शोध आलेख / Research Article

आई.ओ.टी. आधारित जल गुणवत्ता परीक्षण प्रणाली

IOT Based Water Quality Testing System

डॉ. सिद्धार्थ अरजरिया[1], प्रिया शर्मा[2], शुभम कुमार[3], ललित कठेरिया[4], सूरज कुमार[5]

Dr. Siddhartha Arjaria[1], Priya Sharma[2], Shubham Kumar[3], Lalit Katheria[4], Suraj Kumar[5]

[1, 2, 3, 4, 5] Department of Information Technology, Rajkiya Engineering College, 210201, Banda,

[1]arjarias@gmail.com, [2]priyasharma209206@gmail.com, [3]shubhamkumar3788211@gmail.com,
[4]lalitkatherya8897@gmail.com, [5]surajkm0037@gmail.com

सारांश :

औद्योगिक विकास ने दुनिया को काफी परिवर्तित किया है। इससे जीवन आसान बनने के साथ–साथ विकास के नये– नये अवसरों के द्वार भी खुल रहें हैं, लेकिन यह पर्यावरण को भी बहुत ज्यादा प्रदूषित कर रहा है। प्रदूषण के अंतर्गत मुख्य रूप से जल प्रदूषण, वायु प्रदूषण और ध्वनि प्रदूषण आदि आते हैं। प्रस्तुत पेपर में जल प्रदूषण से सक्रम्बन्धित विषय पर कार्य किया गया है। विश्व स्तर पर देखने पर लगभग चार अरब लोग उन क्षेत्रों में रहते हैं, जहां पानी की गुणवत्ता में काफी कमी है जो कि पूरे विश्व की एक बड़ी समस्या और चुनौती बनता जा रहा है। प्रस्तुत कार्य में आईओटी आधारित जल की गुणवत्ता प्रणाली का प्रस्तुतिकरण किया जा रहा है। जल के सभी मापदंडों और गुणों को निर्धारित करना आवश्यक है। उद्योगों के तेजी से विकास के कारण जल काफी ज्यादा प्रदूषित हो रहा है। मानक तरीका, जल के नमूनों को अलग अलग जगह से एकत्रित करना फिर उसे परीक्षण और विश्लेषण के लिए प्रयोगशाला में भेजने से, जल गुणवत्ता की परीक्षण और विश्लेषण में काफी ज्यादा पैसा और समय दोनों लगता है। प्रस्तुत कार्य में पानी के विभिन्न भौतिक और रासायनिक मापदंडों को चालकता, pH, तापमान, Turbidity के रूप में मापने के लिए उभरती हुई तकनीक Internet of Things का उपयोग किया जा रहा है। विभिन्न सेंसरों और ESP8266 वाई–फाई मॉड्यूल के माध्यम से वास्तविक समय में पानी की गुणवत्ता का अनुमान लगाया जा रहा है तथा उन गुणवत्ता को Website पर वास्तविक समय पर दर्शाया जा रहा है।

Abstract :

Industrial development has changed the world a lot. With industrial development, life has become easier and new doors of opportunities are being opened. But it is also polluting the environment too much. Pollution mainly consists of water pollution, air pollution, noise pollution etc. In the work presented, the topic related to water pollution has been done. Looking at the global level, about four billion people live in areas where there is a considerable reduction in water quality and this is becoming a major problem and challenge on the global lining. It is necessary to determine all the parameters and properties of water. Due to the rapid development of industries, water is getting heavily polluted. The standard method is to collect water samples from different places and then send them to the laboratory for testing and analysis. Water quality testing and analysis takes both a lot of money and time. In the presented work, an emerging technique is being used to measure various physical parameters of water as conductivity, pH, temperature, turbidity. Water quality is being estimated in real time through various sensors and ESP8266 WI-Fi module and showing those qualities on the website in real time.

मुख्य शब्द : ESP8266 (वाई–फाई), pH, चालकता, टर्बिडिटी, टीडीएस (टोटल डिसॉल्व्ड सॉलिड्स), तापमान, पानी की गुणवत्ता की निगरानी, जल परीक्षण, Arduino Uno।

Keywords: ESP8266 (Wi-Fi), pH, Conductivity, Turbidity, TDS (Total Dissolved Solids), Temperature, Water Quality Monitoring, Water Testing, Arduino Uno.

प्रस्तावना :

जल हमारे ग्रह पर एक अमूल्य संसाधन है। साफ और सुरक्षित जल मनुष्यों और अन्य जीवों के स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है। वर्तमान औद्योगिक दुनिया में, जल संसाधनों में औद्योगिक अपव्यय के मिश्रण के कारण जल प्रदूषित होता जा रहा है। प्रत्येक दिन लगभग दो मिलियन टन मानव अपशिष्ट जल के संसाधनों में जमा हो रहा है, इसलिए जल की गुणवत्ता को बनाए रखना बहुत महत्वपूर्ण है। स्विट्जरलैंड को दुनिया में नल के जल की सबसे अच्छी गुणवत्ता वाला देश माना जाता है। वर्तमान में, भारत की रैंकिंग जल गुणवत्ता सूचकांक में 122 देशों में से 120 है। प्रदूषित जल कई बीमारियों को जन्म दे रहा है। दुनिया भर में लगभग 435 मिलियन लोग असुरक्षित कुओं और झरनों से पानी ले रहे हैं। लगभग 144 मिलियन लोग झीलों, तालाबों, नदियों, और नालों से औपचारिक सतही जल का भंडारण कर रहे हैं। कई सर्वेक्षणों के अनुसार 3.4 मिलियन लोग, ज्यादातर बच्चे जल से संबंधित बीमारियों से मर रहें हैं। हर साल लगभग 2.2 मिलियन लोग डायरिया से मर रहें हैं, जिनमें से लगभग 90% बच्चों की मृत्यु हो रही है।

पेयजल का उपयोग करने से पहले, यह पता लगाना आवश्यक है कि यह पीने योग्य है या नहीं। जल की गुणवत्ता की निगरानी ग्रामीण क्षेत्रों के साथ–साथ शहरी क्षेत्रों के लिए भी लाभदायक है। यह पेपर जल गुणवत्ता सूचकांक की निगरानी और परीक्षण के लिए कार्यप्रणाली की जाँच कर रहा है। यह पेपर जल के pH, तापमान, चालकता, Turbidity और घुलित ऑक्सीजन जैसे कारकों को मापने और उनकी निगरानी करने के लिए Internet of Things (IoT) तकनीक और सेंसर का प्रयोग कर रहा है।

उद्देश्य (Objective):

पानी का शुद्धिकरण एवं स्वच्छता सही प्रकार से न हो पाने के परिणामस्वरूप भारत में प्रति वर्ष 400,000 लोग अपनी जान खो बैठते है। विश्व स्तर पर पानी से संबन्धित बीमारियो के परिणाम स्वरूप हर पाँच साल से कम उम्र के 1.5 मिलियन बच्चों की मृत्यु हो जाती है। इन सारी पेयजल से संबन्धित समस्यायों से निजात पाने के लिए कुछ आवश्यक उपाय करना बेहद जरूरी है, कही ना कही लोगो को ज्ञात नही हो पाता की जिन जन श्रोतों से वह पानी ले रहे है वह असल मे पीने योग्य है या नहीं और वो बिना जानते हुए ही उस पानी का सेवन कर लेते है और आगे चल कर वही बीमारी का कारण बन जाता है। अगर लोगो को पेयजल के कुछ आवश्यक प्राचल (Parameter) के बारे बताया जाय जो पेयजल में कितनी मात्रा में होना चाहिए तो निश्चित रूप से पानी से संबन्धित समस्याए धीरे धीरे कम होने लगेगी।

हमारी इस प्रस्तुति "आई ओ टी आधारित जल गुणवत्ता परीक्षण प्रणाली" के माध्यम से हम पेयजल के कुछ आवश्यक भौतिक प्राचल को मापने के संदर्भ में एक डिवाइस बना रहे है जिससे पेय जल की गुणवत्ता को बहुत ही कम समय और कम खर्च में माँपा जा सकता है।

