การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเบียร์(พันธุ์ปากช่อง 1)

DETREMINATION OF CROP COEFFICIENT OF NAPIER GRASS (PAKCHONG 1 VARIETY)

ธนพร วัฒนเสน

นิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญ

บุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์(พันธุ์ปากช่อง 1)

DETREMINATION OF CROP COEFFICIENT OF NAPIER GRASS (PAKCHONG 1 VARIETY)

ธนพร วัฒนเสน

นิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญ

บุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETREMINATION OF CROP COEFFICIENT OF NAPIER GRASS (PAKCHONG 1 VARIETY)

THANAPORN WATTANASEN

NILAWAN JANPEN

BOONWARANG PATTRACHARTYOTHIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์(พันธุ์ปากช่อง 1)
Determination of Crop Coefficient of Napier Grass
(Pakchong 1 variety)

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวธนพร วัฒนเสน รหัสนักศึกษา 54010548
นางสาวนิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญ รหัสนักศึกษา 54010719
นางสาวบุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน รหัสนักศึกษา 54010736

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต(วิศวกรรมศาสตร์)
หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์(พันธุ์ปากช่อง 1)

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวธนพร วัฒนเสน รหัสนักศึกษา 54010548

นางสาวนิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญ รหัสนักศึกษา 54010719

นางสาวบุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน รหัสนักศึกษา 54010736

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.วินัย กล้าจริง

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ(k_c)คือค่าการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการใช้น้ำจริงกับปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิงซึ่งเป็นค่าสำคัญในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยทั่วไปจากสมการ $ET = k_c \times ET_p$ โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 ซึ่งเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์และวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทางเลือก ได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาที่ไร่ทรัพย์น้ำทิพย์ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมาระยะเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ทำการหาปริมาณการใช้น้ำพืชโดยวิธีวัดความชื้นในดินของพื้นที่ทำการทดลองและหาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง(ET_p)โดยใช้สมการ Penman และวัดการระเหยจากถาดวัดการระเหยมาตรฐานแบบ A หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 โดยสมการ $k_c = ET/ET_p$จากการศึกษาจะเห็นว่าค่า ET และ ET_pเป็นค่าการใช้น้ำที่ได้จากคุณสมบัติของดิน และสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ทดลอง ค่าk_cจึงขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชเท่านั้น ดังนั้นค่าที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไปโดยไม่ขึ้นกับสถานที่เพาะปลูกหรือสภาพภูมิอากาศโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Determination of Crop Coefficient of Napier Grass (Pakchong1 variety)	
Authors	Miss Thanaporn Wattanasen	54010548
	Miss Nilawan Janpen	54010719
	Miss Boonwarang Pattarachartyothin	54010736
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Songvoot Sangchan	
Co-advisor	Assoc.Prof.Dr.Winai Klajing	
Year	2014	

Abstract

Crop coefficient (k_c) is the comparison between evapotranspiration and evapotranspiration of reference crop which that is the important value for determination of general water consumptive use in equation $ET = k_c \times ET_p$. The aim of this project was to determine crop coefficient of Napier grass PakChong1 variety which used as animal feed and raw materials for alternative energy production. Rai Sub Nam Thip, Sikhio distric, Nakhon Ratchasima province was selected as experimental area. The study period were from December 2014 to February 2015. The evapotranspiration (ET) was determined by mesure soil moisture in the experimental area, and the evapotranspiration of reference crop (ET_p) was determined by using the Penman equation and Pan evaporation method. The crop coefficient of Napier grass PakChong1 variety was calculate by equation $k_c = ET / ET_p$. From the study found that ET and ET_p were used of water from the soil properties and climatic conditions of the experiment area. So K_c value was depend on the type and growing period of plant only. Therefore, this value can be applied generally, regardless of location or climate surrounding cultivation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือและช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย บุคคลแรกที่เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้คือ ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ และรศ.ดร.วินัย กล้าจริง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดช่วงเวลาในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ ไร่ทรัพย์น้ำทิพย์ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณกชพันธุ์ แสงสุริยา และครอบครัว ที่ช่วยเหลือเรื่องที่พักตลอดช่วงเวลาทำการทดลอง

นางสาวธนพร วัฒนเสน
นางสาวนิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญ
นางสาวบุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	X
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 หญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1	3
2.2 พลังงานทดแทนจากหญ้าเนเปียร์	6
2.3 การใช้น้ำของพืช	6
2.4 นิยามศัพท์	8
2.5 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช	10
2.6 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย Class A – pan	26
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน	30
3.1 การหาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง	30
3.2 หาปริมาณการใช้น้ำจริงโดยวิธีวัดความชื้น	35
3.3 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก ตาราง	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข รูปภาพ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 วัดโดยวิธีการ Gravimetric	41
ตารางภาคผนวก ก		
1	รังสีแสงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่สำหรับซีกโลกเหนือเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำที่ 20 ^{0}C เป็น มม./วัน	49
2	ค่าของ$\Delta/(\Delta+\gamma)$ สำหรับอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส	50
3	ค่าของการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีผิวสีดำสนิทσT^4 เทียบเป็นอัตราส่วนการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน	52
4	ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำเป็น มิลิบาร์	53
5	ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคูณการระเหยจากถาดแบบ Class-A เพื่อให้เป็นการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)	56
6	ความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินชนิดต่างๆ	57
7	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ.2557	58
8	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน มกราคม พ.ศ.2558	59
9	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558	60
10	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน มีนาคม พ.ศ.2558	61
11	เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 โดย วิธีวัดจากถาดวัดการระเหย และวิธีการคำนวณโดยสมการ penman	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	การใช้น้ำของพืช	7
2	ถาดวัดการระเหยมาตรฐาน แบบA	27
3	การติดตั้งถาดวัดการระเหยมาตรฐาน แบบA	30
4	ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธี Pan evaporation	42
5	ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกับ วันหลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธี Pan evaporation	42
6	ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธี Penman	43
7	ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกับ วันหลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธี Penman	43

รูปภาพภาคผนวก ข

1	ถาดวัดการระเหย Class a	66
2	อูเกอร์ และ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน	66
3	ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ เพื่อติดตั้งถาดวัดการระเหย Class A	67
4	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยได้ขึ้นชื่อว่าเป็นประเทศแห่งการเกษตร พื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศ ยังเป็นพื้นที่ทางเกษตรอยู่มาก ซึ่งสิ่งที่เป็นปัจจัยทางการเกษตรได้แก่ การชลประทาน จำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อแจกจ่ายให้เหมาะสมและพอเพียงกับผู้บริโภค และในด้านการเกษตร แต่ละปีมีสถิติในการใช้น้ำถึง 67% จะเห็นได้ว่าเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงปริมาณการใช้น้ำของไร่และสวนของตนเอง โดยปัจจุบันมีการคิดคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดได้หลายวิธี เพื่อลดความสิ้นเปลืองทรัพยากรและ มีการสำรองน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยจะมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำที่เป็น คุณสมบัติของพืชแต่ละชนิดจะมีค่าต่างกันไปสามารถเป็นตัวบอกความต้องการในการใช้น้ำได้

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นพืชเขตร้อน ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดประมาณ 70 – 80 ตันสดต่อปีต่อไร่ ซึ่งมากกว่าหญ้าชนิดอื่น เกือบ 7 เท่า มีโครงสร้างสารอาหารเหมาะต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดแก๊ส มีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าหญ้าชนิดอื่น สามารถนำมาผลิตก๊าซไบโอมีเทนอัด (CBG) เมื่อนำมาเผา จะได้ค่าความร้อนสูงประมาณ 14 – 18 MJ/kg ที่สามารถทดแทนก๊าซ NGV ได้ประมาณ 3,118 - 3,563 กก./ปี เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนมากกว่าหญ้าชนิดอื่น หญ้าเนเปียร์สดเมื่อเก็บเกี่ยวและผ่านกระบวนการหมัก จะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ได้ผลผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยหญ้าเนเปียร์สด 1 ตัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 90 ลูกบาศก์เมตร เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าประมาณ 170 กิโลวัตต์ต่อวัน

การให้น้ำแก่พืชนับเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เนื่องจากหญ้าเนเปียร์มีความต้องการน้ำตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก นับตั้งแต่วันปลูกจนสิ้นสุดฤดูกาลเก็บเกี่ยว ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตที่ดี จึงต้องมีการจัดการการใช้น้ำที่ดี เพื่อลดความสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำ และต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1

2. เพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 ตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บผลผลิต

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 ในพื้นที่ศึกษาไร่ทรัพย์น้ำทิพย์ หมู่ที่ 15 ต.หนองน้ำใส อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา โดยทำการทดลองเก็บข้อมูลในช่วง เดือนธันวาคม 2557-กุมภาพันธ์ 2558 ทำการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยใช้สมการ Penman และ Pan evaporation Method

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณ การใช้น้ำในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกพืชชนิดนี้มาก่อน

2. ทราบปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 ตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยวผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1

ชื่อพันธุ์ (ไทย) ปากช่อง 1 (อังกฤษ) Pak Chong 1

ชื่อวิทยาศาสตร์ Pennisetumpurpureum x Pennisetumamericanum

หญ้าเนเปียร์นำเข้าจากไต้หวัน แล้วนำไปปลูกคัดเลือกทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาซึ่งหญ้าเนเปียร์ปากช่อง1 เป็นหญ้าลูกผสมเนเปียร์สายพันธุ์หนึ่ง ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์และหญ้าไข่มุก เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพสูงทั้งในแง่การให้ผลผลิตและมีคุณค่าทางอาหารสัตว์ดีตามที่สัตว์ต้องการ เหมาะสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคนม โคเนื้อ กระบือ แพะ และแกะ ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้สนับสนุนส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วประเทศไทย หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้มีอายุหลายปีโตเต็มที่สูงประมาณ 4 เมตร มีระบบรากรากฝอยที่แข็งแรงแผ่กระจายออกรอบลำต้นในรัศมีประมาณ 50-100 เซนติเมตรลึก 30-50 เซนติเมตร[2] แผ่กระจายอยู่ในดิน ดูดซึมน้ำและปุ๋ยได้ดี ลักษณะลำต้นและทรงต้นตั้งตรง ปลูกขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์

ลักษณะเด่น

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โปรตีนสูง มีความน่ากินสูง สัตว์ชอบกิน ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี แตกกอดี แก่ช้า ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดี ไม่ชะงัก ไม่มีระยะพักตัว ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม ขอบใบไม่คมไม่มีขนที่ทำให้เกิดอาการคันคาย ระยะออกดอกสั้น ไม่ติดเมล็ด ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี มีปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง ทำเป็นหญ้าหมักโดยไม่จำเป็นต้องเติมสารเสริมใดๆ ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน เก็บเกี่ยวง่าย ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี เหมาะกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม

ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นดินร่วนปน ทราย ดินเหนียว หรือดินลูกรัง ชอบดินที่มีการระบายน้ำดีและมีความอุดมสมบูรณ์ ทนแล้ง แต่ไม่ทนน้ำท่วมขัง ต้องการน้ำฝน ประมาณ 1,000 มิลลิเมตร/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยที่ต้องการน้ำฝน 1,200-1,500 มิลลิเมตร/ปี กล่าวได้ว่าในพื้นที่แห้งแล้งที่ปลูกอ้อยได้ก็สามารถปลูกหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ได้ สำหรับพื้นที่ลุ่มหรือที่นาที่น้ำอาจจะท่วมขังให้ยกร่องเพื่อระบายน้ำก็จะสามารถปลูกได้เช่นกัน หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ต้องการแสงแดดเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตพบว่า การปลูกใกล้ร่มเงาหรือที่ร่มในสวนผลไม้จะให้ผลผลิตไม่มาก จึงควรปลูกในบริเวณพื้นที่ที่มีแสงแดดส่องถึงอย่างเพียงพอ

ลักษณะพันธุ์

เป็นหญ้าข้ามปี ลำต้นมีลักษณะตั้งตรงสูง 2.5- 3.5 เมตร และเมื่อออกดอกมีความสูงถึงปลายช่อดอก 3.5- 4.5 เมตรให้ผลผลิตน้ำหนักสด 12-15 ตันต่อไร่ต่อรอบการตัดทุก 60 วัน หรือผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2-2.5 ตันต่อไร่ต่อรอบมีโปรตีน 13-17 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (WSC) 11-12 เปอร์เซ็นต์ ที่การตัดทุก 60 วัน

การปลูก

ปลูกโดยนำท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง1 มาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 25-30 ซ.ม.ให้มีตาติดมาท่อนละ 2 ตา มัดรวบเป็นกำๆละ 10 ท่อนนำไปใส่ตระกล้าคลุมด้วยกระสอบป่าน หรือฟางข้าว บ่มไว้ในที่ร่ม รดน้ำให้ชุ่มประมาณ 5 – 7 วัน จะแตกรากและยอดอ่อน ภายหลังจากที่เตรียมดินเสร็จ เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดินควรปลูกทันที นำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ระหว่างต้น 80 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 2 ท่อนปักไขว้ท่อนพันธุ์เอียง 30 องศาให้ 1 ข้อจมอยู่ในดินประมาณ 1-2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดวัชพืช

กำจัดวัชพืชครั้งแรก หลังจากปลูกประมาณ 2-3 สัปดาห์ โดยใช้แรงงานคนแรงงานสัตว์ หรือเครื่องจักรกลเกษตร ส่วนใหญ่จะกำจัดวัชพืชแค่ครั้งเดียวหลังจากกำจัดวัชพืชให้ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) กอละ 1 ช้อนโต๊ะ เร่งให้หญ้าตั้งตัวและเจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ใบเขียวเข้มดกงาม ลำต้นสูงใหญ่ ทำให้คลุมวัชพืช

การให้น้ำ

หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ตอบสนองต่อการให้น้ำได้ดีมาก ถ้าสามารถวางระบบการให้น้ำในแปลงปลูกได้จะมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงต่อเนื่องตลอดทั้งปีการให้น้ำสามารถให้ได้หลายระบบ เช่น สปริงเกอร์น้ำเหวี่ยง มินิสปริงเกอร์ ท่อน้ำหยดเทปน้ำพุ่ง หรือปล่อยไหลไปตามร่องหน้าดินการให้น้ำแบบระบบน้ำหยดหากสามารถใส่ปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำได้เลย จะยิ่งช่วยประหยัดเวลา และทำให้การใส่ปุ๋ยได้ผลดีมากขึ้น พบว่าการให้น้ำแบบระบบสปริงเกอร์น้ำเหวี่ยง และ มินิสปริงเกอร์ ทุกๆ 3-5 วัน หรือปล่อยน้ำไหลไปตามร่องหน้าดินทุกๆ7-10 วัน ทำให้หญ้าสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

