การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดสีบนสมาร์ทโฟน สำหรับการวิเคราะห์กรด-ด่าง

กัญญาพัชร อามาตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DESIGN AND DEVELOPMENT OF COLORIMETRY PROGRAM ON A SMART PHONE FOR pH ANALYSIS

KANYAPHACH ARMART

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN PHYSICS

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2015

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดสีบนสมาร์ทโฟนสำหรับการวิเคราะห์กรด-ด่าง

ผู้วิจัย นางสาวกัญญาพัชร อามาตย์

คณะกรรมการสอบ

ดร.นันทพร มูลรังษี	ประธานกรรมการ
ดร.สมคิด เพ็ญชารี	กรรมการ
รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ กสิพร้อง	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สมคิด เพ็ญชารี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์)

....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดสีบนสมาร์ทโฟน สำหรับการวิเคราะห์กรด–ด่าง” สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากความอนุเคราะห์และความกรุณาจาก ดร.สมคิด เพ็ญชารี อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.นันทพร มูลรังษี ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ กสิพร้อง กรรมการสอบ ที่คอยช่วยให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รองศาสตราจารย์เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์ และดร.เชิดศักดิ์ บุตรจอมชัย อาจารย์ศูนย์ความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีแก้ว (Glass Technology Excellent Center: GTEC) ที่ให้คำแนะนำและคอยให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ ทั้งในเรื่องงานวิจัย ตลอดจนการใช้เครื่องมือและวัสดุทางเคมีเพื่อใช้ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (Science Achievement Scholarship of Thailand: SAST) ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาและงบประมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งครอบครัว พี่น้อง ตลอดจนผู้มีพระคุณที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่สามารถกล่าวได้ทั้งหมด ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและการให้กำลังใจที่ดียิ่งจากทุกท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กัญญาพัชร อามาตย์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

เรื่อง : การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดสีบนสมาร์ทโฟน
สำหรับการวิเคราะห์กรด–ด่าง

ผู้วิจัย : กัญญาพัชร อามาตย์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.สมคิด เพ็ญซารี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์จินตนา เหล่าไพบูลย์

คำสำคัญ : กรด–ด่าง, ระบบปฏิบัติการแอนดรอย์, เครื่องวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง, ค่า pH

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดสีเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบค่า pH ของสารละลายตัวอย่างที่มีสีใสด้วยสมาร์ทโฟนภายใต้การควบคุมแสงสว่างให้คงที่ โดยนำสารละลายตัวอย่างมาทำปฏิกิริยากับสารละลายอินดิเคเตอร์เพื่อทำให้เกิดสี และปรับเทียบค่าของ pH ที่ได้จากแอพพลิเคชั่นด้วยเครื่อง 713 pH meter ผลจากการทดลองพบว่า โปรแกรมตรวจวัดสีบนสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้นนี้มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ pH 4.00-8.00 โดยมีความผิดพลาด < 6.00% และที่ pH 7.00 มีค่าความเที่ยงตรงสูงสุดเท่ากับ 99.72% มีความถูกต้อง 99.29% (n = 7) นอกจากนี้ยังได้มีการนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริงในการตรวจสอบน้ำตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในจังหวัดอุบลราชธานี

ABSTRACT

TITLE : DESIGN AND DEVELOPMENT OF COLORIMETRY PROGRAM ON A SMART PHONE FOR pH ANALYSIS

AUTHOR : KANYAPHACH ARMART

DEGREE : MASTER OF SCINCE

MAJOR : PHYSICS

ADVISOR : SOMKID PENCHAREE, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. JINTANA LAOPAIBOON

KEYWORDS : ACID-ALKALI, ANDROID SYSTEM, pH-METER, pH VALUE

This report presents the design and development of colorimetry program on smart phone used for determine the pH value of the clear sample solution under luminescent light controlled. The sample solution was reaction with indicator to change the colors. The standard pH meter (713 pH meter) was used for calibrate. The results show that the colorimetry program on smart phone developed has potential to determined the pH from 4.00-8.00 (error < 6.00%) and the high potential of system at pH 7.00 which 99.72% precision 99.29% accuracy (n = 7). It also has pH analysis of 6 natural water samples corrected from Ubon Ratchathani province.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการการทดลองและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลด้านซอฟต์แวร์และด้านฮาร์ดแวร์ 30

4.2 ผลจากการทดลองเมื่อนำไปปรับเทียบกับเครื่อง 713 pH meter 34

4.3 ผลการวัดค่า pH ที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ 40

บทที่ 5 **สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**

5.1 สรุปผลการทดลอง 42

5.2 ข้อเสนอแนะ 42

เอกสารอ้างอิง **43**

ภาคผนวก

ก การติดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นบนคอมพิวเตอร์ 47

ข ตัวอย่างสารละลายและน้ำที่ได้จากแอพพลิเคชั่น 57

ประวัติผู้วิจัย **60**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่า pH ของสารละลายในร่างกาย	10
3.1	สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	29
4.1	ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ที่วิเคราะห์ด้วยแอพพลิเคชั่น	39
4.2	ค่า pH ของน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่วิเคราะห์ด้วยแอพพลิเคชั่น	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สเกลบอกช่วงความเป็นกรด–เบส	6
2.2	เครื่อง 713 pH Meter	7
2.3	โครงสร้างเคมีของอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีน (ก) ไม่มีสีเป็นกรด (ข) สีชมพูเป็นเบส	7
2.4	แสดงอินดิเคเตอร์และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี	9
2.5	pH ของสารละลายที่เกิดจากการทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	10
2.6	การเก็บรักษาตัวอย่างด้วยการแช่เย็น	16
3.1	Flowchart การทำงานของโปรแกรม	23
3.2	Flowchart การทำงานของ Sreen.class	23
3.3	Flowchart การทำงานของ Came.class	24
3.4	Flowchart การทำงานของ Picture.class	25
3.5	Flowchart การทำงานของ Full.class	26
3.6	ชุดการทดลองแบบ Stand-alone	26
3.7	การถ่ายภาพด้วยแอพพลิเคชั่น pH Meter กับชุดทดลองแบบ Stand-alone	27
3.8	การปรับเทียบสารละลายที่เตรียมกับเครื่อง 713 pH meter	28
3.9	แผนที่สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	29
4.1	หน้าโชว์โลโก้หรือ Splash Screen ของ Screen.class	30
4.2	หน้าจอกล้องถ่ายภาพของแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์พกพา Came.class	31
4.3	หน้าอัลบั้มภาพของ Picture.class	32
4.4	หน้าจอแสดงค่า pH และขยายรูปภาพของ Full.class	33
4.5	ชุดการทดลองแบบ Stand-alone	33
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง Red กับ pH	34
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่าง Green กับ pH	35
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่าง Blue กับ pH	36
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อ Red มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 140	37
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อค่า Red มีค่าน้อยกว่า 140	37
ก.1	เว็บดาวน์โหลด Java Development Kit	48
ก.2	การเลือกชนิดของ Java Development Kit	49
ก.3	โปรแกรม Java Development Kit ที่ดาวน์โหลดลง Notebook	49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์และพืช ต่างใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค ซึ่งน้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสสารต่างๆที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ โดยที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำจะเป็นคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ซึ่งค่า pH เป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรด–ด่าง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมและยารักษาโรค เป็นต้น ค่า pH จะขึ้นกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน โดยสารละลายในธรรมชาติที่มีค่าเป็นกลางจะมีค่า pH เท่ากับ 7 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้าค่า pH น้อยกว่า 7 จะเป็นกรด และถ้าค่า pH มากกว่า 7 จะเป็นด่าง ซึ่งค่า pH ของน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและใช้บริโภคจะอยู่ในช่วงประมาณ pH 6.50-8.50 ถ้าหากระดับ pH มีค่าต่ำกว่า (เป็นกรด) หรือสูงกว่า (เป็นด่าง) ระดับที่เหมาะสมมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้น จึงต้องมีการแนะนำช่วง pH ของน้ำและวิธีการวัดหาค่า pH ในแหล่งน้ำเพื่อควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช [1]

ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย สามารถจำแนกได้โดยวิธีการทางเคมี ไม่ว่าจะเป็น การใช้กระดาษลิตมัส ซึ่งเป็นวิธีอย่างง่าย เหมาะกับการใช้บอกว่าสารใดเป็นกรด (เปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง) หรือด่าง (เปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน) เท่านั้น แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าสารชนิดใดมีความเป็นกรด–ด่าง มากกว่ากัน ส่วนวิธีการใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เป็นวิธีที่บอกค่าความเป็นกรด–ด่างได้ โดยการนำไปเทียบกับระดับแผ่นชาร์ตสีเพื่อบอกค่า pH แต่มักจะเกิดความผิดพลาดเนื่องจากการสังเกตสีด้วยตาเปล่าหรือมีแสงที่รบกวนจากสภาพแวดล้อม อีกทั้งแผ่นชาร์ตสีสามารถเสื่อมคุณภาพได้ สำหรับเครื่อง pH meter จะมี 2 แบบ คือ แบบพกพา และแบบตั้งโต๊ะ ซึ่งทั้งสองแบบเหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำสูง สามารถวัดค่า pH ที่เปลี่ยนไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่เกิดปฏิกิริยาขณะที่ทำการวัดค่า pH ได้ ทำให้เครื่อง pH meter มีนั้นราคาสูง อีกทั้งมีวิธีการใช้และเก็บรักษาอุปกรณ์ค่อนข้างจะยุ่งยาก และมักใช้ในห้องปฏิบัติการทดลองเป็นส่วนใหญ่ ทำให้พบว่าบางวิธีไม่สะดวกกับการนำไปใช้ในงานภาคสนาม และบางวิธีบุคคลทั่วไปก็ไม่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างทั่วถึง [2-4]

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้นำไปสู่การพัฒนาทางด้านคอมพิวเตอร์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

บนอุปกรณ์พกพา ไม่ว่าจะเป็น แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เน็ตบุ๊ค เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์พกพาเหล่านี้มักจะมีกล้องถ่ายภาพสีดิจิตอลติดตั้งอยู่ภายในและมีฟังก์ชันที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้หลากหลาย โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ในการตรวจจับและวัดความเข้มของสี เรียกเทคนิคนี้ว่า Colorimetry ไม่ว่าจะเป็นการนำไปวิเคราะห์ภาพสเปคตรัมที่ได้ฉายลงบนกล้วยเพื่อจำแนกระดับความสุก [5] การนำไปใช้เป็น Colorimeter สำหรับหาความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำ [6-7] และวิเคราะห์สีของใบข้าวเพื่อประเมินระดับไนโตเจน [8] ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับการวิเคราะห์ค่า pH โดยการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH แตกต่างกันตั้งแต่ 3.00-9.00 และมีสีใสมาทดลอง แล้วปรับเทียบแอพพลิเคชั่นที่ออกแบบกับเครื่อง 713 pH meter ก่อนที่จะนำแอพพลิเคชั่นที่ปรับเทียบแล้ว ไปใช้สำหรับวัดค่าสีทางเคมีของน้ำตัวอย่างที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ สำหรับบอกความเป็นกรด-ด่างในน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบนสมาร์ทโฟนสำหรับวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมที่สามารถจำแนกสีที่มีความสัมพันธ์กับค่ากรด-ด่างของน้ำได้

1.4 ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า

1.4.1 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมวัดสีบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ภาษาจาวาในการออกแบบ

1.4.2 โปรแกรมที่ออกแบบสามารถบอกความเป็นกรด-ด่างของน้ำและสารละลายที่มีสีใสได้ โดยในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นจะปรับเทียบแอพพลิเคชั่นกับเครื่องพีเอช มิเตอร์ ที่ได้มาตราฐาน (713 pH Meter)

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์พกพาที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ คือ สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ของบริษัท Wiko รุ่น RIDGE มีคุณสมบัติที่มาพร้อมกับตัวเครื่อง คือ ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Android Os 4.4.2 (KitKat) ประมวลผลการทำงานด้วย CPU: Octa-Core ARM Cortex-A7 Processor ความเร็วในการประมวลผล 1.4 GHz จอแสดงผลแบบ IPS LCD Capacitive Touch screen 16 MP และหน้าจอมีความละเอียด 1280x720 Pixels (HD 720: กว้าง 5.0 นิ้ว: 295 ppi) พร้อมหน่วยประมวลผลภาพกราฟิกโดยเฉพาะ (GPU: Graphics Processing Unit) แบบ Mali-450 MP กระจกหน้าจอแบบ Corning gorilla glass 3 เทคโนโลยี Full lamination หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บบันทึกข้อมูลขนาด 16 GB และ RAM ขนาด 2 GB พร้อมรองรับการ์ดความจำเสริมจากภายนอกแบบ microSD Card ได้สูงสุดขนาด 64 GB เชื่อมต่อ HTML Brower ผ่านระบบ WiFi HSPA+ EDGE หรือ GPRS พร้อมการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สายผ่าน Bluetooth มีกล้องดิจิตอลตัวหลักที่ด้านหลังของตัวเครื่องความละเอียด 13 MP พร้อมด้วยกล้องดิจิตอลขนาดเล็กบริเวณด้านหน้าความละเอียด 5 MP ซึ่งตัวกล้องสามารถจับภาพแบบทันทีทันใด โดยไร้ซึ่งการหน่วงเวลา (Zero shutter lag) มีระบบโฟกัสภาพอัตโนมัติ (Auto focus) มาพร้อมเลนส์กล้องคุณภาพสูงจากบริษัท Sony สามารถใช้ระบบเลือกจุดโฟกัสภาพด้วยการสัมผัสหน้าจอ (Touch focus) ตัวเครื่องใช้แบตเตอรี่ Li-Ion Polymer 2400 mAh ที่มีระบบ Accelerometer Sensor ช่วยหมุนหรือปรับเปลี่ยนทิศทางการแสดงผลของหน้าจอให้แบบอัตโนมัติ ตามลักษณะของการจับถือของผู้ใช้ และระบบ Proximity Sensor สำหรับการปิดหน้าจอแบบอัตโนมัติ [9]

2.1.1 สมาร์ทโฟน (Smart phone) คือ โทรศัพท์มือถือที่นอกจากใช้โทรออกและรับสายยังมีแอพพลิเคชั่นให้ใช้งานมากมาย สามารถรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่าน 3G Wi-Fi และสามารถใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์คและแอพพลิเคชั่นสนทนาต่างๆ ได้ เช่น LINE Youtube Facebook Twitter เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งลูกเล่นการใช้งานสมาร์ทโฟนให้ตรงกับความต้องการได้มากกว่าการใช้โทรศัพท์มือถือธรรมดา ผู้ผลิตสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ๆ จึงนิยมผลิตสมาร์ทโฟนที่มีหน้าจอระบบสัมผัส มีกล้องถ่ายรูปที่มีความละเอียดสูง ออกแบบดีไซน์ให้สวยงามทันสมัย มีแอพพลิเคชั่นและลูกเล่นที่น่าสนใจ ซึ่งส่วนประกอบหลักของสมาร์ทโฟนมีดังนี้ [10]

2.1.1.1 ระบบปฏิบัติการ (Operating system) สมาร์ทโฟนแต่ละเครื่องจะทำงานขึ้นกับระบบปฏิบัติการที่ใช้งาน ซึ่งระบบปฏิบัติการเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ ในระบบได้ เช่น iPhone ของ Apple รันระบบปฏิบัติการ iOS สมาร์ทโฟน BlackBerry รันระบบปฏิบัติการ BlackBerry OS สมาร์ทโฟน Android รันระบบปฏิบัติการ Android OS สมาร์ทโฟน Windows Phone รันระบบปฏิบัติการ Windows Phone เป็นต้น

2.1.1.2 แอพพลิเคชั่น (Application) มือถือพื้นฐานโดยทั่วไป จะมีแอพพลิเคชั่นพื้นฐานอยู่ภายในเครื่อง ตัวอย่างเช่น สมุดรายชื่อผู้ติดต่อ บันทึกการใช้งานโทรศัพท์ ฟังก์ชั่นรับ-ส่งข้อความ SMS เป็นต้น แต่สำหรับสมาร์ทโฟนจะมีแอพพลิเคชั่นที่ช่วยอำนวยความสะดวกได้หลากหลายและครอบคลุมการใช้งานมากขึ้น เช่น สมาร์ทโฟนบางรุ่นสามารถสร้าง-แก้ไขเอกสาร Office บางรุ่นสามารถวาดเขียนลงไปบนหน้าจอพร้อมบันทึกเป็นรูปภาพ บางรุ่นสามารถใช้เป็นเนวิเกเตอร์นำทางขณะขับขี่รถยนต์ได้

2.1.1.3 การท่องเว็บไซต์ (Web access) การเติบโตของบริการเครือข่าย 3G และ 4G ในปัจจุบัน ช่วยให้ผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนสามารถท่องอินเทอร์เน็ตด้วยความเร็วสูงภายในไม่กี่วินาที นอกจากนี้สมาร์ทโฟนทั่วไปสามารถรองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi สำหรับการท่องอินเทอร์เน็ตผ่านการเชื่อมต่อไร้สายภายในที่พักอาศัยหรือสำนักงาน

2.1.1.4 แป้นพิมพ์แบบ QWERTY (QWERTY Keyboard) สมาร์ทโฟนทั่วไปจะมีแป้นพิมพ์ที่จัดเรียงตัวอักษรคล้ายคลึงกับคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ แนวโน้มของคีย์บอร์ดสมาร์ทโฟนในปัจจุบันจะอยู่ในรูปแบบปุ่มสัมผัสบนหน้าจอ (Touch screen keyboard) และมีสมาร์ทโฟนบางรุ่น (ส่วนน้อย) ยังคงเป็นคีย์บอร์ดแบบปุ่มกด (Button keyboard)

2.1.1.5 การส่งข้อความ (Messaging) โทรศัพท์มือถือทั่วๆ ไป สามารถรับ-ส่งข้อความตัวอักษรได้ แต่สิ่งที่แยกสมาร์ทโฟนออกจากโทรศัพท์มือถือทั่วไปก็คือ ในสมาร์ทโฟนจะมีการจัดการ e-mail ซึ่งสามารถซิงค์กับข้อมูลส่วนบุคคลและเรียกใช้งานผ่านบัญชีอีเมล์ชั้นนำ เช่น Gmail Hotmail เป็นต้น

2.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ต่างที่นำมาพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมในงานวิจัยนี้ ได้แก่ [11-15]

2.2.1 แอนดรอยด์ (Android) เป็นซอฟแวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบสแต็ก (Stack) ซึ่งรวมเอาระบบปฏิบัติการ มิดเดิลแวร์ และแอพพลิเคชั่นที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้สำหรับพัฒนาอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ โดยเฉพาะ โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

การทำงานของแอนดรอยด์มีพื้นฐานอยู่บนลีนุกซ์ เคอร์เนล (Linux Kernel) ซึ่งใช้ Android SDK (Software Development Kit) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ Java เป็นภาษาหลักในการพัฒนา

2.2.2.1 ซอฟต์แวร์ของแอนดรอยด์ มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1) Dalvik Virtual Machine (VM) เป็นส่วนของการสร้างเครื่องจำลองแบบเสมือนที่มีการออกแบบให้เหมาะสมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์มือถือ

2) Integrated Browser เป็นการผนวก Web Browser เข้าไว้กับแอนดรอยด์ ทั้งนี้มีพื้นฐานมาจากซอฟต์แวร์เว็บคิต (Webkit)

3) Optimized Graphic เป็นส่วนสนับสนุนการทำงานแบบกราฟิกทั้งในส่วน 2 มิติและ 3 มิติ โดยใช้เครื่องมือ OpenGL

4) SQLite เป็นส่วนสนับสนุนการทำงานสำหรับการจัดเก็บข้อมูล

5) Media Support เป็นส่วนสนับสนุนการทำงานแบบสื่อผสม หรือมัลติมีเดีย เช่น ออดิโอ วีดีโอและรูปภาพ

6) GSM Telephony เป็นส่วนรองรับการทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM (Global System for Mobile Communication)

7) Bluetooth EDGE 3G Wi-Fi เป็นส่วนรองรับการทำงานกับ Bluetooth EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution 3G Wi-Fi)

8) Camera GPS Compass Accelerometer เป็นส่วนสนับสนุนการทำงานของระบบกล้องถ่ายรูประบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หรือ GPS เข็มทิศ และการวัดอัตราเร่ง

9) Rich Development Environment เป็นส่วนสนับสนุนฟังก์ชันต่างๆ ที่ช่วยในการพัฒนาแอพพลิเคชั่น เช่น Emulator Debugging Tool Memory and Performance Profiling และ Plug-in สำหรับโปรแกรมพัฒนาแอพพลิเคชั่น Eclipse

