ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร)

ปริญญา

การจัดการทรัพยากร | เศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี

Water Resource Management in Orchards and Para Rubber Plantations Under Climate Variability in Chanthaburi Province

นามผู้วิจัย นางสาววิมลมาส วรสูตร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภชาติ สุขารมณ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี

Water Resource Management in Orchards and Para Rubber Plantations Under Climate Variability in Chanthaburi Province

โดย

นางสาววิมลมาส วรสูตร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิมลมาส วรสูตร 2557: การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร) สาขาการจัดการทรัพยากร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภชาติ สุขารมณ์, Ph.D. 170 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี (2) วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี โดยโปรแกรม CROPWAT และ (3) ประเมินต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากโครงการวิจัย “แนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตในภาคตะวันออกของประเทศไทย”และจากการเก็บรวบรวมงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำที่พืชขาดแคลนในฤดูแล้งและปริมาณน้ำจากสภาพแวดล้อมที่ลดลงหากเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และวิเคราะห์ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองด้วยการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับกับปริมาณน้ำจากสภาพแวดล้อมที่ลดลง

ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการน้ำในรอบปีของพืช 5 ชนิดในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ ลำไย และยางพารา ขนาดพื้นที่ทำการเกษตร 1 ไร่ ไม้ผลมีความต้องการน้ำ 1,668.6-1,687.5 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ยางพารามีความต้องการน้ำ 1,743.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี โดยช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนปริมาณน้ำฝนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช เกษตรกรต้องจัดหาน้ำชดเชยให้แก่พืช 138.66 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ส่วนที่เหลือปริมาณ 719 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี พืชได้รับน้ำจากแหล่งน้ำในดินและความชื้นในดินและในอากาศ ถ้าหากเกิดภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนานปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาจะต้องเพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนน้ำในส่วนที่ขาดไปทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น จากการจำลองสถานการณ์ต่างๆ เพื่อรองรับความเสี่ยงจากภัยแล้งในอนาคต 20 ปีข้างหน้า ถ้ากำหนดให้เกษตรกรจัดหาน้ำสำรองเต็มตามจำนวนปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและความชื้นในดินที่พืชได้ใช้ในฤดูแล้งในปริมาณเฉลี่ย 719 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี เกษตรกรจะมีต้นทุนการสำรองน้ำคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 51,135 บาทต่อไร่ โดยมีต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการจัดหาน้ำ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อรองรับภัยแล้ง และถ้าไม่เกิดภัยแล้งน้ำที่เก็บสำรองไว้จะไม่ถูกใช้ประโยชน์ในการต้านภัยแล้ง ดังนั้น เกษตรกรจะต้องประเมินความเสี่ยงตามระดับความรุนแรงที่คาดจะเกิดภัยแล้งก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรองสู้กับภัยแล้ง หรือการใช้เงินประกันความเสี่ยงภัยแทนการลงทุนการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wimolmas Warasut 2014: Water Resource Management in Orchards and Para Rubber Plantations Under Climate Variability in Chanthaburi Province. Master of Science (Resource Management), Major Field: Resource Management, Department of Agricultural and Resource Economics. Thesis Advisor: Assistant Professor Supachat Sukharomana, Ph.D. 170 pages.

The objectives of this study were (1) to study water resource, distribution of water supplies, the drought risk areas and the cost of water supply for plants in one year in Chanthaburi province. (2) to analyze the water balance of orchards and para rubber plantation, and (3) estimate the cost in holding water supply to fight for drought that may occur from climate variability in Chanthaburi province. The data used in the study were obtained from a project entitled "Integrated adaptation strategies to climate variability on the production potential of agricultural sector in eastern region of Thailand." And collected from relevant research and related thesis. The analysis consisted of average incremental cost (AIC) of digging a pond to fight for drought from climate variability.

The study showed that one rai (1,600 square metres) of rambutan, longan durian and mangosteen, requires water at the amount of 1,668.6 to 1,687.5 cubic metres per rai per year while para rubber requires 1,743.4 cubic metres per rai per year. During the period of November to March, the amount of rainfall is less than the crop's water requirements. In this period, the crops use water from ground water and moisture in soil at the amount of 719 cubic metres per rai per year and the farmer's irrigation at 138.66 cubic metres per rai per year. If the drought occure, farmers will provide more water supply. For para rubber plantation farmers will not provide water supply. Basing on a scenario of water supply, if a farmer wants 719 cubic meters of water reserve to fight for the drought that may occure in that next 20 years, farmer has to pay the cost at present value of 51,135 bath (or at 3.60 Baht per cubic metre). The cost in providing water supply reserve to fight for climate variability risk is subject to the amount of water to be reserved and the degree of risk. A farmer has to weight the cost and the degree of risk before decision to invest on it.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภชาติ สุขารมณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการศึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องในด้านต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เสมอมา พร้อมกันนี้ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกรองศาสตราจารย์สยาม อรุณศรีมรกต และประธานการสอบอาจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณโครงการชุดแผนงานวิจัย “แนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการรวบรวมข้อมูลจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งข้อมูลภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้อนุเคราะห์และเอื้อเฟื้อข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว สำหรับการสนับสนุนและให้กำลังใจ ขอบคุณเพื่อนๆ สาขาการจัดการทรัพยากร รุ่น 26 ขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. โสมสกาว เพชรานนท์ อาจารย์ ดร. สมหมาย อุดมวิทิต ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักวิจัยผู้ช่วยทุกคน และบุคลากรของศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำในทุกเรื่อง ตลอดจนคณาจารย์สาขาการจัดการทรัพยากร ครูบาอาจารย์ ทุกท่าน ที่เคยประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ศิษย์มีความรู้และเป็นคนดี

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอมอบคุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

วิมลมาส วรสูตร

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (4)

สารบัญภาพ (9)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 7

องค์ความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ
และความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำ 7

ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 7

ผลของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำ 10

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความแห้งแล้ง 13

ความหมายของภัยแล้งและความแห้งแล้ง 13

ลักษณะทั่วไปของภัยแล้ง 16

สาเหตุของความแห้งแล้ง 16

ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช 21

ความต้องการน้ำของพืช 22

ปริมาณการใช้น้ำของพืชน้ำ 23

โปรแกรม CROPWAT 25

ประเภทของสระเก็บน้ำ 28

ทบทวนแนวคิดและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ 32

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 32

การบริหารความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การใช้กลไกราคาจัดการกับความต้องการใช้น้ำ 40
ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการจัดหาน้ำ 41
การจัดการทรัพยากรแบบบูรณาการ 42
ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว 47
แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร 48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 54
การเก็บรวบรวมข้อมูล 54
ข้อมูลทุติยภูมิ 54
ข้อมูลปฐมภูมิ 55
นิยามศัพท์ 55
กรอบแนวคิดในการวิจัย 56
การวิเคราะห์ข้อมูล 58
สภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี 58
ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี 59
ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 67
บทที่ 4 การจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษา 71
สภาพและข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 71
แหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษา 74
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและภัยพิบัติที่ผ่านมา 79
พื้นที่ทำการเกษตรที่เสี่ยงภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา 82
ต้นทุนและปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชในรอบปี 91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการศึกษา 95

การวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปี 95

การลงทุนจัดหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อการผลิตทางการเกษตร ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 104

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 107

สรุปผลการศึกษา 107

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา 110

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 113

ภาคผนวก 118

ภาคผนวก ก ต้นทุนการสูบน้ำและปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชในช่วงฤดูแล้งจากเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์ไฟฟ้า 119

ภาคผนวก ข ผลการคำนวณจากโปรแกรม CROPWAT 129

ภาคผนวก ค ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา 158

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 171

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ทำการเกษตรแบ่งตามสภาพการใช้น้ำในจังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2555 จำแนกรายอำเภอ	2
2	ระดับความรุนแรงของสภาวะฝนแล้ง	17
3	ปีที่เกิดและระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนิโญ (El Niño)	18
4	ช่วงการเจริญเติบโตของไม้ผลและยางพารา	60
5	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของไม้ผลและยางพารา	60
6	การหยั่งลึกของราก	61
7	ระดับการขาดน้ำของพืชแต่ละชนิด	61
8	สัมประสิทธิ์การตอบสนองต่อการให้ผลผลิตพืช (Yield Response: Ky)	62
9	ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา	63
10	ข้อมูลตัวแปรสถิติอุตุนิยมวิทยาที่ใช้วิเคราะห์เพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo)	65
11	สถิติปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดจันทบุรี	67
12	โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ 8 ประเภท แยกประเภทรายอำเภอในพื้นที่ศึกษา	78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	พื้นที่เสี่ยงภัยและพื้นที่ที่เคยเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ระดับความรุนแรงที่อาจจะได้รับ จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ กรณีน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลาก	81
14	สรุปสถานการณ์ภัยแล้งในจังหวัดจันทบุรี	83
15	การให้ความช่วยเหลือเกษตรกรโดยหน่วยงานภาครัฐจากสถานการณ์ภัยแล้งในจังหวัดจันทบุรี	84
16	ดัชนีชี้วัดความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่	87
17	ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน	88
18	ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งนอกเขตชลประทาน	90
19	ดัชนีชี้วัดความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งด้านต่างๆ และดัชนีรวม	91
20	ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอท่าใหม่	92
21	ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอเขาคิชฌกูฏ	92
22	ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอสอยดาว	93
23	ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอโป่งน้ำร้อน	94
24	ข้อมูลนำเข้าทั้งหมด ค่า Solar Radiation และ ETo ในแต่ละเดือนของจังหวัดจันทบุรีที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม CROPWAT	96

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
25	ปริมาณฝนที่ตกและปริมาณฝนใช้การในพื้นที่ศึกษา	97
26	สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของทุเรียนและมังคุดแต่ละเดือนในจังหวัดจันทบุรี	99
27	สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของเงาะและลำไยในจังหวัดจันทบุรี	100
28	สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของยางพาราแต่ละเดือนในจังหวัดจันทบุรี	101
29	ต้นทุนในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ต้นทุนค่าเสียโอกาสของเกษตรกรจากการนำที่ดินมาขุดสระเก็บน้ำ ณ ระดับความลึก 4 เมตร เพื่อรองรับความเสี่ยงจากภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศใน 20 ปีข้างหน้า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 7.5	106
ตารางผนวกที่		
1	ขนาดพื้นที่ทำเกษตรเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา	120
2	ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในการสูบน้ำ	120
3	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอท่าใหม่	121
4	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอท่าใหม่	122
5	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอเขาคิชฌกูฏ	123
6	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอเขาคิชฌกูฏ	124

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอสอยดาว	125
8	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอสอยดาว	126
9	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอโป่งน้ำร้อน	127
10	ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอโป่งน้ำร้อน	128
11	ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 25 ของสระเก็บน้ำ	159
12	ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 50 ของสระเก็บน้ำ)	160
13	ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 50 ของสระเก็บน้ำ	162
14	ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ)	163
15	ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ	165
16	ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ)	166

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
17	ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 100 ของสระเก็บน้ำ	168
18	ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 100 ของสระเก็บน้ำ)	169

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของจังหวัดจันทบุรีในช่วง 10 ปี (ปี พ.ศ. 2542-2553)	4
2	ประเภทของความแห้งแล้งและผลกระทบของความแห้งแล้ง	15
3	ความชื้นในดินและความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้และนำไปใช้ไม่ได้	25
4	ลักษณะของโปรแกรม CROPWAT	26
5	ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม CROPWAT	27
6	ลักษณะรูปแบบของสระน้ำท่า	29
7	ลักษณะรูปแบบของสระน้ำแบบที่ 1	30
8	ลักษณะรูปแบบของสระน้ำแบบที่ 2	30
9	ลักษณะรูปแบบของสระน้ำฝน	31
10	ลักษณะรูปแบบของสระน้ำใต้ดิน	31
11	เส้นความต้องการใช้น้ำของแต่ละบุคคล	36
12	เส้นอุปสงค์ในน้ำที่มาจากก๊อกสาธารณะ และก๊อกบ้าน	37
13	ความสัมพันธ์ระหว่างความเต็มใจที่จะจ่ายกับรายได้	38

