การเตือนภัยพิบัติดินถล่มด้วยวิธีการประมวลผลด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน

Landslide Early Warning System based on Microcontroller with Soil Moisture Sensors

วศิน จิตสุจริตวงศ์[1], สกรรจ์ จันทร์เชียว[1], หทัยพันธน์ ภุมรินทร์[1] และ เปรม รังสิวณิชพงศ์[2*]

Wasin Jitsujaritwong[1], Sagan Chankhiao[1], Hathaipan Phumrint[1] and Prem Rangsiwanichpong[2*]

[1]นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

[2*]อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

E-mail address: prem.r@ku.th

บทคัดย่อ

ดินถล่มนั้นเกิดขึ้นจากความไม่มั่นคงของดินที่อยู่ในพื้นที่ลาดเอียง และการเกิดภัยพิบัติดินถล่มนั้นก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก ทำให้การเตือนภัยและการคาดการณ์ล่วงหน้าสำหรับดินถล่มมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาพัฒนาระบบเตือนภัยดินถล่มอย่างง่ายด้วยวิธีการประมวลผลของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) เนื่องจากราคาประหยัด พกพาสะดวกและมีความปลอดภัย เซนเซอร์วัดความชื้นโดยทั่วไปจะถูกใช้ในการตรวจวัดปริมาณน้ำในดินเพื่อระบุถึงระดับความชื้นและระดับความแห้งแล้งของดิน วัตถุประสงค์ของงานวิจยนี้คือการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในการประเมินความชื้นในดินจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและการคำนวนทางคณิตศาสตร์

พร้อมทั้งจัดทำระบบเตือนภัยดินถล่มเมื่อมีค่าความชื้น ณ ค่าต่าง ๆ โดยแบ่งระดับการเตือนภัยออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สัญญาณไฟสีเขียว หมายถึง ระดับที่ปลอดภัย สัญญาณไฟสีเหลือง หมายถึง ระดับที่ควรมีการเฝ้าระวังการเกิด ดินถล่ม และสัญญาณไฟสีแดง หมายถึง ระดับที่ต้องอพยพไปอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัย ซึ่งสามารถช่วยลดผลกระทบจากการเกิดภัยพิบัติดินถล่มได้

คำสำคัญ: ความชื้น, ดินถล่ม, ระบบเตือนภัย, ไมโครคอนโทรเลอร์

ABSTRACT

Landslides occur when soil on slopes becomes unstable and it can cause a great deal of damage to buildings and life of people in the high slope areas. Therefore, landslide early warning system for ground movements are very important responsibilities to reduce the damage from landslide events. In this research, we developed landslide early warning system from soil moisture sensor and microcontroller Arduino board due to low-cost, mobility and safety. Generally, soil moisture sensor is used to measure the amount of water inside the soil and provide the level of moisture or dryness of the soil. The aim of this research try to applied microcontroller for evaluating the moisture of soil by voltage value and mathematical technique. This landslide warning system can be divided to 3 levels. Firstly, green light means low risk. Secondly, yellow light means moderate risk, the red light means very high risk.

Keywords: Landslide, microcontroller, warning system

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ดินถล่มนับว่าเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย เนื่องจากได้สร้างความเสียหายให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาได้มีความพยายามที่จะลดความเสียหายจากการสูญเสียอันเนื่องจากดินถล่มอยู่มากมายหลากหลายแนวทางไม่ว่าจะเป็นการป้องกันโดยการสร้างสิ่งก่อสร้างขวางกั้น หรือการเตือนภัยก่อนเกิดดินถล่ม ซึ่งในการเตือนภัยดินถล่มในประเทศไทยโดยทั่วไปมักใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถึงความอันตรายของดินถล่มกันอย่างแพร่หลาย (กาญจนา และคณะ, 2549; สุภัทรา และดวงเดือน, 2560; เปรม รังสิวณิชพงศ์, 2563) สำหรับการเตือนภัยในต่างประเทศนอกจากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังมีการพัฒนาระบบเตือนภัยดินถล่มด้วยการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ชนิดต่างๆ ได้แก่ เซนเซอร์วัดการเคลื่อนตัวของดิน (Accelerometer) รวมถึงเซนเซอร์วัดความชื้น (Soil moisture sensor) ร่วมในการเตือนภัยของดินถล่ม (Atmajati และคณะ, 2560; Gian และคณะ, 2560)

