TRAINING MANUAL

ON

WATER QUALITY MANAGEMENT IN AQUACULTURE

Subam Debroy
V. Damodaran
Chittaranjan Raul
Rakesh Dawar
Jai Sunder

ICAR-KRISHI VIGYAN KENDRA, NIMBUDERA
NORTH & MIDDLE ANDAMAN
744201

TRAINING MANUAL

ON

WATER QUALITY MANAGEMENT IN AQUACULTURE

Nov-Dec, 2025

Subam Debroy
V. Damodaran
Chittaranjan Raul
Rakesh Dawar
Jai Sunder

ICAR- KRISHI VIGYAN KENDRA, NIMBUDERA
NORTH & MIDDLE ANDAMAN
744201

Water Quality Management in Aquaculture

Published by: Dr. Jai Sunder, Director (Act)
ICAR- Central Island Agricultural Research Institute
Garacharma, Sri Vijayapuram-744105
E-mail: jai.sunder@icar.org.in

Published Under: National Fisheries Development Board (NFDB) Sponsored Training program for the financial year 2024-25, Department of Fisheries, Ministry of Fisheries, Animal Husbandry and Dairying, Govt. of India.

Prepared and complied by: Subam Debroy, V. Damodaran, Chittaranjan Raul, Rakesh Dawar and Jai Sunder.

Citation: Subam Debroy, V. Damodaran, Chittaranjan Raul, Rakesh Dawar, and Jai Sunder (2025). Field Manual on Water Quality Management in Aquaculture, Training Manual, ICAR- Central Island Agricultural Research Institute, Garacharma, Sri Vijayapuram-744105, India. 31PP. Copyright @ 2025, Indian Council of Agricultural Research (ICAR). All Rights Reserved for reproduction of this document or any part thereof, permission of ICAR-CIARI, Sri Vijayapuram must be obtained.

Dr. Jai Sunder, Ph. D.

ICAR-CIARI, Director (Act)

FOREWORD

Water quality is one of the most important factors determining the success and sustainability of aquaculture. The health, growth, and productivity of fish and other aquatic organisms are directly influenced by the physical, chemical, and biological characteristics of the water they live in. Even small changes in parameters such as temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia, and hardness can have a significant impact on the performance and survival of cultured fish species. Therefore, understanding and managing water quality is essential for achieving stable and profitable aquaculture production.

This manual on *Water Quality Management in Aquaculture* has been developed as a comprehensive and practical resource for farmers, field technicians, extension personnel, and students involved in aquaculture. It provides clear explanations of important water quality parameters, outlines standard methods for monitoring and assessment, and offers simple yet effective management and corrective practices. The manual also emphasizes the importance of maintaining ecological balance, sustainable input use, and long-term environmental stewardship, which are vital for the future of aquaculture.

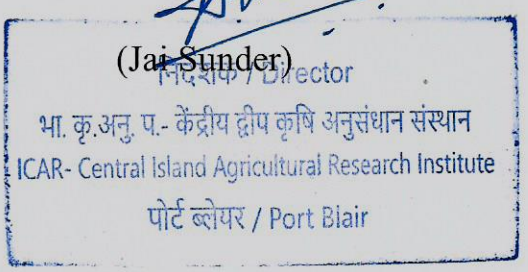
By combining scientific knowledge with field-level experience, this publication aims to bridge the gap between research and practice. It serves not only as a reference document but also as a tool to help farmers make decisions and adopt better management strategies for higher productivity and profitability.

I sincerely appreciate the dedicated efforts of the authors and contributors who have compiled this valuable publication. Their work will undoubtedly benefit the aquaculture community and contribute to improving livelihoods, food security, and sustainable fisheries development in the region.

Date:

Place:

(Jai Sunder)



PREFACE

Aquaculture has emerged as one of the fastest-growing sectors contributing to food security, employment, and income generation in India, particularly in island and coastal regions. However, the success of aquaculture largely depends on maintaining optimal water quality. Water serves as the living medium for aquatic organisms, and its quality directly influences their growth, feed efficiency, reproduction, and overall health. Poor water management can lead to stress, disease outbreaks, and reduced productivity, making it essential for farmers and field workers to understand the science and practice of water quality management.

This manual, *Water Quality Management in Aquaculture*, has been prepared with the objective of providing a simple, practical, and science-based understanding of the key water quality parameters that affect aquaculture systems. It covers physical, chemical, and biological aspects of water quality, including their significance, desirable ranges, monitoring techniques, and suitable management measures. The content is presented in a farmer-friendly manner, supported by scientific principles, to help both new and experienced practitioners make informed decisions in pond management.

Special emphasis has been placed on the integration of good management practices that ensure sustainability and environmental safety. The manual also highlights low-cost and locally adaptable methods for water quality improvement, which are especially relevant for small and medium-scale farmers. It is hoped that the information presented here will serve as a valuable guide for extension workers, students, and fish farmers in the islands and other parts of the country.

I take this opportunity to express sincere appreciation to the contributors who have invested their time and expertise in preparing this manual. Their collective effort has resulted in a practical resource that bridges research knowledge with field application. It is our belief that this publication will enhance awareness, promote scientific aquaculture practices, and support the growth of a sustainable aquaculture sector in the region.

(Authors)

INDEX

S. No	Chapters	Page No.
01.	Importance of Water Quality in Aquaculture	01
02.	Water Quality Standards for Aquaculture Ponds	03
03.	Monitoring and Assessment of Water Quality	04
04.	Impact of Water Quality on Fish Health and Growth	12
05.	Integrated fish farming	13
06	মৎস্যচাষে জলগুণের গুরুত্ব ও প্রভাব	15
07	মৎস্যচাষের জন্য উপযুক্ত জলগুণের মাত্রা	17
08	জলগুণমাত্রার পর্যবেক্ষণ ও মূল্যায়ন	18
09	জলগুণের মাছের স্বাস্থ্য ও বৃদ্ধিতে প্রভাব	27
10	সমন্বিত মৎস্যচাষ	28
11	Glimpses of water Quality Analysis	30
12	Water Quality Assessment Sheet	31

Chapter 1. Importance of Water Quality in Aquaculture

V. Damodaran & Subam Debroy

ICAR-Krishi Vigyan Kendra (CIARI), North & Middle Andaman, Nimbudera, A&N Islands-744201, India

Introduction: Water quality is one of the most important factors that determines the success of aquaculture. It is generally divided into three categories: physical, chemical, and biological. Even slight changes in key parameters such as pH, temperature, or dissolved oxygen can stress aquatic organisms, leading to physiological or behavioural changes. Poor water quality can slow growth, reduce reproductive performance, and increase susceptibility to diseases. Proper water quality management helps maintain favourable conditions and reduces these risks. Aquaculture farmers need to understand the basics of water quality management to make the best use of water resources, ensure sustainable production, and achieve profitable outcomes while protecting the environment.

Categories of Water Quality

Physical parameters- The physical condition of water is greatly influenced by depth, temperature, turbidity, and light. These are the key physical parameters that determine the productivity of a pond.

Chemical parameters – In aquaculture, chemical parameters play a crucial role in determining the suitability of water for fish and other aquatic organisms. The key chemical parameters are *pH,* Dissolved oxygen (DO), Carbon dioxide, Salinity, Alkalinity, Hardness, Ammonia, Nitrite, Nitrate, Calcium, Chloride and Phosphorus etc.

Biological parameters – Biological parameters of water quality refer to the presence and activity of living organisms such as plankton, benthos, and microorganisms. These organisms indicate the ecological balance and productivity of a water body. A healthy pond should have abundant phytoplankton and zooplankton, which form the primary food source for fish. Excessive growth of algae or harmful microorganisms, however, can disturb water quality and affect fish health.

Importance of Water Quality Monitoring

Monitoring water quality is crucial because fish are highly sensitive to environmental changes. Even small deviations in parameters like dissolved oxygen, pH, temperature, or ammonia can cause stress, reduce growth, or lead to disease and mortality. Regular monitoring helps farmers:

1. Detect problems early: Identify harmful changes before they seriously affect fish health.
2. Maintain optimal growth conditions: Ensure water parameters support efficient metabolism and feeding.
3. Prevent disease outbreaks: Poor water quality can promote pathogens and harmful algae.
4. Manage pond productivity: Balanced water conditions support plankton and natural food, improving fish survival and growth.
5. Implement timely corrective measures: Aeration, water exchange, or chemical adjustments can be applied as needed.

6. In short, systematic water quality monitoring ensures a stable and productive pond environment, reduces losses, and supports sustainable aquaculture practices.

****

Chapter 2. Water Quality Standards for Aquaculture Ponds

Subam Debroy[1] & Chittaranjan Raul[2]

[1]ICAR-Krishi Vigyan Kendra (CIARI), North & Middle Andaman, Nimbudera, A&N Islands- 744201, India

[2]ICAR-Central Island Agricultural Research Institute, Sri Vijayapuram, A&N Islands-744105, India

Maintaining proper water quality is essential for the health, growth, and productivity of cultured fish. Water quality parameters can be divided into physical, chemical, and biological factors, each of which must remain within an optimum range to support a balanced pond ecosystem.

Table 1. The optimum range of various water quality parameters

Sr.No	Parameter	Acceptable range	Desirable range	Stress
1.	Temperature (^{0}C)	15-35	20-30	<12, >35
2.	Turbidity (cm)		30-80	<12,>80
3.	Water colour	Pale to light green	Light green to light brown	Clear water, Dark green &Brown
4.	Dissolved oxygen (mg L^{-1})	3-5	5	<5, >8
5.	BOD (mg L^{-1})	3-6	1-2	>10
6.	CO_2 (mg L^{-1})	0-10	<5, 5-8	>12
7.	pH	7-9.5	6.5-9	<4, >11
8.	Alkalinity (mg L^{-1})	50-200	25-100	<20, >300
9.	Hardness (mg L^{-1})	>20	75-150	<20,>300
10.	Calcium (mg L^{-1})	4-160	25-100	<10, >250
11.	Ammonia (mg L^{-1})	0-0.05	0- <0.025	>0.3
12.	Nitrite (mg L^{-1})	0.02-2	<0.02	>0.2
13.	Nitrate (mg L^{-1})	0-100	0.1-4.5	>100, <0.01
14.	Phosphorus (mg L^{-1})	0.03-2	0.01-3	>3
15.	H_2S (mg L^{-1})	0-0.02	0.002	Any detectable level
16.	Primary productivity (C L^{-1} D^{-1})	1-15	1.6-9.14	<1.6, >20.3
17.	Plankton (No. L^{-1})	2000-6000	3000-4500	<3000, >7000

****

Chapter 3. Monitoring and Assessment of Water Quality

Subam Debroy[1]& Chittaranjan Raul[2]

[1]ICAR-Krishi Vigyan Kendra (CIARI), North & Middle Andaman, Nimbudera, A&N Islands- 744201, India

[2]ICAR-Central Island Agricultural Research Institute, Sri Vijayapuram, A&N Islands-744105, India

Introduction: Proper monitoring and assessment of water quality are essential to ensure a healthy and productive aquaculture pond. Water quality directly affects fish growth, survival, and overall pond productivity. Systematic monitoring allows farmers to identify problems early, take corrective measures, and maintain an optimal pond environment.

Objectives of Monitoring

The main objectives of water quality monitoring are:

1. *Assess pond health:* Determine whether the physical, chemical, and biological conditions are suitable for fish production or not.
2. *Detect changes:* Identify harmful fluctuations in water parameters before they cause stress or mortality.
3. *Guide management practices:* Provide information for feeding, fertilization, aeration, and water exchange decisions.
4. *Ensure sustainability:* Maintain a balanced ecosystem that supports natural food production and long-term pond productivity.

Key Parameters to Monitor

Monitoring should include physical, chemical, and biological parameters.

Physical parameters & Their Management:

1. ***Depth:*** The depth of a pond significantly influences both the physical and chemical characteristics of water. It affects temperature distribution, water circulation patterns, and the extent of photosynthetic activity. In shallow ponds, sunlight can penetrate to the bottom, warming the water and enhancing productivity. However, ponds shallower than one meter may overheat during tropical summers, which can adversely affect the survival of fish and other aquatic organisms. For optimal biological productivity, a pond depth of approximately two meters is generally considered ideal.

2. ***Temperature:*** Water temperature is primarily influenced by climate, sunlight, and pond depth. Seasonal and diurnal fluctuations significantly affect pond productivity, with temperatures generally lowest in the early morning and highest in the afternoon. Tropical ponds often support higher fish yields than temperate ones due to greater heat availability. Temperature also plays a critical role in physiological processes, including breeding, and affects chemical dynamics in water and soil, such as dissolved oxygen levels, which decrease as temperature rises. Fish exhibit varying temperature

tolerances, with Indian major carps being eurythermal, capable of surviving across a wide temperature range.

Remedies/correction: Thermal stratification in ponds during summer can be minimized through regular water exchange and by providing shade, either with planted trees or artificial coverings, while mechanical aeration can be used simultaneously to ensure proper oxygen circulation.

3. ***Turbidity:*** Turbidity in water bodies arises from suspended inorganic particles, such as silt and clay, as well as planktonic organisms. Its intensity depends on the nature of the pond basin and the sediments entering the system. Ponds with clayey bottoms typically exhibit higher turbidity, which limits light penetration, reduces photosynthetic activity, and consequently restricts overall biological productivity. Managing turbidity is therefore essential for maintaining optimal pond performance.

   Remedies/correction: Turbidity in the pond can be reduced by adding fresh water or applying lime (CaO), alum at a rate of 20 mg/L, or spreading gypsum over the entire pond at a rate of 200 kg per 1,000 m^3 of water.