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและรายได้	39
15	การจัดการความต้องการโดยใช้กลไกราคา	41
16	ขั้นตอนของการวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการ (Integrated Resource Planning: IRP)	42
17	กรอบแนวคิดในการวิจัย	57
18	การสร้างฝายเพื่อผันน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำ	76
19	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งอำเภอต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรี	86
20	เปรียบเทียบปริมาณฝนและปริมาณฝนใช้การ	98
21	ความต้องการใช้น้ำของทุเรียนและมังคุด ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน	102
22	ความต้องการใช้น้ำของเงาะและลำไย ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน	102
23	ความต้องการใช้น้ำของยางพารา ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน	103
24	ภาพเปรียบเทียบปริมาณฝนใช้การกับความต้องการใช้น้ำของพืช 5 ชนิด	103

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ลักษณะของรูปแบบสระเก็บน้ำ	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (Climate Variability) และสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศ (Extreme Events) ที่มีผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเองและกิจกรรมของมนุษย์ โดยกิจกรรมต่างๆ ที่มนุษย์กระทำนั้นเป็นสิ่งเร้าและกระตุ้นความรุนแรงให้มีการเปลี่ยนแปลงและมีความถี่ที่จะเกิดรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นได้ก่อให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติต่างๆ เช่น อุทกภัย ภัยแล้ง แผ่นดินไหว พายุต่างๆ เป็นต้น โดยที่ทุกภูมิภาค ทุกประเทศ ทั่วโลกต่างก็ได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศดังกล่าว ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นและสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต นำมาซึ่งความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินต่อทุกภูมิภาคทั่วโลกไม่เว้นแม้แต่ประเทศไทย โดยส่งผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ สัตว์ และพืช นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรประมง และยังรวมไปถึงความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศอีกด้วย (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC, 2007) ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับทรัพยากรน้ำและการจัดการน้ำโดยตรง ดังนั้นทรัพยากรน้ำจึงเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สามารถชี้ให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศได้อย่างชัดเจน เช่น ปริมาณน้ำฝน การกระจายของฝน ความถี่ในการตกของฝน เป็นต้น สำหรับประเทศไทยผลกระทบที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงของฝน เช่น เกิดภัยแล้ง เกิดสภาวะความแห้งแล้งเนื่องจากฝนทิ้งช่วงยาวนาน ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล น้ำท่วม เป็นต้น ผลกระทบจากจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศดังกล่าวได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่ทำการเกษตรและผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอสำหรับใช้ในการทำการเกษตรและอุปโภคบริโภค (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

ภาคตะวันออกเป็นแหล่งการผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญ โดยพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ไม้ผล ที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก จันทบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยและมีศักยภาพในการผลิตทางการเกษตร เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีมีลักษณะภูมิประเทศ มีทรัพยากรธรรมชาติที่เอื้ออำนวย และมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะแก่การทำการเกษตร โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดจันทบุรีสามารถทำการเกษตรได้หลายประเภทไม่ว่าจะเป็นพืชไร่ พืชสวน รวมถึงการทำประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเนื่องจากพื้นที่บางส่วนของจังหวัดติดทะเล โดยมีครัวเรือนเกษตรกรจำนวน 75,120 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.01 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด สำหรับพืชเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกมาก ได้แก่ ยางพารา ทุเรียน มังคุด เงาะ ลำไย และลองกอง ตามลำดับ (สำนักงานจังหวัดจันทบุรี, 2554) จากตารางที่ 1 เมื่อแบ่งพื้นที่ตามสภาพการใช้น้ำเพื่อทำการเกษตร พบว่า พื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (Rainfed) ในการทำการเกษตรเป็นพื้นที่จำนวน 3,398,507 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 91.24 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด พื้นที่ทำการเกษตรที่สูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจำนวน 230,805 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 6.20 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด และมีพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่ในเขตชลประทาน 95,450 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.56 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด จะเห็นว่าเมื่อแบ่งพื้นที่การเกษตรตามสภาพการใช้น้ำในจังหวัดจันทบุรี พื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทานและอาศัยน้ำฝนเพื่อทำการเกษตรเป็นหลัก ทำให้มีความเสี่ยงที่จะขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และหากเกิดภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนาน (ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบล, 2555)

ตารางที่ 1 พื้นที่ทำการเกษตรแบ่งตามสภาพการใช้น้ำในจังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2555 จำแนกรายอำเภอ

(หน่วย:ไร่)

อำเภอ	พื้นที่แบ่งตามสภาพการใช้น้ำ			พื้นที่ทั้งหมด
	ชลประทาน	สูบน้ำด้วยไฟฟ้า	อาศัยน้ำฝน	
เมืองจันทบุรี	300	1,041	135,854	137,195
ขลุง	95,000	222,000	162,938	479,938
ท่าใหม่	150	3,579	329,571	333,300
โป่งน้ำร้อน	0	0	754,883	754,883
มะขาม	0	0	263,341	263,341
แหลมสิงห์	0	0	151,061	151,061
สอยดาว	0	0	354,832	354,832
แก่งหางแมว	0	0	537,596	537,596
นายายอาม	0	2,000	180,411	182,411
เขาคิชฌกูฏ	0	2,185	528,020	530,205
รวม	95,450	230,805	3,398,507	3,724,762
ร้อยละ	**2.56**	**6.20**	**91.24**	**100.00**

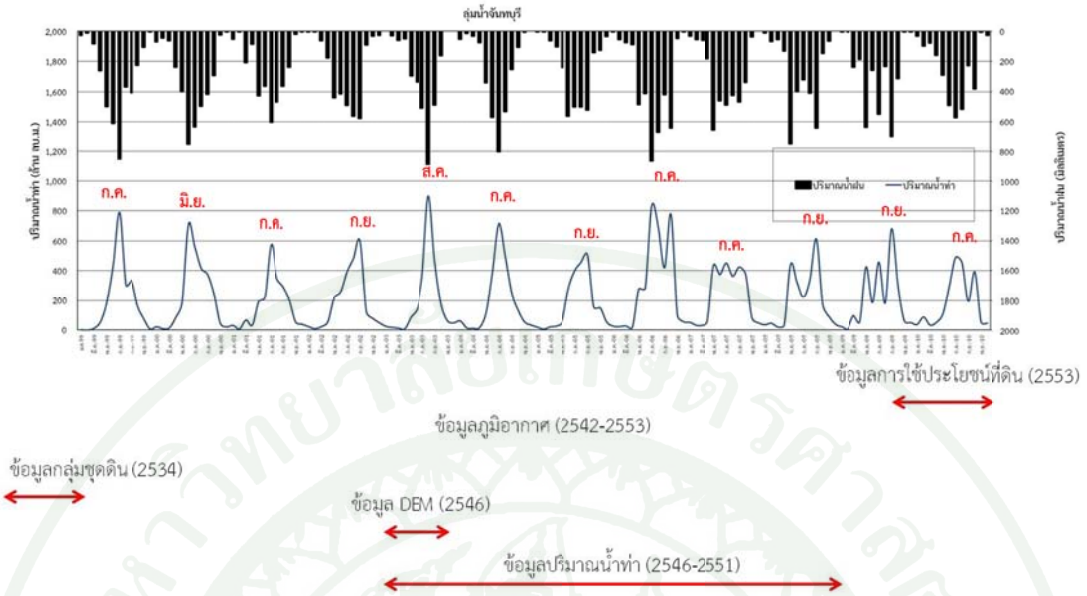
ที่มา: ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบล (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฤดูฝนในจังหวัดจันทบุรีจะเริ่มต้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมและจะไปสิ้นสุดที่กลางเดือนตุลาคม โดยมีฝนตกชุกติดต่อกันประมาณ 6 เดือนต่อปี จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของฝนในจังหวัดจันทบุรีของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า พื้นที่ในอำเภอแหลมสิงห์ อำเภอเมือง อำเภอขลุง และอำเภอท่าใหม่ตอนล่าง เป็นพื้นที่ที่ฝนมีโอกาสตกมากเกินกว่า 120 วันต่อปี อำเภอสอยดาวส่วนบนของอำเภอท่าใหม่ อำเภอขลุง และอำเภอโป่งน้ำร้อน เป็นพื้นที่ที่ฝนตกระหว่าง 80-120 วันต่อปี พื้นที่ส่วนกลางของจังหวัดซึ่งบางส่วนเป็นพื้นที่ของอำเภอโป่งน้ำร้อนและอำเภอมะขาม โอกาสที่ฝนจะตกอยู่ระหว่าง 60-80 วันต่อปี และพื้นที่บางส่วนในอำเภอมะขามเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสที่ฝนจะตกน้อยกว่า 60 วันต่อปี (สำนักงานชลประทานจังหวัดจันทบุรี, 2554)

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศดังกล่าว ส่งผลให้การกระจายตัวของปริมาณฝนในจังหวัดจันทบุรีเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ปริมาณน้ำท่าและการกระจายของน้ำท่ามีความแปรปรวนไปด้วยดังภาพที่ 1 จะเห็นว่า กราฟส่วนขึ้นของน้ำฝน (Rising Limp) และจุดสูงสุดของปริมาณน้ำท่า (Peak) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยมีจุดสูงสุดมากกว่าหนึ่งช่วงในรอบปี ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และประกอบกับโครงสร้างทางธรณีวิทยาในจังหวัดจันทบุรีที่มีลักษณะเป็นดินทรายหนามากกว่า 100 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารต่ำมาก ทำให้พื้นที่ทำการเกษตรมีลักษณะที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ส่งผลให้พืชที่ปลูกในพื้นที่ทำการเกษตรมีความเสี่ยงที่จะขาดแคลนน้ำได้ง่ายมาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) จากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นดังกล่าวส่งผลให้เกิดภัยแล้งและฝนทิ้งช่วงยาวนานทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2553 เกิดขึ้นใน 29 จังหวัด 224 อำเภอ 1,526 ตำบล 11,000 หมู่บ้าน ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 48 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2552 โดยมีพื้นที่ทำการเกษตรได้รับความเสียหายจำนวน 1.12 แสนไร่ ซึ่งพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่ในเขตชลประทานจะได้รับผลกระทบน้อยกว่าพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทานที่มีโอกาสที่จะขาดแคลนน้ำเพื่อการทำการเกษตร และจังหวัดจันทบุรีก็เป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในพื้นที่ประสบภัยแล้งด้วยทำให้เกษตรกรในจังหวัดจันทบุรีต้องเผชิญกับความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตรจากสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นอันมีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วย (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของจังหวัดจันทบุรีในช่วง 10 ปี (ปี พ.ศ. 2542-2553)
ที่มา: โครงการวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย, โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556)

ดังนั้น เพื่อเป็นการรองรับสภาวะความแห้งแล้งที่อาจเกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เกษตรกรควรมีการปรับตัวในการจัดหาน้ำและบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยเฉพาะในสวนผลไม้และสวนยางพาราเพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ในรอบปี การศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาถึงความต้องการใช้น้ำของพืช 5 ชนิดในรอบปี ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ ลำไย และยางพารา ในจังหวัดจันทบุรี ตลอดจนต้นทุนในการจัดหาน้ำที่ให้แก่พืชในสวนของเกษตรกรและความเป็นไปได้ที่เกษตรกรจะลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อใช้กักเก็บน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยนำความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำมาพิจารณาถึงต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี

2. วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี โดยโปรแกรม CROPWAT

3. ประเมินต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อเกษตรกรชาวสวนผลไม้และสวนยางพารา เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งและฝนทิ้งช่วงยาวนานที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ รวมถึงหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน ฯลฯ สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาวางแผนหรือนโยบายในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ตลอดจนการจัดการและการลงทุนสาธารณประโยชน์ เช่น การลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำหมู่บ้าน การลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำตำบล เพื่อลดผลกระทบและรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนานที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคตได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังเป็นแนวทางตัวอย่างให้กับพื้นที่ที่เสี่ยงภัยแล้งหรือได้รับผลกระทบจากภัยแล้งต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านข้อมูลในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากโครงการวิจัย“แนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย(Integrated Adaptation Strategies to Climate Variability on the Production Potential of Agricultural Sector in Eastern Region of Thailand)” ดำเนินการโดยโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา สาขาการจัดการทรัพยากร ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำรวจจากเกษตรกรที่ทำสวนผลไม้และยางพาราในจังหวัดจันทบุรี

ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ทำศึกษา คือ พื้นที่อำเภอ 4 อำเภอในจังหวัดจันทบุรี ได้แก่ อำเภอท่าใหม่ อำเภอเขาคิชฌกูฏ อำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี แบ่งออกเป็น 8 ส่วน ได้แก่ (1) องค์ความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำ (2) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความแห้งแล้ง (3) ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช (4) โปรแกรม CROPWAT (5) ประเภทของสระเก็บน้ำ (6) ทบทวนแนวคิดและทฤษฎีทางด้านเศรษฐศาสตร์ (7) แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร และ (8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

องค์ความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อทรัพยากรน้ำ

ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

การให้ความหมายความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เพื่อประเมินผลกระทบของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ตลอดจนผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำที่ใช้ในภาคการเกษตร มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

World Meteorological Organization (WMO) (1988) ได้วิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยาระยะยาวในประเด็นเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยได้ให้ความหมายของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศว่าหมายถึง “The Extremes and Differences of Monthly, Seasonal An Annual Values From The Climatically Expected Value (Temporal Mean). The Differences Are Usually Termed Anomalies.” รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับทรัพยากรน้ำว่ามีความสัมพันธ์กันตราบเท่าที่ทรัพยากรน้ำยังอยู่บนวงจรอุทกวิทยาซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในระบบภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลอุทกวิทยาในอดีตและข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกัน ได้แก่ การเกิดน้ำท่วม การไหลของน้ำ การไหลของธารน้ำแข็ง โดยนำข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้จากหลายประเทศและข้อมูลตัวแทน เช่น ข้อมูลแกนน้ำแข็ง ข้อมูลวงปีของต้นไม้ รูปแบบของตะกอนดิน รวมทั้งสถิติตัวแปรสภาพภูมิอากาศหรือตัวแปรทางอุทกวิทยาในอดีต ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความจำเป็นที่จะช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยลักษณะทางอุทกวิทยาในอดีตและข้อมูลตัวแทนจะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผลจากการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังกล่าว ทำให้สามารถปรับปรุงวิธีการในการวิเคราะห์ปัญหาให้มีความสอดคล้องกันมากขึ้น และผลจากการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์หลายรูปแบบทำให้ทราบถึงสภาพภูมิอากาศวิทยาหรือความแปรปรวนของปริมาณฝนและน้ำท่า รวมถึงลักษณะเฉพาะของช่วงเวลาต่างๆ ในรอบปี อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในหลายประเทศมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาในระยะยาว จากข้อมูลอุทกวิทยาและข้อมูลที่มีความสำคัญทางอุตุนิยมวิทยาเป็นชุดข้อมูลทางสถิติ โดยข้อมูลเหล่านี้จะช่วยเพิ่มองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วยการวิเคราะห์ที่ตรงประเด็น การศึกษาข้อมูลในระยะยาวจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นทั้งในเรื่องของช่วงเวลาและข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ โดยข้อมูลทางอุทกวิทยาในระยะยาวส่วนใหญ่จะอยู่ภายใต้กิจกรรมของมนุษย์ที่สามารถจะระบุช่วงเวลาเพื่อจำแนกข้อมูลในการกำหนดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การรวบรวมข้อมูลในอดีตก่อนปี ค.ศ. 1990 และการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ระยะเวลาเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ผลจากการวิเคราะห์ในระยะยาวจะให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศทั้งในเชิงของเวลาและเชิงพื้นที่ ผลที่ได้จะช่วยสนับสนุนให้สามารถทำความเข้าใจได้ดีขึ้นเกี่ยวกับกระบวนการทางกายภาพของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

กรมอุตุนิยมวิทยา (2552) สรุปไว้ว่า ความผันแปรภูมิอากาศ (Climate Variability) หมายถึง ความแปรปรวนของลักษณะอากาศในแต่ละเดือน ฤดูกาล หรือปีที่มีความแตกต่างจากค่าสถิติ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หมายถึง ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีความต่อเนื่องในช่วงเวลายาวนาน ทำให้ลักษณะอากาศเฉลี่ยในพื้นที่หนึ่งๆ เปลี่ยนแปลงไป ส่วน USAID (2007) ได้กำหนดนิยามศัพท์ของสภาพภูมิอากาศไว้ว่า สภาพภูมิอากาศ (Weather) หมายถึง สภาพบรรยากาศในสถานที่หนึ่งในแง่ของอุณหภูมิ ความดัน ความชื้น ความเร็วลม และฝน สภาพภูมิอากาศ (Climate) มักจะกำหนดเป็นสภาพอากาศเฉลี่ยในช่วงเวลานาน (มักจะเป็น 30 ปี) ดังนั้นความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในสถานะของสภาพภูมิอากาศและระดับอากาศที่มีเหตุการณ์ของสภาพอากาศมากกว่าเหตุการณ์เดียว ตัวอย่างเช่น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่รวมความแห้งแล้ง น้ำท่วม ที่มีผลมากจากปรากฏการณ์เอลนิโญ (El Niño) และปรากฏการณ์ลานิญญา (La Niña) และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสถานะของสภาพภูมิอากาศหรือความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน (หรือนานกว่าทศวรรษที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผ่านมา) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอาจจะมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงในบรรยากาศหรือการใช้ที่ดิน

อำนาจ ชิดไธสง (2553) สรุปไว้ว่า ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศนั้น เป็นลักษณะของสภาพอากาศที่มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของสถานการณ์ปกติ โดยจะพิจารณาในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น ความผันแปรของปริมาณฝน ความผันแปรในลักษณะการกระจายของฝน ความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงเวลา 5-10 ปี เป็นต้น ความแปรปรวนดังกล่าว เป็นตัวชี้วัดความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศอาจจะเป็นรูปแบบหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่ชัดได้แต่อาจจะมีความเชื่อมโยงกับสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยดัชนีชี้วัดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศที่ใช้กันในปัจจุบันนั้น ประกอบด้วย (อำนาจ ชิดไธสง, 2553 อ้างถึง แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ, 2552)

Percentile-Based Indices ดัชนีชี้วัดตัวแปรอากาศที่สูงหรือต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่กำหนด เช่น อุณหภูมิสูงสุดรายวันที่มีค่าสูงกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 15 หมายความว่า จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันทั้งหมด 100 ข้อมูล ข้อมูลที่อุณหภูมิสูงสุด 15 ข้อมูลแรก เป็นข้อมูลที่มีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าในช่วงปกติของค่าอุณหภูมิสูงสุด กล่าวคือ มีความแปรปรวนมากกว่าในช่วงที่ปกติ

Absolute Indices ดัชนีแสดงค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในแต่ละช่วงของเวลา เช่น ค่าปริมาณสูงสุดในรอบเดือน เป็นต้น

Threshold Indices ดัชนีแสดงค่าตัวแปรที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนด เช่น จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 20 มิลลิเมตร เป็นต้น

Duration Indices ดัชนีแสดงช่วงเวลาของลักษณะความแปรปรวนทางสภาพอากาศ เช่น จำนวนวันที่มีฝนตกต่อเนื่อง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำ

สภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งของการผลิตทางการเกษตรและยังเป็นปัจจัยหลักในวงจรอุทกวิทยา การเปลี่ยนแปลงของวงจรอุทกวิทยาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อวงจรน้ำ (Water Cycle) และการบริหารจัดการน้ำ (Water Resource Management) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำจะส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในพื้นที่ต่างๆ ทั้งในเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อุตสาหกรรม (Global Water Partnership, 1990) วงจรน้ำในโลกมีความเชื่อมโยงกับสภาพภูมิอากาศ อุทกวิทยา และมีบทบาทสำคัญต่อระบบภูมิอากาศ มนุษย์ต้องยอมรับกับสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยรายงานฉบับล่าสุดของ IPCC 2007 ได้มีการยืนยันถึงสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลง และสาเหตุหลักเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ความน่ากลัวของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของมนุษย์และความยั่งยืนของระบบนิเวศ จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้มีความกังวลผลกระทบที่จะเกิดกับทรัพยากรน้ำจืดมากขึ้น

Brekke *et al*. (2009) ได้กล่าวถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ การเปลี่ยนแปลงในอุณหภูมิ การกระจายตัวของฝน และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ซึ่งเป็นผลจากสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับจัดการทรัพยากรน้ำให้กับหลายภาคส่วนที่ต้องการน้ำ Brekke และนักวิจัยคนอื่นๆ ยังได้ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างพื้นที่ฐานที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำนั้น ได้รับการออกแบบและใช้งานตามปริมาณน้ำที่ไหล ฝนที่ตก และลักษณะชลศาสตร์จากอดีตที่ผ่านมา เมื่อโครงสร้างพื้นที่ฐานแหล่งน้ำถูกนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำที่เกิดขึ้นภายใต้ความเปลี่ยนแปลงในภูมิอากาศย่อมจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงให้สามารถให้รองรับการจัดการทรัพยากรน้ำภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ผู้บริหารจัดการน้ำควรมีข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ และได้รับข้อมูลในเวลาที่เหมาะสมจะทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การจัดการทรัพยากรน้ำโดยเฉพาะการจัดสรรน้ำเพื่อให้ภาคส่วนต่างๆ จะต้องมีความเปลี่ยนแปลงไปตามการคาดการณ์เกี่ยวกับปริมาณน้ำและปริมาณน้ำที่สำรองไว้ใช้ในด้านต่างๆ การปรับเปลี่ยนการออกแบบและการบริหารจัดการน้ำให้สอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Parry (2007) กล่าวว่า ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อวงจรการไหลของน้ำ จะส่งผลให้ในช่วงฤดูแล้งอาจจะมีความแห้งแล้งที่มีระยะเวลายาวนานมากขึ้น สำหรับในช่วงฤดูฝนนั้นฝนจะตกมากขึ้น โดยจะก่อให้เกิดความเสี่ยงของเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่มีความเกี่ยวข้องกับน้ำบ่อยครั้งและมีความรุนแรงมากขึ้น เช่น ภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม เป็นต้น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบที่มีนัยสำคัญกับน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ของมนุษย์ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ รวมทั้งการเข้าถึงแหล่งน้ำด้วย สำหรับผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในภาคการเกษตร ได้แก่ ปริมาณผลผลิตที่ลดลง ความเสียหายของผลผลิต คุณภาพของผลผลิต เป็นต้น เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความสามารถในการผลิตด้านอาหารและด้านอื่นๆ อันได้แก่ ระบบนิเวศ สุขภาพ การใช้ที่ดิน ฯลฯ ได้มีการคาดการณ์ถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในบริเวณเขตร้อนของเอเชีย (Tropical Asia) บริเวณเขตเส้นศูนย์สูตรของเอเชียเป็น 5 กรณี คือ (1) การเปลี่ยนแปลงในวงจรน้ำ (2) การเกิดน้ำท่วมจะมากขึ้น มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานมากขึ้น และความเค็มแพร่เข้าสู่ลุ่มน้ำบางแห่ง (3) น้ำในผิวดินจะมีปริมาณลดลงเพราะมีการระเหยของน้ำสูง (4) น้ำจืดที่อยู่ใกล้บริเวณชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลง และ (5) ระดับของน้ำทะเลเพิ่มสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ราบต่ำ

