



Automatic Nutrient Control System Base on Internet of Things for Hydroponics Crops

Khampheth Bounnady^{1,*}, Soukvilay Thepphasolath¹, Senglathsamay Chanthaminavong¹ and Xaythavy Louangvilay¹

Department of Computer Engineering and Information Technology, Faculty of Engineering, National University of Lao, Lao PDR

* Correspondencer:

Khampheth BOUNNADY

Department of Computer
Engineering and Information
Technology, Faculty of
Engineering, National
University of Lao,

Tel: +856 20 2223 2288,

Email:

Kamphet@fe-nuol.edu.la

Article Info:

Submitted: Apr 16, 2022

Revised: Nov 20, 2022

Accepted: Dec 21, 2022

Abstract

The objectives of this research are to examine the growth rate of plants, the yield, and the nutrient application rate. The research team has developed an automatic nutrient control system which consisted of an Arduino MEGA 2560 R3 as the main processor to receive data from the sensor, such as pH sensor as the sensor to measure the acidity, EC sensor as the sensor used to measure the internal current of a liquid. The Arduino MEGA 2560 R3 will transfer the signal to control the opening and closing of the pump of each nutrient to get the nutrient solution as determined; in addition, the data is send to the cloud via a NodeMCU ESP8266 board connected to the Arduino MEGA 2560 R3, which users can track the data through the application. In the experiment, the developed system was used to grow hydroponic lettuce in a greenhouse and compared to growing hydroponic lettuce by human care under the same environment. The result from experiments revealed that the proposed system can maintain the pH and EC values more stable than the cultivation of hydroponic lettuce by human care, and the growth rate was 99.04%, while the use of caregivers was 95.38%; its harvest of yields was more compared to the use of caregivers up to 7.35%, and the nutrient application rate was less than the care of caregivers at 22.05%.

Keywords: Automatic System, IoT, Nutrient Control, Hydroponic, Lettuce Cultivation

1. ພາກສະເໜີ

ການປູກພືດຂອງຊາວກະສິກອນທີ່ເຄີຍປະຕິບັດກັນມາແມ່ນການປູກພືດລົງດິນເພາະດິນຈະສະໜອງສານອາຫານ, ນ້ຳ, ອາກາດໃຫ້ກັບພືດເຮັດໃຫ້ພືດຈະເຈີນເຕີບໃຫຍ່, ແຕ່ຖ້າຫາກອົງປະກອບຂອງດິນທີ່ບໍ່ເອື້ອອຳນວຍເຊັ່ນ ເກີດການເຊາະເຈື່ອນຂອງດິນ, ການເຊື່ອມໂຊມຂອງດິນ, ການລະບາຍນ້ຳທີ່ບໍ່ດີ, ມີສິ່ງມີຊີວິດທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດພະຍາດສິ່ງເຫຼົ່ານີ້ຈະເປັນຂໍ້ຈຳກັດສຳລັບການເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດ (Sagar et al., 2018), ມາຮອດປະຈະຈຸບັນນີ້ໄດ້ມີເຕັກໂນໂລຊີໃໝ່ໆຫຼາກຫຼາຍຮູບແບບ ທີ່ໄດ້ພັດທະນາມານຳໃຊ້ໃນທາງການກະເສດ ເຮັດໃຫ້ການປູກພືດມີຄວາມສະດວກ

ສະບາຍ ແລະ ງ່າຍຂຶ້ນເຊັ່ນ: ການປູກພືດໂດຍບໍ່ໃຊ້ດິນ (Jemima et al., 2020). ເຕັກໂນໂລຊີໃໝ່ທີ່ນຳໃຊ້ໃນການປູກພືດເພື່ອເພີ່ມປະສິດທິພາບໃນການຜະລິດໃຫ້ໄດ້ຮັບຜົນດີ ໜຶ່ງໃນນັ້ນກໍ່ຄືການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ (Hydroponic). ເຊິ່ງໃນນີ້ (Nisha et al., 2018) ໄດ້ນຳສະເໜີຫຼາກຫຼາຍຮູບແບບແລະເຕັກນິກຂອງການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກເຊັ່ນ: ໃນຮູບແບບ viz, wick, ebb ແລະ flow, drip, ການປູກໃນຮູບແບບນ້ຳເລິກ (Deep water culture) ແລະ ເຕັກນິກການປູກແບບແຊໃນນ້ຳສານລະລາຍທາດອາຫາ (Nutrient Film Technique) ພ້ອມນີ້ຍັງໄດ້ອະທິບາຍເຖິງຂໍ້ໄດ້ປຽບ ແລະ ເສບປຽບຂອງ

ແຕ່ລະແບບພ້ອມ. ສໍາລັບການປຸກແບບໄຮໂດໂປນິກ ແມ່ນເປັນອີກທາງເລືອກໜຶ່ງສໍາລັບຊາວກະສິກອນຜູ້ທີ່ ຕ້ອງການຢາກປຸກພືດໃຫ້ມີຄຸນນະພາບມີຄວາມສະໝໍ່າສະເ ຫນີ ແລະ ມີຜົນຜະລິດສູງ ສາມາດວາງແຜນການປຸກໄດ້, ສາມາດກໍານົດປະລິມານການຜະລິດໃຫ້ເປັນໄປຕາມເປົ້າໝາຍ ຫຼື ຄວາມຕ້ອງການຂອງຕະຫຼາດ, ສາມາດປຸກພືດໄດ້ ຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ, ສາມາດປຸກໄດ້ໃນສະຖານທີ່ບໍ່ມີດິນ ແລະ ດິນ ມີບັນຫາ ໂດຍການປຸກແບບໄຮໂດໂປນິກນີ້ແມ່ນຈະໃຊ້ພື້ນ ທີ່ໜ້ອຍແຕ່ໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງ (Falmata et al., 2020). ສໍາລັບບັນຫາທີ່ພົບຈາກການປຸກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ ແມ່ນບັນຫາການເບິ່ງແຍງເອົາໃຈໃສ່ໃນເລື່ອງຂອງນໍ້າ, ການ ປັບປຸງນໍ້າ ແລະ ການຄວບຄຸມການໃຫ້ສານລະລາຍທາດ ອາຫານໃຫ້ແກ່ພືດ ຕ້ອງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ເໝາະສົມແກ່ ການປຸກພືດໃນແຕ່ລະຊະນິດ ຖ້າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໜ້ອຍເກີນ ໄປ ຈະເຮັດໃຫ້ພືດຈະເລີນເຕີບໂຕຊ້າລົງ ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ ພືດໄດ້ ແລະ ຖ້າຫຼາຍເກີນໄປຈະມີຜົນຕໍ່ການດູດຊຶມຂອງ ທາດອາຫານ ຈະເຮັດໃຫ້ພືດເຕີບໂຕຜິດປົກກະຕິ (Hardeep et al., 2019). ວິທີການທີ່ໃຊ້ຢູ່ໃນປັດຈຸບັນຜູ້ ປຸກຈະຕ້ອງມີການກວດເຊັກຕິດຕາມ ຫຼື ຄວບຄຸມການ ເຕີມສານລະລາຍທາດອາຫານໃຫ້ເໝາະສົມກັບການປຸກ ຜັກແຕ່ລະຊະນິດ, ການຄວບຄຸມປະລິມານສານລະລາຍອາ ຫານໂດຍການວັດຄ່າ EC (Electric Conductivity) ເຊິ່ງ ເປັນຄ່າການນໍາໄຟຟ້າ ແລະ ການວັດ ຄວບຄຸມຄ່າ pH ເຊິ່ງ ເປັນຄ່າຄວາມເປັນກົດ-ດ່າງ ຜູ້ປຸກຜັກຕ້ອງນໍາໃຊ້ເຄື່ອງມືມາ ກວດວັດຄ່າ EC ແລະ pH ຕະຫຼອດທຸກມື້ຈົນກວ່າຮອດມື້ ທີ່ສາມາດເກັບກ່ຽວຜົນຜະລິດໄປຂາຍ ຫຼື ເອົາໄປກິນໄດ້, ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ເສຍເວລາ ແລະ ອາດຈະບໍ່ຕໍ່ເນື່ອງໃນການວັດ ແທກຂອງສານລະລາຍອາຫານເຊິ່ງອາດເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມ ຜິດພາດໃນການປຸກຜັກ, ເຮັດໃຫ້ຜັກເກີດຄວາມເສຍຫາຍ ໄດ້ (Hardeep et al., 2016).