प्रेरणा (Motivation):

ग्रामीण इलाकों एवं दुर्लभ इलाको में पेय जल की समस्या बहुत चिंता का विषय बनता जा रहा है क्योंकि प्रत्येक वर्ष औद्योगिक विकास तेजी से बढ़ता जा रहा है, जिसके परिणामस्वरूप प्रदूषण चरम सीमा पर पहुंचता जा रहा है। प्रदूषित जल से होने वाली मृत्यु का आंकड़ा भी प्रत्येक वर्ष बढ़ता जा रहा है।

लोग प्रदूषित जल का सेवन ना करे, इसके लिए लोगों को यह ज्ञात होना चाहिए कि पेय जल में कौन सा प्राचल कितनी मात्रा में उपलब्द्ध है जिससे कि जल से संबन्धित बीमारी से लोग ग्रसित ना हो और प्रदूषित जल से होने वाली मृत्यु दर मे कमी आए।

"जल ही जीवन है, जल की एक एक बूंद कीमती है : स्वामी रामदयाल"

तालिका: 1 WHO मानक के अनुसार पीने के पानी में टर्बिडिटी, pH चालकता और तापमान की आदर्श श्रेणियों को दर्शाता है।

Parameter Monitored	Quality Range	Units
Turbidity	5-10	NTU
pH	6.5-8.5	pH
Conductivity	300-800	Micro S/cm
Temperature	10-15	Celsius

भारत में:

(i) 50% जिलों के भूजल में नाइट्रेट मौजूद है और पीने के पानी में नाइट्रेट, मेथेमोग्लोबिनमिया का कारण बनता जा रहा है तथा शरीर के चारों ओर महत्वपूर्ण ऑक्सीजन ले जाने के लिए रक्त की क्षमता में कमी आ रही है।

(ii) लगभग 301 जिलों के भूजल में लोहा (contamination of Iron) मौजूद है तथा पानी में अत्यधिक लोहे के कारण मानव शरीर में हीमोक्रोमैटोसिस हो रहा है।

(iii) लगभग 335 जिलों के भूजल में फ्लोराइड (contamination of flouride) मौजूद है और अत्यधिक फ्लोराइड दांतों और हड्डियों को प्रभावित कर रहा है।

(iv) लगभग 212 जिलों के भूजल में लवणता (नमकीन पानी) मौजूद है और यह ह्रदय रोगों, दस्त और असामान्य दर्द का कारण बनता जा रहा है।

(v) 153 जिलों के भूजल में आर्सेनिक मौजूद है और यह कैंसर और त्वचा के घावों का कारण बन रहा है।

(vi) 93 जिलों के भूजल में शीशा (lead) मौजूद है और lead की अधिकता से उच्च रक्तचाप और एनीमिया हो रहा है।

(vii) 30 जिलों के भूजल में क्रोमियम मौजूद है और अधिक मात्रा में क्रोमियम फेफड़ों के कैंसर का कारण बनता जा रहा है।

उपरोक्त कारणों को ध्यान केंद्रित करते हुए, यह पेपर पानी की गुणवत्ता के परीक्षण के लिए बनाया गया है तथा इसे नवीनतमरूप प्रदान किया गया है। जिसमे सॉफ्टवेयर, embedded systems और IoT का उपयोग किया जा रहा है।

साहित्य सर्वेक्षण:

शोध के अनुसार, भारत के अतिरिक्त अन्य देशों में भी जल की गुणवत्ता एक महत्वपूर्ण विषय बन चुका है। वास्तविक समय में ग्रामीण क्षेत्रों में पानी के परीक्षण की कोई सुविधा उपलब्ध नहीं है। इसलिए रसायन विज्ञान में विशेषज्ञता के साथ प्रयोगशाला में जल की जांच करना आवश्यक हो गया है। इस कार्य का मुख्य उद्देश्य एक कुशल, कम लागत, पोर्टेबल और वास्तविक समय में जल की सर्वोत्तम गुणवत्ता के लिए मॉडल विकसित करना है। जल का परीक्षण करने के लिए विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा उपयोग की जाने वाली विधियों और तकनीकों को निम्न बिंदुओं में वर्णित किया गया है:

Chaudhary_et.al (2019) ने, इस पेपर के माध्यम से deep learning और belief rule-based system टेक्नोलॉजी पर ध्यान केंद्रित किया है। उन्होंने इसमें माइक्रोकंट्रोलर और Internet of Things सहित एक वायरलेस सेंसर नेटवर्क का प्रस्ताव रखा है। उन्होंने इस पेपर में नई तकनीकों जैसे कि big data analytics systems, न्यूरल नेटवर्क मॉडल और सेंसर को भी सम्मिलित किया है। उन्होंने अपने सिस्टम में हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर डिजाइन का भी उल्लेख किया है। (1)

Ramesh_et.al (2017) ने इस पेपर के माध्यम से जल प्रदूषण, मृदा तथा अपअशष्ट प्रबंधन के कार्य को वर्णित किया है। प्रस्तुत पेपर में लेखकों ने pH, Turbidity और Dissolved Oxygen की पहचान के लिए सेंसर के बारे में बताया है। इस पेपर में, उन्होंने जल संसाधनों और उनके प्रबंधन पर भी चर्चा की है। (2)

Sevda Mohammadi_et.al (2020) ने प्रस्तावित प्रणाली में 3D प्रिंटिंग और डबल–रिंग गुंजयमान (double ring resonator) यंत्र जैसी विभिन्न तकनीकों के एकीकरण को प्रस्तावित किया है। उन्होंने पानी की निगरानी में उपस्थित पैरामीटर को रासायनिक ऑक्सीजन की मांग और कम–water में ग्लूकोज की माप को दर्शाया है। इसके अतिरिक्त, इस प्रणाली को 3D प्रिंटेड माइक्रोफ्लूडिक चैनल का उपयोग करके कम लागत और जोखिम–मुक्त रूप में प्रस्तुत किया गया है। (3)

Chen and Han (2018) ने अपने पेपर में कंजं संग्रह, ट्रांसमिशन, स्टोरेज और विज़ुअलाइज़ेशन की प्रक्रिया का प्रदर्शन किया है। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए एक बड़ी तकनीक के रूप में स्मार्ट कंजं, IoT और स्मार्ट सिटी का प्रस्ताव रखा है। उनके पेपर में वायरलेस नेटवर्क और उच्च आवृत्ति के द्वारा पानी की गुणवत्ता प्रदर्शित होती है। (4)

Koditala and Pandey (2018) ने मशीन लर्निंग, IoT और, Cloud Computing जैसी उभरती प्रौद्योगिकियों पर ध्यान केंद्रित किया है। उन्होंने अपने पेपर के मूल्यांकन को बेहतर दृष्टिकोण प्रदान करने के लिए R-squared मान के dataset का प्रयोग किया है। प्रस्तावित मॉडल में तापमान सेंसर और माप का भी उल्लेख किया गया है। उन्होंने अपने मॉडल में यह भी बताया है कि उनका सिस्टम उपयोगकर्ता को इलेक्ट्रॉनिक मेल भी प्रदान करेगा। (5)

Muhammad Niswar_et.al (2018) ने पानी की गुणवत्ता के स्तर तक पहुँचने के लिए नोड–रेड डैशबोर्ड का उपयोग करके एक वेब–आधारित मॉनिटरिंग एप्लिकेशन सेटअप तैयार किया है। लेखकों ने दक्षिण–पूर्व एशियाई देशों में नरम खोल केकड़े की खेती के बारे में सम्बोधित किया है। उन्होंने अपने पेपर में स्मॉल embedded devices और LoRa (Long Range) पर आधारित वायरलेस नेटवर्क इंटरफ़ेस का उपयोग करके सिस्टम को डिजाइन किया है। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए तापमान सेंसर, लवणता और intelligent सेंसर को भी प्रस्तावित किया है।(6)