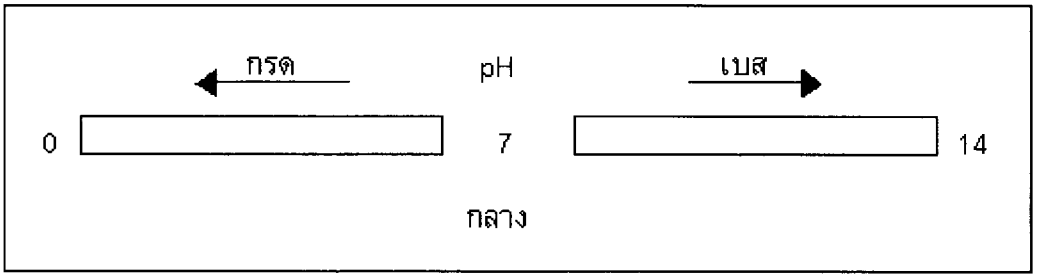
2.3 กรด–เบส [16]

2.3.1 pH ของสารละลาย

pH (positive potential of the hydrogen ions) คือ ค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย โดยค่า pH ของสารละลายเป็นค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ดังสมการ (1)

$$pH = -\log [H_3O^+] \qquad (1)$$

โดยที่ $[H_3O^+]$ คือ ความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ H^+ (mol/l) เป็นน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 25 °C จะมี $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ mol/l ดังนั้น $pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-7}] = 7$ นั้นคือ pH ของน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 25 °C เท่ากับ 7 ถือว่ามีสภาพเป็นกลาง คือไม่มีความเป็นกรดหรือเบส ถ้า $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-5}$ mol/l แล้ว $pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-5}] = 5$ จะเป็นกรด ถ้า $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-9}$ mol/l แล้ว $pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-9}] = 9$ จะเป็นเบส ดังนั้น สรุปว่า $pH < 7$ สารละลายเป็นกรด $pH = 7$ สารละลายเป็นกลาง $pH > 7$ สารละลายเป็นเบส หรืออาจจะเขียนเป็นสเกลได้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สเกลบอกช่วงความเป็นกรด–เบส

นอกจากจะบอกความเป็นกรด–เบสของสารละลายด้วยค่า pH แล้วยังสามารถบอกค่าความเป็นกรด-เบส ได้โดยการใช้ค่า pOH คือ ค่าที่บอกความเข้มข้นของ OH^- ดังสมการ (2) โดยที่ pH+pOH = 14

$$pOH = -\log[OH^-] \qquad (2)$$

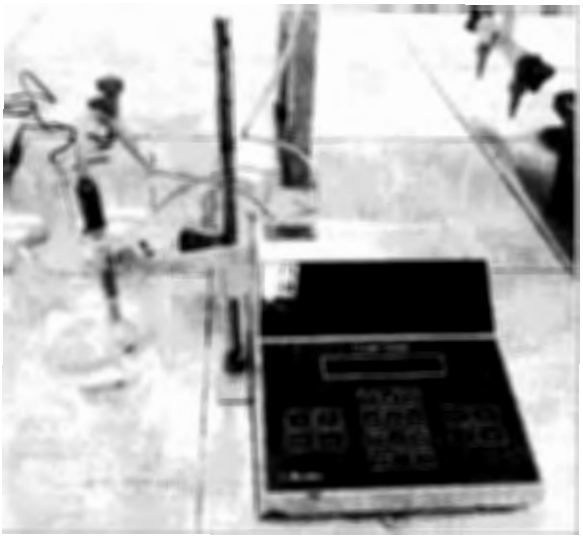
2.3.2 วิธีวัด pH ของสารละลายวัดได้ 3 วิธี ดังนี้ [17]

2.3.2.1 กระดาษลิตมัสมี 2 สี ได้แก่ กระดาษลิตมัสสีแดงและกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเมื่อใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบสารละลายจะสามารถจำแนกสารได้เป็น 3 ประเภท คือ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินไปเป็นสีแดง สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงไปเป็นสีน้ำเงิน สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง จะไม่ทำปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง กระดาษลิตมัสจึงไม่เปลี่ยนสี แต่การใช้กระดาษลิสมัสไม่สามารถบอกว่าสารใดเป็นกรดหรือเป็นเบสมากกว่ากัน

2.3.2.2 วิธีเปรียบเทียบสี เป็นการวัด pH โดยประมาณ (มีความถูกต้อง 0.5 หน่วย pH) ทำได้โดยเติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงไปในสารละลายที่ต้องการวัด pH แล้วเปรียบเทียบสีกับ

สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่า pH แน่นอน ซึ่งได้เติมอินดิเคเตอร์ชนิดเดียวกันไปแล้ว หรือใช้กระดาษชุบอินดิเคเตอร์ (กระดาษ pH) จุ่มลงไปแล้วเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน

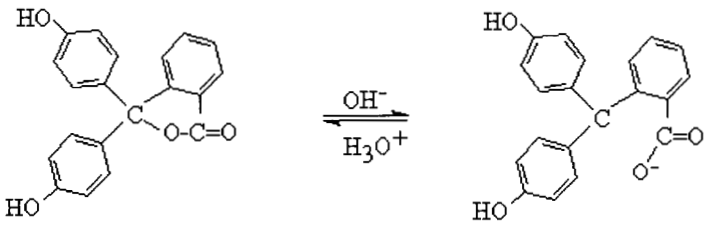
2.3.2.3 วิธีวัดความต่างศักย์ เป็นวิธีวัด pH ได้อย่างละเอียด (มีความถูกต้อง 0.01 หน่วย pH) โดยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอชมิเตอร์ ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งวัด pH ของสารละลายได้โดยการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว



ภาพที่ 2.2 เครื่อง 713 pH Meter

2.3.3 อินดิเคเตอร์สำหรับกรด–เบส

อินดิเคเตอร์ คือ สารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบส ของสารละลายได้อย่างหนึ่ง และเป็นสารประกอบที่สามารถเปลี่ยนสีได้ในช่วงที่มีค่า pH เฉพาะตัว ซึ่งอินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสอ่อนๆ สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ เมื่อ pH ของสารละลายเปลี่ยน มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนดังภาพที่ 2.3 จึงเขียนสูตรแทนอินดิเคเตอร์ ดังสมการ (3)



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเคมีของอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีน (ก) ไม่มีสีเป็นกรด (ข) สีชมพูเป็นเบส

ให้ HIn แทนอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปกรด (Acid form) และ In^- แทนอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปเบส (Basic form) เมื่ออินดิเคเตอร์อยู่ในสารละลายจะเกิดสมดุลดังสมการ

$$HIn\ (aq) + H_2O\ (l) \leftrightarrow H_3O^+\ (aq) + In^-\ (aq) \qquad (3)$$

จากสมการ (3) อินดิเคเตอร์ HIn และ In^- จะมีสีและปริมาณที่ต่างกัน จึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์จะขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของ H_3O^+ ในสารละลาย ถ้ามี H_3O^+ มากก็จะทำปฏิกิริยากับ In^- เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ HIn มากกว่า In^- สารละลายเกิดสีในรูปของกรด แต่ถ้ามีสารละลาย OH^- มาก จะทำปฏิกิริยากับ H_3O^+ ทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ ลดลง เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ส่งผลให้ความเข้มข้นของ In^- มากกว่า HIn สารละลายเกิดสีในรูปของเบส

ช่วง pH ที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง สารละลายจะมีสีผสมระหว่างรูปกรดและรูปเบส เรียกว่า ช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ (pH range หรือ pH interval) สามารถหาได้จากค่า K_{ind} ของอินดิเคเตอร์ ดังนี้

$$K_{ind} = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[In^-\right]}{\left[HIn\right]} \qquad (4)$$

$$\left[H_3O^+\right] = K_{ind}\frac{\left[HIn\right]}{\left[In^-\right]} \qquad (5)$$

$$-\log\left[H_3O^+\right] = -\log(K_{ind}) - \log\frac{\left[HIn\right]}{\left[In^-\right]} \qquad (6)$$

$$\text{ดังนั้น}\quad pH = pK_{ind} - \log\frac{\left[HIn\right]}{\left[In^-\right]} \qquad (7)$$

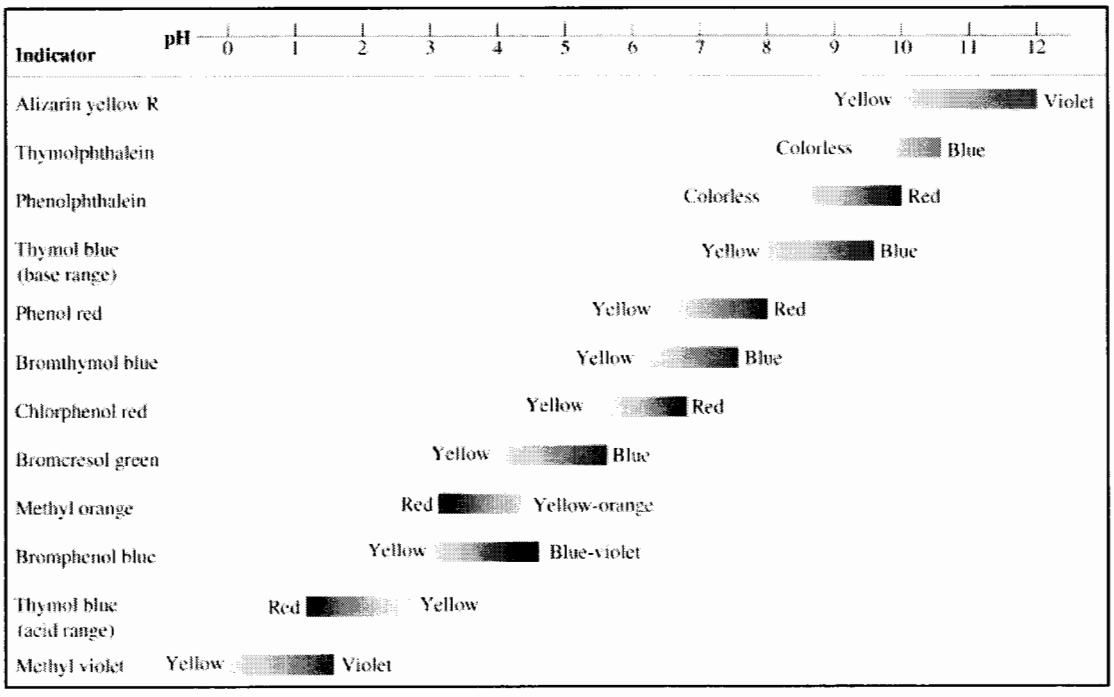
จากสมการ (7) สามารถบอกช่วงของ pH ที่เริ่มเห็นเป็นสีในรูปของกรด–เบสได้ โดยที่เริ่มเห็นสีของสารละลายในรูปของกรด ดังสมการ (8)

$$\text{เมื่อ } \frac{[HIn]}{[In^-]} \geq 10;\ pH = pK_{ind} - \log 10 \text{ หรือ } pH = pK_{ind} - 1 \qquad (8)$$

และเริ่มเห็นสีของสารละลายในรูปของเบส ดังสมการ (9)

$$\text{เมื่อ } \frac{[HIn]}{[In^-]} \geq \frac{1}{10};\ pH = pK_{ind} - \log\frac{1}{10} \text{ หรือ } pH = pK_{ind} + 1 \qquad (9)$$

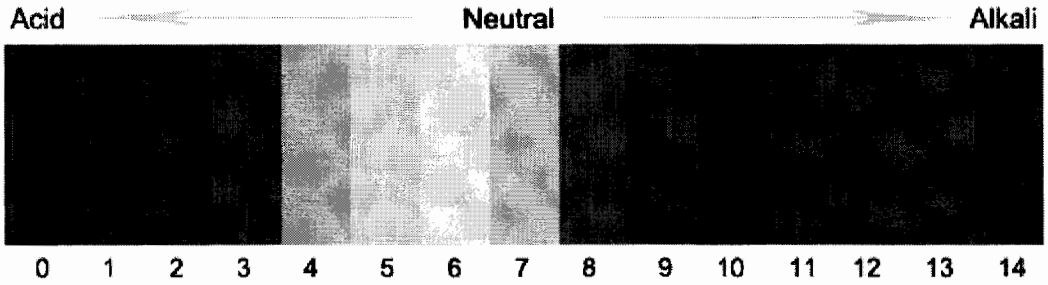
ดังนั้น ช่วง pH ของอินดิเคเตอร์จะมีค่า $pH = pK_{ind} \pm 1$ และสีของอินดิเคเตอร์จะเริ่มเปลี่ยนแปลงเมื่อ $pH = pK_{ind} \pm 1$ ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณ แต่ถ้า [HIn] มากกว่าหรือน้อยกว่า [In^-] ตั้งแต่ 10 เท่าขึ้นไป หรืออาจถึง 100 เท่า ช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ก็จะเปลี่ยนไป สำหรับช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ที่ถูกต้องจริง ๆ แต่ละอินดิเคเตอร์จะหาได้จากการทดลอง ส่วนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเปลี่ยนในช่วง pH ที่ต่างกัน ดังที่ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 อินดิเคเตอร์และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี

จากภาพที่ 2.4 จะเห็นได้ว่า อินดิเคเตอร์เพียงชนิดเดียวจะทดสอบความเป็นกรด-เบส และบอกค่า pH ได้เป็นแค่ช่วงกว้างเท่านั้น ซึ่งถ้าจะหา pH ของสารละลายจะต้องใช้อินดิเคเตอร์หลาย

ชนิด ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้น จึงมีการนำอินดิเคเตอร์หลายๆชนิด ซึ่งเปลี่ยนสีในช่วง pH ที่แตกต่างกันมาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้สามารถบอกค่า pH ของสารละลายได้ละเอียดขึ้น เรียกว่า ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนสีในสารละลายที่มี pH ต่างๆ ได้เกือบทุกค่า ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 pH ของสารละลายที่เกิดจากการทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ [18]

2.3.4 สารละลายกรด-เบส ในชีวิตประจำวัน

ค่า pH ของสารละลายในสิ่งมีชีวิตมีค่าเฉพาะตัว เช่น pH ของเอนไซม์ในกระเพาะอาหารมีค่าประมาณ 1.50 pH ของเลือดและน้ำลาย มีค่าเท่ากับ 7.40 และ 6.80 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 ค่า pH ของสารละลายในร่างกาย

สาร	ช่วง pH
น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร	1.60-2.50
ปัสสาวะ	5.50-7.00
น้ำลาย	6.20-7.40
เลือด	7.35-7.45
น้ำดี	7.80-8.60

นอกจากสารละลายในร่างกายเราจะมีค่า pH เฉพาะตัวแล้ว ก็จะพบว่าสารละลายกรดและสารละลายเบสที่พบในชีวิตประจำวันนั้น มีทั้งกรดอ่อนจนถึงกรดแก่ และเบสอ่อนถึงเบสแก่ น้ำบริสุทธิ์มีสภาพเป็นกลางไม่เป็นกรดหรือเบส ในขณะที่น้ำฝนจะมีความเป็นกรดอ่อนๆ เนื่องจากในอากาศมีแก๊ส CO_2 ซึ่งรวมกับน้ำได้กรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน ส่วนในน้ำทะเลจะมีเกลือแร่ต่างๆ ซึ่งเมื่อละลายในน้ำจะได้สารละลายไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีสภาพเป็นเบส

2.3.4.1 ฝนกรด (Acid rain)

ฝนที่มี pH ประมาณ 5.60-6.00 ซึ่งมีภาวะเป็นกรดอ่อน ๆ ปัจจุบันในประเทศอุตสาหกรรม pH ของน้ำฝนมีค่าต่ำกว่า 5.60 ทั้งนี้เนื่องจากมีการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมัน เป็นต้น ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้มีสารซัลเฟอร์ (S) อยู่ ทำให้เกิดแก๊ส SO_2 ซึ่งเมื่อถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ และละลายในน้ำ หรือถูกออกซิไดส์ต่อเป็น SO_3 แล้วละลายในน้ำฝนได้กรด H_2SO_4 แล้วจะไปเพิ่มความเป็นกรดให้กับน้ำฝน ซึ่งอาจจะทำให้ pH ต่ำกว่า 3.00 ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมไม่ดี

$$SO_3\,(g) + H_2O\,(l) \leftrightarrow H_2SO_4\,(aq) \qquad (10)$$

ผลที่เกิดขึ้นคือ ฝนกรดจะไปทำลายต้นไม้ ทำลายชีวิตสัตว์น้ำ ทำให้โลหะเกิดการผุกร่อน หินถูกกัดเซาะ เป็นต้น SO_2 อาจจะรวมกับน้ำได้เป็น H_2SO_3 และนอกจากสารประกอบของซัลเฟอร์แล้วก็อาจมีสารประกอบของ N ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น NO_2 HNO_2 และ HNO_3 ได้เช่นกัน ซึ่งเมื่อละลายในน้ำฝนก็จะไปเพิ่มความเป็นกรดให้กับน้ำฝนได้ สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เป็นดังสมการ (11) และ (12)

$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \leftrightarrow 2NO_2\,(g) \qquad (11)$$

$$2NO\,(g) + H_2O\,(l) \leftrightarrow HNO_2\,(aq) + HNO_3\,(aq) \qquad (12)$$

ความเป็นกรด-เบสของน้ำและดินมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ซึ่งในการเลี้ยงกุ้ง pH ของน้ำต้องเป็นกลาง กุ้งจึงจะเจริญเติบโตได้ดี เป็นต้น และโดยทั่วไปดินที่มี pH ต่ำ เกินไปอาจจะไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดจะเติบโตในภาวะที่ต่างกัน ข้าวจะเจริญเติบโตในดินเปรี้ยว คือ เป็นกรดเล็กน้อย ดังนั้น จึงต้องมีการตรวจวัด pH ของดินและน้ำ เพื่อช่วยให้เกษตรสามารถจัดการกับการเพาะปลูกได้ดี เช่น ถ้า pH ต่ำมากก็อาจใช้ปูนขาว หรือขี้เถ้าโรยลงไปในดินเพื่อลดความเป็นกรดของดินได้

2.3.5 สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution) หมายถึง สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือคู่เบสของกรดอ่อน หรือหมายถึงสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน หรือคู่กรดของเบสอ่อนนั้น สมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ คือ รักษาสภาพ pH ของสารละลายเอาไว้โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่ จำนวนเล็กน้อยลงไป การเตรียมทำได้โดยการเติมกรดอ่อนลง ในสารละลายเกลือของกรดอ่อน หรือเติมเบสอ่อนลงในสารละลายเกลือของเบสอ่อน

ตัวอย่างสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดอ่อนกับคู่เบสของกรดอ่อน (เกลือ) เช่น CH_3COOH และ CH_3COONa มี pH < 7 และสารละลายบัฟเฟอร์ของเบสอ่อนกับคู่กรดของเบสอ่อน (เกลือ) เช่น NH_3OH และ NH_4Cl มี pH > 7 โดยที่การคำนวณบัฟเฟอร์จะได้จากสมการ (13) และ (14)

$$pH = P_{ka} + \log [salt]/[Acid] \quad (13)$$

$$pOH = P_{kb} + \log[salt]/[Base] \quad (14)$$

2.4 การเก็บตัวอย่างน้ำ

2.4.1 เทคนิคและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ (Sampling technique) [19-20]

การเก็บตัวอย่างน้ำมีเทคนิคและวิธีการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพารามิเตอร์ที่ ต้องการวิเคราะห์ และชนิดของแหล่งน้ำเช่น น้ำบ่อ น้ำประปา น้ำผิวดิน น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียโรงพยาบาล และน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน เป็นต้น

ประเภทของตัวอย่างน้ำ สามารถแบ่งตามเทคนิคและวิธีการเก็บ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.4.1.1 ตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab samples) คือ ตัวอย่างน้ำที่ได้จากการเก็บเป็นครั้งๆ จุดละ 1 ตัวอย่างในเวลาที่กำหนด โดยอาจใช้คนเก็บจากแหล่งน้ำด้วยภาชนะต่าง ๆ หรืออาจใช้เครื่องจักรกลเก็บตัวอย่างแบบอัตโนมัติก็ได้ การเก็บแบบนี้ ตัวอย่างน้ำที่ได้จะเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำเฉพาะเวลา และเฉพาะจุดที่เก็บเท่านั้น ซึ่งการเก็บแบบจ้วงนี้ (Grab sampling) เหมาะสำหรับการเก็บ ตัวอย่างของ น้ำประปา น้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน แหล่งน้ำเสียที่ไม่ได้มีการไหลอย่างต่อเนื่อง หรือแหล่งน้ำ เสียที่มีคุณลักษณะคงที่ เป็นต้น ปัจจัยที่จะมีผลต่อการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง คือหากเป็นตัวอย่างน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำล้าธาร หนอง บึง สระน้ำ ฯลฯ ปกติแล้วต้องพิจารณาถึงความลึกของลำน้ำ อัตราการไหลของน้ำ และระยะห่างจากฝั่ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่จะแสดงว่า ตัวอย่างนั้นๆ เป็นตัวแทนที่ถูกต้องของแหล่งน้ำหรือไม่ ซึ่งตามปกติการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงนี้จะเลือกจุดเก็บตรงกึ่งกลางของลำน้ำและจุดกึ่งกลางของความลึก ส่วนความถี่ของการเก็บจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบๆ ของแหล่งน้ำ และวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ

2.4.1.2 ตัวอย่างแบบผสมรวม (Composite samples) คือ ตัวอย่างน้ำที่เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำทั้งวันทำได้โดยการเก็บแบบจ้วงจากจุดเดียวกัน แต่เวลาต่างกัน หลังจากนั้นจึงนำมาผสมรวมกัน นั่นคือ เป็นการเฉลี่ยความเข้มข้นของตัวอย่างน้ำ ณ จุดเก็บในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งมาตรฐานมักใช้ช่วงเวลาเก็บ 24 ชั่วโมง และถือว่าตัวอย่างแบบผสมรวมนี้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น วิธีการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม มักใช้เก็บตัวอย่างน้ำที่มีคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ไม่คงที่ในแต่ละ

ช่วงเวลา เนื่องมาจากกิจกรรมที่ปฏิบัติมีความแตกต่างกัน ได้แก่ แหล่งน้ำเสีย เช่น น้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสีย และน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน เป็นต้น 2 ปัจจัยที่จะมีผลต่อการเก็บตัวอย่างน้ำแบบผสมรวม (Composite sampling) ได้แก่ ช่วงเวลาที่เก็บ จะต้องเฝ้าระวังให้ตรงเวลาจริงๆ ระยะเวลาที่เก็บ ต้องเท่ากัน คือ ทุกๆ 1 ชั่วโมง หรือ ทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นต้น หากเป็นกรณีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ปริมาณของตัวอย่างน้ำที่เก็บควรเป็น สัดส่วนกับอัตราการไหลของน้ำเสีย เพื่อให้ได้ตัวแทนที่แท้จริง ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำที่เก็บทั้งหมดมาผสมกัน ตัวอย่างควรจะมีอุณหภูมิ ค่อนข้างต่ำ เพื่อป้องกันการระเหยของสารอินทรีย์บางตัว การนำตัวอย่างน้ำที่เก็บทั้งหมดมาผสมกัน ต้องผสมให้เป็นเนื้อเดียวกับจริงๆ คืออาจมีการกวนหรือเขย่าให้เข้ากัน

2.4.1.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บ

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้ได้เป็นตัวแทนของน้ำทั้งหมดจะต้องคำนึงถึงจุดเก็บตัวอย่างด้วย ซึ่งระบบน้ำบางระบบอาจเอื้ออำนวยให้สามารถเก็บตัวอย่างจากจุดเก็บเพียงจุดเดียว สองจุดหรือสามจุด บางระบบอาจต้องมีการเก็บตัวอย่างน้ำหลาย ๆ จุด ให้ครบ เพื่อให้สามารถนำผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำนั้นมาแสดงและกำหนดลักษณะของระบบนั้นได้ สิ่งที่ควรพิจารณา และควรปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำแต่ละประเภท ได้แก่

1) น้ำผิวดิน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1) แหล่งน้ำไหล ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ต้องทราบ ความลึกของแหล่งน้ำ (ใช้ลูกตุ้มถ่วงวัด) และอัตราการไหลของแหล่งน้ำ ในกรณีเก็บแบบจ้วง (Grab sampling) ไม่ควรเก็บใกล้ฝั่งให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำ และที่ระดับกึ่งกลางความลึก ยกเว้นการเก็บ ตัวอย่างเพื่อตรวจหาแบคทีเรียและบีโอดี ให้เก็บที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากผิวน้ำและเก็บตัวอย่างบริเวณเหนือและใต้จุดที่เกิดมลพิษหรือได้รับการปนเปื้อน โดยห่างออกไปประมาณ 1 กิโลเมตร ในกรณีที่เก็บแบบผสมรวม (Composite sampling) ต้องวางแผนให้ดีว่าจุดที่เก็บควรอยู่ห่างจากฝั่งเท่าใด

1.2) แหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ไม่ควรเก็บใกล้ฝั่ง ให้เก็บที่ระดับความลึก 1 เมตร (สำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า 2 เมตร) หรือให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความลึก (สำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร) ยกเว้นการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหา แบคทีเรีย ให้เก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

2) น้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำบ่อ น้ำบาดาล ที่มีปั๊มมือหรือสูบโยก วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำต้องสูบน้ำขึ้นมาก่อน จนกว่าระดับของการปั๊มคงที่ แล้วค่อยปล่อยให้น้ำไหลทิ้งประมาณ 3-5 นาที จากนั้น จึงนำขวดไปรองรับตัวอย่างน้ำและระวังอย่าให้ปากขวดสัมผัสกับปากปั๊ม แต่หากบ่อน้ำติดปั๊มอัตโนมัติ ต้องเก็บตัวอย่างที่ปลายเส้นท่อหรือก๊อก

3) น้ำประปา การเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกประปา ควรเลือกก๊อกที่ต่อโดยตรงจากท่อหลัก (Main Pipe) มายังท่อบริการ (ไม่ควรเก็บจากก๊อกที่ไหลมาจากถังในตัวอาคาร ซึ่งเป็นถังที่มีการกักเก็บน้ำไว้บนดาดฟ้าก่อนแล้วจึงปล่อยลงมาใช้) การเก็บตัวอย่าง ควรใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาด ก๊อกน้ำก่อน แล้วเปิดก๊อกให้น้ำไหลทิ้งประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำที่ค้างตามท่อไหลทิ้งให้หมด จากนั้นจึงนำขวดไปรองรับตัวอย่างน้ำได้

ในกรณีเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาแบคทีเรียภายในน้ำ จะต้องเติมสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 10% จ้านวน 0.1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างน้ำ 150 มิลลิลิตรลงไปในขวดเก็บตัวอย่างก่อน เพื่อกำจัดคลอรีนอิสระ (Residual Chlorine) และใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาดบริเวณปลายก๊อกทั้ง ภายในและภายนอก แล้วนำไฟลนปลายก๊อกประมาณ 5 นาที และปล่อยน้ำไหลทิ้งประมาณ 2-3 นาที จากนั้นจึงนำขวดไปรองรับตัวอย่างน้ำได้ ข้อควรระวังอย่าให้ปากขวดสัมผัสกับปลายก๊อกหรือสิ่งอื่น ๆ ได้ เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

4) น้ำเสียชุมชน ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากปลายท่อระบายน้ำเสีย หรือ บ่อตรวจการ ระบาย หรือจากบ่อสูบ

5) น้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงบำบัดน้ำเสีย ควรเก็บตัวอย่าง ณ จุดที่น้ำเข้าระบบบำบัด (Influent) จุดน้ำออกจากระบบบำบัด (Effluent) และอาจเก็บแบบผสมรวม (Composite Sampling) ก็ได้ เพราะน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมมักมีคุณลักษณะที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจาก กิจกรรมของโรงงาน ซึ่งถ้าเป็นโรงงานขนาดเล็ก อาจเก็บหลายชั่วโมงหรือตามการทำงานเป็นกะก็ได้ แต่ถ้า เป็นโรงงานขนาดใหญ่ ต้องเก็บให้ครบ 24 ชั่วโมง และหากจุดน้ำเข้าและจุดน้ำออกระบบบำบัดเป็นท่อ ให้ เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางของความสูงของน้ำในท่อ ซึ่งเป็นจุดที่น้ำมีอัตราการไหลสูงสุด

2.4.1.4 ข้อปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยทั่วไปมีข้อที่ควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ก่อนเก็บตัวอย่าง ต้องใช้ตัวอย่างน้ำกลั้ว (Rinse) ขวดเก็บตัวอย่างก่อนสัก 2-3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นพารามิเตอร์บางชนิดไม่ต้องใช้ตัวอย่างน้ำกลั้ว (Rinse) ได้แก่ ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์หาสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ซึ่งล้างด้วยอะซิโตน และ เฮกเซนมาแล้ว และขวดเก็บตัวอย่างที่ต้องการตรวจหาแบคทีเรีย ซึ่งอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมาแล้ว

2) การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับพารามิเตอร์บางชนิด เช่น น้ำมันและไขมัน (Grease & Oil) ไนเตรท (NO_3) และ ฟอสเฟต (TP) ไม่ควรบรรจุน้ำเต็มขวด ต้องเหลือที่ว่างไว้ประมาณ 1 นิ้ว สำหรับเติมสารเคมีรักษาสภาพ ยกเว้นตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หา บีโอดี (BOD) ปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ความเป็นเบส (Alkalinity) และความเป็นกรด (Acidity) ต้องเก็บตัวอย่างน้ำเต็ม ขวดและปิดฝาให้สนิท เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อากาศที่เหลืออยู่บนผิวน้ำละลายเข้า

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ไปในตัวอย่าง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในตัวอย่าง และจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

3) ขวดเก็บตัวอย่าง ต้องปิดฝาอยู่ตลอดเวลา เมื่อจะเก็บตัวอย่างน้ำจึงเปิดและวาง ฝาขวดให้หงายขึ้น อย่าวางคว่ำลงบนพื้นเพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ และเมื่อบรรจุตัวอย่างน้ำลงใน ขวดเรียบร้อยแล้ว ควรปิดฝาขวดให้แน่น และอาจนำเทปมาพันรอบคอขวดด้วยในกรณีที่ต้องขนส่งตัวอย่าง น้ำในระยะทางไกล

2.4.1.5 ปัจจัยในขณะเก็บตัวอย่างที่มีผลต่อความเข้มข้นของคุณภาพน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือบริเวณแหล่งน้ำที่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตัวอย่างน้ำจะเป็นตัวแทนของน้ำที่เราเก็บจากแหล่งน้ำได้หรือไม่ ผู้เก็บจะต้องมีความเข้าใจถึงอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นหรือค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำที่ต้องการทราบเปลี่ยนแปลงไป

1) ความลึก คุณภาพน้ำบริเวณผิวน้ำและบริเวณที่ลึกกว่า อาจจะมีความแตกต่างกันได้ เช่น ออกซิเจนละลาย ค่าพีเอช ความเค็ม เป็นต้น

2) ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง ถึงแม้จะเก็บตัวอย่างน้ำในระดับความลึกเดียวกัน แต่ถ้าตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างต่างกัน คุณภาพน้ำอาจไม่เหมือนกันก็ได้ เช่น ในบ่อเลี้ยงกุ้งที่บริเวณกลางบ่อมีของเสียสะสมอยู่มาก ฉะนั้นน้ำที่ระดับก้นบ่อของจุดเก็บตัวอย่างกลางบ่อจะมีออกซิเจนละลายน้อยกว่าน้ำที่เก็บในระดับเดียวกันของบริเวณก้นบ่อ

3) การเปลี่ยนแปลงในรอบวัน เนื่องจากอิทธิพลของการสังเคราะห์แสง ทำให้คุณภาพน้ำบางตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน เช่น ออกซิเจนละลาย ค่าพีเอช เป็นต้น

4) การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ เป็นต้น

2.4.1.6 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำควรจะกระทำโดยเร็วที่สุดหลังจากเก็บตัวอย่าง แต่ในทางปฏิบัติทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องเดินทางไปเก็บตัวอย่างในที่ไกลๆ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างหลังจากเก็บรวบรวมอันเนื่องจากกระบวนการต่างๆ ทางชีวธรณีเคมี (Biogeochemical process) จึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่จะทำให้ตัวอย่างเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดขณะลำเลียงขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ดีการเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อให้ตัวอย่างที่เก็บมานั้นเหมือนเดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลงแม้แต่น้อยเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ การเก็บรักษาตัวอย่างจึงเป็นเพียงการหน่วง (Retard) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางชีวภาพที่จะเกิดขึ้นหลังจากตัวอย่างถูกเก็บขึ้นมา

คุณสมบัติน้ำบางพารามิเตอร์ไม่สามารถเก็บรักษาด้วยวิธีใดๆ ได้เลย เช่น อุณหภูมิของอากาศและน้ำ ความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง และความโปร่งใส เป็นต้น จึงต้องทำการวัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง (In situ measurement) ส่วนคุณสมบัติน้ำอื่นๆ จะมีวิธีการเก็บรักษาเฉพาะอย่าง เพื่อไม่ให้คุณสมบัติน้ำเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อการวิเคราะห์ วัตถุประสงค์ของการรักษาสภาพตัวอย่างเพื่อยับยั้งกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของสารประกอบต่างๆ

วิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำมีหลายวิธี เช่น การเก็บไว้ในที่มืด การควบคุมค่าพีเอช การเติมสารเคมี การแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Chilling) และการแช่แข็ง (Freezing) อย่างไรก็ตามพึงระลึกไว้เสมอว่าไม่มีวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างวิธีใดที่จะคงสภาพของตัวอย่างไว้ได้จึงควรวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเร็วที่สุด

ตัวแปรบางตัวแปรจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเมื่อมีการเก็บตัวอย่างไว้ (Storage) แคทไอออน (Cat ions) มักถูกดูดซับ หรือเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนกับผนังขวดแก้ว แคทไอออน เหล่านี้ประกอบด้วย อลูมิเนียม (Aluminum) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) เหล็ก (Iron) ตะกั่ว (Lead) แมงกานีส (Manganese) เงิน (Silver) และสังกะสี (Zinc) ดังนั้นหากต้องการวิเคราะห์องค์ประกอบเหล่านี้จึงควรเก็บตัวอย่างด้วยขวดที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและแช่กรด และหลังการเก็บน้ำตัวอย่างจะต้องปรับค่าพีเอชของน้ำตัวอย่างให้ต่ำกว่า pH 2 ด้วยกรดไนตริก (Nitric acid) ทั้งนี้เพื่อลดปฏิกิริยาการแยกตัวเป็นตะกอน (Precipitation) การดูดซับลงบนผนังภาชนะ

สำหรับตัวอย่างน้ำที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของออกซิเจนที่ละลายภายในน้ำและแก๊สไฮโดรเจน ซัลไฟด์จะต้องเติมสารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อตรึง (Fixation) ไม่ให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลง แล้วค่อยนำไปวิเคราะห์หาในห้องปฏิบัติการต่อไป

ภาพที่ 2.6 การเก็บรักษาตัวอย่างด้วยการแช่เย็น

2.5 สมบัติของน้ำ [1]

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำการที่มีสารต่างๆ ละลายปะปนอยู่ในน้ำ คุณสมบัติของน้ำมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ คือ ลักษณะทางภายนอกที่แตกต่างกัน เช่น ความใส ความขุ่น กลิ่น สี เป็นต้น

2.5.1.1 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลในด้านการเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.5.1.2 สี (Color) สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยภายในน้ำ เช่น น้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถมจะมีสีน้ำตาล ถ้ามีตะไคร่น้ำก็จะมีสีเขียว

2.5.1.3 กลิ่นและรสของน้ำ จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยหรือสารในกลุ่มของฟีนอล เกลือโซเดียมคลอไรด์ซึ่งจะทำให้น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม

2.5.1.4 ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์

2.5.1.6 การนำไฟฟ้า (Electical conductivity) บอกถึงความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนโดยรวมในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

2.5.1.7 ของแข็งทั้งหมด (Total solid: TS) คือ ปริมาณของแข็งในน้ำ โดยที่สามารถคำนวณจากการระเหยน้ำออก ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) จะมีขนาดเล็กผ่านขนาดกรองมาตรฐาน คำนวณได้จากการระเหยน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรองออกไป ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) หมายถึง ของแข็งที่อยู่บนกระดาษกรองมาตรฐานหลังจากการกรอง แล้วนำมาอบเพื่อระเหยน้ำออก ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solids: VS) หมายถึง ส่วนของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์แต่ละลายน้ำ สามารถคำนวณได้โดยการนำกระดาษกรองวิเคราะห์เอาของแข็งที่แขวนลอยออก แล้วนำของแข็งส่วนที่ละลายทั้งหมดมาระเหยอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส นำน้ำหนักน้ำที่ชั่งหลังการกรองลบด้วยน้ำหนักหลังจากการเผา น้ำหนักที่ได้คือของแข็งส่วนที่ระเหยไป

2.5.2 สมบัติทางด้านเคมีของน้ำ คือ ลักษณะทางเคมีของน้ำ เช่น ความเป็นกรด-เบส ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น

2.5.2.1 pH แสดงความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ (น้ำดื่มควรมี pH ระหว่าง 6.80-7.30) โดยทั่วไปน้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ที่ต่ำ (PH < 7) ซึ่งหมายถึงมีความเป็นกรดสูงมีฤทธิ์กัดกร่อน การวัดค่า pH ทำได้ง่าย โดยการใช้กระดาษลิตมัสในการวัดค่าความเป็น

กรด–เบส ซึ่งให้สีตามความเข้มข้นของ [H^+] หรือการวัดโดยใช้ pH meter เมื่อต้องการให้มีความละเอียดมากขึ้น สภาพเบส (Alkalinity) คือสภาพที่น้ำมีสภาพความเป็นเบสสูงจะประกอบด้วยไอออนของ OH^- CO_3^- H_2CO_3 ของธาตุแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือแอมโมเนีย ซึ่งสภาพเบสนี้จะช่วยทำหน้าที่คล้ายบัฟเฟอร์ต้านการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในน้ำทิ้ง สภาพกรด (Acidity) โดยทั่วไปน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนจะมีบัฟเฟอร์ในสภาพเบสจึงไม่ทำให้น้ำมีค่า pH ที่ต่ำเกินไป แต่น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ซึ่งมาจาก CO_2 ที่ละลายน้ำ

2.5.2.2 ความกระด้าง (Hardness) เป็นการไม่เกิดฟองกับสบู่และเมื่อต้มน้ำกระด้างนี้จะเกิดตะกอน น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารไบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) รวมตัวกับ ไอออนของโลหะ เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการต้ม นอกจากนี้แล้วยังมีความกระด้างถาวรซึ่งเกิดจากอิออนของโลหะและสารที่ไม่ใช่พวกคาร์บอเนต เช่น SO_4^{2-} NO_3^- Cl^- รวมตัวกับ Ca^{2+} Fe^{2+} Mg^{2+} เป็นต้น ความกระด้างจึงเป็นข้อเสียในด้านการสิ้นเปลืองทรัพยากร คือต้องใช้ปริมาณสบู่หรือผงซักฟอกในการซักผ้าในปริมาณมาก ซึ่งก็จะเกิดตะกอนมากเช่นกัน

2.5.2.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) แบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน (Aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอนินทรีย์ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 ppm หรือปริมาณ O_2 ละลายอยู่ปริมาณ 5-8 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 5-8 ppm น้ำเสียจะมีค่า DO ที่ต่ำกว่า 3 ppm ซึ่งค่า DO มีความสำคัญในการบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณของออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

2.5.2.4 บีโอดี (Biological oxygen demand) เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรจะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย พระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร การหาค่า บีโอดี หาได้โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรียสารซึ่งจะเป็นไปช้าๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานหลายสิบวัน ตามหลักสากลใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสโดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาบีโอดีมา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนทันที สมมุติว่ามีออกซิเจนอยู่ 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำอีกขวดหนึ่งปิดจุกให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้า นำไปเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจน สมมุติได้ 0.47 มิลลิกรัม ต่อลิตร ดังนั้นจะได้ค่าซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจน ที่ถูกใช้ไป หรือ ค่าบีโอดี = 6.5-0.47 = 5.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.2.5 COD (Chemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณ O_2 ที่ใช้ในการออกซิไดซ์ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลาย เช่น โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในปริมาณมากเกินพอ ในสารละลายกรดซัลฟิวริกซึ่งสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมดทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ก็จะถูกออกซิไดซ์ภายใต้ภาวะที่เป็นกรดและการให้ความร้อน โดยทั่วไปค่า COD จะมีค่ามากกว่า BOD เสมอ ดังนั้นค่า COD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่แสดงถึงความสกปรกของน้ำเสีย

2.5.2.6 ทีโอซี (Total Organic Carbon: TOC) คือ ปริมาณคาร์บอนในน้ำ

2.5.2.7 ไนโตรเจน เป็นธาตุสำคัญสำหรับพืช ซึ่งจะอยู่ในรูปของ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท ไนเตรต ยิ่งถ้าในน้ำมีปริมาณไนโตรเจนสูง จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

2.5.2.8 ฟอสฟอรัส ที่ละลายในน้ำจะอยู่ในรูปของสารประกอบพวกออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) เช่น PO_4^{3-} HPO_4^{2-} $H_2PO_4^-$ และ H_3PO_4 นอกจากนี้ยังมีสารพวกโพลีฟอสเฟต

2.5.2.9 ซัลเฟอร์ ที่มีอยู่ในธรรมชาติและเป็นองค์ประกอบภายในของสิ่งมีชีวิต จัดเป็นสารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำที่จะอยู่ในรูปของ organic sulfur เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟต์ สารซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งสารพวกนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า เช่น ที่เรียกว่าก๊าซไข่เน่า และนอกจากนี้ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนในสิ่งแวดล้อมได้