ໃນຊ່ວງໄລຍະທີ່ຜ່ານມາ ກໍ່ໄດ້ມີການປະຍຸກນໍາໃຊ້ ເຕັກໂນໂລຊີຕ່າງໆເຂົ້າມາຊ່ວຍໃນວຽກງານການກະເສດ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງການເພາະປຸກໃຫ້ໄດ້ຫຼາຍຂຶ້ນ, ໃນນັ້ນ ເຕັກໂນໂລຊີໜຶ່ງທີ່ມີການນໍາມາໃຊ້ຫຼາຍກໍ່ແມ່ນເຕັກ ໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ (IoT), ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ແມ່ນເຕັກໂນໂລຊີອັນໜຶ່ງທີ່ຄົນໃຫ້ຄວາມສົນໃຈ ແລະ ນໍາ ໄປໃຊ້ງານຢ່າງແພ່ຫຼາຍ ແລະ ຫຼາຍດ້ານເຊັ່ນ: ສະມາດໂຮມ , ສະມາດຊີຕີ, ສະມາດຟາມ ແລະ ອື່ນໆອີກ. ອິນເຕີ

ເນັດອອບຕິງ ແມ່ນເປັນລະບົບທີ່ມີອຸປະກອນຕ່າງໆໄດ້ ເຊື່ອມຕໍ່ເຂົ້າສູ່ໂລກອິນເຕີເນັດ ເຮັດໃຫ້ຄົນເຮົາສາມາດ ຕິດຕາມສັງງານການຄວບຄຸມໄປທີ່ອຸປະກອນຕ່າງໆໄດ້ຜ່ານ ທາງເຄືອຂ່າຍອິນເຕີເນັດເຊັ່ນ: ຄວບຄຸມການປິດເປີດອຸປະ ກອນເຄື່ອງໄຊ້ໄຟຟ້າພາຍໃນບ້ານ, ລົດໃຫຍ່, ເຄື່ອງມືທາງ ການກະເສດ, ເຄື່ອງໃຊ້ຊີວິດປະຈຳວັນຕ່າງໆ ຜ່ານເຄືອຂ່າຍ ອິນເຕີເນັດ ແລະ ອຸປະກອນມືຖື ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 1. ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ແມ່ນໄດ້ຖືກສ້າງຂຶ້ນໂດຍ Kevin Ashton, ລາວໄດ້ອະທິບາຍໄວ້ວ່າ ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ແມ່ນເປັນລະບົບທີ່ໂລກຕິຈິຕອນເຊື່ອມຕໍ່ກັບໂລກທາງກາຍ ຍະພາບປະກອບເປັນເຄືອຂ່າຍທົ່ວໂລກ (Ashton, 2009) ແລະ ໃນປະຈຸບັນແມ່ນໄດ້ມີການນໍາເອົາອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ໄປປະຍຸກໃຊ້ໃນຫຼາຍດ້ານຫຼາຍຂະແໜງການ ທາງດ້ານ ການກະເສດກໍ່ມີຫຼາຍບົດຄົ້ນຄວ້າ ທີ່ນໍາສະເໜີການເຮັດ ກະສິກໍາແບບຊານສະຫຼາດທີ່ໄດ້ຖືກຈັດພິມເຊັ່ນ: ການນໍາ ສະເໜີການນໍາໃຊ້ວາຍເລດເຊັ່ນເຊີເນັດເວີກ ເພື່ອສ້າງ ລະບົບສະໜັບສະໜູນການຕັດສິນໃຈຜ່ານເຄືອຂ່າຍເຊັ່ນເຊີ ເຮັດໃຫ້ກະສິກໍາເຊື່ອມຕໍ່ກັບອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ເຊິ່ງຜູ້ໃຊ້ ສາມາດສ້າງການເຊື່ອມຕໍ່ກັບການກະເສດ ເຊິ່ງຂໍ້ດີຂອງ ລະບົບຈະມີປະສິດທິພາບໃນການໃຊ້ນໍ້າປຸຍ ແລະ ເພີ່ມຜົນ ຂອງການຜະລິດໄດ້ສູງ (Anup et al., 2016). ການນໍາ ສະເໜີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ແລະ ເຊັ່ນເຊີທາງການກະເສດ ເພື່ອປັບ ປຸງການເຮັດກະເສດແບບດັ້ງເດີມ ຈະມີຫຼາຍໆເຊັ່ນ ເຊີທີ່ໃຊ້ເຊັ່ນ: ເຊັ່ນເຊີວັດຄວາມຊື່ນໃນດິນ, ເຊັ່ນເຊີວັດ ອຸນຫະພູມ, ເຊັ່ນເຊີວັດຄວາມຊື່ນໃນອາກາດ ເຊັ່ນເຊີເຫຼົ່ານີ້ ໃຊ້ໃນການກວດສອບ ແລະ ລວບລວມຂໍ້ມູນກ່ຽວກັບ ສະພາບແວດລອມນັ້ນໆ ແລ້ວສົ່ງໄປໃຫ້ເຈົ້າຂອງຟາມຜ່ານ GSM ເຕັກໂນໂລຊີ (Naveen et al., 2018). ການນໍາ ສະເໜີວິທີການຄວບຄຸມສານລະລາຍທາດອາຫານສໍາລັບ ການສະເສດແບບໄຮໂດໂປນິກບິນພື້ນຖານການນໍາໃຊ້ ລະບົບອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ເຊິ່ງຈະມີການຕັ້ງໂປຣແກຣມໄວ້ ກ່ອນລ່ວງໜ້າວ່າ ໄລຍະເວລາໃດຈະໃຫ້ມີຄ່າ pH ແລະ EC ເທົ່າໃດ ແລ້ວລະບົບຄວບຄຸມກໍ່ຈະດໍາເນີນການປ່ອຍ ສານລະລາຍທາດອາຫານຕາມທີ່ໂປຣແກຣມຕັ້ງໄວ້ໄປລ້ຽງ ຕົ້ນພືດ (Katsuhiko et al., 2019).