เก็บเกี่ยวผลผลิต

เพื่อให้ระบบรากของหญ้าพัฒนาเจริญเติบโตและแข็งแรงเต็มที่ ให้ตัดครั้งแรกหลังปลูกประมาณ 75 วัน จากนั้น ให้ตัดทุกๆ 45-60 วัน การตัดหญ้าทำได้โดยการใช้มีด เคียว เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ เครื่องเก็บเกี่ยว Double Chopper การเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ ต้องตัดให้ชิดดินที่สุด เพื่อให้แตกหน่อใหม่จากใต้ดิน จะทำให้มีขนาดโตอวบอ้วน แล้วจะกลายเป็นลำต้นที่สมบูรณ์ให้ผลผลิตสูง ถ้าตัดสูงเหลือข้อไว้จะมีแขนงออกมาจากข้างข้อ ลำต้นเล็กทำให้ได้ผลผลิตต่ำการปลูกในเขตชลประทานหรือเขตที่ทำการให้น้ำได้และมีการใส่ปุ๋ยสม่ำเสมอตัดได้ปีละ 5-6 ครั้ง ให้ผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 100 ตัน/ไร่/ปี การปลูกในพื้นที่ 1 ไร่พบว่าสามารถเลี้ยงโคได้ 7-8 ตัว ตลอดทั้งปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พลังงานทดแทนจากหญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์เป็นพืชพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากเมื่อนำหญ้าเนเปียร์มาหมักในสภาวะไร้อากาศจะได้ ก๊าซชีวภาพ ที่มีสัดส่วนก๊าซมีเทนสูงมากกว่า 50% มีต้นทุนในการเพาะปลูกต่ำ โดยการเพาะปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยาวนาน 5-6 ปี การนำหญ้าเนเปียร์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพควรมีระยะเก็บเกี่ยวในช่วง 45-50 วัน เนื่องจากคุณสมบัติของหญ้าเนเปียร์ในช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมที่จะเกิดการย่อยสลายและเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ

สืบเนื่องจากนโยบายของรัฐบาลที่ได้ประกาศเรื่องการส่งเสริมพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกโดยได้ตั้งเป้าหมายให้สามารถทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลให้ได้ร้อยละ 25 ภายใน 10 ปี

โดยโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานแต่ละแห่งต้องมีแหล่งวัตถุดิบที่แน่นอนโดยเฉพาะจากหญ้าเนเปียร์ ในขนาด 1 เมกะวัตต์นั้นจำเป็นต้องมีวัตถุดิบที่เข้าสู่ระบบอย่างน้อยประมาณ 120-140 ตันต่อวัน และควรมีวัตถุดิบสำรองในระบบ 10 วัน โดยใน 1 ปี จะเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 330 วัน ใช้วัตถุดิบหญ้าเนเปียร์สดอย่างน้อย 39,600-46,200 ตัน/ปี และถือเป็นการการันตีรายได้ที่ชัดเจนแก่เกษตรกรที่ต้องการจะเพาะปลูก

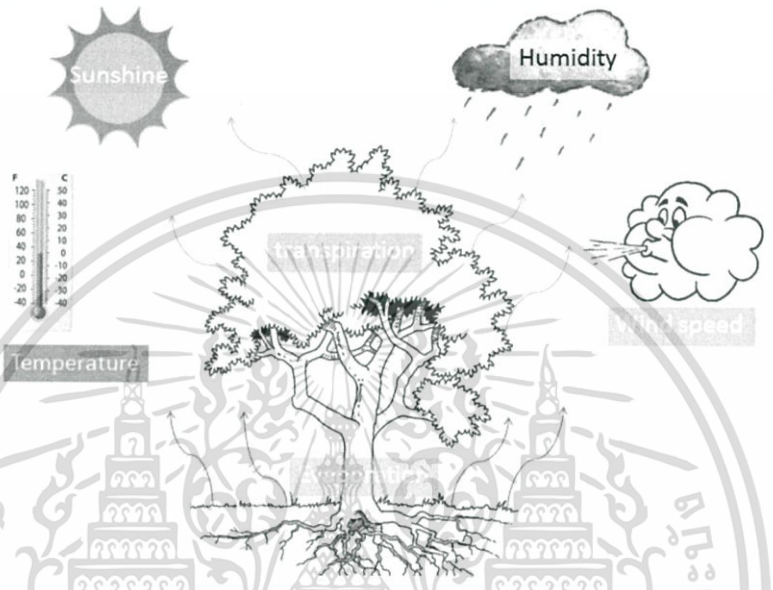
2.3 การใช้น้ำของพืช

การใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยน้ำของพืช (Consumptive use or Crop Evapotranspiration; ET) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูกโดยกระบวนการคายน้ำของพืชและการระเหยหรือกล่าวได้ว่าเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.1 ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินนำไปสร้างเซลล์เนื้อเยื่อและคายออกทางใบสู่บรรยากาศ (Transpiration) อัตราการคายน้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เช่น อุณหภูมิ แสงแดดและองค์ประกอบอื่นๆเช่น ความเร็วลมและความชื้นของบรรยากาศ ซึ่งไม่สามารถควบคุมในทางปฏิบัติได้ ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันที่จะทำให้พืชไม่เกิดความเสียหายโดยพยายามจัดให้พืชนั้นมีน้ำใช้อย่างเพียงพอตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้รากพืชสามารถดูดน้ำไปใช้อย่างเพียงพออยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆต้นพืชจากผิวดินบริเวณรอบๆต้นพืชจากผิวน้ำในขณะที่ให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่(Evaporation) การระเหยของน้ำนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น วิธีการให้น้ำ ดิน พืชที่ปลูก วิธีเพาะปลูก รวมทั้งอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของอากาศ เป็นต้น



รูปที่1 การใช้น้ำของพืช

การใช้น้ำของพืช มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำต่อหน่วยเวลา หรือปริมาตรของน้ำต่อหน่วยเวลาต่อหน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตรต่อวัน หรือ ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เป็นต้น หากต้องการทราบค่าการใช้น้ำของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ปลูก ณ สถานที่ใดสถานที่หนึ่งแล้วก็จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เพื่อให้ทราบค่าดังกล่าวอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับท้องถิ่นนั้นๆ อย่างไรก็ตามการที่จะทำการศึกษาวิจัยทดลองในทุกพื้นที่นั้นอาจทำได้ยาก ทั้งนี้เพราะจำเป็นที่จะต้องใช้สถานที่ที่จะใช้ทำการทดลอง เครื่องจักรเครื่องมือ ตลอดจนบุคคลากรที่มีทักษะความรู้และประสบการณ์ด้านต่างๆเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

ค่าการใช้น้ำของพืชนั้น กรมชลประทานมีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการวางแผน ศึกษา วิจัย ทดลอง เพื่อหาความต้องการใช้น้ำของพืชเศรษฐกิจหลักที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศอยู่แล้ว ดังนั้น จึงมีข้อมูลการใช้น้ำของพืชหลักที่สำคัญต่างๆที่สามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้ทันที โดยอยู่ในรูปของข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; K_c) ตามช่วงของการเจริญเติบโตหรือตลอดการเพาะปลูกซึ่งพืชแต่ละชนิดก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะไม่สามารถใช้แทนกันได้ แต่เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะนำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปใช้เพื่อหาค่าการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ปลูกอยู่ในท้องถิ่นอื่นที่มีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศแตกต่างไปจากสถานที่ที่ใช้ศึกษาทดลองนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับค่าให้ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่หรือท้องถิ่นที่จะนำไปใช้ ดังนั้นจึงควรจะต้องทำการคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o) ของสถานที่ที่จะนำไปใช้เสียก่อน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการของ Penman, Modified Penman และ Penman Monteithเป็นต้น ปัจจุบันวิธีการคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteithนั้นถือว่าเป็นวิธีการที่ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)ให้การยอมรับและแนะนำให้ใช้เพราะเป็นวิธีการประเมินค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของพืชจริงมากที่สุดสำหรับการหาค่าการใช้น้ำของพืช ณ พื้นที่หรือท้องถิ่นใดๆ โดยหลักการสามารถหาได้โดยการนำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (K_c) ของพืชที่ต้องการไปคำนวณร่วมกับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ตามช่วงระยะเวลาที่ต้องการทราบค่า ทั้งนี้สิ่งสำคัญที่สุดของการนำค่าสัมประสิทธิ์พืชไปใช้งานอย่างถูกต้องคือจะต้องรู้ว่าเป็นค่า K_cของพืชที่ได้จากวิธีการใดเพื่อจะได้นำค่า ET_oของวิธีเดียวกันนั้นมาใช้เพื่อให้ได้ค่าการใช้น้ำของพืชที่ถูกต้อง

2.4 นิยามศัพท์

2.4.1 การคายน้ำของพืช (Transpiration; T) หมายถึงการระเหยของน้ำออกจากต้นพืชโดยผ่านทางปากใบและผิวใบมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่เช่นมิลลิเมตร/วัน

2.4.2 การระเหย (Evaporation; E) หมายถึงการระเหยของน้ำจากผิวน้ำและหรือผิวดินมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่เช่นมิลลิเมตร/วัน

2.4.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือการคายระเหยน้ำของพืช(Crop Evapotranspiration; ET) หมายถึงปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงๆรวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูกโดยขบวนการคายน้ำของพืชและการระเหย มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่เช่นมิลลิเมตร/วัน

2.4.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o) หรืออาจจะ หมายรวมถึงค่า Potential Evapotranspiration; ET_pด้วยนั้นหมายถึงหลักการในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึงโดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลาและพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชต้องกระทบกระเทือนจากอิทธิพลภายนอกมากนักเช่น การพัดผ่านของลมที่แห้งและร้อนทั้งนี้เพราะเพื่อต้องการให้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงนี้ขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียวเช่นอิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสี ของดวงอาทิตย์อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ความเร็วลมชั่วโมงแสงแดดเป็นต้นการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจะเป็นการนำเอาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศณช่วงเวลาและสถานที่ที่ ใช้ทดลองนั้นหรือเป็นสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน ข้อมูลดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบวิเคราะห์ปรับปรุงตลอดจนแบ่งช่วงให้ตรงกับช่วงการเจริญเติบโตหรืออายุพืชหรือช่วงเวลาที่จะนำไปใช้รโดยใช้สูตรหรือวิธีการคิดคำนวณที่ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเช่น Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method เป็นต้น

2.4.5 ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; K_c) หมายถึงค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) จากสูตรใดสูตรหนึ่งโดยอยู่ ในรูปสมการ

$$K_c = \frac{ET}{ETo} \qquad (1)$$

ค่าสัมประสิทธิ์พืชจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งานในด้านชลประทานและการเกษตรในกรณีที่ต้องการปลูกพืชในท้องถิ่นอื่นที่ยังไม่มีการทำการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นมาก่อนเลยเมื่อต้องการทราบก็สามารถนำค่า K_cมาคำนวณหาค่า ET ร่วมกับค่าET_oที่ได้ จากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นได้สิ่งสำคัญที่สุดของการนำค่าสัมประสิทธิพืชไปใช้งานคือจะต้องจำไว้เสมอว่าพืชแต่ละชนิด K_cที่ได้จากการคำนวณสูตรหลายค่าด้วยกันดังนั้นก่อนนำค่า K_c ไปใช้งานต้องตรวจสอบเสียก่อนว่าเป็น ค่า K_c ของสูตรใดเพื่อจะได้นำค่าET_oของสูตรนั้นมาใช้เพื่อค่า ET ที่ถูกต้องและนำไปใช้งานได้อย่าง มีประสิทธิภาพค่าสัมประสิทธิพืชจะมีค่าที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและช่วงการเจริญเติบโตของพืชและสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาET_oเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดนั้นสามารถทำได้หลายวิธีตั้งแต่วิธีการง่ายๆที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สลับซับซ้อนไปจนถึงวิธีการที่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษและมีราคาแพงสำหรับการตรวจวัดซึ่งไม่ว่าจะเป็นวิธีใดก็ตามสุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้จะต้องเป็นค่าการใช้น้ำของพืชที่มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงค่าความเป็นจริงมากที่สุดและสามารถนำไปใช้งานได้จริงเป็นต้นหากจะแยกการหาปริมาณ การใช้น้ำของพืชออกตามวิธีการดำเนินการสามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบคือ

2.5.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการตรวจวัด

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงอาจทำได้หลายวิธีแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียตลอดจนมีปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้องต่างๆกันการที่จะเลือกใช้วิธีหนึ่งวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องที่ต้องการค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมหรือจัดหาเครื่องมือชนิดของพืชและองค์ประกอบอื่นๆอีกหลายอย่างวิธีการที่นิยมใช้กันโดยทั่วๆไปในงานด้านเกษตรชลประทานและวิศวกรรมชลประทาน ได้แก่

2.5.1.1 การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช(Lysimeter Tank)

การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืชนั้นถ้าจะเปรียบเทียบกันแล้วก็คือกระถางต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกพืชที่ต้องการวัดค่าการใช้น้ำแล้วนำไปตั้งอยู่ท่ามกลางพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียวกันโดยให้มีสภาพทั้งภายในและภายนอกกระถางคล้ายคลึงกับสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุดกระถางดังกล่าวต้องมีอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเพื่อจะได้นำมาคำนวณปริมาณน้ำใช้ของพืชในช่วงระยะเวลาต่างๆได้ปริมาณการใช้น้ำของพืชนิยมบอกเป็นค่าความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อวันถังวัดการใช้น้ำของพืชที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถแยกออกได้ตามลักษณะการทำงานเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

ก. ประเภทวัดโดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก

ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบนี้วัดปริมาตรหรือความลึกของน้ำที่หายไปจากถังแล้วเทียบมาเป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้ถังที่จัดอยู่ในประเภทนี้ได้แก่

- ถังวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ

ถังแบบนี้วัดการใช้น้ำโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปและระบายออกที่ก้นถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่
- ถังแบบนี้มีการให้น้ำแก่พืชที่ปลูกทางใต้ผิวดินโดยการสร้างน้ำใต้ดินที่มีระดับคงที่ขึ้นภายในถังระดับน้ำใต้ดินดังกล่าวนี้ควบคุมโดยวาล์วลูกลอย
- ถังวัดการใช้น้ำของข้าว

ถังแบบนี้ออกแบบไว้สำหรับวัดการใช้น้ำของข้าวโดยเฉพาะประกอบด้วยถังขนาดเดียวกัน 4 ถังเป็นถังเปิดหัวท้ายทั้ง 2 ด้านจำนวน 2 ถังและปิดก้นจำนวน 2 ถังในแต่ละแบบจะมีถังหนึ่งที่ไม่มีการปลูกข้าวแต่จะใช้วัสดุแบบอื่นเช่นหญ้าแห้งปัก แทนข้าว

ข. ประเภทวัดโดยอาศัยน้ำหนัก

ถังแบบนี้วัดการใช้น้ำของพืชโดยการสังเกตน้ำหนักหรือส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักเช่นความดันหรือความเค้นโดยแยกออกได้เป็น