Jiping Jiang_et.al (2020) ने प्रस्तुत पेपर में जल की गुणवत्ता और स्मार्ट सिटी के कार्यान्वयन के साथ सतही जल गुणवत्ता की निगरानी नेटवर्क को तैयार किया है। उनके इस पेपर में एक उपन्यास डिजाइन विधि (Novel design method) और अनुकूलन विधि (optimization method) भी शामिल हैं। उन्होंने पानी की गुणवत्ता की निगरानी के लिए स्टेशन के स्थान (Station location) पर अनुभव, नमूना आवृत्ति, और पानी की गुणवत्ता संकेतक डिज़ाइन किए हैं। (7)

Kumar and Samalla (2019) ने प्रस्तुत पेपर में IoT से जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली टी डिजाइन और विकास के बारे में सम्बोधित किया है। इस पेपर में, उन्होंने अपने मॉडल को CO_2 सेंसर, माइक्रोकंट्रोलर (RPI), तापमान सेंसर और pH सेंसर का उपयोग करते हुए प्रस्तुत किया है। उन्होंने डिजिटल से एनालॉग के रूप में सेंसर का उपयोग करके भी अपने मॉडल को प्रस्तावित किया है। उन्होंने अपने सिस्टम में डाटा को भेजने के लिए वेब क्लाउड की जानकारी भी दी है। (8)

Kartakis_et.al ने वितरित नेटवर्क (distributed network) के विश्लेषण को प्रस्तावित किया है। प्रस्तुत पेपर में, लेखक ने प्रौद्योगिकियों को adaptive edge analytics और स्थानीयकरण योजना के रूप

में सम्बोधित किया है। उन्होंने पानी के वितरण नेटवर्क के लिए हल्के संपीड़न और विसंगति का पता लगाने के संयोजन के साथ इसका इस्तेमाल किया है। इसके अलावा, उन्होंने इसमें प्रभावी रूप से पानी के फटने (water burst) की घटनाओं और कंपन में भिन्नता का पता लगाने का भी वर्णन किया है। (9)

Madhavireddy and Koteswarrao (2018), ने अपने पेपर में नई तकनीक इंटरनेट ऑफ थिंग्स के साथ इस प्रणाली को प्रस्तावित किया है। उन्होंने पानी की निगरानी के लिए वायरलेस सेंसर नेटवर्क प्रस्तुत किया है। इसे डाटा अधिग्रहण और प्रसारण प्रणाली द्वारा समझाया गया है। उन्होंने पानी में भौतिक मापदंडों के मूल्यों को दिखाने के लिए एक वेब सर्वर का उपयोग किया है। जिसमें उन्होंने सेंसर के काम के लिए बजर सिस्टम भी लगाया है। (10)

Daigavane, V.V., and Gaikwad, M.A. (2017) ने प्रस्तुत पेपर में IoT पर आधारित जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली का प्रस्ताव दिया है। उन्होंने अपने पेपर में, pH Sensor, Temperature Sensor, Turbidity Sensor, और Flow Sensor को वर्णित किया है। उन्होंने अपने प्रोजेक्ट में Arduino model और Wi-Fi को भी शामिल किया हैं। उन्होंने न्यूनतम लागत के साथ सिस्टम डिजाइन को प्रस्तुत करने के बारे में बताया है। (11)

Mithila Barabde and Shruti Danve (2015) ने अपना पेपर रियल टाइम वॉटर क्वालिटी मॉनिटरिंग सिस्टम पर प्रस्तुत किया है। उनके सिस्टम आर्किटेक्चर में डाटा मॉनिटरिंग नोड्स, बेस स्टेशन और रिमोट स्टेशन प्रयोग किए गए हैं। उन्होंने अपने सिस्टम में ARM controller तथा सर्वर PC पर डाटा विजुलाइजेशन के लिए MATLAB सॉफ्टवेयर की मदद से प्रदर्शित किया है। उन्होंने उच्च आवृत्ति, उच्च गतिशीलता और कम शक्ति के साथ जल निगरानी प्रणाली प्राप्त की है। (12)

Fawaz Al-Badaii_et.al (2013) ने अपने पेपर के माध्यम से मलेशिया के Selangor नामक राज्य की Semenyih River पर पानी की गुणवत्ता का आकलन किया है। उनका पेपर 3 क्लस्टर में विभाजित 8 सैंपलिंग स्टेशनों के मौसम और स्थानों पर आधारित है। अपने पेपर में उन्होंने भौतिक रसायन (पीएच, तापमान, मैलापन और चालकता आदि) और जैविक मापदंडों को वर्गों के अनुसार वर्गीकृत किया है। (13)

Tarun Juneja and Alankrita Chaudhary (2013) ने राजस्थान जिले के झुंझुनू नामक स्थान के निवासियों के स्वास्थ्य पर एक क्रॉस सेक्शनल अध्ययन किया और पानी की गुणवत्ता और उसके प्रभावों के आकलन के बारे में बताया है। उन्होंने अपने पेपर में Statistical Package for Social sciences (SPSS 10) सामाजिक विज्ञान के लिए सांख्यिकीय पैकेज का उपयोग करके डेटा एकत्र किया है। (14)

इस पेपर में, पानी की निगरानी, परीक्षण और IoT, पैरामीटर–आधारित सेंसर और सॉफ्टवेयर एप्लीकेशन के आधार पर पानी के नमूनों की शुद्धि के लिए कम लागत वाले पोर्टेबल डिवाइस को विकसित करने पर कार्य किया गया है। यह डिवाइस पीने योग्य पानी के लिए ग्रामीण क्षेत्रों मैं काफी लाभदायक सिद्ध होगी।

सम्बंधित कार्य :

प्रस्तुत कार्य में, विभिन्न जल स्रोतों जैसे पीने के पानी, स्विमिंग पूल, नदियों, तालाबों, नहरों और औद्योगिक अपशिष्ट जल में भौतिक गुणों की जाँच की जा रही है। यह खंड दो अलग–अलग भागों से बना है। सर्वप्रथम विभिन्न स्थानों से पानी का नमूना एकत्र करते हैं, तत्पश्चात एकत्रित नमूनों की सूक्ष्मजीवविज्ञानी विशेषताओं पर विभिन्न प्रकार के भौतिक गुणों का परीक्षण करते हैं। इसमें सेंसर के द्वारा pH, टीडीएस, टर्बिडिटी, चालकता और तापमान को भी बताया गया है।

आंकड़ा 1: प्रस्तुत प्रणाली में सिस्टम डिज़ाइन के प्रमुख हार्डवेयर घटक निम्नलिखित हैं–

a) Arduino Uno

b) Arduino ESP8266 के लिए वाई–फाई मॉड्यूल
c) Arduino के लिए OLED
d) Arduino के लिए मॉड्यूल के साथ pH सेंसर
e) Arduino के लिए मॉड्यूल के साथ टर्बिडिटी सेंसर
f) जल के लिए तापमान सेंसर
g) Arduino के लिए Oxygen dissolve sensor
h) जल के लिए चालकता सेंसर
i) जल के लिए TDS सेंसर
j) एक बजर

ब्लॉक आरेख में यह दर्शाया गया है कि Arduino Uno को सबसे पहले laptop से कनेक्ट करते हैं तत्पश्चात powerbank से power supply, Arduino को देते है उसके बाद सारे सेंसर (pH sensor, Temperature sensor, Turbidity sensor, Conductivity sensor) को क्रमशः Arduino से प्रशिक्षण के लिए जोड़ते हैं। ESP8266 Wi-Fi module Arduino को इंटरनेट से जोड़ता है जिससे Arduino प्रशिक्षण के सारे data को Cloud (Think Speak) पर प्रेषित करता है।

भौतिक पैरामीटर : भौतिक पैरामीटर का तात्पर्य तापमान, pH मान, टर्बिडिटी और टीडीएस सहित किसी पदार्थ की औसत प्रारूप की विशेषताओं से है। जल की अशुद्धियां हमारे स्वास्थ्य को प्रत्यक्ष तथा अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती हैं, इसलिए विभिन्न पैरामीटर के सेंसर का प्रयोग करके जल की अशुद्धियों को ज्ञात किया गया है।