ຜ່ານການສຶກສາຄົ້ນຄວ້າທິດສະດີ ແລະ ບົດຄົ້ນຄວ້າ ທີ່ກ່ຽວຂ້ອງໃນໄລຍະທີ່ຜ່ານມາເຮັດໃຫ້ເຮົາເຫັນໄດ້ຮູ້ເຖິງ ບັນຫາຄວາມສໍາຄັນຂອງການຄວບຄຸມສານລະລາຍທາດ

ອາຫານ ທີ່ຈະມີຜົນໂດຍກົງຕໍ່ການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ ເພື່ອເປັນການແກ້ໄຂບັນຫາດັ່ງກ່າວ ຈຶ່ງໄດ້ມີແນວຄິດໃນການປະຍຸກນໍາໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ເຂົ້າມາຊ່ວຍໃນການຄວບຄຸມການປະສົມສານລະລາຍທາດອາຫານໃນໂຮງເຮືອນປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ ໂດນການນໍາໃຊ້ທົດສະດີ ແລະ ວິທີການທີ່ໄດ້ນໍາສະເໜີໃນບົດຄົ້ນຄວ້າວິໄຈຂອງ (Katsuhiko et al., 2019) ມາປະຍຸກໃຊ້ໃນການສ້າງລະບົບຂອງເຮົາ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ປະສິດທິພາບໃນການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ເຮັດໃຫ້ການປູກພືດຂອງຊາວກະສິກອນມີຄວາມສະດວກສະບາຍ ແລະ ງ່າຍຂຶ້ນ ແລະ ເພື່ອເປັນການທົດສອບລະບົບໄດ້ນໍາລະບົບການປະສົມສານລະລາຍທາດອາຫານແບບອັດຕະໂນມັດໂດຍນໍາໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງສໍາລັບການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ ທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນມາໄປຕິດຕັ້ງ ແລະ ທົດສອບໃຊ້ງານໃນໂຮງເຮືອນສໍາລັບການປູກຜັກສະລັດກຣີນໂອກ (Green oak lettuce) ແບບໄຮໂດໂປນິກ.

ເພື່ອໃຫ້ຮູ້ເຫັນເຖິງປະສິດທິພາບຂອງລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນມານີ້ ໃນການດໍາເນີນການຄົ້ນຄວ້າວິໄຈຜູ້ວິໄຈໄດ້ກໍານົດຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້າໄວ້ດັ່ງນີ້:

- (1) ເພື່ອສຶກສາເຖິງອັດຕາການຈະເຈີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດຜັກທີ່ປູກໂດຍນໍາໃຊ້ລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນ.
- (2) ເພື່ອສຶກສາເຖິງຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ໂດຍລວມຂອງພືດຜັກທີ່ປູກໂດຍນໍາໃຊ້ລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນ.
- (3) ເພື່ອສຶກສາເຖິງອັດຕາການສິ້ນເບື້ອງການໃຊ້ສານລະລາຍທາດອາຫານຂອງລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

ລະບົບຄວບຄຸມສານອາຫານແບບອັດຕະໂນມັດສໍາລັບການປູກຜັກໄຮໂດໂປນິກໄດ້ຖືກພັດທະນາຂຶ້ນມາບົນພື້ນຖານຂອງເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ໂດຍທີ່ລະບົບສາມາດກວດວັດ ແລະ ເຕີມປະລິມານສານລະລາຍທາດອາຫານ A, B ຈາກການວັດຄ່າ EC ແລະ pH ໃນນໍ້າທຸກຊ່ວງເວລາທີ່ກໍານົດໄວ້ ໂດຍທີ່ຄ່າຂອງສານອາຫານຈະມີຄ່າຄົງທີ່ສະໝໍ່າສະເໝີຕະຫຼອດເວລາຕາມຄ່າທີ່ເຮົາໄດ້ກໍານົດເອົາໄວ້ ແລະ ຜູ້ໃຊ້ສາມາດທີ່ຈະກວດສອບຕິດຕາມ ແລະ ຄວບຄຸມຄ່າຕ່າງໆເຫຼົ່ານີ້ໄດ້ຕະຫຼອດເວລາ ຜ່ານຊ່ອງການສື່ສານທາງອິນເຕີເນັດໂດຍການໃຊ້ແອັບພລິເຄຊັນເທິງມືຖື (Mobile Application). ລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນມານີ້ ຈະປະກອບດ້ວຍ 4 ສ່ວນ ຄືສ່ວນທີ 1 ເປັນອິນພຸດ

(Input) ໄດ້ແກ່ ເຊັ່ນເຊີຕ່າງໆ, ສ່ວນທີ 2 ເປັນສ່ວນການຄວບຄຸມໄດ້ແກ່ ການເປີດປິດປ້າຕ່າງໆ, ສ່ວນທີ 3 ເປັນສ່ວນຂອງການປະມວນຜົນ, ການສົ່ງຂໍ້ມູນ ແລະ ສ່ວນທີ 4 ເປັນສ່ວນຂອງການສະແດງຜົນໃຫ້ຜູ້ໃຊ້ງານ ດັ່ງສະແດງຮູບພາບທີ 2.

2.1 ສ່ວນທີໜຶ່ງຂອງລະບົບ

ໃນສ່ວນທີ 1 ຂອງລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີ ຈະປະກອບໄປດ້ວຍເຊັ່ນເຊີທີ່ໃຊ້ໃນການວັດຄ່າຈາກນໍ້າ ທີ່ຈະໃຊ້ລ້ຽງຕົ້ນພືດໃຫ້ຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ເຊິ່ງໄດ້ແກ່ ເຊັ່ນເຊີດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

- **pH Sensor** ເປັນອຸປະກອນທີ່ວັດຄ່າ pH ໃນສານລະລາຍ ຫຼື ນໍ້າໂດຍຈະເປັນການວັດຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຄ່າທີ່ເປັນກົດ-ດ່າງຈາກປະຕິກິລິຍາຂອງໄອອອນໄຮໂດເຈນ (H⁺) ຂອງສານລະລາຍ. ຄ່າ (pH) ເທົ່າກັບ 7 ເອີ້ນວ່າ pH Balance ສະແດງວ່າເປັນກາງບໍ່ມີຄວາມເປັນກົດຫຼືເປັນດ່າງ, ມີຄ່າຕໍ່າກວ່າ 7 ສະແດງວ່າເປັນກົດ ແລະ ຖ້າຫຼາຍກວ່າ 7 ສະແດງວ່າເປັນດ່າງ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 3(a).

- **EC Sensor** EC ແມ່ນຄ່າຊັກນໍາກະແສໄຟຟ້າໃນຂອງແຫຼວ ຫຼື ຄ່າການຊັກນໍາໄຟຟ້າຂອງເກືອ. ໃນການປູກຜັກໄຮໂດໂປນິກມີຄວາມໝາຍວ່າ ປະລິມານຂອງແຮ່ທາດທີ່ລະລາຍໃນນໍ້າ. ໂດຍປົກກະຕິແລ້ວ ນໍ້າບໍລິສຸດຈະມີກະແສໄຟຟ້າເປັນສູນ, ແຕ່ເມື່ອມີການນໍາເອົາທາດອາຫານລົງໄປລະລາຍໃນນໍ້າ ເກືອຂອງທາດອາຫານເຫຼົ່ານັ້ນກໍຈະມີການແຕກໂຕເປັນປະຈຸບວກ ແລະ ລົບ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 3(b).