- ถังวัดการใช้น้ำแบบวัดด้วยเครื่องชั่ง
- ถังวัดการใช้น้ำแบบทุ่นลอย

2.5.1.2 การศึกษาจากค่าความชื้นในดิน

การศึกษาจากค่าความชื้นในดินวิธีนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเนื้อดินที่สม่ำเสมอตลอดความลึกและระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินมากวิธีวัดทำโดยการหาจำนวนความชื้นในดินก่อนและหลังให้น้ำแก่พืชทุกครั้งและอาจจะตองมีการวัดเพิ่มเติมในชวงระยะเวลาที่มิไดมีการใหน้ำดวย หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาความลึกของน้ำที่พืชดูดจากดินไปใช ดังสมการ

$$ET = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\theta_1 - \theta_2)_i + Re - W_d}{\Delta t} \qquad (2)$$

เมื่อ

ET = อัตราการใชน้ำของพืชเฉลี่ยในชวงเวลาจากการเก็บตัวอยางดินครั้งแรกกับครั้งหลัง

n = เปนจำนวนชั้นดินในเขตรากที่แบงไวเพื่อเก็บตัวอยางดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(\theta_1 - \theta_2)i$ = เปนผลตางของจำนวนความชื้นของดินระหวางการวัดครั้งแรกกับครั้งหลังที่ชั้นดิน

Re = เปนจำนวนฝนที่ซึมเขาไปในดิน

W_d = เปนจำนวนความชื้นที่ซึมเลยเขตรากออกไป

Δt = เปนชวงเวลาระหวางการเก็บตัวอยางดินสองครั้ง

2.5.1.3 วิธีการวัดความชื้นในดิน

1. การวัดจำนวนความชื้นของดินโดยตรง (Gravimetric Sampling)

การตรวจวัดความชื้นทำโดยเก็บตัวอยางดินที่จุดตางๆ ในพื้นที่เพาะปลูกแลวนำมาชั่งอบใหแห้งที่อุณหภูมิประมาณ105 องศาเซลเซียส เปนเวลา 24 ชั่วโมง แลวนำมาชั่งอีกครั้ง น้ำหนักของดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งจะเปนน้ำหนักของน้ำที่อยูในดินในขณะที่เก็บตัวอยาง ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้นในดิน สูตรที่ใชในการคำนวณดังนี้ คือ

1.1 ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยน้ำหนักดินแหง (Pw)

$$P_w = \frac{(W_w \times 100)}{W_s} \qquad (3)$$

เมื่อ

P_w = ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยน้ำหนักดินแหง

W_w = น้ำหนักของน้ำในดิน มีหนวยเปน กรัม

W_s = น้ำหนักของดินแหง มีหนวยเปน กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความถวงจำเพาะของดิน (As)

$$A_s = \frac{W_s}{(V \times \gamma_w)} \qquad (4)$$

เมื่อ

A_s = ความถวงจำเพาะของดิน

W_s = น้ำหนักของดินแหง มีหนวยเปน กรัม

V = ปริมาตรของดินทั้งกอนซึ่งเทากับปริมาตรของ Cylinder มีหนวยเปน ลบ.ซม.

γ_w = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ (1 กรัม ตอลูกบาศกเซนติเมตร)

1.3 ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยปริมาตร (P_V)

$$P_V = A_s \times P_w \qquad (5)$$

เมื่อ

P_v =ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยปริมาตร

A_s = ความถวงจำเพาะของดิน

P_w = ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยน้ำหนักดินแหง

1.4 ระดับความชื้นในดินเปนความสูงของน้ำ (d)

$$d = \frac{(P_V \times D)}{100} \qquad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

D = ความลึกของน้ำที่แยกออกจากตน มีหนวยเปน เซนติเมตร

P_v = ความชื้นในดินเปนเปอรเซ็นตโดยปริมาตร

D =ความสูงของแทงดิน มีหนวยเปน เซนติเมตร

2. การวัดความชื้นในดินโดยการดูจากลักษณะและความรูสึกสัมผัสของคน (Feel and Appearance)

การดูลักษณะและความรูสึกสัมผัสของดินที่เจาะไดโดยใชสวานเจาะดินที่ระดับความลึกตางๆ ในเขตรากและที่จุดตางๆในพื้นที่จะทำใหทราบความชุมชื้นของดินไดโดยประมาณ ซึ่งถา เกษตรกรมีความคุนเคยหรือมีความชำนาญกับลักษณะของดินที่ความชื้นตางๆกันแลวก็จะสามารถบอกไดทันทีวาจะใหน้ำไดหรือยังไมตองใหน้ำ

3. การใชเครื่องมือวิทยาศาสตรวัด

ปจจุบันมีนักวิทยาศาสตรคิดคนเครื่องมือทางวิทยาศาสตรเพื่อชวยในการวัดความชื้นในดินและชวยในการกำหนดการใหน้ำ ซึ่งสามารถแบงออกไดเปน 3 ประเภท คือ

3.1 เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน (Tensiometer)

เปนเครื่องมือชวยกำหนดการใหน้ำที่มีผูนิยมใชกันมากแบบหนึ่งเพราะสามารถวัดความชื้นในดินไดตลอดเวลาและถูกตองพอสมควรแตมีขอควรระมัดระวังคือตองคอยเติมน้ำใหเต็มอยูเสมอและเหมาะสำหรับดินเนื้อหยาบ

3.2 เครื่องวัดความชื้นดวยไฟฟา (Electrical Resistance Instruments)

เปนเครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบนี้เปนที่รูจักกันดีเหมือนกับ Tensiometerแตไดรับความนิยมน้อยกวา เพราะกอนความตานทาน (Gypsum Block) จะมีผลตอความละเอียดและถูกตองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาที่อานไดโดยขึ้นอยูกับชนิดของวัสดุและอายุการใชงาน ซึ่งมีการสลายตัวไดงายและไมทนทาน ขอดีของกอนความตานทาน คือมีราคาถูกและไมตองการดูแลรักษาเหมือนกับ Tensiometer และเหมาะสำหรับดินที่เปนดินเนื้อละเอียด

3.3 เครื่องวัดความชื้นดวยนิวตรอน (Neutron Moisture Meter)

เปนเครื่องมือที่ใชการกระจายของนิวตรอนเทียบหาจำนวนความชื้นโดยตรงซึ่งใหสาร กัมมันตภาพรังสี ดังนั้น จึงมีราคาแพงและเปนอันตรายตอสุขภาพและตองคอยดูแลรักษาเปนอย างดีจึงไมเปนที่นิยมใชกันทั่วไป แตมีขอดีคือ สามารถวัดความชื้นไดรวดเร็วโครงสรางของดินใน บริเวณรอบๆทอไมเปลี่ยนแปลง หรือถูกทำลายไป การวัดจำนวนความชื้นตลอดความลึกของดิน ทำไดสะดวกกวาวิธีอื่นๆ

2.5.1.4 การศึกษาจากแปลงทดลอง

การศึกษาจากแปลงทดลองแปลงทดลองควรมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกวาระดับผิวดิน อย่างน้อย 25 เมตรซึ่งจะทำให้เชื่อได้ว่าพืชไม่สามารถดูดน้ำใต้ดินมาใช้ได้แล้วทำการทดลอง โดยให้น้ำแก่พืชในปริมาณที่ต่างๆ กันแล้ววัดผลผลิตที่ได้รับซึ่งผลปรากฏว่าพืชทุกชนิดที่ทำการ ทดลองจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อให้น้ำเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งที่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำที่ให้แล้วจะทา ให้ผลผลิตลดลงจึงใช้ค่าปริมาณน้ำที่จุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตจากที่เพิ่มขึ้นเป็นลดลงนั้น เป็นปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นๆการทดลองนี้จะไม่มีน้ำไหลออกนอกแปลงทดลองแต่ก็ ไม่ได้วัดการไหลซึมของน้ำเลยเขตรากพืชดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชที่หาได้จึงมีค่าค่อนข้าง สูงและไม่ได้รับความนิยม

2.5.1.5 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การ หาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o)การหา ปริมาณจากการใชน้ำของพืชนอกจากจะหาไดจากการวัดโดยตรงซึ่งเปนวิธีที่ตองการความ ละเอียดถี่ถวนในการเก็บขอมูลและตองเสียเวลาและคาใชจายในการวัดเปนอันมากแลวยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหาไดโดยการคำนวณจากขอมูลภูมิอากาศซึ่งสภาพภูมิอากาศที่ใชในการคำนวณที่มีผลตอการใชน้ำของพืชที่สำคัญมีอยูดวยกัน 4 ประการดวยกันคือ

1. ความเขมของแสงแดดและชวงความยาวของวันก็มีสวนทำใหการคายน้ำของพืชและการระเหยของน้ำจากผิวตนขึ้น

2. อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิที่สูงกวาจะมีผลใหมีการคายน้ำจากตนพืชและการระเหยของน้ำจากผิวตนสูงกวา

3. ความชื้นสัมพัทธของอากาศ ความชื้นในอากาศสูง การคายน้ ำของพืชจะลดลง

4. กระแสลม กระแสลมที่แรงชวยใหการคายน้ำของพืชสูง

ซึ่งไดมีนักวิทยาศาสตรทำการคิดคนสูตรเอมโพริกอลที่ใชในการคำนวณอยางงายๆซึ่งตองการขอมูลเพียงอยางเดียวหรือหลายอยางนกระทั่งถึงสูตรที่ตองการขอมูลหลายอยางและมีการคำนวณสูตรที่ยุ่งยากมาก อยางไรก็ตาม ไมจำเปนวาสูตรที่ยุงยากและตองการขอมูลหลายอยางจะใหคาถูกตองดีกวาสูตรงายๆ สมอไปการที่จะเลือกใชสูตรใดสูตรหนึ่งมาคำนวณหาปริมาณการใชน้ำของพืชที่ตองการจะตองพิจารณาจากลักษณะของงาน ความละเอียดถูกตองที่ตองการขอมูล ที่มีอยูแลวและเครื่องมือเครื่องใชที่จะนำมาใชวัดขอมูลเปนตน วิธีการคำนวณหาปริมาณการใชน้ำของพืชอาจทำได้หลายวิธี ด้วยกันซึ่งสูตรที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องของผลลัพธ์ข้อมูลภูมิอากาศที่มีอยู่และความสามารถในการนำไปใช้งานฯลฯสูตรหรือวิธีการที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตร ชลประทานซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 7 วิธีการคือModified Penman, Pan Method, Penman Monteith, BlaneyCriddle, Thornthwaite, Hargreaves และ Radiation

2.5.1.6 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้คำนวณสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่สำคัญของสภาพภูมิประเทศหรือทำเลที่ตั้งของ สถานที่ที่ทำการคำนวณได้แก่จุดพิกัดเส้นรุ้ง (Latitude) จุดพิกัดเส้นแวง (Longtitude) และค่าความ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (altitude above mean sea level; MSL)เป็นต้น

2. ข้อมูลภูมิอากาศหรือสถิติอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้เป็นข้อมูลเฉลี่ยเป็น รายวันรายสัปดาห์หรือรายเดือนก็ได้แล้วแต่ช่วงการทดลองหรือความละเอียดของผลงานที่ต้องการข้อมูลที่สำคัญๆสำหรับใช้ในการคำนวณได้แก่

2.1. อุณหภูมิของอากาศ(Air Temperature; °C)สามารถแยกออกเป็น

- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

- อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

- อุณหภูมิเฉลี่ย

2.2. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ(Relative Humidity; %)

- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

2.3. ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2.00 ม. จากพื้นดิน(windspeed at 2.00 m. above ground; กม./วัน)

- ความเร็วลมผิวดินเฉลี่ย

2.4. ชั่วโมงแสงแดด(Sunshine Duration; ชม./วัน)

- ชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ย

2.5. การระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan(Evaporation; มม./วัน)

- ค่าระเหยของน้ำเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการดังที่กล่าวมาเกิดขาดหายไป เนื่องจากไม่ได้ทำการตรวจวัดหรือเครื่องมือตรวจวัดชำรุดก็สามารถใช้ข้อมูลตัวอื่นนำมาปรับเปลี่ยนหรือแปลงค่าใช้แทนกันได้ เช่น

2.6. ค่าความครึ้มของเมฆ (Cloudiness; 0-10)สามารถใช้ แทนค่าชั่วโมงแสงแดด

- ความครึ้มของเมฆเฉลี่ย

2.7. ความเร็วลมที่ระดับความสูง.....เมตร(windspeed at .....m. above ground; กม./วัน)

- ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง.....เมตร.

2.8. ค่าความสูงจากพื้นดินของเครื่องมือวัดความเร็วลม (height of wind vane; m.) ใช้แทนความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 2.00 ม. จากพื้นดิน

- ความสูงจากพื้นดินเฉลี่ย.....เมตร.

2.5.1.7 สูตรหรือวิธีการคำนวณ

สูตรหรือสมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่เป็นที่รู้และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 7 สูตรได้แก่

1. Modified Penman

ในปี1948 Penmanได้เสนอสูตรที่รวมพลังงานที่ก่อให้เกิดการระเหยทุกอย่างไว้ด้วยกัน พลังงานดังกล่าวคือ พลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นของอากาศ สูตรของเขาคือ

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)

- อุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด, ต่ำสุด, เฉลี่ย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)

- ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย)

- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_p = \frac{\Delta Q_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} \qquad (7)$$

เมื่อ

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

Δ = ความลาดเทของกราฟของความดันไอน้ำอิ่มตัว(Saturated vapor pressure) กับอุณหภูมิที่จุดซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเฉลี่ย

G = flux ค่าความร้อนของพื้นดิน ($MJ/m^2/d$)

γ = Psychrometric constant

Q_n = รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ (Net Solar radiation) เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน โดยหาได้จากสูตร

$$Q_n = Q_A \left(1-r\right) \left(0.26+0.50\ n/N\right) - \sigma T^4 \left(0.56-0.0797\sqrt{e_d}\right) \left(0.10+0.90\ n/N\right) \qquad (8)$$

Q_A = รังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่ เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน (ดูตารางที่ 1 ในภาคผนวก)

r = สัมประสิทธิ์ของการสะท้อน (Reflection Coefficient) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างรังสีอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนออกไป ต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุ นั้น Penman ใช้ค่า r= 0.05 สำหรับผิวน้ำ 0.10 = สำหรับดินเปียกที่ไม่มี พืชปกคลุมอยู่เลย และ 0.20 สำหรับพืชที่เขียวและสด

n = ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริง

N = ระยะเวลาที่มีแสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลานั้น

σT^4 = รังสีที่สะท้อนจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน(ดูตารางที่ 3 ในภาคผนวก)

e_a = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ มีหน่วยเป็นมิลิบาร์(ดูตารางที่4 ในภาคผนวก)

e_d = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของจุดน้ำค้าง(dew point) มีหน่วยเป็นมิลลิบาร์ ถ้าไม่มีการวัดอุณหภูมิเฉลี่ยที่จุดน้ำค้างไว้อาจคำนวณได้จากสูตร

e_d = (ความชื้นสัมพัทธ์) $\times$ e_a

E_a = ปริมาณการระเหยของน้ำเนื่องจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นอากาศ มีหน่วย เป็นมม. ต่อวัน

$$E_a = 0.262\,(e_a - e_d)(1 + 0.0062\,U_2) \qquad (9)$$

U_2 = ความเร็วเฉลี่ยของลมที่ระดับเหนือจากพื้นดิน 2 เมตร มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อวัน

ถ้าหากไม่มีการวัดความเร็วของลมที่ระดับ 2 เมตรไว้ อาจจะดัดแปลงค่าที่วัดได้ที่ระดับอื่นมาเป็นค่าที่ระดับ 2 เมตร ได้โดยใช้สูตร

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{\log 2}{\log h} = U_1 \cdot \frac{0.3010}{\log h} \qquad (10)$$

U_1 = ความเร็วของลมเป็นกิโลเมตรต่อวันซึ่งวัดที่ระดับเหนือพื้นดิน h เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Blaney-Criddle

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ต่ำสุด)
- ความเร็วลมกลางวันที่ระดับ 2.00 เมตร (U2day) (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = c[p(0.46T+8)] \quad (11)$$

เมื่อ

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(มม./วัน)

T = ค่าอุณหภูมิประจำเดือนเฉลี่ย(°C)

P = เปอร์เซ็นต์ประจำวันเฉลี่ยของชั่วโมงกลางวันทั้งหมดในระยะเวลา 1 ปี

c = ค่าปรับแก้ซึ่งมีผลมาจากRH min, n/N,และU2day

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Pan Method

ข้อมูลที่ต้องการ

- ค่าการระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = K_p \times E_{pan} \qquad (12)$$

เมื่อ

ET_o =ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(มม./วัน)

K_p =ค่าสัมประสิทธิของอ่างวัดการระเหยซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้ง

E_{pan} =ค่าการระเหยของน้ำที่อ่านได้จากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A Pan (มม.)

