).

06 गणना

- राख की मात्रा की गणना करने के लिए नीचे दिए गए सूत्र का उपयोग करें।

$$\text{Ash content}\left(\frac{g}{100g}\right)=\frac{(W3-W1)}{(W2-W1)}\times 100$$

Where:

- W1 – खाली क्रूसिबल का वजन (ग्राम)
- W2 – क्रूसिबल + नमूना का वजन असिंग से पहले (ग्राम)
- W3 – क्रूसिबल + राख का वजन (ग्राम)

टिप्पणी

- उपयोग से पहले सुनिश्चित करें कि क्रूसिबल पूर्णतः सूखे हों ताकि नमी का प्रभाव न पड़े।
- जलने या संदूषण से बचने के लिए गरम क्रूसिबलों को चिमटे या ऊष्मा-रोधी दस्तानों से संभालें।
- मफल भट्टी को सटीक और स्थिर तापमान बनाए रखने हेतु कैलिब्रेट किया जाना चाहिए।
- पुनः गरम करने के बाद स्थिर राख भार प्राप्त करके पूर्ण दहन की पुष्टि करें।
- राख बनाने के दौरान Na, K, P और Cl जैसे वाष्पशील खनिजों के संभावित ह्रास के प्रति सावधान रहें।

7.5 कुल कार्बोहाइड्रेट

कार्बोहाइड्रेट मछली आहार के निर्माण में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, क्योंकि ये विभिन्न चयापचयी प्रक्रियाओं के लिए प्रमुख ऊर्जा स्रोत के रूप में कार्य करते हैं। इनका आहार में समावेश विशेष रूप से उष्ण जल (warmwater) की मछलियों के लिए आवश्यक होता है, क्योंकि ये शीत जल (coldwater) तथा समुद्री प्रजातियों की तुलना में अधिक मात्रा में कार्बोहाइड्रेट का प्रभावी ढंग से उपयोग कर सकती हैं। यद्यपि मछलियों के लिए कार्बोहाइड्रेट की कोई निश्चित आहारिक आवश्यकता निर्धारित नहीं है, तथापि इनकी कमी होने पर ऊर्जा की पूर्ति के लिए प्रोटीन एवं वसा का अपघटन होने लगता है, जिससे वृद्धि तथा समग्र स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। इसके अतिरिक्त, संवर्धित (cultured) मछली प्रजातियों की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार उपयुक्त स्तर पर कार्बोहाइड्रेट प्रदान करना न केवल उनकी वृद्धि को प्रोत्साहित करता है, बल्कि आहार दक्षता (feed efficiency) तथा जलीय कृषि की स्थिरता को भी बढ़ाता है। इस प्रकार, कार्बोहाइड्रेट युक्त संतुलित आहार सुनिश्चित करके जलीय कृषि उत्पादक अपनी मछलियों के स्वास्थ्य एवं उत्पादकता को बनाए रख सकते हैं, जिससे अंततः अधिक सफल और टिकाऊ मत्स्य पालन संचालन संभव होता है।

कार्बोहाइड्रेट की मात्रा का निर्धारण अंतर विधि (difference calculation) के आधार पर किया जा सकता है।

% Carbohydrate =100 % - (% moisture + % ash + % crude fibre + % crude protein + % fat)

यदि शर्करा/स्टार्च को अलग-अलग निर्धारित करना आवश्यक हो, तो एन्थ्रोन विधि (Anthrone method) जैसी विशिष्ट विधियों का उपयोग किया जा सकता है।

7.6 क्रूड फ़ाइबर

क्रूड फाइबर मछली आहार निर्माण में एक महत्वपूर्ण घटक है, जो मछलियों के समग्र पाचन स्वास्थ्य एवं आंतों के कार्य में योगदान देता है। यद्यपि मछलियों में फाइबर को पचाने की क्षमता सीमित होती है, फिर भी क्रूड फाइबर की उपस्थिति आंतों की गतिशीलता (gut motility) को बढ़ावा देने तथा पाचन तंत्र में आहार के सुचारु संचरण में सहायक होती है। यह विशेष रूप से जठरांत्र संबंधी समस्याओं की रोकथाम और आहार के बेहतर उपयोग में लाभकारी होता है। इसके अतिरिक्त, क्रूड फाइबर संतुलित आहार बनाए रखने में सहायता करता है, जिससे मछलियां पोषक तत्वों का अधिक प्रभावी अवशोषण कर पाती हैं। उचित मात्रा में क्रूड फाइबर को मछली आहार में सम्मिलित करके जलीय कृषि उत्पादक मछलियों की सर्वोत्तम वृद्धि, आहार दक्षता में सुधार तथा समग्र स्वास्थ्य को सुनिश्चित कर सकते हैं, जिससे एक अधिक टिकाऊ और उत्पादक जलीय कृषि प्रणाली विकसित होती है।