ในปี พ.ศ. 2559 E. Yuliza และคณะ ได้จัดทำการศึกษาเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยใช้หลักการในการวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านดิน แล้วแปลงค่าเป็นค่าความต้านทานในมวลดิน และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินที่ก่อให้เกิดดินถล่มนั้นเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้า มากกว่าการวัดปริมาณน้ำฝน

ในขณะเดียวกัน Lu Zhuo และคณะ, (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดินที่มีความสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม ด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลขั้นสูงจากดาวเทียม โดยได้ทำการประเมินระหว่างผลของความชื้นในดินจากโปรแกรม European Space Agency Climate Change Initiative กับเหตุการณ์ดินถล่มในพื้นที่ทางตอนเหนือของอิตาลี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความลาดชันยังเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อให้เกิดดินถล่ม นอกจากนี้สามารถนำข้อมูลของปริมาณความชื้นในดินที่ได้จากการสำรวจระยะไกลขั้นสูง ไปใช้ในการแจ้งเตือนล่วงหน้าของการเกิดดินถล่มได้

ซึ่งทำให้การศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาโดยใช้ปริมาณความชื้นในดินเป็นตัวแปรในการออกแบบระบบเตือนภัยภัยพิบัติดินถล่ม เนื่องจากข้อมูลที่ได้จะมีความแปรปรวนน้อยกว่าการศึกษาจากปริมาณน้ำฝนส่งผลให้การเตือนภัยนั้นมีความแม่นยำมากขึ้น ทั้งนี้ยังได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในปัจจุบัน จึงได้ตัดสินใจจัดทำเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเพื่อหาค่าความชื้นที่เกิดดินถล่มและจัดทำระบบเตือนภัยโดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยบอร์ด Arduino ซึ่งเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินจะสามารถวัดพฤติกรรมของน้ำใต้ดินและนำไปออกแบบการเตือนภัยได้อย่างแม่นยำมากกว่าปริมาณน้ำฝน

การเตือนภัยก่อนการเกิดดินถล่มนับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก อาจจะช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้นไว้ไม่มากก็น้อย ไม่ว่าจะเป็นในด้านชีวิต หรือทรัพย์สิน ดังนั้นหากมีอุปกรณ์และระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพราคาไม่สูงมากนัก และสามารถติดตั้งใช้งานได้ง่ายโดยไม่มีผู้ดูแลระบบมาคอยตรวจตราเป็นประจำก็ยิ่งทำให้การใช้งานอุปกรณ์ในการเตือนภัยดินถล่มนั้นสามารถกระจายได้ทั่วทุกพื้นที่มากขึ้น ส่งผลให้ลดความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัตินี้ได้มากขึ้นเช่นกัน

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณความชื้นในดินที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของผิวดิน จนส่งผลให้เกิดดินถล่ม
2. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความชื้นในดินอย่างง่าย และส่งสัญญาณเตือนภัย เมื่อเกิดภัยพิบัติดินถล่มด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน

3. วิธีการวิจัย

1. เขียนโปรแกรม และสร้างเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน

การสร้างเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน จะใช้วิธีการประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยบอร์ด Arduino UNO R3 และเขียนโปรแกรมให้อ่านค่าที่รับมาจากตัวเซ็นเซอร์วัดความชื้นในรูปแบบของ Analog ซึ่งค่าที่อ่านได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าความต่างศักย์ (Voltage)

1.1 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณความชื้น

1.1.1 บอร์ด Arduino UNO R3

1.1.2 Soil Moisture Sensor Module

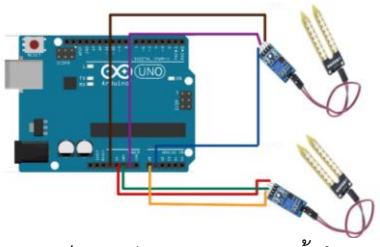
1.1.3 Jumper 20 cm

1.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.2.1 ต่อวงจร ดังภาพที่ 1

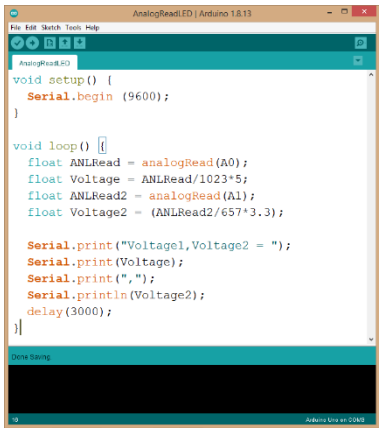
Sensor 5V	Arduino
AO	A0 (สีเหลือง)
GND	GND (สีเขียว)
VO	5.0V (สีแดง)