การที่โลกมีอุณหภูมิอุ่นขึ้นทำให้น้ำมีการระเหยมากขึ้น บรรยากาศมีความชื้นมากขึ้น จากการที่มีไอน้ำในอากาศสูงส่งผลให้ฝนและหิมะตกเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเกิดน้ำท่วมมากขึ้น โดยปัจจัยเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดน้ำท่วม ได้แก่ ฝนตกบ่อยครั้งขึ้น เกิดพายุบ่อยครั้งทำให้ฝนตกหนัก เป็นต้น

ความแปรปรวนของฝนในด้านปริมาณ การกระจายตัวของฝนในเชิงพื้นที่และเวลา เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อประเทศไทย ความแปรปรวนของฝนนั้นมีทั้งที่เป็นเชิงบวก (ฝนมากกว่าปกติ) และเชิงลบ (ฝนน้อยกว่าปกติ) โดยปริมาณฝนในประเทศไทยจะมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ทั้งปริมาณและรูปแบบ รวมถึงความแรงของฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกภาค (อำนาจ ชิดไธสง, 2553 อ้างถึง แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ, 2552)

อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา (2554) กล่าวว่า ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยนั้นอาจจะมีมากขึ้นโดยเฉพาะปริมาณฝน จำนวนวันที่ฝนตก ระยะเวลาการทิ้งช่วงของฝน รวมถึงความเร็วลม และอุณหภูมิด้วย โดยตัวแปรต่างๆ เหล่านี้จะมีผลต่อการคายและระเหยของน้ำ ซึ่งอาจจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่งผลต่อปริมาณน้ำของแต่ละลุ่มน้ำที่แตกต่างกันไป จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นมีผลสำคัญต่อทรัพยากรน้ำ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรน้ำจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ใช้เวลาหลายสิบปีอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ พื้นที่ภาคใต้ตอนล่างและชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันออกบริเวณจังหวัดจันทบุรีและตราดมีปริมาณฝนรวมเพิ่มมากขึ้นประมาณร้อยละ 10-15 ปริมาณน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงไปนั้นจะส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพของน้ำในลักษณะที่มีความแตกต่างกัน คือ บริเวณที่มีปริมาณฝนมากขึ้นอาจจะนำไปสู่การกัดเซาะชะล้างหน้าดินมากขึ้น และลุ่มน้ำที่มีปริมาณของน้ำลดลงจะทำให้การเจือจางสารมลพิษเกิดขึ้นได้น้อยลง ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลต่อการเพาะปลูกโดยตรง โดยเฉพาะพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทาน และส่งผลกระทบต่อการย่อยสลายของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งถ้าหากมีการจัดการดินที่ไม่เหมาะสมแล้วจะส่งผลต่อผลผลิตได้ อย่างไรก็ดี ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศนั้นส่งผลดีต่อพันธุ์พืชบางชนิด

ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CCKM) (2553) ได้สรุปไว้ว่า สภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมีผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตรและความมั่นคงทางด้านอาหาร ในการรับมือทางด้านการเกษตรได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่เพื่อให้สามารถทำการผลิตได้ นอกจากนี้ยังมีการสังเกตการณ์สภาพภูมิอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นและสถานการณ์ที่คาดไม่ถึง เนื่องจากความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนที่เกษตรกรจะต้องเผชิญและมีความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกษตรกรต้องคาดการณ์ล่วงหน้าถึงสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ก่อนที่จะทำการเพาะปลูก เพื่อให้เกษตรกรวางแผนการผลิตและลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น โดยเท่าที่ผ่านมานั้นความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศทำให้เกษตรกรขัดสนและเป็นหนี้สินเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรดำรงชีพโดยพึงพาอาศัยระบบเกษตรเพียงอย่างเดียว ในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งโครงการศูนย์ภูมิอากาศระดับชุมชน เพื่อให้เกษตรกรวางแผนทำการเกษตรได้ง่ายขึ้น และเตรียมรับมือกับภัยธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นได้

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และวิรัช ฉัตรดรงค์ (2551) ได้สรุปถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยไว้ว่า ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2548 ในภาคตะวันออกของประเทศไทยต้องประสบกับปัญหาภัยแล้งอย่างมาก ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 ก็เกิดภัยแล้งและตามมาด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม โดยเหตุการณ์ดังกล่าวได้ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ พืชผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย โดยทำการวิจัยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลกต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณน้ำฝน น้ำท่าของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่า ภาคตะวันออกของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำ และพบว่าอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจะมีค่าสูงขึ้น แต่ยังไม่มีข้อสรุปของความรุนแรงรวมไปถึงลักษณะการกระจาย โดยใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) วิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรอนุกรมเวลา และตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศในลักษณะของความถี่ เทคนิคเวฟเล็ตดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย สำหรับการศึกษาในเรื่องของผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรน้ำในภาคตะวันออก ผลการวิจัยเบื้องต้น พบว่าปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่จะเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ ถึงแม้ปริมาณน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นแต่ก็อาจจะเป็นสาเหตุของการเกิดความขาดแคลนน้ำได้

การประชุมระดมความคิดเห็น ชลประทานจังหวัดจันทบุรี (2554) สรุปไว้ว่า ทางชลประทานต้องระบายน้ำในช่วงเดือนเมษายนซึ่งไม่เคยมีการระบายน้ำในเดือนดังกล่าวมาก่อนเพราะเป็นช่วงที่อากาศเป็นฤดูแล้ง แต่ความจริงจะต้องกักเก็บน้ำในฤดูแล้ง (ทุกปีชลประทานจะระบายน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน) ซึ่งการระบายน้ำในช่วงเดือนเมษายนนั้นส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ทำประมงชายฝั่ง (ปลากระชัง เลี้ยงกุ้ง) ขาดทุนเพราะการระบายน้ำส่งผลให้สัตว์ที่เลี้ยงไม่เจริญเติบโต การที่ปริมาณน้ำมากผิดฤดูทำให้กรมชลประทานไม่แน่ใจในการบริหารจัดการน้ำและการคาดการณ์เรื่องน้ำคาดเคลื่อนไป เช่น ชลประทานจะระบายน้ำในช่วงใด หรือจะเก็บกักน้ำช่วงใด

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความแห้งแล้ง

ความหมายของภัยแล้งและความแห้งแล้ง

ภัยแล้งหรือความแห้งแล้ง (Drought) เป็นภัยธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในช่วงเวลาที่ฝนทิ้งช่วงหรือช่วงเวลาที่อากาศแห้งผิดปกติ ส่งผลให้เกิดความขาดแคลนน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและน้ำเพื่อการเกษตร และถ้าหากเกิดในระดับที่มีความรุนแรงอาจทำให้พืชผลรวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้รับความเสียหายได้ โดยระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งมีความสัมพันธ์กับสภาวะฝนแล้งหรือความแห้งแล้งของสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝนตกน้อยกว่าค่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ดินขาดน้ำ พืชขาดความชุ่มชื้น และขาดแคลนน้ำหล่อเลี้ยงทำให้เกิดความเสียหายได้ ระดับความรุนแรงของฝนแล้งขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศและความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแห้งแล้ง รวมถึงขนาดของพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง ดังนั้นจะเห็นว่าฝนเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อความแห้งแล้งชัดเจนกว่าข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542)

สภาวะฝนแล้ง หมายถึง การที่ปริมาณฝนน้อยจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวแปรทางด้านฝนมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งอย่างชัดเจนกว่าตัวแปรทางด้านภูมิอากาศอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เป็นต้น (ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ, 2547 อ้างถึง ปราณี ว่องวิทวัส, 2532) สภาวะฝนแล้งเป็นสภาวะความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศ ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล

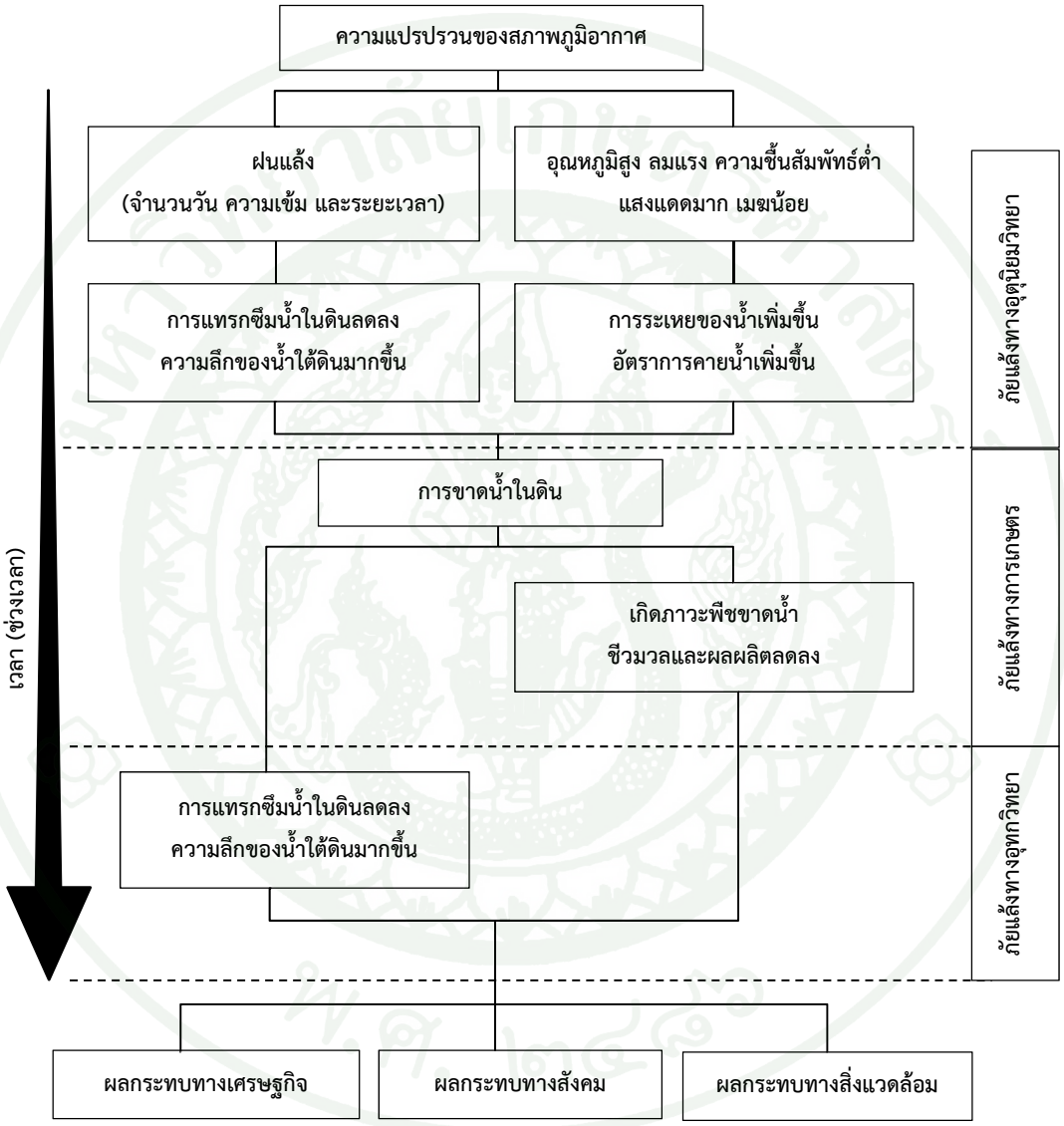
สาเหตุของความแห้งแล้งมีลักษณะการเกิดแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) ความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (2) ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา และ (3) ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม โดยแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้

ความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Drought) เกิดจากการที่มีฝนน้อยกว่าปกติหรือจำนวนวันที่ฝนตกน้อยผิดปกติกระจายเป็นวงกว้างและมีระยะเวลายาวนานต่อเนื่องกัน หรืออาจหมายถึง สภาวะการขาดฝนหรือฝนต่ำกว่าค่าปกติมาก ซึ่งจะเกิดระยะเวลานานเกินกว่าที่ควรจะเป็นและเกิดครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกกำหนดปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณฝนรวมรายปีต่ำกว่าร้อยละ 60 ของค่าปกติ (2) ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้งติดต่อกัน 2 ปีขึ้นไป และ (3) พื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งต้องมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมด

ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม (Agricultural Drought) มีความสัมพันธ์กับความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาและความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยาที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น ทำให้เกิดสภาวะที่พืชขาดแคลนน้ำเนื่องมาจากปริมาณฝนและการกระจายของฝนน้อยกว่าปกติ การระเหยจริง (Actual Evapotranspiration) มีค่ามากกว่าศักย์การระเหย (Potential Evapotranspiration) รวมถึงความชื้นในดินมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้ระดับน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินลดลง ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological Drought) เกิดจากปริมาณน้ำท่า เช่น แม่น้ำ คลอง หนอง บึง ห้วย ฝาย อ่างเก็บน้ำ และเขื่อนต่างๆ เป็นต้น มีระดับน้ำน้อยกว่าปกติหรือระดับของน้ำใต้ดินมีปริมาณลดลง



ภาพที่ 2 ประเภทของความแห้งแล้งและผลกระทบของความแห้งแล้ง
ที่มา: ดัดแปลงจาก FAO (2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทั่วไปของภัยแล้ง

ประเทศไทยเป็นประเทศที่จัดอยู่ในเขตภูมิอากาศชื้นและแห้ง (Wet and Dry Climate) หรือที่รู้จักกันจากการจำแนกเขตภูมิอากาศ Koppen ซึ่งมีลักษณะดังนี้

Am คือ มีช่วงของความแห้งแล้งระยะสั้น ความชื้นในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช

Aw คือ มีช่วงของความแห้งแล้งระยะยาว ความชื้นในดินหมดไป จนส่งผลให้พืชบางชนิดตายได้ หรือต้องมีการปรับตัวด้วยวิธีการต่างๆ

ดังนั้น ความแห้งแล้งจึงเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นปกติ ซึ่งต้องยอมรับและเตรียมการเพื่อรองรับเหตุการณ์ดังกล่าว โดยสามารถแบ่งระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง ได้ดังตารางที่ 2

สาเหตุของความแห้งแล้ง

สภาวะของความแห้งแล้ง เกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1) ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ฝนตกร้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล จำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าเกณฑ์หรือเกิดฝนทิ้งช่วงยาวนานผิดปกติ

2) การขาดความสมดุลของธรรมชาติ ส่งผลให้ไม่เกิดความเอื้ออำนวยในการเกิดฝน

3) การเปลี่ยนแปลงสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

4) การที่มีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น การพัฒนาพื้นที่ทำการเกษตรและอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ระดับความรุนแรงของสภาวะฝนแล้ง

ระดับของสภาวะฝนแล้ง	ลักษณะเหตุการณ์
สภาวะความแห้งแล้งอย่างเบา (Dry Spell)	ฝนตกเฉลี่ยไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร เป็นเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วัน ในฤดูฝน ความแห้งแล้งแบบนี้เกิดขึ้นตามภูมิภาคต่างๆ ในประเทศไทยเสมอ ระหว่างเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม
สภาวะความแห้งแล้งปานกลาง (Partial Drought)	ฝนตกเฉลี่ยไม่เกินวันละ 0.25 มิลลิเมตร เป็นเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 29 วัน ในฤดูฝน ความแห้งแล้งแบบนี้เกิดขึ้นถึงขั้นเกิดการขาดแคลนน้ำ ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร ความเป็นอยู่ของประชาชน และเศรษฐกิจของประเทศ
สภาวะความแห้งแล้งอย่างรุนแรง หรือ ความแห้งแล้งสัมบูรณ์ (Absolute Drought)	ฝนตกไม่ต่อเนื่องกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน ในฤดูฝน หรืออาจตกบ้างแต่ไม่มีวันใดที่ฝนตกถึง 0.25 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นภัยธรรมชาติที่มีความรุนแรงมากที่สุด ส่งผลให้พืชต่างๆ ล้มตาย ทำให้ไม่มีผลผลิต

ที่มา: โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลองความต้องการใช้น้ำในเขตเมืองและชนบท (2547)

องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nation: FAO) (2007) สรุปไว้ว่า สาเหตุของความแห้งแล้งเกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและการไม่มีแหล่งน้ำผิวดินความแห้งแล้ง เกิดจากการขาดแคลนปริมาณน้ำฝนหรือปัจจัยอื่นๆ เช่น ความชื้นในอากาศ การเคลื่อนตัวของชั้นบรรยากาศที่มีผลต่อการยับยั้งการเกิดฝน การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค รวมถึงระดับโลก ความแห้งแล้งในระยะสั้นๆ มีความเชื่อมโยงกับบรรยากาศและน้ำทะเลในมหาสมุทร ตัวอย่างเช่น ปรากฏการณ์เอลนิโญ (ตารางที่ 3) ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในเชิงของความแห้งแล้ง รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฝนซึ่งคาดว่าจะมีความแห้งแล้งเพิ่มขึ้น และความแห้งแล้งยังเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า การทำกิจกรรมทางการเกษตร การก่อสร้าง และการทำเหมืองแร่ อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ปีที่เกิดและระดับความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนิโญ (El Niño)

พ.ศ.	ปรากฏการณ์	ระดับความรุนแรง		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
2529	เอลนิโญ		✓	
2530	เอลนิโญ		✓	
2534	เอลนิโญ			✓
2537	เอลนิโญ		✓	
2540	เอลนิโญ			✓
2545	เอลนิโญ		✓	
2547	เอลนิโญ	✓		
2549	เอลนิโญ	✓		
2552	เอลนิโญ			✓

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2555)

ปราโมทย์ ไม้กลัด (2553) อธิบายถึงสาเหตุของปัญหาความแห้งแล้งและการขาดแคลนน้ำว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน โดยทางอุตุนิยมวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่า “ความแห้งแล้ง” หมายถึง สภาวะการขาดฝนอย่างผิดปกติหรือปริมาณฝนที่ตกต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ ซึ่งสภาวะดังกล่าวจะมีระยะเวลานานกว่าปกติและครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง สำหรับประเทศไทยปริมาณฝนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 ปัจจัย ได้แก่ พายุหมุนเขตร้อน ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำ และฝนทิ้งช่วง

พายุหมุนเขตร้อน เช่น พายุไต้ฝุ่น พายุโซนร้อน พายุดีเปรสชั่น เป็นต้น จากสถิติการเกิดพายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทยที่ผ่านมา พายุหมุนเขตร้อนจะเคลื่อนผ่านเข้ามาในประเทศไทยประมาณ 3-4 ลูกต่อปี หากปีใดมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านเข้ามาน้อยหรือไม่เคลื่อนผ่านเข้ามาเลย จะส่งผลให้ฝนตกน้อยกว่าปกติเนื่องจากปริมาณฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนจะขึ้นอยู่กับขนาด ทิศทาง และความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนแต่ละลูกด้วย

ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำจะเคลื่อนตัวตามแนวของดวงอาทิตย์พาดผ่านช่วงฤดูฝนของประเทศไทยฝนแต่ละปีทำให้เกิดฝนตก หากปีใดร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำมีกำลังอ่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือเคลื่อนผ่านประเทศไทยเร็วกว่าปกติจะส่งผลให้ปริมาณฝนน้อยกว่าปกติและทำให้เกิดความแห้งแล้งได้

ฝนทิ้งช่วงมักจะเกิดในช่วงปลายเดือนมิถุนายนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ซึ่งในประเทศไทยจะเกิดฝนทิ้งช่วงเป็นประจำโดยมีระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวร่องมรสุมเคลื่อนขึ้นไปพาดผ่านทางตอนใต้ของประเทศจีนส่งผลให้ฝนตกในประเทศไทยลดลง และหากปีใดเกิดฝนทิ้งช่วงยาวนานมากกว่า 2 สัปดาห์ จะก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อภาคการเกษตรซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่เกษตรกรเริ่มทำการเพาะปลูกหรือปักดำข้าวกล้าแล้ว และหากเกิดฝนทิ้งช่วงมีระยะเวลานานเป็นเดือนจะทำให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงทั่วประเทศไทยได้ โดยปีที่เกิดฝนทิ้งช่วงที่มีระยะเวลานานเป็นเดือนในประเทศไทย เช่น ปี พ.ศ. 2522 ปี พ.ศ. 2530 ปี พ.ศ. 2534 ปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2542 เป็นต้น

นอกจากปัจจัยสำคัญทั้ง 3 ปัจจัยข้างต้นที่ทำให้เกิดฝนในประเทศไทยแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนอีก เช่น สภาวะโลกร้อน สภาวะที่น้ำทะเลตามแนวเส้นศูนย์สูตรเย็นลงกว่าปกติ เป็นต้น โดยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้การหมุนเวียนของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไปอาจจะส่งผลต่อเนื่องทำให้บางพื้นที่มีฝนตกน้อย สำหรับประเทศไทยจะเกิดความแห้งแล้ง 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงฤดูหนาวจนถึงฤดูร้อน (ตั้งแต่สิ้นสุดฤดูฝนหรือครึ่งหลังของเดือนตุลาคม) ทางตอนบนของประเทศไทยปริมาณฝนจะลดลงและมีฝนตกน้อยจนเข้าสู่ฤดูฝนใหม่อีกครั้ง (ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม) ความแห้งแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และช่วงกลางฤดูฝน (ปลายเดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนกรกฎาคม) จะมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้นประมาณ 2 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน ถ้าปีใดเกิดฝนทิ้งช่วงนานจะส่งผลต่อภาคการเกษตรมาก ทำให้พืชขาดแคลนน้ำ เหี่ยวเฉา และอาจจะตายได้ในที่สุด ความแห้งแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะบางพื้นที่แต่ในบางปีอาจจะครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วทั้งประเทศ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ภัยจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานานจนส่งผลให้เกิดความเสียหายและสร้างความเดือดร้อนต่อชุมชน สาเหตุอาจเกิดจากธรรมชาติหรืออาจจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์ก็ได้

การขาดแคลนน้ำ หมายถึง การที่มีแหล่งน้ำไม่เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการใช้น้ำเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ อาจจะทำให้ในพื้นที่เกิดสภาวะความแห้งแล้ง สำหรับปัญหาการขาดแคลนน้ำในประเทศไทย ได้แก่ การขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร และที่สำคัญคือการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้เพาะปลูกพืชฤดูแล้งในท้องถิ่นต่างๆ ทั่วประเทศ โดยธรรมชาติแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณน้ำจะมีไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำยกเว้นพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทาน นอกจากนี้ในภาคอุตสาหกรรมก็อาจจะได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำในปีที่มีความแห้งแล้งมาก ส่งผลให้เกิดการแย่งน้ำกันระหว่างภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม รวมถึงแหล่งน้ำของชุมชนมาใช้

ในอดีตประเทศไทยไม่เคยประสบปัญหาวิกฤติเรื่องการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรงบ่อยนัก แต่สืบเนื่องมาจากสภาพของลมฟ้าอากาศในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่อทุกภูมิภาคทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย โดยในแต่ละปีความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและสภาวะความรุนแรงของสมฟ้าอากาศได้เกิดขึ้นทั่วโลก ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบจากสภาวะดังกล่าวทำให้ประสบกับปัญหาความแห้งแล้งรุนแรงอยู่เสมอประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตของคนไทยทำให้สภาพของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และแหล่งน้ำต่างๆ ที่ประชาชนคนไทยพึงพาอาศัยเพื่อการยังชีพมีสภาพถึงขั้นวิกฤติ

ปัจจุบันประชาชนทั้งในเมือง ในชนบท และในเขตอุตสาหกรรมมีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น แต่คุณภาพและปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในหลายพื้นที่ตกอยู่ในขั้นวิกฤติ และในขณะเดียวกันการพัฒนาแหล่งน้ำและการจัดหาน้ำในรูปแบบและขนาดต่างๆ ให้เพิ่มขึ้นก็พบกับปัญหาและอุปสรรคหลายด้าน รวมถึงการบริหารจัดการทั้งหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน องค์กรต่างๆ และประชาชน ก็ไม่มีความสอดคล้องกัน ขาดความร่วมมือ และขาดการมีส่วนร่วมกันในการบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยสามารถสรุปปัญหาที่สำคัญในการขาดแคลนน้ำ ได้ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม หากปีใดฝนตกน้อยหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล การกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ เกิดฝนทิ้งช่วงยาวนาน ทำให้เกิดความแห้งแล้งส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำได้

ความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่ม การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม การขยายตัวทางเศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรม และภาคธุรกิจบริการมีการขยายตัวมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ มากขึ้นทุกปี ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการเกษตร ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ปริมาณน้ำเพื่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ เป็นต้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำสำรองและความต้องการใช้น้ำไม่สมดุลกันทำให้เกิดการแย่งกันใช้น้ำขึ้น นอกจากนี้ผู้ใช้น้ำยังขาดจิตสำนึกและวินัยในการใช้น้ำอย่างประหยัด และการไม่รู้จักการอนุรักษ์น้ำที่ถูกวิธีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำไม่พอใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งกักเก็บน้ำธรรมชาติ รวมถึงแหล่งกักเก็บน้ำที่มีการก่อสร้างและพัฒนาขึ้นมานั้นมีไม่เพียงพอหรือกระจายไม่ทั่วถึง แม้ว่ารัฐบาลจะมีนโยบายในการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดต่างๆ อีกหลายแห่ง แต่เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาการอพยพย้ายถิ่น รวมถึงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการที่จะพัฒนาสร้างแหล่งกักเก็บน้ำมีจำกัด ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ป่าไม้

แหล่งน้ำตื้นเขิน หนอง คลอง บึง ที่ใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร และการอุปโภคบริโภคมักตื้นเขิน เพราะถูกละเลยและขาดการดูแลเอาใจใส่ของผู้ใช้น้ำ

การตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารและแหล่งน้ำธรรมชาติ ก่อให้เกิดความแห้งแล้งและไม่มีน้ำไหลในฤดูแล้ง

ปัญหาคุณภาพน้ำ น้ำเสียที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือนที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำมีมากขึ้นแล้วยังทำให้เกิดน้ำเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง โดยไม่มีการบำบัดก่อนส่งผลให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีคุณภาพลดลง

จากสภาพปัญหาความแห้งแล้ง ภัยแล้ง และการขาดแคลนน้ำ สามารถสรุปสาเหตุหลักๆ ได้ 2 ประการ คือ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และเกิดจากสภาพทางธรรมชาติที่อยู่เหนือการควบคุมของมนุษย์

ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช

การให้น้ำแก่พืชจะใช้ทฤษฎีการให้น้ำตามความต้องการน้ำจากสมการของ Penman-Monteith โดยนำปัจจัยต่างๆ มาเป็นตัวกำหนดความต้องการน้ำของพืช ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญในการให้น้ำ ได้แก่ ปริมาณฝนที่ตก การระเหยถาด การคำนวณความต้องการน้ำของพืชเกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์กับพืชที่เพาะปลูกได้ การให้น้ำแก่พืชควรจะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต้องการน้ำของพืช

ความต้องการน้ำของพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดปริมาณ และเวลาในการให้น้ำแก่พืช เนื่องจากพืชต้องใช้น้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะผันแปรโดยตรงกับปริมาณน้ำที่พืชดูดเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในแต่ละช่วง ในสภาวะที่มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชก่อให้เกิดภาวะที่เรียกว่า “การขาดน้ำของพืช” สภาวะดังกล่าวส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและยังมีผลต่อเนื่องไปถึงผลผลิตของพืช สภาวะการขาดน้ำของพืชทำให้พืชเกิดการเหี่ยวเฉาและอาจตายได้ในที่สุด เนื่องจากปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่การเกษตรนั้นจะพบมากในเขตที่ทำการเกษตรแบบอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (Rainfed) สภาวะปัญหาจากการขาดแคลนน้ำที่เกิดมาจากปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำในดิน ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช โดยน้ำที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตได้มาจากแหล่งน้ำ 4 แหล่ง ดังนี้ (ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ, 2547)

ความชื้นในดิน ช่วงฤดูแล้งในดินจะมีความชื้นต่ำ น้ำในดินไม่เพียงพอที่จะชดเชยการคายน้ำของพืช พืชจะขาดน้ำ เหี่ยวเฉา และอาจจะตายในที่สุด ถ้ามีปริมาณที่มากพอพืชก็สามารถนำน้ำในส่วนนี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ แต่น้ำจากความชื้นในดินมีให้พืชสามารถเอาไปใช้ไม่มาก โดยความชื้นในดินที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แสดงดังภาพที่ 2 ดังนั้นความชื้นในดินจึงเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดปริมาณน้ำที่จะให้แก่พืช

น้ำใต้ดิน ถ้าน้ำใต้ดินอยู่ในระดับที่ซึมมาถึงรากพืชได้ พืชก็สามารถนำน้ำจากใต้ดินไปใช้ประโยชน์ได้ แต่น้ำต้องมีคุณภาพดีเพราะหากน้ำมีคุณภาพไม่ดีจะก่อให้เกิดการสะสมเกลือในเขตรากพืช

น้ำฝนที่ตกในฤดูกาลเพาะปลูก พืชสามารถนำน้ำจากส่วนนี้ไปใช้ได้เพียงบางส่วน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอัตราการตกของฝน ปริมาณน้ำฝน อัตราการซึมเข้าไปในดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ความชื้นในดินก่อนที่ฝนตก เป็นต้น โดยปริมาณน้ำฝนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้จึงถูกจำกัดเฉพาะส่วนที่เก็บกักอยู่ในเขตรากพืช

น้ำชลประทาน เป็นน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชเพิ่มเติมจากแหล่งน้ำที่กล่าวมาข้างต้น เพราะความชื้นในดิน น้ำใต้ดิน มีปริมาณไม่มาก รวมทั้งยังไม่สามารถที่จะหาคำนวณที่แน่นอนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้นน้ำจากความชื้นในดินและน้ำจากน้ำใต้ดินจึงไม่นำมาคิดปริมาณน้ำที่พืชต้องการ โดยน้ำที่จะต้องจัดหาเพิ่มเติมให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช คือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการในการระเหยและการคายน้ำรวมกับที่พืชต้องการเพื่อกิจกรรมอื่นๆ หักออกจากปริมาณฝนที่พืชนำไปใช้ได้ (Effective Rainfall)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Consumptive Use) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration)” หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชสูญเสียไปจากการระเหยและการคายน้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก คุณลักษณะดิน สภาพแวดล้อมที่ปลูกพืช การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเพื่อใช้ในการวางแผนจัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ให้พืชใช้เพียงพอตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง, 2554) องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับปริมาณการใช้น้ำของพืช ประกอบด้วย (1) สภาพภูมิอากาศ เช่น รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้น ลม เป็นต้น (2) พืช เช่น ชนิดของพืช อายุของพืช สภาพการคลุมดินของพืช เป็นต้น และ (3) ดิน เช่น ชนิดของดิน เนื้อดิน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการปลูกพืช ฤดูกาลที่เพาะปลูก วิธีการให้น้ำแก่พืช เป็นต้น การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชมี 2 วิธี ดังนี้

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการวัดตรง วิธีที่ใช้โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ (1) การวัดจำนวนความชื้นในดิน (2) การวัดจากแปลงทดลอง และ (3) การวัดจากถังการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) วิธีการวัดทั้ง 3 วิธีดังกล่าวให้ผลที่มีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง แต่ก็ยังมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถใช้กับสภาพพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่สภาพพื้นที่ที่ทำการตรวจวัดได้ นอกจากมียังมีค่าใช้จ่ายที่สูง และใช้เวลามาก

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศ วิธีการใช้ข้อมูลภูมิอากาศมี 3 วิธี คือ (1) การใช้ค่าศักย์การคายระเหย ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) (2) การใช้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (Epan) สัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ (Kp) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และ (3) การใช้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบเอ (Epan) และสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหยสำหรับถาดวัดแบบเอ (K’p) โดยสามารถเลือกใช้สมการที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลภูมิอากาศที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

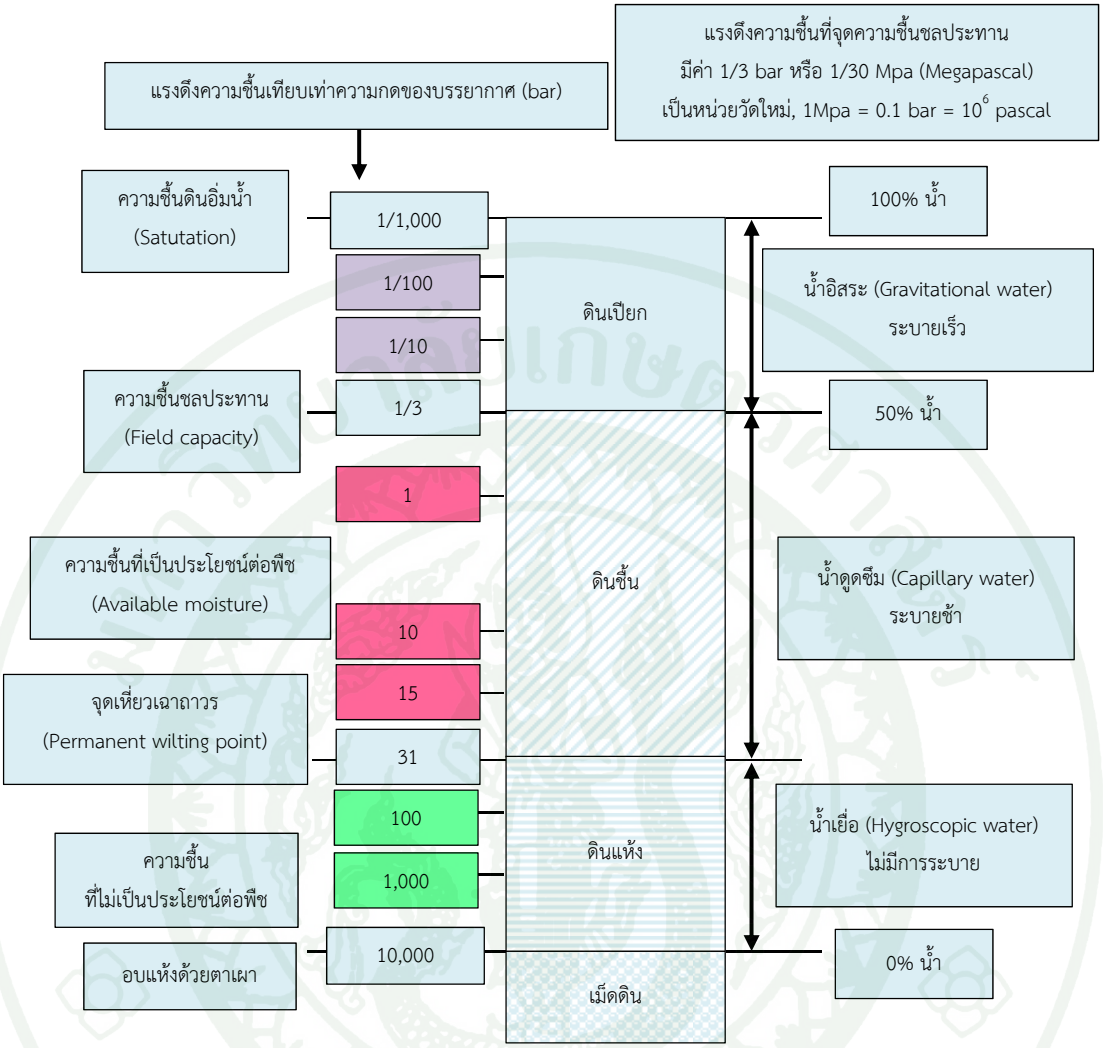
และมีหลักการและแนวคิดปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมีค่าเท่าใดจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 4 อย่าง ได้แก่ สภาพดิน ชนิดและอายุของพืช สภาพภูมิอากาศรอบๆ พืช และการจัดการเพาะปลูก