4. Thornthwaite

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศรายเดือนตลอดปี (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศรายเดือนตลอดปี (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = 1.60 \times L_d \left(\frac{10T}{I}\right)^a \qquad (13)$$

โดยที่

L_d = ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่มีแสงแดดซึ่งบอกเป็นจำนวนเท่าของชั่วโมงในเดือนต่างๆ ซึ่งคิดว่ามี 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนเป็นองศาเซลเซียส

I = ดัชนีความร้อนตลอดปี (Heat Index) ซึ่งเท่ากับผลรวมของดัชนีความร้อน i ประจำเดือนตลอดปี

$i = (T/5)^{1.514}$

และ

$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$

$a = 0.000,000,675I^3-0.000,077,1I^2+0.017,92I+0.49239$

5. Hargreaves

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศสูงสุด-ต่ำสุด-เฉลี่ย (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = 0.0023Ra(Tc+17.8)\sqrt{TD} \quad (14)$$

เมื่อ

ET_o =ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(มม./วัน)

Ra =รังสีอาทิตย์ที่ได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมสำหรับซีกโลกภาคเหนือ หรือใต้ เมื่อคิดเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำที่ 20 °C (มม./วัน)

Tc =อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (°C)

TD =อุณหภูมิของอากาศสูงสุดเฉลี่ย (Tmax) – อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (Tmin)สำหรับช่วงระยะเวลาที่คำนวณ(°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Radiation

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความเร็วลมกลางวันที่ระดับ 2.00 เมตร (U_2day) (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = c(W \times Rs) \qquad (15)$$

เมื่อ

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(มม./วัน)

Rs = รังสีแสงอาทิตย์ที่คิดเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ(มม./วัน)

W = factor ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความสูงจากระดับน้ำทะเล

c = ค่าตัวแปรปรับแก้ที่ขึ้นกับ RH mean, U2day

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Penman Monteith

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด, ต่ำสุด, เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดดหรือค่าความครึ้มของเมฆ (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = \frac{0.408\Delta\left(Rn-G\right)+\gamma\frac{900}{T+273}U_2(ea-ed)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (16)$$

เมื่อ

ET_o =ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(มม./วัน)

Rn = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (MJ/m)

G = flux ค่าความร้อนของพื้นดิน (MJ/m)

T = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย(°C)

Δ = ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ (kPa/°C)

γ = ค่าคงที่ของpsychrometric (kPa/°C)

U_2 = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. (m/s)

$(e_a - e_d)$ = ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa)

900 = factorปรับแก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การหาปริมาณการใชน้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย Class A – pan

เครื่องมือที่ใชวัดการระเหยอาจแบงออกเปน 2 แบบ ดวยกันคือ แบบที่เปนถาดบรรจุน้ำ หรือที่เรียกวา ถาดวัดการระเหย (Evaporation pan) ซึ่งยอมใหน้ำระเหยจากผิวน้ำไดโดยตรง และแบบซึ่งใหน้ำระบายจากผิววัตถุพรุนซึ่งเปยกน้ำถึงแมวาการระเหยของน้ำจะไมเหมือนกันกับการคายน้ำของพืช แตขบวนการของทั้งสองอยางนี้คลายคลึงกันมาก กลาวคือเปนการแพรกระจายของไอน้ำสูบรรยากาศ แตการคายน้ำจะถูกควบคุมโดยการปด – เปด ของรูใบในขณะที่การระเหยจากผิวน้ำไมมีอะไรควบคุมเลยเนื่องจากวาสภาพภูมิอากาศทุกอยางเชน รังสีดวงอาทิตย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ ความเร็วของลม ฯลฯ ที่มีผลตอการคายน้ำก็มีผลตอการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยดวยเชนกัน ดังนั้นถาดวัดการระเหยที่ไดรับการติดตั้งอยางถูกตองจึงมักใชเทียบหาปริมาณการใชน้ำของพืชในระยะเวลาสั้นๆ ไดละเอียดถูกตองดีกวาสูตรเอมไพริกอลที่ใชขอมูลภูมิอากาศเพียงอยางเดียวหรือสองสามอยางเชน สูตรของ Thornthwaiteหรือ Blaney – Criddleเปนตน นอกจากนั้นถาดวัดการระเหยยังใชงายและราคาถูกดวย

ถาดวัดการระเหยที่นิยมใชกันทั่วไปและเปนที่ยอมรับของ World Meteorological Organization ก็คือ ถาด U.S. Weather Bureau Class A หรือที่เรียกสั้นๆ วา Class A - pan ถาดวัดการระเหยชนิดนี้มีขนาดเสนผาศูนยกลางภายใน 120 เซนติเมตร (47.5 นิ้ว) ลึก 25 เซนติเมตร (10 นิ้ว) ทำดวยเหล็กอาบสังกะสีหรือโลหะผสมที่ทนทานตอการผุกรอน ถาหากน้ำในบริเวณนั้นมีความเปนกรดหรือดางสูง ถาดนี้จะวางอยูบนแผงไมบนเนินดินโดยใหกนถาดอยูเหนือจากระดับดินเดิมประมาณ 10 เซนติเมตรการใชน้ำของพืชเมื่อดินมีความชื้นมากพออยูตลอดเวลานั้น ขึ้นอยูกับสภาพภูมิอากาศรอบๆตนพืชชนิดของพืช และชวงการเจริญเติบโต (Growth stages) โดยปกติแลวพืชมีการใชน้ำนอยที่สุด เมื่อเริ่มเพาะปลูกและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมากที่สุดเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่และจะคอยๆลดลงเมื่อพืชออกผล ผลแกและถึงเวลาเก็บเกี่ยว เราอาจจะแบงการเจริญเติบโตของพืชออก ไดเปน 3 ชวง

ดวยกันคือ ชวงผลิใบ (Vegetative Stage) ชวงออกดอก (Flowering Stage) และชวงออกผล (Fruiting Stage) การใชน้ำในขณะที่พืชยังเล็กอยูนั้นคอนขางนอยอัตราสวนระหวางปริมาณน้ำที่พืชใช(Evapotranspiration) กับปริมาณที่ระเหยจากถาดวัดการระเหยจะอยูระหวาง0.20 ถึง 0.50 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสวนใหญเนื่องมาจากการระเหยจากผิวดิน เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ กลาวคือ ในระยะหลังของชวงผลิใบและในชวงออกดอก พืชจะมีการใชน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้น อัตราสวนดังกลาวจะเพิ่มขึ้นเปน 0.75 ถึง 1.00 หรือบางครั้งอาจมากกวา 1.00 ไดเล็กน อยในชวงออกผลการใชน้ำของพืชจะลดลงเพราะพืชมีการเจริญเติบโตนอยลงแตจะลดไมมากนัก ในระยะที่ผลยังสดอยู กลาวคือจะลดจากระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ประมาณ 10–20เปอร เซ็นต ทั้งนี้ขึ้นอยูกับชนิดของพืช

2.6.1 สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหย (Kp)

การที่จะหาปริมาณการใชน้ำของพืชในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งโดยอาศัยขอมูลจากถาดวัดการ ระเหยนั้นจำเปนจะตองทราบอัตราสวนระหวางการใชน้ำของพืช (ET) กับการระเหยจากถาดวัด การระเหยสามารถคำนวณคาไดจากสมการดังนี้คือ

$$K_p = \frac{ET}{E_{pan}} \qquad (17)$$

เมื่อ

K_p = สัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย

ET = ปริมาณการใชน้ ำของพืช มีหนวยเปน มิลลิเมตรตอวัน

E_{pan} = ปริมาณการระเหยจากถาดว ัดการระเหย Class A – pan มีหนวยเปน มิลลิเมตรตอวัน

2.6.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์

รูปที่2 ถาดวัดการระเหยมาตรฐาน แบบA [6]

1. ถาดน้ำ(pan) เปนถาดรูปทรงกลม ขนาดลึก 10 นิ้ว และเสนผาศูนยกลางปากถาด48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิ้วทำดวยเหล็กเคลือบสังกะสีหรือโลหะผสมอยางเบา(monel metal) ถาเปนบริเวณซึ่งน้ำมีสารที่ทำใหเกิดสนิมมากนิยมใช monel metal มากกวา

ตัวถาดตั้งอยูบนฐานไมสูง 6 นิ้ว ควรถมดินยกพื้นระดับใหสูงจากระดับเดิมเล็กนอยอยางนอยเดือนละครั้ง ถามีสนิมใหขัดออกดวยแปรงทองเหลืองแลวทาสีทับเสมอและน้ำตองใหสะอาดอยาใหมีผงตะกอนและฝาน้ำมันจับระเหยลง

2. ขอวัดระดับน้ำ (Micrometer hook gauge) ทำปลายเปนรูปขอคลายเบ็ด มีสเกลแบงไว เปนนิ้วจาก0 – 4 นิ้ว แบงทุกๆ0.1 นิ้ว ตรงฐานแบงละเอียดลงไปถึง 0.01 นิ้ว มีขา 3 ขา สำหรับวางบนปากที่รองรับขอวัดนี้บางทีก็แบงสเกลเปนมิลลิเมตร 0 – 10 เซนติเมตร แบงทุกๆ1 มิลลิเมตร และที่ฐานแบงละเอียดลงไปใหอานไดถึง 0.1 มิลลิเมตร

3. ที่รองรับขอวัดระดับน้ำ (Stilling well) เปนรูปทรงกระบอก ใชเพื่อปองกันอาการพลิ้ว หรือกระเพื่อมของน้ำในถาดและเปนที่วางขอวัดดวยทำเปนกระบอกทองเหลืองสูง 8 นิ้ว ขนาด เสนผาศูนยกลาง 3 ½ นิ้ว ตั้งอยูบนฐานรูปสามเหลี่ยม มีสกรูยึด 3 ตัว การติดตั้งใหตั้งไวในถาดหางจากดานเหนือของขอบถาด 1 ฟุต แตงระดับปากที่รองรับขอวัดดวย เกลียว 3 ตัว ให ไดระดับตามนอนจริงๆ

4. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) ใชแบบวัดความเร็วรวม (totalize wind velocity) ติดตั้งไวบนฐานไมรองรับถาดวัดน้ำระเหยใหตัวถวยอยูสูงจากปากถังเล็ก

5. เทอรโมมิเตอรลอยน้ำ (Floating thermometer) เปนเทอรโมมิเตอรรูปตัวยู (U) ขางหนึ่ง เปนเทอรโมมิเตอรสูงสุด อีกขางหนึ่งเปนเทอรโมมิเตอรต่ำสุด เทอรโมมิเตอรนี้ลอยอยูในถาด ตัวเทอรโมมิเตอรต้องอยูต่ำกว่า1 นิ้ว การอานเมื่อไดคาของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแลวเอามาหาคาเฉลี่ยถาด

6. ถังเก็บน้ำ (Water-storage tank) ใชเฉพาะในที่ๆกันดารน้ำและหางไกลจากการคมนและใหมีความจุประมาณ 30แกลลอนแตที่นิยมควรเปนถังน้ำสี่เหลี่ยม 400 แกลลอน

2.6.3 วิธีการวัดระดับน้ำในถาดระเหย

ครั้งแรกเลื่อนปลายขอวัดใหลงไปใตระดับน้ำเล็กนอย แลวจึงคอยๆ เลื่อนขึ้นจนปลายขอแตะระดับน้ำพอดี การวัดนี้แสงสะทอนจากทองฟาจะแตงระดับดียิ่งขึ้นเสร็จแลวก็ยกขอวัดออกจากที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองรับละเอียดให้ได้คาใกล้เคียงทศนิยม 2 ตำแหน่งของหลักมิลลิเมตร หรือเศษ รอยของนิ้วการวัดคาของน้ำระเหยโดยปกติใช้วัดในชวง 24 ชั่วโมง คือทำการตรวจวัดในเวลา 07.00 น.ทุกวัน การ ใชขอวัดใหปฏิบัติดังนี้

1.เมื่อเติมน้ำให้ระดับสูงประมาณ 2 นิ้วใตปากถัง แลวตั้งปลายใหขอวัดแตะกับระพอดีจดคาเสกลไว (พยายามให้ใกล้เคียงทศนิยม 2 ตำแหน่งของหลักมิลลิเมตร)

2. ภายหลัง 24 ชม.(คือ 07.00 น. ของวันรุ่งขึ้น) น้ำระเหยไประดับน้ำจะลดลง ให้เลื่อนขอวัดลงไปจนปลายขอแตะกับระดับน้ำใหม่ ผลต่างที่ได้จากการอ่านครั้งแรกและการระเหยของน้ำการวัดดังกล่าวนี้เป็นการวัดการระเหยของน้ำตามปกติ

3.ในกรณีที่มีฝนตก ค่าของการระเหยของน้ำ คือ (จำนวนน้ำฝน + ระดับน้ำเดิม) – ระดับน้ำใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1 การหาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง

3.1.1 หาปริมาณการใช้น้ำโดยใช้ถาดวัดการระเหยมาตรฐานแบบA

อุปกรณ์ 1. ถาดวัดการระเหยมาตรฐานแบบA

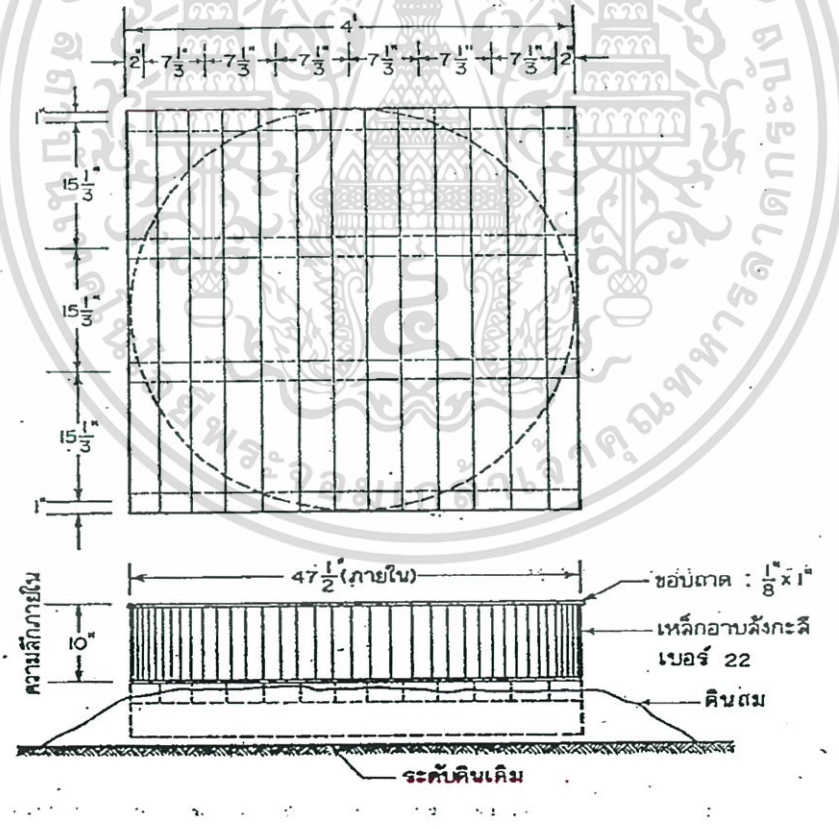
2. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)

3. ขอวัดระดับน้ำ (Micrometer hook gauge)

4. ที่รองรับขอวัดระดับน้ำ (Stilling well)

การติดตั้งถาดวัดการระเหย

ทำการติดตั้งถาดวัดการระเหยบนแผงไม้บนเนินดิน โดยให้ก้นถาดอยู่เหนือจากระดับดิน เดินประมาณ 10 เซนติเมตร ดังรูปที่3



รูปที่3 การติดตั้งถาดวัดการระเหย มาตรฐาน แบบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งถาดวัดการระเหยมาตรฐานแบบAในพื้นที่ทดลอง
2. เติมน้ำในถาด
3.จดบันทึกปริมาณน้ำที่ระเหยจากถาด ในเวลา 7.00น.เป็นประจำทุกวันตลอดช่วงเวลาการทดลอง
4. นำค่าการระเหยของน้ำมาคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ โดยคำนวณจากสมการ

$$ET_p = K_p \times E_{pan} \qquad (17)$$

เมื่อ

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

K_p = ค่าสัมประสิทธิของอ่างวัดการระเหยซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้ง

E_{pan} = ค่าการระเหยของน้ำที่อ่านได้จากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A Pan(มม.)

วิธีการคำนวณ

ข้อมูล ในวันที่ 22ธันวาคมพ.ศ. 2557

1. การระเหยจากถาด (Epan) = 11 มม.
2. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย = 53%
3. ความเร็วลมเฉลี่ย = 11.8 Knot
   = 11.8×44.478
   = 524.84กม./วัน
4. จากตารางที่5 เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ 53% ความเร็วลมเฉลี่ย 524.84 กม./วัน และมีหญ้าปลูกรอบถาด 100 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย (Kp) จะมีค่าเท่ากับ 0.65
5. ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง (ETp) = (1)×(4)
   =11×0.65
   = 7.15มม./วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 หาปริมาณการใช้น้ำโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศจากสมการ Penman

วิธีการทดลอง

1. เก็บข้อมูลอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์นอกชั้นบรรยากาศโลก ชั่วโมงแสงแดด และความเร็วลม จากสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ

   ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ
2. คำนวณปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันและเฉลี่ยต่อช่วงการทดลองจากสมการ Penman

$$ET_p = \frac{\Delta Q_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} \qquad (7)$$

เมื่อ

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

Δ = ความลาดเทของกราฟของความดันไอน้ำอิ่มตัว(Saturated vapor pressure) กับอุณหภูมิที่จุดซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเฉลี่ย

G= flux ค่าความร้อนของพื้นดิน ($MJ/m^2/d$)

γ = Psychrometric constant

Q_n = รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ (Net Solar radiation) เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน โดยหาได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_n = Q_A \left(1-r\right) \left(0.26+0.50 \frac{n}{N}\right) - \sigma T^4 \left(0.56-0.0797\sqrt{e_d}\right) \left(0.10+0.90\ n/N\right) \qquad (8)$$

Q_A = รังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่ เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน (ดูตารางที่ 1 ในภาคผนวก)

r = สัมประสิทธิ์ของการสะท้อน (Reflection Coefficient) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างรังสีอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนออกไป ต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวของวัตถุนั้น Penman ใช้ค่า r= 0.05 สำหรับผิวน้ำ 0.10 = สำหรับดินเปียกที่ไม่มีพืชปกคลุมอยู่เลย และ 0.20 สำหรับพืชที่เขียวและสด

n = ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริง

N = ระยะเวลาที่มีแสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลานั้น

σT^4 = รังสีที่สะท้อนจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน(ดูตารางที่ 3 ในภาคผนวก)

e_a = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ มีหน่วยเป็นมิลิบาร์(ดูตารางที่4 ในภาคผนวก)

e_d = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของจุดน้ำค้าง(dew point) มีหน่วยเป็นมิลลิบาร์ ถ้าไม่มีการวัดอุณหภูมิเฉลี่ยที่จุดน้ำค้างไว้อาจคำนวณได้จากสูตร

e_d= (ความชื้นสัมพัทธ์) × e_a

E_a = ปริมาณการระเหยของน้ำเนื่องจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นอากาศ มีหน่วยเป็นมม. ต่อวัน

$$E_a = 0.262\ (e_a - e_d)(1+0.0062\ U_2) \qquad (9)$$

U_2 = ความเร็วเฉลี่ยของลมที่ระดับเหนือจากพื้นดิน 2 เมตร มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อวัน

ถ้าหากไม่มีการวัดความเร็วของลมที่ระดับ 2 เมตรไว้ อาจจะดัดแปลงค่าที่วัดได้ที่ระดับอื่นมาเป็นค่าที่ระดับ 2 เมตร ได้โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{\log 2}{\log h} = U_1 \cdot \frac{0.3010}{\log h} \qquad (10)$$

U_1 = ความเร็วของลมเป็นกิโลเมตรต่อวันซึ่งวัดที่ระดับเหนือพื้นดิน h เมตร

วิธีการคำนวณ

พื้นที่ทดลองไร่ทรัพย์น้ำทิพย์ จังหวัดนครราชสีมา

ก. ข้อมูล ในวันที่ 22ธันวาคมพ.ศ. 2557

1. อุณหภูมิเฉลี่ย °c	=	20.4	°c
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) – (บอกเป็นทศนิยม)	=	0.53	
3. ขีดความครึ้มของเมฆ c_c(0 – 8)	=	4	
4. ความเร็วลมที่ระดับ 2 กม./วัน	=	151.70	กม/วัน
5. รังสีอาทิตย์ QA มม./วัน (ดูจากตารางที่ 1)	=	12.00	มม/วัน
6. สัมประสิทธิ์การสะท้อน r – (บอกเป็นทศนิยม)	=	0.20	

ข. คำนวณสมการ QA (1-r)(0.26+0.50n/N)

7. $n/N = 0.745 + 0.095\ c_c - 0.02\ c_c^2$	=	0.81
8. (1-r)	=	0.80
9. (0.26 + 0.50n/N)	=	0.66
10. รายการที่ (5) x (8) x (9)	=	6.36

ค.คำนวณสมการ $\sigma T^4 \left(0.56\text{-}0.0797\sqrt{e_d}\right)\left(0.10+0.90n/N\right)$

11. ความดันไอน้ำ มิลลิบาร์

a. ความดันไอน้ำอิ่มตัว e_a(ดูจากตารางที่ 4)=		23.96
b. ความดันไอน้ำจริง e_d= RH x e_a	=	12.70
c. $\sqrt{e_d}$	=	3.56

12. σT^4 (ดูจากตารางที่ 3) = 14.88

13. $\left(0.56\text{-}0.0797\sqrt{e_d}\right)$ = 0.28

14. $\left(0.10+0.90n/N\right)$ = 0.82

15. รายการที่ (12) x (13) x (14) = 3.39

ง.คำนวณค่า Q_n

16. รายการที่ (10) ลบด้วย (15) = 2.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.คำนวณสมการ $E_a=0.262(e_a-e_d)(1+0.0062U_2)$

17. $0.262(e_a-e_d)$ = 2.95

18. $(1+0.0062U_2)$ = 1.94

19. รายการที่ (17) x (18) = 5.73

ฉ. คำนวณสมการ $ET_p=\frac{\Delta Q_n+\gamma E_a}{\Delta+\gamma}$

20. $\frac{\Delta}{\Delta+\gamma}$ (ดูจากตารางที่ 2) = 0.685

21. $\frac{\gamma}{\Delta+\gamma}$ (1.00 – รายการที่ 20) = 0.32

22. รายการที่ (16) x (20) = 2.04

23. รายการที่ (19) x (21) = 1.80

24. ET_p = รายการที่ (22) + (23) (มม./วัน) = 3.84 มม./วัน

3.2 หาปริมาณการใช้น้ำจริงโดยวิธีวัดความชื้น

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
2. ตู้อบดิน
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1.เก็บตัวอย่างดินตามจุดต่างๆ

2. ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า

3. อบดินโดยใช้อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา24 ชั่วโมง

4. ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า

5. หาน้ำหนักของน้ำในดินโดย

น้ำหนักหนักดินก่อนอบรวมกระป๋อง– น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง

6. หาน้ำหนักดินแห้งโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง – น้ำหนักกระป๋อง

7. หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง โดยคำนวณจากสมการ

$$P_w = \frac{100W_w}{W_s} \qquad (3)$$

เมื่อ P_w = ความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง

W_w = น้ำหนักของน้ำในดิน

W_s = น้ำหนักของดินแห้ง

8. หาความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน โดยเปิดตารางที่ 6

9.หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยคำนวณจากสมการ

$$P_V = A_s \times P_w \qquad (5)$$

10. หาระดับความชื้นในดินเป็นความลึกของน้ำในดิน โดยคำนวณจากสมการ

$$d = \frac{(Pv \times D)}{100} \qquad (6)$$

เมื่อ d = ความลึกของน้ำที่แยกออกจากดิน (มม.)

D = ความลึกเขตราก

วิธีการคำนวณ

(ก) ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างดิน ครั้งที่1 (Field capacity)

วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2557

1. หาน้ำหนักน้ำ (Ww) = น้ำหนักหนักดินก่อนอบรวมกระป๋อง–น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง

= 0.2520 – 0.2370

= 0.015 kg

2.หาน้ำหนักดินแห้ง (Ws) = น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง– น้ำหนักกระป๋อง

= 0.2370 – 0.099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.138 kg

3.หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง(Pw)

$$P_w = \frac{100W_w}{W_s} = \frac{100\times0.015}{0.138} = 10.83\%$$

4.หาความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน(As) โดยเปิดตารางที่6= 1.35

5.หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Pv)

$$P_v = A_s \times P_w = 1.35 \times 10.83 = 14.62\%$$

6.หาระดับความชื้นในดินเป็นความลึกของน้ำในดิน(d)

$$d = \frac{(Pv\times D)}{100} = \frac{14.62\times40}{100} = 5.848 \text{ cm.} = 58.48 \text{ mm.}$$

(ข) ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างดิน ครั้งที่2

วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ.2557

1. หาน้ำหนักน้ำ (Ww) = น้ำหนักหนักดินก่อนอบรวมกระป๋อง–น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง

= 0.2174 – 0.2094

= 0.008 kg

2.หาน้ำหนักดินแห้ง (Ws) = น้ำหนักหนักดินหลังอบรวมกระป๋อง– น้ำหนักกระป๋อง

= 0.2094 – 0.099

= 0.1104 kg

3.หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง(Pw)

$$P_w = \frac{100W_w}{W_s} = \frac{100\times0.008}{0.1104} = 7.25\%$$

4.หาความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน(As)โดยเปิดตารางที่6= 1.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Pv)

$$P_v = A_s \times P_w = 1.35 \times 7.25 = 9.79\%$$

6.หาระดับความชื้นในดินเป็นความลึกของน้ำในดิน(d)

$$d = \frac{(Pv \times D)}{100} = \frac{9.79 \times 40}{100} = 3.916 \text{ cm.} = 39.16 \text{ mm.}$$

(ค) หาปริมาณการใช้น้ำ(ET) จากวันที่ 22-27 ธันวาคม พ.ศ.2557 (6 วัน)

ET = d(field capacity) – d

= 58.48 - 39.16

= 19.32 mm./6days

= 3.22 mm./day

3.3 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

จากสมการ $ET = K_c \times ET_p$ (1)

เมื่อ ET = ปริมาณการใช้น้ำของพืช(ได้จากการวัดค่าความชื้นของดิน)

K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_p =ปริมาณการใช้น้ำของพืช(ได้จากวิธี Pan Method และ Penman Monteith)

ดังนั้น สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) จะได้จากความสัมพันธ์

$$K_c = \frac{ET}{ET_p} \qquad (1)$$

วิธีการคำนวณ

ข้อมูลวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาณการใช้น้ำจริง (ET) เฉลี่ยตลอดการทดลอง = 3.78 มม./วัน
2. ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงโดยวิธี Pan evaporation(ETp) = 7.15 มม./วัน
3. ดังนั้น สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) = $\frac{3.78}{7.15}$ = 0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณการใช้น้ำโดยการวัดปริมาณความชื้นของดินโดยตรง (Gravimetric Sampling)

การตรวจวัดความชื้นทำโดยเก็บตัวอย่างดินที่จุดต่างๆ ในพื้นที่เพาะปลูกแล้วนำมาชั่งอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งอีกครั้ง น้ำหนักของดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดินในขณะที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้นในดิน สูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้ คือ

4.1.1 หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง โดยคำนวณจากสมการ

$$P_w = \frac{100W_w}{W_s} \qquad (3)$$

เมื่อ P_w = ความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง

W_w = น้ำหนักของน้ำในดิน

W_s = น้ำหนักของดินแห้ง

4.1.2 หาความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน โดยเปิดตารางผนวกที่ 6

4.1.3 หาความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยคำนวณจากสมการ

$$P_v = A_s \times P_w \qquad (5)$$

4.1.4 หาระดับความชื้นในดินเป็นความลึกของน้ำในดิน โดยคำนวณจากสมการ

$$d = \frac{(P_v \times D)}{100} \qquad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ d = ความลึกของน้ำที่แยกออกจากดิน (มม.)

