

# การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของมะละกอ ปีที่ 1

## Study on Consumptive Use of Papaya 1<sup>st</sup> year.

นางสาวสำเภา แก้วสระแสน<sup>1</sup> นายไพโรจน์ แสงจินดา<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ ที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4 (สามชุก) อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 11 ธันวาคม 2551-21 ตุลาคม 2552 วัดค่าการระเหยของมะละกอโดยใช้ถังวัดการใช้น้ำแบบ percolation ผึ่งอยู่ในแปลงทดลองชุดละ 4 ถังมีการเก็บตัวอย่างดิน บันทึกสภาพภูมิอากาศโดยเครื่องมือซึ่งติดตั้งอยู่ในสถานีตรวจอากาศตั้งอยู่ใกล้เคียงกับแปลงทดลอง แล้วนำมาคำนวณหาค่าการระเหยของมะละกอ รวม 7 วิธี ได้แก่ Modified Penman, Blaney Criddle, E-pa, Thornthwaite, Hargreaves, Radiation และ Penman Monteieth และนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับการวัดโดยการวัดจากถังวัดการใช้น้ำ พบว่า มะละกอพันธุ์ ฮอลแลนด์ ตั้งแต่ปลูกจนถึงสิ้นสุดการทดลอง อายุรวม 315 วัน มีการคายระเหย (Evapotranspiration) รวม 2,614.27 มิลลิเมตร หรือประมาณ 8.30 มม./วัน การคายระเหยจะเพิ่มตามลักษณะการเจริญเติบโตจนถึงสูงสุด ประมาณถึง 9 เดือนหลังปลูก จากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop coefficient, Kc) ของมะละกอ สำหรับสมการ Hargreaves เท่ากับ 1.70 เฉลี่ยตลอดอายุปลูก และของ Modified Penman เท่ากับ 1.75 และค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคูณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหย เท่ากับ 1.70 (ET/E) เฉลี่ยตลอดอายุปลูก วิธีใช้สมการของ Hargreaves ให้ค่าเท่ากับที่วัดโดยใช้ถังวัดการใช้น้ำมากที่สุด รองลงไปคือ สมการ Modified Penman

.....  
คำหลัก : มะละกอ

### ปริมาณการใช้น้ำ

- 1/ นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน
- 2/ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

## Study on Consumptive Use of Papaya 1<sup>st</sup> year.

### ABSTRACT

A study on consumptive use of water of papaya was carried out at the Irrigation Experiment Station 4 (Sam Chug), Sam Chug District, Suphan Buri province between December 11, 2008 to October 21, 2009. Evapotranspiration of papaya was measured directly from a percolation type lysimeter and by a gravimetric method. Their estimates by meteorological data were calculated against 7 methods, i.e. Modified Penman, Blaney Criddle, E-pan, Thornthwaite, Hargreaves, Radiation and Penman Montith. Results showed that a total of 315 days papaya grown consumed water of approximately 2,614.27 mm, with averages of 8.10 mm/day. The evapotranspiration rate of papaya increased with age and reached the peak at about 9 month after planting, and thereafter it decreased towards the harvesting time. Calculations using Hargreaves equation gave the crop coefficient ( $K_c$ ) of 1.70 which was a see estimation for consumptive use of water ( $ET/E = 1.70$ ), i.e. papaya's evapotranspiration (ET) was well predicted by Hargreaves method, the next one was Modified Penman.

### คำนำ

มะละกอกับผลไม้ที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีชื่อสามัญคือ Papaya เป็นผลไม้ที่มีทั้งการบริโภคสดและแปรรูปส่งออก ตัวเลขการใช้มะละกอกว่าประเทศจากการประเมินของผู้ประกอบการไม้ต่ำกว่า 200,000 ตันต่อปี โดยมีการบริโภคในรูปของมะละกอดิบทำส้มตำปีละ 80,000 ตัน มะละกอผลสุกปีละ 50,000 ตัน และมากกว่า 70,000 ตัน เป็นมะละกอโรงงานที่นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อส่งออกโดยเฉพาะฟรุตสลัดและมะละกอบแห้ง

ในประเทศไทยมีการปลูกมะละกอกระจายไปทั่วทุกภาค เพราะเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย การปลูกมะละกอต้องมีแหล่งน้ำใช้เพียงพอจึงจะทำให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพ โดยเฉพาะหากต้องการให้มีมะละกอเก็บในช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม ชาวสวนต้องให้น้ำในช่วงหมดฝนหรือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป ในธรรมชาติที่แปรปรวน เช่น ฝนตกหนัก น้ำท่วม ทำให้ทำลายระบบรากมะละกอ การวางแผนให้มีมะละกอทั้งปีจะต้องทำในเขตชลประทานที่มีน้ำเพียงพอต่อการปลูกมะละกอ เพราะในฤดูแล้งความชื้นต่ำมักมีปัญหาเรื่องการติดดอก จึงต้องมีการให้น้ำตลอดเพื่อช่วยการติดดอกและการเจริญเติบโต การที่มะละกอขาดน้ำหรือให้น้ำไม่เพียงพอจะทำให้ต้นทรุดโทรมอย่างรวดเร็ว ผลผลิตที่ออกมาไม่มีคุณภาพ รสชาติไม่หวาน ดังนั้นการปลูกมะละกอจึง

จำเป็นมากที่ต้องมีแหล่งน้ำที่เพียงพอ การศึกษาวิจัยหาปริมาณการใช้น้ำของมะละกอก่อนข้างจำกัด จึงทำการศึกษาวินิจฉัยหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำของมะละกอ ซึ่งจะศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) ซึ่งมีความสัมพันธ์ค่อนข้างจะคงที่กับการใช้น้ำของพืชที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆตลอดอายุของพืช เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์พืช (K<sub>c</sub>) ซึ่งมีค่าคงที่ทุกท้องถิ่นแล้ว ก็จะสามารถหาค่าปริมาณการใช้น้ำของ มะละกอแห่งใดแห่งหนึ่งได้ และสามารถวัดการใช้น้ำชลประทานได้อย่างเหมาะสม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