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการใช้ค่าศักย์การคายระเหย ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งสมการการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช มีดังนี้

$$ETc = ETp \times Kc \quad (1)$$

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศมีอยู่หลายวิธี โดยที่แต่ละวิธีนั้นจะใช้ข้อมูลภูมิอากาศเป็นหลัก ตัวอย่างวิธีหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ วิธีของ Penman, Blaney-Criddle, Hargeaves Equation, Makkink, Thornthwaite, Jendsen-Haise และ Lowry-Johnson เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยนั้นวิธีหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศที่มีความเหมาะสมกว่าวิธีอื่นๆ คือ วิธีของ Penman (สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง, 2554. อ้างถึง ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



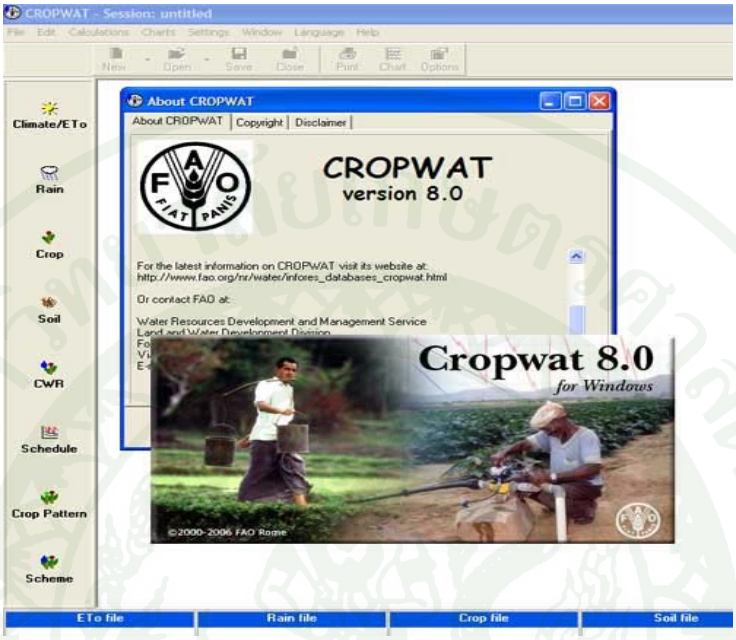
ภาพที่ 3 ความชื้นในดินและความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้และนำไปใช้ไม่ได้
ที่มา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2543)

โปรแกรม CROPWAT

CROPWAT เป็นโปรแกรม (ภาพที่ 4) ที่มีความสามารถในการคำนวณการระเหยคายของน้ำจริง (Actual Evapotranspiration: ETa) ศักยภาพการระเหยคายของน้ำ (Potential Evapotranspiration: ETm) ปริมาณน้ำฝนที่นำไปใช้ได้จริง (Effective Rainfall) ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Moisture Availability) ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement: CWR) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

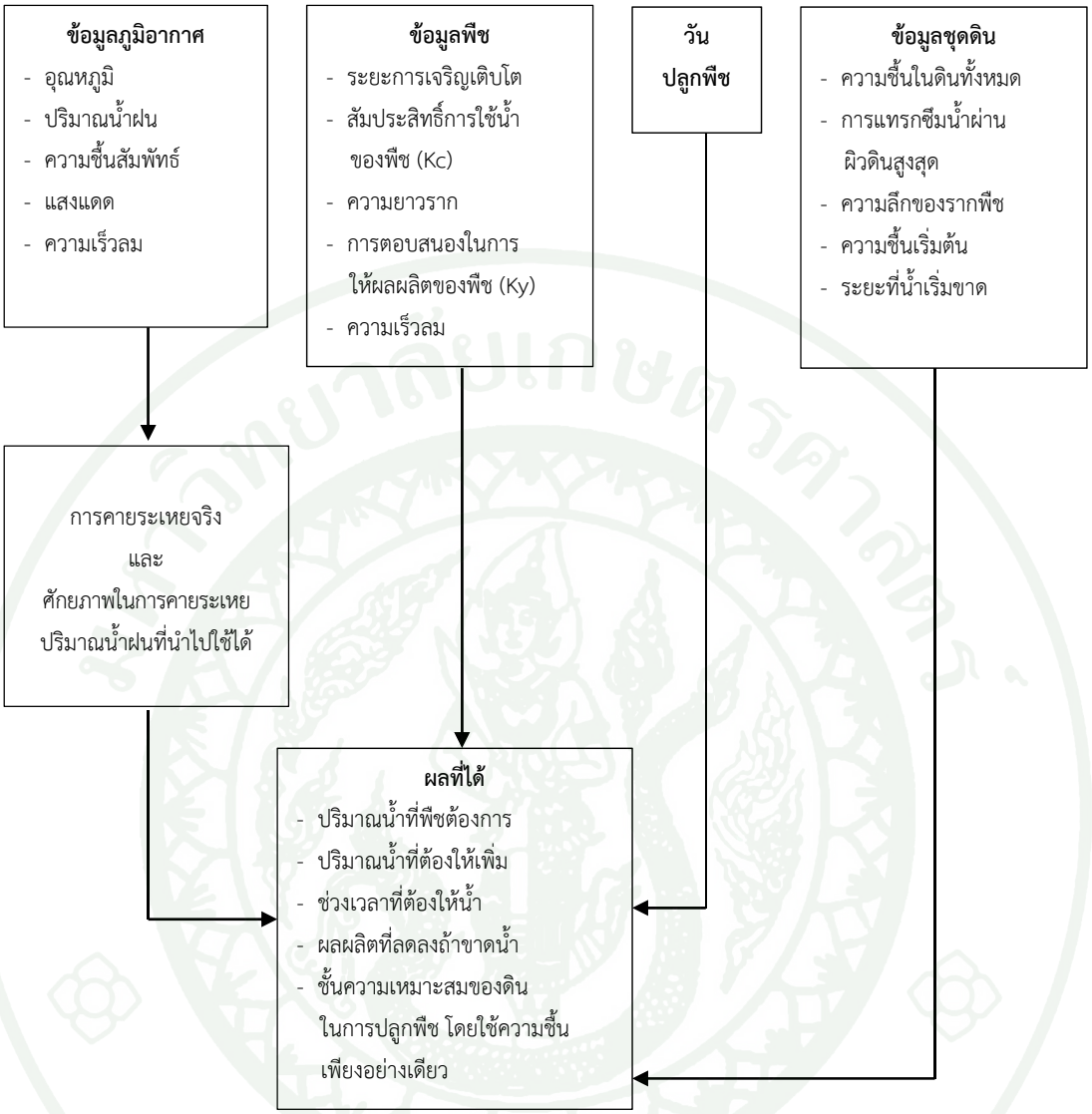
ปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาเพิ่มเติมให้แก่พืช (Irrigation Requirement) เพื่อให้ดินมีสภาพความชื้นที่อยู่ในระดับที่พืชต้องการ โดยคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ พืช และดิน



ภาพที่ 4 ลักษณะของโปรแกรม CROPWAT

โปรแกรม CROPWAT เป็นเครื่องมือวิเคราะห์สำหรับใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับนักอุตุนิยมวิทยาการเกษตร (Agro-Meterologist) นักเกษตร (Agronomist) และนักออกแบบระบบการให้น้ำ (Irrigation Engineer) ใช้ประโยชน์ในการคำนวณปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration) ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement) และการออกแบบระบบการให้น้ำชลประทาน การจัดการระบบการให้น้ำชลประทาน เพื่อใช้ในการวางแผนและปรับปรุงระบบชลประทานภายใต้เงื่อนไขและสภาพการให้น้ำพืชในแบบต่างๆ รวมทั้งช่วยประมาณการผลผลิตภายใต้การปลูกพืชแบบอาศัยน้ำฝนและสภาพที่น้ำขาดแคลน (สุรจิต ภูภักดิ์, 2549) โดยภาพที่ 5 เป็นผังแสดงการทำงานของโปรแกรม CROPWAT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม CROPWAT
ที่มา: สัญชัย หุ่นดี (2548 อ้างถึง ผริดา คุณีพงษ์ และคณะ, 2538)

สำหรับการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชด้วยแบบจำลอง CROPWAT ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ ได้แก่

ข้อมูลด้านภูมิอากาศ (Climate Data) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณฝน (Rain) อุณหภูมิ (Temperature) ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) ในแต่ละเดือน ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความเร็วลม (Wind Speed) และแสงแดด (Sunshine)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลพืช (Plant Data) ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตของพืช (Crop Stage) ในรอบปี สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: Kc) ความยาวของรากพืช (Rooting Depth) ระดับการขาดน้ำของพืช (Depletion Level) และการตอบสนองต่อการขาดน้ำของพืช (Yield Response Factors)

ข้อมูลดิน (Soil Data) ได้แก่ ปริมาณน้ำในดินแต่ละชนิดที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Total Available Soil Moisture: TAM) อัตราการแทรกซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด (Maximum Rain Infiltration Rate) ชั้นของดินที่จำกัดต่อการหยั่งลึกของรากพืช (Root Restricting Soil Layer) ปริมาณความชื้นที่ดินเริ่มขาด (Initial Soil Moisture Depletion) และปริมาณความชื้นที่พืชใช้ได้ทั้งหมด (Initial Soil Moisture)

ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม CROPWAT จะแสดงถึงความต้องการน้ำของพืชเป็นช่วงระยะตามที่ต้องการหรือตลอดฤดูกาลปลูกพืช และสามารถกำหนดรอบการให้น้ำแก่พืชโดยไม่กระทบต่อผลผลิต นอกจากนี้ยังกำหนดตารางการให้น้ำในแต่ละรอบการให้น้ำในหน่วยมิลลิเมตรต่อไร่หรือลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปกำหนดตารางการทำงานของเครื่องสูบน้ำหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการให้น้ำแก่พืชได้

ประเภทของสระเก็บน้ำ

การจัดหาแหล่งน้ำเพื่อใช้เป็นแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งและช่วงฝนทิ้งช่วง โดยรูปแบบในการพัฒนาแหล่งน้ำมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้น้ำ สภาพภูมิประเทศ และงบประมาณลงทุนในการก่อสร้าง สำหรับแหล่งน้ำประเภทสระเก็บน้ำนั้นเป็นแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีงบประมาณในการลงทุนไม่สูงมากนัก รวมทั้งยังสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนได้และมีความสะดวกที่สุด (กรมชลประทาน, 2547)

สระเก็บน้ำเป็นแหล่งกักเก็บน้ำฝน น้ำท่า หรือน้ำซับที่ไหลซึมออกมาจากดินด้วยการขุดดินให้เป็นที่สำหรับกักเก็บน้ำ โดยขนาดของสระเก็บน้ำ (ความยาว ความกว้าง และความลึก) จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการกักเก็บไว้ใช้งาน การขุดสระเก็บน้ำนั้นจะนำดินที่ขุดมาถมเป็นคันดินล้อมรอบของของสระเก็บน้ำ ส่วนใหญ่สระเก็บน้ำจะมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้ไม่มาก ซึ่งความจุของน้ำที่กักเก็บได้จะเท่ากับดินที่ขุดออกไปเท่านั้น สระเก็บน้ำมักจะสร้างในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่นอกเขตชลประทาน หรือพื้นที่ที่สภาพภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ดังนั้นสระเก็บน้ำจึงเหมาะที่จะสร้างไว้เป็นแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการเกษตรและเพื่อการอุปโภคบริโภคในช่วงฤดูแล้ง (ประมาณ 6 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) และช่วงฝนทิ้งช่วง

สระเก็บน้ำสามารถสร้างในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกันไป และสามารถสร้างได้ทุกแห่ง แต่จะต้องมีการกำหนดรูปแบบของสระเก็บน้ำให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่แต่ละแห่งด้วย สระเก็บน้ำแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ตามลักษณะของการรับน้ำจากแหล่งน้ำ ดังนี้