D = ความลึกเขตราก

4.1.5 หาปริมาณการใช้น้ำ(ET) โดย

$$ET = d_{field\ capacity} - d$$

ซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำ วัดโดยวิธี Gravimetric ที่ได้ แสดงไว้ในตารางที่1

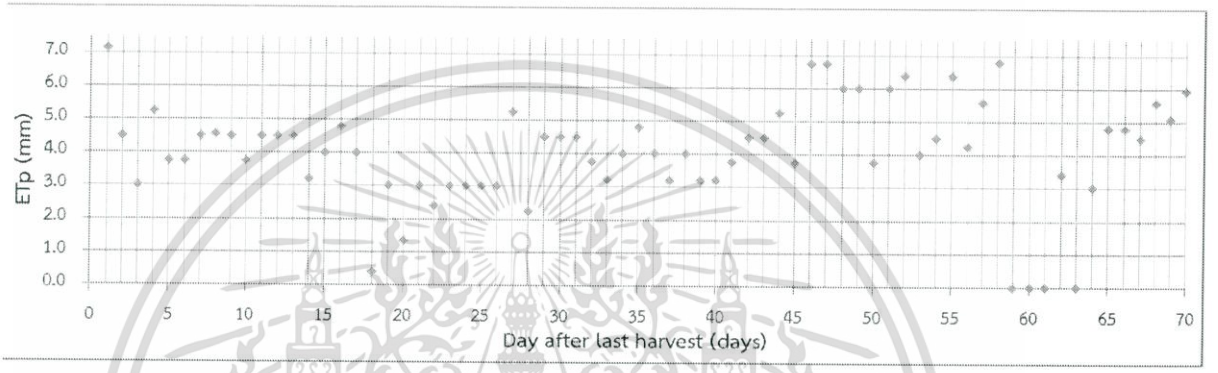
ตารางที่1 ปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ ปากช่อง 1 วัดโดยวิธี Gravimetric

วัน – เดือน (พ.ศ. 2558)	ปริมาณการใช้น้ำ (ม.ม./ช่วงการทดลอง)	ปริมาณการใช้น้ำต่อวัน (ม.ม./วัน)
22 ธ.ค. – 27 ธ.ค.	19.88	3.31
28 ธ.ค. – 2 ม.ค.	13.18	3.29
3 ม.ค. – 8 ม.ค.	15.02	2.50
9 ม.ค. – 14 ม.ค.	8.40	2.10
15 ม.ค. – 20 ม.ค.	21.67	3.61
21 ม.ค. – 26 ม.ค.	13.93	3.48
27 ม.ค. – 1 ก.พ.	26.34	4.39
2 ก.พ. – 7 ก.พ.	24.34	6.08
8 ก.พ. – 13 ก.พ.	30.47	5.07
14 ก.พ. – 17 ก.พ.	16.92	4.23
18 ก.พ. – 24 ก.พ.	26.45	3.77
25 ก.พ. - 1 มี.ค.	18.01	3.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

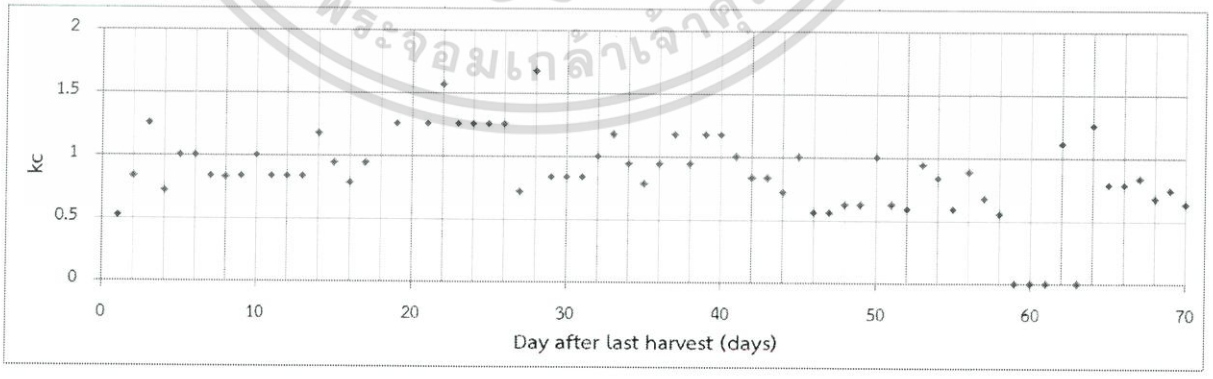
4.2 ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยวิธี Pan Evaporation

การหาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยใช้ถาดวัดการระเหย (Evaporation pan) ซึ่งยอมให้น้ำระเหยจากผิวน้ำได้โดยตรง ถึงแม้ว่าการระเหยของน้ำจะไม่เหมือนกันกับการคายน้ำของพืช แต่ขบวนการของทั้งสองอย่างนี้คล้ายคลึงกันมาก คือเป็นการแพร่กระจายของไอน้ำสู่บรรยากาศ ซึ่งค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหยในแต่ละวันแสดงไว้ในรูปที่4



รูปที่4 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธี Pan evaporation

จากรูปที่4 ค่าปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยตลอดการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 4.1 ม.ม./วัน นำค่าปริมาณการใช้น้ำไปหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละวันแสดงไว้ในรูปที่5 และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยตลอดการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.87 ม.ม./วัน

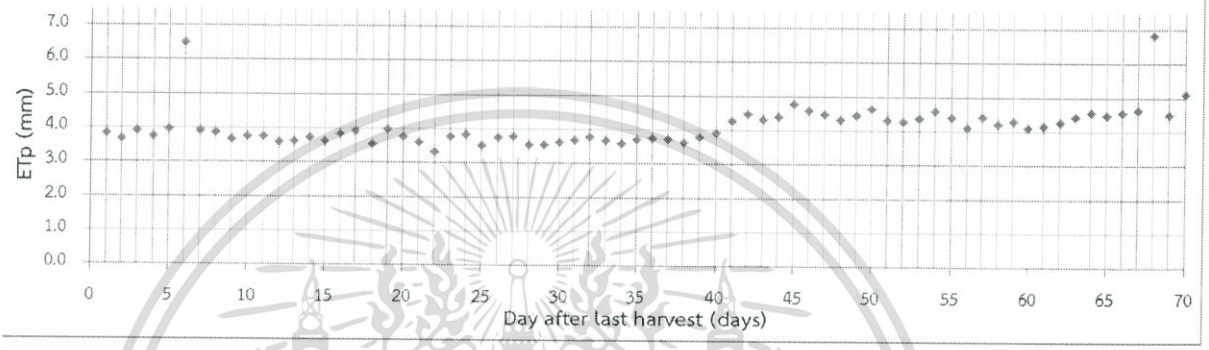


รูปที่5 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธี Pan evaporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

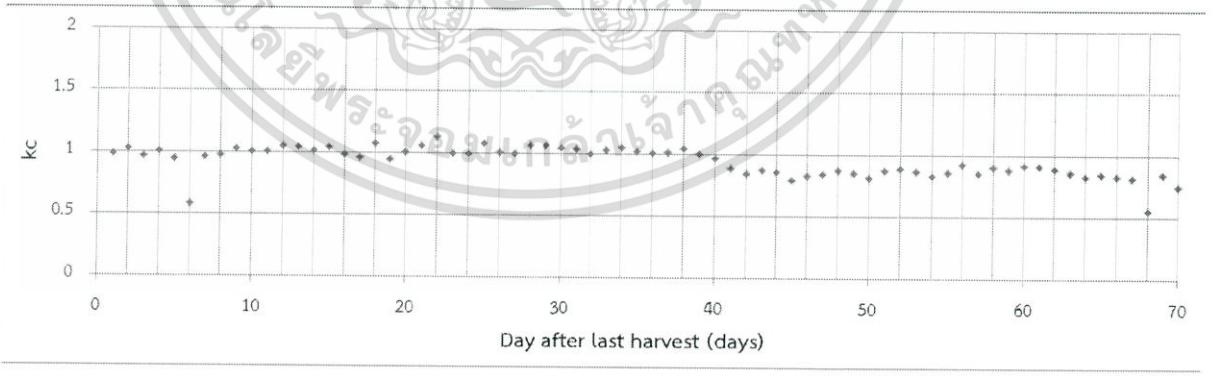
4.3 ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยสมการ Penman

การหาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยสมการ Penman เป็นการศึกษาการระเหยของน้ำเนื่องจากรังสีแสงอาทิตย์ การเคลื่อนที่ของลม และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศแทนหาในสมการเพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่6



รูปที่6 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยสมการ Penman

จากรูปที่6 ค่าปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยตลอดการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 4.04 ม.ม./วัน นำค่าปริมาณการใช้น้ำไปหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละวันแสดงไว้ในรูปที่7 และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยตลอดการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.94 ม.ม./วัน



รูปที่7 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำกับวันหลังการเก็บเกี่ยว โดยสมการ Penman

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

ทำการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_c) ของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 ในพื้นที่ศึกษา ไร่ทรัพย์น้ำทิพย์ หมู่ที่ 15 ต.หนองน้ำใส อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา โดยทำการทดลองเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2557-กุมภาพันธ์ 2558 ทำการหาปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 โดยวิธี Gravimetric หาปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง (ET_p) โดยใช้สมการ Penman และ วิธี Pan evaporation และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_c) ของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง1 จากสมการ $ET=K_c \times ET_p$ จากการศึกษาได้ผลสรุปดังต่อไปนี้คือ

1) ปริมาณการใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง1 (ET) เฉลี่ยเท่ากับ 3.78 มม./วัน

2) ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยวิธี Pan evaporation (ET_p) เฉลี่ยเท่ากับ 4.1 มม./วัน

3) ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง โดยวิธี Penman (ET_p) เฉลี่ยเท่ากับ 4.04 มม./วัน

4) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (k_c) จากปริมาณการใช้น้ำพืช(ET)เทียบกับปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง (ET_p)โดยวิธี Pan evaporation เฉลี่ยเท่ากับ 0.87

5) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (k_c) จากปริมาณการใช้น้ำพืช(ET)เทียบกับปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง (ET_p)โดยวิธี Penman เฉลี่ยเท่ากับ 0.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ผ่านมา จะเห็นว่าการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 มีการใช้ในในแต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้จะมีการใช้น้ำลดลง การให้น้ำของหญ้าเนเปียร์มีความสำคัญมากหากต้องการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาประมาณ 70 วันซึ่งถือว่าเร็วที่สุดและหญ้าโตพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ก็จำเป็นต้องให้น้ำให้เพียงพอต่อความต้องการ เพราะถ้าน้อยเกินไปหญ้าเนเปียร์ จะเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ อัตราการเจริญเติบโตช้า ทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ตามระยะเวลาที่ต้องการ

ในการนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (k_c) ของหญ้าเนเปียร์ พันธุ์ปากช่อง 1 ไปใช้ สามารถใช้ในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน เช่น เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) นำ ไปคูณกับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) ก็จะทราบว่าพืชชนิดนั้น ใช้น้ำเท่าไร ซึ่งสามารถนำไปวางแผนการส่งน้ำและจัดการสำรองน้ำในพื้นที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สถานีพัฒนาอาหารสัตว์ยโสธร. หญ้าเนเปียร์ปากช่อง1. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://nsys-yst.dld.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=141:pakchong-1&catid=75:pak-chong1&Itemid=91. (วันที่ค้นข้อมูล : 16 ตุลาคม 2557).

[2] ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษาวิจัยต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน (ก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน) (One Stop Service).คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง1.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้ จาก:http://extension.dld.go.th/th1/images/stories/cattle_buff_bord/napiagrass.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 16 ตุลาคม 2557).

[3] หญ้าเนเปียร์ พลังงานทดแทนไทยมั่นคง เกษตรไทยมั่งคั่ง. พลังงานทดแทนจากหญ้าเนเปียร์ หญ้าเน เปียร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://green-energy.ete.eng.cmu.ac.th/showgrass.php?gid=7. (วันที่ค้นข้อมูล : 15ตุลาคม 2557).

[4] จรูญ นามแก้ว. 2543. การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวโพดฝักอ่อน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

[5] ธีระพล ตั้งสมบุญ. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสตรการปรับปรุงระบบการจัดการน้ำด้านเกษตรชลประทานเรื่องการใช้น้ำของพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://kmcenter.rid.go.th/kmc10/article_index.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 ตุลาคม 2557).

[6] ไพรัตน์ ทับประเสริฐ. 2546. การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของแตงโม. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

[7] pan evaporation. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://en.wikipedia.org/wiki/Pan_evaporation. (วันที่ค้นข้อมูล : 16พฤศจิกายน2557).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 รังสีแสงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่สำหรับซีกโลกเหนือ เทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำที่ 20 ^{0}C เป็น มม./วัน

เส้นรุ้ง (^{0}N)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
50	3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2
48	4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7
46	4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3
44	5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7
42	5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2
40	6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7
38	6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1
36	7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6
34	7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2
32	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8
30	8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3
28	9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8
26	9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3
24	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7
22	10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2
20	11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7
18	11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	15.0	13.6	12.0	11.1
16	12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.1	13.9	12.4	11.6
14	12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.2	14.1	12.8	12.0
12	12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.3	14.4	13.3	12.5
10	13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9
8	13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3
6	13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7
4	14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1
2	14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4
0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าของ$\Delta/(\Delta+\gamma)$ สำหรับอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส

T ^{0}C	ทศนิยมของอุณหภูมิ				
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
0	0.398	0.402	0.405	0.408	0.412
1	0.415	0.418	0.422	0.425	0.428
2	0.431	0.435	0.438	0.441	0.444
3	0.447	0.451	0.454	0.457	0.460
4	0.463	0.466	0.470	0.473	0.476
5	0.479	0.482	0.485	0.488	0.491
6	0.494	0.497	0.500	0.503	0.506
7	0.509	0.512	0.515	0.518	0.521
8	0.524	0.527	0.530	0.533	0.536
9	0.539	0.541	0.544	0.547	0.550
10	0.553	0.556	0.558	0.561	0.564
11	0.567	0.570	0.572	0.575	0.578
12	0.580	0.583	0.586	0.589	0.591
13	0.594	0.597	0.599	0.602	0.604
14	0.607	0.610	0.612	0.615	0.617
15	0.620	0.622	0.625	0.627	0.630
16	0.632	0.635	0.637	0.640	0.642
17	0.645	0.647	0.650	0.652	0.654
18	0.657	0.659	0.662	0.664	0.666
19	0.669	0.671	0.673	0.676	0.678
20	0.680	0.682	0.685	0.687	0.689
21	0.691	0.694	0.696	0.698	0.700
22	0.702	0.705	0.707	0.709	0.711
23	0.713	0.715	0.717	0.719	0.721
24	0.723	0.726	0.728	0.730	0.732
25	0.734	0.736	0.738	0.740	0.742
26	0.743	0.745	0.747	0.749	0.751
27	0.753	0.755	0.757	0.759	0.761