2.5.2.10 โลหะหนัก มีทั้งที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ ถ้ามากเกินไปจะเป็นพิษ ได้แก่ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีสและสังกะสี ส่วนโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ปรอทและนิกเกิล

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธนา อินทรวันณี (2012) และคณะ ได้เสนอแนวคิดและสาธิตการทดลองใช้เซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนเป็นครั้งแรกเพื่อจำแนกระดับความสุกของกล้วยออกมาในรูปแบบสองมิติ โดยจะฉายแสง White light และ Ultraviolet illuminations ให้ครอบคลุมทั่วทั้งบริเวณกล้วยพร้อมๆ กัน และจะถ่ายภาพกล้วยขณะที่กล้วยยังอยู่ภายใต้แสง จากนั้นแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนที่ถูกออกแบบจะทำการวิเคราะห์ระดับความสุกของกล้วย โดยวิเคราะห์จากอัตราส่วนของสีที่ได้จากภาพสเปกตรัมที่ฉายครอบคลุมลงบนกล้วย เนื่องจากผลไม้ที่มีสีเขียว เช่น กล้วยและมะม่วง จะมีขั้นตอนการเติบโตจากดิบไปจนสุก และเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ซึ่งจะเป็นเรื่องที่ยากในการจำแนกผลไม้ว่าอยู่ในขั้นที่สุกหรือสุกงอม ดังนั้น การนำสมาร์ทโฟนมาใช้จะสามารถนำมาใช้สันนิษฐานและจำแนกบริเวณระดับความสุกของกล้วยได้ คือ บริเวณที่ดิบ สุกและสุกงอม โดยในงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การใช้งานสมาร์ทโฟน เพราะมีการตอบสนองที่รวดเร็ว สะดวกในการพกพาและการดำเนินงาน [5]

ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร (2013) และคณะ ได้ศึกษาวิธีที่การวัดปริมาณของคลอรีนในน้ำ ซึ่งวิธีมีประสิทธิภาพในการกำหนดปริมาณคลอรีน คือ Colorimetry ดังนั้น งานวิจัยนี้จะนำเสนอและทดลองการนำความสามารถของกล้องดิจิตอลที่อยู่บนสมาร์ทโฟนมาใช้งานเป็น คัลเลอริมิเตอร์ สำหรับวิเคราะห์ความเข้มข้นของคลอรีน โดยจะจัดเรียงฉากอ้างอิงและขวดใสขนาดเล็กให้เหมาะสมกับมุมมองของกล้อง ซึ่งวิธีนี้ จะได้ภาพสีโดยอัตโนมัติ ภาพที่ได้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของฉากอ้างอิงและส่วนของขวดใส ดังนั้น อัตราส่วนสีที่กำหนดจะได้จากทั้งสองตำแหน่งของภาพ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำที่อยู่ภายในขวดใส ซึ่งนำไปสู่การหาความเข้มข้นของคลอรีน โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารละลาย potassium–starch กับคลอรีนที่ละลายในน้ำ จากการทดลองผลที่ได้แสดงแนวโน้มความเข้มข้นของคลอรีนอยู่ในช่วง 0.3-1.0 ppm และมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 7% โดยประมาณ ส่วนคุณสมบัติที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายต่ำ มีความสะดวกในการใช้งานแบบพกพา และสามารถจัดจำหน่ายผ่านตลาดแอพลิเคชันที่มีขนาดใหญ่ได้ [6]

ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร (2013) และคณะ ได้นำเสนอแพลตฟอร์ม Colorimeter บนสมาร์ทโฟนที่สามารถวิเคราะห์ผลได้ภายในเครื่องเดียว สำหรับการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงระดับสีของน้ำที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นคลอรีนในน้ำ โดยอาศัยหลักการ Colorimetry ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพความเข้มข้นของสารคลอรีนที่ตกค้างในน้ำ และจะแสดงให้เห็นว่าสารเคมีจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนในน้ำทำให้น้ำเกิดการเปลี่ยนสี ซึ่งการใช้สมาร์ทโฟนจะเป็นการป้องกันความผิดพลาดจากการอ่านระดับสีด้วยตาเปล่าและจากความผันผวนของแสงในสิ่งแวดล้อม วิธีการที่ใช้วิเคราะห์สีจะอยู่ในรูปแบบสองมิติ (2D) บนอุปกรณ์พกพาแบบปิด โดยจะจัดเรียงวัตถุอ้างอิงและขวดแก้วในลักษณะที่เหมาะสมในการใช้งานภาคสนามพร้อมด้วยกล้องบนสมาร์ทโฟน ด้วยวิธีนี้ จะได้ภาพสีหนึ่งภาพที่มีสองพื้นที่ คือ พื้นที่ของวัตถุอ้างอิงและพื้นที่ของขวดแก้ว ดังนั้น อัตราส่วนของสีจะกำหนดจากทั้งสองพื้นที่ในภาพเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำที่อยู่ภายในขวดแก้วที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำ โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง O-tolidine (สารที่ใช้บำบัดน้ำเสีย) และคลอรีนที่ละลายในน้ำร่วมกับสมาร์ทโฟน ได้ความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำอยู่ในช่วง 0.06-2.00 ppm และยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ ประหยัดค่าใช้จ่าย กะทัดรัด เหมาะสำหรับพกพาและสะดวกในการดำเนินงาน [7]

ยุทธนา อินทรวันณี (2014) และคณะ ได้นำสมาร์ทโฟนมาใช้วิเคราะห์สีของใบข้าว เรียกแอพพลิเคชั่นนี้ว่า “BaiKhao” เนื่องจากระดับสีของใบข้าวจะสอดคล้องกับสถานะไนโตรเจนในข้าว โดยเกษตรกรจะเปรียบเทียบสีใบข้าวกับโทนสีมาตรฐานของใบข้าวที่ใช้ในงานทางด้านเกษตร เรียกว่า ชาร์ตสีของใบข้าว (Leaf Color Chart : LCC) เพื่อที่จะประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่จำเป็นสำหรับนาข้าว แต่ความสามารถของเกษตรกรและความเสื่อมของชาร์ตสี LCC ได้ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการอ่านระดับสีของใบข้าว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำความสามารถของสมาร์ทโฟนมาใช้ในการ

จับภาพของใบข้าวสองตำแหน่งพร้อมกัน คือ ภาพสีจากใบข้าวและภาพจากฉากอ้างอิงรอบๆ โดยจะประมวลผลแบบสองมิติ ซึ่งวิธีนี้จะช่วยลดอุปกรณ์ประกอบที่มีราคาแพงและลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม (แสง) แต่ในการอ่านค่าสีที่ระดับสูงขึ้นยังไม่ถูกต้องและแม่นยำ จากการทดสอบในภาคสนาม พบว่า สมาร์ทโฟนสามารถบอกระดับสีของใบที่สำคัญได้อย่างถูกต้อง 4 ระดับ และยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายต่ำ สะดวกในการดำเนินงาน และสามารถกระจายผ่านร้านค้าแอพลิเคชันบนอินเทอร์เน็ตได้ [8]

Ji-Sun Kim (2015) และคณะ ได้สร้างเซ็นเซอร์สำหรับวัดค่า RGB เพื่อใช้บ่งบอกความถูกต้องของ pH โดยการศึกษาครั้งนี้จะรับค่า RGB โดยการวัดแสงที่สะท้อนจากตัวอย่างของเหลวเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า pH และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณแสงที่ตรวจพบกับค่า pH ซึ่งแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงค่า pH สามารถระบุได้ง่ายด้วยการวิเคราะห์จากค่า RGB และสามารถแสดงพิกัดของสีเพื่อแสดงข้อมูลได้อย่างสะดวก โดยวิธีการนี้มีระบบที่ง่ายโดยใช้เทคนิคแบบออปติคอลในการวัด pH ที่สามารถตรวจสอบข้อมูลสีแบบ RGB และแบบพิกัด CIE โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถให้ข้อมูลสีที่มีการเปลี่ยนสีไปตามมาตรฐานวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยในแต่ละ pH และสามรถวิเคราะห์ค่าแบบเรียลไทม์ได้ อีกทั้งระบบนี้มีราคาไม่สูงเท่าสเปกโตรมิเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบันและสามารถนำมาใช้งานได้หลายสาขา เช่น พันธุวิศวกรรม วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมทางคลินิก เพราะไม่เพียงแต่สามารถวัดค่า pH ได้แต่สามารถใช้แทน colorimeter หรือ Turbid meter [21]

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพาที่สามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่าสี RGB ได้ด้วยกล้องดิจิตอลที่ติดมากับตัวเครื่อง เรียกเทคนิคที่ใช้นี้ว่า Colorimetry งานวิจัยนี้จึงพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับบอกค่า pH ของน้ำและสารละลายที่มีสีใส

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Smart phone Wiko Rigde)

3.1.2 เครื่องวัดค่าพีเอสแบบตั้งโต๊ะ (713 pH meter)

3.1.3 อินดิเคเตอร์สำหรับช่วง pH 3.00–9.00 จากทางห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยมหิดล ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท ไฮเออร์ เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด

3.1.4 สารเคมีสำหรับเตรียม ได้แก่ Na_2HPO_4 NaH_2PO_4 CH_3COONa CH_3COOH

3.1.5 บัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4.00 7.00 10.00 สำหรับปรับเครื่อง 713 pH meter

3.1.6 หลอดทดลอง (Test tube)

3.1.7 บีกเกอร์ (Beaker)

3.1.8 น้ำ DI (Deionized water)

3.1.9 ขวดเก็บสารเคมีจุกแก้ว ปากแคบ (Reagent bottle narrow mouth)

3.1.10 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flasks)

3.1.11 แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)

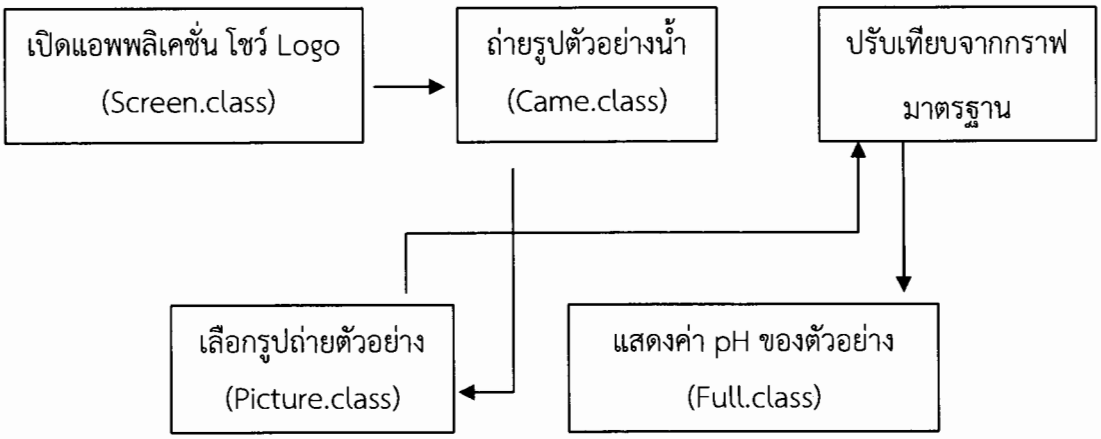
3.1.12 ปิเปต (Pipette)

3.1.13 เครื่องชั่งสาร (Balance)

3.1.14 กระบอกตวง (Cylinder)

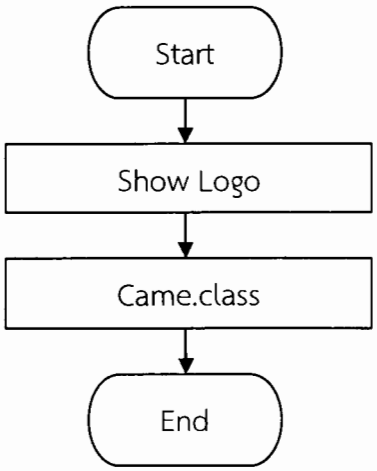
3.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

3.2.1 การทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 3.1 Flowchart การทำงานของโปรแกรม

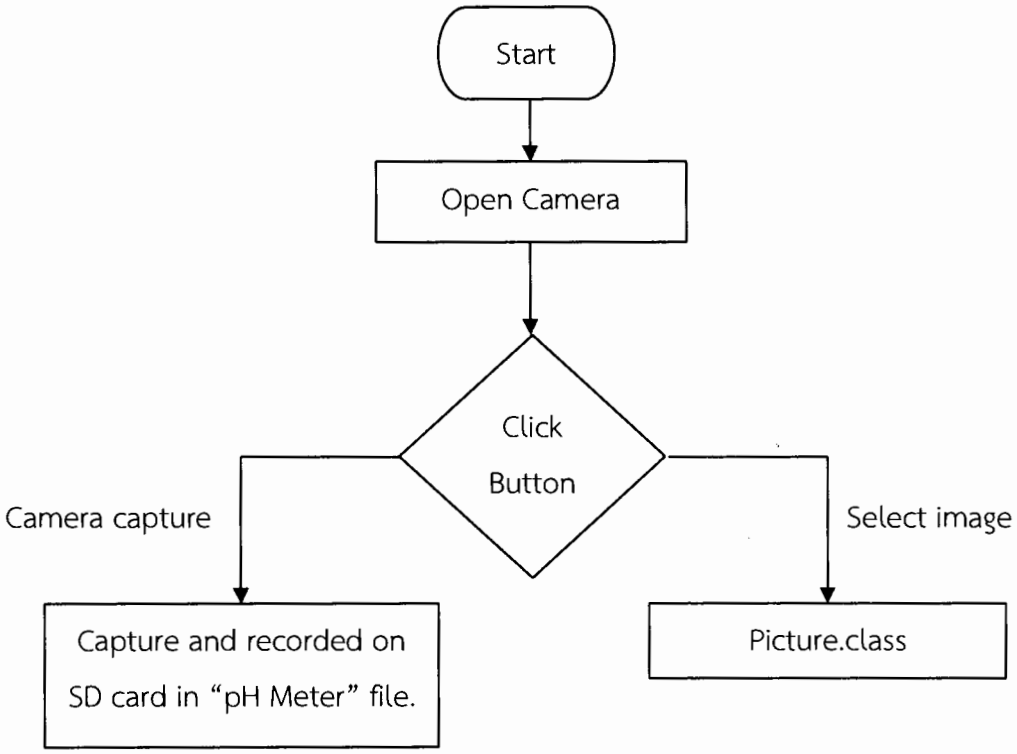
3.2.1.1 Screen.class



ภาพที่ 3.2 Flowchart การทำงานของ Screen.class

จากภาพที่ 3.2 Flowchart การทำงานของ Screen.class เมื่อเปิดแอพพลิเคชั่น pH Meter จะแสดงโลโก้ของแอพพลิเคชั่น ประมาณ 3 วินาที ก่อนจะไปที่หน้าของกล้องถ่ายภาพโดยอัตโนมัติ

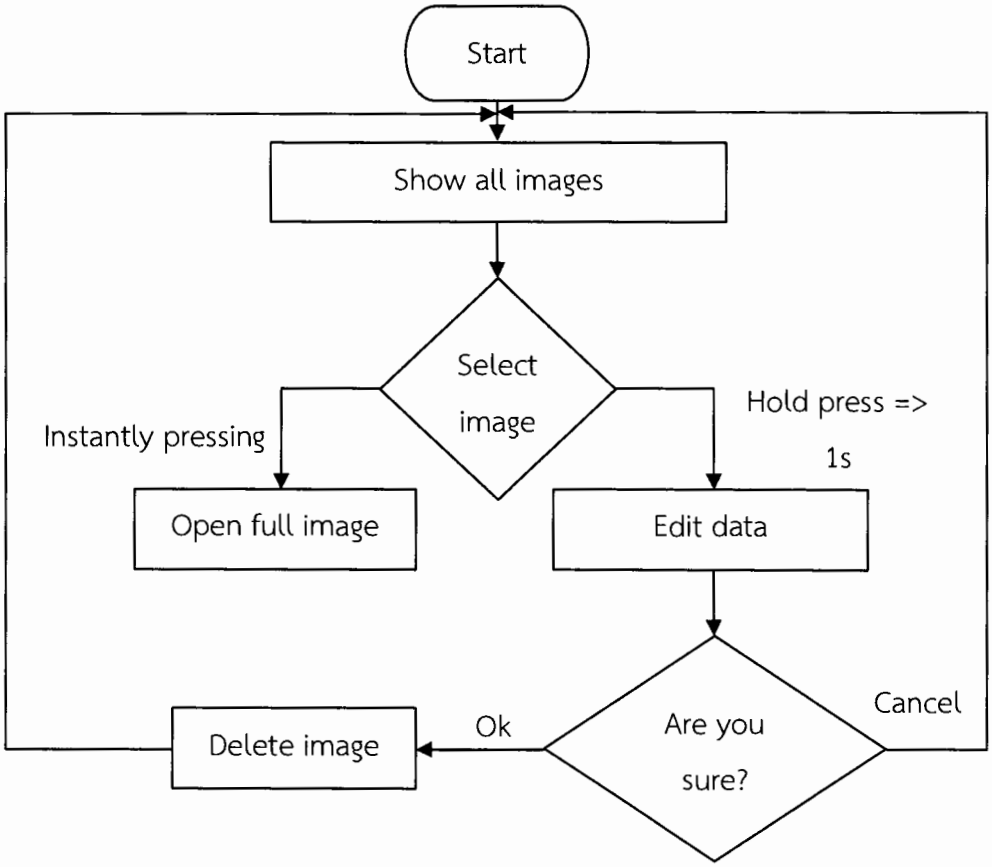
3.2.1.2 Came.class



ภาพที่ 3.3 Flowchart การทำงานของ Came.class

จากภาพที่ 3.3 Flowchart การทำงานของ Came.class แอพพลิเคชั่นจะเปิดหน้ากล้อง ภายในหน้ากล้องจะมีปุ่ม 2 ปุ่ม ปุ่มแรก คือ ปุ่มจับภาพหน้าจอ (Camera capture) เมื่อกดจะเป็นการถ่ายภาพและบันทึกภาพไว้ใน SD Card ที่ไฟล์ pH Meter ปุ่มที่สอง คือ ปุ่มไปหน้าอัลบั้มภาพ (Select image)

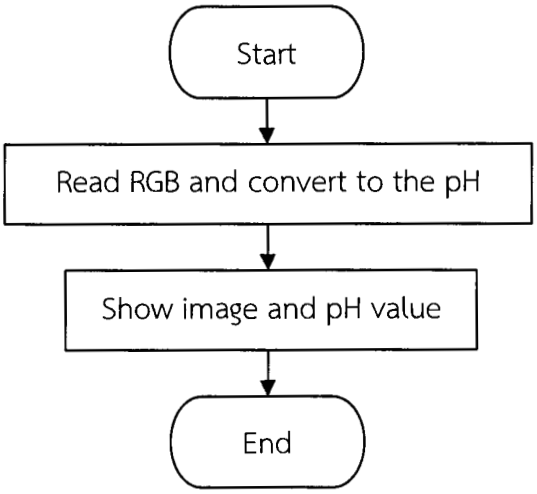
3.2.1.3 Picture.class



ภาพที่ 3.4 Flowchart การทำงานของ Picture.class

จากภาพที่ 3.4 Flowchart การทำงานของ Picture.class แอพพลิเคชั่นจะแสดงหน้าอัลบั้มภาพทั้งหมดที่บันทึกไว้ ถ้ากดที่ภาพทันที จะเปิดภาพให้ขยายใหญ่ขึ้น แต่ถ้ากดที่ภาพค้างไว้ประมาณ 1 วินาที จะแสดงปุ่ม Delete Photo เมื่อกดปุ่ม Delete Photo จะมีให้เลือก Ok คือ ลบภาพที่เลือก กับ Cancel จากนั้น จะกลับมาที่หน้าอัลบั้ม

3.2.1.4 Full.class

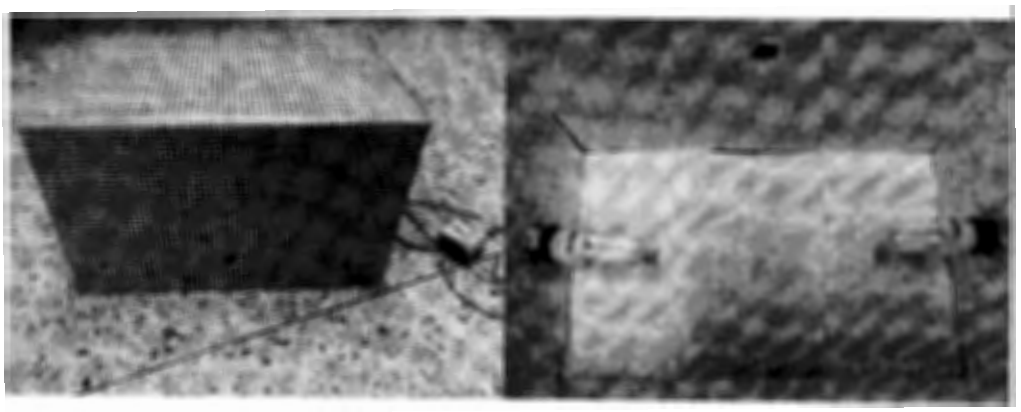


ภาพที่ 3.5 Flowchart การทำงานของ Full.class

จากภาพที่ 3.5 Flowchart การทำงานของ Full.class แอพพลิเคชั่นจะแสดงภาพที่เลือกจากหน้าอัลบั้มภาพและโชว์ค่า pH ที่คำนวณได้ออกมา

