

**DEVELOPMENT OF IoT BASED AUTOMATED AQUAPONICS SYSTEM
FOR WATER QUALITY MONITORING AND CONTROL**

by

Er. RACHANA V V

(2021-18-005)

ABSTRACT OF THE THESIS

Submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of

MASTER OF TECHNOLOGY

In

Agricultural Engineering

(Soil and Water Conservation Engineering)

Faculty of Agricultural Engineering and Technology



Kerala Agricultural University

Department of Soil and Water Conservation Engineering

KELAPPAJI COLLEGE OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND

FOOD TECHNOLOGY

TAVANUR, MALAPPURAM- 679573

KERALA, INDIA

2024

ABSTRACT

This study developed and implemented an IoT-based automated aquaponics system designed to optimize water quality management and reduce manual intervention. The aquaponics system utilized a NFT grow bed, with a 1:2 ratio between the fish tank and grow bed size. 500 L fish tank was selected to accommodate 25 fishes, and a 1 m² grow bed area was used for 48 plants. To ensure a sustainable nutrient cycle, a filter was installed to convert fish waste ammonia into nitrate, which serves as a vital nutrient for plant growth. Water was circulated using a pump with a head height of 2.7 m, and actuators were employed to regulate critical parameters such as pH, temperature, EC, and DO.

IoT technology was integrated into the system to monitor water quality parameters. IoT sensors continuously monitored the critical water parameters which are essential for the health of fish and plants. A PIC microcontroller facilitated automated data acquisition, transmitting real-time data via a GSM module to the ThingSpeak cloud platform. Based on predefined thresholds, automatic adjustments were made through solenoid valves, aerators, and pH regulators to maintain optimal conditions. Alerts were also sent to the user's smartphone when abnormal values were detected.

Over a three month period, the system effectively maintained water quality within the optimal ranges (DO >5.5 mg L⁻¹, pH 6.5-7.5, temperature 22-32°C and EC <2 dS cm⁻¹), ensuring a stable environment for both fish and plant growth. Despite fluctuations in water quality due to fish respiration and excretion, the automated system consistently managed to prevent fish mortality and ensured efficient nutrient absorption by plants.

The aquaponics system achieved a total fish yield of 5.198 kg and a plant yield of 9.57 kg, demonstrating the effectiveness of the automated system. Hence, it is concluded that, the IoT based real time monitoring and control significantly improved water efficiency, reduced human error, and enhanced the alignment of fish and plant growth. This scalable and sustainable aquaponics system offers a promising solution for integrated farming practices, contributing to future food security and resource-efficient agriculture.

സംഗ്രഹം

ജലത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരം പരമാവധി മെച്ചപ്പെടുത്താനും മാനുഷിക ഇടപെടലുകൾ കുറയ്ക്കാനും ലക്ഷ്യമിടുന്ന ഒരു ഇന്റർനെറ്റ് ഓഫ് തിംഗ്സ് (ഐ ഒ ടി) അധിഷ്ഠിത സ്വയംപ്രേരിത അക്വാപോണിക് സംവിധാനം രൂപകല്പന ചെയ്തു. ഈ അക്വാപോണിക്സ് സിസ്റ്റത്തിൽ എൻ എഫ് ടി സിസ്റ്റമാണ് ഗ്രോ ബെഡായി ഉപയോഗിച്ചത്. മത്സ്യ ടാങ്കിന്റേയും ഗ്രോ ബെഡിന്റേയും അളവുകൾ 1:2 അനുപാതത്തിലാണ്. 25 മത്സ്യങ്ങൾക്കായി 500 ലിറ്റർ ശേഷിയുള്ള മത്സ്യ ടാങ്കും, 48 സസ്യങ്ങൾക്കായി 1 ചതുരശ്ര മീറ്റർ വിസ്തൃതിയുള്ള ഗ്രോ ബെഡുമാണ് ഉപയോഗിച്ചത്. പോഷകചക്രം സുസ്ഥിരമാക്കാൻ മത്സ്യമാലിന്യത്തിൽ ഉള്ള അമോണിയയെ സസ്യവളർച്ചയ്ക്ക് പ്രധാനപ്പെട്ട പോഷകമായ നൈട്രേറ്റായി മാറ്റുന്നതിന് ഫിൽട്ടർ സ്ഥാപിച്ചു. 2.7 മീറ്റർ ഹെഡ് ഹൈറ്റുള്ള പമ്പ് ഉപയോഗിച്ച് വെള്ളം പ്രവഹിപ്പിക്കുകയും, pH, താപനില, EC, DO പോലുള്ള നിർണായക ഘടകങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കാൻ ആക്ടുവേറ്ററുകൾ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്തു.