4. ***Light:*** Light is a critical physical factor influencing pond productivity. The availability of light energy affects photosynthesis and overall biological activity in the pond. Light penetration is largely determined by turbidity, which reflects the combined effects of suspended clay and silt particles as well as the density and distribution of planktonic organisms. Accurate assessment of light penetration is essential for evaluating and managing pond productivity.

Chemical parameters:

1. ***pH:*** The pH of water is measured as the negative logarithm of the hydrogen ion concentration. The presence of carbon dioxide, an acidic gas, significantly influences the pH of natural water bodies (Boyd, 1979). The normal blood pH of fish is around 7.4, but a slightly broader range of 7.0 to 8.5 is considered ideal for optimal growth and reproduction. Fish may experience stress in water with a pH of 4.0 to 6.5 or 9.0 to 11.0, and mortality becomes likely if the pH falls below 4.0 or exceeds 11.0.

   Remedies/correction: To lower high pH levels in a pond, gypsum ($CaSO_4$), organic materials such as cow dung or poultry droppings can be applied. Conversely, quicklime (CaO) can be used to raise the pH if it is too low in the aquatic environment.

2. ***Dissolved oxygen (DO):*** Dissolved oxygen (DO) refers to the amount of oxygen gas present in water that is available for aquatic organisms. It is a critical factor for fish survival, growth, and metabolic processes. Fish extract oxygen from water through their gills, and inadequate oxygen levels can lead to stress, reduced feeding, slower growth, and even mortality. For most freshwater species, the optimal DO concentration ranges from 5 to 9 mg/L, supporting healthy growth and physiological functions. When DO levels drop below 3 mg/L, fish begin to experience stress, and their normal metabolic activities are affected. At critically low levels, below 1 to 2 mg/L, the risk of mass fish

mortality becomes high, making the maintenance of adequate dissolved oxygen essential in aquaculture systems. The concentration of dissolved oxygen in water is influenced by several factors. Temperature plays a key role, as colder water can hold more oxygen than warmer water. Photosynthetic activity by aquatic plants and algae also contributes to oxygen levels, releasing oxygen during daylight hours. Conversely, respiration by fish and microorganisms, as well as the decomposition of organic matter, consumes oxygen and can reduce its concentration. Water movement, such as currents, waterfalls, or artificial aeration, helps increase oxygen levels by promoting gas exchange between the water and the atmosphere.

Remedies/correction: To maintain optimal water quality in aquaculture ponds, it is important to limit the use of fertilizers and organic manures to prevent oxygen depletion. Aquatic plants should be controlled physically, and phytoplankton growth managed to maintain balanced dissolved oxygen (DO) levels. Recycling pond water and using aerators can improve circulation and oxygenation, while manual or mechanical stirring of the water further enhances oxygen distribution. Overstocking of fish should be avoided to reduce stress and maintain healthy water conditions. Additionally, if DO levels become excessively high, warm water can be gradually introduced through pipes to stabilize the pond environment.

3. ***Carbon dioxide:*** The primary source of carbon in aquatic ecosystems is free carbon dioxide, a highly soluble gas in water. It is produced mainly through the respiratory activities of animals and can exist in water in the form of bicarbonates or carbonates, derived from natural sources such as the earth's crust, limestone, and coral reefs. When carbon dioxide dissolves in water, it forms carbonic acid, which lowers the pH of the system, particularly in waters with low buffering capacity. This reduction in pH can be harmful to aquatic organisms, affecting their growth, reproduction, and overall health.

   Remedies/correction: Proper aeration is an effective method to release excess dissolved gases from pond water. This helps prevent gas-related stress in fish and maintains a healthy aquatic environment. Chemical additives such as lime ($CaCO_3$) or sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) can be applied to stabilize pH levels and improve overall pond conditions, ensuring a suitable environment for fish growth.

4. ***Salinity*****:** Salinity is a vital chemical parameter in aquaculture, as it significantly influences the health, growth, and survival of aquatic organisms. Different species have specific tolerance ranges to salinity, making it essential to maintain suitable conditions depending on the type of aquaculture system. For instance, freshwater species such as tilapia, catfish, and carp thrive in water with very low salinity typically less than 0.5 ppt. These environments include rivers, lakes, ponds, reservoirs, and other inland water bodies. In contrast, coastal or brackish water systems have moderate salinity levels, ranging from 0.5 to 30 ppt. These areas such as estuaries, mangroves, and tidal zones represent a mix of freshwater and seawater, supporting species like shrimp, milkfish, and various mangrove-associated organisms. Brackish water aquaculture is common in these regions due to the adaptability of certain species to fluctuating salinity levels. Marine water environments, such as oceans and seas, have high salinity usually around 35 ppt. These systems are home to marine species like sea bass, grouper, and marine algae, which are well adapted to salty conditions. Marine aquaculture in these waters is used for fish farming, shellfish cultivation, and even salt production. Maintaining optimal salinity is crucial for the osmoregulation of aquatic organisms, which affects

their metabolism, immune function, and overall well-being. Rapid or extreme changes in salinity, often caused by evaporation, rainfall, or improper water exchange practices, can stress aquatic species and lead to reduced growth or mortality.

Remedies/correction: Salinity in the pond can be managed by either increasing it or diluting it through the replenishment of fresh water, depending on the requirements of the cultured species. In addition, aeration is essential to evenly distribute salinity throughout the water column, ensuring a balanced environment and reducing stress on the fish.

5. ***Alkalinity:*** Alkalinity is the measure of water's ability to resist changes in pH, acting as a natural buffer that helps maintain stable water conditions. It is mainly made up of dissolved substances such as carbonates, bicarbonates, hydroxides, phosphates, borates, calcium, and magnesium. In aquaculture, proper alkalinity is crucial for fish health, as it prevents sudden pH fluctuations that can stress or harm aquatic organisms. The ideal alkalinity range for fish culture is 50–300 mg/L. If alkalinity is too low, even a small amount of acid can significantly lower the pH, leading to an unstable environment. Alkalinity can increase naturally through lime leaching from concrete ponds or rocks, plant photosynthesis, and processes like denitrification and sulphate reduction. It can decrease due to respiration, nitrification, and sulphide oxidation. Small increases may also result from evaporation and organic matter decomposition. Regular monitoring and management of alkalinity help maintain water quality, ensuring a healthy and productive aquaculture system.

   Remedies/correction: Alkalinity can be increased using calcium carbonate, concrete blocks, oyster shells, limestone, or eggshells, depending on soil pH and buffering capacity.

6. ***Hardness:*** Hardness is an important chemical parameter of water quality, especially in aquaculture and freshwater systems. It refers to the concentration of divalent metal ions in the water, mainly calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}). These minerals are naturally present in rocks and soil and dissolve into water as it moves through the environment. Hardness is typically measured in milligrams per liter (mg/L) as calcium carbonate ($CaCO_3$). Based on concentration, water is classified as: Soft: 0–75 mg/L, moderately hard: 75–150 mg/L, Hard: 150–300 mg/L and Very hard: >300 mg/L.

   In aquaculture, the ideal hardness range is 75–250 mg/L. Calcium and magnesium are essential for fish physiology, including bone development, enzyme activity, and osmoregulation. Proper hardness also supports the health of crustaceans like shrimp, which need calcium for shell formation.

   Remedies/correction: Quicklime, alum, or a combination of both increases water hardness, whereas the addition of zeolite helps reduce it in the pond.

7. ***Ammonia:*** Ammonia is a crucial water quality parameter in aquaculture and aquatic environments because it directly affects the health of aquatic organisms. It primarily originates from fish excretion, the breakdown of uneaten feed, and decomposing organic matter. In water, ammonia exists in two forms: un-ionized ammonia (NH_3), which is highly toxic to fish, and ionized ammonia (NH_4^+), which is much less harmful. The total amount of both forms is known as Total Ammonia Nitrogen (TAN). The

proportion of toxic un-ionized ammonia increases with higher pH and temperature, making water conditions more dangerous for fish. For healthy aquaculture practices, the concentration of un-ionized ammonia should be kept below 0.02 mg/L to prevent harmful effects such as gill damage, slowed growth, weakened immune response, and even mortality. Elevated ammonia levels often occur in poorly managed systems with inadequate water exchange, overfeeding, or overstocking.

Remedies/correction: The addition of liming agents, such as hydrated lime or quicklime, can help reduce ammonia levels, although this technique is effective only in ponds with low alkalinity. In addition, Formaldehyde and zeolite treatments can also be used to bind ammonia chemically. For example, a dosage of 50 ml per 100 gallons can bind up to 1 ppm of ammonia, but it is important to follow the manufacturer's instructions carefully. Furthermore, Regular water changes are recommended to maintain water quality and reduce the accumulation of harmful substances.

8. ***Nitrite:*** Nitrite is an intermediate compound formed during the aerobic nitrification process by autotrophic bacteria called Nitrosomonas, which convert ammonia into nitrite by combining it with oxygen. This process is a crucial step in the nitrogen cycle within aquatic systems. Nitrite is often referred to as the "invisible killer" of fish because it interferes with oxygen transport in their blood. It oxidizes hemoglobin to methemoglobin, causing the blood and gills to turn brown, which impairs respiration. Additionally, nitrite exposure can cause damage to vital organs such as the nervous system, liver, spleen, and kidneys in fish. The ideal concentration of nitrite in any aquatic environment is essentially zero. Generally, nitrite levels between 0 and 1 mg/L are considered desirable, with concentrations below 4 mg/L regarded as acceptable.

   Remedies/correction: Nitrite levels can be reduced by following proper management, chemical, and biological measures. First, maintain good husbandry: reduce stocking densities, improve feeding practices, ensure effective biological filtration, increase aeration, and temporarily stop feeding if necessary. Chemical measures include adding small amounts of chloride salts and performing regular water changes to dilute nitrite and protect fish. Biological methods, such as using biofertilizers, help accelerate nitrification, converting nitrite into less harmful nitrate. Combining these approaches keeps the system safe and healthy for aquatic animals.

   Nitrate: Nitrate is the most stable and oxidized form of nitrogen found in aquatic environments. It originates mainly from the oxidation of nitrite and the decomposition of organic matter, including uneaten feed and fish waste. While nitrate is less toxic to fish compared to ammonia and nitrite, excessive accumulation can still be harmful over time, leading to poor growth and stress in aquatic organisms. Nitrate levels also influence the productivity of ponds by promoting the growth of phytoplankton and aquatic plants. However, high concentrations can cause eutrophication, resulting in oxygen depletion and imbalance in the aquatic ecosystem. Regular monitoring and maintaining nitrate levels below 50 mg/L are generally recommended for most aquaculture systems.

   Remedies/correction: Nitrate concentration can be reduced by periodic water exchange with low-nitrate water, application of ion-exchange resins, and increasing aquatic plant biomass to enhance uptake. Denitrifying biofilters can further convert nitrate into nitrogen gas, effectively lowering its accumulation in the system.

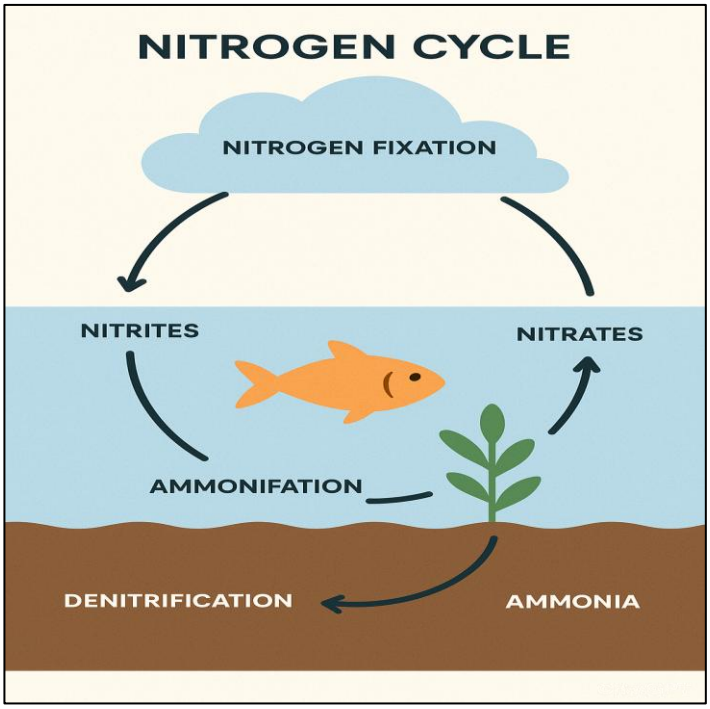


Fig1: Nitrogen Cycle in freshwater pond

1. ***Chloride:*** Chloride is an important water quality parameter that helps maintain the osmotic balance in fish and aquatic organisms. It is usually present in water as sodium chloride (NaCl) and other salts. Moderate chloride levels can reduce the toxicity of harmful substances like nitrite and nitrate.
2. ***Phosphorus:*** Phosphorus in water is primarily found in the form of phosphate (PO_4^{3-}), either dissolved or attached to organic and inorganic particles. As an essential nutrient, phosphorus supports the growth of aquatic plants and algae, thereby enhancing pond productivity. Low phosphorus levels result in poor biological activity, while adequate concentrations promote healthy plankton development and overall pond fertility. In aquaculture systems, a phosphate level of about 0.05 to 0.07 mg/L is considered ideal for maintaining balanced and productive ecosystems.

Remedies/correction: Chlorine in water should be minimized, as it is toxic to fish and other aquatic organisms. Residual chlorine can be removed by dechlorination using sodium thiosulfate or allowing water to stand in sunlight for a few hours before use. Continuous monitoring of chlorine levels is important, especially when using treated municipal water. Phosphorus levels should be managed to prevent excessive algal growth and water quality deterioration. This can be done by controlling feed input, avoiding overfeeding, and using feed with balanced nutrient content. Aquatic plants and sediment management can also help absorb excess phosphorus, maintaining a healthy aquatic environment.

