

SMART IRRIGATION AND SOIL COMPONENT TEST

Tushar Bhowmik 10121030

Nafiz Ahmed 10221037

Emonul Hassan 09221034

Abdullah Al Mamun 10321028

Department of Electrical and Electronics Engineering

April 2014



BRAC University, Dhaka, Bangladesh

DECLARATION

We hereby declare that this thesis paper is based on the results which we found in our research and project work that is mentioned in details in this paper. This thesis project has not been previously submitted for any degree.

Signature of supervisor

Date: _____

Signature of Authors

Tushar Bhowmik

Nafiz Ahmed

Emonul Hassan

Abdullah Al Mamun

Date: _____

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to place on record my deep sense of gratitude to Prof. Dr. Md. Khalilur Rhaman, Associate professor of Computer Science & Engineering department, BRAC University, Bangladesh for his generous guidance, help and useful suggestions.

I express my sincere gratitude to Mr. Akter Hossain, Dept. of Mathematics and Natural Science, BRAC University, Bangladesh for his stimulating guidance, continuous encouragement and supervision throughout the course of present work.

I also wish to extend my thanks to Shagufta Gaffar, Dept. of Mathematics and Natural Science, BRAC University, Bangladesh for her helping suggestions and research help to our thesis work.

Abstract

The aim of the projects to make an embedded system which will provide all the necessary information needed for the production of various crops in an efficient way making the whole process automatic, cost effective, eco friendly and attaining all other environmental concern. It will also provide the amount of soil nutrients and following to that measurement, an apps database will help to find out the amount of fertilizer to be used in particular field. A soil moisture sensor with low-cost was modeled, simulated and tested for achieving accurate and reliable measurements. A high-performance ph probe is calibrated with linearity of the ph scale. Accuracy maintained by scaling it with the help of linear regression and curve fitting in MATLAB. Combining all these things the total irrigation system made automated with a time to time state. A device is used to detect the color changes of soil solution (which is found with the help of reagents provided by Mymensingh Agricultural University) through image processing to verify the amount of soil nutrients. The aim is to improve farm productivity and input use efficiency of water and other nutrients needed for the soil. This system presents the design and development of Irrigation controller System built with Arduino controlled board. The system consists of microcontroller, peripherals including RTC, LCD and driver circuit relay to switch on/off a motor. The soil component testing device is built with camera for image processing with on board switching and status display. An android app is optionally built to make the overall system more smart, user friendly and reliable. The whole system will take the agriculture sector of Bangladesh into a new height where the process will be automated as well as cost effective and environment friendly.

TABLE OF CONTENTS

Contents	Page No
Declaration	i
Acknowledgement	ii
Abstract	iii
 Chapter 1: Introduction	 01
A. Literature Review	02
B. Motivation	04
C. Arrangement	05
 Chapter 2: System Overview & Architecture	 06
 Chapter 3: System Implementation	 08
A. Smart Irrigation	
# PH Meter	08
# Air Temperature & Humidity	09
# Soil Moisture sensor	10
# Soil Temperature sensor	11
# Sunlight Intensity	12
# Water Level Detector	13
# Motor Control	13
- Control circuit	13
- Control Algorithm	14

B. Soil Component Testing Device Implementation

# Reagents	15
# Chemical reactions & results	16
# Soil Characteristics	17
# Color Sensor	18
# Interfacing	19
# Detection	20

C. Mobile Android App

# Information & Database	21
# Interfacing	22
# Detection Algorithm	23

Chapter 4: Sensor Calibration	24
--------------------------------------	-----------

Chapter 5: Result Analysis	27
-----------------------------------	-----------

# Smart Irrigation	27
# Soil Component Test	28

Chapter 6: Discussions	30
-------------------------------	-----------

Chapter 7: Conclusion	35
------------------------------	-----------

References	36
-------------------	-----------

Appendices-	38
--------------------	-----------

1. Programming Code	38
2. Practical Pictures	60
3. Schematic	62
4. Soil color intensity chart	64

Chapter-1

Introduction

In Bangladesh, agriculture plays an important role in the development of the country's economy. Since scorching summers threatens our planet every year, our farmers are sometimes unable to cultivate our traditional crops at their suitable seasons. On other hand farmers are wasting water abundantly without proper management. This leads to the scarcity of water at the time of requirement. Dipping irrigation practicing in some part of our country inspired us to do this advanced project. At present farmers are doing the irrigation manually, but in our project it is designed to irrigate automatically. There are some projects on irrigation system existing in some countries like India, China and Thailand. Here in Bangladesh we still don't have any kind of automatic irrigation system so to change the phase we are trying to make the system automatic. We have seen in our neighbor country India that they have used soil moisture sensor only to make watering process automatic but we did the things more smartly with measuring others factor. These factors are related to plant growth like soil temperature, humidity and air temperature and most importantly soil ph. We also measured the sunlight intensity which is needed to determine in which season which crops are good to plant. We thought about supplying water from a fixed or limited reservoir so we used a water level sensor too for detecting the level whether water is available there to supply or not. The whole system is based on arduino which is the latest technology existing in the world till now.

Here in our project we just took the idea of using soil moisture sensor for detecting the water presence in the roots of the plant. Along with that we used hsm-20g for measuring humidity and temperature, yl69 for measuring soil moisture, an analog ph sensor to measure the scale of ph and also an Ldr sensor to measure the sunlight intensity. So our overall system is very helpful to the farmers as they will get all the state instantly.

Well this is not the end we have just integrated the smart irrigation system but there is something more. We have tried to measure the soil components like potash, phosphate, and nitrate. We have detected the quantity of these components in the soil and depending on the results we have given the measurements of fertilizer. We have developed an android app with the database given by Bangladesh Agricultural University and using this app we can easily find how much fertilizer we have to use in a particular field. For doing this we have made an electrical device and after getting the soil solution it is just need to put the test tube in our device box and there you go! Get the measurement of soil component. So the whole project we made to help our agricultural sector.

A. Literature review

We have gone through some article about smart irrigation implemented in other countries and we have seen that apart from other countries in the world only India has emphasized on this issue as they are also give priority to the agriculture.

According to the project done in India^[6] '*Automatic Irrigation System*' written by Shagun Agarwal, Suyash Pandey, Shravan Kumar, Kunal Chaudhery 'I embarked on the design of the Weather Station. We are doing development of low-cost water monitoring system in soil consisting of soil moisture level sensor. For sensing level of soil moisture we have used famous and efficient probes. It is a circuit sensor that can be used to measure soil moisture with an electrical output proportional to the water in soil. And with increase and decrease in soil moisture level in the soil we are controlling it through motor pump which will exact the water in/out when it will sense decrease in soil moisture and vice versa'. From their project we have come to know about the soil moisture sensor but our thinking was little bit different we not only implemented soil moisture sensor but also used some other sensor to get more statistics instantly. We have already discussed what sensors we have used in our system.

According to another project named ‘Krishak- Bandhu – automatic irrigation system’ done by K.SAKTHIKUMARAN, D.SABARISH, S.SYEDHASSAIN, (2013) Sri Eshawr College of Engineering ^[7] ^[8] ^[9] ‘A soil moisture sensor was modeled, simulated and tested for achieving, low-cost, accurate and reliable measurements. This system presents the design and development of Irrigation controller System built using Micro controller. The system consists of water storage tank, fertilizer tank, moisture sensor to measure the moisture level of the soil temperature sensor (thermistor), a control system, LCD display, solenoid valves and driver circuit relay to switch on/off a motor. The sensor, made of two stainless steel nuts and bolts, is embedded in the soil near the plant. It constantly relays the moisture level of the soil to the electronic control system equipped with an LED panel. The blue light on the display panel indicates dry soil. When the blue LED lights up, the control system activates the solenoid valve, opening up water supply through the hose. As the soil becomes wet, the red LED glows and the water supply are cut off by the valve. The control unit can be adjusted for different moisture levels. The important feature of our project is the automatic irrigation system which automatically mixes the organic fertilizer with water and sends it to the agricultural land.’

From their project we have come to know about the soil moisture sensor and also temperature and humidity sensor but our thinking was little bit different. We not only implemented soil moisture sensor but also used some other sensor to get more statistics instantly. We have already discussed what sensors we have used in our system.

For our color testing device we hardly found any research paper as this is a new idea we have implemented. Our honorable supervisor, Md. Khalilur Rhaman had a great influence on this idea and throughout this project we took help from Bangladesh Agricultural University. We have developed an android app with the help of a contributing member in our project from CSE department of BRAC University. So to conclude it can be implied that we tried to make the irrigation process not only automatic but also measuring the other factors related to agriculture and also soil test

of the farming land. This is still now a successful project to the development of automatic and smart system for agriculture in our country.

B. Motivation:

The increasing demand of the food supplies requires a rapid improvement in food production technology. In many countries where agriculture plays an important part in shaping up the economy and the climatic conditions are isotropic, but still we are not able to make full use of agricultural resources. One of the main reasons is the lack of rains & scarcity of land reservoir water. Extraction of water at regular intervals from earth is reducing the water level as a result of which the zones of un-irrigated land are gradually increasing. Also, the unplanned use of water inadvertently results in wastage of water. In an Automated Irrigation System using these sensors, the most significant advantage is that water is supplied only when the moisture in soil goes below a pre-set threshold value. This saves us a lot of water. In recent times, the farmers have been using irrigation technique through the manual control in which the farmers irrigate the land at regular

Intervals by turning the water-pump on/off when required. This process sometimes consumes more water and sometimes the water supply to the land is delayed due to which the crops dry out. Water deficiency deteriorates plants growth before visible wilting occurs. In addition to this slowed growth rate, lighter weight fruit follows water deficiency. This problem can be perfectly rectified if we use Automated Irrigation System in which the irrigation will take place only when there will be intense requirement of water, as suggested by the moisture in the soil. Beside this we have seen the engineers of agriculture office do the soil component test manually which is really time consuming as well as a bit tough work. So we thought about that and made another device which is able to make the test digitally and can say the amount of fertilizer to be used with the help of our developed android app. The whole system is developed only to help the agricultural sector of Bangladesh as still

on these days our economy mostly dependent on this sector. So to help the farmers, agricultural sector and also to help the economical growth, we thought to make an overall system for farming and that was our core motivation to do this work.

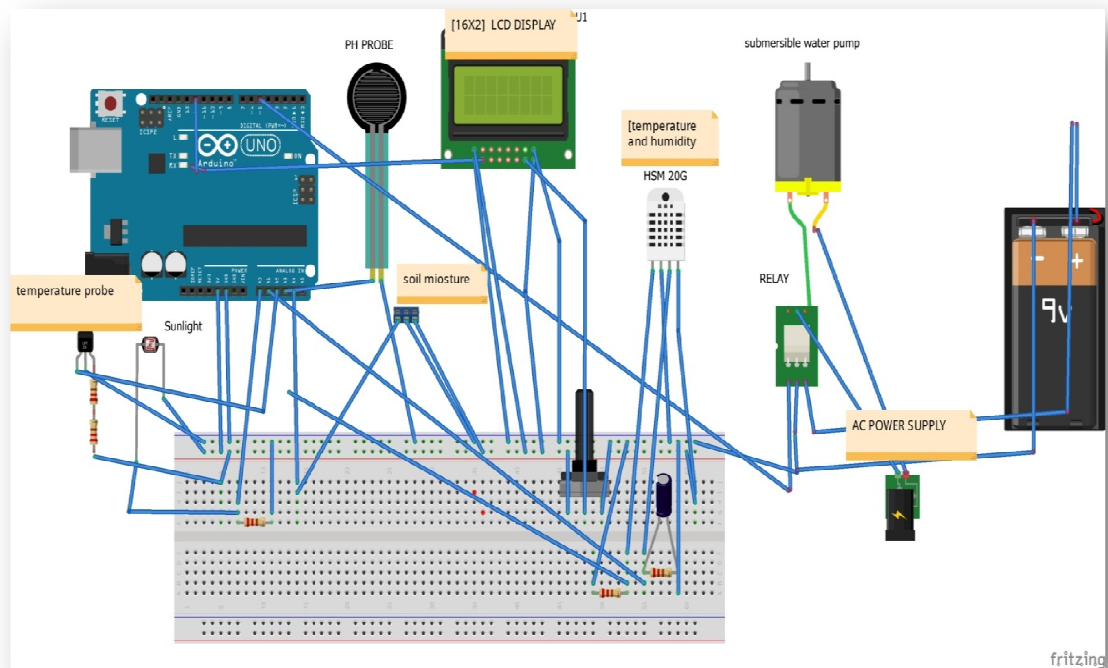
C. Arrangements:

In our agricultural field, the farmers who work hard don't even know about the agriculture scientifically. So called process are still going on and that's the main reason for stepping back in this sector comparing to the world latest technology and their agricultural condition. That is why we tried to develop this system to make the things smarter. We arranged all the sensors and integrated them in our system and they worked perfectly which helped us to fulfill our desire about this project.

Chapter-2

System Overview

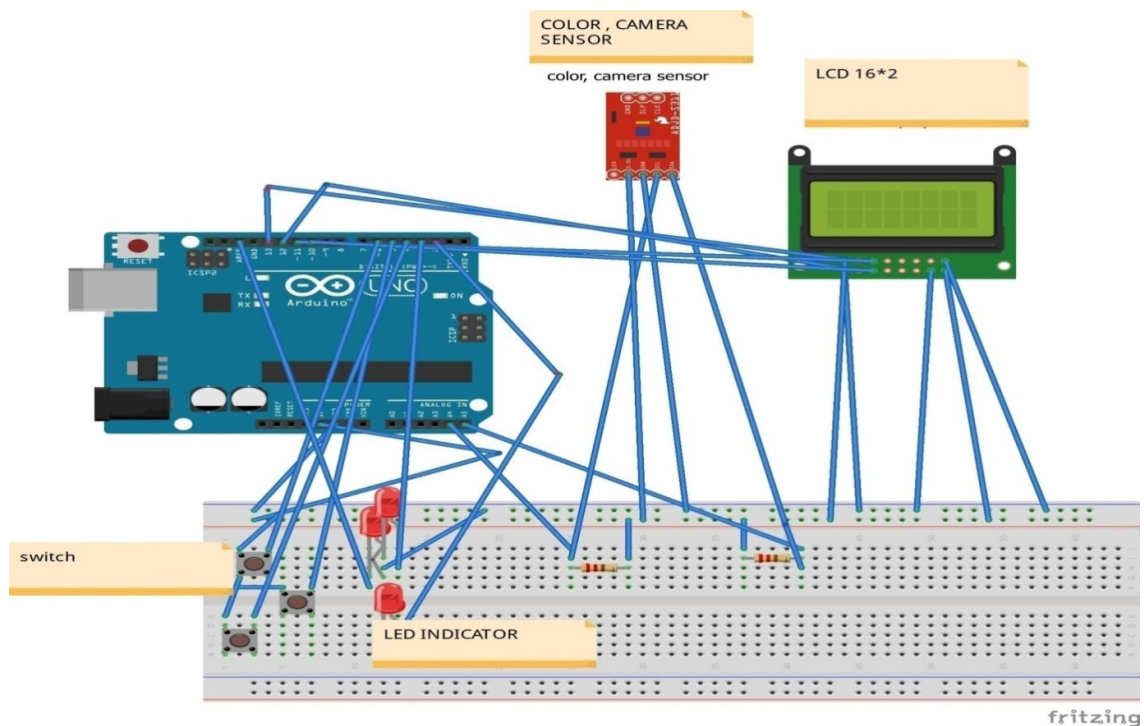
Smart Irrigation System Integration:



This is our whole integrated system for automated irrigation. It is an arduino based system with some important sensor including an ac pump for watering process. From the picture above we can see that there is a ph probe which we integrated and calibrated with 100% accuracy to measure the soil ph. A handmade soil temperature probe is there to determine the soil temperature level and to see the difference between air temperature and soil temperature. To measure the water level in the roots of the plant we have integrated a soil moisture sensor which is able to give output instantly. Based on this output an ac motor will be turned on which is connected through a 12v relay. We have sunlight intensity measuring sensor (ldr) to detect the intensity of sunlight and also have hsm20g humidity

And temperature sensor to measure the air temperature and humidity. These entire sensors are integrated in a board with character LCD display to show the state of all the sensor output instantly within a fraction of second.

Soil Component testing device:



This is the system circuit for color detection device that we made. It is like an innovation we did through our color detection process. Here is a color sensor integrated made by Groove Company using i2c communication. We used a master circuit to make up the color sensor data pull up. There are onboard switches to make the testing process easier for the users. For different tests we used 3 different switches with led indicator. There is a display to show the state or result instantly after pressing any switch. The whole system is made on Arduino which is the latest technology now over the world. This is how made our color detecting device with full proof accuracy and consider the fact of eco friendliness.

Chapter-3

System Implementation

A. Smart Irrigation

We have integrated some useful sensors to make our irrigation system automated as well as to measure the factors that are necessary for the soil and plants in agricultural crop field.

PH Sensor:

Soil pH or soil reaction is an indication of the acidity or alkalinity of soil and is measured in pH units. Soil pH is defined as the negative logarithm of the hydrogen ion concentration. The pH scale goes from 0 to 14 with pH 7 as the neutral point. As the amount of hydrogen ions in the soil increases, the soil pH decreases and become more acidic. From pH 7 to 0 the soil is increasingly more acidic and from pH 7 to 14 the soil is increasingly more alkaline or basic.

Descriptive terms commonly associated with certain ranges in soil pH are: ^[10]

- **Extremely acid:** < than 4.5; lemon=2.5; vinegar=3.0
- **Very strongly acid:** 4.5–5.0; beer=4.5–5.0
- **Strongly acid:** 5.1–5.5; carrots=5.0; asparagus=5.5
- **Moderately acid:** 5.6–6.0; potatoes=5.6
- **Slightly acid:** 6.1–6.5; salmon=6.2; cow's milk=6.5
- **Neutral:** 6.6–7.3; saliva=6.6–7.3; blood=7.3
- **Slightly alkaline:** 7.4–7.8; eggs=7.6–7.8
- **Moderately alkaline:** 7.9–8.4; sea water=8.2;
- **Strongly alkaline:** 8.5–9.0; borax=9.0
- **Very strongly alkaline:** > than 9.1



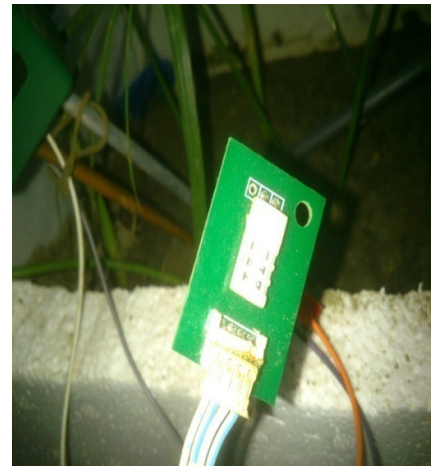
Following this scale we have calibrated our sensor for the measurement of pH in soil. Among some soil factors pH is one of the important

factors. We had an analog ph probe which we made digital and found the best output in our integrated sate display. Our soil ph sensor is able to give the 100% accuracy and we have tested it already for numerous time.

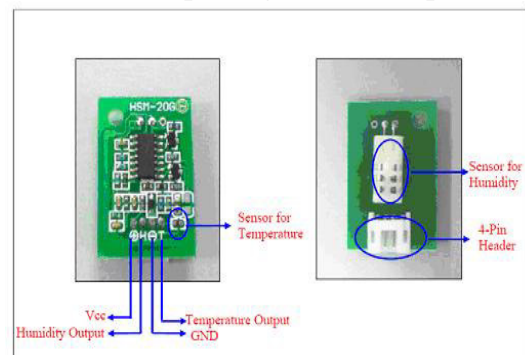
Air Temperature & Humidity Sensor:

As we know all the living plants depend on temperature and humidity of air we have taken this issue into our account. We are concerned about all the factors and following to that we have integrated temperature and humidity sensor which is named HSM- 20G. It is mostly common and low cost sensor in the world.

^[11] Sometimes temperatures are used in connection with day length to manipulate the flowering of plants. Temperatures alone also influence flowering. **Thermo period** refers to daily temperature change. Plants produce maximum growth when exposed to a day temperature that is about 10 to 15°F higher than the night temperature. This allows the plant to photosynthesize (build up) and respire (break down) during an optimum daytime temperature, and to curtail the rate of respiration during a cooler night. High temperatures cause increased respiration, sometimes above the rate of photosynthesis. This means that the products of photosynthesis are being used more rapidly than they are being produced. For growth to occur, photosynthesis must be greater than respiration.