ഐ ഒ ടി സാങ്കേതികവിദ്യ ഈ സിസ്റ്റത്തിലേക്ക് സാമ്പ്ലിംഗ് വഴി ജലഗുണനിലവാരം നിരീക്ഷിക്കുവാനും നിയന്ത്രിക്കുവാനും സാധിച്ചു. മത്സ്യങ്ങളും സസ്യങ്ങളും ആരോഗ്യമുള്ളതായി നിലനിൽക്കാൻ നിർണായകമായ ജലഘടകങ്ങൾ നിരന്തരം നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന് വേണ്ടി ഐ ഒ ടി സെൻസറുകൾ ഉപയോഗിച്ചു. പി.ഐ.സി മൈക്രോകൺട്രോളർ ഉപയോഗിച്ച് ഡാറ്റ സ്വയം ശേഖരിക്കുകയും, ജി.എസ്.എം മോഡ്യൂളിലൂടെ സമയാധിഷ്ഠിത ഡാറ്റ തിങ്ക് സ്പീക് ക്ലൗഡ് പ്ലാറ്റ്ഫോമിലേക്ക് അയയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. മുൻകൂട്ടി നിശ്ചയിച്ച പരിധികളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, സോളിനോഡ് വാൽവുകൾ, എയറേറ്ററുകൾ, പിഎച്ച് റെഗുലേറ്ററുകൾ എന്നിവ വഴി ഓട്ടോമാറ്റിക് ക്രമീകരണങ്ങൾ നടത്തി. നിശ്ചിത അളവുകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ അതാതു സമയം ഉപയോക്താവിന്റെ സ്മാർട്ട്ഫോണിലേക്ക് എസ്എംഎസ് മുന്നറിയിപ്പുകളായി അയച്ചു.

മൂന്നു മാസത്തെ കാലയളവിൽ, DO $>5.5 \text{ mg L}^{-1}$, pH 6.5–7.5, താപനില $22\text{--}32^\circ\text{C}$, EC $<2 \text{ dS cm}^{-1}$ എന്നിങ്ങനെ ജലഗുണനിലവാരത്തെ അനുയോജ്യമായ പരിധികളിൽ ഫലപ്രദമായി നിലനിർത്താൻ സിസ്റ്റത്തിന് സാധിച്ചു. അതിലൂടെ മത്സ്യവും സസ്യവുമുള്ള സുസ്ഥിരമായ വളർച്ചാ പരിസരം ഉറപ്പാക്കപ്പെട്ടു. മത്സ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസനം, വിസർജ്ജനം എന്നിവ മൂലം ജലഗുണനിലവാരത്തിൽ വന്ന മാറ്റങ്ങൾക്കുശേഷവും, ഓട്ടോമേറ്റഡ് സിസ്റ്റത്തിന് മത്സ്യമരണം തടയാനും സസ്യങ്ങൾക്കുള്ള പോഷകശോഷണം കാര്യക്ഷമമാക്കാനും സാധിച്ചു.

5.198 കിലോഗ്രാം മത്സ്യ വിളയും 9.57 കിലോഗ്രാം സസ്യ വിളയും ഈ സിസ്റ്റത്തിലൂടെ നേടിയതോടെ, ഓട്ടോമേറ്റഡ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ ഫലപ്രദത തെളിയിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട്, ഐ ഒ ടി അടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള റിയാൽടൈം നിരീക്ഷണവും നിയന്ത്രണവും ജലക്ഷമത മെച്ചപ്പെടുത്തുകയും, മനുഷ്യ പിഴവുകൾ കുറയ്ക്കുകയും, മത്സ്യ-സസ്യ വളർച്ചയുടെ ക്രമീകരണം മെച്ചപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. വിസ്തരിക്കാവുന്നതും സുസ്ഥിരവുമായ ഈ അക്വാപോണിക് സിസ്റ്റം സംയുക്ത കൃഷിക്ക് പ്രതീക്ഷയുള്ള ഒരു പരിഹാരമാകുന്നു. കൂടാതെ ഭാവിയിലെ ഭക്ഷ്യസുരക്ഷക്കും വിഭവക്ഷമ കൃഷിക്കുമുള്ള സംഭാവനയായി ഐ ഒ ടി അധിഷ്ഠിത സ്വയംപ്രേരിത അക്വാപോണിക് സിസ്റ്റം മാറുന്നു.