Sensor 3.3V	Arduino
AO	A1 (สีน้ำเงิน)
GND	GND (สีม่วง)
VO	3.3V (สีน้ำตาล)



ภาพที่ 1 การต่อวงจรของเซ็นเซอร์วัดปริมาณความชื้นในดิน กับบอร์ด Arduino

1.2.2 เขียนโค้ดคำสั่งลงในโปรแกรม Arduino IDE ดังนี้



```
void setup() {
  Serial.begin (9600);
}

void loop() {
  float ANLRead = analogRead(A0);
  float Voltage = ANLRead/1023*5;
  float ANLRead2 = analogRead(A1);
  float Voltage2 = (ANLRead2/657*3.3);

  Serial.print("Voltage1,Voltage2 = ");
  Serial.print(Voltage);
  Serial.print(",");
  Serial.println(Voltage2);
  delay(3000);
}
```

ภาพที่ 2 โค้ดคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE

1.2.3 อัพโหลดคำสั่งเข้าในบอร์ด Arduino UNO R3 และทดสอบการอ่านค่าข้อมูลของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน

2. ปรับเทียบเครื่องมือ

เมื่อทำการเขียนโปรแกรมและอัพโหลดคำสั่งเข้าตัวบอร์ด Arduino เสร็จเรียบร้อย จากนั้นนำเครื่องมือที่ได้ไปทำการปรับเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการ Determination of Water Content และทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ หรือเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน กับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งความสัมพันธ์จะออกมาเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์) และ ค่าความต่างศักย์ (โวลต์)

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบเครื่องมือ

2.1.1 เครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน

2.1.2 กระป๋องใส่ดิน

2.1.3 เครื่องชั่ง

2.1.4 ตู้อบดิน

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

2.2.1 การทดลองหาความชื้นของดินในห้องปฏิบัติการ เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างตามธรรมชาติของมวลดิน โดยวิธีตู้อบธรรมดา หากดินมีความชื้นมาก แสดงว่าค่าปริมาณน้ำในดินก็จะสูง ซึ่งมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ ASTM D 2216 – 98 Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass โดยมีขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้

2.2.1.1 นำตัวอย่างดิน เติมน้ำปริมาณที่แตกต่างกัน แล้วชั่งน้ำหนักดินก่อนอบ

2.2.1.2 วัดปริมาณความชื้นในดิน ด้วยเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน พร้อมบันทึกค่าที่อ่านได้จากตัวเซ็นเซอร์ในรูปแบบค่าความต่างศักย์

2.2.1.3 นำดินเข้าตู้อบดิน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2.1.4 เมื่ออบเสร็จแล้ว นำดินมาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกค่าไว้

2.2.1.5 นำค่าน้ำหนักดินก่อนอบ และดินหลังอบ มาคำนวณหาค่าปริมาณความชื้นในดิน ดังสูตรต่อไปนี้: ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์) = (น้ำหนักดินเปียก – น้ำหนักดินแห้ง) / น้ำหนักดินแห้ง x 100

2.2.1.6 นำค่าปริมาณความชื้นในดินที่คำนวณได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ และค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ เพื่อสร้างสมการปริมาณความชื้นที่ถูกต้อง

2.2.2 การหาความสัมพันธ์ เป็นขั้นตอนในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในดินที่คำนวณได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ กับค่าความต่างศักย์จากเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน โดยวิธีการสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Correlation) ซึ่ง x คือ ตัวแปรอิสระ และ y คือ ตัวแปรตาม สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$r = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\Sigma(x_i^2 - n\bar{x}^2)\Sigma(y_i^2 - n\bar{y}^2)}}$$

โดย n คือ จำนวนตัวอย่าง

x คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x

y คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร y

และความหมายของค่า r มีดังนี้

- ค่า r เป็น + แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
- ค่า r เป็น – แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม
- ค่า r เป็น 0 แสดงว่า x กับ y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
- ค่า | r | มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันมาก
- ค่า | r | มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันน้อย