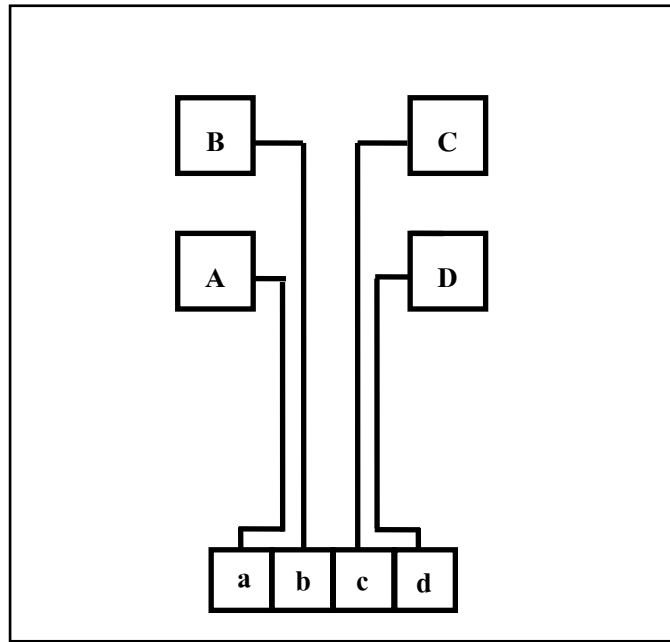
- 1) เพื่อศึกษาปริมาณน้ำที่มะละกอใช้ในการคายระเหย (ET) ตั้งแต่เริ่ม ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว
- 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชกับค่าการคายระเหย(ET/E หรือ K<sub>p</sub>) ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K<sub>c</sub>)

### วิธีดำเนินการศึกษา

#### อุปกรณ์

1. ดินพันธุ์มะละกอ (พันธุ์ฮอลแลนด์)
2. ถัง Lysimeter แบบ Percolation ขนาด 1.50 x 1.50 x 1.50 เมตร
3. ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
4. ตู้อบดิน และอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดิน
5. อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ
6. เครื่องมือต่างๆที่ใช้วัดข้อมูลทางภูมิอากาศ
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก

## แผนผัง ถังทดลอง Lysimeter แบบ Percolation



- A, B, C, D ถังปลูกพืช ขนาด 1.5 x 1.5 x 1.5 เมตร
- a, b, c, d ถังรับน้ำที่ระบาย ขนาด 1.0 x 1.0 x 1.0 เมตร

## แผนผัง ถังทดลอง Lysimeter แบบ Percolation

ดำเนินการทดลองที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4 (สามชุก) อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้ง (latitude)  $14^{\circ} 46' 20''$  เหนือ เส้นแวง (longitude)  $100^{\circ} 05' 35''$  ตะวันออก และสูงกว่าระดับน้ำทะเล + 8.66 เมตร ระหว่างวันที่ 11 ธันวาคม 2551 ถึง 21 ตุลาคม 2552 ดินที่ใช้ที่ปลูกพืชมีความชื้นในดินที่จุดความชื้นสนาม (Field Capacity, FC) และจุดเหี่ยวเฉาวร (Permanent Wilting Point, PWP) เท่ากับ 27.6% และ 14.0% ตามลำดับ

### การปลูกมะละกอและดูแลรักษา

การเตรียมดินและการปลูก เตรียมดินในถังปลูกด้วยการสับดินตากแดดประมาณ 7 วัน ช่อยดิน ผสมปุ๋ยคอกในอัตรา 5 กก.ต่อถัง และปรับผิวดินให้เรียบ ทำการปลูกมะละกอเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2551 ที่ระยะปลูก 3.0 x 3.0 เมตร ใช้ต้นพันธุ์จำนวน 1 ต้นต่อถัง ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีรองกันหลุม โดยใช้ปุ๋ยคอก 2.0 กก. และปุ๋ยสูตร 15-15-15 30 กรัมต่อหลุม

การให้น้ำและน้ำระบาย ให้น้ำแก่ดินถึงจุดความชื้นชลประทาน (Field capacity) โดยให้น้ำ Set ถังก่อนปลูก (ให้น้ำเมื่อ 4 ธันวาคม 2551) โดยแต่ละถังปลูกพืชให้น้ำรวม 100 มิลลิเมตรต่อถัง (225 ลิตรต่อถัง) คลุมปากถังป้องกันการระเหยของน้ำทางผิวดินและป้องกันน้ำฝนที่จะตกลงมา

ทิ้งไว้จนน้ำระบายออกทางก้นถังหยดไหลแล้วจึงปลูกพืช (น้ำหยดไหลเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2551) และให้น้ำช่วยตั้งตัว 30 มิลลิเมตร (67.5 ลิตรต่อถัง) รวม 12 ครั้ง ก่อนให้น้ำจะมีการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อตรวจหาความชื้นในดินก่อนการส่งน้ำ หลังจากนั้นให้น้ำมะละกอโดย ให้น้ำระบายออกจากถังตลอด เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการให้น้ำ Set ถัง โดยแต่ละถังให้น้ำรวม 50 มิลลิเมตรต่อถัง (112.5 ลิตรต่อถัง) และทำการวัดน้ำระบายทุกวัน