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าของ$\Delta/(\Delta+\gamma)$ สำหรับอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส (ต่อ)

28	0.762	0.764	0.766	0.768	0.770
29	0.771	0.773	0.775	0.777	0.779
30	0.780	0.782	0.784	0.785	0.787
31	0.789	0.790	0.792	0.794	0.795
32	0.797	0.799	0.800	0.802	0.803
33	0.805	0.807	0.808	0.810	0.811
34	0.813	0.814	0.816	0.817	0.819
35	0.820	0.822	0.823	0.824	0.826
36	0.827	0.829	0.830	0.831	0.833
37	0.834	0.835	0.837	0.838	0.839
38	0.841	0.842	0.843	0.845	0.846
39	0.847	0.848	0.850	0.851	0.852
40	0.853	0.854	0.855	0.857	0.858
41	0.859	0.860	0.861	0.862	0.863
42	0.864	0.866	0.867	0.868	0.869
43	0.870	0.871	0.872	0.873	0.874
44	0.875	0.876	0.877	0.878	0.879
45	0.879	0.880	0.881	0.882	0.883
46	0.884	0.885	0.885	0.886	0.887
47	0.888	0.889	0.890	0.890	0.891
48	0.892	0.893	0.893	0.894	0.895
49	0.895	0.896	0.897	0.897	0.898
50	0.899				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าขอองการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีผิวสีดำสนิท σT^4 เทียบเป็นอัตราส่วนการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน

T ^{0}C	σT^4 มม./วัน
0	11.21
1	11.38
2	11.55
3	11.72
4	11.89
5	12.06
6	12.23
7	12.41
8	12.77
9	12.95
10	13.13
11	13.32
12	13.51
13	13.70
14	13.89
15	14.08
16	14.25

T ^{0}C	σT^4 มม./วัน
17	14.28
18	14.48
19	14.68
20	14.88
21	15.08
22	15.29
23	15.50
24	15.71
25	15.92
26	16.14
27	16.35
28	16.57
29	16.79
30	17.02
31	17.24
32	17.47
33	17.7

T ^{0}C	σT^4 มม./วัน
34	17.93
35	18.17
36	18.41
37	18.64
38	18.89
39	19.13
40	19.38
41	19.63
42	19.88
43	20.13
44	20.39
45	20.65
46	20.91
47	21.17
48	21.44
49	21.70
50	21.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำเป็น มิลิบาร์

T^0 C	ทศนิยมของอุณหภูมิ									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.33	6.38	6.42	6.47	6.52
1	6.57	6.61	6.66	6.71	6.76	6.81	6.85	6.90	6.95	7.00
2	7.05	7.10	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.47	7.52
3	7.57	7.63	7.68	7.74	7.79	7.85	7.90	7.96	8.01	8.07
4	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.42	8.48	8.54	8.60	8.66
5	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.03	9.09	9.15	9.22	9.28
6	9.35	9.41	9.48	9.54	9.61	9.67	9.74	9.81	9.88	9.94
7	10.01	10.08	10.15	10.22	10.29	10.36	10.43	10.50	10.58	10.65
8	10.72	10.79	10.87	10.94	11.02	11.09	11.17	11.24	11.32	11.40
9	11.47	11.55	11.63	11.71	11.79	11.87	11.95	12.03	12.11	12.19
10	12.27	12.35	12.44	12.52	12.61	12.69	12.77	12.86	12.95	13.03
11	13.12	13.21	13.29	13.38	13.47	13.56	13.65	13.74	13.83	13.92
12	14.02	14.11	14.20	14.30	14.39	14.49	14.58	14.68	14.77	14.87
13	14.97	15.07	15.17	15.27	15.36	15.47	15157.0 0	15.67	15.77	15.87
14	15.98	16.08	16.19	16.29	16.40	16.50	16.61	16.72	16.83	16.93
15	17.04	17.15	17.26	17.38	17.49	17.60	17.71	17.83	17.94	18.06
16	18.17	18.29	18.41	18.52	18.64	18.76	18.88	19.00	19.12	19.24
17	19.37	19.49	19.61	19.74	19.86	19.99	20.12	20.24	20.37	20.50
18	20.63	20.76	20.89	21.02	21.15	21.29	21.42	21.56	21.69	21.83
19	21.96	22.10	22.24	22.38	22.52	22.66	22.08	22.94	23.08	23.23
20	23.37	23.52	23.66	23.81	23.96	24.11	24.26	24.41	24.56	24.71
21	24.86	25.01	25.17	25.32	25.48	25.63	25.79	25.95	26.11	26.27
22	26.43	26.59	26.75	26.92	27.08	27.25	27.41	27.58	27.75	27.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำเป็น มิลิบาร์ (ต่อ)

23	28.09	28.26	28.43	28.60	28.77	28.95	29.12	29.30	29.47	29.65
24	29.83	30.01	30.19	30.37	30.55	30.74	30.92	31.11	31.29	31.48

T^0 C	ทศนิยมของอุณหภูมิ									
	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
25	31.67	31.86	32.05	32.24	32.43	32.63	32.82	33.02	33.21	33.41
26	33.61	33.81	34.01	34.21	34.41	64.61	34.82	35.02	35.23	35.44
27	35.65	35.86	36.07	36.28	36.49	36.71	36.92	37.14	37.36	37.58
28	37.80	38.02	38.24	38.46	38.69	38.91	39.14	39.36	39.56	39.82
29	40.05	40.29	40.52	40.75	40.99	41.23	41.47	41.70	41.94	42.19
30	42.43	42.67	42.92	43.17	43.41	43.66	43.91	44.16	44.42	44.67
31	44.93	45.18	45.44	45.70	45.96	46.22	46.49	46.75	47.02	47.67
32	47.55	47.82	48.09	48.36	48.64	48.91	49.19	49.47	49.74	50.02
33	50.31	50.59	50.87	51.16	51.45	51.74	52.03	52.32	52.61	52.90
34	53.20	53.50	53.80	54.10	54.40	54.70	55.00	55.31	55.62	55.93
35	56.24	56.55	56.86	57.18	57.49	57.81	58.13	58.45	58.77	59.10
36	59.42	59.75	60.08	60.41	60.74	61.07	61.41	61.74	62.08	62.42
37	62.76	63.10	63.45	63.80	64.14	64.49	64.84	65.20	65.55	65.91
38	66.26	66.62	66.98	67.35	67.71	68.08	58.45	68.81	69.19	69.56
39	69.93	70.31	70.69	71.07	71.45	71.83	72.22	72.60	72.99	73.38
40	73.78	74.17	74.57	74.97	75.36	75.77	76.17	76.57	76.98	77.39
41	77.80	78.21	78.63	79.05	79.46	79.88	80.31	80.73	81.16	81.58
42	82.01	82.45	82.88	83.32	83.75	84.19	84.64	85.08	85.52	85.97
43	86.42	86.87	87.33	87.78	88.24	88.70	89.16	89.63	90.09	90.56
44	91.03	91.51	91.98	92.46	92.94	93.42	93.90	94.39	94.87	95.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

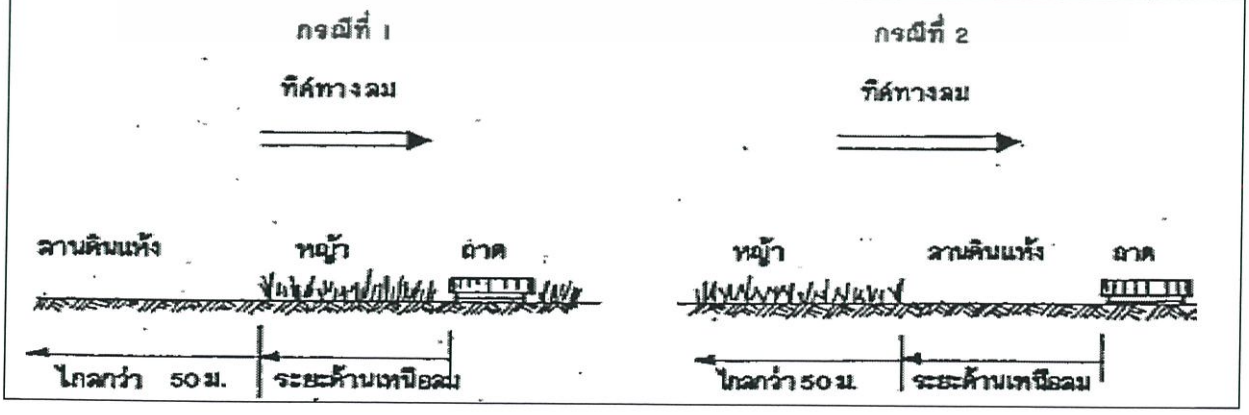
ตารางที่ 4 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำเป็น มิลิบาร์ (ต่อ)

45	95.85	96.35	96.84	97.34	97.84	98.35	98.85	99.36	99.87	100.38
46	100.89	101.41	101.93	102.45	102.97	103.50	104.03	104.56	105.09	105.62
47	406.16	106.70	107.24	107.78	108.33	108.88	109.43	109.98	110.54	111.10
48	111.66	112.22	112.79	113.36	113.93	114.50	115.07	115.65	116.23	116.81
49	117.40	117.99	118.58	119.17	119.77	120.37	120.97	121.57	122.18	122.79
50	123.40	124.01	124.63	125.25	125.87	126.49	127.12	127.75	128.38	129.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคูณการระเหยจากถาดแบบ Class-A เพื่อให้เป็นการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)

ความเร็วลมเฉลี่ย (กม./วัน)	กรณีที่1 ถาดล้อมรอบด้วยพืช				กรณีที่2 ถาดล้อมรอบด้วยพื้นที่ว่างเปล่า			
	ระยะด้านเหนือลมที่ปลูกพืช (เมตร)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)			ระยะด้านเหนือลมที่ไม่ได้ปลูกพืช (เมตร)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)		
		20-40	40-70	70		20-40	40-70	70
ลมอ่อน	0	0.55	0.65	0.75	0	0.70	0.80	0.85
>170	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
(กม./วัน)	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
ลมอ่อนปาน	0	0.50	0.60	0.65	0	0.65	0.75	0.80
กลาง 170-425	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
(กม./วัน)	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
ลมแรง	0	0.45	0.50	0.60	0	0.60	0.65	0.70
425-700	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
(กม./วัน)	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
ลมแรงมาก	0	0.40	0.45	0.50	0	0.50	0.60	0.65
>700	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
(กม./วัน)	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินชนิดต่างๆ

เนื้อดิน	ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (As)	
	ช่วงค่าปกติ	ค่าเฉลี่ย
ดินทราย (Sand)	1.55-1.80	1.65
ดินร่วนปนทราย (Sandy Loam)	1.40-1.60	1.50
ดินร่วน (Loam)	1.35-.150	1.40
ดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam)	1.30-1.40	1.35
ดินเหนียวปนตะกอนทราย (Silly Clay)	1.25-1.35	1.30
ดินเหนียว (clay)	1.20-1.30	1.25

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ.2557

วันที่	ความกดอากาศ (ม.บ)			อุณหภูมิอากาศ (ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			ปริมาณฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย	
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	ฝน (ม.ม)	(ม.ม)	(ซ.ม)	ความเร็ว (น็อต)	ทิศทาง
1	1010.79	1005.91	1009.07	32.1	20.7	27.0	82	34	56	T	7.06	6.1	6.4	E
2	1012.58	1008.56	1010.59	26.4	22.5	24.0	97	68	86	2.6	2.38	1.3	6.4	E
3	1012.38	1007.94	1010.60	28.5	22.4	25.0	87	60	76	0.0	3.95	0.2	6.4	ESE
4	1014.29	1009.75	1012.00	29.2	22.2	25.9	81	67	74	11.0	4.63	1.0	6.8	ESE
5	1016.88	1011.95	1013.97	27.4	21.2	23.3	96	67	84	0.0	3.73	1.3	7.8	E
6	1015.32	1009.97	1013.03	30.0	20.5	24.5	96	54	78	0.0	4.48	7.5	4.6	ESE
7	1014.08	1008.23	1011.65	32.1	20.1	25.3	93	46	71	0.0	6.02	9.5	5.2	ESE
8	1015.13	1010.91	1012.88	29.2	21.0	24.4	86	51	69	0.0	6.33	8.3	8.2	ESE
9	1017.12	1012.04	1014.78	28.9	18.9	23.2	85	48	69	0.0	6.42	9.4	7.2	ESE
10	1015.38	1010.79	1013.72	29.5	19.1	24.1	85	41	65	0.0	5.37	9.6	6.4	ESE
11	1015.95	1010.04	1013.52	29.8	18.3	24.2	81	43	61	0.0	6.81	9.5	5.6	E
12	1016.95	1012.18	1014.84	28.5	19.6	23.5	77	45	60	0.0	8.02	8.9	10.8	ESE
13	1019.06	1013.99	1016.80	26.8	17.7	22.0	72	47	60	0.0	8.30	8.5	11.6	E
14	1017.95	1012.55	1016.05	27.7	16.8	21.7	76	46	62	0.0	7.92	8.6	8.2	E
15	1016.14	1010.49	1014.11	29.7	18.4	23.4	81	46	64	0.0	5.94	8.7	7.4	ESE
16	1016.89	1012.18	1014.81	28.0	18.7	22.5	86	57	70	0.0	6.15	0.4	10.6	E
17	1018.85	1013.91	1016.99	24.4	17.5	20.2	67	45	56	0.0	8.35	6.3	12.8	E
18	1019.33	1014.28	1017.29	25.4	16.4	20.4	59	42	50	0.0	7.36	5.5	10.6	ESE
19	1018.98	1013.08	1016.69	27.7	16.9	21.4	74	39	57	0.0	6.17	7.0	8.2	E
20	1016.74	1011.13	1014.50	27.9	17.1	22.6	70	40	55	0.0	7.96	8.3	9.8	ESE
21	1015.40	1010.22	1013.29	28.8	17.5	23.6	67	39	51	0.0	8.85	7.7	9.2	E
22	1017.61	1011.93	1015.33	25.2	16.0	20.4	67	41	53	0.0	7.10	6.3	11.8	E
23	1016.81	1011.65	1014.78	27.0	15.4	21.0	73	39	55	0.0	6.45	7.4	9.2	ESE
24	1016.52	1011.95	1014.59	28.8	18.0	23.1	60	39	51	0.0	7.38	7.4	8.2	ESE
25	1015.60	1009.39	1013.16	30.9	20.0	24.4	74	47	62	0.0	6.11	6.0	4.8	ESE
26	1013.26	1008.00	1011.10	32.1	20.5	25.8	75	46	64	0.0	5.85	7.9	5.6	E
27	1013.37	1009.82	1011.59	31.9	22.1	26.5	83	47	66	0.0	6.75	7.0	6.0	ESE
28	1016.26	1011.45	1013.74	28.4	22.1	24.1	80	56	69	0.0	6.53	2.7	9.2	ESE
29	1017.76	1011.27	1014.89	27.2	17.1	21.4	74	43	60	0.0	6.84	9.1	12.2	ESE
30	1016.05	1010.36	1013.57	28.0	16.2	21.3	70	35	54	0.0	7.04	7.3	8.2	ESE
31	1016.28	1011.69	1014.39	27.6	15.0	21.3	73	33	51	0.0	8.17	9.3	9.0	ESE
รวม	31495.71	31337.61	31428.32	885.1	585.9	721.5	2427	1451	1959	13.6	200.42	204.0	254.4	
เฉลี่ย	1015.99	1010.89	1013.82	28.6	18.9	23.3	78.29	46.81	63.19	0.44	6.47	6.6	8.21	ESE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน มกราคม พ.ศ.2558