3.3 การออกแบบชุดการทดลองแบบ Stand-alone (ตั้งไว้กับที่)

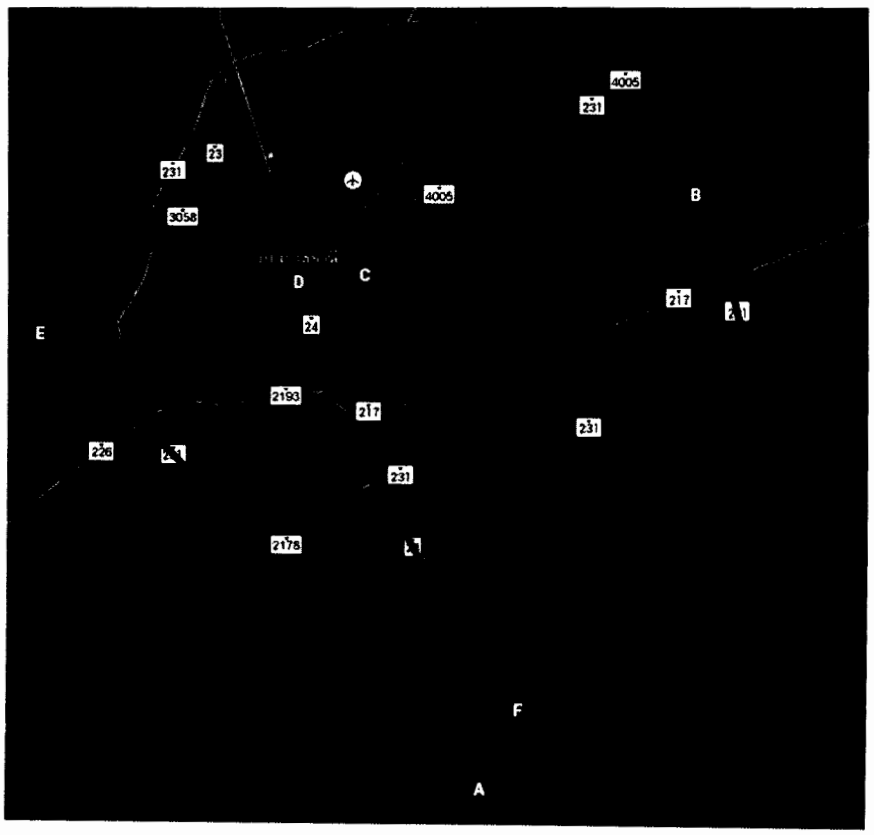
ออกแบบชุดการทดลองดังภาพที่ 3.6 ใช้กล่องขนาด 25 x 40 x 23.5 ซม. ปิดทึบเพื่อป้องกันแสงรบกวนจากสภาพแวดล้อม ภายในกล่องติดกระดาษสีขาวเป็นฉากอ้างอิงให้ทั่วกล่อง และติดตั้งแหล่งกำเนิดแสง คือ หลอดประหยัดไฟขนาด 14 วัตต์ 2 หลอด ทางซ้ายและขวาของกล่อง ระยะห่างจากกล่องถึงหลอดไฟ ด้านหน้ากล่องเจาะรูสำหรับถ่ายภาพที่จะวิเคราะห์การทดลองด้วยสมาร์ทโฟน



ภาพที่ 3.6 ชุดการทดลองแบบ Stand-alone

ตารางที่ 3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำ	สถานที่	สภาพแวดล้อม	ช่วงเวลา
A	ห้วยตองเวค	ฝนตกปรอยๆ ไม่มีแดด แหล่งน้ำนิ่ง	7.00–7.30 น.
B	แม่น้ำมูลสะพานข้ามไปพิบูลมังสาหาร	ฝนตกปรอยๆ ไม่มีแดด แหล่งน้ำไหล	7.30–8.00 น.
C	แม่น้ำมูลสะพาน100 ปี สมเด็จพระศรีนครินทร์	ฝนตกปรอยๆ ไม่มีแดด แหล่งน้ำไหล แหล่งชุมชนตั้งติดริมแม่น้ำ	8.00–9.00 น.
D	แม่น้ำมูลสะพาน รัตนโกสินทร์ 200 ปี และเสรีประชาธิปไตย	ไม่มีแดด แหล่งน้ำไหล แหล่งชุมชนตั้งติดริมแม่น้ำ	9.00–9.30 น.
E	หาดคูเดื่อ	ไม่มีแดด แหล่งน้ำไหล แหล่งค้าขาย ร้านอาหารและชุมชนติดริมแม่น้ำ	9.30–10.00 น.
F	หนองอีเจม	ไม่มีแดด แหล่งน้ำนิ่ง ตั้งอยู่ภายในมหาลัยอุบลราชธานี	10.00–10.30 น.



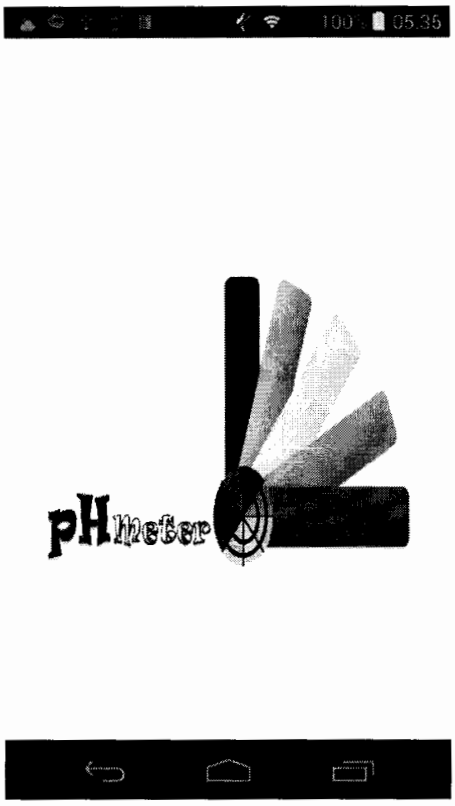
ภาพที่ 3.9 แผนที่สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ [22]

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลด้านซอฟต์แวร์และด้านฮาร์ดแวร์

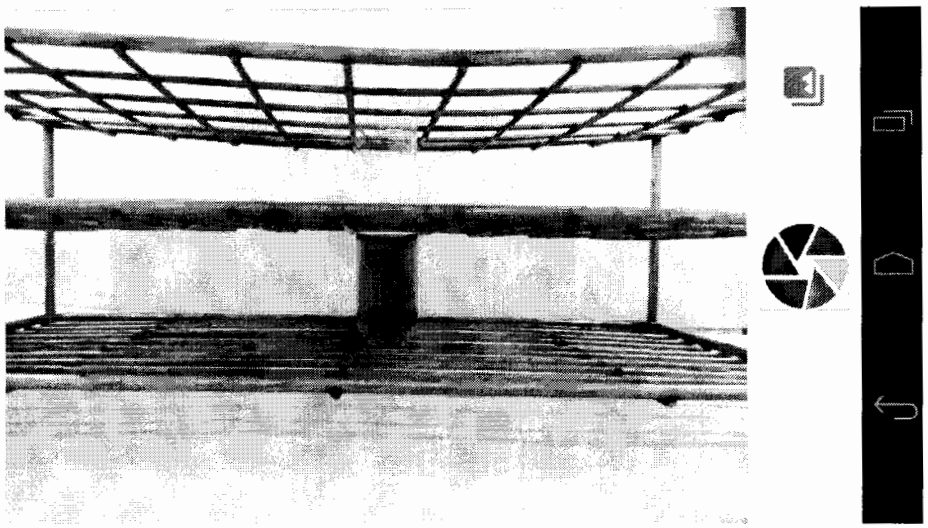
4.1.1 ผลของแอพพลิเคชั่นที่ออกแบบ

จากการออกแบบและเขียนแอพพลิเคชั่น pH Meter บน โปรแกรม Eclipse โดยใช้ภาษา Java แล้วติดตั้งแอพพลิเคชั่น pH Meter บนอุปกรณ์พกพาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอพพลิเคชั่นที่ออกแบบจะใช้วัดค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์และน้ำตัวอย่างที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งผลที่ได้ทางด้านซอฟแวร์ เมื่อเปิดแอพพลิเคชั่น แอพพลิเคชั่นจะแสดง Logo ดังภาพที่ 4.1



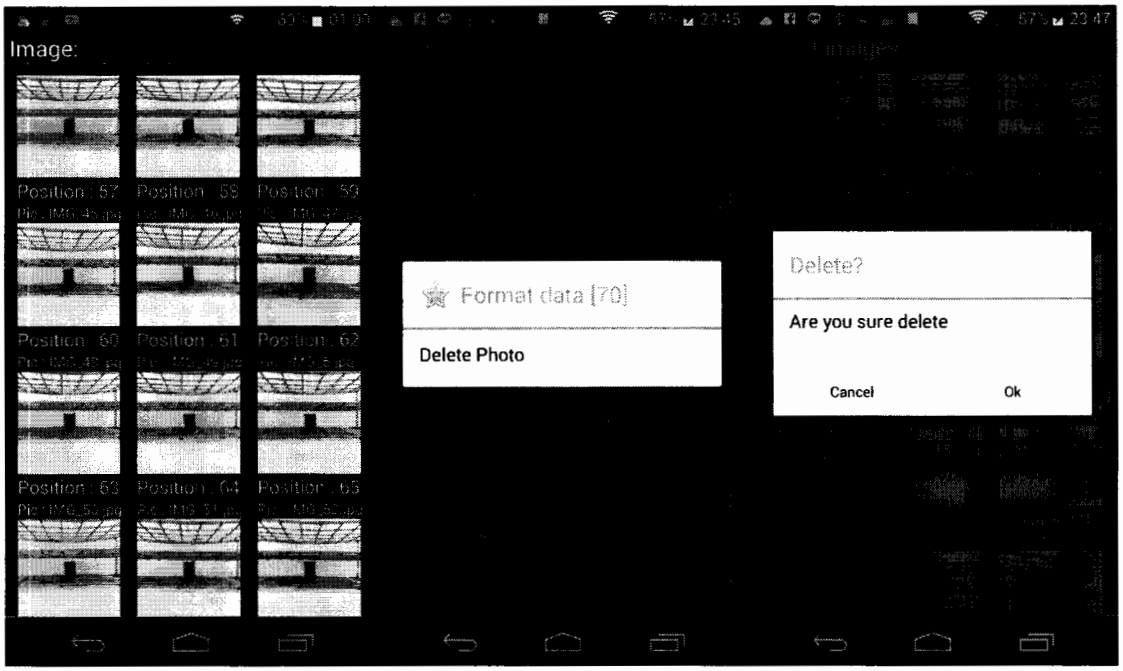
ภาพที่ 4.1 หน้าโชว์โลโก้หรือ Splash Screen ของ Screen.class

จากภาพที่ 4.1 เมื่อเปิดแอพพลิคชั่น pH Meter จะโชว์โลโก้เป็นเวลา 3 วินาที ก่อนเข้าสู่หน้าจอการถ่ายภาพด้วยแอพพลิเคชั่นกล้องที่ออกแบบใน Came.class



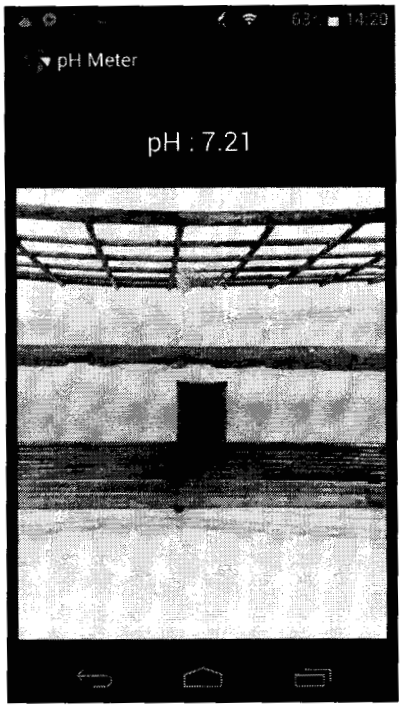
ภาพที่ 4.2 หน้าจอกล้องถ่ายภาพของแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์พกพา Came.class

จากภาพที่ 4.2 จะประกอบด้วยหน้าจอสำหรับถ่ายภาพ ภายในหน้าจอจะมีกรอบลักษณะเป็นวงกลมประสีแดง เพื่อใช้ในการโฟกัสจุดกึ่งกลางภาพ ปุ่มกดถ่ายภาพ และปุ่มไปยังหน้าอัลบั้มภาพถ่ายทั้งหมดดังภาพที่ 4.3 เมื่อกดปุ่มถ่ายภาพ แอพพลิเคชั่นจะถ่ายภาพของสารละลายหรือน้ำตัวอย่าง โดยให้วงกลมประสีแดงโฟกัสไปที่บริเวณกึ่งกลางของสีสารละลายบัฟเฟอร์หรือน้ำที่อยู่ในหลอดทดลองที่บริเวณจุดกึ่งกลางภาพนี้แอพพลิเคชั่นจะคำนวณค่าสี RGB ขนาด 40 x 40 Pixels จากนั้นแอพพลิเคชั่นจะใช้สมการที่สร้างขึ้นจากการปรับเทียบแล้วมาคำนวณหาค่า pH ออกมาดังภาพที่ 4.4 ภาพที่ถ่ายจะถูกบันทึกไว้ใน SD card ที่โฟลเดอร์ pH Meter



ภาพที่ 4.3 หน้าอัลบั้มภาพของ Picture.class

แอพพลิชั่นสามารถเลือกรูปตัวอย่างในอัลบั้มมาวิเคราะห์ใหม่ได้ แสดงดังภาพที่ 4.3 จะประกอบไปด้วยภาพถ่ายสารละลายบัฟเฟอร์หรือน้ำตัวอย่างที่ทำการทดลอง โดยออกแบบหน้าจอให้ภาพถ่ายเรียงกันแบบ 3 คอลัมน์ ขนาด 200 x 200 Pixels แต่ละภาพตัวอย่างจะมีการบอกตำแหน่งของภาพ (Position) และ ชื่อภาพ (Pic) เมื่อกดที่ภาพทันทีภาพจะถูกเปิดไปยังหน้าของ Full.class ดังภาพที่ 4.4 สำหรับบอกค่า pH ที่วิเคราะห์ได้จากแอพพลิเคชั่น ถ้ากดค้างที่ภาพประมาณ 1 วินาที จะมีปุ่ม Delete Photo ขึ้นมาเมื่อคลิก แอพพลิเคชั่นจะถามว่าต้องการลบภาพหรือไม่ ถ้าต้องการลบ กด Ok หากไม่ต้องการลบ กด Cancel



ภาพที่ 4.4 หน้าจอแสดงค่า pH และขยายรูปภาพของ Full.class

จากภาพที่ 4.4 จะเป็นการขยายภาพที่เลือกจากหน้าอัลบั้มภาพที่บันทึกไว้และจะแสดงค่า pH ของสารละลายหรือน้ำตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณภายในแอพพลิเคชั่น

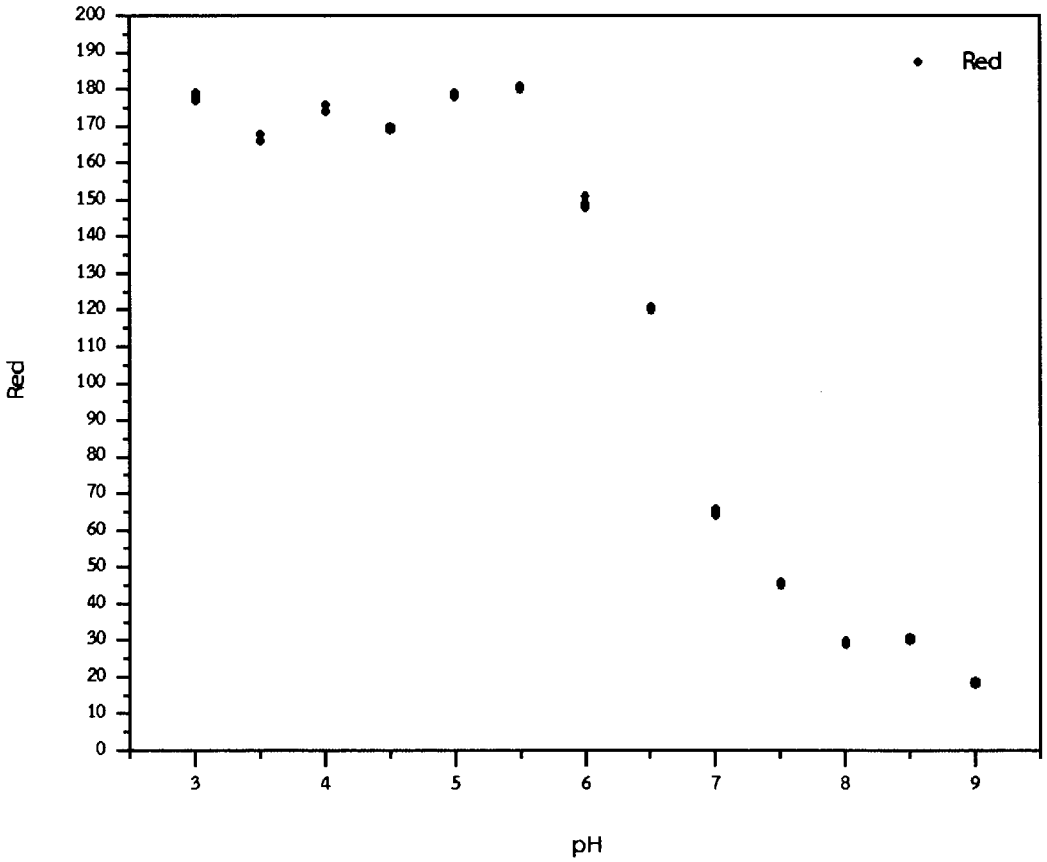
4.1.2 ชุดการทดลองที่ออกแบบ

ชุดการทดลองแบบ Stand-alone ดังภาพที่ 4.5 ถูกนำมาใช้ในการทดลองถ่ายภาพสารละลายบัฟเฟอร์และน้ำตัวอย่างด้วยแอพพลิเคชั่นเพื่อวิเคราะห์ค่า pH

ภาพที่ 4.5 ชุดการทดลองแบบ Stand-alone

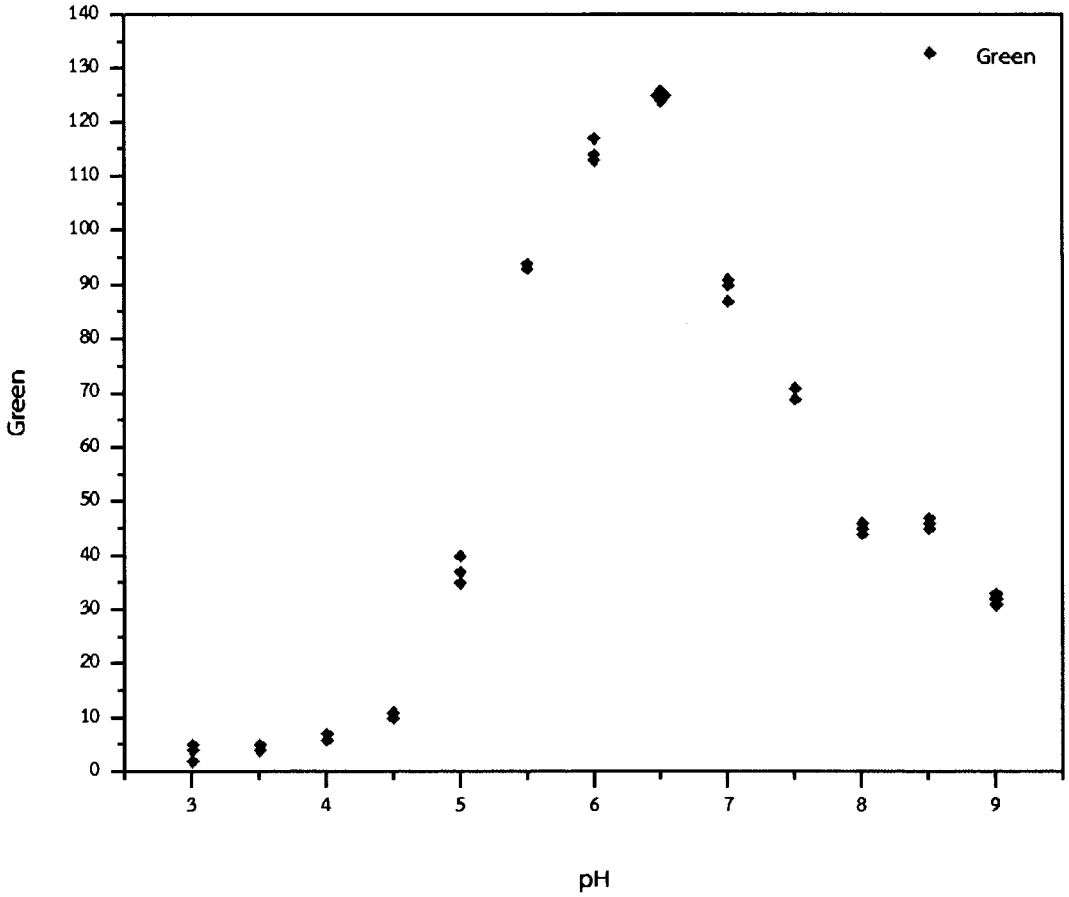
4.2 ผลจากการทดลองเมื่อนำไปปรับเทียบกับเครื่อง 713 pH meter