Biological parameters:

1. ***Plankton:*** Plankton are aquatic organisms that drift with water currents rather than swim actively. They are classified into phytoplankton (plant plankton) and zooplankton (animal plankton), both serving as primary food sources for fish. Plankton abundance is closely linked to fish production, as they form the base of the aquatic food web. However, excessive plankton growth, particularly from blue-green algae, can lead to dense surface blooms. These blooms block sunlight, reduce oxygen levels, and create anoxic conditions in deeper water, often resulting in fish mortality.
2. ***Primary Productivity:*** Primary productivity in an aquaculture pond refers to the rate at which photosynthetic organisms mainly phytoplankton and aquatic plants produce organic matter (food) from inorganic substances using sunlight, carbon dioxide, and nutrients. It forms the foundation of the pond's food web, supporting zooplankton, benthic organisms, and ultimately fish. In simple terms, primary productivity measures how much natural food is generated in the pond ecosystem. High primary productivity indicates good nutrient availability and favourable environmental conditions, while very low or excessively high productivity can signal poor water quality or imbalance (such as algal bloom).

   Remedies/correction: Maintaining balanced plankton populations is essential for healthy primary productivity in aquaculture systems. Imbalances, such as algal blooms or low plankton density, can be corrected using several remedies. Applying biofertilizers or organic manures promotes the growth of beneficial phytoplankton, which serves as natural food for fish and shrimp larvae. In cases of excessive algal growth, controlled water exchange, shading, or using algicides in safe doses can help restore balance. Regular monitoring of water quality parameters, such as nutrient levels and light availability, also supports optimal primary productivity and a stable aquatic ecosystem.

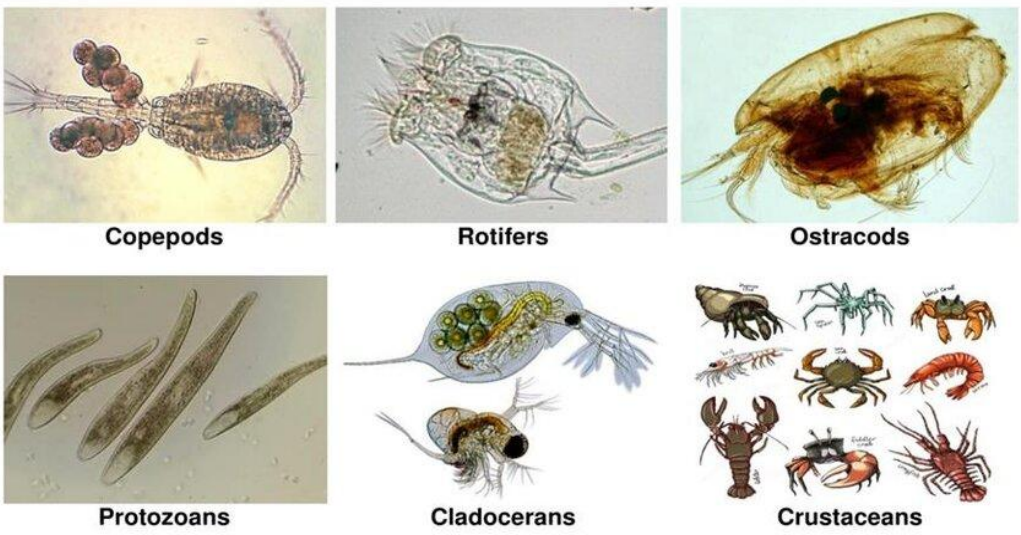


Fig 2: Plankton abundance in waterbodies

Assessment Techniques for Water Quality

Effective assessment of water quality is essential for maintaining a healthy aquatic environment. It involves a combination of sampling, testing, analysis, and documentation to ensure timely detection of potential problems and support informed management decisions.

1. Regular Sampling: Regular sampling of water is the foundation of water quality assessment. Water should be collected from multiple points within the pond, tank, or water body, including different depths and locations. This ensures that the data accurately represents the overall condition of the environment rather than just a single spot. Sampling frequency can vary depending on the species being cultured and the stage of growth, but weekly checks are generally recommended for intensive aquaculture systems.

2. Field Testing Kits: Field testing kits provide a quick and convenient way to measure key water quality parameters on-site. Parameters such as pH, dissolved oxygen (DO), ammonia, and nitrite can be tested easily using portable kits. These kits allow for immediate detection of potential issues, enabling quick interventions such as water exchange, aeration, or the addition of corrective treatments. Regular use of field kits helps in monitoring trends and maintaining conditions within optimal ranges.

3. Laboratory Analysis: For a more detailed and accurate assessment, samples can be sent to specialized laboratories. Laboratory analysis provides precise measurements of chemical and microbiological parameters, including hardness, alkalinity, total nitrogen, phosphates, and harmful bacteria. These results offer a deeper understanding of water quality, helping to identify subtle changes or potential risks that may not be evident through field testing alone. Laboratory testing is particularly useful for diagnosing disease outbreaks or investigating unexplained mortality in aquaculture systems.

4. Data Recording and Trend Analysis: Maintaining systematic records of water quality data is crucial for effective management. All measurements, whether from field kits or laboratory analysis, should be logged with the date, time, location, and depth of sampling. Over time, this record allows for trend analysis, helping to identify seasonal changes, recurring problems, or the effects of management practices. Data recording also supports decision-making, ensuring that interventions such as water treatment, aeration, or stocking adjustments are based on objective information rather than guesswork.

****

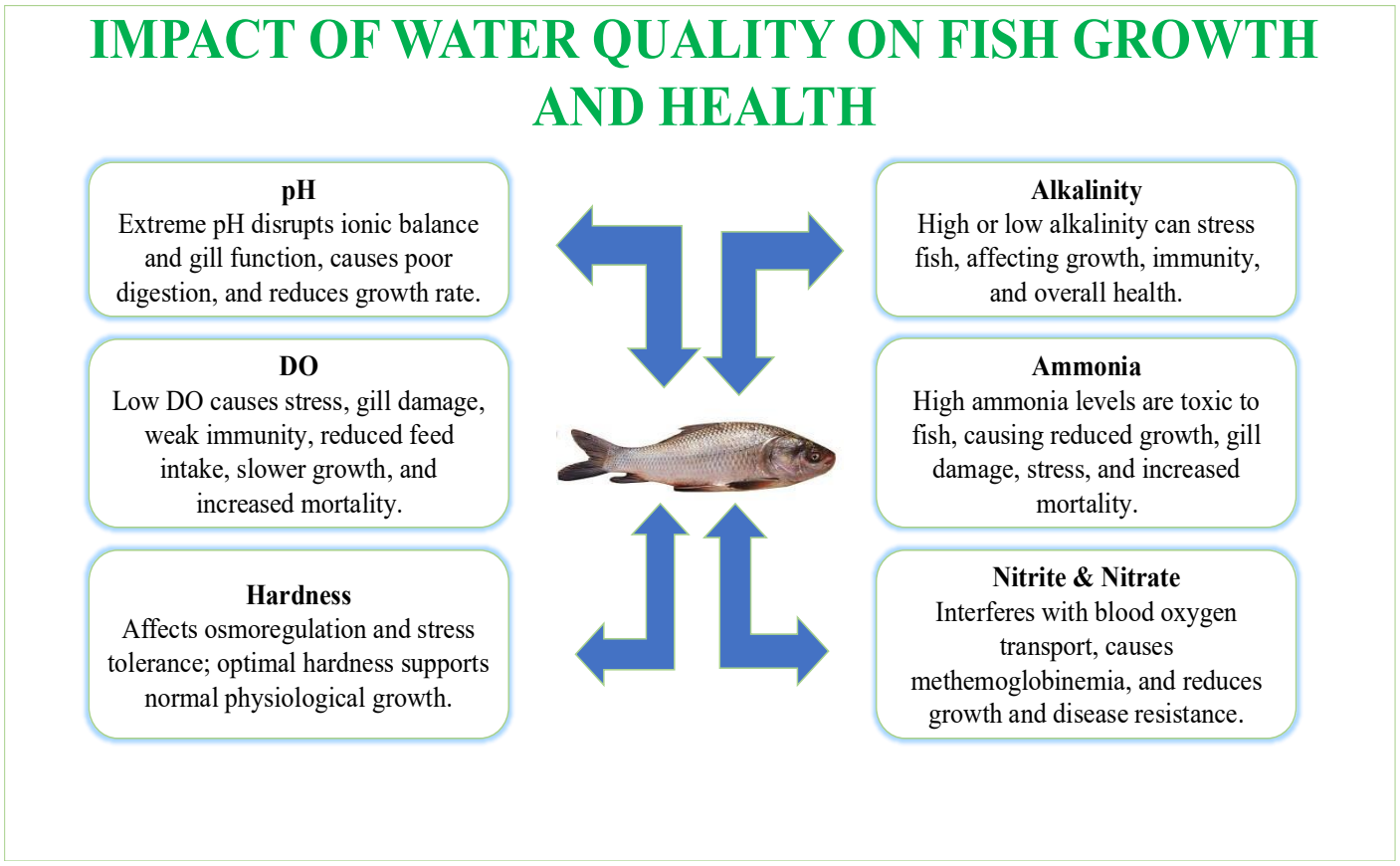
Chapter 4. Impact of Water Quality on Fish Health and Growth

Subam Debroy[1] & Chittaranjan Raul[2]

[1]ICAR-Krishi Vigyan Kendra (CIARI), North & Middle Andaman, Nimbudera, A&N Islands- 744201, India

[2]ICAR-Central Island Agricultural Research Institute, Sri Vijayapuram, A&N Islands-744105, India

Introduction: Water quality is a critical determinant of fish health, growth, and overall productivity in aquaculture systems. Optimal water conditions ensure proper physiological function, efficient feed utilization, and resistance to disease, while suboptimal conditions can lead to stress, impaired growth, and increased mortality.



****

Chapter 5. Integrated fish farming

Rakesh Dawar[1], V. Damodaran[1] & Jai Sunder[2]

[1]ICAR-Krishi Vigyan Kendra (CIARI), North & Middle Andaman, Nimbudera, A&N Islands- 744201, India

[2]ICAR-Central Island Agricultural Research Institute, Sri Vijayapuram, A&N Islands-744105, India

Introduction

Integrated fish farming (IFF) is an agro-aquaculture system that combines aquaculture with crop cultivation and/or livestock rearing to optimize resource utilization, enhance nutrient recycling, and improve overall farm productivity. It is based on the principle of ecological intensification, where waste products from one component serve as inputs for another, thereby reducing external inputs and environmental impact. This system is particularly valuable for small- and medium-scale farmers aiming for sustainable and economically viable production.

Principle and Mechanism: The underlying principle of IFF is nutrient cycling. Fish excreta and uneaten feed in ponds are rich in nitrogen, phosphorus, and organic matter, which can be used to fertilize crops or enhance pond productivity through natural food organisms such as plankton. Similarly, livestock manure, agricultural by-products, and crop residues can be utilized as supplemental feed for fish. This synergistic interaction maximizes resource efficiency and contributes to system sustainability.

Common Integrated Fish Farming Models

1. **Fish-Crop Integration**: Fish Pond water, enriched with nutrients, is used for irrigating crops such as rice, vegetables, and fodder species. This nutrient-rich water reduces the need for chemical fertilizers while supporting both aquaculture and agriculture productivity.
2. **Fish-Livestock Integration:** Manure from poultry, pigs, or cattle can be used as a protein-rich feed for pond fish. In turn, fish pond water improves fodder growth or irrigates nearby crops, creating a closed nutrient loop.
3. **Duck-Fish or Poultry-Fish Systems:** Ducks or other waterfowl introduced into fish ponds contribute droppings that serve as natural fertilizer for fish. Their foraging activity also helps control aquatic weeds and pests, maintaining water quality and promoting fish growth.
4. **Rice-Fish Systems (Agro-Aqua Integration):** In waterlogged paddy fields, fish species such as carp coexist with rice cultivation. Fish feed on pests, weeds, and plankton, reducing pesticide use, while their excreta improve soil fertility, enhancing both rice and fish productivity.

Scientific Benefits

1. **Nutrient Recycling Efficiency:** Nitrogen and phosphorus from fish excreta and livestock manure are utilized in crops or as fish feed, minimizing nutrient losses.

2. **Economic Resilience:** Multiple revenue streams (fish, crops, livestock products) reduce economic risk and increase farm profitability.

3. **Environmental Sustainability:** Reduced chemical fertilizer and feed usage lowers environmental pollution and eutrophication risks.

4. **Enhanced Productivity:** Integrated systems improve overall biomass yield per unit area through complementary interactions among components.