क्रूड फाइबर की मात्रा का निर्धारण नमूने के क्रमिक पाचन द्वारा किया जाता है, जिसमें पहले अम्ल (1.25% H_2SO_4) तथा तत्पश्चात क्षार (1.25% NaOH) के साथ पाचन किया जाता है। पाचन के बाद प्राप्त अवशेष को अल्कोहल (एथेनॉल) और ईथर (पेट्रोलियम ईथर) से धोया जाता है तथा पूर्व-तौले गए क्रूसिबल में स्थानांतरित किया जाता है। इसके बाद इसे ओवन में सुखाकर मफल भट्टी (muffle furnace) में रखा जाता है। मफलिंग से पहले और बाद के भार के अंतर को दर्ज किया जाता है। फाइबर की अधिक मात्रा के आकलन से बचने के लिए, सोक्सलेट (Soxhlet) द्वारा एथेनॉल और ईथर से धुलाई पूरी तरह से की जानी चाहिए, ताकि अवशिष्ट वसा पूरी तरह हट सके।

समीपस्थ संरचना विश्लेषण हेतु उपकरण एवं AOAC विधियाँ

मापदण्ड	AOAC विधि संख्या	संदर्भ	आवश्यक उपकरण
नमी	934.01	AOAC, 2023	नमी डिश, हॉट एयर ओवन, तौल तराजू (वेटिंग बैलेंस), डेसिकेटर
क्रूड प्रोटीन	2001.11	AOAC, 2023	केजेल्डाहल पाचन इकाई, आसवन इकाई, ब्युरेट
क्रूड लिपिड	991.36	AOAC, 2023	सोख्सलेट उपकरण, तौल तराजू
क्रूड फाइबर	930.10	AOAC, 2023	मफल भट्ठी, तौल तराजू
राख (ऐश)	950.46	AOAC, 2023	मफल भट्ठी, डेसिकेटर, तौल तराजू
कुल कार्बोहाइड्रेट	अंतर विधि के आधार पर गणना की जाती है	-	-

निष्कर्ष

संक्षेप में, मछली आहार के पोषक तत्वों का विश्लेषण जलीय कृषि में एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है, जो आहार की पोषणीय गुणवत्ता सुनिश्चित करता है तथा मछलियों की बेहतर वृद्धि और स्वास्थ्य में सहायता करता है। नमी, प्रोटीन, वसा, फाइबर, कार्बोहाइड्रेट और ऐश जैसे घटकों की भूमिका को समझकर विभिन्न मछली प्रजातियों की आवश्यकताओं के अनुसार संतुलित आहार तैयार किया जा सकता है। आहार की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए नियमित जांच और गुणवत्ता नियंत्रण आवश्यक है, जिससे जलीय कृषि अधिक प्रभावी, टिकाऊ और उत्पादक बनती है

संदर्भ सूची

- जलीय कृषि अनुसंधान में विश्लेषणात्मक तकनीकें उपलब्ध: https://aquaculture.ugent.be/Education/coursematerial/online%20courses/ATA/analysis/proxi.htm (Accessed on: 10.08.2024)
- डॉ. जॉर्ज डब्ल्यू. लैटिमर, जूनियर (संपादक)AOAC (एसोसिएशन ऑफ एनालिटिकल केमिस्ट्स), 22वां संस्करण https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001.
- भुइयाँ, एम. आर. आर., भुइयाँ, एम. एस., अनीका, टी. एस., सिकदर, एम. एन. ए., एवं ज़माल, एच. (2016). बांग्लादेश के नारसिंदी क्षेत्र में स्थानीय रूप से उपलब्ध मछली आहार अवयवों की प्रॉक्सिमेट संरचना का निर्धारण।. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ फिशरीज एंड एक्वाटिक स्टडीज़, 4(3), 695-699.
- https://egyankosh.ac.in/bitstream/123456789/82378/1/MVPL002.pdf,रासायनिक विश्लेषण एवं गुणवत्ता आश्वासन
- एम. एफ. नोह, एम. डी., गुणसेगावन, आर. डी. एन., मुस्तफा खालिद, एन., बालासुब्रमण्यम, वी., मुस्तार, एस., एवं अब्द राशेद, ए. (2020)। खाद्य संरचना डेटाबेस के लिए पोषक तत्व विश्लेषण की नवीन तकनीकें। मॉलिक्यूल्स, 25(19), 4567.
- नसीम अल महमूद, एम. डी., हुसैन, एम. बी., एवं मिनार, एम. एच. (2012) बांग्लादेश के लक्ष्मीपुर क्षेत्र में उपलब्ध मछली आहार अवयवों की प्रॉक्सिमेट संरचना। अमेरिकन जर्नल ऑफ एग्रीकल्चरल एंड एनवायरनमेंटल साइंसेज 12, 556-560.
- रानी, एस., एवं कुमार, पी. (2020) पौध-आधारित गैर-पारंपरिक आहार अवयवों की प्रॉक्सिमेट संरचना का विश्लेषण, जो मछली आहार में उपयोग की संभावनाएँ रखते हैं।. जर्नल ऑफ फार्माकोग्नोसी एंड फाइटोकेमिस्ट्री, 9(1), 1853-1859.