2.2 ສ່ວນທີສອງຂອງລະບົບ

ໃນສ່ວນທີ 2 ຂອງລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີຈະປະກອບໄປດ້ວຍສ່ວນ ຂອງການຄວບຄຸມການເປີດປິດຂອງປ້າປະເພດຕ່າງໆດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້

- **ຣີເລ (Relay)** ເປັນອຸປະກອນໄຟຟ້າຊະນິດໜຶ່ງເຊິ່ງເຮັດໜ້າທີ່ຕັດຕໍ່ວົງຈອນແບບດຽວກັບສະວິດ ໂດຍມີການຄວບຄຸມການເຮັດວຽກໂດຍໄຟຟ້າ, ຣີເລມີຫຼາຍປະເພດໂດຍມີຮູບຊົງແຕກຕ່າງກັນອອກໄປແຕ່ມີຫຼັກການເຮັດວຽກທີ່ຄ້າຍຄືກັນ. ສໍາລັບການນໍາເອົາຣີເລໄປໃຊ້ງານຈະໃຊ້ໃນການຕັດວົງຈອນ, ຣີເລຍັງສາມາດເລືອກໃຊ້ໄດ້ຫຼາຍຮູບແບບ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 4(a).

- **ໂດຊິງປັ້ນ (Dosing pump)** ເປັນອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ສໍາລັບຈ່າຍສານລະລາຍນໍ້າ, ປະສົມຢາ, ສານເຄມີ, ປຸຍ, ທາດແຫຼວ, ສານປັບຄ່າ pH ໃນສະລອຍນໍ້າ ຫຼື ທີ່ຕ້ອງການ

ຄວບຄຸມສະພາບນ້ຳ, ຫົວຈັກສູບແມ່ນມີການອອກແບບມາສໍາລັບການເຮັດຄວາມສະອາດ ແລະ ບໍາລຸງຮັກສາໄດ້ງ່າຍ. ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 4(b).

- **ປ້າສູບນ້ຳ (DC Pump)** ຖືກນໍາມາປະຍຸກໃຊ້ຢ່າງກວ້າງຂວາງ ເຊິ່ງໄດ້ຖືກນໍາມາໃຊ້ງານໃນຫຼາຍໆດ້ານ ສ່ວນຂະໜາດກໍ່ມີຕັ້ງແຕ່ 100W ຈົນຮອດ 6.000KW. ປ້າສູບນ້ຳເຮັດໜ້າທີ່ໃນການດູດຂອງແຫຼວສິ່ງອອກໄປຕາມລະບົບທີ່. ໂດຍເຄື່ອງສູບນ້ຳຈະເປັນໂຕສົ່ງນ້ຳທີ່ມີສານລະລາຍອາຫານໄປຕາມທີ່ ເພື່ອໃຫ້ນ້ຳໄປລ້ຽງພືດ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 4(c).

2.3 ສ່ວນທີສາມຂອງລະບົບ

ໃນສ່ວນທີ 3 ຂອງລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີ ຈະປະກອບໄປດ້ວຍສ່ວນຂອງການປະມວນຜົນ ແລະ ສ່ວນຂອງການເຊື່ອມຕໍ່ກັບອິນເຕີເນັດປະກອບດ້ວຍອຸປະກອນດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

- **ບອດ Arduino MEGA 2560 R3** ເປັນບອດ Arduino ທີ່ອອກແບບມາສໍາລັບວຽກງານທີ່ຕ້ອງການໃຊ້ I/O ຫຼາຍກວ່າ Arduino Uno R3 ເຊັ່ນ: ວຽກທີ່ຕ້ອງການຈະໃຊ້ຮັບສັນຍານທີ່ຕ້ອງການຈາກເຊັນເຊີ ຫຼື ຄວບຄຸມມໍເຕີຫຼາຍໆໂຕ. ບອດ Mega 2560 R3 ຍັງມີໜ່ວຍຄວາມຈໍາແບບ Flash ຫຼາຍກວ່າຂອງບອດ Arduino Uno R3 ເຮັດໃຫ້ສາມາດຂຽນ Code ໂປຣແກຣມເຂົ້າໄປໄດ້ຫຼາຍກວ່າໃນ MCU ທີ່ມີຄວາມໄວເທົ່າທຽມກັນ. ໃນລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີຈະໃຊ້ບອດນີ້ເປັນໂຕປະມວນຜົນຫຼັກ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 5(a).

- **ບອດ NodeMCU ESP8266** ເປັນແພດຟອມໂອເຟັນຊອດ ສໍາລັບອິນເຕີເນັດອອບຕິງ, ມັນລວມເຖິງເຟີມແວ ທີ່ໃຊ້ກັບ ESP8266 Wi-Fi SoC ຈາກລະບົບ Espressif ແລະ ຮາດແວ ບິນພື້ນຖານໂມດູນ ESP-12. ເຟີມແວໃຊ້ການຂຽນສະຄຣິບພາສາ Lua. NodeMCU ESP8266 ສາມາດໃຊ້ເປັນໂຕປະມວນຜົນຫຼັກທີ່ເຊື່ອມຕໍ່ກັບລະບົບຍ່ອຍ ຫຼືເຊັນເຊີ ແລະ ມັນເຮັດໜ້າທີ່ເປັນເຊີບເວີທ້ອງຖິ່ນ ເພື່ອຮັບເອົາຂໍ້ມູນຈາກເຊັນເຊີ, ມັນສາມາດສົ່ງສານ ແລະ ສົ່ງຂໍ້ມູນໄປທີ່ຄລາວ (Cloud) ໄດ້ ຊ່ວຍໃຫ້ຜູ້ໃຊ້ຕິດຕາມ ແລະ ຄວບຄຸມລະບົບໄດ້ງ່າຍຂຶ້ນ ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 5(b).

2.4 ສ່ວນທີສີ່ຂອງລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີ

ໃນສ່ວນທີ 4 ຂອງລະບົບທີ່ນໍາສະເໜີ ຈະປະກອບໄປດ້ວຍສ່ວນຂອງການສະແດງຜົນຕໍ່ຜູ້ໃຊ້ງານລະບົບ ໃນທີ່

ນີ້ແມ່ນເຮົາໃຊ້ຊັອບແວແອັບພລິເຄຊັນບິ່ງ (Application Blynk) ເຊິ່ງແມ່ນແອັບພລິເຄຊັນສໍາເລັດຮູບສໍາລັບການເຮັດວຽກດ້ານອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ມີຄວາມໜ້າສົນໃຈຄື ມີການຂຽນໂປຣແກຣມທີ່ງ່າຍ ບໍ່ຈໍາເປັນຕ້ອງຂຽນ App ດ້ວຍໂຕເອງ. ສາມາດໃຊ້ໄດ້ແບບ Real Time ສາມາດເຊື່ອມຕໍ່ກັບອຸປະກອນຕ່າງໆເຂົ້າກັບອິນເຕີເນັດໄດ້ງ່າຍເຊັ່ນ: Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Raspberry PI. ສາມາດເອົາຄໍາມາສະແດງໃນແອັບພລິເຄຊັນໄດ້ງ່າຍ, ສາມາດນໍາໃຊ້ໄດ້ໂດຍບໍ່ຕ້ອງເສຍຄ່າໃຊ້ຈ່າຍ ແລະ ໃຊ້ໄດ້ທັງໃນລະບົບ IOS ແລະ Android. ສາມາດຄວບຄຸມການເຮັດວຽກຂອງອຸປະກອນຮາດແວຕ່າງໆໄດ້ຈາກໄລຍະໄກຜ່ານແອັບພລິເຄຊັນທີ່ມີການອອກແບບມາສໍາລັບອິນເຕີເນັດອອບຕິງໃນ Smartphone ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 6.