Challenges and Considerations

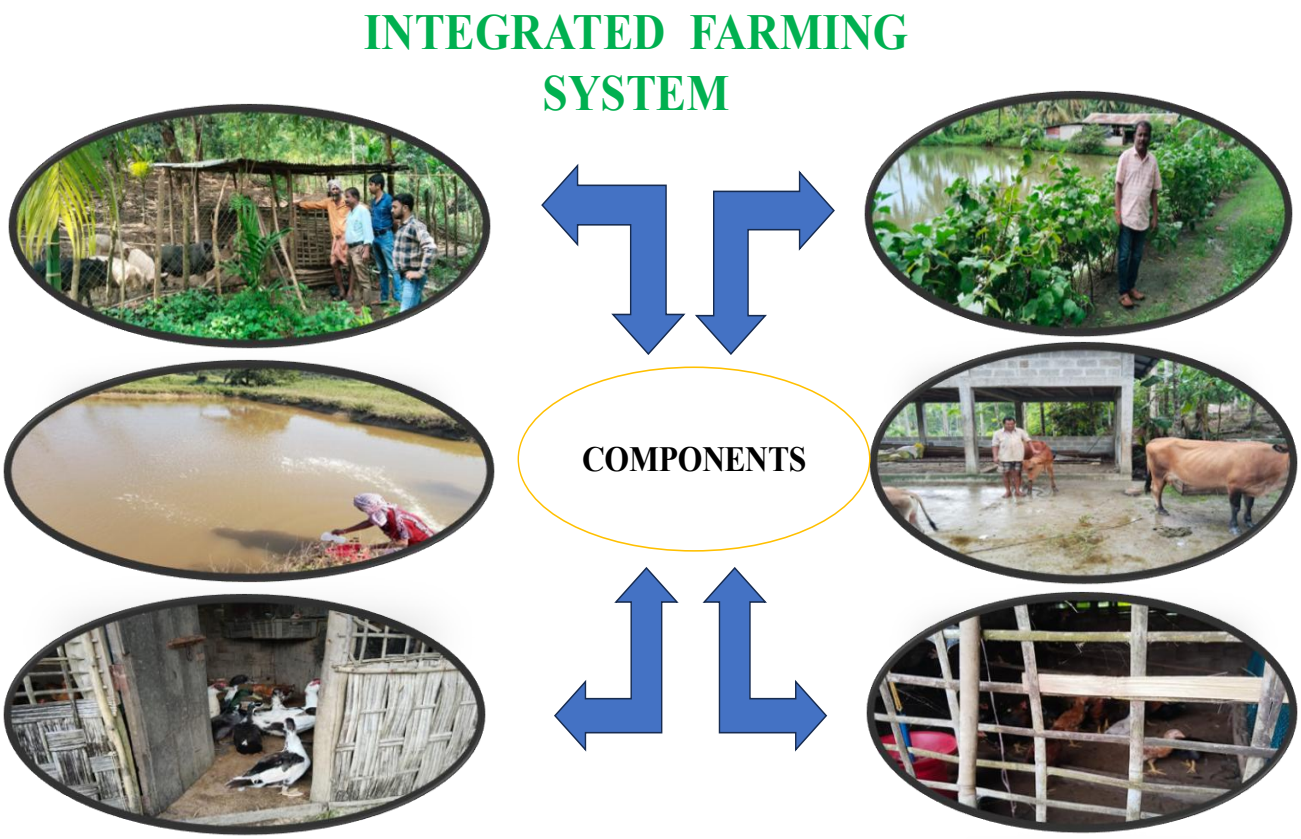
1. Maintaining optimal nutrient balance to avoid water quality deterioration and eutrophication.

2. Monitoring disease transmission between fish and livestock.

3. Managing stocking density and feed input to maintain system stability.

4. Technical knowledge is essential for designing and managing integration patterns effectively.

Conclusion: Integrated fish farming represents a scientifically sound, resource-efficient, and environmentally sustainable approach to agriculture. By exploiting nutrient cycling and component synergies, it enhances productivity while reducing dependency on external inputs. When managed correctly, IFF contributes to rural livelihoods, food security, and ecological sustainability, making it a key strategy for sustainable agricultural intensification.



****

অধ্যায় ৬. মৎস্যচাষে জলগুণের গুরুত্ব ও প্রভাব

সুবম দেবরায়
ICAR–কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র (CIARI), নর্থ ও মিডল আন্দামান, নিমবুদেরা, আন্দামান ও নিকোবার দ্বীপপুঞ্জ– ৭৪৪২০১, ভারত

জলগুণ মৎস্যচাষের সফলতার একটি মূল উপাদান। এটি মাছ এবং অন্যান্য জলজ প্রাণীর বৃদ্ধি, স্বাস্থ্যের এবং উৎপাদনক্ষমতার উপর সরাসরি প্রভাব ফেলে। সাধারণভাবে এটিকে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়: ভৌত, রাসায়নিক, এবং জৈবিক। pH, তাপমাত্রা বা দ্রবীভূত অক্সিজেনের মতো গুরুত্বপূর্ণ উপাদানে সামান্য পরিবর্তনও জলজ প্রাণীর ওপর চাপ সৃষ্টি করতে পারে। এর ফলে তাদের শারীরিক কার্যক্রম এবং আচরণে পরিবর্তন দেখা দিতে পারে। খারাপ জলগুণ মাছের বৃদ্ধি ধীর করতে পারে, প্রজনন ক্ষমতা কমিয়ে দিতে পারে এবং রোগের ঝুঁকি বাড়াতে পারে।সঠিক জলগুণ ব্যবস্থাপনা বজায় রাখলে এই ঝুঁকিগুলো কমানো সম্ভব হয় এবং মাছের স্বাভাবিক বৃদ্ধি ও স্বাস্থ্য নিশ্চিত করা যায়। মৎস্যচাষীরা যদি জলগুণ নিয়মিত পর্যবেক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ করেন, তাহলে তারা টেকসই উৎপাদন এবং লাভজনক ফলাফল অর্জন করতে সক্ষম হবেন।

জলগুণের শ্রেণিবিভাগ

১. ভৌত উপাদান: জলের ভৌত মান গভীরতা, তাপমাত্রা, ঘোলাভাব এবং আলো প্রবেশের ওপর নির্ভর করে। এই উপাদানগুলো পুকুরের উৎপাদনক্ষমতা এবং পরিবেশগত মান বজায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

২. রাসায়নিক উপাদান: রাসায়নিক মানগুলি মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর জন্য জলের উপযুক্ততা নির্ধারণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। প্রধান রাসায়নিক উপাদানগুলোর মধ্যে রয়েছে: pH, দ্রবীভূত অক্সিজেন , কার্বন ডাই-অক্সাইড, লবণাক্ততা, ক্ষারত্ব, কঠোরতা, অ্যামোনিয়া, নাইট্রাইট, নাইট্রেট, ক্যালসিয়াম, ক্লোরাইড এবং ফসফরাস ইত্যাদি।

৩. জৈবিক উপাদান:জৈবিক মান বলতে জলাশয়ে জীবন্ত প্রাণীর উপস্থিতি ও কার্যকলাপ বোঝায়, যেমন: প্ল্যাঙ্কটন, বেন্থস এবং অণুজীব। এই প্রাণীরা জলাশ্যের পরিবেশগত ভারসাম্য ও উৎপাদনক্ষমতার মূল সূচক। একটি স্বাস্থ্যকর পুকুরে পর্যাপ্ত পরিমাণে ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন ও জুপ্ল্যাঙ্কটন থাকা উচিত, যা মাছের প্রধান খাদ্য। তবে অতিরিক্ত শৈবাল বৃদ্ধি বা ক্ষতিকারক অণুজীব জলগুণের ভারসাম্য নষ্ট করতে পারে এবং মাছের স্বাস্থ্যের ওপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলতে পারে।

জলগুণ পর্যবেক্ষণের গুরুত্ব:

মাছ পরিবেশগত পরিবর্তনের প্রতি অত্যন্ত সংবেদনশীল। দ্রবীভূত অক্সিজেন, pH, তাপমাত্রা বা অ্যামোনিয়ার মতো উপাদানে সামান্য পরিবর্তনও মাছের ওপর চাপ সৃষ্টি করতে পারে, যা তাদের বৃদ্ধি ধীর করতে পারে বা রোগ ও মৃত্যুর কারণ হতে পারে।

নিয়মিত জলগুণ পর্যবেক্ষণ মৎস্যচাষীদের সাহায্য করে:

1. সমস্যা আগে থেকেই শনাক্ত করা: ক্ষতিকর পরিবর্তনগুলো মাছের ক্ষতি হওয়ার আগেই চিহ্নিত করা যায়।

2. উত্তম বৃদ্ধির পরিবেশ বজায় রাখা: সঠিক জলমান মাছের বিপাক ও খাদ্য গ্রহণকে সহায়তা করে।

3. রোগের প্রাদুর্ভাব রোধ করা: খারাপ জলগুণ রোগজীবাণু এবং ক্ষতিকারক শৈবালের বৃদ্ধি বাড়াতে পারে।

4. পুকুরের উৎপাদন ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণ করা: ভারসাম্যপূর্ণ জলমান প্ল্যাঙ্কটন ও প্রাকৃতিক খাদ্য সরবরাহকে উন্নত করে, যা মাছের বেঁচে থাকা এবং বৃদ্ধি বাড়ায়।

5. সময়মতো সংশোধনমূলক ব্যবস্থা নেওয়া: প্রয়োজনে বায়ুচলাচল, জল পরিবর্তন বা রাসায়নিক সমন্বয় করা যায়।

6. সারসংক্ষেপে, নিয়মিত ও পদ্ধতিগত জলগুণ পর্যবেক্ষণ একটি স্থিতিশীল এবং উৎপাদনশীল পুকুর পরিবেশ নিশ্চিত করে, ক্ষতি কমায় এবং টেকসই মৎস্যচাষকে সমর্থন করে।

****

অধ্যায় ৭ .মৎস্যচাষের জন্য উপযুক্ত জলগুণের মাত্রা

সুবম দেবরায়
ICAR–কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র (CIARI), নর্থ ও মিডল আন্দামান, নিমবুদেরা, আন্দামান ও নিকোবার দ্বীপপুঞ্জ– ৭৪৪২০১, ভারত

সঠিক জলমান বজায় রাখা চাষকৃত মাছের স্বাস্থ্য, বৃদ্ধি এবং উৎপাদনশীলতার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। জলমানের উপাদানগুলো মূলত ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক হিসাবে ভাগ করা যায়, এবং প্রতিটি উপাদানকে অনুকূল সীমার মধ্যে রাখা আবশ্যক, যাতে পুকুরের ইকোসিস্টেম সুস্থ ও সুষম থাকে।

ক্র. নং	প্যারামিটার	গ্রহণযোগ্য সীমা	ইচ্ছাকৃত সীমা	চাপের সীমা
১	তাপমাত্রা (°C)	15-35	20-30	<12, >35
২	ঘোলাভাব (cm)	30-80	30-80	<12, >80
৩	জলরঙ	ফ্যাকাশে থেকে হালকা সবুজ	হালকা সবুজ থেকে হালকা বাদামী	স্বচ্ছ, সবুজ বা বাদামী রঙের জল
৪	দ্রবীভূত অক্সিজেন (mg L^{-1})	3-5	5	<5, >8
৫	BOD (mg L^{-1})	3-6	1-2	>10
৬	CO_2 (mg L^{-1})	0-10	<5, 5-8	>12
৭	pH	7-9.5	6.5-9	<4, >11
৮	ক্ষারত্ব (mg L^{-1})	50-200	25-100	<20, >300
৯	কঠোরতা (mg L^{-1})	>20	75-150	<20, >300
১০	ক্যালসিয়াম (mg L^{-1})	4-160	25-100	<10, >250
১১	অ্যামোনিয়া (mg L^{-1})	0-0.05	0- <0.025	>0.3
১২	নাইট্রাইট (mg L^{-1})	0.02-2	<0.02	>0.2
১৩	নাইট্রেট (mg L^{-1})	0-100	0.1-4.5	>100, <0.01
১৪	ফসফরাস (mg L^{-1})	0.03-2	0.01-3	>3
১৫	H_2S (mg L^{-1})	0-0.02	0.002	যেকোনো সনাক্তযোগ্য মাত্রা
১৬	প্রাথমিক উৎপাদনশীলতা (C L^{-1} D^{-1})	1-15	1.6-9.14	<1.6, >20.3
১৭	প্ল্যাঙ্কটন (No. L^{-1})	2000-6000	3000-4500	<3000, >7000

****

অধ্যায় ৮. জলগুণমাত্রার পর্যবেক্ষণ ও মূল্যায়ন

সুবম দেবরায়
ICAR–কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র (CIARI), নর্থ ও মিডল আন্দামান, নিমবুদেরা, আন্দামান ও নিকোবার দ্বীপপুঞ্জ– ৭৪৪২০১, ভারত

জলগুণমাত্রার সঠিক পর্যবেক্ষণ ও মূল্যায়ন একটি সুস্থ ও ফলপ্রসূ মৎস্যচাষ পুকুর বজায় রাখার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।পুকুরের জলের গুণমান সরাসরি মাছের বৃদ্ধি, বেঁচে থাকা এবং সামগ্রিক উৎপাদনশীলতার ওপর প্রভাব ফেলে। নিয়মিত ও পদ্ধতিগতভাবে জলগুণমাত্রা পর্যবেক্ষণ করলে কৃষকরা সময়মতো সমস্যাগুলি শনাক্ত করতে পারেন, প্রয়োজনীয় সংশোধনমূলক পদক্ষেপ নিতে পারেন এবং পুকুরের পরিবেশকে মাছের বৃদ্ধি ও স্বাস্থ্যের জন্য উপযোগী রাখতে পারেন।

পর্যবেক্ষণের উদ্দেশ্য

জলগুণ পর্যবেক্ষণের প্রধান উদ্দেশ্যগুলো হলো:

• **পুকুরের স্বাস্থ্যের মূল্যায়ন:** পুকুরের ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক অবস্থা মাছের উৎপাদনের জন্য উপযুক্ত কি না তা নির্ধারণ করা।

• **পরিবর্তন শনাক্তকরণ:** জলগুণমাত্রায় ক্ষতিকর ওঠানামা আগে থেকেই চিহ্নিত করা, যাতে মাছের উপর চাপ বা মৃত্যুহার এড়ানো যায়।

• **ব্যবস্থাপনা নির্দেশনা:** খাদ্য প্রদান, সার প্রয়োগ, বায়ুচলাচল এবং জল পরিবর্তনের মতো কার্যক্রমের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য সরবরাহ করা।