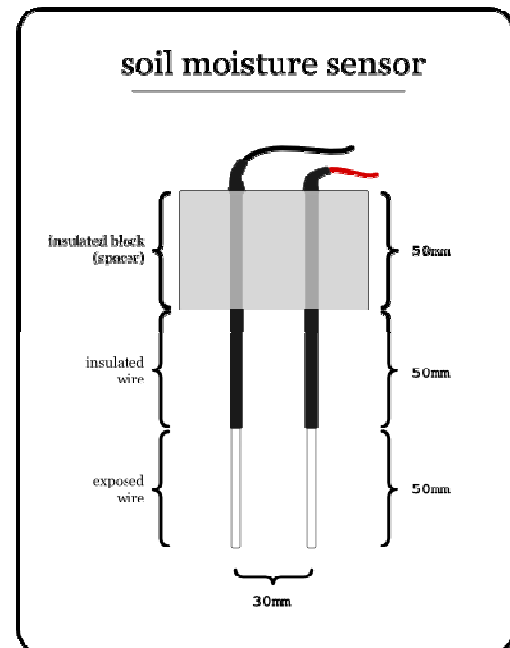
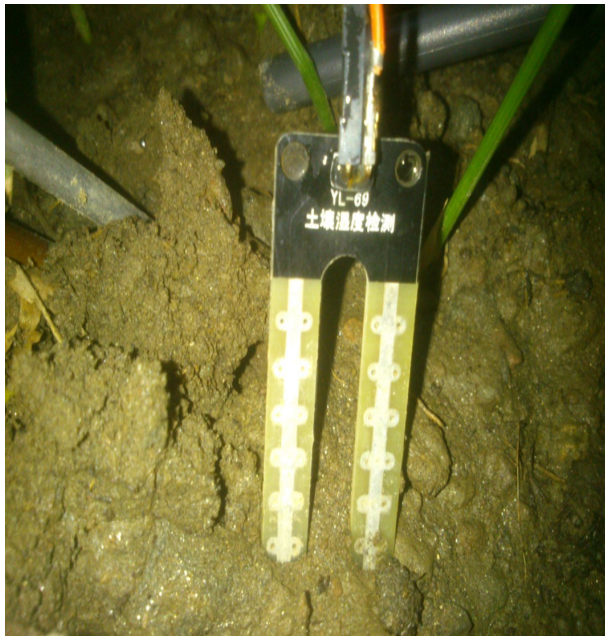
Similarly humidity is also an important factor for soil and plant growth. All plants inhale carbon dioxide through their leaves. This gas is used in photosynthesis. As the plant opens its leaf pores to take in carbon dioxide, some of the moisture in the leaf can escape. Thus the plants sweat water vapor into the air whenever they breathe.



So to have a plant growth of satisfactory level we have measured these two factors by integrating this sensor and got a very reasonable and efficient output. Accuracy was perfect as we compared the output with meteorological websites.

Soil Moisture:

Soil moisture is the measurement of water present in the plant roots. Why this factor is needed to be detected? As we are considering the issue of auto irrigation so we need to have the instant state of water level in the plant roots and our work is done by this soil moisture sensor. This is named YL-69 which is calibrated as per the level of water needed to the crops we grow in our crop field in Bangladesh. We considered 3 levels of water that are plant roots, soil surface and $\frac{1}{2}$ inch above soil surface.



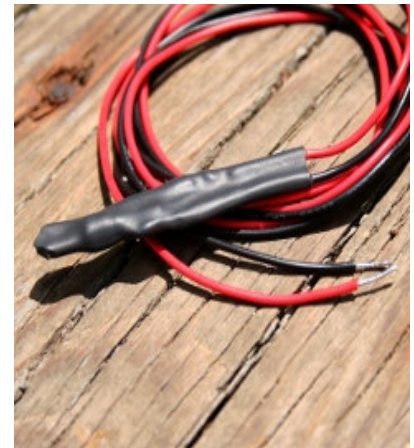
^[12] Soil is considered as the main reservoir of water for the plants. So if we can be able to water the soil instantly when they are dry and unable to supply the nutrients to the plants, it will give best growth rate of plants. Considering this issue we have made this sensor responsive in 3 different levels to detect the level of water and to

have the output for automatic watering process. It will give a signal to the motor we used to water and motor will be instantly on. After that if the water level is satisfactory it will have another signal to make the motor off as early as possible. This will also help to save our water resource as well.

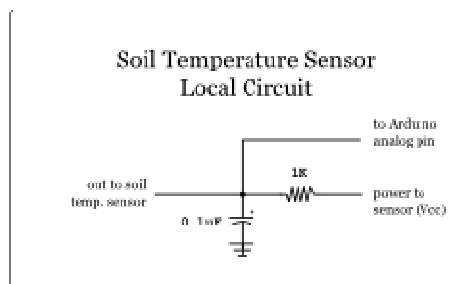
Soil temperature:

We have built a soil temperature sensor. We need a waterproof thermometer that we can put it inside of the soil surface. The sensor is made up of a small circuit enclosed in a piece of heat shrink (to waterproof it).

^[13] The reason to make a soil temp sensor is so that we can use it to offset the simple soil moisture sensor. The reason for this is because soil resistance changes with temperature. So to add another layer of accuracy, we can include a temperature sensor near our moisture sensor. Then we can use the temperature to offset the data from the moisture sensor to help mitigate the false dry reading caused by changes in temperature in the soil inside.



Here's the diagram for the local circuit portion of this module. The circuit is mainly a voltage divider - the soil temperature sensor is one half and



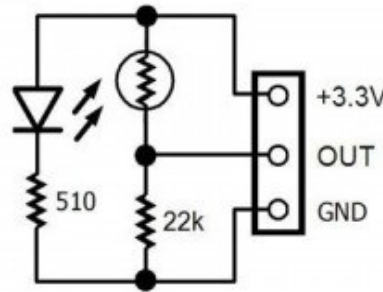
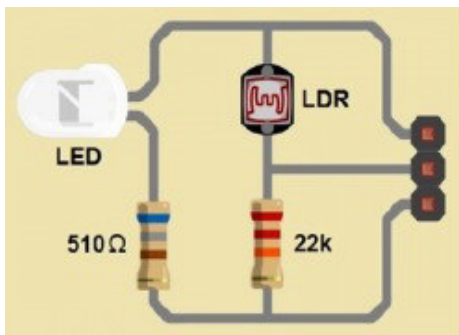
the 1K resistor is the other half. There is also a noise filter - the 0.1uF capacitor going to ground.

Remember that the resistor we are soldering alongside the LM335 is an ADJ (adjustment) resistor. This means that it is there to calibrate the sensor properly. BUT, if resistance changes with temperature, then our adjustment is changing with temperature also.

So to give the support to the soil moisture sensor we have made it and also we have another purpose to make it is to have the difference between the air temperature and soil temperature. We successfully observed that the temperature difference is low and varies very rarely and we realized that the air temperature really have a big factor on soil which we measured through our soil temperature probe.

Sunlight Intensity:

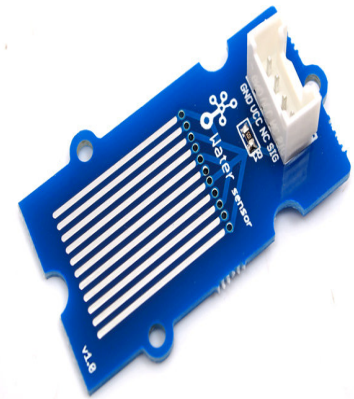
The more sunlight a plant receives, to a degree, the higher the photosynthetic rate will be. However, leaves of plants growing in low light readily sun scorch when moved to a bright location. Over time, as the wax content on a leaf increases, it will become more sun tolerant.



Landscape plants vary in their adaptation to light intensity. Many agricultural texts divide plants into sun, partial sun and shade. However the experienced farmer understands the differences between these seven degrees of sun/shade. But to have accuracy we had calibrated this sensor based on some crops and included to our system.

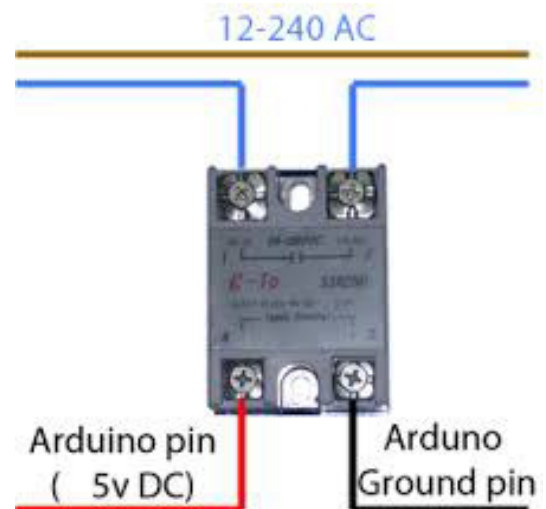
Water Level Detector:

Water level detection sensor made by grove was integrated to indicate the tank or reservoir water level. As we are working on resource saving so water saving is one of the most important issues. We used tank to supply water to our model plant field and to have an automatic indication for knowing about shortage of water we used this sensor. It actually worked more than we expected. This sensor detects the level of water in any reservoir and instantly give signal to the central control that there is shortage of water and then the motor become automatically on to supply water to the reservoir. Thus we made the whole irrigation process automatic.



Motor control:

An ac pump (submergible) is used to make the watering process. We used a 12 v relay to control the pump. Like diagram in the right side we made the circuitry and controlled our motor. Our soil moisture sensor is used to give signal to the control for making the motor on. 220v pump is directly connected to ac power through relay and the relay is connected to arduino to get the signal from soil moisture sensor to decide when the motor should be on or off. This is how we managed the process of irrigation automated.



Control algorithm:

1. Soil moisture sensor is connected to arduino and it will give a signal when the water level in the roots of the plant is very low.
2. After that our program will calculate the water level and will decide is there watering is needed.
3. If water is needed then it will give an indication to the motor driver circuit to turn the motor on.
4. Motor will be turned on until the water is enough in the roots
5. When roots of the plants and soil surface are filled up with water it will give another signal to the controller to turn the motor off.
6. After that the motor will turned off as per indication given.
7. This is how the process will continue and the plants will get the desired level water when needed.

Alongside these integrated motor and sensor we used a fully integrated and automated control circuit which will display all the state we have measured earlier in a 16x2 character lcd display to make it more clear to all. All the above process made irrigation process smart, efficient and eco friendly as well as sustainable.

B. Soil component testing device implementation:

This is another innovation we did is soil component testing device. This is done by a camera sensor with a complex mechanism and it worked very well. How did we do this? Here is the step by step analysis of our work for color detection device.

Reagents:

With the help of Mymensingh agricultural university we have made the things smart and digital what they actually used to do manually. We have collected the necessary reagents from them. Reagents we used are:



1. Morgan solution
2. Potash reagent 1 & 2
3. Nitrate reagent 1 & 2
4. Phosphate reagent 1& 2
5. Distilled water
6. Phosphate solution
7. Phosphate powder reagents
8. Nitrate solution
9. Potash solution

We have collected soils from many areas within Dhaka city and did chemical test to find the component measurement of that soil.

Chemical reaction & results:

- $\text{KNO}_3 > 25 \text{ ppm}$

$$W = CMV$$

$$= 25 \times (101.1/\text{L})$$

$$= 25 \text{ mg/L}$$

$$= 25 \text{ mg}/101.1$$

$$= (0.2473 \text{ mole/L}) \times (0.1 \text{ L})$$

$$= 0.0025 \text{ gm}$$

- $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$> 100 \text{ mL} \times 25 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times V_2$$

$$> V_2 = (200 / 25) \text{ mL}$$

$$V_2 = 4 \text{ mL}$$

We took help from Mr. Akhter hossain & Mrs. Shagufta Gaffar for chemical equations and to know about the soil characteristics. We made soil solution for our manual testing purpose. We came to find some results after testing the soils from different areas. Here is the result table we got after our test.

Places	Phosphate	Nitrate	Potassium
Gulshan	High	Low	High
Banani	High	Mid	High
Agargao	High	Mid	High
BRAC University	Mid	Mid	High
Khilagaon	Mid	Low	Low

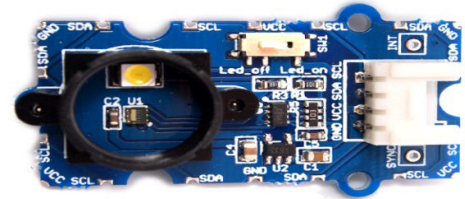
Here these are the tested results from our manual test what the agricultural officer does in their lab. We did it here manually first to verify our smart device data results.

Soil Characteristics:

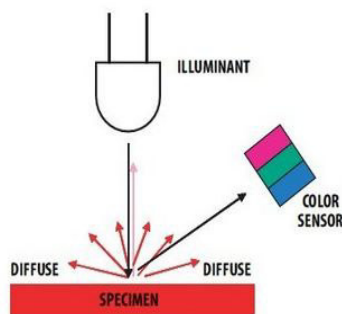
Soil has different nutrients and components inside them and these vary from soil to soil for various places. From above chart we can see that soil from Gulshan has high phosphate but low nitrate where the soil sample from agargao has different measurement. It has high phosphate and medium nitrate unlike gulshan. So this to confirm that soils from different places will not have same characteristics and that is why we made our device to test. After testing we can be sure how much fertilizer one should apply in his land.

Color Sensor:

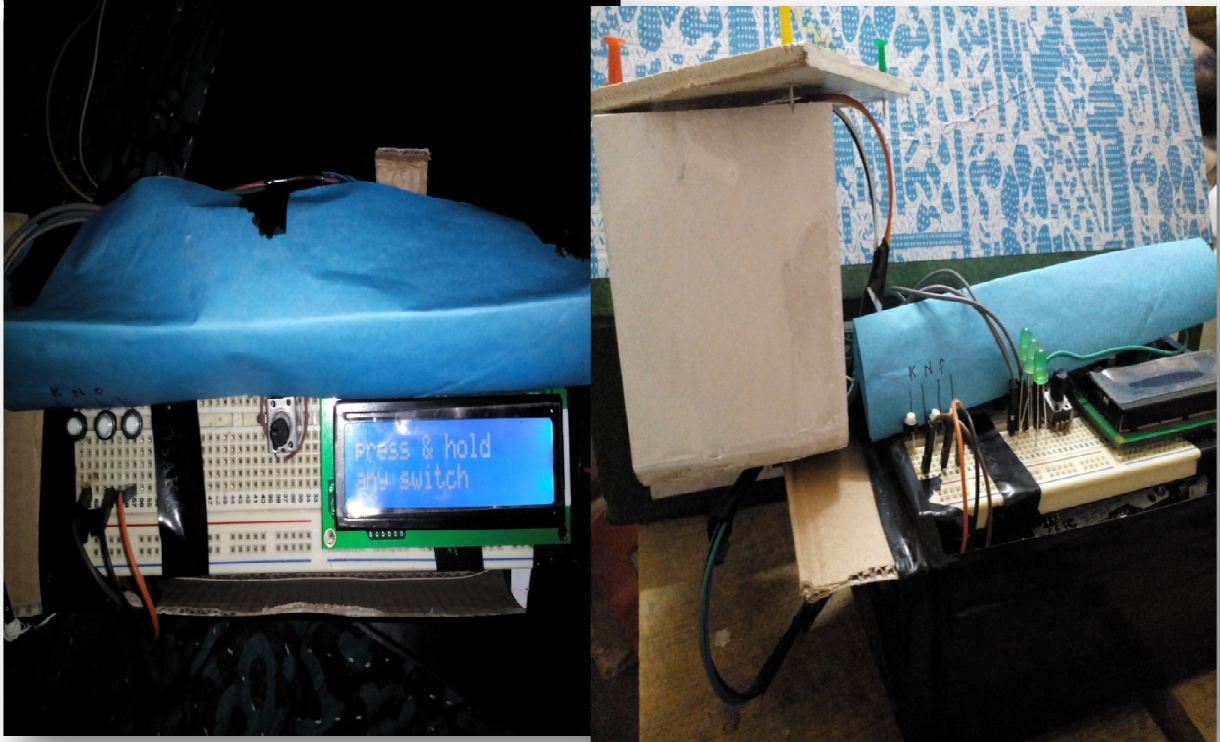
Color sensor we used is collected from grove a renowned company. This module is based on the color sensor TCS3414CS with digital output I2C. Based on the 8*2 array of filtered photodiodes and 16-bit analog-to-digital converters, you can measure the color chromaticity of ambient light or the color of objects. Of the 16 photodiodes, 4 have red filters, 4 have green filters, 4 have blue filters and 4 have no filter (clear). With the synchronization input pin, an external pulsed light source can provide precise synchronous conversion control.



This module can be used to detect the color of light source or the color of objects. When used to detect the color of the light source, the led switch should be turned off, and the light source should shine the sensor directly. When used to detect the color of things, the led should be on and you should put the object on the top of the enclosure closely. The theory of sensing the color of objects is Reflective Sensing Theory. Like the picture below.



Interfacing:



These are the equations used to demonstrate the color from RGB and clear value

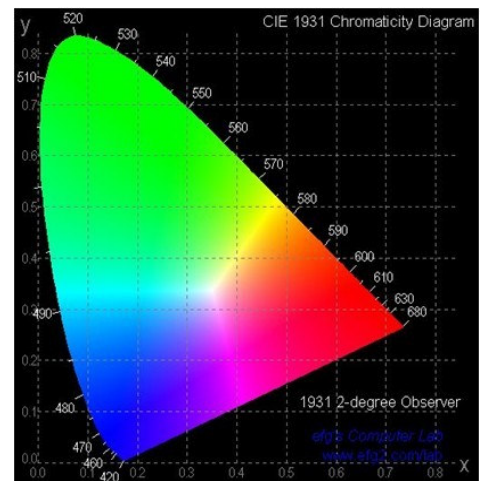
$$X = (-0.14282)(R) + (1.54924)(G) + (-0.95641)(B)$$

$$Y = (-0.32466)(R) + (1.57837)(G) + (-0.73191)(B)$$

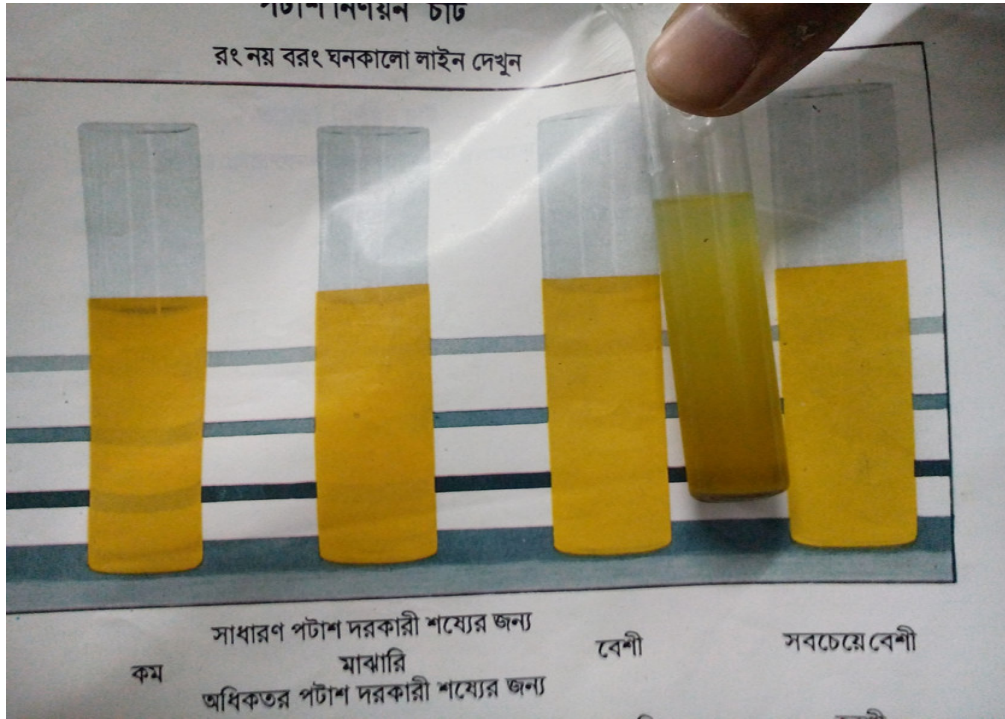
$$Z = (-0.68202)(R) + (0.77073)(G) + (0.56332)(B)$$

$$x = X/(X+Y+Z)$$

$$y = Y/(X+Y+Z)$$



Detection:



We have detected the color intensity from our manual test as well as from our device test. Here is the figure to give a real view of color detection process done by us. There are 3 types of color for 3 type's component test and we made our device in such a manner that detects all the color by the help of on board switching. Our device consists of an LCD display to show instant results of tested soil solution.