2.5 ການທົດລອງ

ໃນການທົດລອງໄດ້ນໍາລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນມາໄປນໍາໃຊ້ໃນໂຮງເຮືອນການປູກຜັກສະລັດກຣີນໂອກໄຮໂດໂປນິກຮູບແບບນ້ຳໝູນວຽນ ໃນການທົດລອງໄດ້ແບ່ງເປັນສອງລະບົບຄື ລະບົບທີ 1 ເປັນການປູກໂດຍນໍາໃຊ້ລະບົບທີ່ພັດທະນາຂຶ້ນມາ ລະບົບຄວບຄຸມສານອາຫານແບບອັດໂຕໃນມັດໂດຍນໍາໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງສໍາລັບການປູກພືດແບບໄຮໂດໂປນິກ (ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ), ລະບົບທີ 2 ການປູກໂດຍນໍາໃຊ້ຄົນເປັນຜູ້ເບິ່ງແຍງ. ທັງສອງລະບົບແມ່ນຢູ່ພາຍໃຕ້ສະພາບແວດລ້ອມອັນດຽວກັນ. ໃນການປູກແຕ່ລະລະບົບ ແມ່ນຈະປູກຜັກສະລັດກຣີນໂອກຈໍານວນ 32 ຕົ້ນ, ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ຈະມີການຕັ້ງຄ່າ EC ລະຫວ່າງ 1.8-2.2 mS/cm ແລະ ຄ່າ pH ລະຫວ່າງ 6.0-7.0, ສານລະລາຍທາດອາຫານຈະນໍາໃຊ້ຢູ່ 2 ຊະນິດຄື: ສານລະລາຍທາດອາຫານ A ແລະ B ປະສົມກັນໃນອັດຕາສ່ວນ 1:1 ໂດຍໃຊ້ນ້ຳ 50L ຕໍ່ສານລະລາຍ 0.5L, ໃນການປູກແມ່ນຈະປູກໃສ່ໃນລາງນ້ຳດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 7. ໃນການທົດລອງນີ້ຈະມີການວັດຄ່າອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດ, ຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ ແລະ ອັດຕາການສິ້ນເບື້ອງຂອງສານລະລາຍທາດອາຫາຂອງ ທັງສອງລະບົບ. ໃນການທົດລອງແມ່ນໄດ້ດໍາເນີນການປູກທົດລອງສອງຮອບ, ໃນການປູກແຕ່ລະຮອບແມ່ນຈະໃຊ້ເວລາປະມານ 45 ວັນ ແລະ ຈະມີການວັດຜົນເປັນໄລຍະເພື່ອເກັບຜົນການທົດລອງທັງສອງລະບົບ ແລ້ວນໍາຜົນທົດລອງທີ່ໄດ້ ມາປຽບທຽບກັນ.

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ຈາກການທົດລອງທັງສອງຮອບ ສາມາດເກັບກຳຂໍ້ມູນອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດ, ຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ ແລະ ອັດຕາສິ້ນເປືອງຂອງສານລະລາຍທາດອາຫານ ຂອງທັງສອງລະບົບດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້: ອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດ ດ້ານຄວາມສູງຂອງລຳຕົ້ນໂດຍຄ່າສະເລ່ຍຄວາມສູງແມ່ນລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງຈະໃຫ້ຄວາມສູງ 100% ລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນໃຫ້ຄວາມສູງແມ່ນ 98.19% ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 8(a), ຂະໜາດຄວາມຍາວຂອງໃບໂດຍຄ່າສະເລ່ຍລວມແມ່ນລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງໃຫ້ຜົນຄວາມຍາວຂອງໃບແມ່ນ 100% ລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນໃຫ້ຄວາມຍາວຂອງໃບແມ່ນ 98.53% ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 8(b), ຂະໜາດຄວາມກວ້າງຂອງໃບໂດຍຄ່າສະເລ່ຍລວມລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນໃຫ້ຜົນຄວາມກວ້າງຂອງໃບແມ່ນ 100% ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງໃຫ້ຄວາມກວ້າງຂອງໃບແມ່ນ 96.14% ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 8(c), ທາງດ້ານຈຳນວນໃບໂດຍຄ່າສະເລ່ຍລວມແມ່ນລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງໃຫ້ຈຳນວນໃບແມ່ນ 100% ລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນໃຫ້ຈຳນວນໃບທີ່ 84.81% ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 8(d). ຈາກຄ່າອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດທັງສີ່ດ້ານຄື ຄວາມສູງຂອງລຳຕົ້ນ, ລວງຍາວຂອງໃບ, ລວງກວ້າງຂອງໃບ ແລະ ຈຳນວນໃບ ເມື່ອສະເລ່ຍລວມແລ້ວຈະເຫັນໄດ້ວ່າລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງມີອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດດີກ່ອນໂດຍມີຄ່າສະເລ່ຍລວມ 99.04% ສ່ວນລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນມີຄ່າອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດສະເລ່ຍລວມ 95.38%, ດັ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນໃນຕາຕະລາງທີ 1. ອັດຕາຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ໂດຍສະເລ່ຍແມ່ນເຫັນໄດ້ວ່າລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ມີອັດຕາການຜະລິດທີ່ສູງກ່ອນລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 9(a), ໂດຍໄດ້ຜົນຜະລິດລະເລ່ຍລວມຂອງລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງແມ່ນ 3276g ໃນຂະນະທີ່ລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນ ແມ່ນໄດ້ຜົນຜະລິດລະເລ່ຍ 3035g ສະແດງໃຫ້ເຫັນໃນຕາຕະລາງທີ 2. ອັດຕາການສິ້ນເປືອງສານລະລາຍທາດອາຫານ ໂດຍສະເລ່ຍແລ້ວແມ່ນເຫັນໄດ້ວ່າ ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງມີອັດຕາການສິ້ນເປືອງສານລະລາຍທາດອາຫານທີ່ໜ້ອຍກ່ອນລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນດັ່ງ

ສະແດງໃນຮູບພາບທີ 9(b), ໂດຍລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງສິ້ນເປືອງແມ່ນ 662.55 ml, ໃນຂະນະທີ່ລະບົບທີ່ບົວລະບັດດ້ວຍຄົນແມ່ນມີອັດຕາການສິ້ນເປືອງສານລະລາຍທາດອາຫານຢູ່ທີ່ 850 ml, ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 3.