पानी की भौतिक विशेषताओं को जानने के लिए निम्नलिखित परीक्षणों की आवश्यकता होती है।

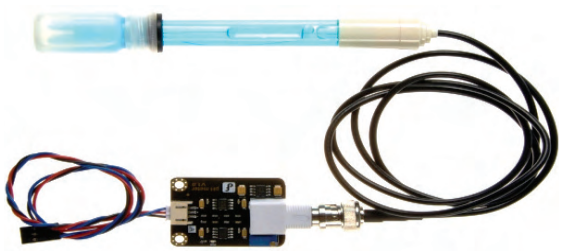
(i) तापमान
(ii) pH
(iii) Total Dissolve Solids (TDS)
(iv) Turbidity
(v) Flow

सेंसर का वर्गीकरण :

पीएच टेस्टिंगः जल की गुणवत्ता की पहचान तथा pH मापने के लिए pH सेंसर एक महत्वपूर्ण उपकरण है। यह सेंसर तरल पदार्थों के परीक्षण के लिए एक pH पैमाने का उपयोग करता है। यदि pH पैमाने में किसी भी तरल पदार्थ का pH मान 7 से नीचे है तो जल की यह अधिक अम्लीय अवस्था में

चित्र 1: जल गुणवत्ता निगरानी प्रणाली के लिए ब्लॉक आरेख

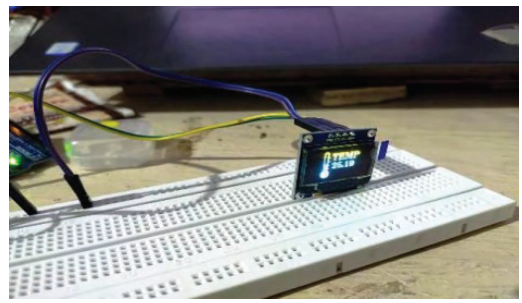
है और यदि पैमाने पर pH मान 7 से अधिक है तो यह जल की क्षारीय अवस्था में है। pH मान 0–14 के मध्य परिवर्तित होता रहता है है। यदि pH पैमाने पर pH मान 7 है तो जल उदासीन अवस्था में होगा। pH सेंसर एक ऐसा उपकरण है जो अम्लीय और क्षारीय के आधार पर हाइड्रोजन–आयन और हाइड्रॉक्सिल आयन को मापता है। यह सेंसर किट चिपसेट वोल्टेज की एक विस्तृत श्रृंखला का समर्थन करता है। pH सेंसर स्वयं ही Arduino इंटरफ़ेस बोर्ड को संग्रहित करता है और इसमें pH जांच की भी पुष्टि करता है। pH सेंसर में नियंत्रक बोर्ड प्रयोग किए जाते हैं जिसमें एनालॉग सेंसर, डेटा रीड के लिए 3 पिन होती हैं और शेष दो पिन सेंसर को चालित करने के लिए उपयोग की जाती हैं।



चित्र 2 : pH सेंसर

तापमान परीक्षण :

जल के तापमान को मापने के लिए तापमान परीक्षण भी एक प्रक्रिया है। इस पेपर के माध्यम से यह भी कथित है कि पानी के तापमान को मापने के लिए DS18B20 का उपयोग करके तापमान को माप सकते हैं तथा यह सेंसर तापमान को मापने के लिए वोल्टेज अंतर का उपयोग करता है। निम्न चित्र में तापमान संवेदक में पावर इनपुट के लिए तीन तार दिए गए हैं तथा सेंसर डेटा के अनुरूप मान के लिए 1 तार है।



चित्र 3 :Arduino और OLEDडिस्प्ले के साथ तापमान सेंसर

Turbidity Testing of Water:

टर्बिडिटी, जल का ही एक फिजिकल पैरामीटर है जो इसमें उपस्थित ठोस को निलंबित कर देती है। टर्बिडिटी का एक उच्च मूल्य मानव शरीर के साथ–साथ पारिस्थितिकी तंत्र पर भी नकारात्मक प्रभाव डालता है। जल की टर्बिडिटी टेस्ट के लिए स्टेबिलिटी सेंसर का प्रयोग किया जाता है। पानी के कणों द्वारा परावर्तित प्रकाश की किरणें जल में उपस्थित टर्बिडिटी को प्रदर्शित करतीं हैं। जल के टर्बिडिटी टेस्टिंग में मौजूद कणों की संख्या अधिक प्रकाश परिलक्षित (Reflected) होती है तो इसकी जांच 0–3000 NTU की सीमा में टर्बिडिटी को मापने में सक्षम है। टर्बिडिटी सेंसर में 6 पिन होतीं हैं, जिसमें की तीन पिन जांच से जुड़े होतीं हैं तथा शेष तीन पिन सेंसर एनालॉग डेटा और बिजली की आपूर्ति के लिए उपयोग किए जातीं हैं।

चित्र 4: एल. सी. डी. पर टर्बिडिटी सेंसर रीडिंग

Conductivity Sensor:

चालकता एक वस्तु प्रतिरोधकता का पारस्परिक रूप है, जिससे कि जल में उपस्थित सभी आयनो की चालकता को संदर्भित किया जाता है, जल के कंडक्टिविटी टेस्टिंग में इलेक्ट्रॉनों के संचालन की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। जल की गुणवत्ता को मापने के लिए चालकता भी एक उपयोगी पैरामीटर है, जो दिए गए पानी में इलेक्ट्रोलाइट्स की उपस्थिति को दर्शाता है।

चित्र 5: चालकता सेंसर

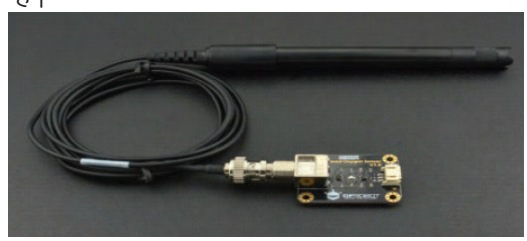
Total Dissolve Solid (TDS):

टीडीएस सेंसर जल में उपस्थित सभी कार्बनिक और अकार्बनिक पदार्थों को मापता है। जल के नमूने का परीक्षण तथा जाँच करने के लिए सेंसर को जल में डुबोया जाता है तथा आउटपुट रीडिंग के लिए OLED Display का उपयोग किया जाता है। पानी के टीडीएस की गणना विद्युत चालकता और तापमान मूल्यों से की जाती है। टीडीएस सेंसर पानी में मौजूद सभी आयनों और उद्धरणों का भी पता लगाता है। टीडीएस सेंसर पानी की चालकता को भी रिकॉर्ड करता है जो शुद्ध पानी खोजने में मदद करता है क्योंकि शुद्ध पानी की चालकता लगभग शून्य होती है।

चित्र 6: टीडीएस सेंसर

Dissolve Oxygen Sensor:

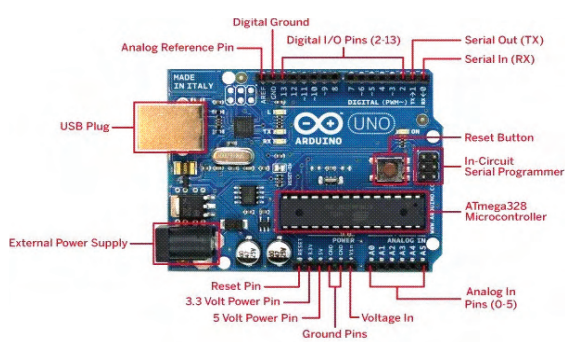
Dissolve Oxygen Sensor नदी की निगरानी तथा जल की गुणवत्ता की जाँच के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह सेंसर मूल रूप से ऑक्सीकरण–अपचयन प्रक्रिया (चित्र 7) के लिए उपयोग किया जाता है तथा जल के नमूने में Dissolve Oxygen की पुष्टि करता है।



चित्र 7:Arduino के लिए Dissolve Oxygen Sensor

Arduino Uno:

Arduino Uno एक माइक्रोकंट्रोलर बोर्ड है जो ATmega16 microchip (डेटाशीट) पर आधारित है। इसमें 16 डिजिटल इनपुट / आउटपुट पिंस होते हैं। Arduino एनॉलॉग और डिजिटल पिंस को तमंक करता है तथा सेंसर से डाटा लेकर serial monitor या LCD स्क्रीन पर वनजचनज को display करता है।



चित्र 8: Arduino Uno

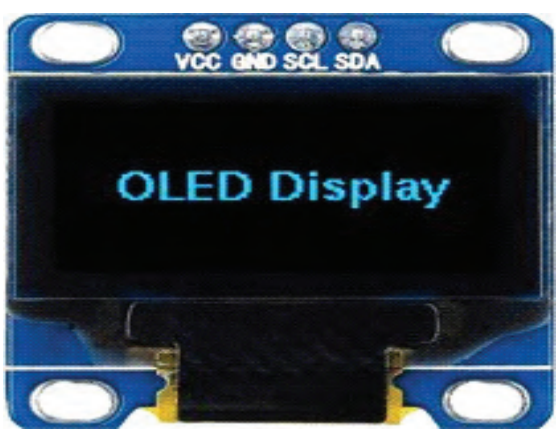
Powerbank:

पावर बैंक में एक 3.6 बोल्ट की लिथियम बैटरी उपस्थित होती है, इसलिए एक विनियमित 5 वोल्ट की बैटरी लगाने के लिए इसमें एक पावर अप–कन्वर्टर होता है। Arduino को पावर बैंक के USB कनेक्शन के साथ बाहर बिजली की आपूर्ति के रूप में संचालित किया जा सकता है।

चित्र 9: Arduino Power के लिए पावर बैंक

OLEDFor Display:

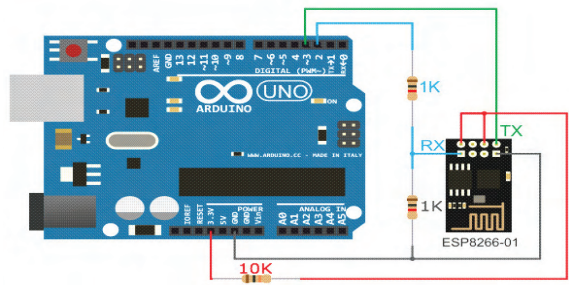
ओ. एल. ई. डी. का तात्पर्य ऑर्गेनिक लाइट एमिटिंग डायोड है। इसका उपयोग डिस्प्ले को इनिशियलाइज़ करने के लिए किया जाता है और आरडीनो, लाइब्रेरीज़ को स्थापित करने के बाद एक निम्न–स्तरीय डिस्प्ले फ़ंक्शन प्रदान करता है।



चित्र 10: Arduino के लिए OLED

Arduino के लिए वाई–फाई मॉड्यूल nodemcu:

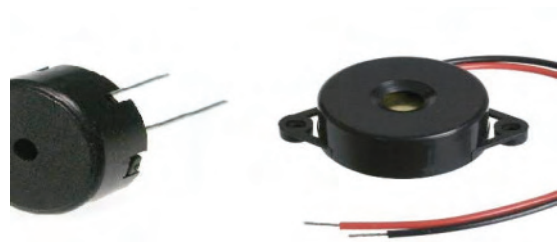
ESP8266 एक एकीकृत वाई–फाई सर्किट है जो वायरलेस फिडेलिटी (Wi-Fi) को Arduino बोर्ड को प्रदान करता है। इसका उपयोग इंटरनेट से कनेक्टिविटी के लिए किया जाता है और मॉडल को अधिक कार्यक्षमता प्रदान करता है।



चित्र 11: Arduino Uno के लिए वाई–फाई मॉड्यूल

Buzzer:

बजर एक ऑडियो सिग्नलिंग पीजोइलेक्ट्रिक डिवाइस है। यह Arduino के साथ जुड़ा होता है। एक अलार्म डिवाइस है और उपयोगकर्ता इनपुट की पुष्टि के रूप में उपयोग किया जाता है।



चित्र 12: बजर

प्रारूपिक सिस्टम के कार्य प्रणाली की प्रक्रिया अधोलिखित है :

(i) उपर्युक्त सिस्टम में Arduino Board की कार्य प्रक्रिया और अनुप्रयोगों की टेस्टिंग की गई है। कार्य प्रणाली का प्रसंस्करण Arduino के साथ जुड़ा होता है जहां Atmega16 माइक्रोकंट्रोलर प्रोग्रामिंग कोड के अनुसार काम करता है। उपयोगकर्ता डेटा को सेंसर से अभिगृहीत करता

है और यह दर्शाता है कि इसका उपयोग कैसे किया जाना चाहिए। Arduino के एनालॉग पिंस में सभी सेंसरों की एन्कोडिंग के बाद पिन को कोड में परिभाषित किया गया है। टेस्टिंग के लिए जल के नमूने को फ्लास्क में लिया जाता है और पानी के विभिन्न सैंपल में प्रत्येक सेंसर को उसके पैरामीटर की माप करने के लिए डुबोया जाता है।

(ii) तत्पश्चात Arduino को USB के माध्यम से कंप्यूटर या लैपटॉप से कनेक्ट किया जाता है। USB के द्वारा पोर्ट नंबर का चयन होता है जिसमें की Arduino COM3 की तरह जुड़ा होता है। कोड को संकलित करने के बाद सबमिट पर क्लिक करते हैं। जब कोड प्क्म पर अपलोड किया जाता है तो Arduino IDE में लिखे गए कोड के अनुसार कार्य करता है। उदाहरण के तौर पर वाई–फाई से कनेक्ट करना, सेंसर से डेटा एकत्रित करना, और स्क्रीन पर डेटा को प्रदर्शित करना इत्यादि।

(iii) Arduino ESP8266 वाईफाई मॉड्यूल की सहायता से इंटरनेट से कनेक्ट किया जाता है और कोड को वेबसाइट में डेटा के प्रसंस्करण के माध्यम से लिखा जाता है। जहां मापदंडों के ग्राफ के अनुसार कल्पना की जाती है तथा उस संसाधित डेटा को दिए गए कोड के अनुसार लिखा जाता है तथा कुछ सेकंड बाद दाईं ओर नई वेबसाइट लिखी जाती है। इस प्रकार से एक ग्राफ बनता है फिर विभिन्न मानकों के आधार पर अलग–अलग पानी का परीक्षण परिलक्षित होता है और इंटरनेट के माध्यम से स्क्रीन पर सारे पैरामीटर प्रदर्शित होते हैं। किसी भी वेबसाइट या वेबपेज की मदद से कोई भी यूजर इसे मोबाइल या लैपटॉप पर देख सकता है।

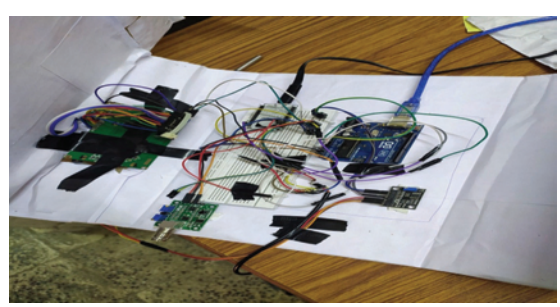
(iv) इस प्रकार इस पोर्टेबल डिवाइस को ऑफलाइन और ऑनलाइन दोनों तरह से प्रयोग किया जा सकता है और पानी के सैंपल के डेटा को तारीख, समय, और स्थान के अनुसार सेव किया जा सकता है।

प्रयोगात्मक स्थापना :

प्रायोगिक सेटअप में, सर्वप्रथम Arduino के 5 वोल्ट आउटपुट पिन का उपयोग सेंसर को पावर देने के लिए किया जाता है तथा Arduino के एनालॉग पिन का उपयोग सेंसर से डेटा ग्रहण करने के लिए किया जाता है। सभी सेंसर को चालित करने के पश्चात एनालॉग पिन को कोड में परिभाषित किया जाता है। यह प्रक्रिया सभी प्रकार के सेंसर के साथ कार्यान्वित की जाती है।