C. Mobile Apps

We have our tested results in our hand now, what we have to do now with these found results. This result will give the measurement of fertilizer we have to use in our agricultural field. There is a database to determine how much fertilizer we have to use for how much land depending on the result of soil test. Here is the database:

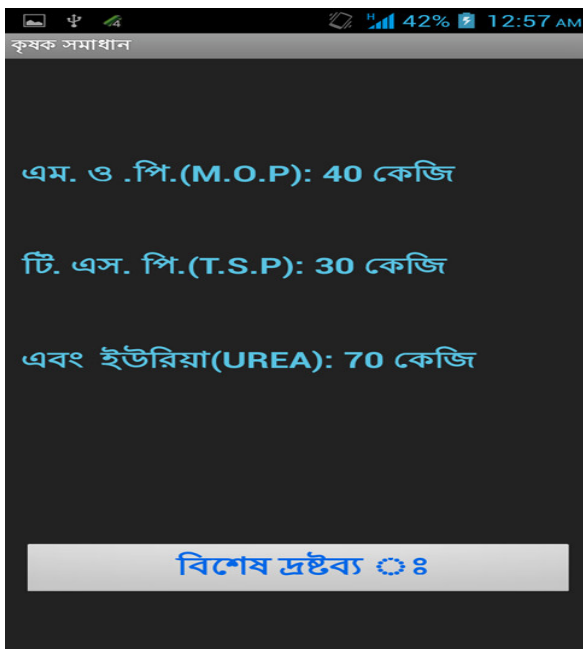
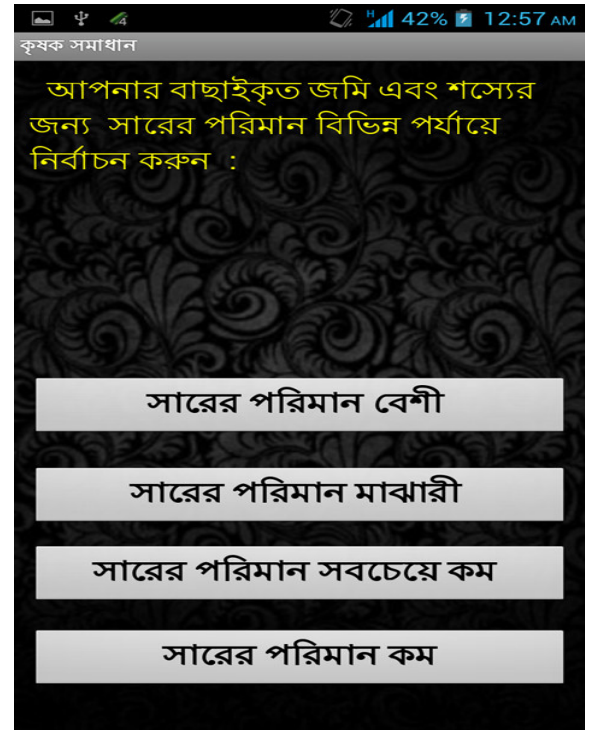
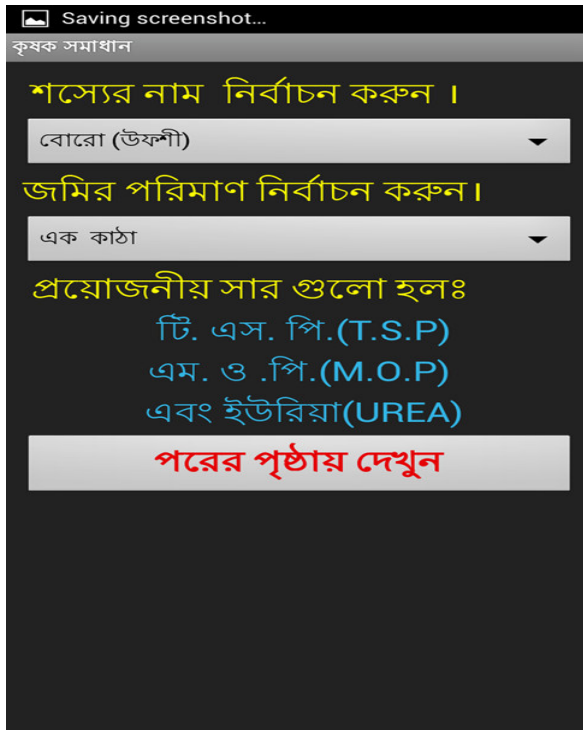
Database:

বাকুবি- সয়েল টেস্টিং কিট দ্বারা মাটি পরীক্ষা করে শস্য বিশেষে
নিম্নহারে সারের সুপারিশ (কেজি/ একর)।

শস্যের নাম	সবচেয়ে কম			কম			মাঝারী			বেশী		
	ইউরিয়া	টিএসপি	এমওপি	ইউরিয়া	টিএসপি	এমওপি	ইউরিয়া	টিএসপি	এমওপি	ইউরিয়া	টিএসপি	এমওপি
বোরো (উফশী)	১৫০	৬০	৮০	১২৩	৪০	৬৪	৭০	৩০	৪০	২৬	১০	১২
বোরো (দেশী)	৭০	২৪	৪০	৫৩	২০	৩২	২৬	১২	২০	১৮	৮	৮
আমন (উফশী)	৮৮	৩২	৪৮	৬৬	২০	৩২	৪৪	১৬	২০	১৮	১০	৮
আমন(দেশী)	৪৪	২০	২৮	৩৫	১৬	২০	২২	১০	১২	১২	৬	৬
গম	১২৩	৭০	৬৪	৮৮	৫১	৪৮	৬২	৩০	২৪	২৬	১০	১২
ভুট্টা (হাইব্রীড)	১৭৬	১০০	১০০	১৩২	৮১	৭২	৮৮	৬১	৩৬	৫৩	৩০	১৬
ভুট্টা (স্থানীয়)	১১৪	৭০	৫৬	৮৮	৫১	৪৮	৫৩	৩০	২৪	১৮	২০	১২
পাট	৬২	৪০	৪০	৪০	৩০	২৪	২২	২০	১৬	১৩	১০	৮
তুলা	১০৬	৬০	৭২	৭০	৪০	৪৮	৪৪	৩০	৩২	২২	২০	১৬
সরিষা	১১৪	৬০	৭২	৮৮	৪০	৪৮	৫৩	৩০	২৪	১৮	১৬	১২
সূর্যমুখী	১০১	৬০	৪৮	৭০	৪০	৩২	৪৪	২০	২৪	২২	১০	৮
চীনাবাদাম	৩৫	৬০	৫৬	২২	৪০	৪০	১৩	২০	২০	৯	১০	১২
সয়াবিন	২২	৬০	৪০	১৩	৪০	২৪	৯	২০	১৬	৮	১০	৮
মসুরী	১৮	৫০	২৪	১৩	৩০	১৬	১০	২০	৮	৮	১০	৪
ছোলা	২২	৬০	২৮	১৮	৪০	২০	১৩	৩০	১২	৯	১৬	৬
মুগবীন	২২	৬০	২৮	১৮	৪০	২০	১৩	৩০	১২	৯	১৬	৪
মাশকলাই	২২	৬০	২৮	১৮	৪০	২০	১৩	৩০	১২	৯	১৬	৪
খেশারী	১৮	২৪	১৬	১৩	১৬	১২	৯	১০	৬	৭	০	০
গোল আলু	১৩২	৬০	১০৪	৮৮	৪০	৬৪	৬২	২৪	৪০	২৬	১২	২৪
মিষ্টি আলু	১১৪	৮০	৭২	৭৯	৬১	৪৮	৪৪	৪০	৩২	২২	২০	১৬
বাধা কপি	১৫৮	১৮০	৪৮	১১৪	১২১	৩২	৮৮	৬১	২০	৩৫	৪০	৮
ফুলকপি	১১৪	১২০	৮৮	৭৯	৮১	৬৪	৫৩	১০১	১৮	২৭	২০	২৪
ব্রকলি	৮৮	৬০	৪৪	৬৬	৪০	২৮	৪৪	২০	১৭	২৬	১০	১২
টমেটো	১১০	৭০	৫৬	৮৮	৫১	৪০	৬২	৩০	২০	২৮	১৬	১২
বেগুন	১১৪	৬০	৬৪	৮৮	৪০	৪৮	৬৬	৩০	৩২	২৬	২০	১৬
ঢেড়স	৮৮	৫০	৪৪	৬২	৩০	২০	৪৪	২০	১২	২২	১০	৬
মুলা	১১৪	৬০	৮০	৮৮	৪০	৫৬	৬২	২০	২৪	২৬	১০	১২
গাজর	১১০	৭০	৭২	৮৮	৫১	৪৮	৬৬	৩০	২৮	২৬	২০	১২
পিয়াজ	৮৮	৮০	৮০	৬২	৬১	৬৪	৪৪	৪০	২৬	২০	১৬	১৬
রসুন	৮৮	১০০	৭২	৬৬	৭১	৫২	৪৪	৪০	৩২	২২	২০	১৬
আদা	১১০	৮০	৮০	৭৯	৬১	৬৪	৬২	৪০	৪০	২৬	২০	২০
মরিচ	৮৮	১২১	৬৪	৬৬	৮১	৪৮	৪৪	৫১	২৪	২২	২০	১২

So to minimize the hard work of finding the amount of fertilizer manually we rather built an android app which will easily take you to the page of measurement of fertilizer with a few clicks.

Interfacing:



Detection Algorithm:

1. The app is based on the results of our device, first page of the app we will have to select the crop type and our desired amount of field.
2. Then we will find the tested result of the soil from that field and so if someone gets the phosphate is high then he will press the button as amount of fertilizer is high.
3. It will take us into a new page which consists of the amount of fertilizer we have to use in that field.
4. This how we made the overall process as smart as possible.

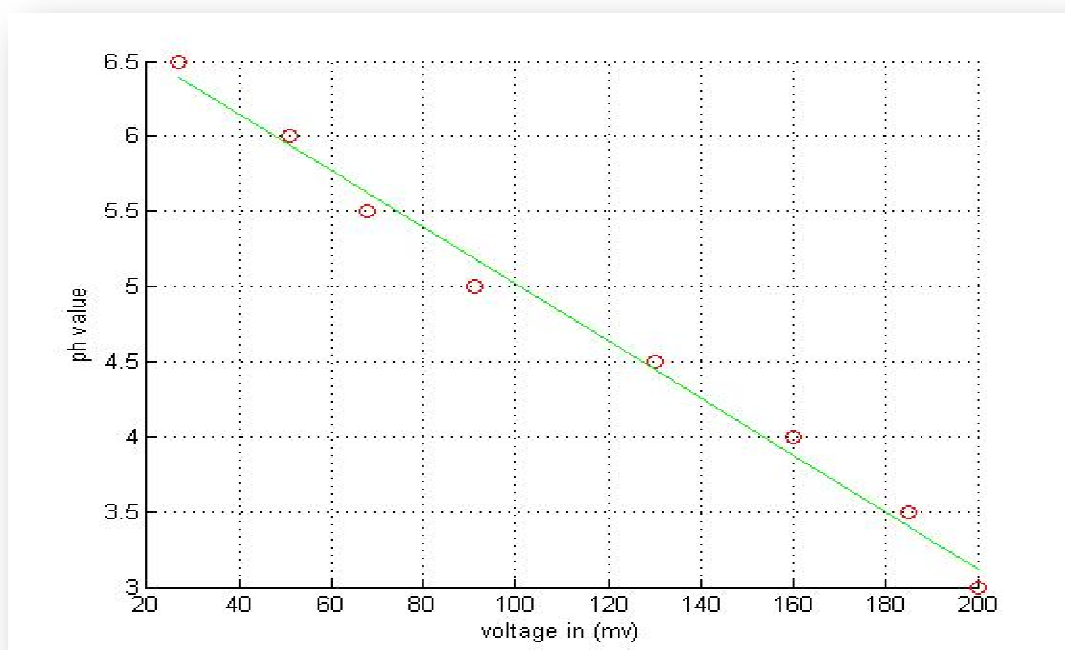
Chapter – 4

Sensor Calibration

Soil moisture sensor (YL-69) has a threshold level where it can detect whether the water is present or not in the roots of the plant as we put the probe in the root level of the plants. We have calibrated this sensor into three level.

- Soil moisture high (0 – 300)
- Soil moisture mid (300 – 700)
- Soil moisture low (700 +)

Our ph sensor is just a probe with a digital meter and it's a low cost product. We have tested the analog data then calibrated the ph sensor digitally by the output we had in mv. We used matlab for doing linear regression and found the linear curve then we have calibrated the sensor using that curve. It was a very challenging work

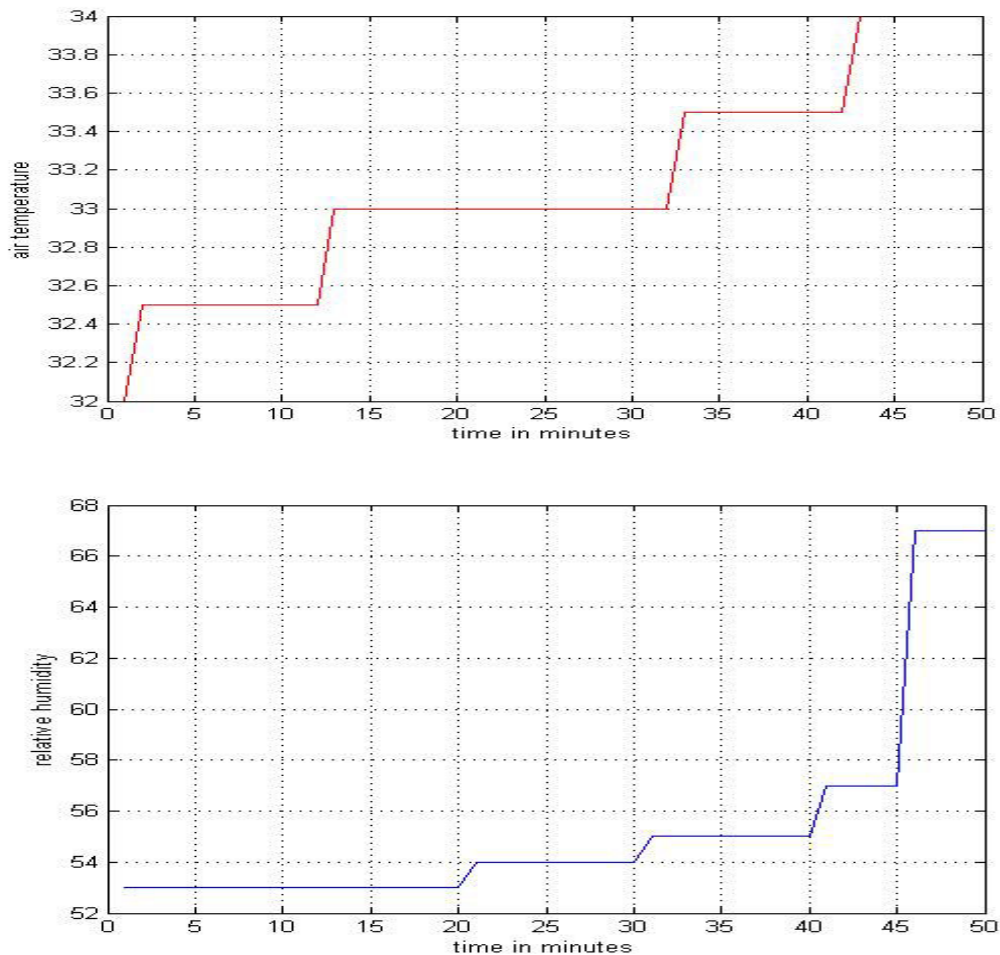


to find the accurate output as it was showing in analog meter in the sensor but we managed well the sensor and made it 100% accurate to measure the ph of soil as well as water.

This is the curve we got in matlab and using this we have calibrated our ph sensor.

Our sunlight sensor can show 5 intensity level (dark, dim, light, bright and very bright). We have calibrated this ldr sensor using the data we have recorded for 1 month using our sensor. We got resistance difference in various light intensity level and based on that data we calculated the average and found out the best calibration.

Our humidity and temperature sensor also calibrated like the sunlight sensor. We also recorded data for 15 days of air temperature and humidity and based on that data we made the calibration. For better understanding we have given some data from our recorded data to show how did we calibrated hsm-20g sensor.

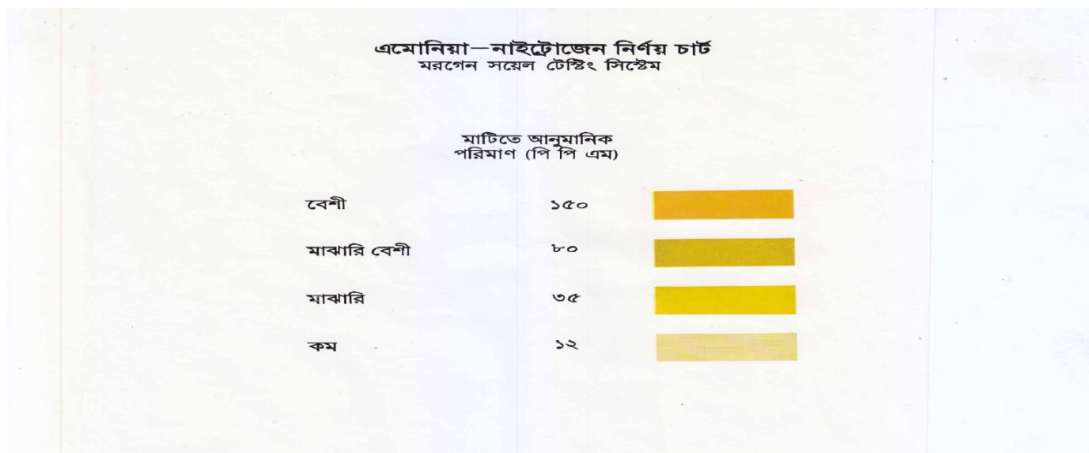


Soil temperature sensor is nothing but a simple LM-35 which is used to measure the soil temperature. As it is not water resistant so we made a handmade probe to make

it able to measure the temperature being under the soil surface. This sensor is calibrated using the same way we have calibrated the sunlight sensor.

Water level detector is a sensor produced by groove. It can detect the presence of water as it becomes conductor when gets touched with the water and gives the output high in arduino. So we used the technique in reverse way as we used it for water shortage detector in the water reservoir. We calibrated it in its reverse characteristics. Thus it worked well and it is able to detect if there is shortage of water in the reservoir and can give a signal to the central system.

At last we have the most wonderful and complex sensor which groove color sensor. It can detect a color usually not the color but an rgb(red, green, blue) value along with a clear value. We used the real solution and took the data of 4 different types of value and calibrated the sensor by using the color chart we got.



This is one of the color charts of our three different color chart for soil component detection. This is showing the color intensity difference found in the test by agricultural university of Bangladesh. We have also tested soil from many place and found different intensity and then recorded the data to calibrate the sensor to do the work of detection.

This is the way we have done our calibration of all the sensors and found the desired accuracy we have thought earlier.

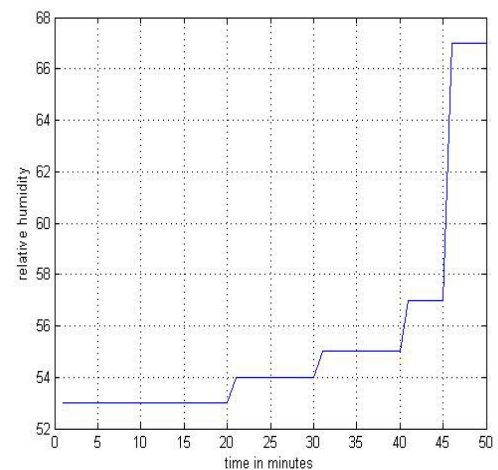
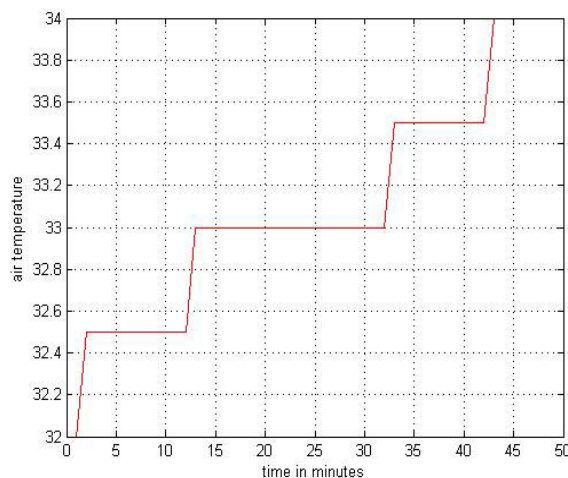
Chapter – 5

Result analysis

This is the most important thing of a system that is analysis of results found in all the test has done. We did lots of test and found the real time data and the analysis part we will show how got the accuracy.