จากการปรับเทียบแอพพลิเคชั่น pH Meter กับเครื่อง 713 pH meter โดยการนำสารละลายบัฟเฟอร์ไปใช้เป็นตัวปรับเทียบจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ออกมาดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7



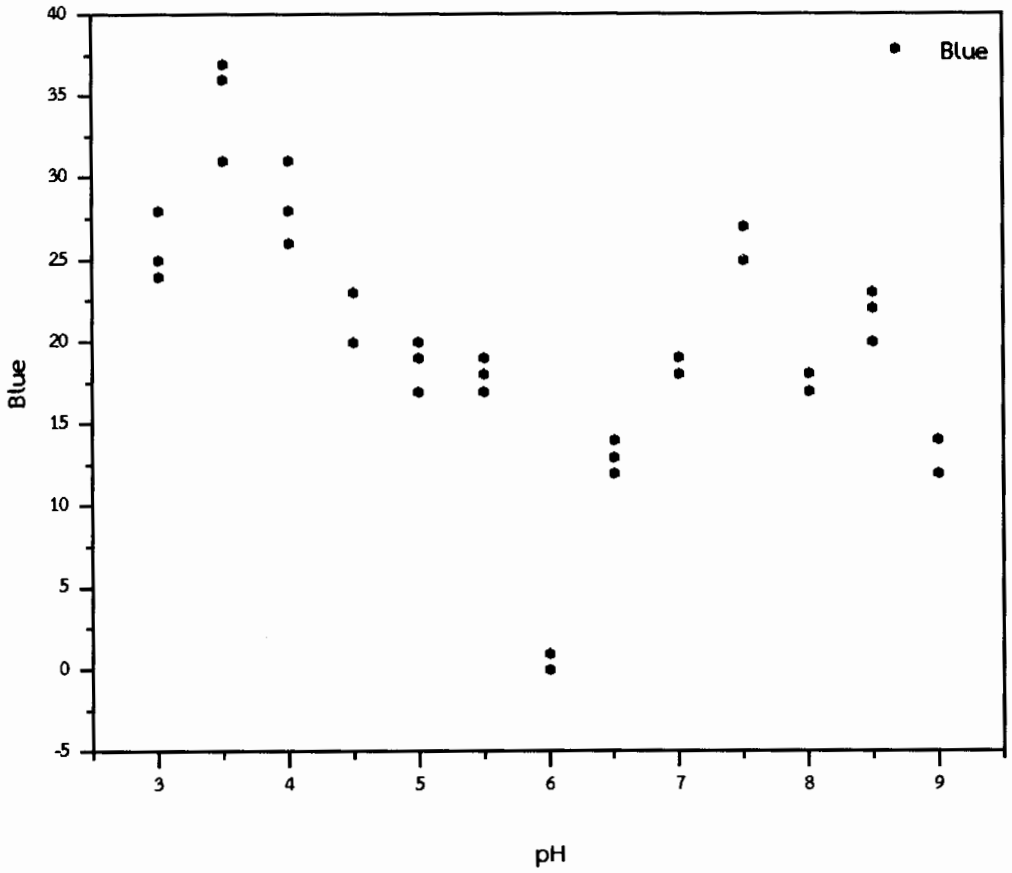
ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Red กับ pH

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า เมื่อ pH มีค่ามากขึ้น ค่า Red จะมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง pH 5.50–9.00



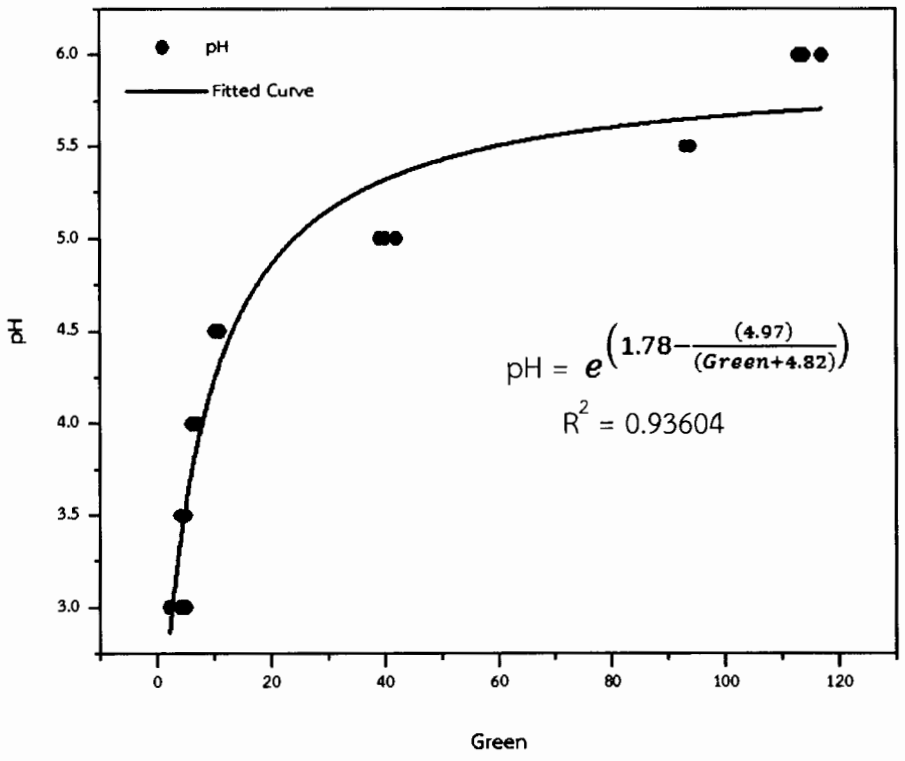
ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Green กับ pH

จากภาพที่ 4.7 ในช่วง pH 3.00–6.50 ค่า Green จะเพิ่มขึ้น และช่วง pH 6.50–9.00 ค่า Green จะลดลง

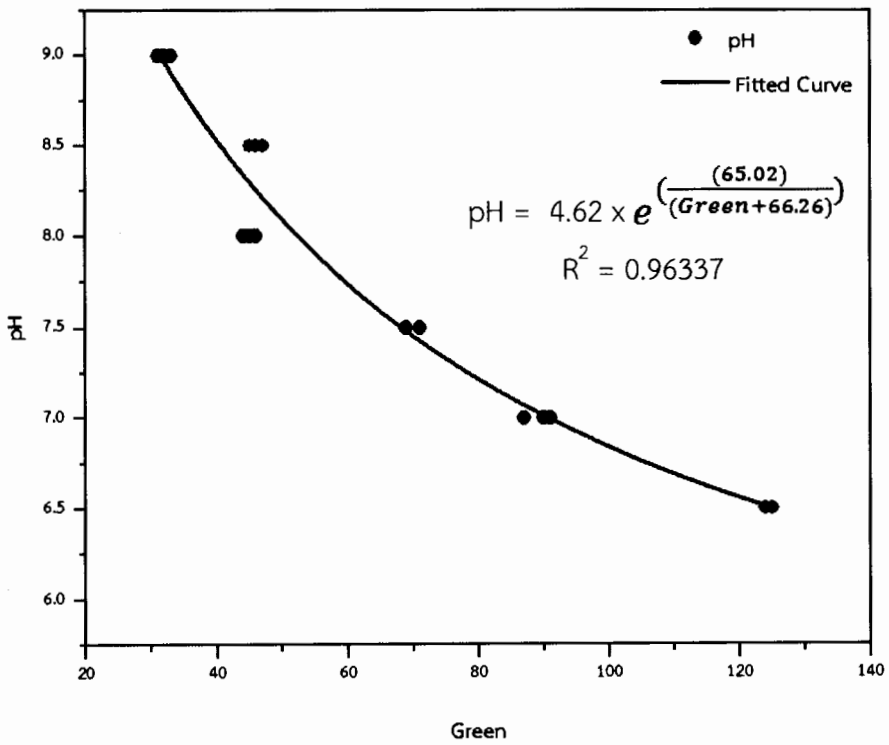


ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง Blue กับ pH

จากภาพที่ 4.8 พบว่า ค่า Blue กับค่า pH มีลักษณะขึ้นลงไม่คงที่ มีแนวโน้มที่ไม่แน่นอนดังนั้น เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากภาพที่ 4.6 4.7 และ 4.8 ทำให้ทราบแนวโน้มของค่า Red (สีแดง) และค่า Green (สีเขียว) ค่า Blue (สีน้ำเงิน) ที่สัมพันธ์กันกับค่า pH พบว่า Red และ Green ส่งผลต่อการเปลี่ยนค่าสีที่มีแนวโน้มแน่นอน ในขณะที่ค่า Blue มีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน จึงได้ใช้ความสัมพันธ์ของ Red กับ pH เป็นตัวตัดสินใจในการแบ่งช่วงค่าความสัมพันธ์ของ pH กับ Green ออกเป็น 2 สมการความสัมพันธ์ ซึ่งถ้าค่า Red มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 140 จะใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากภาพที่ 4.9 แต่ถ้าค่า Red มีค่าน้อยกว่า 140 จะใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อ Red มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 140



ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อ Red มีค่าน้อยกว่า 140

จากภาพที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อ Red มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 140 จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ดังสมการ (14) มีค่าความถูกต้อง (R-Square) 93.60% และภาพที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green เมื่อ Red มีค่าน้อยกว่า 140 จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ดังสมการ (15) มีค่าความถูกต้อง (R-Square) 96.34%

$$pH = e^{\left(1.78-\frac{(4.97)}{(Green+4.82)}\right)} \quad (14)$$

$$pH = 4.62 \times e^{\left(\frac{(65.02)}{(Green+66.26)}\right)} \quad (15)$$

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ Green ทั้ง 2 สมการ จะถูกนำไปใส่ลงในแอพพลิเคชั่น pH meter เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่า pH สารละลายบัฟเฟอร์จะเป็นดังตารางที่ 4.1 เมื่อนำสารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมไว้มีค่า pH 3.00–9.00 นำไปถ่ายภาพด้วยแอพพลิเคชั่น พบว่า ค่าของ pH ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลด้วยแอพพลิเคชั่นค่อนข้างมีความถูกต้องในช่วง pH 4.00–8.00 มีความผิดพลาดน้อยกว่า 6% โดยที่ pH 7 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง $\pm$0.02 สัมประสิทธิ์ของการแปรผันของข้อมูล (%RSD) เท่ากับ 0.28 % และมีความคลาดเคลื่อน (%Error) 0.71%

ตารางที่ 4.1 ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ที่วิเคราะห์ด้วยแอพพลิเคชั่น

713 pH Meter	ค่า pH จากแอพพลิเคชั่น "pH Meter" (ครั้งที่)							Average ± SD	%RSD	%Error
	1	2	3	4	5	6	7			
3.00	3.57	3.57	2.86	3.57	3.57	2.86	3.57	3.37 ± 0.35	10.39	12.33
3.50	3.89	3.89	4.14	3.89	3.89	4.14	4.14	3.99 ± 0.13	3.26	14.00
4.00	4.02	3.89	4.14	4.02	3.89	3.89	3.89	3.96 ± 0.10	2.53	1.00
4.50	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72 ± 0.01	0.21	4.89
5.00	5.29	5.32	5.32	5.29	5.32	5.32	5.29	5.30 ± 0.02	0.38	6.00
5.50	5.64	5.65	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64 ± 0.01	0.18	2.55
6.00	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69 ± 0.01	0.18	5.17
6.50	6.49	6.50	6.05	6.49	6.50	6.50	6.49	6.50 ± 0.01	0.15	0.00
7.00	7.04	7.08	7.04	7.04	7.08	7.04	7.04	7.05 ± 0.02	0.28	0.71
7.50	7.42	7.42	7.39	7.50	7.61	7.50	7.58	7.49 ± 0.08	1.07	0.13
8.00	8.33	8.08	8.29	8.31	8.08	8.29	8.08	8.21 ± 0.12	1.46	2.63
8.50	8.20	8.20	8.33	8.20	8.29	8.38	8.24	8.26 ± 0.07	0.85	2.82
9.00	8.57	8.67	8.62	8.62	8.67	8.57	8.67	8.62 ± 0.04	0.46	4.22

4.3 ผลการวัดค่า pH ที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ

จากการเก็บน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 6 แห่ง ได้แก่ แม่น้ำมูลสะพานข้ามไปทางพิบูลมังสาหาร แม่น้ำมูลสะพาน100 ปีสมเด็จพระศรีนครินทร์ แม่น้ำมูลสะพานรัตนโกสินทร์ 200 ปี และสะพานเสรีประชาธิปไตย หนองอีเจมภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี หาดคูเดื่อ ห้วยตองแวด แล้วนำมาทดลองหาค่า pH ด้วยแอพพลิเคชั่นที่ออกแบบและเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน 713 pH Meter พบว่า น้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 6 แห่ง มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.70–7.50 ซึ่งเป็นช่วงค่า pH ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (pH เป็นกลาง) และไม่เป็นอันตรายต่อผู้อุปโภคบริโภค ซึ่งค่า pH บริเวณแหล่งน้ำที่ใกล้แหล่งชุมชนจะสูงกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ เล็กน้อย (pH เป็นเบสเล็กน้อย) เนื่องจากร้านอาหารหรือบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำมักจะทิ้งน้ำที่ใช้แล้วลงในแหล่งน้ำ ค่า pH ที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติจะเป็นดังตารางที่ 4.2 และที่ A ตัวอย่างน้ำที่ได้จากห้วยตองแวด จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\pm$ 0.04 สัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (%RSD) เท่ากับ 0.56% และมีความคลาดเคลื่อน (%Error) 0.42%

ตารางที่ 4.2 ค่า pH ของน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่วิเคราะห์ด้วยแอพพลิเคชั่น

Sample	713 pH Meter	ค่า pH จากแอพพลิเคชั่น “pH Meter” (ครั้งที่)										Average ± SD	%RSD	%Error
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
A	7.21	7.21	7.14	7.16	7.21	7.21	7.14	7.16	7.23	7.14	7.16	7.18 ± 0.04	0.56	0.42
B	7.73	7.39	7.21	7.30	7.21	7.30	7.27	7.39	7.34	7.34	7.30	7.31 ± 0.06	0.82	5.43
C	7.62	7.39	7.5	7.34	7.45	7.47	7.47	7.47	7.47	7.37	7.39	7.43 ± 0.05	0.67	2.49
D	7.78	7.25	7.27	7.27	7.21	7.21	7.21	7.18	7.21	7.18	7.18	7.21 ± 0.03	0.42	7.33
E	7.52	7.27	7.27	7.30	7.30	7.27	7.34	7.32	7.30	7.23	7.23	7.28 ± 0.04	0.55	3.19
F	7.31	6.86	6.85	6.82	6.80	6.67	6.88	6.80	6.88	6.74	6.89	6.82 ± 0.07	1.03	6.70

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับการวิเคราะห์ค่า pH บนอุปกรณ์พกพาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH แตกต่างกัน ตั้งแต่ 3.00-9.00 และมีสีใสมาปรับเทียบกับเครื่อง 713 pH meter และได้นำมาใช้ในการตรวจสอบค่า pH ของน้ำตัวอย่างร่วมกับชุดทดลองแบบ Stan-alone (ตั้งไว้กับที่)

ผลจากการปรับเทียบแอพพลิเคชั่น pH Meter กับเครื่อง 713 pH meter พบว่า แอพพลิเคชั่นสามารถบอกค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ ในช่วง pH 4.00–8.00 มีความผิดพลาดน้อยกว่า 6% และที่ pH 7 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเท่ากับ ±0.02 สัมประสิทธิ์ของการแปรผันของข้อมูล (%RSD) 0.28% และแอพพลิเคชั่นมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ (%Error) 0.71%

เมื่อนำแอพพลิเคชั่นไปใช้กับนำตัวอย่างที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่า น้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.70–7.50 ซึ่งเป็นช่วงค่า pH ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและไม่เป็นอันตรายต่อผู้อุปโภคบริโภค ซึ่งค่า pH บริเวณแหล่งน้ำที่ใกล้แหล่งชุมชนจะมีค่า pH ที่สูงกว่า แหล่งน้ำอื่นๆ เล็กน้อย เนื่องจากร้านอาหารหรือบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำมักจะทิ้งน้ำที่ใช้แล้วลงในแหล่งน้ำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อินดิเคเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในช่วง pH 3.00–9.00 หากต้องการทราบค่า pH ในช่วงอื่น ให้ใช้อินดิเคเตอร์ในช่วงที่ต้องการทราบ pH แล้วปรับเทียบกับเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน เพื่อสร้างสมการในการคำนวณค่า pH ในช่วง pH ที่ต้องการทราบ

5.2.2 ชุดทดลองที่ออกแบบเป็นแบบ Stan-alone ซึ่งไว้ใช้ในห้องทดลองตั้งไว้กับที่ หากอยากทดลองน้ำตัวอย่างที่ได้จากภาคสนาม จะต้องเก็บน้ำตัวอย่างมาที่ห้องทดลอง โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4±2 ˚C ภายในกล่องปิดทึบระหว่างขนย้ายรอทดลอง หรือออกแบบชุดทดลองเป็นแบบพกพาเพื่อนำลงไปใช้ในงานภาคสนามได้ทันที

5.2.3 เพื่อให้สามารถเห็นสีของอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงตามค่า pH ได้อย่างชัดเจน ในงานวิจัยนี้จึงได้ทดสอบกับสารละลายและน้ำตัวอย่างที่ไม่มีสีและมีความใส

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

[1] ภิญโญ พานิชพันธ์ และคณะ. "สมบัติทางด้านเคมีของน้ำ", ใน **สมบัติของน้ำ.** นครปฐม: นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2558.

[2] บริษัท ซาน์ย แทค จำกัด. "การใช้ pH Meter", ใน **pH Meter.** รัฐแมสซาชูเซตส์ อเมริกา: เธอร์โม ฟิชเชอร์ ไซแอนทิฟิก, 2548.

[3] วันชัย มีศิริ. "เครื่องวัดกรด-ด่าง พีเอช pH Meter", ใน **pH Meter คืออะไร.** กรุงเทพฯ: บางกอกไฮแล็บ, 2558.

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี. "การเลือกซื้ออุปกรณ์วัดค่าพีเอสน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งานและคุ้มสตางค์", ใน **เยี่ยมห้องวิเคราะห์น้ำ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี.** จันทบุรี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี, 2546.

[5] Yuttana Intaravanne, Sarun Sumriddetchkajorn and Jiti Nukeawa. "Cell phone-based two-dimensional spectral analysis for banana ripeness estimation", **Sensors and Actuators.** (168): 390–394; April, 2012.

[6] Sarun Sumriddetchkajorn, Kosom Chaitavon and Yuttana Intaravanne. "Mobile device-based self-referencing colorimeter for monitoring chlorine concentration in water", **Sensors and Actuators.** (182): 592–597; March, 2013.

[7] Sarun Sumriddetchkajorn, Kosom Chaitavon and Yuttana Intaravanne. "Mobile-platform based colorimeter for monitoring chlorine concentration in water", **Sensors and Actuators.** (191): 561–566; October, 2014.

[8] Yuttana Intaravanne and Sarun Sumriddetchkajorn. "Android-based rice leaf color analyzer for estimating the needed amount of nitrogen fertilizer", **Computers and Electronics in Agriculture.** (116): 228–233; July 2015.

[9] บริษัท Wiko. "RIDGE User guide", **Wiko Gamer changer.** กรุงเทพฯ: วีโก โมบาย, 2557.

[10] อธิปลักษณ์ โชติธนประสิทธิ์. "สมาร์ทโฟน (Smart phone)", ใน **สมาร์ทโฟนคืออะไร แท็บเล็ต แฟบเล็ต ต่างกันอย่างไร.** กรุงเทพฯ: สยามโฟน ดอท คอม, 2557.