ถัง Lysimeter



การวางท่อของ Lysimeter



สภาพแปลงทดลอง



ถังรับน้ำระบาย



การเก็บตัวอย่างดิน



การส่งน้ำมะละกอ



สภาพทั่วไปของแต่ละถัง

**การบันทึกข้อมูล**

1. ได้เก็บตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง ทำการวิเคราะห์หาความชื้นของดินที่จุดความชื้นของดินที่ความชื้นสนาม (Field capacity, FC) ความชื้นของดินที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point, PWP) และความหนาแน่นรวม (Bulk density) และหาปริมาณความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์

**ลักษณะของดินประกอบด้วย**

	ความลึก 0-30 ซม.	ความลึก 30-60 ซม.
% Sand	37.6	35.6
% Silt	24.4	26.4
% Clay	38.0	38.0
Texture Class	CL <sup>+</sup>	CL <sup>+</sup>
Fied Capacity	27.6	27.5
Wilting point	14.0	14.1

Available Moisture	13.6	13.4
pH	6.7	7.1
As	1.73	-
Organic Matter(%)	0.81	0.69

## 2. บันทึกองค์ประกอบของมะละกอ

ทำการบันทึกความสูงของต้น จำนวนผลสุกต่อต้น น้ำหนักผลสุกต่อต้น น้ำหนักต่อผล ความกว้างของผล ความยาวของผล ความหนาเนื้อและความหวาน



การชั่งน้ำหนัก



การวัดความหนาเนื้อ





การวัดความหวาน

3. บันทึกข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological data) ตลอดการทดลอง ได้แก่ ปริมาณ และจำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณการระเหยของน้ำจากถาดระเหย Class-A pan รายวัน อุณหภูมิของ อากาศรายวัน ความเร็วของกระแสลมเฉลี่ยรายวัน จำนวนชั่วโมงแสงแดดต่อวันเฉลี่ย ความชื้น สัมพัทธ์รายวัน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา แสดงดังในตารางที่

ในการคำนวณการใช้น้ำของมะละกอหรือค่าการคายระเหย (Evapotranspiration, ET) นั้น สูตรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า ET, E, ET/ET<sub>o</sub> และ K<sub>c</sub> รวมทั้งการหาค่า ET<sub>o</sub> จากสมการต่างๆ ได้แก่ Modified Penman, Blaney Criddle, E-pan, Thornwaite, Hargreaves, Radiation และ Penman Montith โดยใช้อุณหภูมิอุตุนิยมวิทยา

## ผลการศึกษาและข้อวิจารณ์

### 1. ผลการศึกษา

#### 1.1 ข้อมูลทั่วไปสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความสูงของต้นมะละกอเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จำนวนผลสุกต่อต้น น้ำหนักผลสุกต่อต้น น้ำหนักต่อผล ความกว้างของผล ความยาว ของผล ความหนาเนื้อ และความหวาน ดังนี้

1. ความสูงของมะละกอ ถัง A, B, C, และ D มีความสูง 298.00 , 332.00 , 270.00 และ 308.00 ซม. เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 302.00 ซม.

2. จำนวนผลสุกต่อต้น ถัง A, B, C, และ D มีจำนวนผลสุก 13, 11, 12 และ 14 ผล เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 12.50 ผล

3. น้ำหนักผลสุกต่อต้น ถัง A, B, C, และ D มีน้ำหนักผลสุก 10.28, 6.49, 9.00 และ 13.09 กก. เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 9.72 กก.

4. น้ำหนักต่อผล ถัง A, B, C, และ D มีน้ำหนักต่อผล 0.79, 0.59, 0.75 และ 0.94 กก. เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 0.77 กก.

5. ความกว้างของผล ถัง A, B, C, และ D มีความกว้างของผล 8.27, 7.57, 8.55 และ 8.86 ซม. เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 8.31 ซม.

6. ความยาวของผล ถัง A, B, C, และ D มีความยาวของผล 18.17, 16.95, 17.13 และ 19.63 เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 17.97 ซม.

7. ความหนาเนื้อ ถัง A, B, C, และ D มีความหนาเนื้อ 2.55, 2.35, 2.40 และ 2.76 ซม. เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 2.52 ซม.

8. ความหวาน ถัง A, B, C, และ D มีความหวาน 11.15, 11.25, 11.10 และ 11.40 องศาบริกซ์ เฉลี่ยทั้ง 4 ถัง 11.23 องศาบริกซ์

**ตารางที่ 2** การเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ(พันธุ์ฮอลแลนด์) ที่ปลูกในถังปลูกในช่วง 11 ธันวาคม 2551 ถึง 21 ตุลาคม 2552

รายการ	ถังวัดการใช้น้ำ				รวม	เฉลี่ย
	A	B	C	D		
ความสูงของต้น (ซม.)	298.00	332.00	270.00	308.00	1,208.00	302.00
จำนวนผลสุก/ต้น	13.00	11.00	12.00	14.00	50.00	12.50
น้ำหนักผลสุก/ต้น (กก.)	10.28	6.49	9.00	13.09	38.86	9.72
น้ำหนัก/ผล (กก.)	0.79	0.59	0.75	0.94	3.07	0.77
ความกว้างของผล (ซม.)	8.27	7.57	8.55	8.86	33.25	8.31
ความยาวของผล (ซม.)	18.17	16.95	17.13	19.63	71.88	17.97
ความหนาเนื้อ (ซม.)	2.55	2.35	2.40	2.76	10.06	2.52
ความหวาน (Brick)	11.15	11.25	11.10	11.40	44.90	11.23

หมายเหตุ : ปลูกจำนวน 1 ต้นต่อถัง (1.5 x 1.5 เมตร = 2.25 ตารางเมตร) ระยะปลูก 3.0 x 3.0 เมตร

## 1.2 ปริมาณการใช้น้ำจากการคายระเหย (Evapotranspiration, ET) ของมะละกอ

ตารางที่ 3 แสดงค่าการใช้น้ำจากการคายระเหย (ET) ของมะละกอ ตั้งแต่ปลูกจนถึงสิ้นสุดงานทดลอง ตั้งแต่วันที่ 11 ธันวาคม 2551 จนถึง 21 ตุลาคม 2552 รวม 315 วัน โดยมีการวัดค่าการคายระเหยของมะละกอซึ่งวัดโดยตรงจากถังปลูก Lysimeter แบบ Percolation type แต่ละช่วงเท่ากับ 68.05, 119.43, 115.28, 177.52, 194.70, 243.60, 280.90, 341.17, 457.07, 424.40 และ

192.15 มม. รวม 2,614.27 เฉลี่ยต่อวัน 3.24, 3.85, 4.12, 5.73, 6.49, 7.86, 9.36, 11.01, 14.74, 14.15 และ 9.15 เฉลี่ยตลอดการทดลอง 8.15 มม.