A. Smart Irrigation:

In our smart irrigation system we have integrated 6 sensors and we found that the data we recorded are close to accuracy. We have got the soil ph level 5.8 which is little different from the generally accurate data (5.6). This happened as the soil has different characteristics in different places. We have used sunlight sensor which shown different intensity in different daylight like very bright in mid noon and dark at midnight while dim in the late evening. Our soil moisture sensor worked well and the accuracy should be paid off as it worked and passed signal within a fraction of seconds.



Our ph sensor is the best innovation we can say as it gives the 100% accuracy all the time. We have measured acidic as well as alkalinity of the soil from different place. We got the neutral 7 from distilled water, and used lemon (2.5) to get an acidic value and surprisingly we got all the results correct. Here is the chart for some scaled crops.

Descriptive terms commonly associated with certain ranges in soil pH are:

- **Extremely acid:** < than 4.5; lemon=2.5; vinegar=3.0
- **Very strongly acid:** 4.5–5.0; beer=4.5–5.0
- **Strongly acid:** 5.1–5.5; carrots=5.0; asparagus=5.5
- **Moderately acid:** 5.6–6.0; potatoes=5.6
- **Slightly acid:** 6.1–6.5; salmon=6.2; cow's milk=6.5
- **Neutral:** 6.6–7.3; saliva=6.6–7.3; blood=7.3
- **Slightly alkaline:** 7.4–7.8; eggs=7.6–7.8
- **Moderately alkaline:** 7.9–8.4; sea water=8.2;
- **Strongly alkaline:** 8.5–9.0; borax=9.0
- **Very strongly alkaline:** > than 9.1

B. Soil component test:

Our soil component testing device is a champ to have the accuracy level of 87% in our different test. We have collected soil from different places of Dhaka city and tested them manually to find out the component. We did it in a way like the agricultural officers do in their lab. Then we have tested the same solution of soil with our device and got the best results. For comparing purpose we have tested the soil samples 15 times of 5 places. We have compared both the tested results and found that our device accurately detected 13 times out of 15 tests. Here you go! This will be a great feature for the country to be smart and digital in agriculture sector too. Here we have given the comparison chart to show the results we got.

This is the chart for the manual tested result:

Places	Phosphate	Nitrate	Potassium
Gulshan	High	Low	High
Banani	High	Mid	High
Agargao	High	Mid	High
BRAC University	Mid	Mid	High
Khilagaon	Mid	Low	Low

And this the results we got from our device test:

Places	Phosphate	Nitrate	Potassium
Gulshan	High	High	High
Banani	High	Mid	High
Agargao	High	Mid	Low
BRAC University	Mid	Mid	High
Khilagaon	Mid	Low	Low

Chapter – 6

Discussion

Sensors monitoring is often carried out by our project group to predict, among other things, surface run-off or movement of dissolved solutes and by farm consultants to determine the amount and timing of irrigation required by crops. However, it is rarely feasible to instrument more than a few locations at a time and spatial variability is a major concern when attempting to use a few single point measurements to represent large areas such as a certain field crop.

A promising approach is to incorporate measurements into computer models that simulate, dynamically, the flow of water through the soil and to use these with weather data for predictive purposes. New possibilities for monitoring at the crop, farm and water catchment level are being provided with the emergence of wireless sensor networks allied with the accessibility of the internet and the processing power of computers. Conceivably, even seemingly intractable problems such as accounting for macro-pore flow could be addressed with ‘intelligent’ sensors incorporating ‘machine learning’ algorithms.

We explore and review the value of soil moisture measurements in various areas and zones with a focus on the field and surface scales of the field. This review is motivated by the increasing ability to measure soil moisture with unprecedented spatial and temporal resolution across scales. We highlight and review the state of the art in using soil moisture measurements for estimation of soil hydraulic properties, quantification of water and energy fluxes, and retrieval of spatial and temporal dynamics of soil moisture profiles. We argue for the urgent need to have access to field monitoring sites and databases which our team collect from **MAYMANSING KRISHI UNIVERSITY** that include detailed information about variability of soil nutrient such as sodium, potassium, phosphate etc and parameters, including their upscale, mid scale and down scale values. In addition, improved data assimilation methods are needed to measure the exact color of the above soil nutrient

by our **COLOR SENSOR DEVICE** that fully exploits the information contained in soil moisture data. The development of novel up scaling methods for predicting effective moisture fluxes and disaggregation schemes toward integrating large-scale soil moisture measurements in hydrological models will increase the value of soil moisture measurements. Moreover, we recognize a need to develop strategies that combine hydro geophysical measurement techniques with remote sensing methods.

In general, it seems that soil moisture measurements contain substantial information on soil water processes making them valuable to estimate soil hydraulic properties in an inverse approach at the field or catchment scale. Whether soil moisture measurements alone are sufficient to estimate hydraulic properties depends on the complexity of the soil surface system, the amount of a prior knowledge, the uncertainty associated with the measured boundary conditions, and the number and type of parameters to be estimated. The additional use of energy fluxes to constrain the estimates of effective hydraulic parameters seems promising. At the field scale, energy fluxes can be obtained by micrometeorological measurement techniques or higher resolution measurements of surface temperature. The use of this type of data to estimate field-scale hydraulic properties is largely unexplored.

During our thesis we had faced some problems and overcome that successfully and also we had some challenge to overcome and all the things are done with great manner. The problems we faced and the challenges we had are discussed below.

In our **SMART IRRIGATION SYSTEM** project along with the **COLOR SENSOR DEVICE** we face numerous problems involved with all sensors that we use in our project. A few findings that our team addressed in this project are the importance of the initial soil moisture profile for assimilation of surface soil moisture measurements. Poor initialization is caused by the lack of a priori knowledge of the true soil moisture content or soil properties. [3] Walker et al. [2001a] studied the impact of poor initialization by specifying initially wet conditions for a dry soil. [1] Das and Mohanty [2006] used a uniform initial soil moisture profile equal to 50% of relative saturation. Galantowicz [1999] exchanged the true sandy soil profile by a clay loam profile leading to a poor representation of the initial soil moisture profile.

All these studies showed that this incorrect initialization is corrected by assimilating near surface soil moisture measurements. For example, [3] Walker et al. [2002] showed that the RMSE of the open loop simulations (i.e., runs without assimilation) can be reduced by more than 50%. In addition, several studies reported on the importance of coupled surface and subsurface soil moisture content for retrieving soil moisture profiles from near surface measurements [e.g., Walker et al., 2002; [2] De Lannoy et al., 2007]. For example, Walker et al. [2002] could not retrieve vertical soil moisture profiles because of decoupling. This was explained by a combination of strong surface drying and the specific properties of the soil profile, which consisted of a clay layer overlain by sandy loam.

The following **table** is made our team to provide as a ‘kick-start’ to assist readers with managing the safety aspects of installation - it is not intended to be a comprehensive safety guide or a substitute for personal responsibility.

Moreover, our team observes that the estimation of soil properties, soil moisture data only is often insufficient and additional soil data, such as matric potential, is commonly required. [5] Wilson et al. [2003] used information about the spatial and temporal distribution of soil moisture derived from electromagnetic induction measurements to obtain information on subsurface morphology structures related to fast horizontal subsurface water flow. [4] Results of Famiglietti et al. [2008] indicate that there is an information gap in the very wet and dry range concerning small-scale soil moisture variability (up to 100 m), which needs to be overcome to allow further development and validation of up scaling approaches.

This type of data is essential for validating up scaling theories and catchment-scale models. We anticipate that the establishment of long-term terrestrial observatories that aim at multi-compartmental and multi-scale observation of hydrological processes will help moving these issues forward

As we all know, country in Bangladesh, irrigation is the most important cultural practice and most labor intensive task in daily greenhouse operation. As water resources become limited due to competition from residential and industrial uses, it

is becoming even more important to increase plant production water usage efficiency. How to improve irrigation efficiency for greenhouse production is an **important and significant challenge** for our team to implement our **whole project** including **color sensor device** and **app** which is *KRISHAK SAMADHAN* in trustworthy and easy manner mainly for the farmers. Keeping a watchful eye on plants to ensure they receive sufficient water on time is important. Prevention of overwatering is another aspect that can improve water usage efficiency and pest prevention. For example, a recent study reported that larvae of shore fly can be reduced if the soil moisture level is maintained around 30 percent. A similar approach can also reduce root zone diseases such as Pythium. Growing on the drier side without stressing plants is an important part of integrated pest management. Delivering water to plants automatically at the right time and right amount is a key to effective and efficient irrigation.

In general, root water uptake models try to predict where water is taken up by plants and under what conditions this uptake is reduced by soil water shortage or soil salinity. Although soil moisture is directly affected by root water uptake, it must not be considered as a driving factor. Water flow toward and within the root system is driven by water potential gradients and is therefore determined by the resistances in the soil-root system. This resistance to flow depends on the resistance of the different water flow paths in the soil-plant continuum, which include flow in the soil, flow across the soil-root interface and flow within the root. The root length density determines the length scale of the flow path in the soil. Often, flow in the soil is the most resistive part. The moisture content changes in time and space may be used to estimate the root water uptake and the root length density using inverse modeling.

All the process started by the installation of all sensors in our project along with the **color sensor device** and integration among themselves involves activities such as digging and the transport of materials and equipment and also damage of sensors. Our teams are encouraged to consider the hazards involved and to take measures to minimize all kind of risks in collaboration of our team competence.

Finally we say that measuring soil moisture is important in agriculture to help farmers manage their irrigation systems more efficiently. Not only are farmers able to generally use less water to grow a crop, they are able to increase yields and the quality of the crop by better management of soil moisture during critical plant growth stages. Apply irrigation water at the right time and in the right amount for consistently high yields. Excessive water application reduces yields by carrying nitrates below depths of root penetration, and by displacing soil air for too long, causing a lack of oxygen to the roots. Water shortage also reduces yields. Check soil moisture to determine when to irrigate and how much water to apply. Besides agriculture, there are many other disciplines using soil moisture sensors. Golf courses are now using sensors to increase the efficiencies of their irrigation systems to prevent over watering and leaching of fertilizers and other chemicals offsite.

Chapter – 7

Conclusion

By executing the proposed system along with the **COLOR SENSOR DEVICE** there are diverse benefits for the government and the farmers of our country. For the government a solution for energy crisis is proposed. By using the automatic irrigation system it optimizes the consumption of water by reducing wastage and reduces the human intercession for farmers. In addition to the water conservation benefits of soil moisture sensor-based watering, this smart watering methodology is useful for sports fields and other high use areas such as parks and school grounds where irrigation must be managed according to a stringent schedule.

Besides, in this wireless communication era, mobile phones have become a necessity in the common man's life. Moreover, being capable of making calls and sending messages, the latest advancements in mobile phones facilitate them to connect to the internet also. With these capabilities, there has been a significant use of mobile phones in many areas of automation. One such area where mobile phone can help the poor farmers with the automation is irrigation process. Furthermore, the proposed system gives the poor Bangladeshi farmers an option to ease their work of irrigation with the help of already available technology of cell phones through **KRISHAK SAMADHAN** app. By using this app, farmers activate the system through the cell phone at the field. This can greatly save their time needed to travel to the fields in order to switch on and off the motor. Also the system has the option including the moisture sensor to sense the level of water and automatically switch on and off the motor through mechanical relay.

In conclusion, this report provides tools for irrigation system inspection and determination of system run times to meet landscape water use. The use of these appliances in combination with the **COLOR SENSOR DEVICE** and the judgment of the irrigation manager will provide a best irrigation management program.

References

1. Das, N. N., and B. P. Mohanty (2006), Root zone soil moisture assessment using remote sensing and vadose zone modeling, *Vadose Zone J.*, 5, 296– 307, doi:10.2136/vzj2005.0033
2. De Lannoy, G. J. M., N. E. C. Verhoest, P. R. Houser, T. J. Gish, and M. Van Meirvenne (2006), Spatial and temporal characteristics of soil moisture in an intensively monitored agricultural field (OPE3), *J. Hydrol.*, 331, 719– 730, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.06.016.
3. Walker, J. P., G. R. Willgoose, and J. D. Kalma (2002), Three-dimensional soil moisture profile retrieval by assimilation of near-surface measurements: Simplified Kalman filter covariance forecasting and field application, *Water Resour. Res.*, 38(12), 1301, doi:10.1029/2002WR0015
4. Famiglietti, J. S., D. Ryu, A. A. Berg, M. Rodell, and T. J. Jackson (2008), Field observations of soil moisture variability across scales, *Water Resour. Res.*, 44, W01423, doi:10.1029/2006WR005804.
5. Wilson, D. J., A. W. Western, and R. B. Grayson (2005), A terrain and databased method for generating the spatial distribution of soil moisture, *Adv. Water Resour.*, 28, 43–54, doi:10.1016/j.advwatres.2004.09.007.
6. Shagun Agarwal, Suyash Pandey, Shravan Kumar, Kunal Chaudhery, (2013), volume-1 (92-95), *International Journal of Advance Research and Innovation, Automatic Irrigation System.*

7. Krishak- Bandhu – automatic irrigation system’ done by K.SAKTHIKUMARAN, D.SABARISH, S.SYEDHASSAIN, (2013) Sri Eshawr College of Engineering.
8. Irrigation Engineering Principles”, version 2 CE IIT, kharagpur.
9. D. wobschall, “A Frequency Shift Dielectric Soil Moisture Sensor, IEEE Geoscience electronics.
10. Website: <http://www.esf.edu/pubprog/brochure/soilph/soilph.html> [last accessed: april 22,2014, 09:16]
11. Website: <http://members.optusnet.com.au/bdobson> [last accessed: april 22,2014, 09:40]
12. Website: <http://www.agriinfo.in/?page=topic&superid=4&topicid=274> [last accessed: april 23,2014, 18:54]
13. Website: <http://agriinfo.in/?page=topic&superid=1&topicid=396> [last accessed: april 23,2014, 19:36]

Appendices

1. Programming Code:

Color Test code:

```
#include <LiquidCrystal.h>

#include <Wire.h>

#include <math.h>

#define COLOR_SENSOR_ADDR 0x39//the I2C address for the color sensor

#define REG_CTL 0x80

#define REG_TIMING 0x81

#define REG_INT 0x82

#define REG_INT_SOURCE 0x83

#define REG_ID 0x84

#define REG_GAIN 0x87

#define REG_LOW_THRESH_LOW_BYTE 0x88

#define REG_LOW_THRESH_HIGH_BYTE 0x89

#define REG_HIGH_THRESH_LOW_BYTE 0x8A

#define REG_HIGH_THRESH_HIGH_BYTE 0x8B

#define REG_BLOCK_READ 0xCF

#define REG_GREEN_LOW 0xD0

#define REG_GREEN_HIGH 0xD1

#define REG_RED_LOW 0xD2
```

```

#define REG_RED_HIGH 0xD3

#define REG_BLUE_LOW 0xD4

#define REG_BLUE_HIGH 0xD5

#define REG_CLEAR_LOW 0xD6

#define REG_CLEAR_HIGH 0xD7

#define CTL_DAT_INITIATE 0x03

#define CLR_INT 0xE0

//Timing Register

#define SYNC_EDGE 0x40

#define INTEG_MODE_FREE 0x00

#define INTEG_MODE_MANUAL 0x10

#define INTEG_MODE_SYN_SINGLE 0x20

#define INTEG_MODE_SYN_MULTI 0x30


#define INTEG_PARAM_PULSE_COUNT1 0x00

#define INTEG_PARAM_PULSE_COUNT2 0x01

#define INTEG_PARAM_PULSE_COUNT4 0x02

#define INTEG_PARAM_PULSE_COUNT8 0x03

//Interrupt Control Register

#define INTR_STOP 40

#define INTR_DISABLE 0x00

#define INTR_LEVEL 0x10

#define INTR_PERSIST_EVERY 0x00

#define INTR_PERSIST_SINGLE 0x01

//Interrupt Souce Register

```

#define INT_SOURCE_GREEN 0x00

#define INT_SOURCE_RED 0x01

#define INT_SOURCE_BLUE 0x10

#define INT_SOURCE_CLEAR 0x03

//Gain Register

#define GAIN_1 0x00

#define GAIN_4 0x10

#define GAIN_16 0x20

#define GAIN_64 0x30

#define PRESCALER_1 0x00

#define PRESCALER_2 0x01

#define PRESCALER_4 0x02

#define PRESCALER_8 0x03

#define PRESCALER_16 0x04

#define PRESCALER_32 0x05

#define PRESCALER_64 0x06

int readingdata[20];

int i,green,red,blue,clr,ctl;

int buttonInput = 2;

int lightOutput = 13;

int buttonState = 0;

int buttonInput1 = 3;

int lightOutput1 = 6;

int buttonState1 = 0;

```
int buttonInput2 = 4;

int lightOutput2= 5;

int buttonState2 = 0;

LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);
```

```
double X,Y,Z,x,y,z;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
    lcd.begin(16, 2);
```

```
    lcd.setCursor(0,0);
```

```
    lcd.print("BRAC UNIVERSITY");
```

```
    lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("SOIL TEST");
```

```
    delay(2000);
```

```
    lcd.clear();
```

```
pinMode(lightOutput, OUTPUT);
```

```

    pinMode(buttonInput, INPUT);

    digitalWrite(buttonInput, HIGH);

    pinMode(lightOutput1, OUTPUT);

    pinMode(buttonInput1, INPUT);

    digitalWrite(buttonInput1, HIGH);


    pinMode(lightOutput2, OUTPUT);

    pinMode(buttonInput2, INPUT);

    digitalWrite(buttonInput2, HIGH);


    Serial.begin(9600);

    Wire.begin(); // join i2c bus (address optional for master)
}

void loop()
{
    setTimingReg(INTEG_MODE_FREE); //Set trigger mode. Including free mode, manually
mode, single synchronizition mode or so.

    setInterruptSourceReg(INT_SOURCE_GREEN); //Set interrupt source

    setInterruptControlReg(INTR_LEVEL\INTR_PERSIST_EVERY); //Set interrupt mode

    setGain(GAIN_1\PRESCALER_4); //Set gain value and prescaler value

```

```

    setEnableADC();//Start ADC of the color sensor

    while(1)

    {

        readRGB();

        calculateCoordinate();

        delay(1000);

        clearInterrupt();

    }

}

/*****/

void setTimingReg(int x)

{

    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_TIMING);

    Wire.write(x);

    Wire.endTransmission();

    delay(100);

}

void setInterruptSourceReg(int x)

{

    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_INT_SOURCE);

    Wire.write(x);

    Wire.endTransmission();

    delay(100);

```

```

}

void setInterruptControlReg(int x)
{
    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_INT);

    Wire.write(x);

    Wire.endTransmission();

    delay(100);
}

void setGain(int x)
{
    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_GAIN);

    Wire.write(x);

    Wire.endTransmission();
}

void setEnableADC()
{
    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_CTL);

    Wire.write(CTL_DAT_INITIATE);

    Wire.endTransmission();

    delay(100);
}

```

```

void clearInterrupt()
{
    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(CLR_INT);

    Wire.endTransmission();
}

void readRGB()
{
    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.write(REG_BLOCK_READ);

    Wire.endTransmission();


    Wire.beginTransmission(COLOR_SENSOR_ADDR);

    Wire.requestFrom(COLOR_SENSOR_ADDR,8);

    delay(500);

    if(8<= Wire.available()) // if two bytes were received
    {
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            readingdata[i]=Wire.read();

            //Serial.println(readingdata[i],BIN);
        }
    }

    green=readingdata[1]*256+readingdata[0];

    red=readingdata[3]*256+readingdata[2];