4. ວິພາກຜົນ

ຈາກການຄົ້ນຄວ້າ ແລະ ທົດລອງ ຈະເຫັນໄດ້ວ່າ ອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຜັກສະລັດສຳລັບ ລະບົບທີ່ໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ຜັກຈະມີການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂະຫຍາຍໂຕໄວ, ມີໃບຂະໜາດໃຫຍ່ຍາວ, ໃບງາມ, ມີລຳຕົ້ນທີ່ສູງ, ມີຈຳນວນໃບທີ່ຫຼາຍ, ຜັກສະລັດເປັນຝຸ່ມໃຫຍ່ ແລະ ລັກສະນະຂອງໃບຈະເປັນສີຂຽວເຂັ້ມ ສ່ວນຜັກສະລັດທີ່ໄດ້ຈາກການປູກແບບໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງ ຈະມີລວງສູງຂອງລຳຕົ້ນທີ່ສັ້ນກວ່າ, ມີໃບຂະໜາດກວ້າງແຕ່ສັ້ນ, ກ້ານໃບມີຂະໜາດບໍ່ໃຫຍ່ຫຼາຍເຮັດໃຫ້ບາງຕົ້ນໃບຍອນລົງເຮັດໃຫ້ບໍ່ເປັນຝຸ່ມ, ຕົ້ນຈະມີຂະໜາດນ້ອຍ ແລະ ໃບຈະເປັນສີຂຽວອອນ. ຖ້າທຽບອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງຜັກໂດບລວມແມ່ນຈະເຫັນວ່າ ລະບົບທີ່ໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ມີອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ທີ່ດີກ່ອນ ການປູກແບບໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງເຖິງ 3.66%, ສອດຄ່ອງກັບບົດຄົ້ນຄວ້າວິໄຈຂອງ (Yuda et al., 2021). ຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ສະເລ່ຍລວມແມ່ນຈະເຫັນໄດ້ວ່າ ລະບົບທີ່ໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ໃຫ້ອັດຕາຜົນຜະລິດທີ່ຫຼາຍກວ່າການປູກ ແບບໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງເຖິງ 7.35%, ເຊິ່ງເປັນໄປຕາມແນວທາງດຽວກັນກັບການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (ຄຳປະສິດ ຈັນທະວົງ, 2019). ຈາກຜົນການທົດລອງຈະເຫັນໄດ້ວ່າລະບົບທີ່ໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ສາມາດຄວບຄຸນຄ່າ pH ຄວາມເປັນກົດ-ດ່າງ ແລະ EC ແຮ່ທາດທີ່ລະລາຍຢູ່ໃນນ້ຳ ໃຫ້ມີຄ່າຄົງທີ່ສະໜ້າສະເໝີ ເຮັດໃຫ້ພືດໄດ້ຮັບສານອາຫານທີ່ພຽງພໍຕໍ່ຄວາມຕ້ອງການ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຜິດຈະເລີນງອກງານດີ ແລະ ໃຫ້ຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ດີກ່ອນການປູກແບບໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງ. ຈາກຜົນການທົດລອງແມ່ນສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານຄຸນນະພາບ ແລະ ປະສິດທິພາບຂອງການເພາະປູກໃນແຕ່ລະວິທີ. ສຳລັບອັດຕາການສິ້ນເປືອງສານລະລາຍທາດອາຫານຈະເຫັນໄດ້ວ່າການປູກແບບໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງ ຜູ້ທີ່ເບິ່ງແຍງຈະຕ້ອງຕິດຕາມວັດຄ່າ pH ແລະ EC ດ້ວຍຕົນ

ເອງເປັນປະຈຳ ແລະ ເຕີມສານລະລາຍທາດອາຫານ ດ້ວຍ ຕົນເອງເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄ່າສານອາຫານຢູ່ໃນລະດັບທີ່ກຳໜົດໄວ້ , ການເຕີມແຕ່ລະຄັ້ງແມ່ນໃຊ້ການກະຕ່ວງເອົາ ດັ່ງນັ້ນບາງ ຄັ້ງກໍ່ຈະມີການເຕີມສານລະລາຍທາດອາຫານທີ່ຫລາຍເກີນ ໄປ ບາງຄັ້ງກໍ່ໜ້ອຍໄປ ເຮັດໃຫ້ມີສານລະລາຍທາດອາຫານ ໃນນ້ຳບໍ່ຄົງທີ່, ການຄວບຄຸມປະລິມານສານລະລາຍທາດ ອາຫານແມ່ນມີຄວາມຫຍຸ້ງຍາກຫຼາຍກວ່າ ເມື່ອທຽບກັບ ລະບົບລະບົບທີ່ໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ, ເຫັນ ໄດ້ຈາກການທົດ ລະບົບທີ່ນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີ ເນັດອອບຕິງ ແມ່ນສາມາດປະຫຍັດສານລະລາຍທາດ ອາຫານໄດ້ຫຼາຍກ່ອນ ລະບົບທີ່ໃຊ້ຄົນບົວລະບັດເບິ່ງແຍງ ເຖິງ 22.05 %, ເປັນໄປຕາມແນວທາງການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Anup et al., 2016). ນອກຈາກນີ້, ຍັງເຫັນໄດ້ວ່າລະບົບ ທີ່ນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງມີປະສິດທິພາບສູງ ສາມາດຄວບຄຸມ ແລະ ປັບສານລະລາຍທາດອາຫານໃນນ້ຳ ໃຫ້ມີຄວາມສະໝໍ່າສະ ເໝີ ແລະ ຄົງທົດຕາມຄ່າທີ່ກຳໜົດໄວ້ ໃນລະບົບ ສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ (Katsuhiko et al., 2019). ພ້ອມກັນນີ້ຍັງສາມາດຫຼຸດຖົງປະມານໃນການ ເພາະປູກພືດລົງໄດ້ຫຼາຍ ເພາະບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງຈັດຈ້າງແຮງ ງານກຳມະກອນຈຳນວນຫຼາຍຄົນ ໃນການເບິ່ງແຍງການ ເພາະປູກ ເຊິ່ງມັນເປັນການຫຼຸດຕົ້ນທຶນໃນການເພາະປູກໃນ ໂຕ, ເຊັ່ນດຽວກັນ ລະບົບຍັງໄດ້ສ້າງຄວາມສະດວກສະບາຍ ໃຫ້ກັບຊາວກະສິກອນ ໃນການຕິດຕາມການເພາະປູກ ໂດຍສາມາດຕິດຕາມຜ່ານທາງແອັບພະລິເຄຊັນເທິງມືຖືໄດ້ ອີກດ້ວຍ.

5. ສະຫຼຸບຜົນ

ໃນບົດຄົ້ນຄວ້າວິໄຈນີ້ ໄດ້ນຳສະເໜີ ລະບົບຄວບ ຄຸມສານອາຫານແບບອັດໂຕໂນມັດ ສຳລັບການປູກຝັກໄຮ ໂດໂປນິກ ໂດຍນຳໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ເປັນການປະຍຸກ ໃຊ້ງານເຕັກໂນໂລຊີທາງດ້ານອິນເຕີເນັດອອບຕິງ ເຂົ້າໃນ ວຽກງານການກະເສດ ລະບົບທີ່ນຳສະເໜີເປັນລະບົບໜຶ່ງ ທີ່ເໝາະສົມກັບຊາວກະສິກອນທີ່ປູກພືດໃນຮູບແບບໄຮໂດ ໂປນິກ ເຊິ່ງສາມາດຊ່ວຍໃຫ້ການປູກພືດມີປະສິດທິພາບ ມີອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ທີ່ດີ, ສາມາດເພີ່ມອັດຕາຜົນ ຜະລິດໃຫ້ສູງຂຶ້ນ, ປະຢັດສານລະລາຍທາດອາຫານທີ່ເປັນ ອາຫານສຳລັບການປູກພືດ, ປະຢັດຖົງປະມານໃນການ ເພາະປູກ ແລະ ປະຢັດເວລາໃນການເບິ່ງແຍງການເພາະປູກ

ພ້ອມດຽວກັນນີ້ຊາວກະສິກອນກໍ່ຍັງສາມາດຕິດຕາມ ປະລິມານສານອາຫານທີ່ມີໃນນ້ຳທີ່ໄປລ້ຽງຕົ້ນພືດໄດ້ ຜ່ານ ທາງແອັບພະລິເຄຊັນເທິງມືຖືໄດ້ອີກດ້ວຍ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ຊາວ ກະສິກອນມີຄວາມສະດວກສະບາຍຫຼາຍຂຶ້ນ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິ ຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງ ກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນ ໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດ ພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ເອກະສານອ້າງອີງ

ຄຳປະສິດ ຈັນທະວົງ (2019). ການເພີ່ມປະສິດທະພາບ ການປູກໝາກແຕງເມລອນໃນການກະສິກຳແບບ ໂຮງເຮືອນໂດຍການນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີ IOT ເຂົ້າ ຄວບຄຸມຄວາມຊຸ່ມ. *ວິທະຍານິພົນປະລິນຍາໂທ, ຄະນະວິສະວະກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ* , 2019.