การศึกษาในครั้งนี้สามารถกระทำตามขั้นตอนเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในดินที่คำนวณได้จากการทดลองห้องปฏิบัติการ กับค่าความต่างศักย์จากเครื่องมือวัดปริมาณความชื้น ได้ดังนี้

2.2.2.1 นำข้อมูลที่บันทึกไว้มากำหนดตัวแปร โดยให้ค่าความต่างศักย์จากเครื่องมือวัดปริมาณความชื้น เป็นตัวแปร x และให้ค่าปริมาณความชื้นในดินที่คำนวณได้จากห้องปฏิบัติการ เป็นตัวแปร y

2.2.2.2 หาค่าเฉลี่ยของตัวแปร x และตัวแปร y

2.2.2.3 นำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณโดยใช้สมการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

2.2.2.4 ตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยพิจารณาดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

2.2.2.5 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ได้มีความสัมพันธ์กันมาก และมีความเหมาะสม ให้นำสมการที่ได้ เป็นสมการในการหาค่าปริมาณความชื้นจากการอ่านค่าความต่างศักย์ของเครื่องมือวัดความชื้น

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่ม และจัดทำระบบเตือนภัย

3.1 อุปกร์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 กล่องพลาสติก ขนาด 63x42x30.5 ซม.

3.1.2 ท่อ PVC ขนาด ½ นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 22 มิลลิเมตร

3.1.3 Geotextile

3.1.4 เครื่องปั๊มน้ำ

3.1.5 หลอดไฟ LED

3.1.6 ตัวต้านทาน 220 โอห์ม

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.2.1 การสร้างแบบจำลองนั้นได้กำหนดความชันของหน้าดินไว้ที่ 45 องศา โดยแบบจำลองจะออกแบบให้มีการระบายน้ำไว้ที่ด้านหน้าของแบบจำลอง และเจาะรูเพื่อนำท่อมาใส่ในการให้น้ำไหลผ่านเป็นระบบการจำลองน้ำใต้ดิน ดังภาพที่ 3

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 (ก) ภาพแบบจำลองด้านข้าง แสดงถึงความชัน 45 องศา ของหน้าดิน และตำแหน่งการใส่ท่อ PVC, (ข) ภาพแบบจำลองด้านหน้า แสดงระบบการระบายน้ำ

3.2.2 เจาะรูที่ท่อ PVC และทำการห่อท่อด้วย Geotextile เพื่อลดความแรงของน้ำที่อาจก่อให้เกิดการกัดเซาะของดิน ดังภาพที่ 4

(ก) (ข)

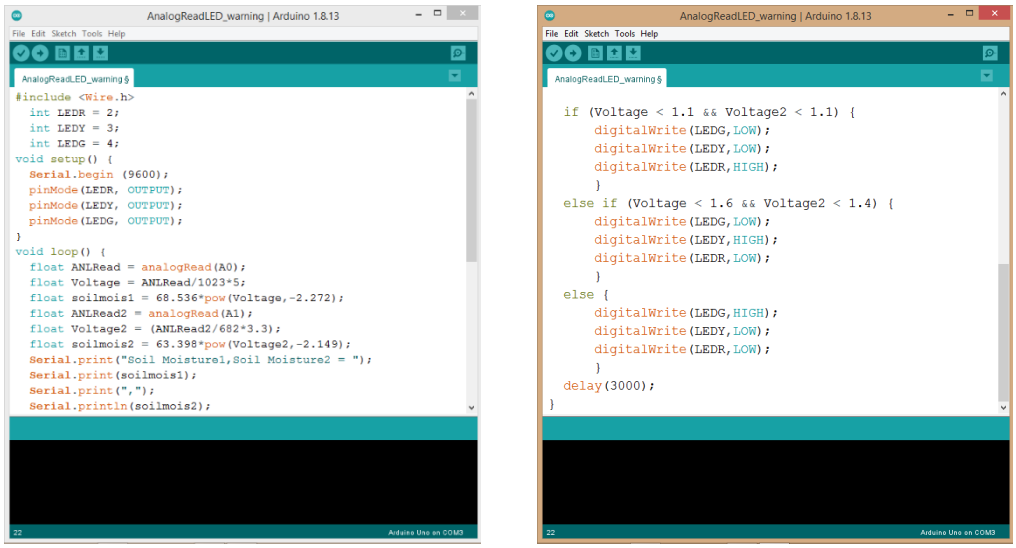
ภาพที่ 4 (ก) ภาพแสดงรูเจาะบนท่อ PVC, (ข) ภาพแสดงท่อ PVC ห่อด้วย Geotextile