```



```

    blue=readingdata[5]*256+readingdata[4];

    clr=readingdata[7]*256+readingdata[6];

    //Serial.println("The RGB value and Clear channel value are");

    //Serial.println(red,DEC);

    //Serial.println(green,DEC);

    //Serial.println(blue,DEC);

    //Serial.println(clr,DEC);

}

void calculateCoordinate()
{
    X=(-0.14282)*red+(1.54924)*green+(-0.95641)*blue;

    Y=(-0.32466)*red+(1.57837)*green+(-0.73191)*blue;

    Z=(-0.68202)*red+(0.77073)*green+(0.56332)*blue;

    x=X/(X+Y+Z);

    y=Y/(X+Y+Z);

    if((X>0)&&(Y>0)&&(Z>0))
    {

        // Serial.println("The x,y value is");

        //Serial.print("(");

        //Serial.print(x,2);

        //Serial.print(" , ");

        // Serial.print(y,2);

        //Serial.println(")");

        //Serial.println("Please reference the figure(Chromaticity Diagram) in the wiki ");

        //Serial.println("so as to get the recommended color.");
    }
}

```

```

    }

    else{

        //Serial.println("Error,the value overflow");

    }

    buttonState = digitalRead(buttonInput);

    if (buttonState == LOW)

    {

        digitalWrite(lightOutput, HIGH);

        if(green>=500 && green<=2824){

            lcd.setCursor(0, 0);

            lcd.print("soil phosphate");

            lcd.setCursor(0, 2);


            lcd.print("HIGH");

            delay(60000);

            lcd.clear();

        }


        else if(green>2848 && green<=3848)

        {

            lcd.setCursor(0, 0);

            lcd.print("soil phosphate");

            lcd.setCursor(0, 2);


            lcd.print("MID");

```

```

    delay(60000);

    lcd.clear();
}

else if(green>3848 && green<5384)

{

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("soil phosphate");

    lcd.setCursor(0, 2);


    lcd.print("LOW");

    delay(60000);

    lcd.clear();

}

else if(green>5384){

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("soil phosphate");

    lcd.setCursor(0, 2);


    lcd.print("VERY LOW");

    delay(60000);

    lcd.clear();

}

}

```

```

    if (buttonState == HIGH) {

        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.print("press & hold ");

        lcd.setCursor(0, 2);

        lcd.print("any switch");

        delay(500);

        lcd.clear();

        digitalWrite(lightOutput, LOW);

    }

    buttonState1 = digitalRead(buttonInput1);

    if (buttonState1 == LOW)

    {

        digitalWrite(lightOutput1, HIGH);

        if(blue>=100 && blue<=2048){

            lcd.setCursor(0, 0);

            lcd.print("soil nitrate");

            lcd.setCursor(0, 2);

            lcd.print("HIGH");

            delay(60000);

            lcd.clear();

```

```

}

else if(blue>2048 && blue<=2304)
{
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("soil nitrate");
  lcd.setCursor(0, 2);

  lcd.print("MEDIUM");
  delay(60000);
  lcd.clear();
}

else if(blue>2304){
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("soil nitrate");
  lcd.setCursor(0, 2);

  lcd.print("LOW");
  delay(60000);
  lcd.clear();
}

}

else {

```

```

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("press & hold ");

    lcd.setCursor(0, 2);

    lcd.print("any switch");

    delay(500);

    lcd.clear();


    digitalWrite(lightOutput1, LOW);


}

buttonState2 = digitalRead(buttonInput2);

if (buttonState2 == LOW)

{

    digitalWrite(lightOutput2, HIGH);

    if(red>=400 && red<=1280){

        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.print("soil potash");

        lcd.setCursor(0, 2);


        lcd.print("HIGH");

        delay(60000);

    }

    else if(red>1280){

```

```
lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("soil potash");

lcd.setCursor(0, 2);


lcd.print("LOW");

delay(60000);

lcd.clear();


}

}

else {

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("press & hold ");

    lcd.setCursor(0, 2);

    lcd.print("any switch");

    delay(500);

    lcd.clear();


    digitalWrite(lightOutput2, LOW);


}

}
```

Smart Irrigation test:

```
#include <LiquidCrystal.h>

const byte psum=10;

int phPin=3;

int tempPin = 5;


unsigned int sensorValue5 = 0;

const int ledPin = 2;

int photocellPin = 0;

int photocellReading;


const byte nsum=10;


int humidityPin=1;

int Thgm20Pin=2;

unsigned int sensorValue2 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
unsigned int sensorValue3 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
int buttonApin = 5;


//      BS  E  D4 D5  D6 D7
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);


void setup()

{

  pinMode(buttonApin, INPUT_PULLUP);

  lcd.begin(16, 2);

  lcd.setCursor(0,0);
```



```
lcd.print("BRAC UNIVERSITY");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("SMART IRRIGATION");
```

```
delay(2000);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  for (byte i=0;i<nsum;i++)
```

```
  {
```

```
    sensorValue2 += analogRead(humidityPin);
```

```
    sensorValue3 += analogRead(Thgm20Pin);
```

```
  }
```

```
  int sensorValue2Avg=sensorValue2/nsum;
```

```
  float RH= 0.1515*sensorValue2Avg-12.0;
```

```
  int sensorValue3Avg=sensorValue3/nsum;
```

```
  float Vt=(float) sensorValue3Avg*5.0/1023.0;
```

```
  float R=(5.0-Vt)*10.0/Vt;
```

```
  float TinC=281.583*pow(1.0230,(1.0/R))*pow(R,-0.1227)-150.6614;
```

```
  float TinF=TinC*(9.0/5.0)+32;
```

```
  // Serial.print(RH,0);
```

```
  //erial.println(" %RH");
```

```
  //Serial.print(TinC,1);
```

```
  //Serial.println(" deg C");
```

```
  //Serial.print(TinF,1);
```

```

//Serial.println(" deg F");

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(TinC);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
lcd.print(TinF);
lcd.print("F");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Humidity:");
lcd.print(RH);
lcd.print("%");

// Display Light on second row
// int lightReading = analogRead(lightPin);
//lcd.setCursor(0, 1);
// -----
// //lcd.print("Light      ");
//lcd.setCursor(6, 1);
//lcd.print(lightReading);
delay(2000);

sensorValue2=0;
sensorValue3=0;

lcd.clear();
delay(1000);
if(analogRead(4)<300){
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    //digitalWrite(tushar, LOW);

```

```

    delay(6000);

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Soil Moist High");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Motor Off");

}

if(analogRead(4)>300 && analogRead(4)<700){
    //digitalWrite(tushar, HIGH);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    delay(6000);

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Soil Moist Mid");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Motor On");
}

if(analogRead(4)>700){
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delay(6000);
    //digitalWrite(tushar, LOW);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Soil Moist Low");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Motor On");
}

delay(2000);
lcd.clear();
delay(1000);

```

```

{
    photocellReading = analogRead(photocellPin);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("light intensity:");
    lcd.setCursor(0,2);

    lcd.print(photocellReading); // the raw analog reading
    // We'll have a few thresholds, qualitatively determined
    if (photocellReading < 10) {

        lcd.print(" Dark");
    }

    else if (photocellReading < 200) {
        lcd.print(" Dim");
    } else if (photocellReading < 500) {
        lcd.print(" Light");
    } else if (photocellReading < 800) {
        lcd.print(" Bright");
    } else {
        lcd.print(" Very bright");
    }
    delay(2000);
    lcd.clear();
    delay(500);
}

int tempReading = analogRead(tempPin);
float tempVolts = tempReading * 5.0 / 1024.0;

```

```

float tempC = (tempVolts - 0.5) * 100.0;
float tempF = tempC * 9.0 / 5.0 + 32.0;

for (byte j=0;j<psum;j++)
{
    sensorValue5 += analogRead(phPin);
}

int sensorValue5Avg=sensorValue5/psum;
Serial.println(sensorValue5Avg);

float PH= ((-0.0189)*((sensorValue5Avg/102.4)*500))+6.9087;
lcd.print(" PH");
lcd.print(PH);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("soiltemp:");
lcd.print(TinC-2);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C/");

    sensorValue5=0;
delay(2000);
lcd.clear();

delay(500);
if (digitalRead(buttonApin) == LOW){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Enough water");
    lcd.setCursor(0,1);

```

```
        lcd.print("in reserviour");

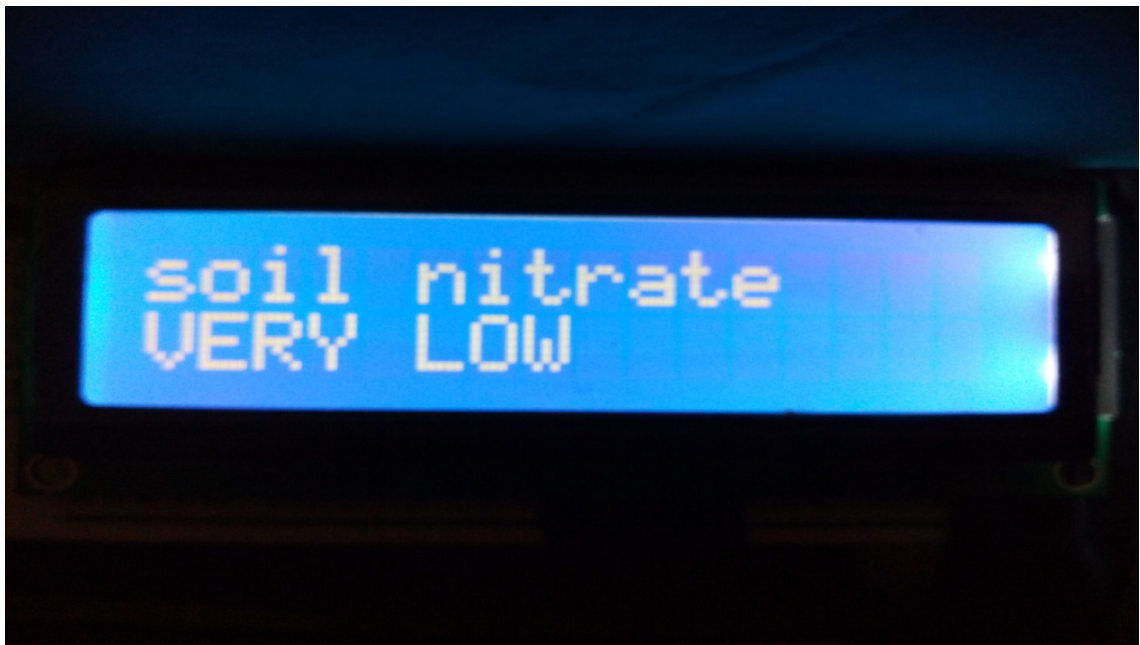
    }
    else{
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("water level low");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("in reserviour");
    }

    delay(2500);
    lcd.clear();

}
```

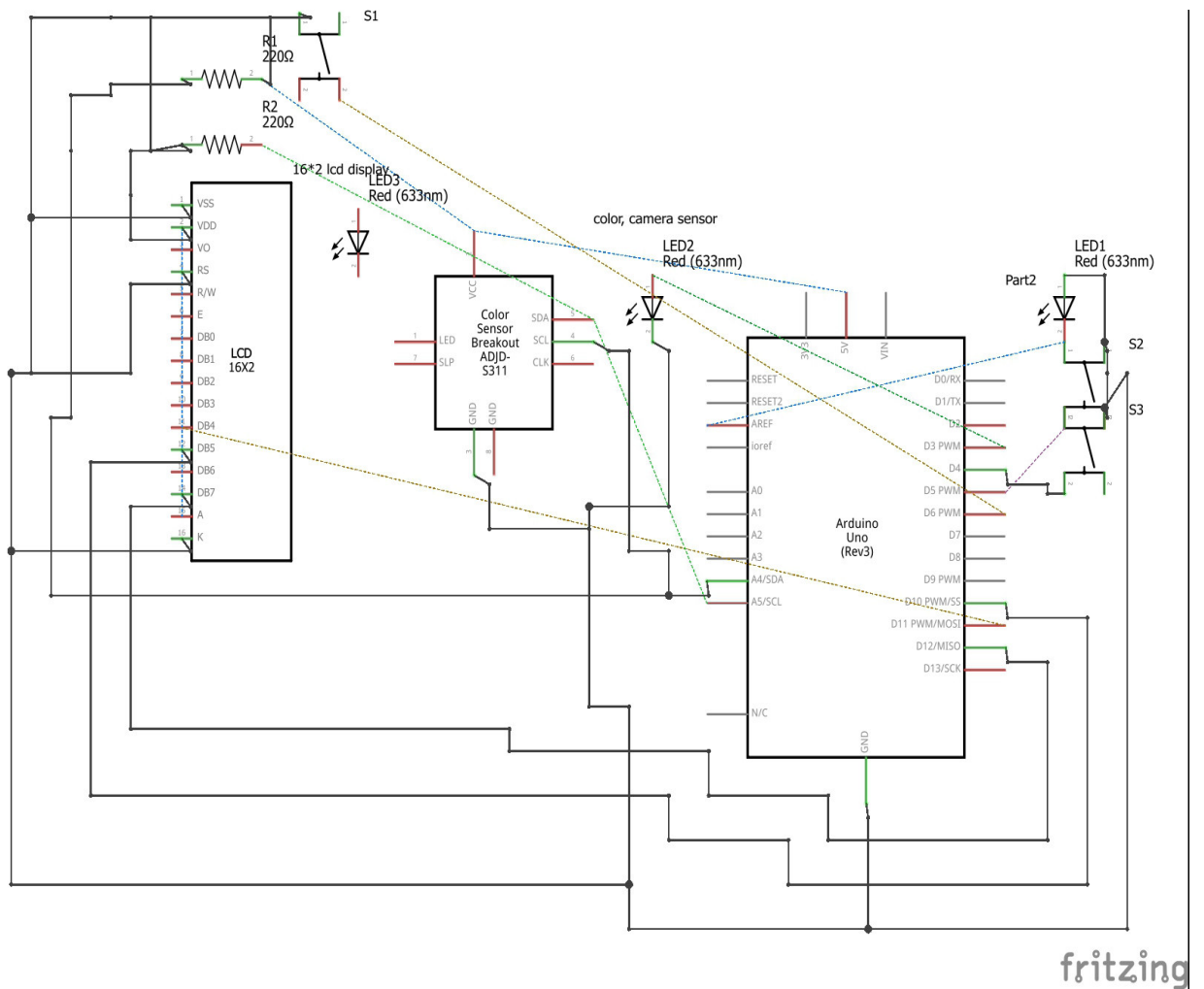
2. Testing pictures



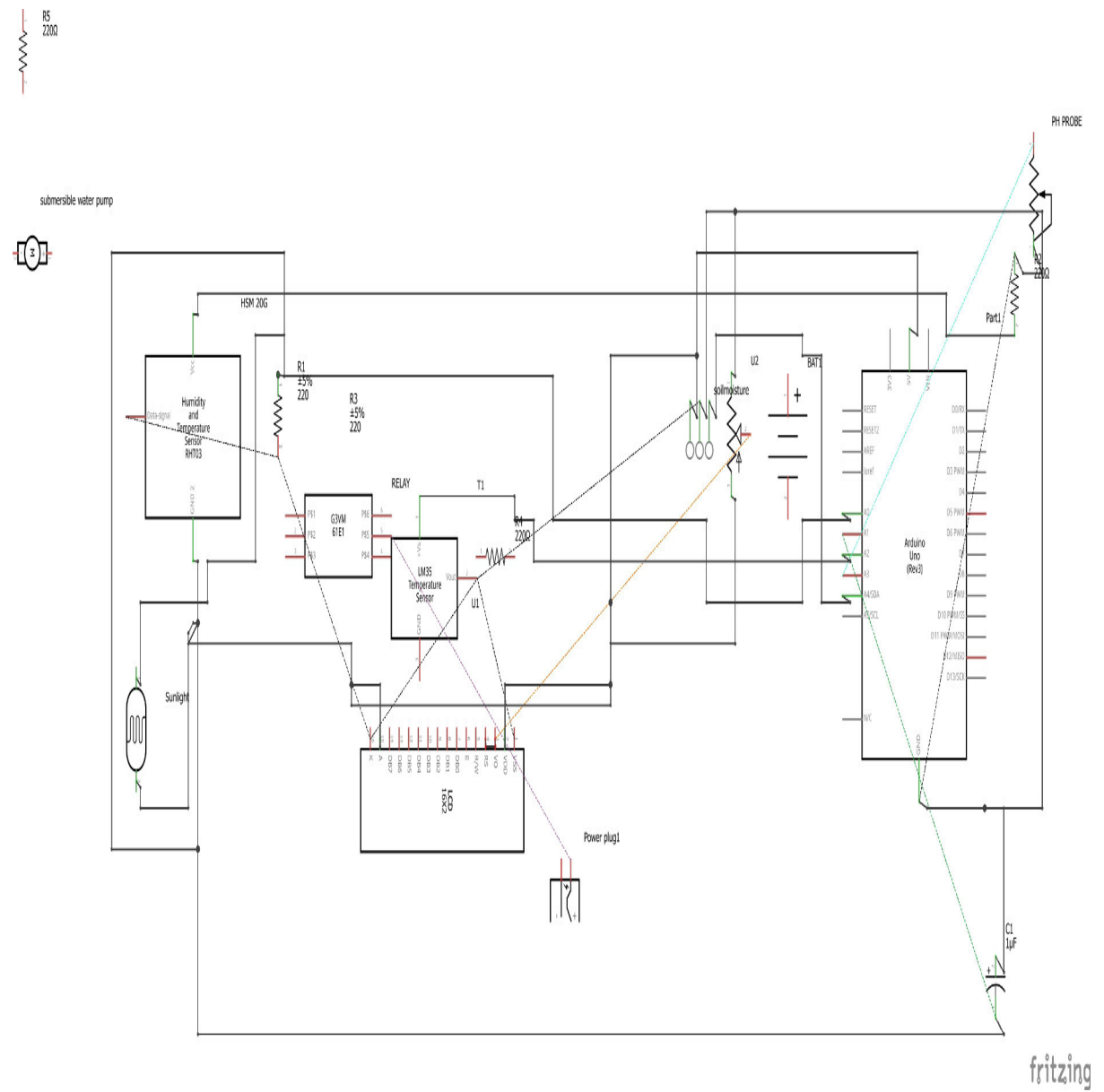


3. Schematics:

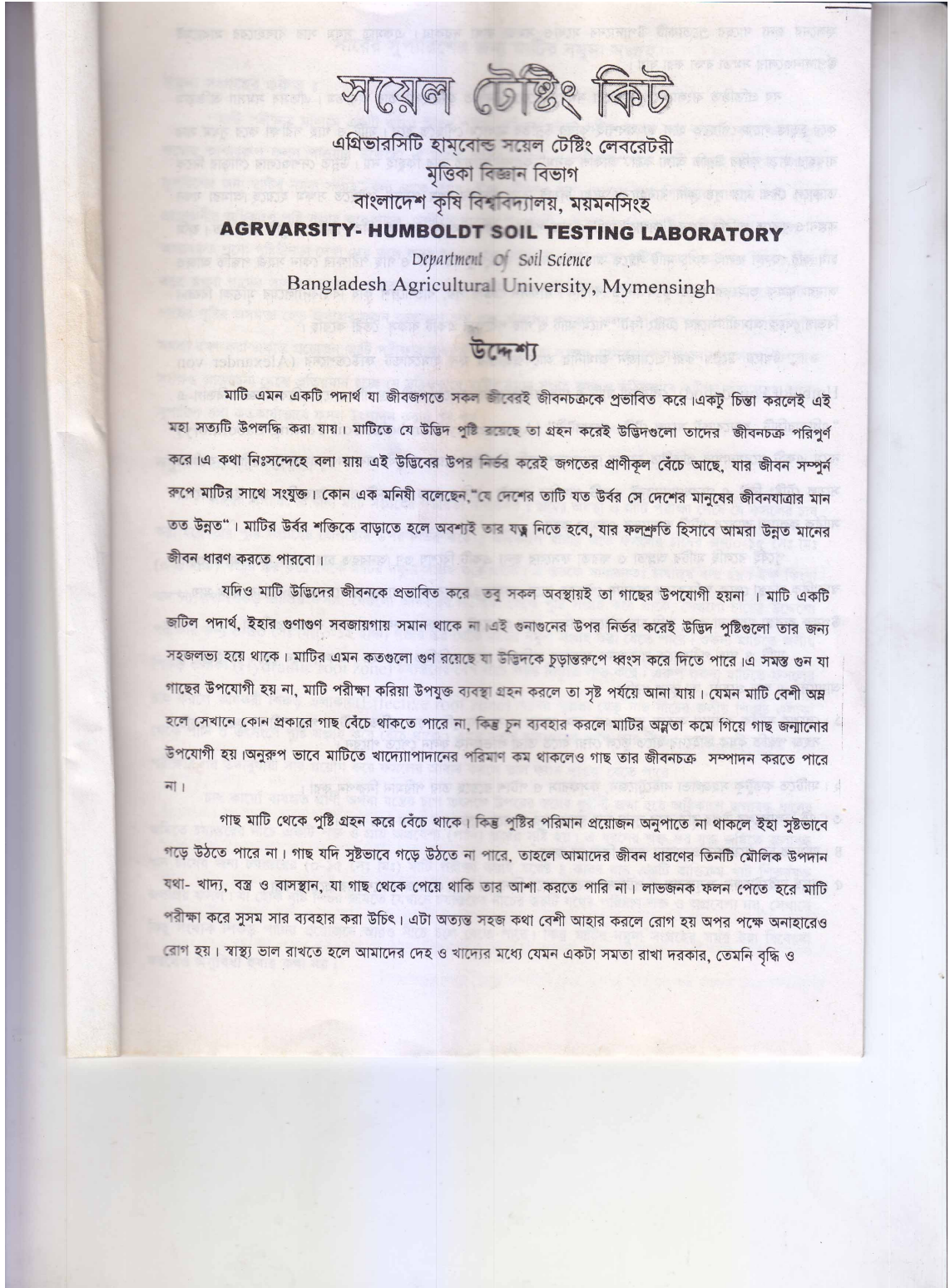
Soil testing device:



Smart Irrigation:



4. Soil Color Chart and Working Procedure:



ফলনের জন্য গাছের প্রত্যেকটি উপাদানের মধ্যেও সমতা রাখা দরকার। একমাত্র সুস্থ সার ব্যবহারের মাধ্যমেই উপাদানগুলোর সমতা রক্ষা করা যায়।

নব প্রতিষ্ঠিত বাংলাদেশে হাজারো সমস্যা রয়েছে। বর্ধিত জনসংখ্যা তার অন্যতম। এতসব সমস্যা অতিক্রম করে চূড়ান্ত লক্ষ্যে পৌঁছতে হলে তা অবশ্যই কৃষির উন্নতির মাধ্যমে পৌঁছতে হবে। মাটি ও গাছ পরীক্ষা করে সুস্থ সার ব্যবহার ছাড়া কৃষির উন্নতি আশা করা “আকাশ কুসুম” কল্পনা ব্যতীত আর কিছুই নয়। উন্নত দেশগুলোর গোড়ার দিকে তাকালে দেখা যায় সুষ্ঠু কৃষি ব্যবহারের মধ্যে দিয়াই তারা উন্নতির শেষ পর্যায়ে পৌঁছতে সক্ষম হয়েছে। আমরা যখন কল্পনাও করতে পারিনি তখনও সেখানে মাটি ও গাছ পরীক্ষা, সার ব্যবহার তথা আধুনিক পদ্ধতিতে কৃষি কাজ হত। জমি চাষ করি, ফসল ফলাই অথচ মাটি সম্বন্ধে আমরা অনেকেই অজ্ঞ। তদুপরি মাটি ও গাছ পরীক্ষার কোন সহজ পদ্ধতি আজও আমরা কৃষক ভাইদের হাতে তুলে দিতে পারিনি। দীর্ঘদিন চেষ্টার পর, বাংলাদেশ কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের মৃত্তিকা বিজ্ঞান বিভাগ থেকে আমরা “সয়েল টেস্টিং কিট” নামে মাটি ও গাছ পরীক্ষার একটি বাক্স তৈরি করেছি।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন জার্মানীর আলেক্সান্ডার ফন হামবোল্ট ফাউন্ডেশনের (Alexander von Humboldt Foundation) সৌজন্যে মাটি ও গাছ পরীক্ষার অনেকগুলো দামী যন্ত্রপাতি পেয়ে মৃত্তিকা বিজ্ঞান বিভাগ-এ “এগ্রিভারসিটি-হামবোল্ট সয়েল টেস্টিং লেবরেটরী” (Agrivarsity Humboldt Soil Testing Laboratory) নামে একটি গবেষণাগার প্রতিষ্ঠিত হয়েছে। বাংলাদেশ কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের বহুমুখী অবদানও এসংগে স্মরণীয়। বর্তমান সয়েল টেস্টিং কিট এ গবেষণাগারেরই একটি প্রাথমিক প্রচেষ্টা। যদিও এতে ত্রুটি থাকে স্বাভাবিক তবু ইহা দেশের সার্বিক কল্যাণে আসবে এটাই আমাদের একমাত্র কাম্য।

পূর্বেই বলেছি মাটির অম্লতা ও ক্ষরতা ফসলের জন্য একটি বিশেষ গুণ। অনবরত চাষ করার ফলে এ গুণগুলো স্বাভাবিক অবস্থা থেকে ক্ষতিকারক অবস্থায় পৌঁছতে পারে। অনবরত চাষের ফলে গাছের খাদ্যোপাদানও অনেক কমে যায়। উপযুক্ত ব্যবস্থা গ্রহন না করে, জমি চাষ করলে আমরা কোন প্রকারেই লাভজনক ফলনের আশা করতে পারি না।

মাটি ও গাছ পরীক্ষাকে লাভজনক ফলনের চাবিকাঠি বলে অভিহিত করা হয়। একথা মনে রেখে যে উদ্দেশ্যে আমাদের এ ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা, তা তুলে ধরছিঃ-

- ১। দেশের সার্বিক কল্যাণে অত্যন্ত কম খরচে, কম সময়ে ও সামান্য বুদ্ধিমত্তার সহিত মাটি ও গাছ পরীক্ষা করার একটি সহজ পদ্ধতি কৃষক ভাইদের হাতে তুলে দেয়া যাতে তারা লাভজনক ফলন পেতে পারেন।
- ২। মাটিতে কতটুকু সহজলভ্য নাইট্রোজেন, ফস্ফরাস ও পটাশ রয়েছে তার পরিমাণ নিরূপণ করা।
- ৩। এই ফলাফলের উপর বৃত্তি করে সুস্থ সার ব্যবহারের মাধ্যমে লাভজনক ফলন লাভ করা।
- ৪। জমিতে চুন প্রয়োগের প্রয়োজন আছে কিনা তা জানা।
- ৫। গাছে নাইট্রোজেন, ফস্ফরাস ও পটাশের অভাব আছে কিনা তা জানা প্রয়োজনবোধে সার প্রয়োগ করা।

সারের সুপারিশের জন্য মাটির নমুনা সংগ্রহ

নমুনা সংগ্রহের গুরুত্ব :

মাটি পরীক্ষার মাধ্যমে একটি জমির উভিদ পুষ্টির পরিমাণ জেনে সঠিক মাত্রার সার ব্যবহার করে আবাদকৃত শস্যের আশানুরূপ ফলন পাওয়ার উদ্দেশ্যে ঐ জমির বিভিন্ন জায়গা ও গভীরতা থেকে মাটি সংগ্রহ করাকে "সারের সুপারিশের জন্য মাটির নমুনা সংগ্রহ" বলা যেতে পারে। ইহা প্রকৃতি সত্য যে গাছ তার শিকড়ের মাধ্যমে মাটি থেকে প্রয়োজনীয় অধিকাংশ পুষ্টি সংগ্রহ করে থাকে। মাটিতে ব্যবহৃত উপযোগী এক বা একাধিক পুষ্টির পরিমাণ কম থাকলে আবাদকৃত শস্যে পুষ্টিহীনতা দেখা দেয় ফলে ফলন অনেকাংশে কমে যায়। অপর পক্ষে পুষ্টির মাত্রাধিক্য গাছে বিষাক্ত ক্রিয়া করে অথবা গাছের সাধারণ কাজকে ব্যাহত করে। তাছাড়া ইহা অন্য পুষ্টির অপ্রতুলতাকে তরাসিত করে। ফলে মাটি ও গাছের পুষ্টির অসমতা হেতু ফসলের ফলন বহুলাংশে হ্রাস পায়। ফসলের অনুরূপ ফলন পাওয়ার জন্য মাটি ও গাছে পুষ্টির সমতা রক্ষা করা একান্ত প্রয়োজন। মাটি পরীক্ষার মাধ্যমে পুষ্টির অসমতা সমস্যা অনেকাংশে সমাধান করা সম্ভব। উপরোক্ত সংক্ষিপ্ত আলোচনা থেকে প্রতিয়মান হচ্ছে যে সঠিকভাবে মাটির নমুনা সংগ্রহ করা ও সঠিকভাবে পরীক্ষা করা সুসম সারের সুপারিশ তথা কৃতকার্য্যভাবে ফসল উৎপাদন করার পূর্ব শর্ত।

নমুনা সংগ্রহের গভীরতা :

সারের সুপারিশের জন্য মাটি সংগ্রহের গভীরতা সাধারণত : জমির অবস্থা ও মাটি পরীক্ষা শেষে যে ফসলের চাষ করা হবে তার পুষ্টি সংগ্রহের বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে। অধিকাংশ খামার জাত ফসলের চাষের জন্য ০-১৫ সেঃ মিঃ (০-৬ ইঞ্চি) গভীর স্তর করে থেকে মাটির নমুনা সংগ্রহ করে থাকে। এ স্তরকে সাধারণতঃ চাষাস্তর বলা হয়। ইক্ষু কিংবা অন্যান্য লম্বা শিকড় জাতীয় ফসল, যেগুলো অধিকতর গভীরতা থেকে পুষ্টি সংগ্রহ করে থাকে, সেগুলো চাষের উদ্দেশ্যে পরীক্ষার জন্য ০-৩০ সেঃ মিঃ (০-১২ ইঞ্চি) গভীর স্তর থেকে মাটির নমুনা সংগ্রহ করা যেতে পারে। শুকনা মাটিতে জলীয় শিকড় এলাকা (Hydraulic root zone) চাষাস্তরের বেশ নীচে পর্যন্ত বিস্তৃতি লাভ করে। এক্ষেপে শুকনা মাটিতে ফসলের চাষ করলে কার্যকরী শিকড় এলাকায় (Effective root zone) পানির সুলভতা হেতু গাছ নীচের জলীয় শিকড় এলাকা থেকে পানি ও তৎসংগে পুষ্টি সংগ্রহ করে বেঁচে থাকে। এমতাবস্থায় চাষাস্তরের সাথে তার নীচের স্তরের মাটি সংগ্রহ করে পরীক্ষার পর তদানুযায়ী সার প্রয়োগ করে ফসলের আবাদ করলে ভাল ফলন পাওয়া যেতে পারে।

চাষ কার্য্যে ব্যবহৃত প্রাণী অথবা যন্ত্রের চাপ তৎসঙ্গে উপরের স্তরের ধূয়ানী জমা হয়ে অধিকাংশ জলাবদ্ধ ধানের জমিতে চাষাস্তরের নীচে একটি শক্ত ও প্রায় অপ্রবেশ্য (পানি) স্তরের সৃষ্টি হয়। এ ধরনের শক্ত স্তর যুক্ত জমিতে জলাবদ্ধ ধান চাষের জন্য চাষাস্তরের (০-১৫ সেঃ মিঃ) মাটি পরীক্ষা করাই যথেষ্ট। কারণ ধান একটি ব্যতিক্রম খাট শিকরযুক্ত জলপ্রিয় ফসল। যা হোক বৃষ্টি নির্ভর জমিতে যেখানে চাষাস্তরের নীচের স্তরটি যথেষ্ট পরিমাণে শক্ত ও অপ্রবেশ্য নয়, সেখানে কিছু সংখ্যক শিকড় পানির প্রয়োজনে আরও নীচে চলে যেতে পারে। কিন্তু মাটির নমুনা সংগ্রহের সময় ইহা বিবেচনা করলেও অসুবিধা হবার কথা নয়।

আদর্শ মাটির জন্য উপ নমুনার সংখ্যাঃ

একটি জমির আদর্শ স্থানীয় মাটির যৌগ নমুনা (Composite sample) তৈয়ারীর জন্য ঐ জমির কতগুলো জায়গা থেকে মাটি নিয়ে (উপ-নমুনা) মিশ্রিত করা প্রয়োজন এ বিষয়ে বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন মত পোষন করেছেন। তবে উপনমুনার সংখ্যা ১০ থেকে ৩০ পর্যন্ত হওয়া ভাল, এ ব্যাপারে সবাই একমত। বাংলাদেশ কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞানীগণ(ইয়াকুব ও জামান ১৯৮৭)এক গবেষণা চালিয়ে ৫ থেকে ২০টি উপনমুনায় যৌগ নমুনায় ভাল ফল পেয়েছেন। তবে ১০টি উপনমুনার যৌগনমুনাই অধিকাংশ ক্ষেত্রে সবচেয়ে ভাল ফল দিয়েছে। উপনমুনার সংখ্যায় এ পার্থক্যের কারনটি সুস্পষ্ট নয়। কিন্তু অনুমান করা হচ্ছে যে একটি জমির বিভিন্ন অংশের মাটি গঠনের আদি পলির (Parent materials) গুণাগুণ ও জৈব পদার্থের পরিমানের তারতম্য, কর্ষন পদ্ধতি এবং নমুনা সংগ্রহীত জমির আয়তনের পার্থক্যই ইহার প্রধান কারন। উপরোক্ত গবেষণার (ইয়াকুব ও জামান -১৯৮৭) প্রায় ১০০টি প্রটের মধ্যে প্রত্যেকটিই ০.২০ হেক্টর বা ০.৫০ একরের কম ছিল। এ গবেষণার আলোকে জমির আয়তন অনুযায়ী একটি আদর্শ যৌগ নমুনার নিম্নলিখিত সংখ্যক উপনমুনার সংগ্রহের পরামর্শ দেয়া যেতে পারে।

জমির আয়তন (হেক্টরে)

০.২০(০.৫০একর) এর কম

০.২০ (০.৫০ একর)এর বেশী

উপনমুনার সংখ্যা

১০-২০

২০-৩০ অথবা অধিক

কোন জমি থেকে মোট কয়টি নমুনা সংগ্রহ করতে হবে তা সাধারনতঃ ঐ জমির বন্ধুরতা, ভৌতিক গুণাগুণ, পূর্বে উৎপাদিত শস্যের উৎপাদন পদ্ধতি ও জমির শস্যের ব্যবস্থাপনার উপর নির্ভর করে। একই ধরণের বুনট, রং ও সমান জমি থেকে একটি মাত্র নমুনাই যথেষ্ট। কিন্তু একই জমির বিভিন্ন ধরনের ফসল এবং বিভিন্ন মাত্রায় জৈব রাসায়নিক সার ব্যবহার করে থাকলে প্রত্যেক অংশের জন্য ভিন্ন নমুনা সংগ্রহ করতে হবে। অনুক্ষপভাবে শস্য পর্যায় মাটি ও শস্য ব্যবস্থাপনা, বুনট, রং ইত্যাদি অনুযায়ী একই জমির পৃথক অংশের জন্য পৃথক নমুনা সংগ্রহ করতে হবে। কোন জমি ঢালু হলে, উচু, মধ্যবর্তী ও নীচু অংশ কমপক্ষে এ তিনটি নমুনা সংগ্রহ করতে হবে।

নমুনা সংগ্রহ পদ্ধতি :

সারের সুপারিশের জন্য সাধারনতঃ বৈজ্ঞানিক যন্ত্র 'অগার' দিয়ে মাটির নমুনা সংগ্রহ করা হয়। নিড়ানী, কোদাল, ইত্যাদি দিয়েও নমুনা সংগ্রহ করা যায়, তবে খেয়াল রাখতে হবে প্রত্যেকটি উপনমুনার পরিমান যাতে সমান হয়। সংগ্রহের পর প্রতিটি নমুনা পলিথিন ব্যাগে নিয়ে সুতা দিয়ে ব্যাগের মুখ সুন্দরভাবে বেধে দিতে হবে এবং অমোছনযোগ্য কালি দিয়ে ইহার গায়ে জমির মালিকের নাম, ঠিকানা, জমির খতিয়ান ও দাগ নম্বর ইত্যাদি লিখে রাখতে হবে অথবা মাটি ভর্তি ব্যাগের অন্য একটি পলিথিন ব্যাগে ঢুকিয়ে কাগজের মধ্যে উপরোক্ত সনাক্ত করণ ঠিকানা ও নম্বর লিখে দুই ব্যাগের মাঝখানে রেখে সুতা দিয়ে ভালভাবে বেধে রাখতে হবে যাতে কাগজটি পানি বা অন্যকিছু লেগে নষ্ট না হয়। সারের সুপারিশের জন্য সংযুক্ত ছক অনুযায়ী প্রতিটি তথ্য লিপিবদ্ধ করা বিশেষ প্রয়োজন।

সতর্কতা :- নমুনা সংগ্রহের যন্ত্রপাতি ও পলিথিন ব্যাগ সুন্দরভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে যাতে ইহাদের গায়ের ময়লা লেগে সংগ্রহিত নমুনাটি নষ্ট না হয়। সাধারণ পানি দিয়ে পরিষ্কার করার পর পরিশ্রুত জল (Distilled water) দিয়ে পুনরায় ধুয়েও দুধনের হাত থেকে নমুনাকে রক্ষা করা সম্ভব। আসল নমুনা সংগ্রহের আগে কয়েকটি নমুনা সংগ্রহ করে ফেলে দিলে যন্ত্রপাতির দুধন কিছুটা দূর করা সম্ভব। পুকুর, কূপ, নদী, খাল, বন ও রাস্তার কাছাকাছি জায়গা থেকে নমুনা সংগ্রহ করা সমীচীন নয়।

নমুনা প্রস্তুত :-

সংগ্রহিত নমুনা বাড়ী কিংবা গবেষণাগারে এনে পরিষ্কার ছায়াযুক্ত স্থানে কাগজের উপর সুন্দরভাবে ছড়িয়ে বাতাসে শুকাতে হবে। ভালভাবে শুকানোর পর সেগুলোকে সিরামিকের বাটি ও দড় দিয়ে অথবা গুড়ি করার মেশিনে গুড়ি করে ১০ অথবা ২০ মেশের ছাকনি দিয়ে ছাকতে হবে। গাছের গৌন উপাদান পরীক্ষার জন্য সংগ্রহিত মাটি, লোহা বা স্টীলের যন্ত্র দিয়ে গুড়ি করা ঠিক নয়, এতে ভুল ফল পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। গুড়ি করার পর প্রতিটি যৌগনমুনার জন্য সংগ্রহিত উপাদানগুলো একটি বড় পলিথিন কাগজের উপর গামলায় নিয়ে ভালভাবে মিশ্রিত করার পর কমপক্ষে ৫০০ গ্রাম মাটি একটি পলিথিন ব্যাগে বা বইয়ামে পরীক্ষার জন্য সংরক্ষণ করতে হবে।

সকর্তকাঃ আঙনে বা রোদ্রে দিয়ে মাটির নমুনা শুকানো ঠিক নয়। শুকানোর সময় একটি নমুনার সাথে যাতে অন্য নমুনা বা বাহিরের ময়লা না মিশে সেদিকে বিশেষ খেয়াল রাখতে হবে। নমুনা শুকানোর কাগজটিও পরিষ্কার হতে হবে। প্রতিটি নমুনার ব্যাগের বা বইয়ামের গায় সনাক্তকরণ নম্বর সঠিকভাবে লিখে রাখতে হবে।

নমুনা সংগ্রহ তথ্য সীট

এল, টি, নং..... নাম..... গ্রাম..... পো..... জিলা.....