• **দীর্ঘমেয়াদি উৎপাদন নিশ্চিতকরণ:** এমন একটি ভারসাম্যপূর্ণ পরিবেশ বজায় রাখা, যা প্রাকৃতিক খাদ্য উৎপাদন ও পুকুরের দীর্ঘমেয়াদি উৎপাদনশীলতাকে সমর্থন করে।

পর্যবেক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ মানদণ্ড

জলগুণ পর্যবেক্ষণে ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক সকল প্রয়োজনীয় মানদণ্ড অন্তর্ভুক্ত করা উচিত, না হলে ভবিষ্যতে সমস্যার সৃষ্টি হতে পারে।

ভৌত মানদণ্ড ও তাদের ব্যবস্থাপনা:

1. **গভীরতা:** পুকুরের গভীরতা জলের ভৌত ও রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের ওপর গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। এটি তাপমাত্রার বণ্টন, জলের সঞ্চালন এবং ফটোসিনথেটিক কার্যক্রমের মাত্রা নির্ধারণ করে। অগভীর পুকুরে সূর্যালোক পুকুরের তল পর্যন্ত পৌঁছাতে পারে, যা জলকে গরম করে এবং উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি করে। তবে, এক মিটারের কম গভীরতার পুকুর গ্রীষ্মকালে অতিরিক্ত উত্তপ্ত হয়ে উঠতে পারে, যা মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর বেঁচে থাকা প্রভাবিত করতে পারে। জীববৈচিত্র্য ও উৎপাদনশীলতার জন্য সাধারণত প্রায় দুই মিটার গভীরতার পুকুরই আদর্শ ধরা হয়।

2. **তাপমাত্রা:** জলের তাপমাত্রা মূলত জলবায়ু, সূর্যালোক এবং পুকুরের গভীরতার ওপর নির্ভর করে। ঋতুভিত্তিক এবং দৈনিক ওঠানামা পুকুরের উৎপাদনশীলতায় বড় প্রভাব ফেলে; সাধারণত সকালবেলায় তাপমাত্রা সর্বনিম্ন এবং বিকেলে সর্বাধিক থাকে।

গ্রীষ্মমন্ডলীয় পুকুরে তুলনামূলকভাবে বেশি মাছ উৎপাদন হয়, কারণ তাপের প্রাপ্যতা বেশি। তাপমাত্রা মাছের শারীরবৃত্তীয় কার্যক্রম, প্রজনন এবং জলে ও মাটিতে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার ওপর গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে, যেমন দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা যা তাপমাত্রা বাড়লে কমে যায়। মাছের তাপমাত্রা সহনশীলতা বিভিন্ন ধরনের হয়; ভারতীয় প্রধান কার্পজাতীয় মাছ ইউরিথার্মাল, যা বিস্তৃত তাপমাত্রার পরিসরে বেঁচে থাকতে সক্ষম।

সমাধান/সংশোধন: গ্রীষ্মকালে পুকুরে তাপমাত্রার স্তরায়ন কমাতে নিয়মিত জল পরিবর্তন করা উচিত এবং ছায়া তৈরি করা যেতে পারে, যেমন গাছ লাগানো বা কৃত্রিম আচ্ছাদনের মাধ্যমে। একই সঙ্গে যান্ত্রিক বাতাসপ্রয়োগ (এরেশন) করে জলে পর্যাপ্ত অক্সিজেন সরবরাহ নিশ্চিত করা যায়।

3. **ঘোলাভাব (Turbidity):** জলে ঘোলাভাব সাধারণত সিল্ট, মাটি বা অন্যান্য সাসপেন্ডেড অজৈব কণিকা এবং প্ল্যাঙ্কটনিক জীবদেহের কারণে ঘটে। এর মাত্রা পুকুরের তলার ধরন এবং সিস্টেমে প্রবেশ করা সেডিমেন্টের ওপর নির্ভর করে। যদি পুকুরের তলায় কাদা বা দোআঁশের মতো দানা বেশি থাকে, তবে পুকুরের জল ঘোলা হয়ে যায়, যা আলো প্রবেশে বাধা দেয়, ফটোসিনথেটিক কার্যক্রম কমিয়ে দেয় এবং ফলস্বরূপ পুকুরের সামগ্রিক জীববৈচিত্র্য ও উৎপাদনশীলতাকে সীমিত করে। অতএব, পুকুরের কার্যকারিতা বজায় রাখতে ঘোলাভাব নিয়ন্ত্রণ করা অত্যন্ত জরুরি।

সমাধান/সংশোধন: পুকুরের ঘোলাভাব কমাতে তাজা জল যোগ করা যেতে পারে। এছাড়া, চুন (CaO) বা অ্যালাম ২০ মিগ্রা/লি হারে প্রয়োগ করা যেতে পারে, অথবা ১,০০০ ঘনমিটারের জলের জন্য ২০০ কেজি জিপসাম পুরো পুকুরে ছড়িয়ে দেওয়া যেতে পারে।

4. **আলো:** আলো পুকুরের উৎপাদনশীলতার জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ ভৌত উপাদান। এটি ফটোসিনথেসিস এবং সামগ্রিক জীববৈচিত্র্যকে প্রভাবিত করে। আলো প্রবেশের মাত্রা মূলত ঘোলাভাবের ওপর নির্ভর করে, যা সাসপেন্ডেড কাদা, মাটির কণিকা এবং প্ল্যাঙ্কটনীয় জীবের ঘনত্ব ও বণ্টনের সঙ্গে সম্পর্কিত। পুকুরের উৎপাদনশীলতা সঠিকভাবে মূল্যায়ন ও পরিচালনার জন্য আলো প্রবেশের সঠিক পরিমাপ অত্যন্ত জরুরি।

রাসায়নিক মানদণ্ড ও তাদের ব্যবস্থাপনা:

5. **pH:** pH হলো জলে হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ঘনত্বের ঋণাত্মক লগারিদম, যা জলের অম্লতা বা ক্ষারত্ব নির্ধারণ করে।প্রাকৃতিক জলাশয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড, যা একটি অম্লীয় গ্যাস, pH-এর ওপর গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে। মাছের স্বাভাবিক রক্তের pH প্রায় 7.4, তবে 7.0 থেকে 8.5 পর্যন্ত সীমাকে মাছের বৃদ্ধি ও প্রজননের জন্য আদর্শ ধরা হয়। pH 4.0–6.5 বা 9.0–11.0 হলে মাছের ওপর চাপ সৃষ্টি হয়, এবং pH 4.0 এর নিচে বা 11.0 এর উপরে গেলে মৃত্যুহারের সম্ভাবনা বেড়ে যায়।

সমাধান/সংশোধন: পুকুরের উচ্চ pH কমাতে জিপসাম ($CaSO_4$) বা গোবর, মুরগির পায়খানা-এর মতো জৈব পদার্থ ব্যবহার করা যেতে পারে। অন্যদিকে, যদি পুকুরের pH খুব কম থাকে, তবে তা বাড়াতে কুইকলাইম (CaO) প্রয়োগ করা যেতে পারে।

6. **দ্রবীভূত অক্সিজেন (DO):** জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন হলো সেই অক্সিজেনের পরিমাণ যা জলজ প্রাণীদের জন্য ব্যবহারযোগ্য। এটি মাছের বেঁচে থাকা, বৃদ্ধি এবং শারীরবৃত্তীয় কার্যক্রমের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। মাছ তাদের গিলসের মাধ্যমে জলে থেকে অক্সিজেন গ্রহণ করে, এবং অক্সিজেনের অভাব হলে মাছের ওপর চাপ সৃষ্টি হয়, খাবারের গ্রহণ কমে যায়, বৃদ্ধি ধীর হয়ে যায় এবং কখনও কখনও মৃত্যুর ঝুঁকিও বাড়ে। প্রায় সকল মিঠা জলের মাছের জন্য আদর্শ DO মান ৫–৯ মিগ্রা/লি, যা স্বাস্থ্যকর বৃদ্ধি এবং শারীরবৃত্তীয় কার্যক্রমকে সমর্থন করে। DO স্তর ৩ মিগ্রা/লি এর নিচে নামলে মাছ চাপ অনুভব করতে শুরু করে এবং তাদের স্বাভাবিক শারীরবৃত্তীয় কার্যক্রম প্রভাবিত হয়। ক্রিটিক্যালভাবে কম স্তরে, অর্থাৎ ১–২ মিগ্রা/লি এর নিচে, ব্যাপক মাছের মৃত্যুর ঝুঁকি বেড়ে যায়। তাই একে যথাযথ মাত্রায় বজায় রাখা অতি জরুরি। জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের মাত্রা বিভিন্ন কারণের ওপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে; ঠাণ্ডা জল গরম জলের তুলনায় বেশি অক্সিজেন ধারণ করতে পারে। জলজ উদ্ভিদ ও শৈবালের ফটোসিনথেটিক কার্যক্রমও অক্সিজেনের মাত্রা বাড়ায়, বিশেষ করে দিনের বেলায়। বিপরীতে, মাছ এবং মাইক্রোঅর্গানিজমের শ্বাস-প্রশ্বাস এবং জৈব পদার্থের পচন অক্সিজেন ব্যবহার করে এবং এর ঘনত্ব কমাতে পারে। জলের চলাচল, যেমন স্রোত, জলপ্রপাত বা যান্ত্রিক এরেশন, জলে এবং বাতাসের মধ্যে গ্যাসের বিনিময় বাড়িয়ে অক্সিজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি করতে সাহায্য করে।

সমাধান/সংশোধন: মৎস্যচাষ পুকুরে জলগুণ সর্বোত্তম রাখতে সার এবং জৈব সারের ব্যবহার সীমিত করা উচিত, যাতে অক্সিজেনের ঘাটতি এড়ানো যায়। জলজ উদ্ভিদ নিয়ন্ত্রণ করা উচিত এবং ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটনের বৃদ্ধি সামঞ্জস্য রাখতে হবে, যাতে দ্রবীভূত অক্সিজেন (DO) এর ভারসাম্য বজায় থাকে। পুকুরের জল পুনঃব্যবহার এবং এরেটর ব্যবহার করে জলের সঞ্চালন ও অক্সিজেন সরবরাহ বৃদ্ধি করা যায়, আর হাত বা যান্ত্রিকভাবে জল নাড়িয়ে আরও সমানভাবে অক্সিজেন বিতরণ নিশ্চিত করা যায়। মাছ অতিরিক্ত সংখ্যা রাখলে চাপ বাড়ে এবং জলবায়ুর স্বাস্থ্য ক্ষতিগ্রস্ত হয়, তাই অতিরিক্ত মাছের ঘনত্ব এড়ানো উচিত। এছাড়া, যদি DO স্তর খুব বেশি হয়ে যায়, তবে ধীরে ধীরে উষ্ণ জল পাইপের মাধ্যমে প্রবেশ করিয়ে পুকুরের পরিবেশ স্থিতিশীল রাখা যায়।

• **কার্বন ডাইঅক্সাইড:** জলজ পরিবেশে কার্বনের প্রধান উৎস হলো মুক্ত কার্বন ডাইঅক্সাইড, যা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। এটি প্রধানত প্রাণীর শ্বাসক্রিয়ার মাধ্যমে উৎপন্ন হয় এবং জলে বাইকার্বনেট বা কার্বনেট আকারে থাকতে পারে, যা প্রাকৃতিক উৎস যেমন পৃথিবীর ক্রাস্ট, চুনাপাথর এবং প্রবাল প্রাচীর থেকে আসে। যখন কার্বন ডাইঅক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয়, তখন এটি কার্বনিক অ্যাসিড গঠন করে, যা জলের pH কমিয়ে দেয়, বিশেষত সেই জলে যার বাফার ক্ষমতা কম। pH-এর এই হ্রাস জলজ জীবের জন্য ক্ষতিকর হতে পারে, তাদের বৃদ্ধি, প্রজনন এবং সামগ্রিক স্বাস্থ্যে প্রভাব ফেলতে পারে।

সমাধান/সংশোধন: পুকুরের অতিরিক্ত দ্রবীভূত গ্যাস মুক্ত করতে যথাযথ এরেশন কার্যকর একটি পদ্ধতি। এটি মাছের উপর গ্যাসজনিত চাপ কমাতে সাহায্য করে এবং একটি সুস্থ জলজ পরিবেশ বজায় রাখে। pH স্থিতিশীল করতে এবং পুকুরের সামগ্রিক

অবস্থা উন্নত করতে রাসায়নিক যোগাদান যেমন চুন ($CaCO_3$) বা সোডিয়াম বাইকার্বনেট ($NaHCO_3$) ব্যবহার করা যেতে পারে, যা মাছের বৃদ্ধির জন্য উপযুক্ত পরিবেশ নিশ্চিত করে।