3.2.3 นำดินมาก่อตัวให้ได้ความชันตามที่กำหนด โดยดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ ดินทราย จากนั้นทำการติดตั้งตัวเซ็นเซอร์วัดปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งมีเซ็นเซอร์ด้วยกันทั้งหมด 2 ตัว และติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ เพื่อทำระบบไหลเวียนน้ำโดยจำลองให้เป็นน้ำใต้ดิน ดังภาพที่ 5 และรอการเกิดดินถล่ม

ภาพที่ 5 ลักษณะของแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง

3.2.4 เมื่อเกิดดินถล่มจะทำให้ทราบถึงค่าของความชื้น ณ เวลาการเกิดดินถล่ม สามารถนำค่านั้นมาออกแบบระบบแจ้งเตือนภัย โดยนำค่าข้อมูลในรูปแบบของความต่างศักย์ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์กับเวลา

3.2.5 ทำการเขียนคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE โดยสร้างเงื่อนไขที่จะเตือนภัย มีโค้ดคำสั่งดังนี้



ภาพที่ 6 โค้ดคำสั่งของระบบเตือนภัย

3.2.6 ทำการทดลองในแบบจำลองซ้ำอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบระบบการเตือนภัย

4. ผลการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งได้ทำการเขียนโค้ดเพื่อประมวลผลผ่านบอร์ด Arduino โดยรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดความชื้น พบว่าเซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าความต่างศักย์จากดินที่ใช้ทดลองได้ แต่ค่าที่ได้มานั้นยังไม่ถูกต้องแม่นยำนัก ทั้งนี้ค่าที่ได้เป็นเพียงค่าความต่างศักย์ จึงจำเป็นต้องนำเครื่องมือวัดความชื้นไปทำการปรับเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ

จากการนำข้อมูลมาทำการปรับเทียบเครื่องมือ จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์) และค่าความต่างศักย์ (โวลต์) โดยกราฟจะแสดงผลในรูปแบบยกกำลัง มีการทดลองปรับเทียบเครื่องมือเป็นจำนวน 9 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งก็ได้ปรับปรุงเครื่องมือ เช่น การเชื่อมต่อวงจรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนตัวเซ็นเซอร์วัดปริมาณความชื้นในดินที่มีคุณภาพมากขึ้น รวมถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบในการใช้ตัวเซ็นเซอร์จากหนึ่งตัวเป็นสองตัว เพื่อให้ค่าครอบคลุมพื้นที่ในแบบจำลอง จนได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ใน เกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 0.8450 และ 0.7832 เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ และ 3.3 โวลต์

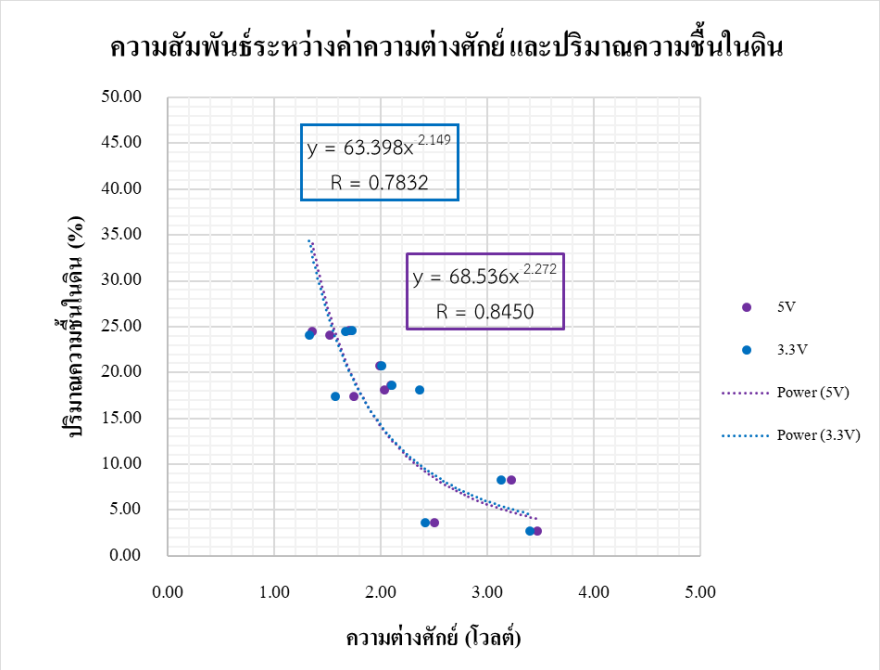
ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำสมการความสัมพันธ์ของการปรับเทียบเครื่องมือ มาเป็นสมการในการหาค่าปริมาณความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์) จากค่าความต่างศักย์ (โวลต์) ได้ ดังสมการต่อไปนี้

สำหรับเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ : $y = 68.536X^{-2.272}$ (1)

สำหรับเซ็นเซอร์กำลังไฟ 3.3 โวลต์ : $y = 63.398X^{-2.149}$ (2)

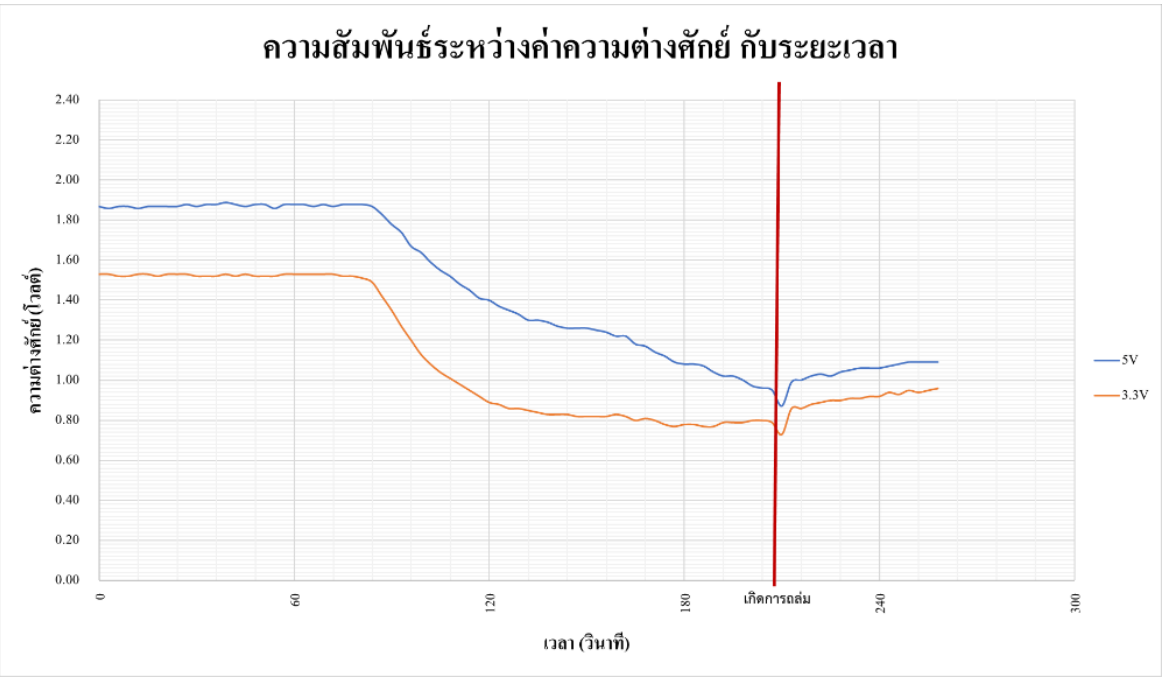
โดย X คือ ความต่างศักย์ (โวลต์)

y คือ ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์)