### 1.3 ค่า Pan coefficient (ET/E) ของมะละกอ

ตารางที่ 3 ค่า Pan coefficient (ET/E) ของมะละกอ ตั้งแต่ปลูกจนถึงสิ้นสุดการทดลอง แต่ละช่วงเท่ากับ 0.84, 0.88, 0.87, 1.05, 1.05, 1.48, 1.82, 2.36, 2.78, 3.07 และ 2.57 เฉลี่ย 1.70

### 1.4 ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) มะละกอ

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของมะละกอ ดังนี้

#### 1. Modified Penman

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 315 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 89.46, 137.95, 145.60, 171.43, 175.80, 152.83, 140.40, 128.96, 151.28, 136.20 และ 85.05 มม. รวม 1,514.96 มม. เฉลี่ยต่อวัน 4.26, 4.45, 5.20, 5.53, 5.86, 4.93, 4.68, 4.16, 4.88, 4.54 และ 4.05 เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.78 มม.

#### 2. Penman Montieith

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 314 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 67.41, 103.54, 116.20, 136.71, 142.50, 125.55, 116.40, 106.33, 123.38, 113.40 และ 72.03 มม. รวม 1,223.45 มม. เฉลี่ยต่อวัน 3.21, 3.34, 4.15, 4.41, 4.75, 4.05, 3.88, 3.43, 3.98, 3.78 และ 3.43 เฉลี่ยตลอดการทดลอง 3.86 มม.

#### 3. Pan Method

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 314 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 72.45, 114.70, 112.00, 143.53, 157.20, 139.50, 131.10, 123.07, 140.12, 117.60 และ 63.84 มม. รวม 1,315.11 มม. เฉลี่ยต่อวัน 3.45, 3.70, 4.00, 4.63, 5.24, 4.50, 4.37, 3.97, 4.52, 3.92 และ 3.04 เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.12 มม.

#### 4. Blaney Criddel

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 314 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 85.68, 151.90, 118.72, 122.76, 129.60, 124.62, 119.10, 122.14, 118.73, 124.20 และ 74.34 มม. รวม 1,291.79 มม. เฉลี่ยต่อวัน 4.08, 4.90, 4.24, 3.96, 4.32, 4.02, 3.97, 3.94, 3.83, 4.14 และ 3.54 มม. เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.09 มม.

#### 5. Radiation

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 314 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 85.05, 136.40, 131.32, 146.32, 153.30, 129.58, 118.80,

102.92, 127.10, 118.50 และ 74.97 มม. รวม 1,324.26 มม. เฉลี่ยต่อวัน 4.05, 4.40, 4.69, 4.72, 5.11, 4.18, 3.96, 3.32, 4.10, 3.95 และ 3.57 มม. เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.19 มม.

## 6. Hargreaves

จากการคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (Potential evaporation, ETo) ตลอดช่วงอายุ 314 วัน แต่ละช่วงเท่ากับ 78.33, 127.72, 138.60, 163.99, 169.50, 157.48, 144.30, 147.25, 160.58, 144.30 และ 86.94 มม. รวม 1,518.99 มม. เฉลี่ยต่อวัน 3.73, 4.12, 4.95, 5.29, 5.65, 5.08, 4.81, 4.75, 5.18, 4.81 และ 4.14 มม. เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.77 มม.

### 1.5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะละกอ(Kc)

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะละกอจากสูตรต่างๆ ดังนี้

#### 1. Modified Penman

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 0.76, 0.87, 0.79, 1.04, 1.11, 1.59, 2.00, 2.65, 3.02, 3.12 และ 2.26 เฉลี่ย 1.75

#### 2. Penman Montith

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 1.00, 1.15, 0.99, 1.30, 1.37, 1.94, 2.41, 3.21, 3.70, 3.74 และ 2.67 เฉลี่ย 2.13

#### 3. Pan Method

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 0.94, 1.04, 1.03, 1.24, 1.24, 1.75, 2.14, 2.77, 3.26, 3.61 และ 3.01 เฉลี่ย 2.00

#### 4. Blaney Criddel

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 0.79, 0.79, 0.97, 1.45, 1.50, 1.96, 2.36, 2.79, 3.85, 3.42 และ 2.58 เฉลี่ย 2.04

#### 5. Radiation

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 0.80, 0.88, 0.88, 1.21, 1.27, 1.88, 2.36, 3.32, 3.60, 3.58 และ 2.56 เฉลี่ย 2.03

#### 6. Hargreaves

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของมะละกอแต่ละช่วง เท่ากับ 0.87, 0.93, 0.83, 1.08, 1.15, 1.55, 1.95, 2.32, 2.85, 2.94 และ 2.21 เฉลี่ย 1.70