(i) 2 से 3 प्रकार के पानी के सैंपल लेने के पश्चात सेंसर को पानी में डुबोया जाता है और Arduino को लैपटॉप से कनेक्ट करके कोड संकलित करने के बाद अपलोड किया जाता है।

(ii) तत्पश्चात जल के पैरामीटर के परिणाम एलसीडी स्क्रीन, ओएलईडी स्क्रीन और वेबपेज पर प्रदर्शित होंगे। वेब पेज पर परिणाम देखने के लिए Arduino को इंटरनेट से कनेक्ट किया जाता है। यह डेटा प्रसंस्करण उद्देश्यों (चित्र 14) के लिए संग्रहित किया जा सकता है।



चित्र 13: प्रायोगिक सेटअप

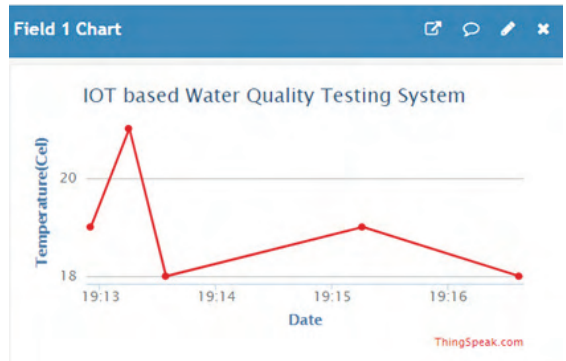
सॉफ्टवेयरः

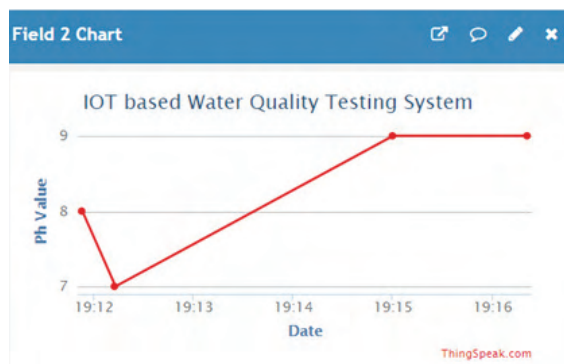
इस परियोजना में Arduino, Integrated Development Environment (IDE) कोडिंग का

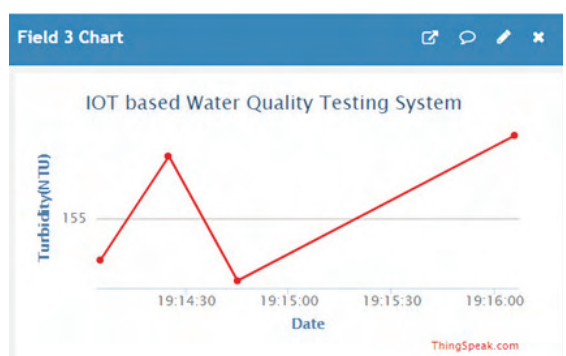
समर्थन करता है। स्रोत कोड C, C ++ और Python प्रोग्रामिंग भाषाओं में किया गया है। यह प्रोग्राम लिखने में आसान है, तथा यूजर इस लैंग्वेज का प्रयोग कर सकते हैं। प्रायोगिक परीक्षण में जल के विभिन्न पैरामीटर को ज्ञात करने के लिए प्रत्येक सेंसर के साथ क्रियान्वित किया जाता है। समीक्षा सेंसर को Arduino बोर्ड के साथ कनेक्ट किया जाता है और USB केबल के माध्यम से Arduino को उप–पोर्ट से जोड़ा जाता है। Arduino बोर्ड प्रकार का चयन करता है और प्क्म पर कोड संकलित किया जाता है, तत्पश्चात कोड को अपलोड किया जाता है। आउटपुट IDE के सीरियल मॉनिटर में प्रदर्शित होता है। उपर्युक्त मानक आउटपुट को OLED डिस्प्ले में सेंसर के साथ प्रदर्शित किया जाता है।

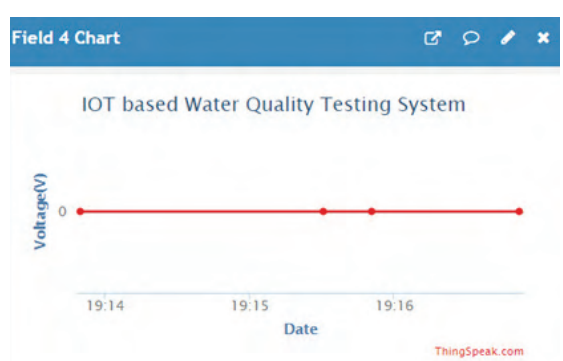
परिणाम विश्लेषणः

विश्लेषण करने पर, जल में सभी सेंसरों का परीक्षण यह देखने के लिए किया जाएगा कि क्या वह पीने योग्य है और उस पानी में सम्मिलित अशुद्धियों की संख्या और गुणवत्ता की पहचान ज्ञात की जा सकेगी। सभी जल सैंपल डेटा की प्रोसेसिंग को वेब पेज की सहायता से किसी भी मोबाइल और लैपटॉप पर देखा जा सकता है तथा साथ ही परिणाम OLED डिस्प्ले और 20X4 एलसीडी स्क्रीन पर भी देखा जा सकता है। ESP8266 ने परिणाम API के माध्यम से THINKSPEAK वैबसाइट पर परिणाम के ग्राफ को प्रदर्शित कर दिया। इस प्रकार इस डिवाइस के माध्यम से ऑफलाइन और ऑनलाइन वेब पर दोनों प्रकार से परिणाम देखे जा सकते है। ऑनलाइन परिणाम को लैपटाप मोबाइल किसी पर भी इंटरनेट से जुड़ी डिवाइस पर आप देख सकते है और इन परिणामों को आगे के लिए स्थान दिनांक के हिसाब से सुरक्षित भी रखा जा सकता है। किसी भी पानी के नमूने का परीक्षण करने में 2 मिनट से कम समय लगता है। कुछ परिणाम स्नैपशॉट में प्रदर्शित किए गए हैं जिन्हें अलग–अलग पानी के नमूनों के साथ लिया गया है। कुछ पानी के नमूनों का चित्रांकन निम्न ग्राफ द्वारा दर्शाया गया है–