সেম্পল নং	সেম্পলের গুণগত	সময়টা সেম্পলের সমষ্টি	জায়গার অবস্থান	জমির সমতা (সমান/উচ্চ/নিচু)	পানি নিষ্কাশন (ভাল/মন্দ)	জমির উচ্চতা (উচ্চ/মাঝারি/নিচু)	পানি সেচ (সেচ/বৃষ্টি)	সরবাসিতা (বন/কাঁচ বা কোনটাও না)	শস্যের ফলন (ভাল/মাঝারি/মন্দ)	জমির কয় (অল্প/মাঝারি/বেশী)	জমির সর্বত্র শস্যের উৎপাদন সমান কিনা	মাটির পৃষ্ঠন (বেলে/মোআশ-এটেল)	গভ ও বকুরে কোন সার ব্যবহার করা হয়/যাচ্ছে কি-না ? ইইলে কি, কখন এবং কতটুকু	কোন শস্যের জন্য সুগারিন চাওয়া গইয়াছে	মন্তব্য
১।															
২।															
৩।															
৪।															
৫।															
৬।															
৭।															

অন্য কোন তথ্য

স্থান
তারিখ

স্বাক্ষর
নাম ও ঠিকানা

ফসফেট পরীক্ষা পদ্ধতি (মাটি)

- ১। পরীক্ষা নলের দাগ পর্যন্ত (১০ সি. সি.) ফসফেট রিএজেন্ট নং- ১ দ্বারা পূর্ণ করুন।
- ২। অর্ধ চামচ (২.৫) গ্রাম মাটি এতে যোগ করে ভালভাবে ঝেকে নিন।
- ৩। ফানেলযুক্ত পরীক্ষা নলে ছাকন কাগজের সাহায্যে মিশ্রণটুকু ছেকে নিন।
- ৪। ৫ সি. সি. (দাগ পর্যন্ত) সংগ্রহ করে শিনের মাথা সমান ফসফেট রিএজেন্ট নং ২ যোগ করুন।
- ৫। সামান্য ঝাকানি দিয়ে সুন্দর করে মিশ্রিত করুন, যদি রং আরও ঘন হয়, সে ক্ষেত্রে শেষের পরীক্ষার ফলাফল সঠিক হিসেবে ধরে নিন।
- ৬। ফসফেট রিএজেন্ট নং-২ খুব বেশী ব্যবহার করলে, পরীক্ষার রং বাদামী হয়ে যাবে। আপনার পরীক্ষার ফল ঘন নীল হলে জমিতে যথেষ্ট ফসফেট রয়েছে কিন্তু হালকা হলদে রং অপর্যাপ্ত ফসফেটের নির্দেশ করে।

বিঃ দ্রঃ - ১নং ফসফেট রিএজেন্ট ফুরিয়ে গেলে অথবা নষ্ট হলে ১ ভাগ ঘন ফসফেট রিএজেন্টকে ৪ভাগ পতিত পানির সহিত মিশিয়ে ১নং রিএজেন্ট হিসেবে ব্যবহার করুন।

ব্যতিক্রমঃ

- ১। মাটিতে ফসফেট রিএজেন্ট নং-১ যোগ করলে যদি ফেনার সৃষ্টি করে তাহলে আপনার মাটিতে চুন রয়েছে এবং এ পরীক্ষা পদ্ধতি দ্বারা আপনি সঠিক ফল পাবেন না।
- ২। মাটিতে পাথরজাত ফসফেট থাকলে এ পরীক্ষা বেশী ফল দেয়, কাজেই সঠিক ফল পাবেন না। আপনার মাটিতে চুন বা পাথরজাত ফসফেট থাকলে, ফসফেট পরীক্ষার বিকল্প পদ্ধতি ব্যবহার করুন।

বিকল্প পদ্ধতি (ফসফেট পরীক্ষা) মাটি

গুণু চুনা ও পাথরজাত ফসফরাস যুক্ত মাটির জন্য বিকল্প পদ্ধতি ব্যবহার করুন।

- ১। ৫ সি. সি. মরগ্যান নির্ধারক দ্রব্যের ১টি মূলার বীজ সমপরিমাণ ২ নং ফসফরাস রিএজেন্ট যোগ করুন। (মাপন চোঙের সাহায্যে ৫ সি. সি. মেনে নিন।
- ২। এক চামচ মাটি পরীক্ষা নলে নিন (পৃথক পরীক্ষা নলে)।
- ৩। মাপন চোঙের সাহায্যে ১০ সি. সি. মরগ্যান নির্ধারক দ্রব্য যোগ করুন।
- ৪। পরীক্ষা নলটি এক মিনিট ভালভাবে ঝেকে নিন এবং ছাকন কাগজের সাহায্যে ফানেলযুক্ত নলে নির্ধারক সংগ্রহ করুন।
- ৫। চীনা মাটির পত্রে ১০ ফোটা নির্ধারক নিন এবং এক ফোটা ফসফেট রিএজেন্ট A (এ) যোগ করুন। আপনার তৈরি দ্রব্যের ২ ফোটা তার সাথে মিশ্রিত করুন।
- ৬। ১ মিনিটের মধ্যে চার্টের রংয়ের সাথে আপনার পরীক্ষার রং মিলিয়ে ফসফেট পরিমাপ করুন।

পটাশ পরীক্ষা (মাটি)

- ১। ১ নং পটাশ রিএজেন্ট পরীক্ষা নলের দাগ পর্যন্ত (১০ সি. সি.) ঢেলে নিন।
- ২। এক চামচ মাটি (৫ গ্রাম) পরীক্ষা নলে যোগ করুন।
- ৩। এক মিনিট ভালভাবে ঝেকে নিন।
- ৪। ফানেলযুক্ত পরীক্ষা নলে ছাকন কাগজের সাহায্যে ছেকে নিন এবং দাগ পর্যন্ত নির্ধারক সংগ্রহ করুন (৫ সি. সি.)।
- ৫। মাপন চোঙে দিয়ে খুব সাবধানে ২.৫ সি. সি. পটাশ রিএজেন্ট নং- ২ যোগ করুন এবং মিশ্রিত করুন।
- ৬। তিন মিনিট পর পরীক্ষা নলটি পটাশ নির্ণয়ন চার্টের ঘন কাল দাগের উপর ধরুন। পরীক্ষা নলের তিতর দিয়ে যদি কাল দাগ দেখতে পান, তাহলে মাটির পটাশের পরিমাণ কম, কিন্তু রং যদি খুব ঘোলাটে হয় এবং কাল দাগ দেখা না যায়, তবে জানবেন আপনার জমিতে যথেষ্ট সহজলভ্য পটাশ রয়েছে।

গাছের তন্তু বিশ্লেষণ বা কলা পরীক্ষা

সবুজ গাছকে একটি জটিল কারখানার সাথে তুলনা করা যায়। গাছ একটি জটিল প্রাণী। গাছ মাটি থেকে কাঁচা খাদ্যোপাদান শোষণ করে এবং চূড়ান্ত পর্যায়ে সেগুলোকে ফল, পাতা ও ডালে রূপান্তরিত করে। শস্যের জীবনচক্র সম্পাদনের প্রতি লক্ষ্য করলেই মাটির উর্বরতা সম্বন্ধে সত্যিকার ধারণা করা যায়। যেহেতু মাটিস্থ খাদ্যোপাদানই তার জীবনচক্রকে সম্পূর্ণরূপে প্রভাবিত করে। শস্যের খাদ্য পরিবাহী কলা পরীক্ষা গাছে উপাদান সমাবেশের পরিমাপ করা যায়, যাহা সে মাটি থেকে শোষণ করে। গাছের কোষ রস পরীক্ষাকেও এ ব্যাপারে গুরুত্বপূর্ণ নির্দেশক হিসাবে চিহ্নিত করা যায়। উর্বরা মাটি থেকে গাছ প্রত্যেকটি উপাদানই সঠিক মাত্রা অনুযায়ী গ্রহণ করে। মাটিতে কোন উপাদানের ঘাটতি থাকলে গাছ তা প্রয়োজন অনুযায়ী গ্রহণ করতে পারে না, ফলে অন্যান্য উপাদানগুলো গাছে জমাকৃত অবস্থায় থেকে যায়। এমতাবস্থায় গাছ পরীক্ষা করে আমরা জানতে পারি মাটিতে কোন উপাদানের ঘাটতি আছে। কাজেই তন্তু বিশ্লেষণ বা কলা পরীক্ষা পদ্ধতিতে গাছের প্রধান খাদ্যোপাদানের (নাইট্রোজেন, ফসফেট ও পটাশ) অপ্রতুল্য পরিমাপের চারিটি হিসেবে ব্যবহার করতে পারি। ইহা অবশ্যই স্মরণযোগ্য যে কলা পরীক্ষা দ্বারা আমরা জীবনচক্রকে বিশেষ মুহুর্তে (যখন পরীক্ষা করা হয়) যে উপাদানের সমাবেশ হয় শুধু তারই পরিমাপ করতে পারি। জীবনচক্রের বিভিন্ন পর্যায়ে পরীক্ষা করে যদি একই উপাদানে অপ্রতুলতা দেখা যায়, তখনই আমরা এ সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারি যে, সত্যিকারেই সে উপাদানই মাটিতে অপর্যাপ্ত বা সহজলভ্য ছিল না। বৈসদৃশ্য জীব জগতের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য। একই জমিতে উৎপন্ন ফসলের মধ্যেও অনেক বৈসদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়। সুতরাং অত্যন্ত সতর্কতার সাথে গাছের নমুনা সংগ্রহ করা উচিত।

গাছের নমুনা সংগ্রহ

- ১। সতর্কতার সাথে পর্যবেক্ষণ করে আপনার গাছের নমুনা সংগ্রহ করুন। আপনার সংগৃহীত নমুনা যেন জমির সকল গাছগুলোর আদর্শ স্থানীয় হয়।
- ২। গাছের উচ্চতা, স্বাস্থ্য, বয়স ইত্যাদির সহিত সংগতি রেখে আপনার ফসলের নমুনা সংগ্রহ করুন।
- ৩। আপনার জমির মাটির গুণাগুণ একরকম না হলে, প্রত্যেক অংশের জন্য পৃথক ভাবে নমুনা সংগ্রহ করুন এবং তা চিহ্নিত করে পৃথক ভাবে পরীক্ষা করুন।
- ৪। জমিতে গাছের ঘনত্ব অনুযায়ী পৃথক ভাবে নমুনা সংগ্রহ করুন।
- ৫। গাছের নমুনা সতেজ থাকা অবস্থায় পরীক্ষা করুন। কোনক্রমেই তাকে শুকাতে দিবেন না।
- ৬। প্রতিটি নমুনার জন্য দুই বা ততোধিক পরীক্ষা করুন। সঠিকভাবে নমুনা সংগ্রহ করলে, পরীক্ষালব্ধ ফল খুব কাছাকাছি থাকবে। পরীক্ষার ফল কাছাকাছি না হলে, ঠিক জানবেন, নমুনা সংগ্রহের ব্যাপারে ত্রুটি রয়েছে অথবা ত্রুটিপূর্ণভাবে পরীক্ষা করা হয়েছে। এক্ষেত্রে সাবধানতা অবলম্বন করুন।

গাছের এমন একটি অংশ নিয়ে পরীক্ষা করা প্রয়োজন, যাতে পরীক্ষালব্ধ ফল সমস্ত গাছটিতে উপাদানগুলোর পরিমাণ নির্দেশ করে। দুঃখের বিষয় সকল ফসলের একই অংশ পরীক্ষা করে উপাদানের পরিমাণ করা কষ্টসাধ্য। যেহেতু এগুলো গাছের সমস্ত অংশে সমপরিমাণে থাকে না, সেহেতু একই গাছের বিভিন্ন অংশ নিয়ে বিভিন্ন উপাদানের জন্য পরীক্ষা করতে হয়।

নাইট্রোজেন গাছের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। গাছ প্রথমত: এ্যামোনিয়াম ও নাইট্রেট অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্রহণ করে। নাইট্রেট অবস্থায় মাটির নিম্নস্থ অংশ থেকে উপরের সবুজ অংশে চলে যায় এবং প্রোটিন-এ পরিণত হয়। সুতরাং সবুজ গাছের কাণ্ডের নিম্নপ্রান্ত নাইট্রোজেন পরিমাপের জন্য পরীক্ষা করুন।

নতুন কোষ এ তত্ত্ব সৃষ্টিতে ফসফরাস একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ইহারা সাধারণত: গাছের নতুন কচি ডগা বা পাতায় হয়ে থাকে। কাজেই এই অংশে ফসফরাস অবশ্যই প্রয়োজনীয়। দেখা গিয়েছে এসমস্ত অংশই ফসফরাস পরীক্ষার সবচেয়ে ভাল ফল দেয়। সুতরাং পাতার মধ্য দিয়ে শিরা বা বোটা নিয়া ফসফরাস পরীক্ষা করুন। কিন্তু ধান, গম, ঘাস, এ জাতীয় গাছের ব্যাপারে বোটা বা মধ্যশিরা আলাদাভাবে নিয়ে পরীক্ষা করা সম্ভব নয়, এফেদ্রে কচিপাতা ও কাণ্ড কেটে মিশ্রিত করে পরীক্ষা করুন।

গাছের বর্ধনে পটাশের প্রভাব কি বা কতটুকু তা আজও সঠিকভাবে জানা যায়নি। অধিকাংশ বিজ্ঞানীগণের ধারণা কার্বোহাইড্রেট (শর্করা) ও স্টার্চ প্রস্তুতির সহিত পটাশ ঘনিষ্ঠভাবে জড়িত। গাছের পাতা কার্বোহাইড্রেট তৈরির কেন্দ্র। পটাশের সরবরাহ কম হলে গাছের নিম্ন প্রান্তস্থ সব পটাশ উপরের পাতায় চলে যায়, কাজেই মাটির সল্টকন্ট্রোল অংশ পরীক্ষা করে অশুদ্ধ ফল পাওয়া যায়। প্রশস্ত পাতা বিশিষ্ট গাছের পাতা বোটা এবং সরু পাতা বিশিষ্ট গাছের পত্র ফলকের কলা পরীক্ষা করে সন্তোষজনক ফল পাবেন। তবে গাছের মধ্যবর্তী অংশ পরীক্ষা করাই ভাল। গাছের সকল অংশের নমুনা পরীক্ষা করলে সবচেয়ে ভাল ফল পাবেন। পরীক্ষার জন্য গাছের বিভিন্ন অংশ নিম্নের ছকে দেয় হল:

শস্য	নাইট্রোজেন	ফসফরাস	পটাশ
ভুট্টা	প্রধান কাণ্ড বা পাতার মধ্যশিরা	পাতার মধ্যশিরা (পাত্র মঞ্জুরীর নিকটবর্তী)	পত্রফলকের আঁশ (পাত্র মঞ্জুরীর নিকটস্থ)
সোয়াবিন	-	পাতার বোটা বা গাছের উপরের এক তৃতীয়াংশ	পাতার বোটা
ধান, গম, জই, বার্লি ও রাই	প্রধান কাণ্ড	পাতার আঁশ (গাছের নিকটবর্তী)	পাতার আঁশ (গাছের নিকটবর্তী)
অড়হর	-	কাণ্ডের নীচের একতৃতীয়াংশ ও বোটা	কাণ্ডের উপরের একতৃতীয়াংশ ও পাতার বোটা
গোল আলু ও টমেটো	প্রধান কাণ্ড বোটা	পাতার কাণ্ডের নীচের একতৃতীয়াংশের পাতার বোটা	-

নাইট্রোজেন পরীক্ষা পদ্ধতি (গাছ)

- ১। লম্বা কাণ্ড বিশিষ্ট শস্যের কাণ্ড কেটে লম্বালম্বিভাবে দু'ফালি করুন।
- ২। প্রশস্ত লম্বা বিশিষ্ট গাছের 'পাতার আঁশ' এবং ঘাস জাতীয় শস্যের কচি কাণ্ড চাকতির আকারে কেটে নিন।
- ৩। কয়েক ফোটা (২-৩) নাইট্রেট রিএজেন্ট এতে যোগ করুন।
- ৪। নাইট্রেট রিএজেন্ট কাটা অংশে সুন্দরভাবে ছড়িয়ে দিন।
- ৫। রিএজেন্টের ঘননীল রং প্রচুর পরিমাণ নাইট্রেটের নির্দেশ করে। কিন্তু রিএজেন্টে রং নীল না হলে বুঝবেন নাইট্রেটের পরিমাণ কম আছে।

সাধনতা

- ১। নাইট্রেট পরীক্ষার রিএজেন্ট একটি শক্তিশালী এসিড বা অম্ল। ইহা গাছের আংশিক পরিমাণ আঁশকে কার্বনে পরিণত করে, ফলে পরীক্ষার রং ঘন বাদামী অথবা কাল হয়ে যায়, কোন অবস্থাতেই এ রংটিকে ঘননীল রং হিসাবে বিবেচনা করবেন না।
- ২। অত্যন্ত সতর্কতার সাথে পরীক্ষা কার্য শেষ করুন। এসিড আপনার কাপড়ে লাগলে কাপড় পুড়ে যাবে।
- ৩। কোনক্রমে আপনার শরীরে এসিড লাগলে, তৎক্ষণাত্ পানি দিয়ে ধুয়ে নিন।

ফসফেট পরীক্ষা পদ্ধতি (গাছ)

- ১। ফসফেট পরীক্ষার জন্য নির্ধারিত অংশকে খুব ছোট ও এক ইঞ্চির $\frac{1}{16}$ ভাগের কম পাতলা করে অনেকগুলো অংশে কেটে নিন।
- ২। ব্রেড বা অন্য কোন ধারাল যন্ত্র দিয়ে আঁশ কেটে নিতে পারবেন।
- ৩। ১নং ফসফেট রিএজেন্ট দিয়ে পরীক্ষা নলের দাগ পর্যন্ত পূর্ণ করুন।
- ৪। চা চামচের একচামচ কাটা অংশ পরীক্ষা নলে যোগ করুন।
- ৫। এক মিনিট ভালভাবে ঝেকে নিন।
- ৬। সরিষার বীজের সমান ২নং ফসফেট রিএজেন্ট যোগ করুন। পরীক্ষাটি ভালভাবে ঝেকে নিন এবং উৎপন্ন রংটি লক্ষ্য করুন।
- ৭। পুনরায় সমপরিমাণ ২নং ফসফেট রিএজেন্ট যোগ করুন। পরীক্ষার রং আরও ঘননীল হলে, ফসফেট নির্ণয় চার্টের সাথে তুলনা করে ফসফেটের পরিমাণ নিরূপন করুন। আপনার পরীক্ষার রং বিহীনতা বা হালকা সবুজ রং অল্প পরিমাণ ফসফেটের নির্দেশক কিন্তু ঘননীল প্রচুর পরিমাণ ফসফেট নির্দেশ করে।

পটাশ পরীক্ষা পদ্ধতি (গাছ)

- ১। ফসফেট পরীক্ষা পদ্ধতি অনুযায়ী গাছের নির্ধারিত অংশকে খুব ছোট ও পাতলা অংশে কেটে নিন।
- ২। ১নং পটাশ রিএজেন্ট দিয়ে পরীক্ষা নলের দাগ পর্যন্ত পূর্ণ করুন।
- ৩। চা চামচের আধা চামচ কাটা অংশ পরীক্ষা নলে যোগ করে উৎপন্ন রংটি তিন মিনিট ঝেকে নিন।
- ৪। ৫ সি.সি ৩নং পটাশ রিএজেন্ট যোগ করে উৎপন্ন রংটি তিন মিনিট পর পটাশ নির্ণয় চার্টের সাথে মিশিয়ে পটাশের পরিমাণ নিরূপন করুন।

পরীক্ষার জন্য সাবধানতা

কি কি করবেন

- ১। পরীক্ষার যন্ত্রপাতি পরিষ্কার রাখুন।
- ২। রিএজেন্টের সার্থে অন্য কোন কিছু মিশেছে কিনা পরীক্ষার জন্য মাটি ও গাছ ব্যতীত শুধু রিএজেন্ট দিয়ে একটি পরীক্ষা করুন।
- ৩। পটাশ রিএজেন্ট পরীক্ষার জন্য ছাই দিয়ে একটি পরীক্ষা করে নিন।
- ৪। যন্ত্রপাতি সাধারণ পানি দিয়ে ধৌত করে থাকলে, ব্যবহার করার পূর্বে পুনরায় পরীক্ষা করে নিন অন্য কোন দ্রব্য তার সাথে লেগে আছে কিনা।
- ৫। কোন সিদ্ধান্তে উপনিত হওয়ার পূর্বে প্রয়োজনীয় সকল তথ্য সংগ্রহ করুন।

- ৬। মনে রাখবেন ফসলের সুষ্ঠু বাড়তি ফলনের জন্য খদ্যোপাদন ও ভাল আবহাওয়ার প্রয়োজন।
- ৭। পরীক্ষার ও প্রযুক্তি মনে পরীক্ষা করুন। সঠিক সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়ার জন্য বার বার প্রশ্ন করে উত্তর সংগ্রহ করুন।
- ৮। রিএজেন্টের গুনাগুন ঠিক রাখার জন্য ব্যক্তি ছায়াযুক্ত ঠান্ডা নিরবিচ্ছিন্ন জায়গায় রাখুন।
- ৯। শিশু, বিবেকহীন লোকের ধরা-ছোয়ার বাইরে রাখুন।
- ১০। ফসফেট পরীক্ষার সময় ১নং রিএজেন্ট দিয়ে মাটি বাকানোর ফলে ফেনার সৃষ্টি হলে, বিকল্প পদ্ধতিতে পরীক্ষা করুন।
- ১১। বিকল্প পদ্ধতি ব্যবহার করলে পরীক্ষার পূর্ব মুহূর্তে ফসফেট রিএজেন্ট তৈরী করুন এবং অনেকগুলো পরীক্ষা শেষ করুন।