## 2. ข้อวิจารณ์

จากผลการทดลองการใช้น้ำของมะละกอ (Evapotranspiration, ET) โดยใช้ถัง Lysimeter แบบ percolation type พบว่า การใช้น้ำของมะละกอในการเจริญเติบโตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงอายุประมาณ 9 เดือนหลังปลูก หลังจากนั้นการใช้น้ำของมะละกามีแนวโน้มลดลง เพราะเป็นช่วงเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต แม้มะละกอเป็นพืชสวนที่มี อายุมากกว่า 1 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ผลชนิดอื่นๆ พบว่าพืชมีการใช้น้ำน้อยที่สุดเมื่อเริ่มเพาะปลูก และจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งมากที่สุดเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ประมาณช่วงออกดอกจนกระทั่งการพัฒนาของผล และจะเริ่มลดลงจนถึงเก็บเกี่ยว แต่มะละกอจะแตกต่างจากไม้ผลชนิดอื่นๆเพราะมะละกอจะออกดอกและติดผลเรื่อยๆ

จากการคำนวณค่า Reference Crop Evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) จากสูตรซึ่งใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและค่าการระเหย และจากการวัดการใช้น้ำของพืชจากน้ำที่ระบายออกมาจากถัง Lysimeter พบว่าหลังปลูกเดือนแรก ค่า ET<sub>o</sub> ทุกสูตรมีค่าต่ำสุด และค่า ET<sub>o</sub> จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (อายุประมาณ 5 เดือน) ซึ่งมีค่า ET<sub>o</sub> สูงที่สุดเกือบทุกสูตร ยกเว้น Blaney Criddle ที่ค่า ET<sub>o</sub> สูงที่สุดในช่วงเดือนที่ 2 ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด สูตร Penman Montiette ค่า ET<sub>o</sub> เท่ากับ 3.86 ส่วนค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดคือ Modified Penman ค่า ET<sub>o</sub> เท่ากับ 4.78

การคำนวณค่า ET<sub>o</sub> จากสูตรซึ่งใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและค่าการระเหย พบว่า ช่วงแรกหลังปลูก(อายุพืช 21 วัน) สูตร Pan Method (3.45 มม./วัน) มีค่าใกล้เคียงกับค่า ET (3.40 มม./วัน) มากที่สุด หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (อายุประมาณ 5 เดือน) ทุกสูตรจะมีค่า ET<sub>o</sub> สูงที่สุด ยกเว้นสูตร Blaney Criddle แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ET พบว่า ช่วงที่มีค่า ET สูงที่สุดคือช่วงระยะการพัฒนาของผล (อายุประมาณ 9 เดือน) ซึ่งมีค่า ET เท่ากับ 14.74 แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของ ET<sub>o</sub> ทุกสูตรพบว่า มีค่าต่ำกว่าค่า ET

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ( $K_c = ET/ET_o$ ) ของมะละกอ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าเกือบทุกสมการที่ใช้ ค่า  $K_c$  มีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนแรกหลังปลูก และค่อยๆเพิ่มขึ้น จนถึงอายุ 9-10 เดือนหลังปลูก ค่า  $ET/ET_o$  ที่คำนวณจากการใช้สมการของ Hargreave, Modified Penman, Pan Method, Radiation, Blaney Criddle และ Penman Montiethe มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะการทดลองเท่ากับ 1.70, 1.75, 2.00, 2.03, 2.04 และ 2.13 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า  $ET/E$  (1.70) จากการคายระเหยของมะละกอโดย Lysimeter กับการคำนวณโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศ พบว่า สมการ Hargreave (1.70) ให้ค่า  $K_c$  เท่ากันกับ  $ET/E$  รองลงมาคือ สมการ Modified Penman (1.75)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการคายระเหย (Evapotranspiration, ET) ค่าระเหยจากถาดวัด Class-A Pan (Evaporation, E) และค่า K'p ตั้งแต่ 11 ธ.ค.2551-21 ต.ค. 2552

วัน เดือน ปี	น้ำที่ใส่ถัง (มม.)	ฝนตก (มม.)	น้ำระบายออกจากถัง (มม.)	ET (มม./เดือน)	ET (มม./วัน)	E (มม./วัน)	K'p (ET/E)
11 – 31 ธ.ค. 51	150.00	0.10	82.05	68.05	3.24	4.06	0.84
1-31 ม.ค. 52	240.00	0.30	120.87	119.43	3.85	4.35	0.88
1-28 ก.พ. 52	210.00	0.00	94.72	115.28	4.12	4.71	0.87
1-31 มี.ค. 52	211.30	29.60	63.38	177.52	5.73	5.45	1.05
1-30 เม.ย. 52	184.50	50.40	40.20	194.70	6.49	6.16	1.05
1-31 พ.ค. 52	70.00	237.90	64.30	243.60	7.86	5.29	1.48
1-30 มิ.ย. 52	194.80	109.8	23.70	280.90	9.36	5.14	1.82
1-31 ก.ค. 52	274.00	81.90	14.73	341.17	11.01	4.67	2.36
1-31 ส.ค. 52	460.00	70.70	73.63	457.07	14.74	5.31	2.78
1-30 ก.ย. 52	250	214.20	39.80	424.40	14.15	4.61	3.07
1-21 ต.ค. 52	50	213.70	71.55	192.15	9.15	3.56	2.57
<b>รวม</b>	<b>2,294.60</b>	<b>1,008.60</b>	<b>688.93</b>	<b>2,614.27</b>	<b>89.70</b>	<b>53.31</b>	<b>18.76</b>
<b>เฉลี่ย</b>				<b>237.66</b>	<b>8.15</b>	<b>4.85</b>	<b>1.70</b>