[11] จักรชัย โสอินทร์ และพงษ์ศธร จันทร์ยอย. **การพัฒนาแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์.** นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์, 2554

[12] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. **คู่มือเขียน Android สำหรับผู้เริ่มต้น.** กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[13] กอบเกียรติ สระอุบล. **พัฒนา App Android.** กรุงเทพฯ: มีเดีย เนทเวิร์ค, 2556.

[14] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. **คู่มือเขียนแอพ Android ฉบับรวมโค้ด.** กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2557.

[15] ทีมงานไทยครีเอท. "รู้จักกับ Android คืออะไร", ใน **สอนเขียน Android App.** กรุงเทพฯ: ไทยครีเอท. 2555.

[16] จรรยา ดาสา และคณะ. "อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส", ใน **กรด–เบส.** นครปฐม: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550.

[17] สุดารัตน์ เพ็ชรหนู. "การตรวจสอบสารละลายกรด-เบส", ใน **สมบัติของสารละลายกรด-เบส.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 2555.

[18] บริษัทโปรโทรนิกส์ อินเตอร์เทรด จำกัด. "pH คือเหตุผลสำคัญหรือไม่", ใน **pH Electrode.** ปทุมธานี: โปรโทรนิกส์ อินเตอร์เทรด, 2558.

[19] แหล่งเรียนรู้ด้านประมง. (2554). "การเก็บตัวอย่างน้ำ", **คุณภาพน้ำและตะกอนดิน.** http://www.aquatoyou.com/index.php/2013-05-16-04-06-08/843-2013-05-16-06-59-47. กันยายน, 2558.

[20] ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. "เทคนิคและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ", ใน **เทคนิคและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

[21] Ji-Sun Kim and at al. "An Array-Type RGB Sensor for Precision Measurement of pH", **Optical Society of Korea**. 6(19): 700-704; December, 2015.

[22] **เส้นทางจากสะพานห้วยตองแวดไปยังหนองอีเจม**. (แผนที่). อุบลราชธานี: กูเกิล มายแมพ, 2559.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การติดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นบนคอมพิวเตอร์

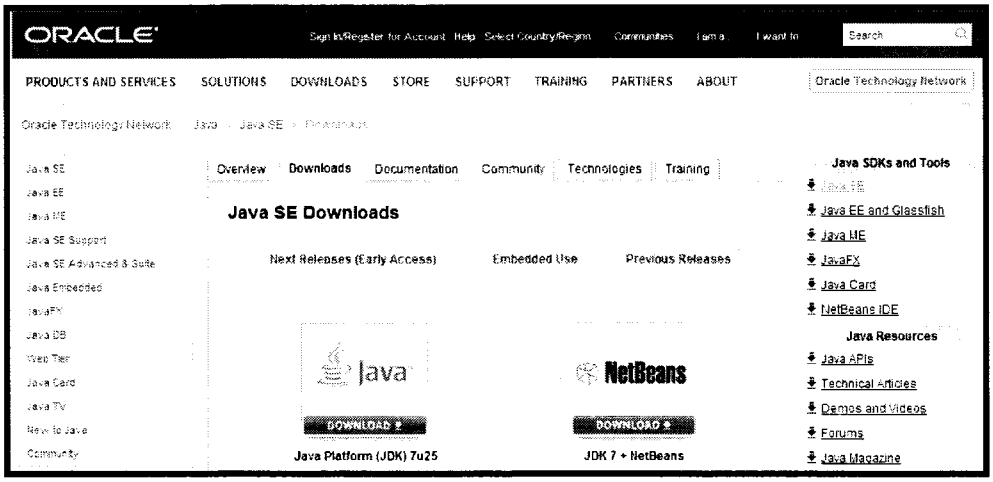
1.1 การติดตั้งเครื่องมือสำหรับพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์

สำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ มีซอฟต์แวร์และเครื่องมือ ดังนี้

1.1.1 การติดตั้ง JDK (Java Development Kit)

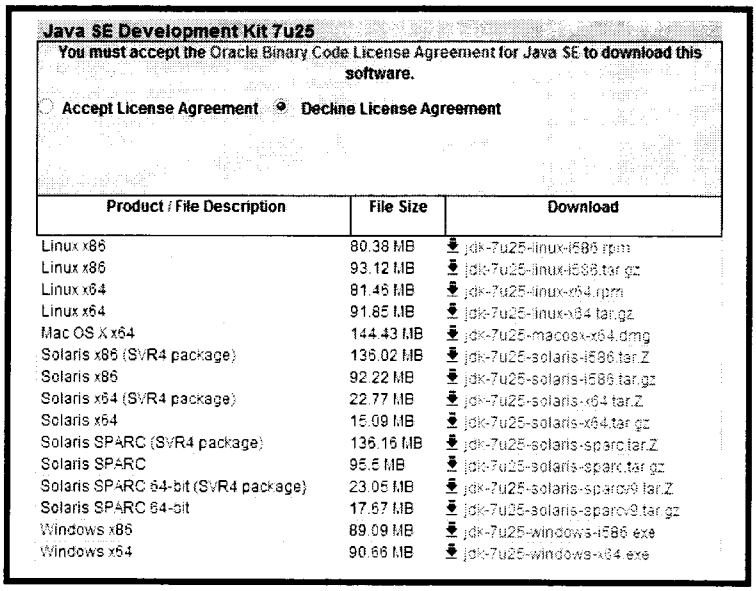
แอพพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์ถูกพัฒนาด้วยภาษา Java ดังนั้นจึงต้องติดตั้ง JDK (Java Development Kit) ซึ่งสามารถดาวน์โหลดตัวติดตั้งได้จากเว็บไซต์ของบริษัท Oracle ดังภาพที่ ก.1

1.1.1.1 คลิกเลือก Java Platform (JDK) 7u25



ภาพที่ ก.1 เว็บดาวน์โหลด Java Development Kit

1.1.1.2 คลิก Accept License Agreement แล้วเลือก Windows x86 (32 bit)



Java SE Development Kit 7u25

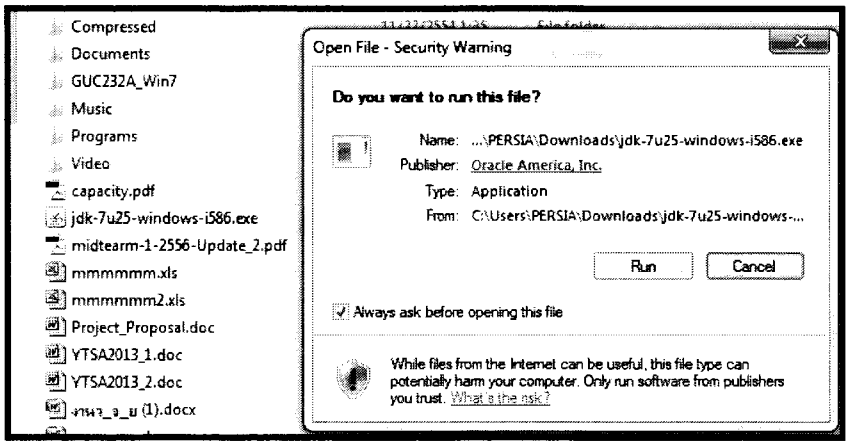
You must accept the Oracle Binary Code License Agreement for Java SE to download this software.

○ **Accept License Agreement** ◉ **Decline License Agreement**

Product / File Description	File Size	Download
Linux x86	80.38 MB	jdk-7u25-linux-i586.rpm
Linux x86	93.12 MB	jdk-7u25-linux-i586.tar.gz
Linux x64	81.46 MB	jdk-7u25-linux-x64.rpm
Linux x64	91.85 MB	jdk-7u25-linux-x64.tar.gz
Mac OS X x64	144.43 MB	jdk-7u25-macosx-x64.dmg
Solaris x86 (SVR4 package)	136.02 MB	jdk-7u25-solaris-i586.tar.Z
Solaris x86	92.22 MB	jdk-7u25-solaris-i586.tar.gz
Solaris x64 (SVR4 package)	22.77 MB	jdk-7u25-solaris-x64.tar.Z
Solaris x64	15.09 MB	jdk-7u25-solaris-x64.tar.gz
Solaris SPARC (SVR4 package)	136.16 MB	jdk-7u25-solaris-sparc.tar.Z
Solaris SPARC	95.5 MB	jdk-7u25-solaris-sparc.tar.gz
Solaris SPARC 64-bit (SVR4 package)	23.05 MB	jdk-7u25-solaris-sparcv9.tar.Z
Solaris SPARC 64-bit	17.67 MB	jdk-7u25-solaris-sparcv9.tar.gz
Windows x86	89.09 MB	jdk-7u25-windows-i586.exe
Windows x64	90.66 MB	jdk-7u25-windows-x64.exe

ภาพที่ ก.2 การเลือกชนิดของ Java Development Kit

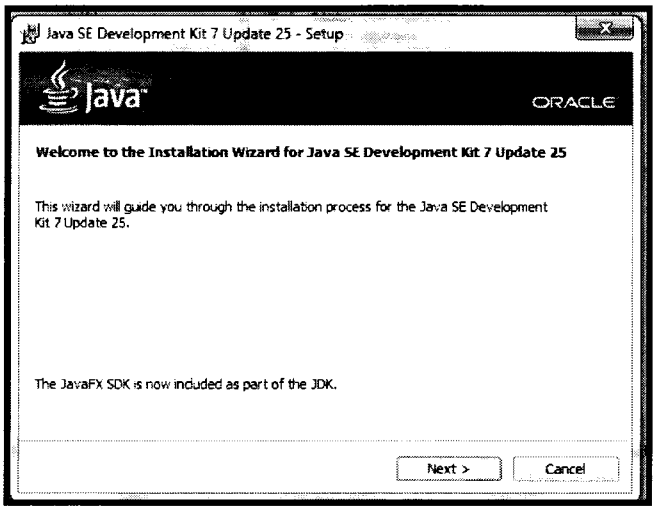
1.1.1.3 ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ jdk-7u25-windows-i586.exe จากนั้นกด Run



ภาพที่ ก.3 แสดงโปรแกรม Java Development Kit ที่ดาวน์โหลดลง Notebook

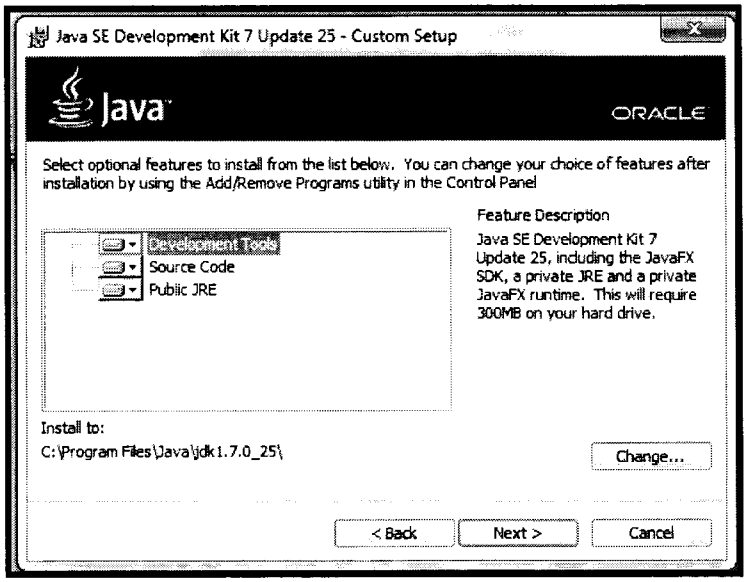
ภาพที่ ก.4 การรอ Install โปรแกรม

1.1.1.4 เมื่อขึ้นมาดังรูปที่ ก.5 กด Next



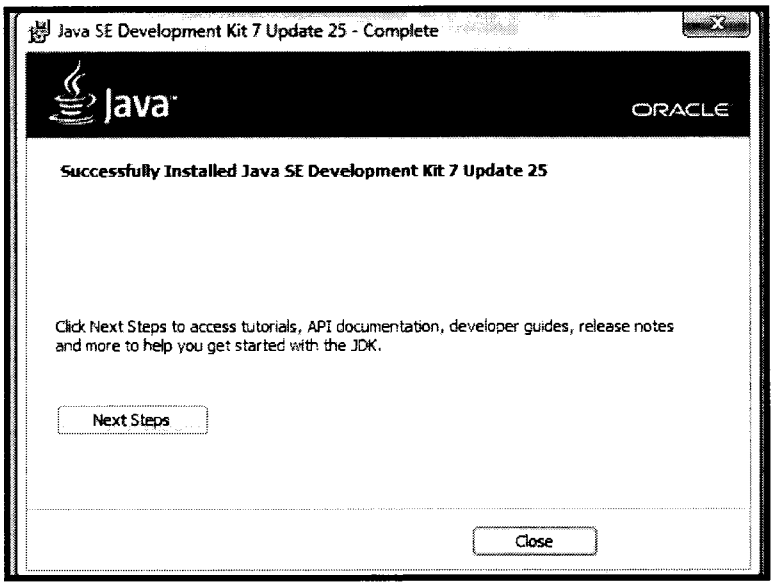
ภาพที่ ก.5 ขั้นตอนการติดตั้ง Java Development Kit

1.1.1.5 เลือก Development Tools กด next จากนั้นจะดำเนินการติดตั้งโปรแกรม



ภาพที่ ก.6 การติดตั้ง Java Development Kit โดยเลือก Development Tools

1.1.1.6 เมื่อติดตั้งสมบูรณ์แล้วให้คลิก close เป็นการติดตั้งเสร็จสมบรูณ์



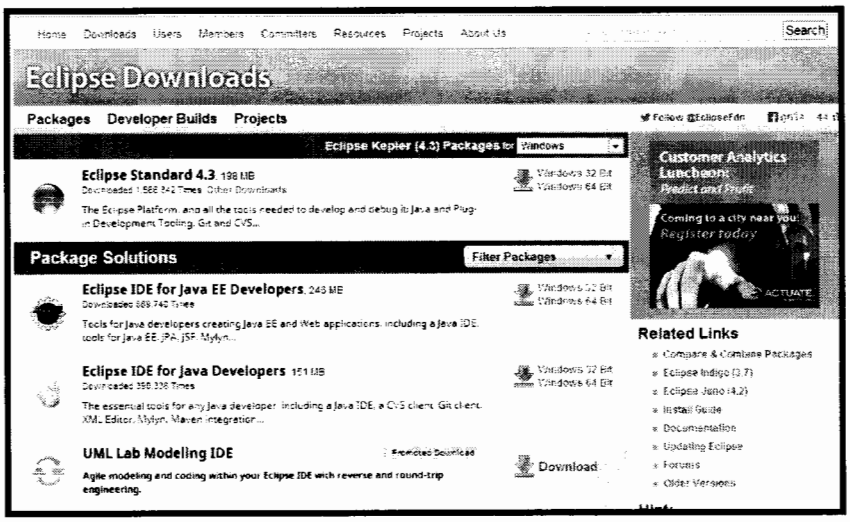
ภาพที่ ก.7 การติดตั้งโปรแกรม Java Development Kit ที่ติดตั้งเสร็จ

JDK เป็นตัวที่ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมพัฒนาแอนดรอยด์ โดยไม่ว่าจะพัฒนาบนโปรแกรม Eclipse หรือ Netbean จะต้องติดตั้ง JDK ไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ Java ในการพัฒนา

1.1.2 การติดตั้งโปรแกรม Eclipse

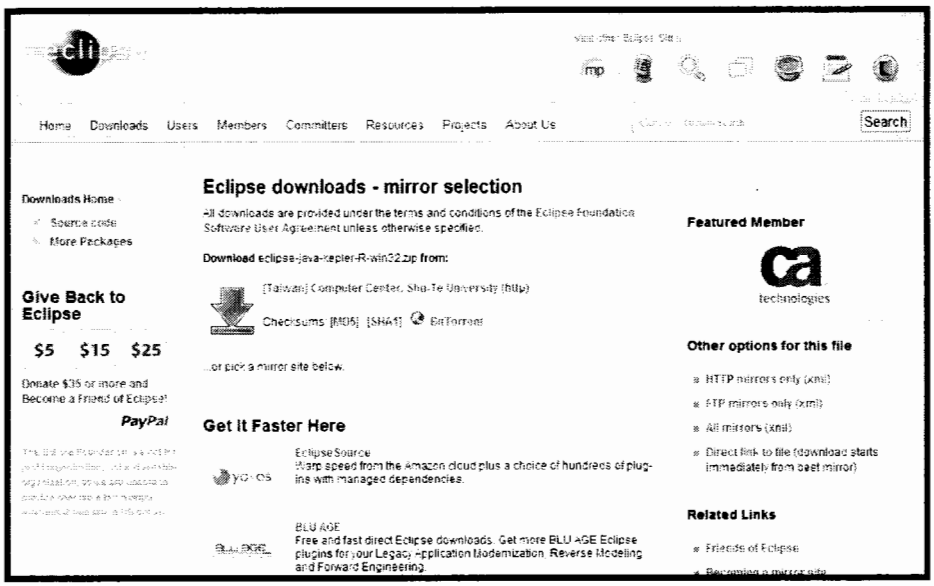
สำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนแอนดรอยด์นั้นจะเป็นการใช้ภาษา Java ในการพัฒนา ซึ่งในโครงการนี้จะนำโปรแกรม Eclipse เป็นเครื่องมือในการพัฒนา มีขั้นตอนติดตั้ง ดังนี้

1.1.2.1 เลือก Eclipse IDE for Java Developers คลิก Window 32 Bit



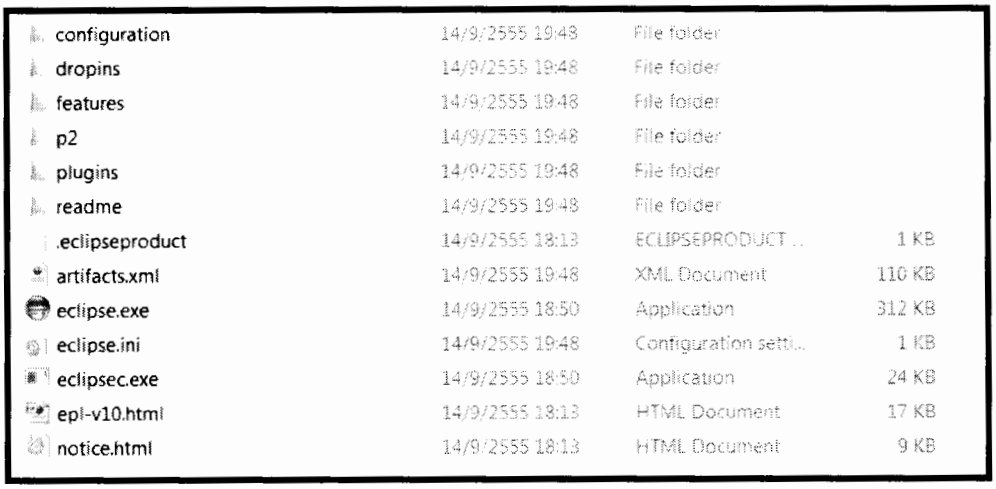
ภาพที่ ก.8 เว็บดาวน์โหลดโปรแกรม Eclipse

1.1.2.2 คลิกรูปลูกศรสีเขียว รอดาวน์โหลดลงเครื่อง



ภาพที่ ก.9 ขั้นตอนดาวน์โหลดโปรแกรม Eclipse

1.1.2.3 เมื่อดาวน์โหลดเสร็จ จะได้ไฟล์ Zip แตกไฟล์ เพื่อใช้โปรแกรม Eclipse



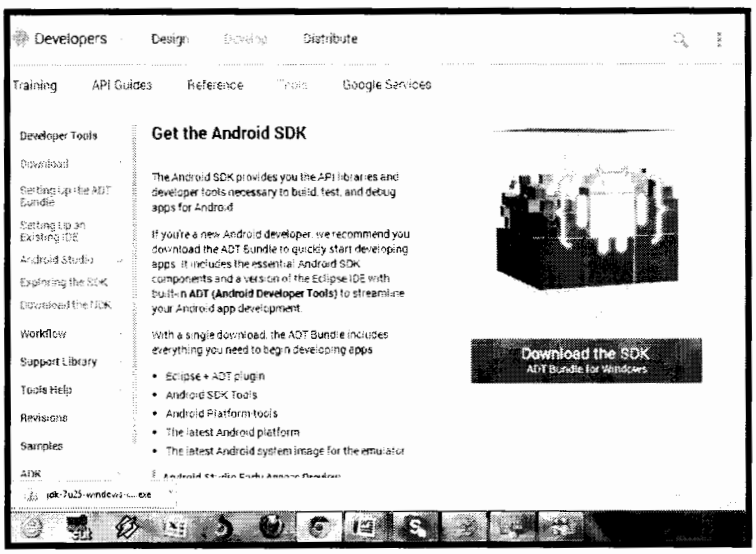
configuration	14/9/2555 19:48	File folder	
dropins	14/9/2555 19:48	File folder	
features	14/9/2555 19:48	File folder	
p2	14/9/2555 19:48	File folder	
plugins	14/9/2555 19:48	File folder	
readme	14/9/2555 19:48	File folder	
.eclipseproduct	14/9/2555 18:13	ECLIPSEPRODUCT ...	1 KB
artifacts.xml	14/9/2555 19:48	XML Document	110 KB
eclipse.exe	14/9/2555 18:50	Application	312 KB
eclipse.ini	14/9/2555 19:48	Configuration setti...	1 KB
eclipsec.exe	14/9/2555 18:50	Application	24 KB
epl-v10.html	14/9/2555 18:13	HTML Document	17 KB
notice.html	14/9/2555 18:13	HTML Document	9 KB