কি কি করবেন না

- ১। পরীক্ষার জন্য ব্যবহৃত ড্রপার মাটি বা অন্য কোন কিছুর সাথে লাগাবেন না।
- ২। ব্যবহারের সময় পটাশ রিএজেন্ট ৮০ ডিগ্রি ফারেনহাইটের বেশী গরম হতে দিবেন না। অন্যথায় পরীক্ষার ফল কম হবে।
- ৩। শুধু একটি উপাদানের জন্য পরীক্ষা করবেন না। সঠিক তথ্য নিরূপনের জন্য প্রধান তিনটি (নাইট্রোজেন, ফসফেট, পটাশ) উপাদানের পরীক্ষা করুন।
- ৪। কোন রাসায়নিক দ্রব্য (রিএজেন্ট) কাপড় কিংবা গায়ে লাগাতে দিবেন না। ভুলক্রমে লাগলে তৎক্ষণাত পানি দিয়ে ধৌত করুন।
- ৫। কখনো চিন্তায়ুক্ত বা অন্যমনস্ক ভাবে পরীক্ষার জন্য মাঠে গমন করবেন না।
- ৬। কখনো এক রিএজেন্ট অন্য রিএজেন্টের সাথে মিশতে দিবেন না।
- ৭। আপনার কিট কখনো তাপ বা আগুনের কাছে রাখবেন না।
- ৮। কোন বোতল বা রিএজেন্টের পাত্র অধিক্ষণ মুখখোলা অবস্থায় রাখবেন না।

রাসায়নিক দ্রব্যের গুনাগুন সংরক্ষণ ক্ষমতা

- ১। অম্লতা নির্দেশক দ্রব্য নং ১ ও ২ঃ- এ রিএজেন্টগুলো খাটি অবস্থায় হলদে-সবুজ রং ধারণ করে। কার্বন-ডাই অক্সাইড গ্যাস শোষণ করলে অনেক দিন পর হলদে হয়ে যায় নতুন নীল রং ধারণ করলে ইহাদের গুনাগুন নষ্ট হয়।
- ২। বিশেষ নির্দেশক দ্রব্যঃ- ইহার রং খাটি অবস্থায় কমলা লেবুর মত। অনেক দিন যাবৎ বোতল রাখার ফলে খয়েরী লাল রং ধারণ করতে পারে, এ অবস্থায় ব্যবহার করবেন না।
- ৩। নাইট্রেট রিএজেন্টঃ- নাইট্রেট রিএজেন্টগুলো কাল অথবা নীল হলে ব্যবহার করবেন না।

৪। ফস্ফেট রিএজেন্ট নং ১- গরম আবহাওয়ায় অনেক দিন রাখার ফলে এ রিএজেন্ট নষ্ট হয়ে যায়। অল্প পরিমাণ ১ নং রিএজেন্ট-এর সাথে সামান্য পরিমাণ ২ নং রিএজেন্ট যোগ করলে যদি নীল রং ধারণ করে তবে ইহা ব্যবহারে বারণ থাকুন।

৫। ফস্ফেট রিএজেন্ট নং ২-এ পাউডার বহুদিন খাটি অবস্থায় থাকে।

৬। পটাশ রিএজেন্টঃ- ৮০ ডিগ্রী ফারেনহাইট তাপমাত্রার উপরে অথবা হিমাংক তাপমাত্রার এ রিএজেন্ট নষ্ট হয়ে যায়। মধ্যবর্তী তাপমাত্রার ইহাদের গুণাগুণ ভলি থাকে।

সারের সুপারিশ ও প্রয়োগ পদ্ধতি

মাটি পরীক্ষা করে শস্য বিশেষ সার প্রয়োগের সুপারিশ পত্র তনং ছকে দেয়া আছে। ছক থেকে সুপারিশ অনুযায়ী সারের পরিমাণ নির্ধারণ এর পদ্ধতি নীচের উদাহরণ দেয়া হল।

উদাহরণঃ-

ক) মাটি পরীক্ষার ফল

নাইট্রোজেন (এমোনিয়া ও নাইট্রেট)

কম

ফস্ফেট

মাঝারি

পটাশ

বেশী

খ) সারের পরিমাণ

১। উফশী (উচ্চ ফলনশীল) ধান ও গম

ইউরিয়া ১১০ কেজি একর প্রতি

টি.এস.পি ৭০ কেজি একর প্রতি

এস.পি. ২২ কেজি একর প্রতি

২। দেশী ধান ও গম

ইউরিয়া ৬৫ কেজি একর প্রতি

টি.এস.পি. ৩৩ কেজি একর প্রতি

এম.পি. ৬ কেজি একর প্রতি

প্রয়োগ পদ্ধতি

ফসলের অধিক ফলন পেতে হলে, মাটি পরীক্ষা করে সে অনুযায়ী সার ব্যবহার করা অনব্বীকার্য। কিন্তু সঠিক ভাবে সার প্রয়োগ না করলে উৎপাদন অনেকাংশে ব্যাহত হয়। এমনভাবে সার প্রয়োগ করা উচিত যাতে তা গাছের জন্য সহজলভ্য হয় এবং জীবন পর্যন্ত প্রয়োজন অনুযায়ী তা গ্রহন করতে পারে। এখানে সাধারণ নিয়মগুলো দেওয়া হলঃ-

- ১। অধিক শুকনা মাটিতে সার প্রয়োগ করবেন না। এমতাবস্থায় সারের দ্রবণের ঘনত্ব বেড়ে গিয়ে গাছের শিকড়ের ক্ষতিসাধন করতে পারে।
- ২। অপর পক্ষে অধিক জলমগ্ন অবস্থায় সার প্রয়োগ করলে উহা পানির সাথে মিশ্রিত হয় এবং ঘনত্বও কমে যায়, ফলে গাছের প্রয়োজন অনুযায়ী গ্রহণ করতে পারে না।
- ৩। আপনার জমির সামান্য ভিজা অবস্থায় সার প্রয়োগ করুন।
- ৪। সামান্য জলমগ্ন অবস্থায় সার প্রয়োগ করলে জমির আইল এমনভাবে বেধে রাখুন যেন জমির পানি চলে যেতে না পারে। অন্যথায় আপনার সার পানির সাথে মিশ্রিত হয়ে চলে যাবে।
- ৫। আপনার জমি চূড়ান্ত তৈরির সময় সম্পূর্ণ টি.এস.পি. ও এম.পি. সার সকল জায়গায় সমভাবে ছিটিয়ে মাটির সাথে ভালভাবে মিশ্রিত করুন। খেয়াল রাখবেন মাটির উপরে যেন সার না থাকে।

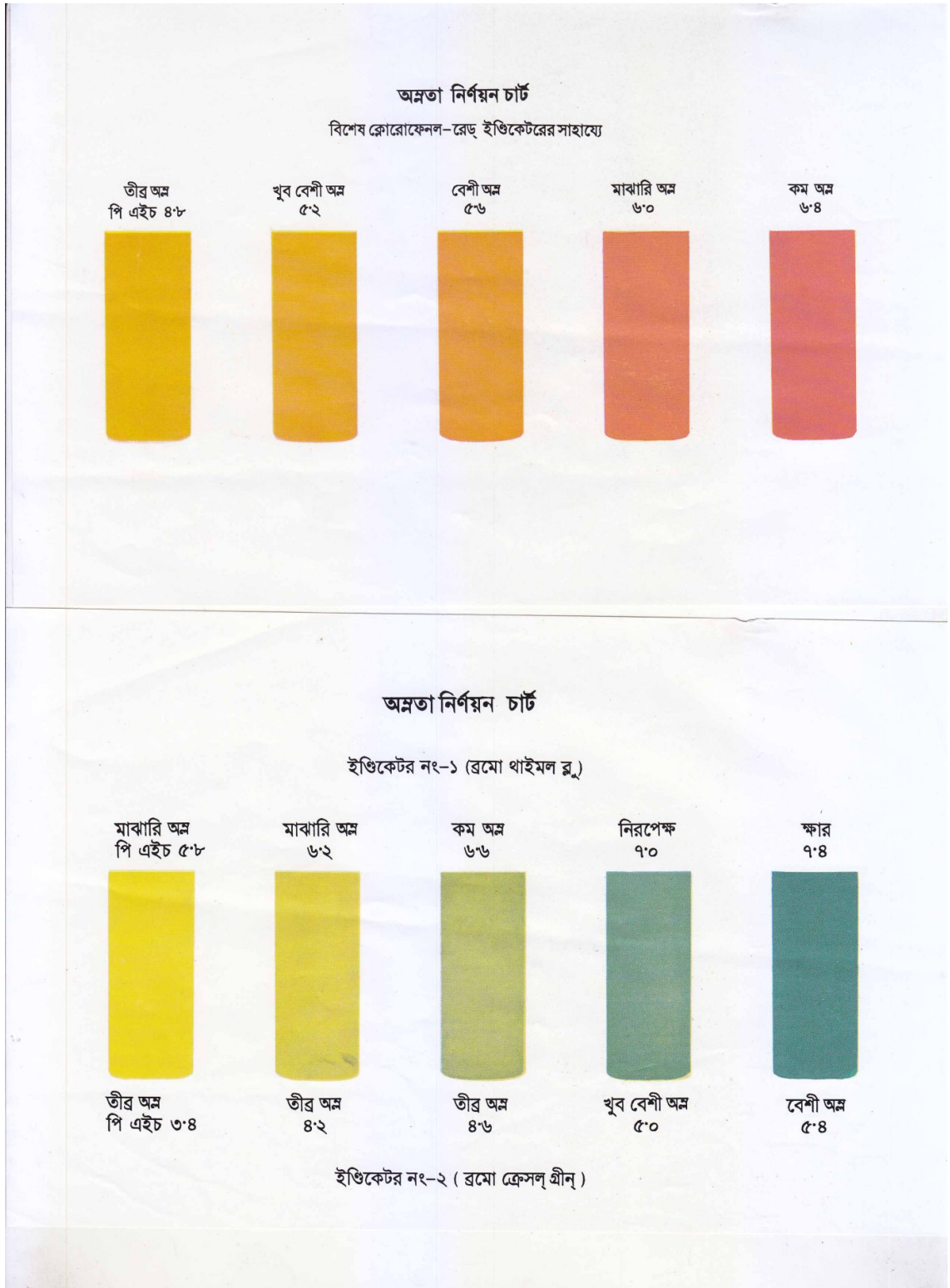
গন্ধক ও দস্তা সারের সুপারিশ

বর্তমান কিতে মাটির গন্ধক ও দস্তা পরীক্ষার কোন সুযোগ নেই বিধায় ধানের জমিতে এ দুটি উপাদানের অবস্থা এবং সার প্রয়োগের উপর নিম্নে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হল।

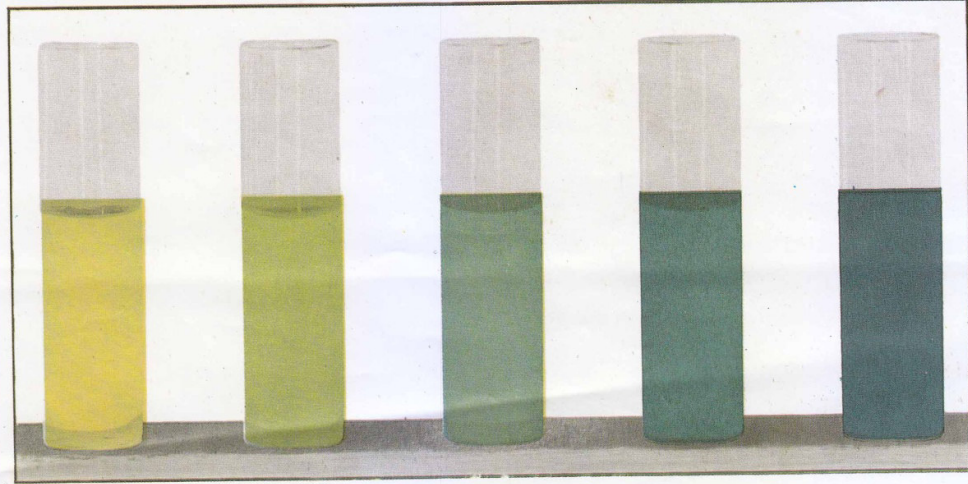
নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাশিয়াম ও অন্যান্য উপাদানের ন্যায় গন্ধক এবং দস্তা ও গাছের অত্যাবশ্যকীয় খাদ্যোপাদান। আমাদের দেশের অধিকাংশ জমিতে বিশেষ ভাবে যেখানে জলাবদ্ধ অবস্থায় ধান চাষ করা হয় অথবা বৎসরের অধিকাংশ সময় জমি ভিজা বা জলাবদ্ধ থাকে সেখানেই সাধারণতঃ এ দুটি উপাদানের সহজলভ্য পরিমাণের ঘাটতি দেখা যায়। গবেষণার আলোকে দেখা যাচ্ছে যে, বাংলাদেশের প্রায় শতকরা ৭০ ভাগ জমিতে গন্ধক ও শতকরা প্রায় ৩০ ভাগ জমিতে দস্তার অভাব রয়েছে। ধান চাষে গন্ধক ও দস্তার অপ্রতুলতার কারণ নানাবিধ যেমন, জমি জলমগ্ন থাকা অবিরত নিবিড় রাসায়নিক সার ব্যবহার ইত্যাদি। প্রতি কেজি মাটিতে ১০ মিলিগ্রাম এর অধিক সহজলভ্য গন্ধক থাকলে ধান চাষের প্রয়োজন হবার কথা নয়। যা হোক বোরোর চেয়ে আউশ এবং আউশের চেয়ে আমনের ফলনে ইহার বেশী অভাব দেখা গিয়েছে। আউশ ও আমন মৌসুমে অধিক বৃষ্টিপাতের দরুন জলাবদ্ধতা এবং এ সময়ের উচ্চ তাপই সম্ভবতঃ গন্ধক অধিক প্রভাবের প্রধান কারণ। ধান গাছে নাইট্রোজেন ও গন্ধকের অভাব জনিত লক্ষণের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা অনভিজ্ঞ লোকের জন্য খুবই দুষ্কর। এমতাবস্থায় ইউরিয়া, টি,এস, পি ও এম, পি সার ব্যবহার করে আশানুরূপ ফল না পেলে বিশেষজ্ঞের পরামর্শ অনুযায়ী একর প্রতি ৫০-৬০ কেজি জিপশাম সার ব্যবহার করা যেতে পারে। পরীক্ষা করে দেখা গিয়েছে যে পরিমান গন্ধক সার প্রয়োগ করা হয় তার সবটুকু উৎপাদিত ফসল ব্যবহার করতে পারে না। ফলে যথেষ্ট পরিমান মাটিতে অবশিষ্ট থেকে যায়। কিন্তু এ অবশিষ্ট সার পরবর্তী ফসলকে উল্লেখযোগ্যভাবে প্রভাবিত করতে পারে না। এমতাবস্থায় কোন জমিতে একবার গন্ধক সার (জিপশাম) প্রয়োগ করলে পরবর্তী সব ফসলেই ২৫-৩০ কেজি জিপশাম প্রয়োগ করা প্রয়োজন। টি, এস,পি ও এম, পি সারের ন্যায় গন্ধক সারও জমি চূড়ান্ত তৈরীর সময় সবটুকু প্রয়োগ করে ভালভাবে মিশিয়ে দিতে হবে।

পূর্বেই বলা হয়েছে যে, ধান গাছে সহজলভ্য দস্তা ঘাটতির প্রধান কারণ জমির জলমগ্নতা, অবিরত ধান চাষ, রাসায়নিক সারেও ব্যবহার, মাটিতে অধিক পরিমাণ জৈব পদার্থ (৩% এর অধিক), মাটিতে দস্তার স্বল্পতা, ইত্যাদি দস্তা ঘাটতি যুক্ত জমির ভিবিম্ন অংশের ধান গাছের বাড়তি ও উৎপাদন সাধারনতঃ অসমান হয়ে থাকে, ধান গাছ বেশ খাট, স্যাঁতস্যাঁতে, ময়লা যুক্ত দেখায়। অনেক সময় ইহাকে খইড়া বা হান্দা রোগ বলা হয়।

গন্ধকের মত উপযুক্ত ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে দস্তার ঘাটতি অনেকাংশে হ্রাস করা সম্ভব। নিবিড় ধান চাষে কিংবা নীচু জমি থেকে পানি সরিয়ে দেওয়ার মত সুযোগ না থাকলে যদি উপরোক্ত লক্ষণ সমূহ পরিলক্ষিত হয় তবে বিশেষজ্ঞের পরামর্শ অনুযায়ী একর প্রতি ৫-৮ কেজি সার (জিংকসালফেট) প্রয়োগ করা যেতে পারে প্রয়োগকৃত দস্তা সারের একটি উল্লেখযোগ্য পরিমান মাটিতে অব্যবহৃত থেকে যায়। বা পরের ফসলের চাহিদা মেটাতে পারে। কাজেই কোন জমিতে একবার সুপারিশকৃত সারের পরিমান দস্তা সার প্রয়োগ করলে পরবর্তী কমপক্ষে ৩টি ফসলের জন্য প্রয়োগ করার দরকার



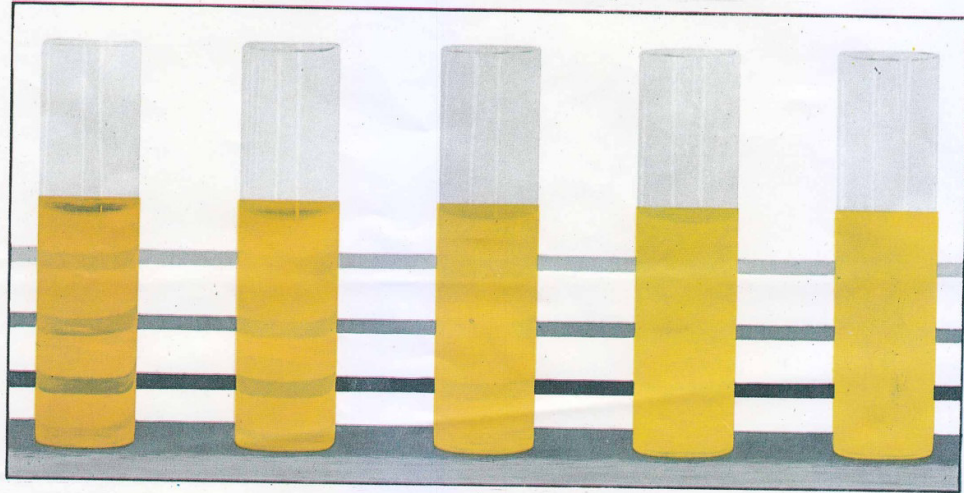
ফস্ফেট নির্ণয়ন চার্ট



সবচেয়ে কম	কম	সাধারণ ফস্ফেট দরকারী শস্যের জন্য মাঝারি	বেশী	সবচেয়ে বেশী
সবচেয়ে কম	সবচেয়ে কম	অধিকতর ফস্ফেট দরকারী শস্যের জন্য	কম	মাঝারি
			বেশী	

পটাশ নির্ণয়ন চার্ট

রং নয় বরং ঘনকালো লাইন দেখুন



সবচেয়ে কম	কম	সাধারণ পটাশ দরকারী শস্যের জন্য মাঝারি	বেশী	সবচেয়ে বেশী
সবচেয়ে কম	সবচেয়ে কম	অধিকতর পটাশ দরকারী শস্যের জন্য	কম	মাঝারি
			বেশী	

এমোনিয়া-নাইট্রোজেন নির্ণয় চার্ট
মরগেন সয়েল টেস্টিং সিস্টেম

মাটিতে আনুমানিক
পরিমাণ (পি পি এম)

বেশী	১৫০	
মাঝারি বেশী	৮০	
মাঝারি	৩৫	
কম	১২	

নাইট্রেট-নাইট্রোজেন নির্ণয় চার্ট
মরগেন সয়েল টেস্টিং সিস্টেম

মাটিতে আনুমানিক
পরিমাণ (পি পি এম)

বেশী	২৫	
মাঝারি বেশী	১২	
মাঝারি	৬	
কম	৩	

ফস্ফরাস নির্ণয় চার্ট
মরগেন সয়েল টেস্টিং সিস্টেম

মাটিতে আনুমানিক
পরিমাণ (পি পি এম)

বেশী	১০০	
মাঝারি বেশী	৫০	
মাঝারি	২৫	
কম	১২	

‘THE END’