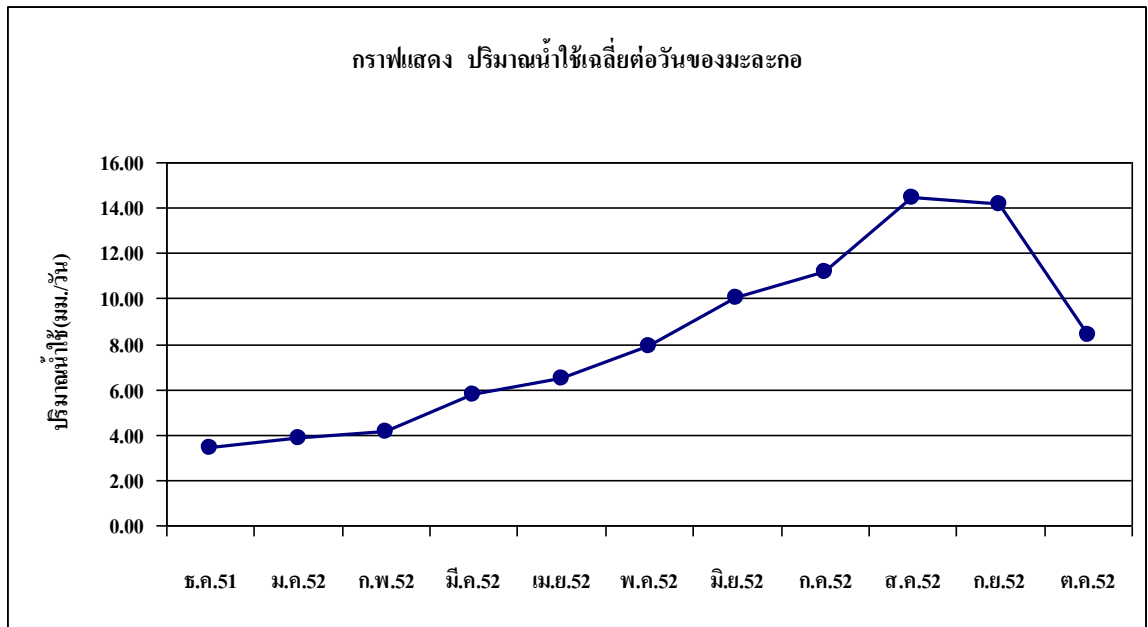
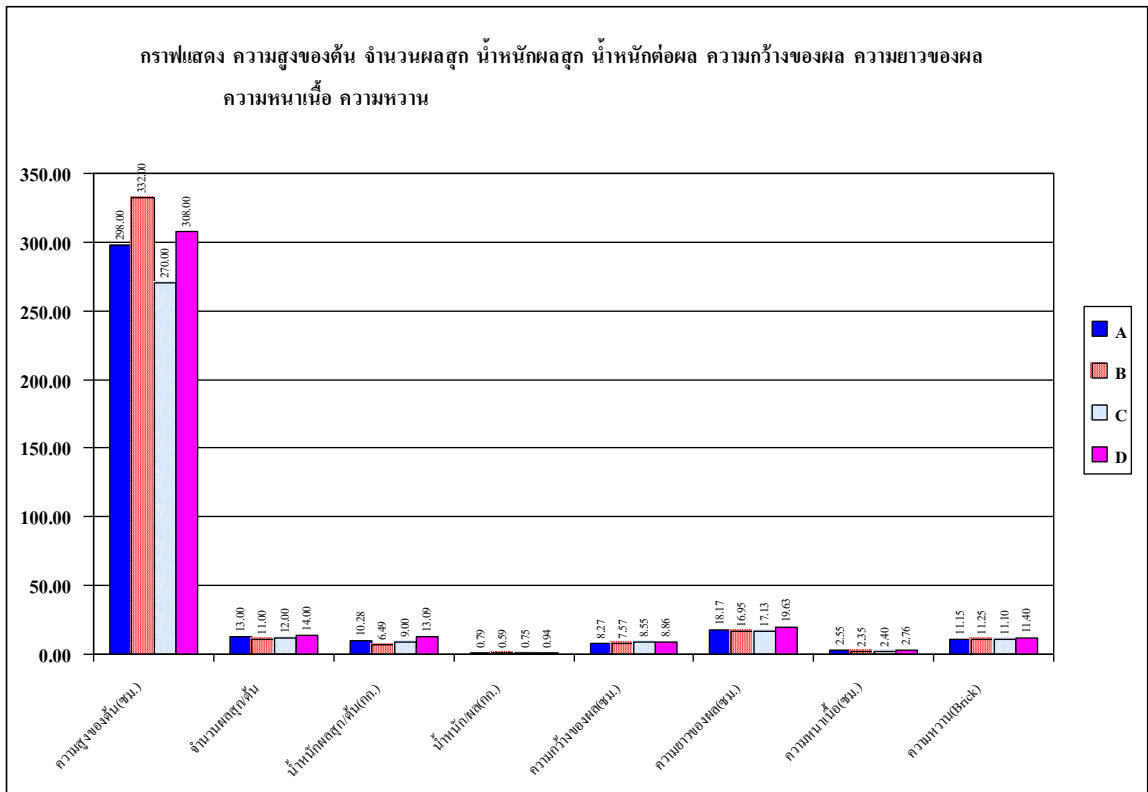
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำใช้ของมะละกอ(พันธุ์ฮอลแลนด์) จากถังไลซิมิเตอร์กับการคำนวณจากสูตรต่างๆเป็นช่วง