• **লবণাক্ততা:** লবণাক্ততা মৎস্যচাষে একটি গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক মানদণ্ড, কারণ এটি জলজ জীবের স্বাস্থ্য, বৃদ্ধি এবং বেঁচে থাকার ক্ষমতার ওপর সরাসরি প্রভাব ফেলে। বিভিন্ন প্রজাতির মাছ লবণাক্ততার প্রতি ভিন্ন সহনশীলতা প্রদর্শন করে, তাই প্রতিটি প্রজাতির জন্য উপযুক্ত লবণাক্ততা বজায় রাখা অপরিহার্য। উদাহরণস্বরূপ, তিলাপিয়া, কাতফিশ এবং কার্পের মতো মিঠা জলের মাছ খুব কম লবণাক্ততার (সাধারণত 0.5 ppt-এর কম) জলে ভালো বৃদ্ধি পায়। এ ধরনের পরিবেশ হলো নদী, হ্রদ, পুকুর, জলাধার এবং অন্যান্য অভ্যন্তরীণ জলাশয়। অন্যদিকে, মিশ্র লবণাক্ত জলে মাঝারি লবণাক্ততা থাকে, যা 0.5 থেকে 30 ppt এর মধ্যে হয়। এই ধরনের অঞ্চল, যেমন নদীর মুখ, ম্যানগ্রোভ বন এবং জোয়ারের এলাকা, মিঠা জল ও সমুদ্রজলের সুন্দর সংমিশ্রণপূর্ণ পরিবেশ তৈরি করে, যা চিংড়ি, মিল্কফিশ এবং অন্যান্য ম্যানগ্রোভ-সংলগ্ন জলজ প্রাণীর জন্য অত্যন্ত উপযোগী। সমুদ্র ও মহাসাগরের মতো খোলা জলাশয়ে লবণাক্ততা সাধারণত অনেক বেশি, প্রায় 35 ppt। এই পরিবেশে সি বাস, গ্রুপার এবং সমুদ্রজ উদ্ভিদসহ বিভিন্ন সামুদ্রিক প্রজাতি বাস করে, যারা লবণাক্ত পরিবেশে অভিযোজিত। এই অঞ্চলে মাছ চাষ, শেলফিশ উৎপাদন এবং লবণ উৎপাদনের জন্য ব্যবহৃত হয়। উপযুক্ত লবণাক্ততা বজায় রাখা জলজ জীবের ওসমোরেগুলেশনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যা তাদের বিপাক, রোগপ্রতিরোধ ক্ষমতা এবং সামগ্রিক সুস্থতার ওপর প্রভাব ফেলে। হঠাৎ বা চরম লবণাক্ততার পরিবর্তন, যা সাধারণত বাষ্পীভবন, বৃষ্টিপাত বা অযথাযথ জল পরিবর্তনের কারণে ঘটে, জলজ জীবের ওপর চাপ সৃষ্টি করে এবং বৃদ্ধি হ্রাস বা মৃত্যুর ঝুঁকি বাড়ায়।

সমাধান/সংশোধন: পুকুরের লবণাক্ততা প্রয়োজন অনুযায়ী বাড়ানো বা কমানো যায়, যেমন প্রজাতি অনুযায়ী তাজা জল যোগ করে পানি পাতলা করা। এছাড়াও, এরেশন ব্যবহার করা জরুরি, যাতে লবণাক্ততা জলের স্তরজুড়ে সমানভাবে বিতরণ হয়, পুকুরে ভারসাম্যপূর্ণ পরিবেশ বজায় থাকে এবং মাছের ওপর চাপ কমানো যায়।

7. **ক্ষারত্ব:** ক্ষারত্ব হলো জলের pH পরিবর্তনের প্রতিরোধ ক্ষমতার পরিমাপ, যা প্রাকৃতিকভাবে একটি বাফারের মতো কাজ করে এবং জলের অবস্থাকে স্থিতিশীল রাখে। এটি প্রধানত দ্রবীভূত পদার্থ যেমন কার্বনেট, বাইকার্বনেট, হাইড্রোক্সাইড, ফসফেট, বোরেট, ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা গঠিত। মৎস্যচাষে উপযুক্ত ক্ষারত্ব মাছের স্বাস্থ্য রক্ষায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি হঠাৎ pH ওঠানামা প্রতিরোধ করে, যা জলজ জীবের ওপর চাপ সৃষ্টি করতে পারে বা ক্ষতি করতে পারে। মাছ চাষের জন্য আদর্শ ক্ষারত্ব ৫০–৩০০ মিগ্রা/লি। ক্ষারত্ব প্রাকৃতিকভাবে বাড়তে পারে, যেমন কংক্রিট পুকুর বা পাথর থেকে চুন লিউচিং, উদ্ভিদের ফটোসিনথেসিস এবং ডিনাইট্রিফিকেশন ও সালফেট রিডাকশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে। এটি হ্রাস পেতে পারে শ্বাসপ্রশ্বাস, নাইট্রিফিকেশন এবং সালফাইড অক্সিডেশনের কারণে। বাষ্পীভবন এবং জৈব পদার্থের পচনও ক্ষারত্বে সামান্য বৃদ্ধি ঘটাতে পারে।ক্ষারত্বের নিয়মিত পর্যবেক্ষণ এবং যথাযথ

ব্যবস্থাপনা জলগুণ বজায় রাখতে সাহায্য করে, যা একটি সুস্থ এবং উৎপাদনশীল মৎস্যচাষ ব্যবস্থার জন্য অপরিহার্য।

সমাধান/সংশোধন: ক্ষারত্ব বাড়ানোর জন্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট, কংক্রিট ব্লক, অয়স্টার শেল, চুনাপাথর বা ডিমের খোসা ব্যবহার করা যেতে পারে, যা মাটির pH এবং বাফার ক্ষমতার ওপর নির্ভর করে।

8. **কঠোরতা :** কঠোরতা হলো জলগুণের একটি গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য, যা বিশেষ করে মৎস্যচাষ এবং মিঠা জলের সিস্টেমের জন্য অত্যন্ত প্রয়োজনীয়।এটি জলে উপস্থিত দ্বিমূলক ধাতু আয়নের ঘনত্ব নির্দেশ করে, প্রধানত ক্যালসিয়াম (Ca^{2+}) এবং ম্যাগনেসিয়াম (Mg^{2+})। এই খনিজ পদার্থগুলো প্রাকৃতিকভাবে পাথর ও মাটিতে বিদ্যমান থাকে এবং জলের মাধ্যমে পরিবেশে দ্রবীভূত হয়। ঘনত্বের ওপর ভিত্তি করে জলকে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়: নরম: 0–75 mg/L,মাঝারি কঠোর: 75–150 mg/L, কঠোর: 150–300 mg/L এবং অত্যন্ত কঠোর: >300 mg/L। মৎস্যচাষের জন্য আদর্শ কঠোরতার পরিসর হলো 75–250 mg/L। ক্যালসিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম মাছের শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যেমন হাড়ের গঠন, এনজাইম কার্যক্রম এবং ওসমোরেগুলেশন। যথাযথ কঠোরতা চিংড়ির মতো ক্রাস্টেসিয়ান প্রাণীর স্বাস্থ্য বজায় রাখতে সাহায্য করে, যাদের খোলস গঠনের জন্য ক্যালসিয়ামের প্রয়োজন হয়।

সমাধান/সংশোধন: পুকুরের জলের কঠোরতা বাড়ানোর জন্য কুইকলাইম, এলাম বা উভয়ের সংমিশ্রণ ব্যবহার করা যায়। অন্যদিকে, জিওলাইট যোগ করলে পুকুরের জলের কঠোরতা কমানো সম্ভব।

9. **অ্যামোনিয়া**: অ্যামোনিয়া মৎস্যচাষ এবং জলজ পরিবেশের একটি গুরুত্বপূর্ণ জলগুণ সূচক, যা সরাসরি জলজ জীবের স্বাস্থ্যের উপর প্রভাব ফেলে। এটি প্রধানত মাছের প্রস্রাব, অব্যবহৃত খাবারের পচন এবং জৈব পদার্থের বিভাজনের মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। জলে অ্যামোনিয়া দুটি রূপে উপস্থিত থাকে—অ-আয়নিত অ্যামোনিয়া (NH_3), যা মাছের জন্য অত্যন্ত বিষাক্ত, এবং আয়নিত অ্যামোনিয়া (NH_4^+), যা তুলনামূলকভাবে কম ক্ষতিকর। এই দুটি রূপের মোট পরিমাণকে মোট অ্যামোনিয়া নাইট্রোজেন (Total Ammonia Nitrogen - TAN) বলা হয়। পিএইচ (pH) ও তাপমাত্রা বাড়লে অ-আয়নিত অ্যামোনিয়ার পরিমাণও বৃদ্ধি পায়, ফলে জল মাছের জন্য আরও বিপজ্জনক হয়ে ওঠে। স্বাস্থ্যকর মৎস্যচাষের জন্য জলে অ-আয়নিত অ্যামোনিয়ার ঘনত্ব 0.02 mg/L-এর নিচে রাখা প্রয়োজন, যাতে গিলের ক্ষতি, বৃদ্ধি ব্যাহত হওয়া, রোগপ্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস এবং মৃত্যুর মতো ক্ষতিকর প্রভাব প্রতিরোধ করা যায়। সাধারণত অপর্যাপ্ত জলবিনিময়, অতিরিক্ত খাদ্য সরবরাহ বা অতিরিক্ত মজুতের কারণে অ্যামোনিয়ার মাত্রা বেড়ে যায়।

সমাধান/সংশোধন: হাইড্রেটেড চুন (hydrated lime) বা দগ্ধ চুন (quicklime) প্রয়োগের মাধ্যমে জলে অ্যামোনিয়ার মাত্রা কিছুটা কমানো যায়, তবে এই পদ্ধতি শুধুমাত্র কম ক্ষারত্বযুক্ত পুকুরে কার্যকর। এছাড়াও, ফরম্যালডিহাইড (Formaldehyde) ও জিওলাইট (zeolite) ব্যবহার করে রাসায়নিকভাবে অ্যামোনিয়াকে আবদ্ধ করা সম্ভব। উদাহরণস্বরূপ, প্রতি ১০০ গ্যালন জলে ৫০ মিলিলিটার ওষুধ প্রয়োগে প্রায় ১ পিপিএম

(ppm) পর্যন্ত অ্যামোনিয়া আবদ্ধ করা যায়। তবে প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা সঠিকভাবে মেনে চলা অত্যন্ত জরুরি। পাশাপাশি, নিয়মিত জল পরিবর্তন করলে জলগুণ ভালো থাকে এবং ক্ষতিকর পদার্থের জমাট বাধা প্রতিরোধ করা যায়।

10. **নাইট্রাইট**: নাইট্রাইট একটি মধ্যবর্তী যৌগ, যা জলজ পরিবেশে নাইট্রোজেন চক্রের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে গঠিত হয়। অটোট্রফিক ব্যাকটেরিয়া *নাইট্রোসোমোনাস* অ্যামোনিয়াকে অক্সিজেনের সাথে মিশিয়ে নাইট্রাইটে রূপান্তরিত করে, যা অ্যারোবিক নাইট্রিফিকেশন প্রক্রিয়ার একটি অপরিহার্য অংশ। নাইট্রাইটকে প্রায়ই মাছের "অদৃশ্য ঘাতক" বলা হয়, কারণ এটি মাছের রক্তে অক্সিজেন পরিবহনে বাধা সৃষ্টি করে। এটি হিমোগ্লোবিনকে মেটহিমোগ্লোবিনে অক্সিডাইজ করে, ফলে রক্ত ও গিল বাদামি রঙ ধারণ করে এবং শ্বাসক্রিয়ায় ব্যাঘাত ঘটে। এছাড়া, নাইট্রাইটের সংস্পর্শে মাছের স্নায়ুতন্ত্র, যকৃত, প্লীহা ও বৃক্কের মতো গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গ ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। যেকোনো জলজ পরিবেশে নাইট্রাইটের আদর্শ ঘনত্ব প্রায় শূন্য হওয়া উচিত। সাধারণভাবে, ০ থেকে ১ mg/L নাইট্রাইট মাত্রা উপযুক্ত বলে ধরা হয়, এবং ৪ mg/L-এর নিচে মাত্রা গ্রহণযোগ্য বিবেচিত হয়।

সমাধান/সংশোধন: সঠিক ব্যবস্থাপনা, রাসায়নিক এবং জীববৈজ্ঞানিক পদ্ধতি অনুসরণ করে জলে নাইট্রাইটের মাত্রা কার্যকরভাবে কমানো যায়। প্রথমে সুষ্ঠু পুকুর ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করা জরুরি—অতিরিক্ত মাছ মজুত না করা, সঠিকভাবে খাদ্য সরবরাহ করা, কার্যকর জৈব ফিল্টার ব্যবহার, পর্যাপ্ত বায়ুচলাচল বজায় রাখা এবং প্রয়োজনে সাময়িকভাবে খাদ্য প্রদান বন্ধ রাখা উচিত।রাসায়নিক পদ্ধতির মধ্যে অল্প পরিমাণে ক্লোরাইডযুক্ত লবণ প্রয়োগ ও নিয়মিত জল পরিবর্তন অন্তর্ভুক্ত, যা নাইট্রাইটের ঘনত্ব হ্রাস করে এবং মাছকে সুরক্ষা দেয়।জীববৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে বায়োফার্টিলাইজার ব্যবহার করে নাইট্রিফিকেশন প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত করা যায়, ফলে নাইট্রাইট কম ক্ষতিকর নাইট্রেটে রূপান্তরিত হয়।এই সমস্ত পদ্ধতি একত্রে প্রয়োগ করলে জলজ প্রাণীর জন্য একটি নিরাপদ, ভারসাম্যপূর্ণ ও স্বাস্থ্যকর পরিবেশ বজায় রাখা সম্ভব।

11. **নাইট্রেট (Nitrate):** নাইট্রেট হলো জলজ পরিবেশে নাইট্রোজেনের সবচেয়ে স্থিতিশীল রূপ। এটি মূলত নাইট্রাইটের অক্সিডেশন এবং অবশিষ্ট খাদ্য ও মাছের বর্জ্য থেকে উৎপন্ন হয়।যদিও এটি অ্যামোনিয়া বা নাইট্রাইটের চেয়ে কম বিষাক্ত, অতিরিক্ত নাইট্রেট মাছের বৃদ্ধি হ্রাস করতে পারে এবং জলজ প্রাণীর উপর চাপ সৃষ্টি করে। নাইট্রেট ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন ও জলজ উদ্ভিদের বৃদ্ধিও প্রভাবিত করে। তবে অতিরিক্ত নাইট্রেট ইউট্রোফিকেশন ঘটায়, যা জলে অক্সিজেনের ঘাটতি ও পরিবেশগত ভারসাম্যহীনতা সৃষ্টি করে।সুতরাং, নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করে নাইট্রেটের মাত্রা ৫০ mg/L-এর নিচে রাখা উচিত।