วันที่	ความกดอากาศ(hpa)			อุณหภูมิอากาศ (ซ)			ความชื้น (%)			ปริมาณฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย	
	สูงสุด (hPa)	ต่ำสุด (hPa)	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	(มม.)	(มม.)	(ช.ม)	ทิศทาง (อักษร)	กำลัง (น๊อต)
1	1018.69	1013.91	1016.64	26.2	15.8	20.4	78	34	54	0.0	7.77	8.8	ESE	9.0
2	1019.36	1014.48	1017.45	25.8	16.0	19.8	70	37	55	0.0	6.27	8.9	E	8.2
3	1018.70	1012.34	1015.65	28.2	15.1	20.9	77	41	61	0.0	5.34	8.4	ESE	7.2
4	1014.19	1008.72	1012.14	31.3	16.4	23.8	80	36	59	0.0	4.79	9.3	ESE	3.4
5	1012.34	1007.71	1010.80	31.8	16.0	23.5	90	36	65	0.0	5.74	9.9	S	2.6
6	1012.35	1007.27	1010.31	33.8	17.5	25.0	84	37	63	0.0	5.98	9.2	SW	2.6
7	1013.09	1009.03	1010.85	32.6	20.0	25.5	85	43	68	4.8	3.28	3.7	ESE	3.0
8	1016.01	1012.08	1013.85	23.0	20.6	22.2	95	73	85	2.3	2.75	0.0	ESE	7.8
9	1016.33	1011.29	1014.11	29.0	19.9	23.5	84	51	69	0.0	6.28	6.5	ESE	9.4
10	1015.46	1011.58	1013.34	27.8	19.4	23.2	84	52	72	T	4.07	3.2	E	6.2
11	1015.87	1011.87	1014.22	24.6	17.7	20.7	78	56	68	3.9	5.81	1.4	E	8.6
12	1018.11	1013.44	1015.75	23.5	16.0	19.1	89	56	72	0.0	4.74	2.7	E	8.6
13	1019.10	1013.36	1016.27	25.4	17.0	20.4	70	35	53	0.0	6.46	7.6	ESE	9.2
14	1019.10	1014.51	1016.85	25.7	14.6	19.9	63	28	45	0.0	9.15	10.0	ESE	9.4
15	1018.87	1013.07	1016.64	26.8	13.6	19.7	74	31	52	0.0	6.72	10.0	E	6.6
16	1017.95	1012.68	1015.88	28.0	14.0	20.6	64	29	47	0.0	8.66	10.1	ESE	8.0
17	1019.01	1013.24	1016.34	26.9	14.0	20.3	74	34	53	0.0	5.86	9.8	ESE	9.2
18	1018.83	1013.19	1016.41	27.0	15.2	20.0	82	41	64	0.0	6.87	8.9	ESE	8.6
19	1019.72	1013.46	1016.76	26.5	15.6	20.4	76	41	62	0.0	5.16	6.5	ESE	7.0
20	1018.69	1012.98	1016.36	29.7	15.2	22.0	77	35	58	0.0	6.24	9.3	ESE	5.0
21	1019.75	1013.87	1017.28	31.0	15.1	22.7	80	24	53	0.0	6.41	9.6	ESE	4.2
22	1019.49	1013.37	1016.74	30.8	15.5	22.8	79	30	52	0.0	6.62	9.2	ESE	5.6
23	1015.99	1009.72	1013.69	31.3	16.4	23.0	73	30	52	0.0	5.24	8.0	SSW	3.8
24	1016.60	1010.66	1013.41	31.1	15.7	23.2	85	33	64	0.0	5.36	7.6	WSW	2.4
25	1015.97	1011.50	1014.10	32.5	16.5	23.7	85	33	65	0.0	4.67	7.2	SSE	3.2
26	1016.16	1010.21	1013.89	32.0	17.5	24.1	94	36	68	0.0	5.10	6.9	WSW	3.2
27	1014.53	1008.64	1012.29	32.1	17.1	24.0	91	33	66	0.0	5.47	6.6	WSW	3.2
28	1013.24	1008.03	1011.42	33.0	16.9	24.1	86	25	60	0.0	5.47	7.6	WSW	1.2
29	1014.18	1008.83	1012.01	33.7	17.1	24.6	85	36	64	0.0	4.91	7.1	SW	2.6
30	1015.21	1009.81	1012.90	32.9	19.0	25.8	91	36	70	0.0	5.39	4.5	SE	1.8
31	1016.58	1011.70	1014.25	31.0	20.6	25.4	87	40	59	0.0	8.75	6.5	E	7.6
รวม	31519.47	31356.55	31448.6	905.0	517.0	694.3	2510	1182	1898	11.0	181.33	225.0		178.4
เฉลี่ย	1016.76	1011.50	1014.47	29.2	16.7	22.4	81	38	61	0.4	5.85	7.3	ESE	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558

วันที่	ความกดอากาศ (hpa)			อุณหภูมิอากาศ (ซ)			ความชื้น (%)			ปริมาณฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย	
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	(มม.)	(มม.)	(ช.ม)	ทิศทาง (อักษร)	กำลัง (น๊อต)
1	1018.34	1012.04	1015.28	29.3	19.1	24.0	67	35	52	0.0	8.02	9.2	E	8.6
2	1019.34	1014.13	1016.75	30.0	17.8	23.2	77	40	59	0.0	5.46	7.9	ESE	6.2
3	1019.84	1013.99	1017.32	30.8	19.0	23.7	77	36	60	0.0	7.08	9.8	E	6.6
4	1017.68	1012.51	1015.49	31.4	19.0	25.2	68	27	47	0.0	8.54	9.7	E	7.8
5	1017.69	1011.90	1015.33	30.6	18.0	24.4	63	30	48	0.0	7.63	10.3	E	6.8
6	1019.31	1013.04	1015.92	29.4	17.8	22.5	73	31	55	0.0	7.48	10.1	E	9.4
7	1016.42	1011.09	1014.41	31.2	16.0	23.5	79	31	52	0.0	7.13	9.0	ESE	5.8
8	1016.32	1011.57	1014.44	30.5	17.6	24.0	67	31	50	0.0	8.71	9.5	E	6.2
9	1018.01	1012.73	1015.80	30.0	18.9	23.6	67	29	50	0.0	9.24	9.7	E	8.8
10	1017.44	1011.21	1014.94	30.3	16.5	23.1	73	33	53	0.0	6.45	9.2	ESE	6.0
11	1014.56	1008.46	1012.38	33.0	17.0	24.6	73	30	54	0.0	5.17	8.1	ESE	3.2
12	1014.32	1007.91	1011.59	32.5	18.2	25.2	78	39	60	0.0	4.88	4.7	SW	3.0
13	1013.30	1007.55	1010.85	31.7	20.1	26.0	90	41	66	0.0	3.95	2.8	SSW	4.6
14	1012.67	1007.14	1010.30	30.9	20.9	24.8	87	47	71	4.3	6.10	6.2	SSW	5.2
15	1013.34	1008.29	1011.13	31.8	17.6	24.1	97	39	71	0.0	3.61	5.4	SW	1.2
16	1014.18	1007.99	1011.54	32.5	21.0	25.5	90	51	73	0.0	4.54	4.6	SW	4.0
17	1013.47	1008.34	1011.13	30.9	19.2	24.3	96	58	79	0.0	3.68	2.6	ESE	3.0
18	1013.18	1008.98	1011.64	32.1	21.9	24.9	92	59	75	T	3.62	2.7	S	2.6
19	1015.16	1011.05	1013.14	28.2	21.3	23.3	92	76	84	9.4	3.14	1.6	ESE	6.0
20	1014.86	1009.73	1012.54	30.5	21.1	24.2	93	55	81	6.8	3.91	2.6	SE	2.4
21	1013.83	1008.09	1011.60	30.9	20.7	24.9	96	57	80	T	3.15	2.1	WSW	2.6
22	1014.19	1008.78	1012.09	32.9	19.9	25.5	96	45	76	0.0	4.75	8.4	WSW	3.8
23	1014.09	1008.34	1011.99	33.9	19.8	26.1	95	35	67	0.0	6.54	10.2	SW	4.0
24	1013.49	1007.29	1010.80	34.0	18.5	26.2	86	41	64	0.0	6.67	10.0	SW	2.6
25	1011.86	1006.33	1009.63	34.4	17.4	26.2	92	38	66	0.0	7.49	10.3	SW	3.6
26	1011.80	1006.69	1009.53	34.2	19.1	26.7	85	40	63	0.0	6.64	8.9	W	4.0
27	1012.73	1006.20	1009.97	35.5	20.3	26.5	92	39	69	0.0	6.59	8.5	S	3.8
28	1012.80	1007.90	1010.74	34.7	21.5	26.2	91	49	76	0.1	3.87	5.8	W	2.8
รวม	28424.22	28269.27	28358.27	888.1	535.2	692.4	2332	1162	1801	20.6	164.04	199.9		135
เฉลี่ย	1015.15	1009.62	1012.80	31.7	19.1	24.7	83	42	64	0.7	5.9	7.1	E,SW	4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประจำเดือน มีนาคม พ.ศ.2558

วันที่	ความกดอากาศ			อุณหภูมิอากาศ (ซ)			ความชื้น (%)			ปริมาณฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย	
	สูงสุด (hPa)	ต่ำสุด (hPa)	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย 8 เวลา	(มม.)	(มม.)	(ช.ม)	ทิศทาง (อักษร)	กำลัง (น๊อต)
1	1013.37	1007.99	1011.17	34.5	21.6	26.6	93	46	74	0.3	4.40	6.0	SSW	3.2
2	1014.24	1008.26	1011.24	32.6	23.5	26.7	87	59	75	0.0	5.02	3.3	W	3.0

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 โดย วิธีวัดจากถาดวัดการระเหย และวิธีการคำนวณโดยสมการ penman

วันที่	Penman equation	American class A pan
22 ธค	0.984169	0.52866
23 ธค	1.025678	0.839982
24 ธค	0.966536	1.259974
25 ธค	1.004205	0.719985
26 ธค	0.948157	1.007979
27 ธค	0.581064	1.007979
28 ธค	0.964122	0.839982
29 ธค	0.97462	0.830752
30 ธค	1.030305	0.839982
31 ธค	1.004973	1.007979
1 มค	1.003436	0.839982
2 มค	1.047483	0.839982
3 มค	1.044925	0.839982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 มค	1.012081	1.181225
5 มค	1.041546	0.94498
6 มค	0.983251	0.787484
7 มค	0.962897	0.94498
9 มค	0.948902	1.259974

11 มค	1.054423	1.259974
12 มค	1.131387	1.574967
13 มค	0.996462	1.259974
14 มค	0.987804	1.259974
15 มค	1.077615	1.259974
16 มค	1.006068	1.259974
17 มค	0.999584	0.719985
18 มค	1.062545	1.679965
19 มค	1.06542	0.839982
20 มค	1.040929	0.839982
21 มค	1.031191	0.839982
22 มค	0.996289	1.007979
23 มค	1.027261	1.181225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24 มค	1.050314	0.94498
25 มค	1.022505	0.787484
26 มค	1.00701	0.94498
27 มค	1.009926	1.181225
28 มค	1.041626	0.94498
29 มค	1.000121	1.181225
30 มค	0.966392	1.181225
31 มค	0.885614	1.007979
1 กพ	0.841397	0.839982
2 กพ	0.875013	0.839982
3 กพ	0.85983	0.719985
4 กพ	0.789326	1.007979
5 กพ	0.823435	0.559988
6 กพ	0.843945	0.559988
7 กพ	0.873078	0.629987
8 กพ	0.846205	0.629987
9 กพ	0.811991	1.007979
10 กพ	0.874264	0.629987
11 กพ	0.883315	0.590613

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

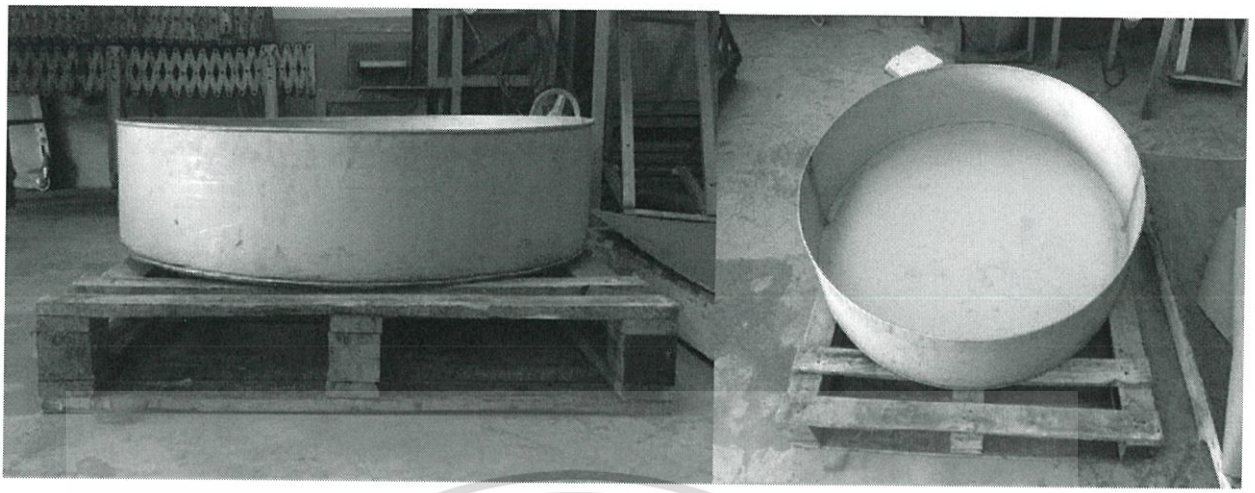
12 กพ	0.864917	0.94498
13 กพ	0.825015	0.839982
14 กพ	0.857853	0.590613
15 กพ	0.920962	0.889393
16 กพ	0.85181	0.674986
17 กพ	0.898844	0.555871
18 กพ	0.882402	0
19 กพ	0.919393	0
20 กพ	0.907829	0
21 กพ	0.884755	1.111741
22 กพ	0.855566	0
23 กพ	0.828934	1.259974
24 กพ	0.841477	0.787484
25 กพ	0.82968	0.787484
26 กพ	0.813211	0.839982
27 กพ	0.553131	0.674986
28 กพ	0.839555	0.741161
1 มีค	0.742232	0.635281
เฉลี่ย	0.93	0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ถาดวัดการระเหย Class A

รูปที่ 2 อูเกอร์ และ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ เพื่อติดตั้งถาดวัดการระเหย Class A

รูปที่ 4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้