Anup, M., Ojas, S., Deepika, A., & Sushmita, S. (2016). Precision Agriculture using Internet of Things and Wireless sensor Networks. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 5(4).

Ashton K. (2009). That 'Internet of Things' Thing, *RFID Journal*, 22, 97-114 (2009).

Falmata, M., Adam, A., Farouq, A., Audu, M. & Mahdi, M. (2020). A Survey of Smart Hydroponic Systems. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(1): 233-248.

Hardeep, S., & Dunn, B. (2016). Electrical Conductivity and pH Guide for Hydroponics. *Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma State University*, October 2016, https://shareok.org/bitstream/handle/11244/331022/oksa_HLA-6722_2016-10.pdf.

Hardeep, S., Bruce, D., & Mark, P. (2019). Hydroppnic pH Modifiers Affect Plant Growth and Nutrient Content in Leafy Greens. *Journal of Horticultural Research*, 27(1): 31-36.

Jemima, M., Dhruv, P., Himanshu, P., & Archana, M. (2020). Review On Soilless

- Method Of Cultivation: Hydroponics. *International Journal of Recent Scientific Research Research*, 11(1): 37122-37127.
- Katsuhiko, K., Mizuho, S., Thu, N., Hung, P., Thach, N., Hai T.V., & Hoa C.N. (2019). Nutrient Control Mechanism for Hydroponic System based on Internet of Things Technology. *Proceeding of the 12th Regional Conference on Computer Information and Engineering 2019 (RCCIE2019)*.
- Naveen, B.G., Nandhini V., Mithra, S., Priya, N. & Naveena, R. (2018). IOT Based Smart Crop Monitoring in Farm Land. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 4(1).
- Nisha, S., Somen, A., Kaushal, K., Narendra, S. & Om, P.C. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4): 364-371.
- Sagar, J., Sagar, G., Vandan, P. & Vijeta, P. (2018). Intoduction of Hydroponic System and its Methods. *International Journal for Research Trends and Innovation*, 3(3): 69-73.
- Yuda, P., Aji, G.P. & Andrian, R. (2021). Evaluation of IoT-Based Grow Light Automation on Hydroponic Plant Growth. *Journal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 7(2): 314-325.

ຕາຕະລາງທີ 1. ສະແດງຄ່າເປີເຊັນໂດຍສະເລ່ຍຂອງອັດຕາການເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດ

ຮູບແບບການເກັບຜົນ		ລະບົບທີ່ຄົນປົວລະບັດ	ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ
ຄວາມສູງຂອງລຳຕົ້ນ		98.19%	100.00%
ຂະໜາດຂອງໃບທີ່ໃຫຍ່ທີ່ສຸດ 3 ໃບ	ຍາວ	98.53%	100.00%
	ກວ້າງ	100.00%	96.14%
ຈຳນວນໃບ		84.81%	100.00%
ຄ່າສະເລ່ຍໂດຍລວມ		95.38%	99.04%

ຕາຕະລາງທີ 2. ສະແດງຄ່າສະເລ່ຍຜົນຜະລິດທີ່ໄດ້ຫົວໜ່ວຍເປັນ (g)

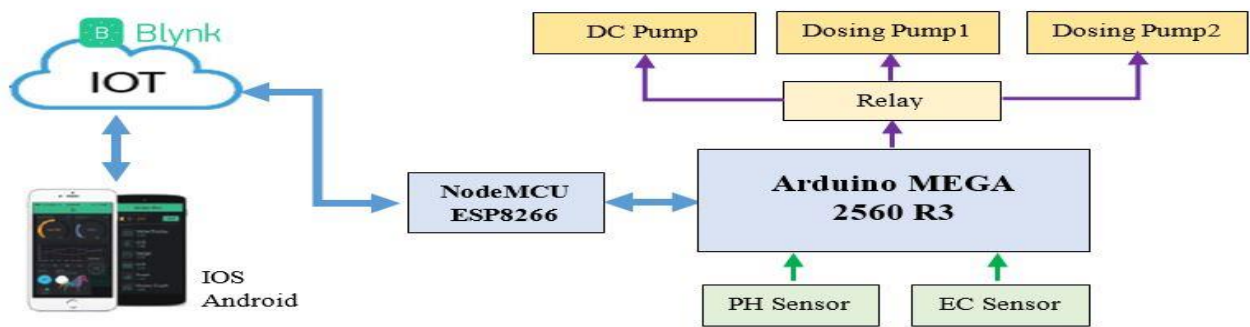
ຮູບແບບການທົດລອງ	ການທົດລອງຄັ້ງທີ 1 (g)	ການທົດລອງຄັ້ງທີ 2 (g)	ຄ່າສະເລ່ຍ (g)
ລະບົບທີ່ຄົນປົວລະບັດ	3063.00	3006.00	3035.00
ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ	3317.00	3234.00	3276.00

ຕາຕະລາງທີ 3. ສະແດງອັດຕາການສື່ນເປືອງຂອງສານລະລາຍທາດອາຫານ (ml)

ຮູບແບບການທົດລອງ	ການທົດລອງຄັ້ງທີ 1 (ml)	ການທົດລອງຄັ້ງທີ 2 (ml)	ຄ່າສະເລ່ຍ (ml)
ລະບົບທີ່ຄົນປົວລະບັດ	850.00	850.00	850.00
ລະບົບທີ່ໃຊ້ອິນເຕີເນັດອອບຕິງ	677.80	647.30	662.55



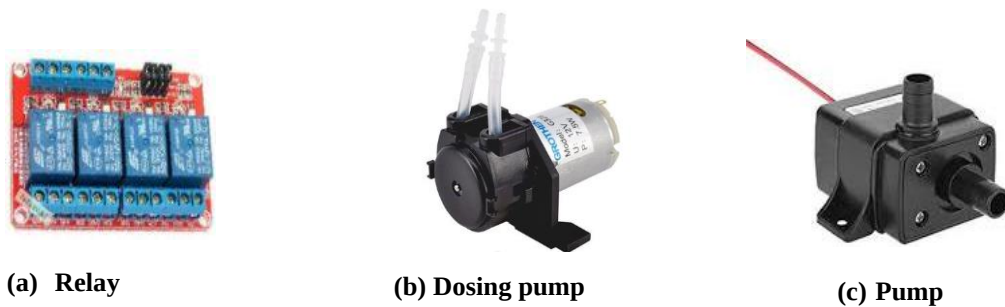
ຮູບພາບທີ 1: ສະແດງພາບລວມຂອງອິນເຕີເນັດອອບຕິງ



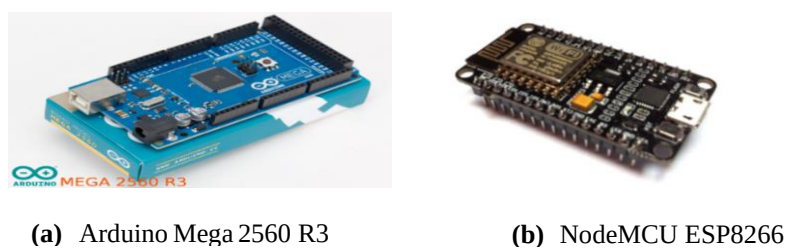
ຮູບພາບທີ 2: ລະບົບຄວບຄຸມສານອາຫານແບບອັດຕະໂນມັດໂດຍນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີອິນເຕີເນັດອອບຕິງ