लेखक एवं सहयोगी

लेखक	पता
डॉ. दिवु डी. वरिष्ठ वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल – 362269, गुजरात।
डॉ. सुरेश कुमार मोज्जाड़ा वरिष्ठ वैज्ञानिक (पूर्व मुख्य तकनीकी अधिकारी, भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं.)	भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रबंधन अकादमी (NAARM), नार्म परिसर, आचार्य एन.जी. रंगा कृषि विश्वविद्यालय, राजेंद्रसंख्या र मंडल, हैदराबाद – 500030, तेलंगाना।
डॉ. स्वाति लक्ष्मी पी.एस. प्रधान वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल – 362269, गुजरात।
डॉ. मुक्ता मेनन वरिष्ठ वैज्ञानिक	के.स.मा.अनु.सं., विशाखापट्टनम क्षेत्रीय केंद्र, आंध्र विश्वविद्यालय पी.ओ., एक्का स्पोर्ट्स कॉम्प्लेक्स के पीछे, विशाखापट्टनम – 530003, आंध्र प्रदेश।
डॉ. वी.वी.आर. सुरेश प्रधान वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., नॉर्थ पी.ओ., अब्राहम मदामक्कल रोड, एर्नाकुलम, अय्यप्पनकावु, कोच्चि – 682018, केरल, भारत।
डॉ. ग्रिन्सन जॉर्ज प्रधान वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं, नॉर्थ पी.ओ., अब्राहम मदामक्कल रोड, एर्नाकुलम, अय्यप्पनकावु, कोच्चि- 682018, केरल, भारत।
डॉ. टॉम्स सी. जोसेफ प्रधान वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.म.प्रौ.सं., सिफ्ट जंक्शन, विलिंगडन आइलैंड, मत्स्यपुरी पी. ओ., कोच्चि – 682029, केरल।
डॉ. चिन्नदुरई एस. वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.–के.म.प्रौ.सं., वेरावल अनुसंधान केंद्र, मत्स्य भवन, भीडिया प्लॉट, वेरावल – 362265, गुजरात।

डॉ. बिंदु सुलोचनन प्रधान वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., मैंगलोर क्षेत्रीय केंद्र, पोस्ट बॉक्स संख्या 244, होइगे बाजार, मैंगलुरु – 575001, दक्षिण कन्नड़, कर्नाटक।
डॉ. देवानंद उचोई वरिष्ठ वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.म.प्रौ.सं., वेरावल अनुसंधान केंद्र, मत्स्य भवन, भीडिया प्लॉट, वेरावल – 362265, गुजरात।
डॉ. कपिल सुखदाने वरिष्ठ वैज्ञानिक	आईसीएआर-केंद्रीय मत्स्य शिक्षा संस्थान, पंच मार्ग, ऑफ यारी रोड, वर्सोवा, अंधेरी (पश्चिम), मुंबई – 400061।
डॉ. रेम्या पिल्लई वरिष्ठ वैज्ञानिक	भा.कृ.अ.प.-के.म.प्रौ.सं., सिफ्ट जंक्शन, विलिंगडन आइलैंड, मत्स्यपुरी पी. ओ., कोच्चि – 682029, केरल।
प्राची सिद्धार्थ बागडे रिसर्च असोशीएट	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।
रामशाद टी.एस. जूनियर रिसर्च फेलो	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।
मयूर एस. ताडे सीनियर रिसर्च फेलो	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।
आर्षा सुब्रमणियन जूनियर रिसर्च फेलो	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।
शिवानी परमार प्रोजेक्ट असिस्टेंट	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।
रोहित साहू प्रोजेक्ट असिस्टेंट	भा.कृ.अ.प.-के.स.मा.अनु.सं., वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन, भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल-362269, गुजरात।

NOTES

NOTES

भाकृअनुप
ICAR

सी एम एफ आर आइ
CMFRI

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान
वेरावल क्षेत्रीय स्टेशन,भीडिया प्लॉट, बी.एम.जी. फिशरीज के पास, वेरावल – 362269, गुजरात।
www.cmfri.org.in

ISBN 978-93-82263-81-4