সমাধান/সংশোধন: নিয়মিতভাবে কম নাইট্রেটযুক্ত জল দিয়ে পুকুরের পানি পরিবর্তন করা, আয়ন-এক্সচেঞ্জ রেজিন ব্যবহার করা এবং জলজ উদ্ভিদের পরিমাণ বাড়িয়ে নাইট্রেট শোষণ বৃদ্ধি করা। এছাড়া ডিনাইট্রিফাইং বায়োফিল্টার ব্যবহার করলে নাইট্রেটকে নাইট্রোজেন গ্যাসে রূপান্তরিত করা সম্ভব, যা সিস্টেমে নাইট্রেটের সঞ্চয় কমাতে সাহায্য করে।

12. **ক্লোরাইড:** ক্লোরাইড হলো একটি গুরুত্বপূর্ণ জলগুণ সূচক, যা মাছ ও অন্যান্য জলজ জীবের অসমোটিক ভারসাম্য বজায় রাখতে সাহায্য করে। এটি সাধারণত জলে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং অন্যান্য লবণের আকারে উপস্থিত থাকে। মাঝারি মাত্রার ক্লোরাইড নাইনট্রাইট ও নাইট্রেটের মতো ক্ষতিকর পদার্থের বিষক্রিয়াকে কমাতে পারে।

13. **ফসফরাস:** জলে ফসফরাস প্রধানত ফসফেট আকারে (PO_4^{3-}) উপস্থিত থাকে, যা দ্রবীভূত হতে পারে বা জৈব ও অজৈব কণার সাথে যুক্ত থাকতে পারে। এটি জলজ পরিবেশের জন্য একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ পুষ্টি উপাদান। ফসফরাস জলজ উদ্ভিদ, শৈবাল এবং প্ল্যাঙ্কটনের বৃদ্ধি সহায়ক, ফলে পুকুরের উৎপাদনক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।ফসফরাসের কম মাত্রা থাকলে পুকুরের জৈবিক কার্যক্রম ধীর হয়ে যায়, প্ল্যাঙ্কটনের সংখ্যা কমে এবং জলজ খাদ্যশৃঙ্খলে প্রভাব পড়ে। অপরদিকে পর্যাপ্ত ফসফরাস মাছের খাদ্য শৃঙ্খলকে সমর্থন করে এবং পুকুরের সার্বিক উর্বরতা বজায় রাখে।মৎস্যচাষ ব্যবস্থায় সাধারণত 0.05–0.07 mg/L ফসফেট লেভেলকে আদর্শ ধরা হয়।

সমাধান/সংশোধন:

জলে ক্লোরিন কমানো উচিত, কারণ এটি মাছ এবং অন্যান্য জলজ জীবের জন্য বিষাক্ত। অবশিষ্ট ক্লোরিন দূর করার জন্য পানি ব্যবহার করার আগে কয়েক ঘণ্টা সূর্যালোকে রেখে দিন বা সোডিয়াম থায়োসালফেট ব্যবহার করে ডিক্লোরিনেশন করুন। নিয়মিত ক্লোরিনের মাত্রা পরীক্ষা করা গুরুত্বপূর্ণ, বিশেষ করে প্রক্রিয়াজাত পৌরজল ব্যবহার করলে।

ফসফরাসের মাত্রা নিয়ন্ত্রণে রাখুন যাতে শৈবালের অতিরিক্ত বৃদ্ধি এবং জলগুণ খারাপ না হয়। এর জন্য:বেশি খাবার দেওয়া এড়ান, সুষম পুষ্টিযুক্ত খাবার ব্যবহার করুন এবং জলজ উদ্ভিদ ও পুকুরের তলদেশের ব্যবস্থাপনাও অতিরিক্ত ফসফরাস শোষণে সাহায্য করতে পারে, যা পুকুরের স্বাস্থ্যকর জলজ পরিবেশ বজায় রাখতে সহায়ক।

জৈবিক সূচক :

14. **প্ল্যাঙ্কটন:** প্ল্যাঙ্কটন হলো সেই জলজ জীব যা সক্রিয়ভাবে সাঁতার না কেটে, পানি প্রবাহের সঙ্গে ভেসে চলতে থাকে। এগুলো মূলত দুই প্রকারের:

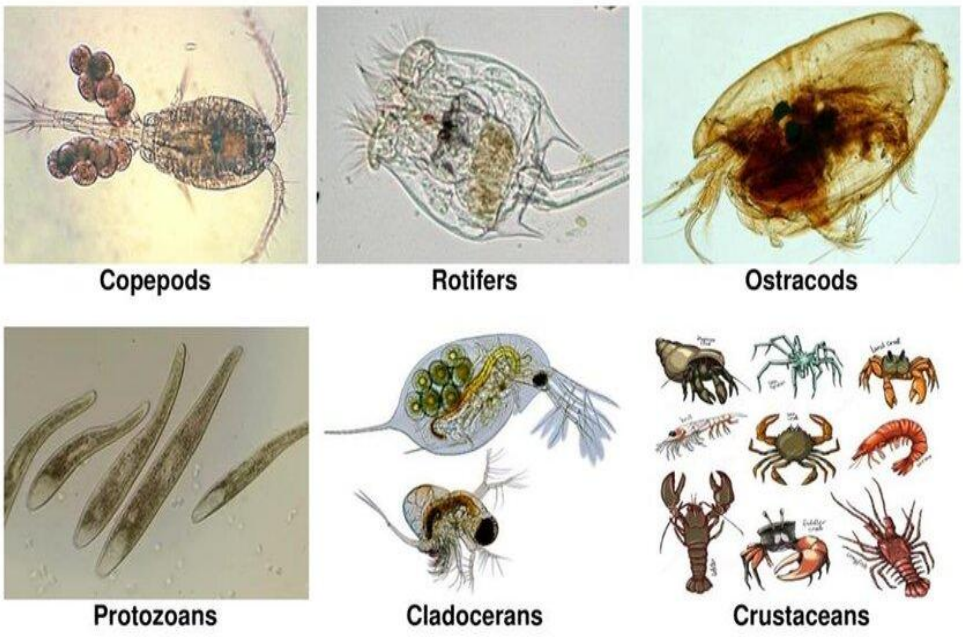
ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন: উদ্ভিদজাত প্ল্যাঙ্কটন, যা সূর্যালোক ব্যবহার করে খাবার উৎপন্ন করে।
জোয়োপ্ল্যাঙ্কটন: প্রাণিজাত প্ল্যাঙ্কটন, যা মাছের জন্য প্রাথমিক খাবার হিসেবে গুরুত্বপূর্ণ।

প্ল্যাঙ্কটনের উপস্থিতি এবং পরিমাণ সরাসরি মাছের উৎপাদনের সাথে সম্পর্কিত, কারণ এগুলো জলজ খাদ্য শৃঙ্খলের ভিত্তি। তবে অতিরিক্ত প্ল্যাঙ্কটন বৃদ্ধি, বিশেষ করে নীল-সবুজ শৈবাল বেশি হলে, পুকুরের উপরিভাগে ঘন শৈবাল স্তর তৈরি করতে পারে। এটি সূর্যালোক বাধা দেয়, অক্সিজেনের মাত্রা কমায় এবং গভীর জলে অক্সিজেনহীন অবস্থার সৃষ্টি করে, যা প্রায়ই মাছের মৃত্যুর কারণ হয়ে থাকে।

15. **প্রাথমিক উৎপাদনক্ষমতা:**

মৎস্যচাষের পুকুরে প্রাথমিক উৎপাদনক্ষমতা হলো সেই হার, যার মাধ্যমে ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন এবং জলজ উদ্ভিদ সূর্যালোক, কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং পুষ্টি উপাদান ব্যবহার করে জৈব পদার্থ বা খাবার উৎপন্ন করে। এটি পুকুরের খাদ্য শৃঙ্খলের ভিত্তি তৈরি করে, যা জোয়োপ্ল্যাঙ্কটন, তলদেশের জীব এবং শেষ পর্যন্ত মাছের খাদ্য সরবরাহ করে।সহজভাবে বলতে গেলে, এটি দেখায় পুকুরে কতটা প্রাকৃতিক খাবার তৈরি হচ্ছে।

সমাধান/সংশোধন:মৎস্যচাষে সুস্থ প্রাথমিক উৎপাদনক্ষমতা বজায় রাখতে প্ল্যাঙ্কটনের পরিমাণ সুষম রাখা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ভারসাম্যহীনতা, যেমন অতিরিক্ত শৈবাল বৃদ্ধি বা কম প্ল্যাঙ্কটন ঘনত্ব দেখা দিলে, তা সংশোধনের জন্য বিভিন্ন ব্যবস্থা গ্রহণ করা যায়।জৈব সার বা অর্গানিক সার ব্যবহার,অতিরিক্ত শৈবাল নিয়ন্ত্রণ এবং নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা। এই পদক্ষেপগুলো অনুসরণ করলে পুকুরের বাস্তুতন্ত্র সুষম ও স্বাস্থ্যকর থাকে, এবং মাছ ও অন্যান্য জলজ জীবের জন্য অনুকূল পরিবেশ তৈরি হয়।



পানিতে প্ল্যাঙ্কটনের ঘনত্ব

জলগুণ মূল্যায়ন পদ্ধতি

সুস্থ জলজ পরিবেশ বজায় রাখতে জলগুণের সঠিক মূল্যায়ন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি মূলত পানি সংগ্রহ, পরীক্ষা, বিশ্লেষণ এবং নথিভুক্তকরণের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়, যা সম্ভাব্য সমস্যার দ্রুত সনাক্তকরণ এবং যথাযথ ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

১. নিয়মিত পানি সংগ্রহ: জলগুণ মূল্যায়নের মূল ভিত্তি হলো নিয়মিত পানি সংগ্রহ। পুকুর, ট্যাংক বা অন্য কোনো জলাশয় থেকে বিভিন্ন স্থানে এবং বিভিন্ন গভীরতা থেকে পানি সংগ্রহ করা উচিত। এটি নিশ্চিত করে যে তথ্যটি পুরো জলাশয়ের সামগ্রিক অবস্থার সঠিক চিত্র প্রদান করছে, শুধুমাত্র একটি নির্দিষ্ট স্থানের উপর নির্ভর নয়।পানি সংগ্রহের সময়কাল চাষকৃত প্রজাতি এবং তাদের বৃদ্ধির স্তরের উপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হতে পারে। তবে তীব্র চাষ ব্যবস্থায় সাপ্তাহিক পরীক্ষা সাধারণত সবচেয়ে কার্যকর বলে ধরা হয়।

২. ফিল্ড টেস্টিং কিট : ফিল্ড টেস্টিং কিটের মাধ্যমে পুকুর বা জলাশয়ের জলগুণ সরাসরি স্থলে দ্রুত পরীক্ষা করা যায়। এর সাহায্যে pH, দ্রবীভূত অক্সিজেন (DO), অ্যামোনিয়া, নাইট্রাইট এবং অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ পরামিতি সহজে মাপা যায়।এই কিটগুলো সমস্যা তৎক্ষণাৎ শনাক্ত করতে সাহায্য করে, যার ফলে দ্রুত ব্যবস্থা নেওয়া যায়, যেমন পানি পরিবর্তন, বায়ুবিন্যাস বা সংশোধনমূলক পদক্ষেপ গ্রহণ। নিয়মিত ব্যবহার করলে জলগুণের ধারা পর্যবেক্ষণ করা সহজ হয় এবং পানি সুষম ও স্বাস্থ্যকর রাখা যায়।

৩. প্রয়োগাগার বিশ্লেষণ : বিস্তারিত ও সঠিক মূল্যায়নের জন্য পানি নমুনা বিশেষায়িত প্রয়োগাগারে পাঠানো যায়। প্রয়োগাগার বিশ্লেষণ রাসায়নিক এবং মাইক্রোবায়োলজিক্যাল সূচকের সঠিক পরিমাপ দেয়, যেমন জলকঠোরতা, ক্ষারত্ব, মোট নাইট্রোজেন, ফসফেট এবং ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়া।এই ফলাফলগুলো পানির মান সম্পর্কে গভীর ধারণা দেয় এবং ক্ষুদ্র পরিবর্তন বা সম্ভাব্য ঝুঁকি চিহ্নিত করতে সাহায্য করে, যা কেবল ফিল্ড টেস্টিং দিয়ে ধরা নাও পড়তে পারে। প্রয়োগাগার পরীক্ষা বিশেষভাবে রোগের প্রাদুর্ভাব নির্ণয় বা মৎস্যচাষ ব্যবস্থায় অজানা কারণে মাছের মৃত্যুর কারণ অনুসন্ধানে কার্যকর।