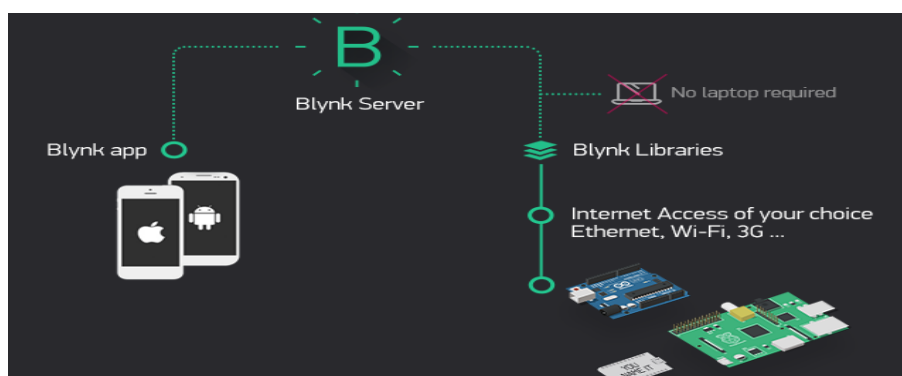
ຮູບພາບທີ 3: ສະແດງເຊັ່ນເຊີວັດຄ່າ pH ແລະ ເຊັ່ນເຊີວັດຄ່າ EC



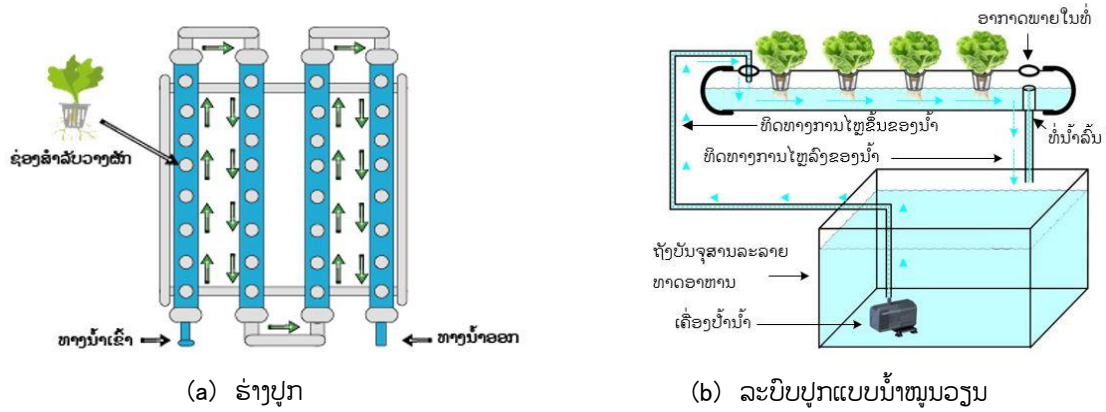
ຮູບພາບທີ 4: ສະແດງອີເລ ແລະ ບ້າປະເພດຕ່າງໆທີ່ໃຊ້ງານ



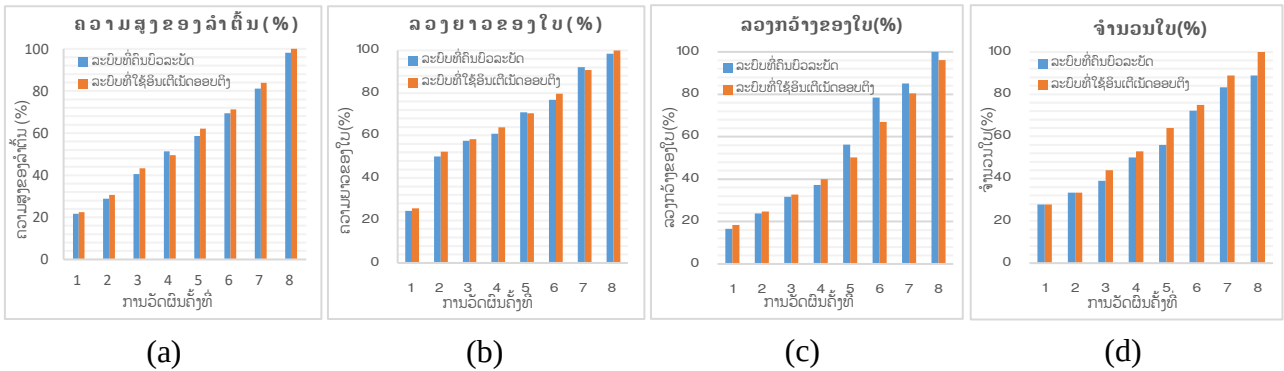
ຮູບພາບທີ 5: ສະແດງບອດ Arduino Mega 2560 R3 ແລະ NodeMCU ESP8266



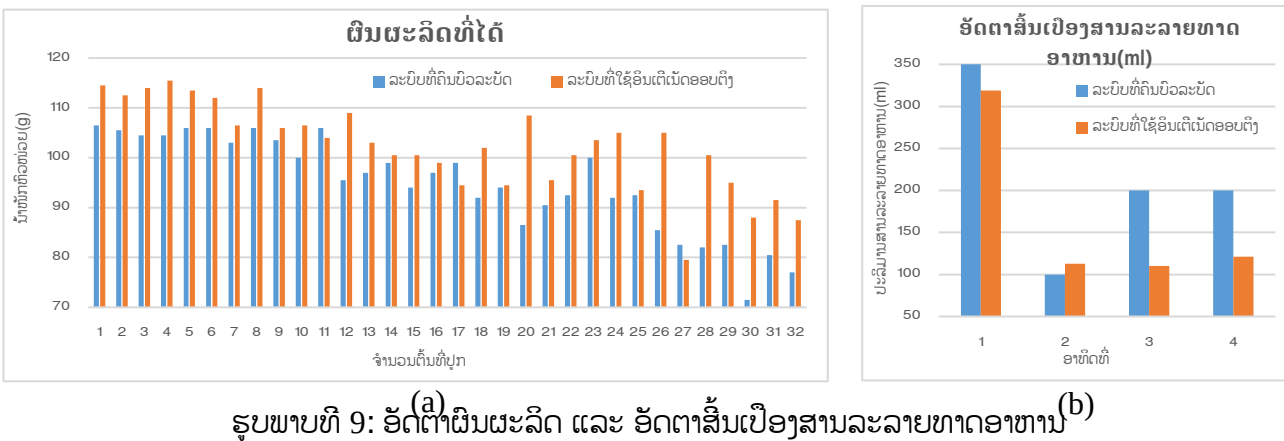
ຮູບພາບທີ 6: ການເຮັດວຽກຂອງ Application Blynk



ຮູບພາບທີ 7: ຮ່າງປູກ ແລະ ລະບົບປູກແບບນໍ້າໝູນວຽນ



ຮູບພາບທີ 8: ອັດຕາການຈະເລີນເຕີບໃຫຍ່ຂອງພືດແຕ່ລະດ້ານ



ຮູບພາບທີ 9: ອັດຕາຜົນຜະລິດ ແລະ ອັດຕາສິ້ນເປືອງສານລະລາຍທາດອາຫານ