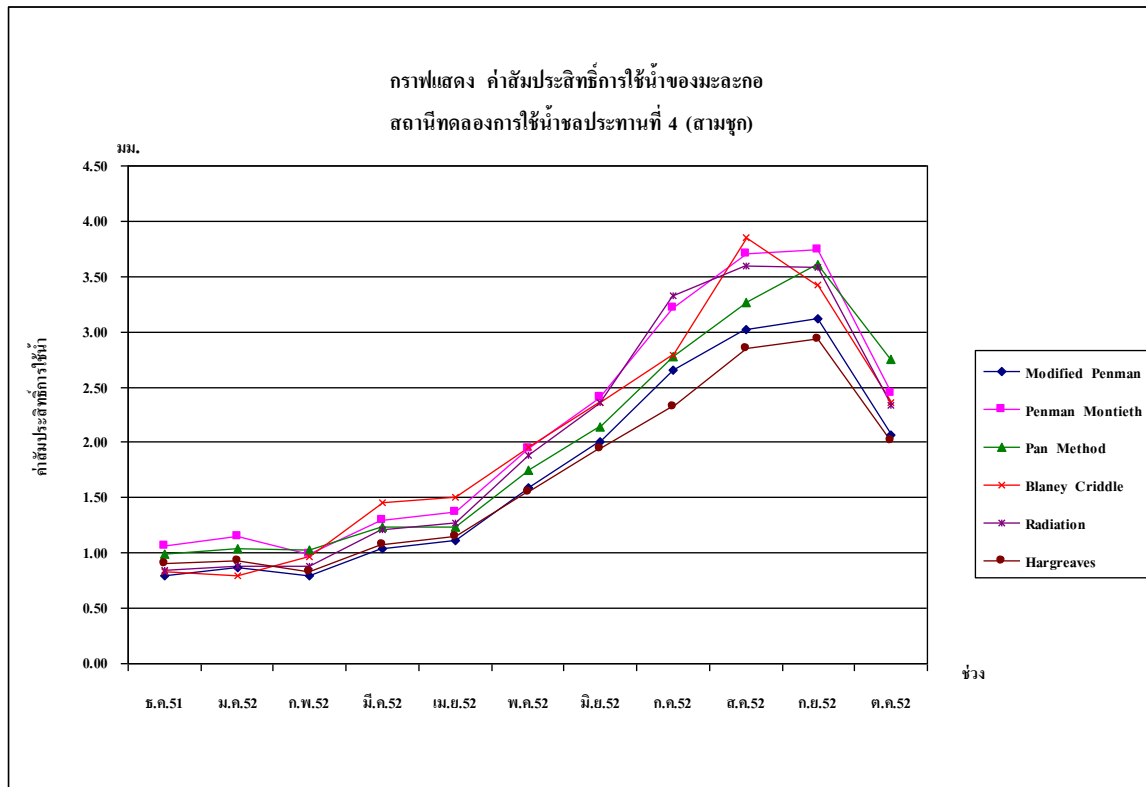
วัน เดือน ปี	จำนวน วัน	ปริมาณน้ำที่พืชใช้ จากถัง(ET)		Modifide Penman		Penman Montieth		Pan Method		Blaney Criddle		Radiation		Hargreaves	
		ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน	ตลอดช่วง	ต่อวัน
		มม.	มม.	(มม.)	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.
11-31 ธ.ค.51	21	68.05	3.40	89.46	4.26	67.41	3.21	72.45	3.45	85.68	4.08	85.05	4.05	78.33	3.73
1-31 ม.ค. 52	31	119.42	3.85	137.95	4.45	103.54	3.34	114.70	3.70	151.90	4.90	136.40	4.40	127.72	4.12
1-28 ก.พ. 52	28	115.27	4.12	145.60	5.20	116.20	4.15	112.00	4.00	118.72	4.24	131.32	4.69	138.60	4.95
1-31 มี.ค. 52	31	177.52	5.73	171.43	5.53	136.71	4.41	143.53	4.63	122.76	3.96	146.32	4.72	163.99	5.29
1-30 เม.ย. 52	30	194.70	6.49	175.80	5.86	142.50	4.75	157.20	5.24	129.60	4.32	153.30	5.11	169.50	5.65
1-31 พ.ค. 52	31	243.60	7.86	152.83	4.93	125.55	4.05	139.50	4.50	124.62	4.02	129.58	4.18	157.48	5.08
1-30 มิ.ย. 52	30	280.90	9.36	140.40	4.68	116.40	3.88	131.10	4.37	119.10	3.97	118.80	3.96	144.30	4.81
1-31 ก.ค. 52	31	341.17	11.01	128.96	4.16	106.33	3.43	123.07	3.97	122.14	3.94	102.92	3.32	147.25	4.75
1-31 ส.ค. 52	31	457.07	14.74	151.28	4.88	123.38	3.98	140.12	4.52	118.73	3.83	127.10	4.10	160.58	5.18
1-30 ก.ย. 52	30	424.40	14.15	136.20	4.54	113.40	3.78	117.60	3.92	124.20	4.14	118.50	3.95	144.30	4.81
1-21 ต.ค. 52	21	175.85	8.37	85.05	4.05	72.03	3.43	63.84	3.04	74.34	3.54	74.97	3.57	86.94	4.14
รวม	315	2,597.95	89.08	1,514.96	52.54	1,223.45	42.41	1,315.11	45.34	1,291.79	44.94	1,324.26	46.05	1,518.99	52.51
เฉลี่ย		236.18	8.10	137.72	4.78	111.22	3.86	119.56	4.12	117.44	4.09	120.39	4.19	138.09	4.77

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะละกอ (ฮอลแลนด์)