ภาพที่ ก.10 โปรแกรม Eclipse ที่ดาวน์โหลดลง Notebook

1.1.3 การติดตั้ง Android SDK (Android Software Development Kit)

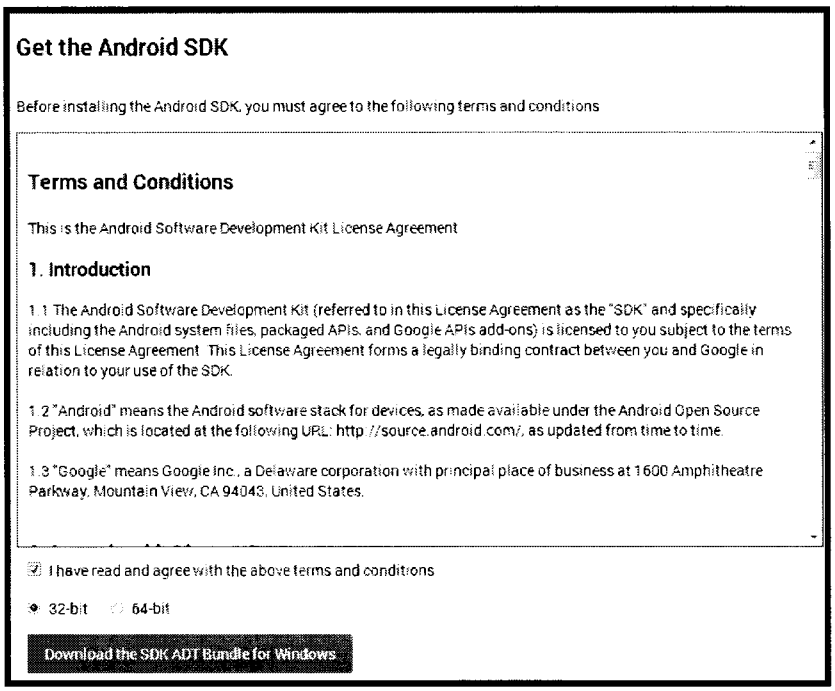
เมื่อติดตั้ง JDK และ Eclipse ต่อไปจะติดตั้งการเชื่อมต่อกับ Android SDK (Android Software Development Kit) ดังนี้

1.1.3.1 คลิก ปุ่มสี่เหลี่ยมสีฟ้า (Download the SDK)



ภาพที่ ก.11 เว็บดาวน์โหลดโปรแกรม Android SDK

1.1.3.2 เครื่องหมายถูกหน้าข้อความ I have read and agree with the above terms and conditions เลือก 32-bit จากนั้น คลิก Download the SDK ADT Bundle for Windows รอดาวน์โหลด



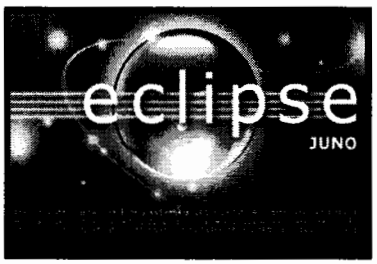
ภาพที่ ก.12 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรม Android SDK

เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเป็นว่าไฟล์ที่โหลดมาจะเป็นไฟล์ Zip เพียงแค่เราแตกไฟล์ Unzip ออกมาเราก็ได้ Android SDK แล้ว

1.1.4 การติดตั้ง ADT (Android Development Tool)

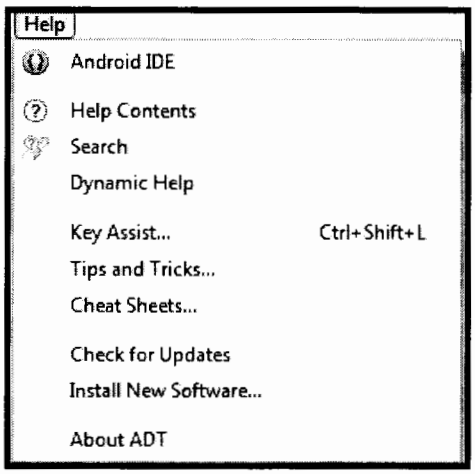
ส่วนเพิ่มเติมที่สำคัญที่จะช่วยให้สามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้นก็คือ เครื่องมือ ADT (Android Development Tool) ซึ่ง ADT จะเป็นชุดโปรแกรมสำหรับทำหน้าที่เชื่อมโยงไฟล์และโปรแกรมย่อยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับ ADK เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถเรียกใช้งานและสั่งงาน ผ่านหน้าต่าง IDE ของโปรแกรม Eclipse ได้อย่างถูกต้อง โดยการติดตั้ง Plug-in นี้ต้องกระทำในขณะที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตสามารถทำได้ดังนี้

1.1.4.1 เปิดโปรแกรม Eclipse > เลือกตำแหน่งที่เก็บไฟล์

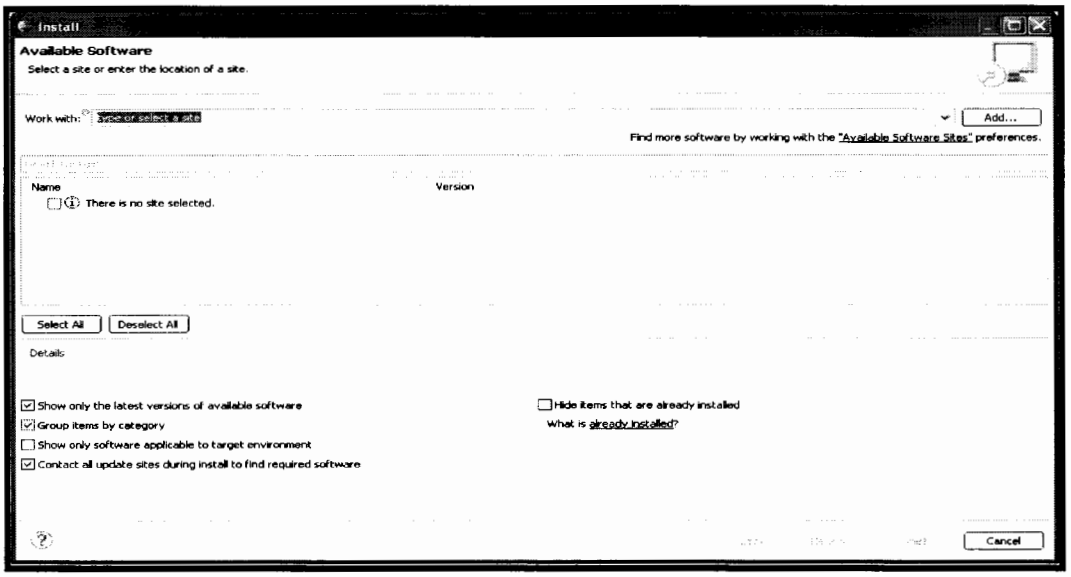


ภาพที่ ก.13 โลโก้ของ Eclipse

1.1.4.2 มาที่ Help > Install new software



(ก)

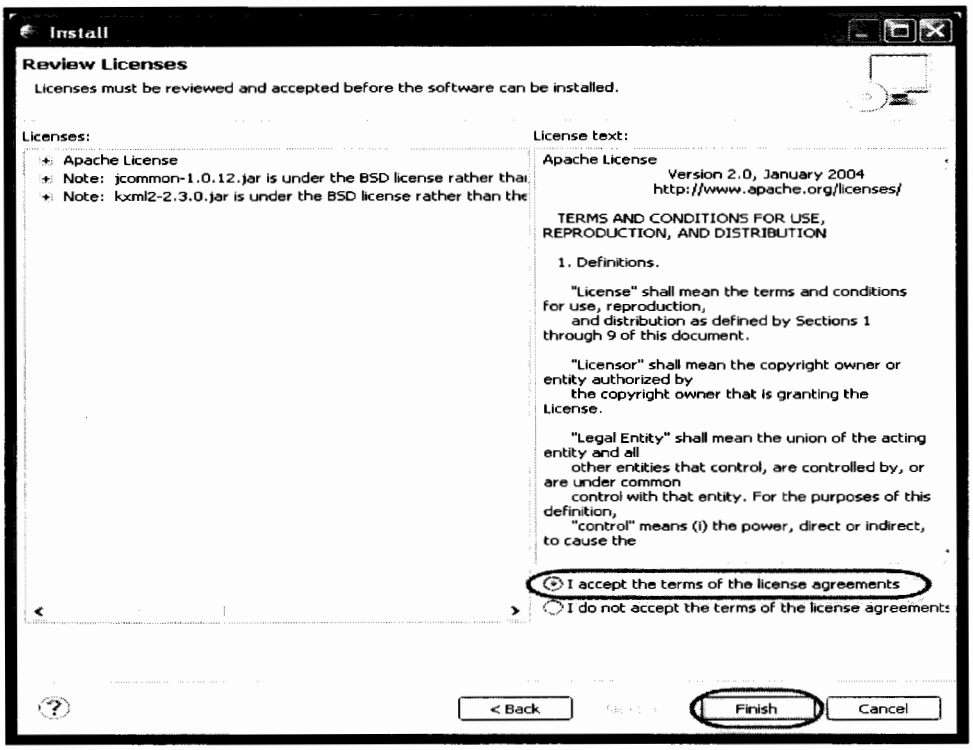


(ข)

ภาพที่ ก.14 (ก) และ (ข) ขั้นตอนการติดตั้ง ADT (Android Development Tool)

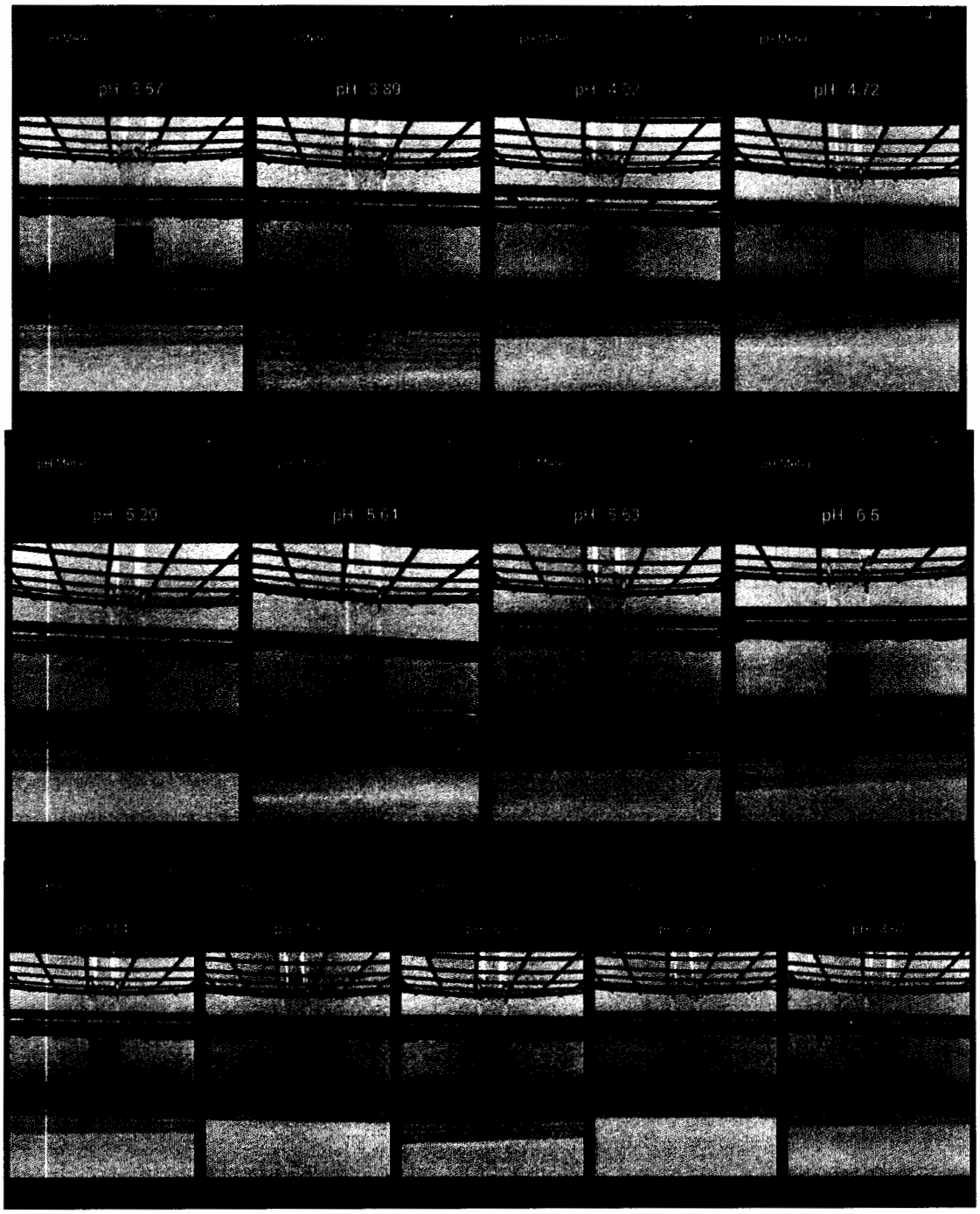
1.1.4.3 ที่หน้าต่าง Install หัวข้อ Work with ให้เลือก Add... แล้วกำหนดค่า path สำหรับทำการ Download โปรแกรม Plug-in โดยให้กำหนดค่า Name เป็น ADT และกำหนค่า path ในช่อง ตำแหน่ง Location: เป็น https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/ แล้วเลือก OK จากนั้นให้รอสักครู่จนโปรแกรมแสดงหัวข้อ Developer Tools เพิ่มเข้ามา ให้เลือกเช็คบล็อก แล้ว Next เพื่อข้ามไปยังขั้นตอนถัดไป

1.1.4.4 หลังจากนั้น โปรแกรมจะแสดงรายละเอียด เงื่อนไข และ ข้อตกลงในการใช้งานโปรแกรม เลือก I accept the terms of license agreements เพื่อยอมรับเงื่อนไข แล้วเลือก Finish



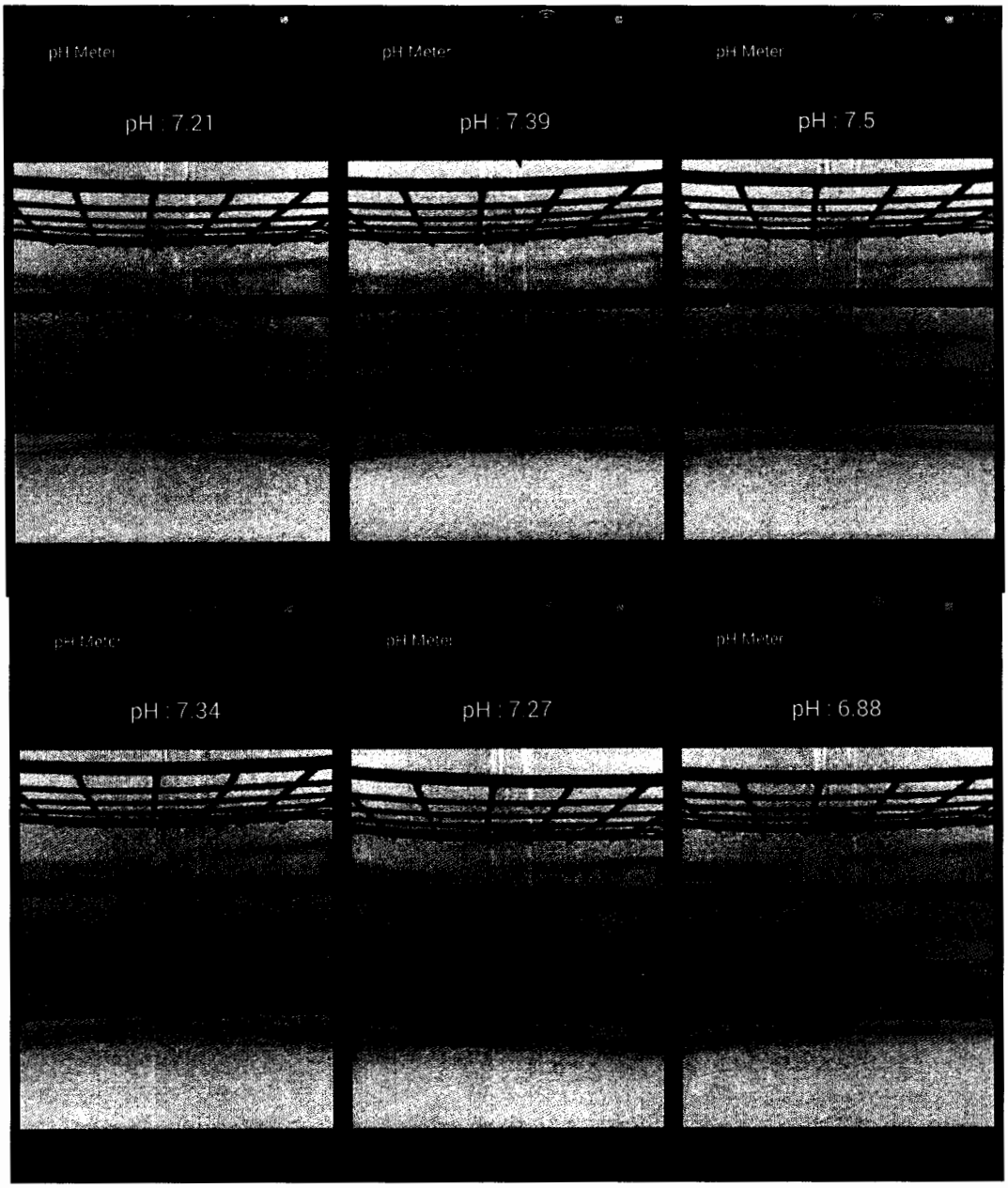
ภาพที่ ก.15 การติดตั้ง ADT (Android Development Tool) ที่สำเร็จ

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างสารละลายและน้ำที่ได้จากแอพพลิเคชั่น



ภาพที่ ข.1 สารละลายบัฟเฟอร์ที่วิเคราะห์ค่า pH ด้วยแอพพลิเคชั่น

จากภาพที่ ข.1 เมื่อนำสารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมไว้มีค่า pH 3.00–9.00 (เรียงจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง) นำไปถ่ายภาพและวิเคราะห์ผลด้วยแอพพลิเคชั่น พบว่า ค่าของ pH ที่ได้ค่อนข้างมีความถูกต้องในช่วง pH 4.00–8.00.



ภาพที่ ข.2 ค่า pH ของน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่วิเคราะห์ด้วยแอพพลิเคชั่น

จากภาพที่ ข.2 พบว่า น้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้ง 6 แห่ง ได้แก่ ห้วยตองแวด แม่น้ำมูล สะพานรัตนโกสินทร์ 200 ปีและสะพานเสรีประชาธิปไตย แม่น้ำมูลสะพานข้ามไปทางพิบูลมังสาหาร หาดคูเดื่อ แม่น้ำมูลสะพาน 100 ปีสมเด็จพระศรีนครินทร์ หนองอีเจม ตามลำดับ มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.70–7.50 ซึ่งเป็นช่วงค่า pH ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (pH เป็นกลาง) ซึ่งค่า pH บริเวณแหล่งน้ำที่ใกล้แหล่งชุมชนจะมีค่าสูงกว่า (pH เป็นเบสเล็กน้อย) แหล่งน้ำอื่นๆเล็กน้อย เนื่องจากร้านอาหารหรือบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำมักจะทิ้งน้ำที่ใช้แล้วลงในแหล่งน้ำ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวกัญญาพัชร อามาตย์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546-2548 จบมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซนเมรี่ จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ. 2549-2551 จบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ. 2552-2555 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)
สาขาวิชาเอกฟิสิกส์

พ.ศ. 2556-ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)
สาขาวิชาเอกฟิสิกส์

ประวัติการวิจัย

1. Development of Carbon monoxide detector with Android applications on Smart phone, NESTC, Ubon ratrchathani, Thailand, 2014.
2. Development of Carbon monoxide detector with Android applications on portable devices, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน ครั้งที่ 9, กรุงเทพฯ, 2014.
3. Investigation elastic property of thermoelectric materials prepared by Bridgman method, Siam Physics Congress, Krabi, Thailand, 2015.
4. Design and development of colorimetry program on a smart phone for pH determination, Siam Physics Congress, Ubon ratchathani, Thailand, 2016.