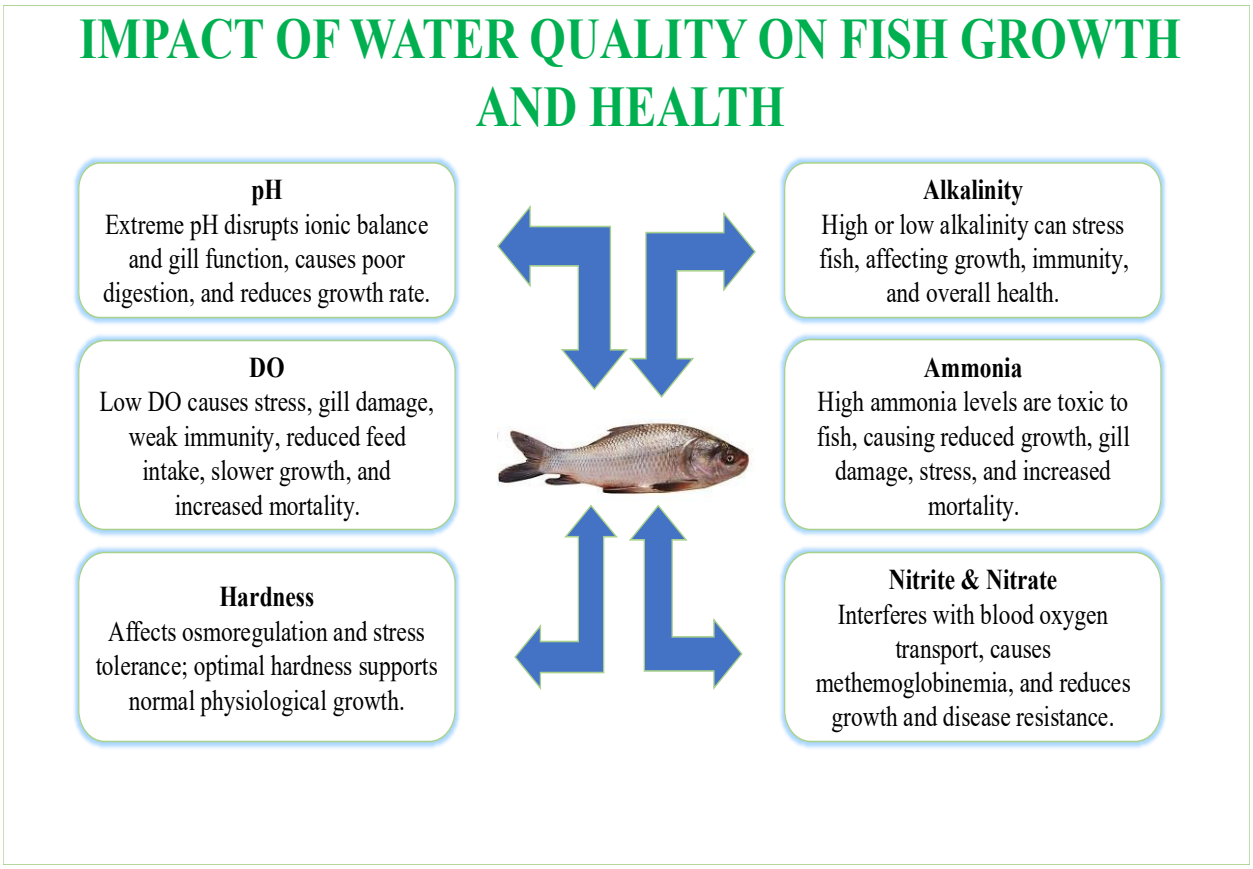
৪. তথ্য নথিভুক্তকরণ ও ধারা বিশ্লেষণ :জলগুণের তথ্য সুশৃঙ্খলভাবে নথিভুক্ত রাখা কার্যকর ব্যবস্থাপনার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ফিল্ড কিট বা প্রয়োগাগার বিশ্লেষণ যেখান থেকে আসুক না কেন, সমস্ত পরিমাপ তারিখ, সময়, স্থান এবং নমুনা সংগ্রহের গভীরতা সহ লিপিবদ্ধ করা উচিত।সময়কালে এই নথি ধারা বিশ্লেষণে সাহায্য করে, যা মৌসুমি পরিবর্তন, পুনরাবৃত্ত সমস্যা বা ব্যবস্থাপনার প্রভাব চিহ্নিত করতে সহায়ক। তথ্য নথিভুক্তকরণ সিদ্ধান্ত গ্রহণকেও সমর্থন করে, যাতে পানি শোধন, বায়ুবিন্যাস বা মাছের সংখ্যা সমন্বয় মতো পদক্ষেপগুলি অনুমান নয়, সঠিক তথ্যের ভিত্তিতে নেওয়া যায়।

****

অধ্যায় ৯: জলগুণের মাছের স্বাস্থ্য ও বৃদ্ধিতে প্রভাব

সুবম দেবরায়
ICAR–কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র (CIARI), নর্থ ও মিডল আন্দামান, নিমবুদেরা, আন্দামান ও নিকোবার দ্বীপপুঞ্জ– ৭৪৪২০১, ভারত

জলগুণ মাছের স্বাস্থ্য, বৃদ্ধি এবং সামগ্রিক উৎপাদনক্ষমতার একটি গুরুত্বপূর্ণ নির্ধারক। অনুকূল জলপরিস্থিতি মাছের শারীরিক কার্যকারিতা ঠিক রাখে, খাবারের সঠিক ব্যবহার নিশ্চিত করে এবং রোগপ্রতিরোধ ক্ষমতা বাড়ায়।অপর্যাপ্ত বা খারাপ জলগুণ মাছের উপর চাপ সৃষ্টি করতে পারে, বৃদ্ধিতে ব্যাঘাত ঘটায় এবং মৃত্যু হার বাড়িয়ে দিতে পারে।



****

অধ্যায় ১০ : সমন্বিত মৎস্যচাষ

সুবম দেবরায়
ICAR–কৃষি বিজ্ঞান কেন্দ্র (CIARI), নর্থ ও মিডল আন্দামান, নিমবুদেরা, আন্দামান ও নিকোবার দ্বীপপুঞ্জ– ৭৪৪২০১, ভারত

ভূমিকা: সমন্বিত মৎস্যচাষ হলো এমন একটি কৃষি-জলজ চাষ পদ্ধতি যেখানে মাছের চাষকে ফসল উৎপাদন এবং/অথবা পশুপালনের সঙ্গে মিলিয়ে পরিচালনা করা হয়। এর মূল লক্ষ্য হলো সম্পদের সর্বাধিক ব্যবহার, পুষ্টি উপাদানের পুনর্ব্যবহার বৃদ্ধি এবং খামারের সামগ্রিক উৎপাদনক্ষমতা উন্নত করা।সমন্বিত চাষপরিবেশগত সংহতীকরণের নীতির ওপর ভিত্তি করে কাজ করে, যেখানে একটি উপাদানের বর্জ্য অন্য উপাদানের পুষ্টি হিসেবে ব্যবহার হয়। এর ফলে বাহ্যিক ইনপুটের প্রয়োজন কমে এবং পরিবেশের ওপর নেতিবাচক প্রভাব হ্রাস পায়।এই পদ্ধতি বিশেষভাবে ছোট ও মাঝারি চাষিদের জন্য উপযোগী, যারা টেকসই এবং লাভজনক উৎপাদন নিশ্চিত করতে চান। এটি শুধু উৎপাদন বাড়ায় না, বরং খামারের সংহত ব্যবস্থাপনাকেও শক্তিশালী করে।

নীতি ও কার্যপ্রণালী : সমন্বিত মৎস্যচাষের মূল নীতি হলো পুষ্টি পুনর্ব্যবহার । পুকুরে মাছের মলমূত্র এবং অব্যবহৃত খাবার নাইট্রোজেন, ফসফরাস এবং জৈব পদার্থে সমৃদ্ধ থাকে, যা ফসলের সার হিসেবে ব্যবহার করা যায় বা প্ল্যাঙ্কটনের মতো প্রাকৃতিক খাবার উৎপাদন বাড়িয়ে পুকুরের উৎপাদন ক্ষমতা বৃদ্ধি করতে পারে।সদৃশভাবে, পশুপালনের গোবর, কৃষি-বর্জ্য এবং ফসলের অবশিষ্টাংশ মাছের অতিরিক্ত খাবার হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই সমন্বিত কার্যপ্রণালী সম্পদের সর্বাধিক ব্যবহার নিশ্চিত করে এবং সমন্বিত চাষ ব্যবস্থার টেকসইতা বাড়ায়।

সাধারণ সমন্বিত মৎস্যচাষের মডেলসমূহ

১. মাছ-ফসল সমন্বয় : পুকুরের পানি, যা পুষ্টিতে সমৃদ্ধ, তা ধান, সবজি এবং চারণযোগ্য ফসলের সেচের জন্য ব্যবহার করা হয়। এই পুষ্টি সমৃদ্ধ পানি রাসায়নিক সার ব্যবহারের প্রয়োজন কমায় এবং একই সঙ্গে মাছ ও ফসলের উৎপাদনক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

২. মাছ-পশু সমন্বয় : মুরগি, শূকর বা গরুর গোবর পুকুরের মাছের জন্য প্রোটিন সমৃদ্ধ খাবার হিসেবে ব্যবহার করা যায়। বিপরীতে, পুকুরের পানি চারণযোগ্য ফসল বা কাছাকাছি ফসলের বৃদ্ধি উন্নত করতে ব্যবহার করা হয়, ফলে একটি বন্ধ পুষ্টি চক্র তৈরি হয়।

৩. হাঁস-মাছ বা পোল্ট্রি-মাছ সমন্বয় : পুকুরে হাঁস বা অন্যান্য জলপাখি ছাড়া হলে তাদের গোবর মাছের জন্য প্রাকৃতিক সার হিসেবে কাজ করে। এছাড়া, হাঁসের খাদ্য অনুসন্ধান প্রক্রিয়া জলজ শাকসবজি ও কীটপতঙ্গ নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে, যা জলগুণ বজায় রাখে এবং মাছের বৃদ্ধি প্রোত্সাহিত করে।

৪. ধান-মাছ সমন্বয়: জলমগ্ন ধানক্ষেত্রে কার্প জাতীয় মাছ চাষের সঙ্গে ধান চাষের সমন্বয় করা যায়। মাছ পোকা, শাকসবজি এবং প্ল্যাঙ্কটন খায়, যার ফলে কীটনাশক ব্যবহারের প্রয়োজন কমে। মাছের বর্জ্য মাটির উর্বরতা বাড়ায়, যা ধান ও মাছ উভয়ের উৎপাদন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

বৈজ্ঞানিক সুবিধাসমূহ:

1. **পুষ্টি পুনর্ব্যবহার দক্ষতা:** মাছের বর্জ্য এবং পশুপালনের গোবর থেকে নিঃসৃত নাইট্রোজেন ও ফসফরাস ফসল বা মাছের খাবারে ব্যবহার করা যায়, যার ফলে পুষ্টি ক্ষয় কমে এবং সম্পদের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিত হয়।
2. **অর্থনৈতিক স্থিতিশীলতা:** মাছ, ফসল এবং পশুপালন পণ্যের একাধিক আয় উৎস থাকায় অর্থনৈতিক ঝুঁকি হ্রাস পায় এবং খামারের লাভজনকতা বৃদ্ধি পায়।
3. **পরিবেশগত টেকসইতা:** রাসায়নিক সার এবং অতিরিক্ত খাবারের ব্যবহার কম হওয়ায় পরিবেশ দূষণ কমে এবং ইউট্রোফিকেশন এর ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণে থাকে।
4. **উৎপাদনক্ষমতা বৃদ্ধি:** সমন্বিত চাষ ব্যবস্থায় বিভিন্ন উপাদানের পরস্পর পরিপূরক ক্রিয়ার মাধ্যমে একই স্থানে সামগ্রিক বায়োমাস উৎপাদন বৃদ্ধি পায়, যা খামারের সামগ্রিক ফলন ও কার্যকারিতা উন্নত করে।

চ্যালেঞ্জ ও বিবেচ্য বিষয়:

1. পানির মান খারাপ হওয়া এবং ইউট্রোফিকেশন এড়াতে পুষ্টি উপাদানের সুষম মাত্রা বজায় রাখা।
2. মাছ ও পশুপালনের মধ্যে রোগ সংক্রমণ পর্যবেক্ষণ করা।
3. সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে স্টকিং ঘনত্ব ও খাবারের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করা।
4. সমন্বয় প্যাটার্ন ডিজাইন ও পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় প্রযুক্তিগত জ্ঞান।

উপসংহার :

সমন্বিত মৎস্যচাষ একটি বৈজ্ঞানিকভাবে গ্রহণযোগ্য, সম্পদ-দক্ষ এবং পরিবেশগতভাবে টেকসই কৃষি পদ্ধতি। পুষ্টি পুনর্ব্যবহার এবং উপাদানসমূহের সমন্বয় ব্যবহার করে এটি উৎপাদনক্ষমতা বাড়ায় এবং বাহ্যিক ইনপুটের ওপর নির্ভরতা কমায়। সঠিকভাবে পরিচালিত হলে IFF গ্রামীণ জীবিকা, খাদ্য নিরাপত্তা এবং পরিবেশগত টেকসইতায় গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখে, যা টেকসই কৃষি উন্নয়নের একটি মূল কৌশল হিসেবে গণ্য হয়।

****

Chapter 11. Glimpses of water Quality Analysis

জলগুণ বিশ্লেষণের ঝলক

Chapter 12. Water Quality Assessment Sheet

Date:		Location / Pond No.:	
Sampling Time:		Weather Condition:	

1. Chemical Parameters

Parameter	Ideal Range	Observed Value	Remarks
Temperature	26–32°C		
Transparency	30–40 cm		
Turbidity	<25 NTU		

2. Physical Parameters

Parameter	Ideal Range	Observed Value	Remarks
pH	7.0–8.5		
Dissolved Oxygen (DO)	>5 mg/L		
Total Alkalinity	80–200 mg/L		
Ammonia	<0.05 mg/L		
Nitrite	<0.02 mg/L		
Nitrate	<1 mg/L		
Carbon dioxide	<10 mg/L		

Remarks/Recommendation:

****

Published Under: National Fisheries Development Board (NFDB) Sponsored Training program for the financial year 2024-25, Department of Fisheries, Ministry of Fisheries, Animal Husbandry and Dairying, Govt. of India.

ICAR- KRISHI VIGYAN KENDRA (CIARI), NIMBUDERA
NORTH & MIDDLE ANDAMAN
744201