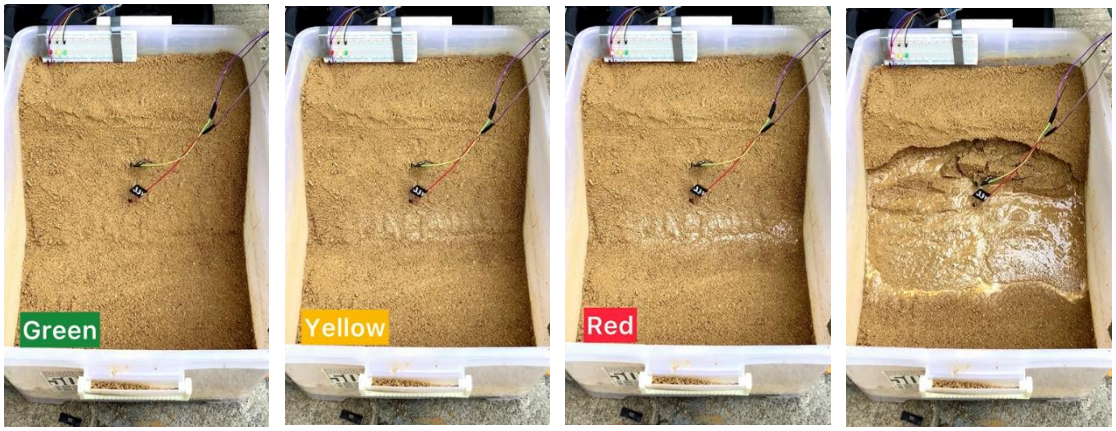


ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ และปริมาณความชื้นในดินจากห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มนั้น ได้ทำการทดลองออกแบบแบบจำลองไว้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งจากการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบจำลอง ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งของท่อ อัตราการไหลของน้ำที่ปล่อย และพฤติกรรมของน้ำใต้ดิน พบว่าแบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด คือ แบบจำลองที่มีความชันของหน้าดิน 45 องศา มีระบบการไหลของน้ำเป็นการไหลแบบน้ำใต้ดิน และติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นตรงความชันของหน้าดิน โดยมีระยะระหว่างเซ็นเซอร์ห่างกัน 7 เซนติเมตร ซึ่งจากการทดลองการถล่มของดินในหลาย ๆ ครั้ง พบว่าเมื่อนำกราฟความสัมพันธ์มาวิเคราะห์หาค่าความต่างศักย์ที่ทำให้เกิดดินถล่มนั้น จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.80 – 1.15 โวลต์ หรือค่าความชื้นประมาณ 49.89 – 87.07 % สำหรับเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ และค่าความชื้นประมาณ 46.95 – 79.51 % สำหรับเซ็นเซอร์กำลังไฟ 3.3 โวลต์ จากนั้นนำค่าไปออกแบบระบบเตือนภัย



ภาพที่ 8 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ กับระยะเวลา (การทดลองในแบบจำลอง)



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 9 การเกิดดินถล่มในแบบจำลอง

(ก) สัญญาณไฟสีเขียว, (ข) สัญญาณไฟสีเหลือง, (ค) สัญญาณไฟสีแดง, (ง) หลังสัญญาณไฟสีแดง

หลังจากที่ทำการทดลองเพื่อหาค่าปริมาณความชื้นที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มเสร็จแล้ว ได้นำค่ามาออกแบบระบบเตือนภัย โดยทำการกำหนดแจ้งเตือนเป็นสัญญาณไฟสีเขียว สีเหลือง และสีแดง จากนั้นทำการทดลองในแบบจำลองดินถล่มอีกครั้ง โดยได้ทำการออกแบบระบบเตือนภัย ไว้ดังนี้

ระดับปลอดภัย สัญญาณไฟสีเขียวส่องสว่าง เมื่อเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ และ 3.3 โวลต์ มีค่าความต่างศักย์ที่อ่านได้มากกว่า 1.60 โวลต์ และ 1.40 โวลต์ ตามลำดับ หรือค่าความชื้นต่ำกว่า 23.56% และ 30.76%

ระดับการเฝ้าระวัง สัญญาณไฟสีเหลืองส่องสว่าง เมื่อเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ มีค่าอยู่ในช่วง 1.10 – 1.60 โวลต์ หรือค่าความชื้นอยู่ในช่วง 23.56 – 55.19 % และเซ็นเซอร์กำลังไฟ 3.3 โวลต์ มีค่าที่อ่านได้อยู่ ในช่วง 1.10 – 1.40 โวลต์ หรือค่าความชื้นอยู่ในช่วง 30.76 – 55.19 %

ระดับการอพยพ สัญญาณไฟสีแดงส่องสว่าง เมื่อเซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ และ 3.3 โวลต์ มีค่าที่อ่านได้ต่ำกว่า 1.10 โวลต์ หรือค่าความชื้นที่อ่านได้มากกว่า 55.19 %

ผลการทดลองพบว่าเมื่อมีการแจ้งเตือนเป็นสัญญาณไฟสีแดง หลังจากนั้นอีกไม่นานจะเกิดดินถล่มลงมา ซึ่งเป็นไปตามที่ได้ออกแบบระบบเตือนภัยไว้

5. การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การทดลองการถล่มของดินทรายในแบบจำลองที่ความชันของหน้าดิน 45 องศาจากระดับพื้นในแนวราบ ซึ่งกำหนดความชื้นเริ่มต้นของดินทดลองอยู่ในช่วง 8 - 12 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองด้วยการปล่อยน้ำใต้ดินที่มีอัตราการไหลคงที่ พบว่ามีการเกิดดินถล่มหลังจากที่เซ็นเซอร์กำลังไฟ 5 โวลต์ และ 3.3 โวลต์ มีค่าที่อ่านได้ลดลงต่ำกว่า 1.10 โวลต์ หรือมีความชื้นมากกว่า 55.19 เปอร์เซ็นต์ และควรเริ่มมีการเฝ้าระวังก่อนเกิดดินถล่มเมื่อเซ็นเซอร์ กำลังไฟ 5 โวลต์ มีค่าที่อ่านได้ลดลงต่ำกว่า 1.60 โวลต์ หรือความชื้นมากกว่า 23.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเซ็นเซอร์ กำลังไฟ 3.3 โวลต์ มีค่าที่อ่านได้ลดลงต่ำกว่า 1.40 โวลต์ หรือมีความชื้นมากกว่า 30.76 เปอร์เซ็นต์ นำค่าเหล่านี้ไปทำการออกแบบระบบแจ้งเตือนภัย แล้วทำการทำลองในแบบจำลองอีกครั้ง ผลการทดลองพบว่า สัญญาณไฟแจ้งเตือนภัยพิบัติสามารถทำงานได้จริง เมื่อค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์เป็นไปตามที่กำหนด

6. ข้อเสนอแนะ

1. ผลการทดลองยังขาดการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มในแบบจำลอง ดังนี้
    1.1 การควบคุมความหนาแน่นของการอัดดินให้เท่ากันทุกครั้งการทดสอบ
    1.2 ผลกระทบจากตำแหน่งการวางท่อต่อการกัดเซาะของน้ำ
    1.3 ผลกระทบจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินกับกล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบจำลอง
2. เซ็นเซอร์วัดปริมาณความชื้นดินที่ใช้ในการทดลองขาดความแม่นยำ ดังนั้นในอนาคตจึงควรเลือกใช้เซ็นเซอร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน
3. ดินทรายแต่ละเม็ดจะกระจายตัวอยู่เป็นเม็ดเดียว (Single grain) ไม่มีการเกาะกันเป็นโครงสร้าง ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินน้อยมากเมื่อเทียบกับดินชนิดอื่น ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อจำกัดในการกำหนดความชันหน้าดินเริ่มต้นในแบบจำลอง ในอนาคตจึงควรเลือกใช้ดินชนิดอื่น หรือดินทรายผสม

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ศรเทียน, กนกธาดา ทิโน และเอกลักษณ์ หาพุทธา. (2549). การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล. มหาวิทยาลัยนเรศวร

เปรม รังสิวณิชพงศ์, (2563). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองความน่าจะเป็นของดินถล่มเพื่อประเมินแผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 30(4), 560-569.

สุภัทรา ผมทอง และดวงเดือน อัศวสุธีรกุล. (2560). *การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่มในจังหวัดเพชรบูรณ์*. วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2(3), 41-52.

E Yuliza, H Habil, M M Munir, M Irsyam, M Abdullah and Khairurrijal. (2016). Study of soil moisture sensor for landslide early warning system: Experiment in laboratory scale. *Journal of Physics: Conference Series*. DOI: 10.1088/1742-6596/739/1/012034

Elisabeth Dian Atmajati, Elfi Yuliza, Husni Habil, Imam Ahmad Sadisun, Muhammad Miftahul Munir, and Khairurrijal. A simple landslide model at a laboratory scale. AIP Conference Proceedings 1857, 060002 (2017). https://doi.org/10.1063/1.4987085

Quoc Anh Gian, Duc-Tan Tran, Dinh Chinh Nguyen, Viet Ha Nhu & Dieu Tien Bui. (2017). Design and implementation of site-specific rainfall-induced landslide early warning and monitoring system: a case study at Nam Dan landslide (Vietnam). *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 1978 – 1996. https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1401561

Zhuo Lu, Dai Qiang, Han Dawei, Chen Ningsheng, Zhao Binru & Berti Matteo. (2019). Evaluation of Remotely Sensed Soil Moisture for Landslide Hazard Assessment. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(1), 162 - 173. DOI: 10.1109/JSTARS.2018.2883361.