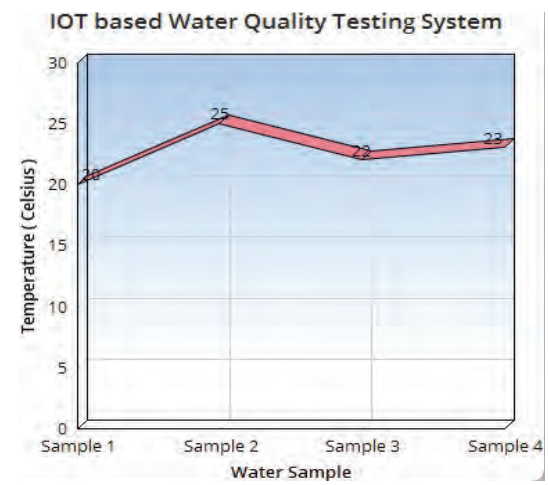


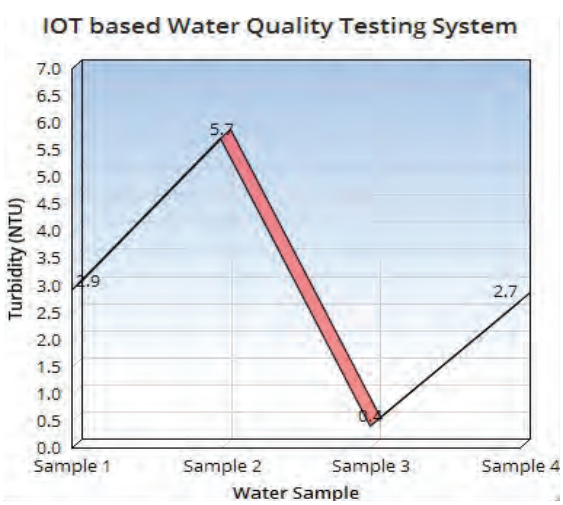


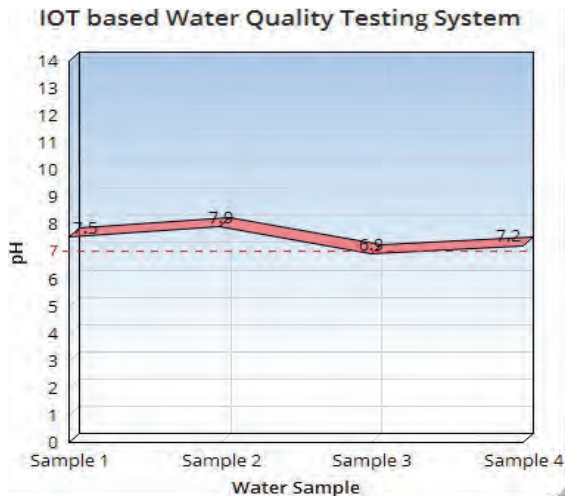


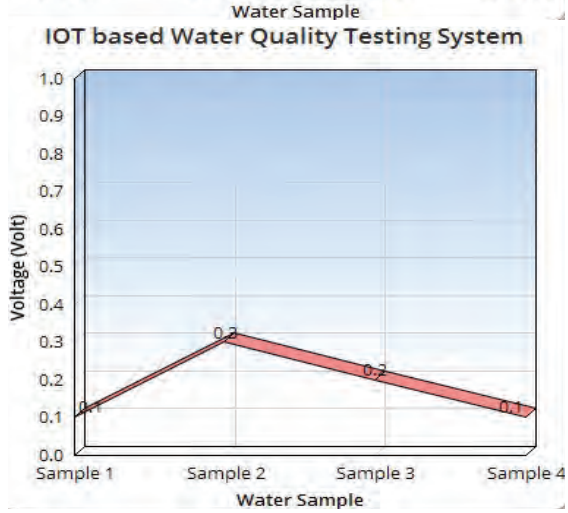


इस सेटअप की मदद से कई पानी के नमूनों का परीक्षण किया जाता है और आसानी से लोगों के लिए सुरक्षित और असुरक्षित पानी के बीच अंतर को माप सकता है। सबसे पहले हमने चार Water Samples लिया, उसके बाद उन Water Samples की Testing (pH, Turbidity, Temperature और Voltage) को मापा। जिसमे चारो Water Samples के pH क्रमशः (7.5, 7.9, 6.9, 7.2), Temperature (Celsius) क्रमशः (20, 25, 22, 23), Turbidity (NTU) क्रमशः (2.9, 5.7, 0.4, 2.7), Voltage (volts) क्रमशः (0.1, 0.3, 0.2, 0.1) हैं, जिसे हमने ग्राफ से भी दिखाया है। कुछ परिणामों के चित्र भी (एलसीडी डिस्प्ले) नीचे दिए गए हैं।

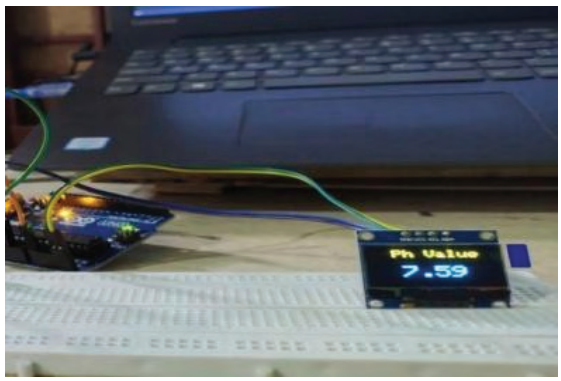


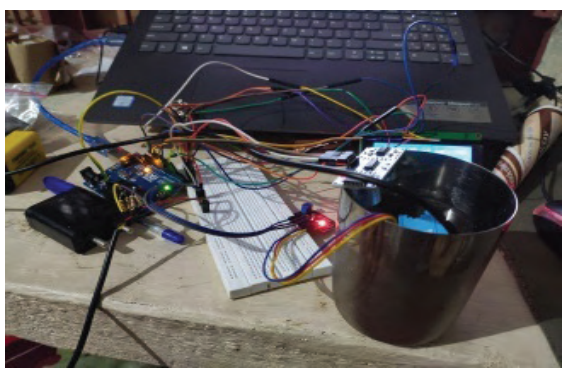






चित्र 14: विभिन्न वॉटर सैंपल्स के मध्य पैरामेट्रिक ग्राफ





चित्र 15: एलसीडी डिस्प्ले पर परिणाम

निष्कर्ष एवं भविष्य में अनुसंधान की संभावनाएं :

अंततः इस पेपर के माध्यम से यह निष्कर्ष निकलता है कि एक पोर्टेबल डिवाइस को डिज़ाइन किया गया है जिसमें पानी की गुणवत्ता के सभी मापदंडों को सीधे सेंसर के माध्यम से पता लगाया जा सकता है और इसके अतिरिक्त, यह डिवाइस जल स्तर के सापेक्ष मूल्य का निर्धारण और सेंसर के माध्यम से पानी की खपत का मूल्यांकन भी करेगी।

उपर्युक्त पेपर के माध्यम से लोगों को इस क्षेत्र में जानकारी प्राप्त करने के लिए समय की बचत होगी। पहले पानी के मापदंडों, टीडीएस को उत्पन्न करने के लिए अलग–अलग सेंसर की आवश्यकता होती थी, लेकिन आजकल कागज के माध्यम से, सभी मापदंडों (भौतिक व रासायनिक) को एक साथ ही प्राप्त किया जा सकता है।

(i) भविष्य में सेंसर अंशांकन और मशीन लर्निंग के उपयोग के साथ अधिक पानी की गुणवत्ता के मापदंडों को भी पाया जा सकता है।

(ii) इस पेपर में IoT, AI और ML की नई तकनीकों की अवधारणा का उल्लेख किया जा सकता है।

(iii) इस पेपर के माध्यम से पानी (पीएच, टीडीएस, और चालकता आदि) से संबंधित मापदंडों का अध्ययन तथा शोध सफलतापूर्वक किया जा सकेगा।

तालिका : 2 शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक तकनीकी हिंदी शब्दावली

Adaptive edge analytics	एडाप्टिव एज एनालिटिक्स
Arduino Uno	आरडीनो यूनो
Belief rule based system	बिलीव रूल बेस्ट सिस्टम
Cloud Computing	क्लाउड कंप्यूटिंग
COM 3	कम्युनिकेशन 3 पोर्ट
Conductivity	चालकता
Deep learning	डीप लर्निंग
Distributed network	वितरित नेटवर्क
Double ring resonator	डबल रिंग गुंजायमान
Embedded system	एंबेडेड सिस्टम
ESP8266 Wi-Fi module	ईएसपी8266 वाईफाई मॉड्यूल
Flow sensor	फ्लो सेंसर
IDE (Integrated Development System)	इंटीग्रेटेड डेवलपमेंट एनवायरनमेंट
IOT (Internet of Things)	इंटरनेट ऑफ थिंग्स
Novel design method	उपन्यास डिजाइन विधि

OLED(Organic Light Emitting Diode) display	ऑर्गेनिक लाइट एमीटिंग डायोड डिस्प्ले
Optimization method	अनुकूलन विधि
Oxygen dissolved sensor	ऑक्सीजन डिजॉल्व सेंसर
Quality	गुणवत्ता
RPI Microcontroller	रास्पबेरी पाई माइक्रो कंट्रोलर
TDS (Total dissolved solids)	टोटल डिसोल्वड सॉलिड्स
Testing	परीक्षण
Turbidity	टर्बिडिटी / गंदगी
Water quality monitoring	जल की गुणवत्ता की निगरानी
Wi-fi module nodemcu	वाईफाई मॉड्यूल नोडिमसीयू
USB (Universal Serial Bus) cabel	यूएसबी यूनिवर्सल सर्विस बस केबल

संदर्भ (References)

[1] Chowdury, M., Emran, T., Ghosh, S., Pathak, A., Alam, M., Absar, N., Andersson, K. and Hossain, M. (2019). IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System. Procedia Computer Science, 155, pp.161-168.