วัน เดือน ปี	จำนวนวัน	K'p ET/E	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) หรือ (ET/ETo)					
			Modified Penman	Penman Montieth	Pan Method	Blaney Criddle	Radiation	Hargreaves
11 – 31 ธ.ค. 51	21	0.84	0.76	1.00	0.94	0.79	0.80	0.87
1-31 ม.ค. 52	31	0.88	0.87	1.15	1.04	0.79	0.88	0.93
1-28 ก.พ. 52	28	0.87	0.79	0.99	1.03	0.97	0.88	0.83
1-31 มี.ค. 52	31	1.05	1.04	1.30	1.24	1.45	1.21	1.08
1-30 เม.ย. 52	30	1.05	1.11	1.37	1.24	1.50	1.27	1.15
1-31 พ.ค. 52	31	1.48	1.59	1.94	1.75	1.96	1.88	1.55
1-30 มิ.ย. 52	30	1.82	2.00	2.41	2.14	2.36	2.36	1.95
1-31 ก.ค. 52	31	2.36	2.65	3.21	2.77	2.79	3.32	2.32
1-31 ส.ค. 52	31	2.78	3.02	3.70	3.26	3.85	3.60	2.85
1-30 ก.ย. 52	30	3.07	3.12	3.74	3.61	3.42	3.58	2.94
1-31 ต.ค. 52	21	2.57	2.26	2.67	3.01	2.58	2.56	2.21
<b>รวม</b>	<b>315</b>	<b>18.76</b>	<b>19.21</b>	<b>23.48</b>	<b>22.03</b>	<b>22.46</b>	<b>22.34</b>	<b>18.68</b>
<b>เฉลี่ย</b>		<b>1.70</b>	<b>1.75</b>	<b>2.13</b>	<b>2.00</b>	<b>2.04</b>	<b>2.03</b>	<b>1.70</b>







## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 1. สรุปผล

1. มะละกามีความสูงเฉลี่ย 302.00 ซม. จำนวนผลสุกเฉลี่ย 12.50 ผลต่อต้น น้ำหนักผลสุกต่อต้นเฉลี่ย 9.72 กก. น้ำหนักต่อผลเฉลี่ย 0.77 กก. ความกว้างของผลเฉลี่ย 8.31 ซม. ความยาวของผลเฉลี่ย 17.97 ซม. ความหนาเนื้อเฉลี่ย 2.52 ซม. และความหวานเฉลี่ย 11.23 องศาบริกซ์

2. มะละกออายุ 315 วันหลังปลูก มีการใช้น้ำหรือการคายระเหย ที่คำนวณจากการใช้ถัง Lysimeter ตลอดอายุการทดลอง ประมาณ 2,614.27 มม. หรือ 8.30 มม./วัน

3. ปริมาณการใช้น้ำจากการคายระเหย (ET) เฉลี่ยตลอดการทดลอง 8.30 มม./วัน

4. ค่า ค่า ET/E หรือ  $K_p$  เฉลี่ยตลอดการทดลอง 1.70

5. ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สูตร Modified Penman, Hargreaves, Radiation, Pan Method, Blaney Criddel และ Penman Montith เฉลี่ยตลอดการทดลอง 4.78, 4.77, 4.19, 4.12, 4.09 และ 3.86 มม. ตามลำดับ

5. ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop coefficient, K<sub>c</sub>) ของมะละกอ Penman Montith, Blaney Criddel, Radiation, Pan Method, Modified Penman และ Hargreaves เฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 2.13, 2.04, 2.03, 2.00, 1.75 และ 1.70 ตามลำดับ

6. ค่า ETo ที่ได้จากสมการของ Hargreaves และนำมาคำนวณค่า Kc ใกล้เคียงกับ ET/E โดยตลอดอายุเท่ากับ 1.70 รองลงไปคือ Modified penman เท่ากับ 1.75

## 2. ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากมะละกอเป็นพืชที่มีอายุหลายปี การทดลองที่ทำการทดลองเก็บผลการทดลอง เฉพาะช่วงที่ทำการทดลองเท่านั้น ดังนั้นระยะการทดลองควรทำการทดลองประมาณ 2 ปีในการรอบ การทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง
2. แปลงการทดลองควรมีการสร้างโรงเรือนให้ถึง Lysimeter เพื่อป้องกันปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในถึง Lysimeter
3. ปริมาณการใช้น้ำของมะละกอที่ศึกษาเป็นปริมาณการใช้น้ำโดยตรง ถ้าหากมีการทดลองใน สภาพแปลงทดลอง จะสามารถคิดรวมปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในทางอื่นๆ เช่น การซึมลึก (Percolation loss) การไหลบ่าออกจากแปลง (Run off) เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบการในการวางแผนการชลประทานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
4. ข้อมูลที่ได้ในครั้งนี สามารถใช้ประกอบการในการวางแผนการทดลองในเรื่อง การใช้น้ำที่เหมาะสมของมะละกอ ช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมาะสมของมะละกอ การทดสอบการให้น้ำของมะละกอ และการสาธิตการให้น้ำของมะละกอ สามารถนำไปใช้ประกอบการในการวางแผนการชลประทานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
5. งานวิจัยเรื่องนี้ควรหาค่าปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่อื่นๆในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- ธีระพล ตั้งสมบุญ .2549. เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรการปรับปรุงระบบการจัดการน้ำ  
ด้านเกษตรชลประทาน : การใช้น้ำของพืช. กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน  
ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน  
วรรณภา เสนาดี และคณะ. 2551.มะละกออุตสาหกรรมเส้นทางส่งออกอันยิ่งใหญ่. วารสาร  
เลขาธิการเกษตร ปีที่ 32 ฉบับที่ 12 หน้า 71-107
- วิบูลย์ บุญขจรโรกุล. 2526.หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน  
คณะวิศวกรรมศาสตร์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2545. การประดับต้นไม้ภายในอาคาร.ภาควิชาพืชสวน.  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วัลลภ พรหมทอง. 2544. เกษตรทฤษฎีใหม่ ตามแนวพระราชดำริ. พิมพ์ครั้งที่ 3  
โรงพิมพ์วัฒนาพานิช กรุงเทพมหานคร

Boonyatharokul, W. 1975. Estimation of potential evaporation in Thailand by using formulas baseg on climatological data. The Kasetsart Journal.9 : 26-34.

[http://www.kasetpopeang.com/holland\\_papaya.htm](http://www.kasetpopeang.com/holland_papaya.htm)

[http://www.sema.go.th/files/Content/Technic/k4/0005/bot\\_05.html](http://www.sema.go.th/files/Content/Technic/k4/0005/bot_05.html)