[2] Ramesh, M.V., Nibi, K.V., Kurup, A., Mohan, R., Aiswarya, A., Arsha, A. and Sarang, P.R. (2017). Water quality monitoring and waste management using IoT. IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC) (pp. 1-7).

[3] Mohammadi, Sevda, Anupama Vijaya Nadaraja, Deborah J. Roberts, and Mohammad H. Zarifi (2020). "Real-Time And Hazard-Free Water Quality Monitoring Based On Microwave Planar Resonator Sensor". Sensors and Actuators A: Physical 303: 111663. doi:10.1016/j.sna.2019.111663.

[4] Chen, Yiheng, and Dawei Han. (2018). "Water Quality Monitoring In Smart City: A PilotProject". Automation in Construction 89: 307-316. doi:10.1016/j.autcon.2018.02.008.

[5] Koditala, N. and Pandey, P(2018). Water quality monitoring system using IoT and machine learning. International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering (RICE), (pp. 1-5).

[6] Niswar, M., Wainalang, S., Ilham, A.A., Zainuddin, Z., Fujaya, Y., Muslimin, Z., Paundu, A.W., Kashihara, S. and fall, D., (2018), November. IoT-based water quality monitoring system for soft-shell crab farming. IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS) (pp. 6-9).

[7] Jiang, Jiping, Sijie Tang, Dawei Han, Guangtao Fu, Dimitri Solomatine, and Yi Zheng. (2020). "A Comprehensive Review on the Design and Optimization of Surface Water Quality Monitoring Networks". Environmental Modeling & Software 132: 104792. doi:10.1016/j.envsoft.2020.104792.

[8] Kumar, M.V., and K. Samalla. (2019) "Design and Development of Water Quality Monitoring System in Iot". International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) 7 (5S3), 412-418.

[9] S. Kartakis, W. Yu, R. Akhavan, and J.A. McCann,(2016) " Adaptive Edge Analytics for Distributed Networked Control of Water Systems," First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI), Berlin, pp. 72-82, DOI: 10.1109/IoTDI.2015.34.

[10] Madhavireddy, Vennam, and B. Koteswarrao (2018). "Smart Water Quality Monitoring System Using Iot Technology". International Journal of Engineering & Technology 7 (4.36):636.doi:10.14419/ijet.v7i4.36.24214.

[11] Daigavane, V.V., and Gaikwad, M.A. (2017). Water Quality Monitoring System based on IOT. Advances in Wireless and Mobile Communications. ISSN 0973-6972 Volume 10, Number 5 (2017), pp. 1107-1116

[12] Mithila Barabde and Shruti Danve (2015).

Real Time Water Quality Monitoring System. International journal of Innovative Research in Computer and Communication engineering. volume-3, issue-6.

[13] Fawaz Al-Badaii, Mohammad Shuhaimi-Othman, and Muhd Barzani Gasim (2013). July, Water Quality Assessment of the Semenyih River, Selangor, Malaysia. Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry. Volume 2013, Article ID 871056

[14] Taruna Juneja and Alankrita Chaudhary (2013). Assessment of water quality and its effects on the health of residents of Jhunjhunu district, Rajasthan: A cross sectional study. Journal of Public Health and Epidemiology. Vol. 5(4), pp. 186-191. DOI: 10.5897/JPHE12.096

भगवद् गीता से प्रेरित परमाणुविद ओपेनहाइमर

जूलियस रॉबर्ट ओपेनहाइमर (J. Robert Oppenheimer (April 22, 1904 – Feb.18, 1967)) एक सैद्धांतिक भौतिकविद् थे जिन्हें 'एटोमिक बॉम्ब का जनक' भी कहा जाता है। वे द्वितीय विश्वयुद्ध के समय परमाणु बम के निर्माण के लिये आरम्भ की गयी मैनहट्टन परियोजना के वैज्ञानिक निदेशक थे। ओपेनहाइमर ने न्यू मेक्सिको के ट्रिनिटी टेस्ट केंद्र पर 16 जुलाई 1945 को जब सबसे पहले एटोमिक बॉम्ब का विस्फोट देखा तो उन्होंने कहा ,'मुझे हिन्दू शास्त्र भगवद् गीता की वह पंक्ति याद आ रही है जब विष्णु अपना विराट स्वरूप दिखाते हुये अर्जुन को समझा रहे है कि मैं लोकों का नाश करने वाला महाकाल हूँ। और मैं इस समय अधर्म का नाश करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ। ("Now I am become Death, the destroyer of worlds.")

ओपेनहाइमर का यह कथन भगवद् गीता के इस श्लोक की ओर इशारा करता है, जो कहता है –

कालोऽस्मि लोकक्षयकृत्प्रवृद्धो लोकान्समाहर्तुमिह प्रवृत्तः।
ऋतेऽपि त्वां न भविष्यन्ति सर्वे येऽवस्थिताः प्रत्यनीकेषु योधाः।।
भगवद् गीता 11.32।।

भावार्थ – मैं लोकों का नाश करने वाला महाकाल हूं। मैं समस्त लोकों को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूं।

ओपेनहाइमर ने गीता को समझने के लिए संस्कृत की अतिरिक्त शिक्षा ली क्योंकि वह गीता को उसी की भाषा में समझना चाहते थे। उनका जन्म भले ही एक यहूदी परिवार में हुआ था लेकिन भगवद्–गीता के ज्ञान ने उन्हें अपनी ओर आकर्षित कर लिया। ओपेनहाइमर के अनुसार 19वीं शताब्दी में अगर ऐसा कुछ था जो पश्चिम के देश भारत से सीख सकते थे तो यह गीता का अध्ययन था। भारत के महाकव्य महाभारत में ब्रह्मास्त्र का उल्लेख मिलता है जो परमाणु बम के समान ही माना जाता था। उल्लेखनीय रूप से ओपेनहाइमर भी परमाणु के साथ ब्रह्मास्त्र की संभावना पर विश्वास करते थे।

ओपेनहाइमर को गीता पर इतना विश्वास था कि अपने दोस्तों को भी गीता पढ़ने की सलाह देते थे और वे स्वयं गीता की एक प्रति अपने पास रखते थे। फ्रैंकलिन रूज़वेल्ट के दाह संस्कार के दौरान भी उन्होंने गीता के 17वें अध्याय के तीसरे श्लोक को पढ़ा था जिसमें यह लिखा है कि सभी मनुष्योंकी श्रद्धा अन्तःकरण के अनुरूप होती है। मनुष्य श्रद्धामय है। इसलिये जो जैसी श्रद्धावाला है? वही उसका स्वरूप है अर्थात् वही उसकी निष्ठा कृ स्थिति है।

सत्त्वानुरूपा सर्वस्य श्रद्धा भवति भारत।
श्रद्धामयोऽयं पुरुषो यो यच्छ्रद्धः स एव सः।।
भगवद् गीता 17.3।।

भावार्थ : हे भारत ! सभी मनुष्यों की श्रद्धा उनके अन्तःकरण के अनुरूप होती है। यह पुरुष श्रद्धामय है, इसलिए जो पुरुष जैसी श्रद्धावाला है, वह स्वयं भी वही है।।17.3।

ओपेनहाइमर भी महाभारत के अर्जुन की तरह थे जो इतनी बड़ी संख्या में लोगों को नहीं मारना चाहते थे लेकिन युद्ध से नफरत करने वाले व्यक्ति को परिस्थितियों ने परमाणु बम विकसित करने के लिए मजबूर कर दिया था।

ओपेनहाइमर का अमर आत्मा के विचार को न स्वीकार पाना उनके मन में कई सवाल खड़े करता था। उन्हें सदैव यही लगता था कि उनके हाथ उन असंख्य लोगों के रक्त से रंगे है, जो उनके द्वारा निर्मित परमाणु बम से मारे गए थे।