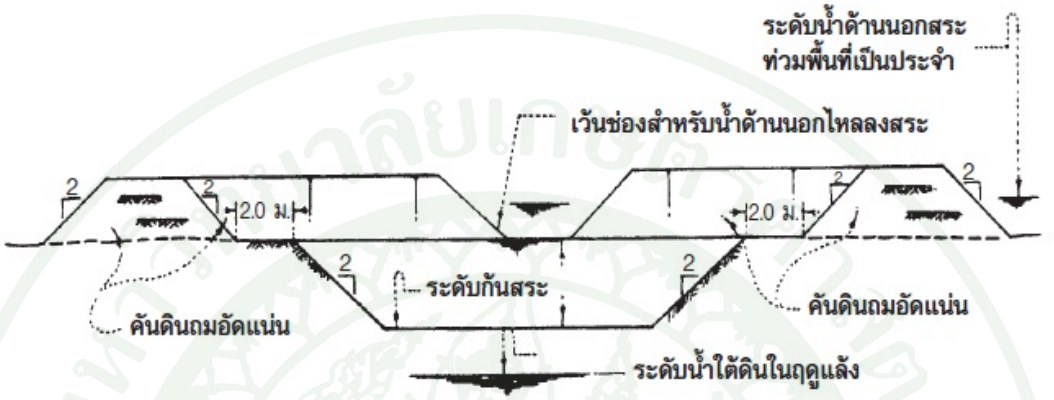
สระน้ำท่า เป็นสระเก็บน้ำที่ขังน้ำฝนที่ไหลมาจากผิวดิน โดยมีความลาดเทหรือมีร่องน้ำขนาดเล็ก และระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าก้นสระ สระเก็บน้ำท่ามีลักษณะคล้ายกับอ่างเก็บน้ำแต่ปริมาณน้ำที่กักเก็บได้มีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยความลึกของสระเก็บน้ำต้องไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ลักษณะรูปแบบของสระน้ำท่า
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

สระน้ำนอง เป็นสระที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ราบๆ สระจะมีน้ำนองอยู่ระหว่างฤดูหนึ่งหรือหลายฤดูในแต่ละปี แต่จะเป็นพื้นที่ที่น้ำนองอยู่ก่อนที่จะหมดฤดูน้ำหลาก โดยน้ำที่นองอยู่จะปล่อยให้ไหลเข้าสระเพื่อกักเก็บไว้ และจะไม่ปล่อยให้ไหลกลับออกมาจากสระเก็บน้ำ โดยสระน้ำนองแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

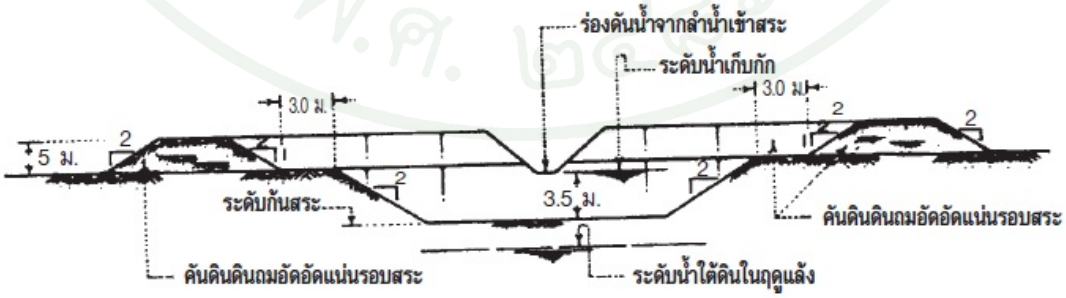
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สระน้ำนองแบบที่ 1 เป็นสระน้ำที่สร้างอยู่ในพื้นที่ราบลุ่ม มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าก้นสระ เป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมเป็นประจำ และไม่จำเป็นต้องทำคันดินรอบสระ โดยควรกำหนดให้ความลึกของสระจะต้องไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลักษณะรูปแบบของสระน้ำแบบที่ 1
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

สระน้ำนองแบบที่ 2 เป็นสระเก็บน้ำที่มาจากการผันน้ำมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น คูหรือคลองขนาดเล็กลงสู่สระเก็บน้ำ โดยจะสร้างอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการขุดดินที่ขุดขึ้นมานั้นถมเป็นคันดินล้อมรอบสระ ส่วนการผันน้ำจะต้องสร้างท่อควบคุมน้ำและบานสำหรับเปิดและปิดน้ำด้วย สระเก็บน้ำนองแบบที่ 2 จะกักเก็บน้ำได้มากที่สุด และความลึกของสระจะต้องไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร ดังภาพที่ 8



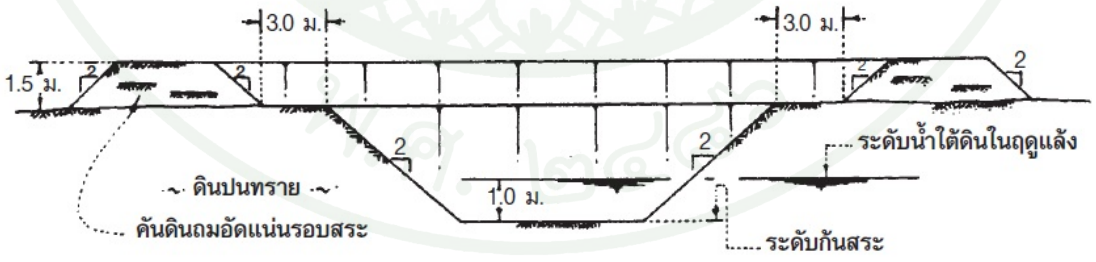
ภาพที่ 8 ลักษณะรูปแบบของสระน้ำแบบที่ 2
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สระน้ำฝน เป็นสระกักเก็บน้ำฝนที่สร้างในพื้นที่ที่ค่อนข้างราบมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าก้นสระ โดยขุดดินแล้วนำดินที่ขุดนั้นมาถมให้เป็นชานสำหรับรับน้ำฝนและคันดินรอบสระทั้ง 4 ด้าน เพื่อรับน้ำฝนให้ไหลลงสระ ความลึกของสระน้ำฝนต้องเก็บให้ได้ความลึกในช่วงตอนปลายฤดูฝนไม่น้อยกว่า 3.5 เมตรด้วย ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ลักษณะรูปแบบของสระน้ำฝน
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

สระน้ำใต้ดิน เป็นสระกักเก็บน้ำที่ไหลออกมาจากดินเหมือนบ่อน้ำตื้น โดยจะสร้างอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินในช่วงฤดูแล้งไม่ลึกจากผิวดินมากนัก ซึ่งมักจะเป็นพื้นที่ที่ลาดเนินบรรจบกับพื้นที่ราบ ดังภาพที่ 10 การขุดสระน้ำในพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากก็จะเป็นประโยชน์มาก เพราะนอกจากจะมีน้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคแล้วยังมีน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงฝนทิ้งช่วงด้วย ความลึกของก้นสระประเภทนี้ควรกำหนดให้ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินประมาณ 1 เมตร เป็นอย่างน้อย หรือประมาณ 4.5 เมตร



ภาพที่ 10 ลักษณะรูปแบบของสระน้ำใต้ดิน
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทบทวนแนวคิดและทฤษฎีทางด้านเศรษฐศาสตร์

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

Lenton (2002) กล่าวว่า วิธีการรับมือความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละด้านนั้นมีความแตกต่างกัน การมีส่วนร่วมในการรับมือความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ประการ อันได้แก่

ประการแรก การจัดการกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับต่างๆ ทั้งในระดับชาติและองค์กรระหว่างประเทศ หน่วยงานต่างๆ รวมไปถึงชุมชนในท้องถิ่น เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศแบบบูรณาการ

ประการที่สอง เครื่องมือหลักที่จะใช้สำหรับการรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ คือ การรับรู้และการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ รวมถึงการให้ความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นให้แก่ชุมชนในท้องถิ่น

ประการที่สาม การรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นควรจะมีการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน ควรมีการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจากข้อมูลภูมิอากาศและฤดูกาลในระหว่างปี เพื่อเป็นแนวทางช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น

ประการที่สี่ การรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ นอกจากจะต้องสนใจในเรื่องสภาวะเหตุการณ์สุดขั้วและเหตุการณ์ภัยพิบัติต่างๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว ควรจะต้องมีการพัฒนาโดยมีการเก็บและบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศในฤดูกาลต่างๆ เพื่อช่วยหลีกเลี่ยงความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุการณ์จากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงโอกาสที่จะได้รับประโยชน์จากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วย

ประการที่ห้า การเผชิญกับปัญหาในเรื่องของสภาพภูมิอากาศต้องมีการกำกับดูแลและกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมให้เกิดความยืดหยุ่นในการรับมือ หากเกิดความแปรปรวนของสภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภูมิอากาศตามเงื่อนไขในการจัดการทรัพยากรประเภทต่างๆ อย่างบูรณาการ เช่น การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดระบบการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเมื่อเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

จากวิธีในการรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 5 ประการข้างต้น เป็นการริเริ่มเพื่อช่วยในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนไม่เฉพาะเจาะจงหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งเท่านั้น จะส่งผลให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายมากขึ้น

การบริหารความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศ

UNFCCC (2001) ได้ทำการประเมินและคาดการณ์เกี่ยวกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นที่จากสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะการจัดการความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว มาตรการที่นำเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการ คือ การมีระบบเตือนภัยล่วงหน้าเพื่อเป็นกลไกในการกระจายความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ประกันภัย ระบบเตือนภัยล่วงหน้า เป็นต้น เพื่อลดผลกระทบของภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นจากความแปรปรวนของของสภาพภูมิอากาศและสภาวะอากาศแบบสุดขั้ว (Extreme Event) ปัจจุบันหลายประเทศทางยุโรปได้มีระบบเตือนภัยล่วงหน้าเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ เช่น คลื่นความร้อน น้ำท่วม อย่างไรก็ดี เมื่อมีการสำรวจระบบเตือนภัยล่วงหน้าทั่วโลก พบว่า ยังพบข้อบกพร่องโดยเฉพาะในแง่ของประสิทธิภาพ การเข้าถึงการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ที่มีความเสี่ยงในประเทศกำลังพัฒนา

การจัดหาน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำภายใต้สถานการณ์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจะต้องมีกลยุทธ์ของการบริหารจัดการน้ำ โดยคำนึงถึงปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดทางด้านกายภาพ ข้อจำกัดทางด้านเศรษฐกิจ ข้อจำกัดทางด้านการเมือง ข้อจำกัดทางด้านสังคม และข้อจำกัดของหน่วยงานที่บริหารจัดการน้ำและระบบน้ำ รวมถึงลำดับความสำคัญระหว่างหน่วยงานในระดับภูมิภาคและในระดับท้องถิ่นในการบริหารจัดการและกำกับดูแลเมื่อเกิดปัญหาภัยแล้งและภัยพิบัติจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และความไม่แน่นอนของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน ความเสียหายของผลผลิตการเกษตร ปริมาณและคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ตลอดจนเพื่อการอุปโภคบริโภคของครัวเรือน ดังนั้นเมื่อเกษตรกร ประชาชน หน่วยงานในระดับท้องถิ่นและส่วนกลางตระหนักถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดเหตุการณ์การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เกษตรกร ครัวเรือน และหน่วยงานต่างๆ จะต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนดังกล่าว

การบริหารจัดการน้ำภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ ในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวน การบริหารจัดการน้ำจะต้องคำนึงถึงความต้องการใช้น้ำเพื่อการผลิตทางการเกษตร เพื่อการอุตสาหกรรม เพื่ออุปโภคบริโภค เพื่อรักษาระบบนิเวศน์ ตลอดจนต้นทุนในการจัดหาน้ำ เพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ ความต้องการใช้น้ำมีลักษณะที่มีความพิเศษเนื่องจากน้ำเป็นสินค้าที่จะต้องมีการจัดหาและส่งมอบตรงตามเวลา สถานที่ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะความต้องการใช้น้ำเพื่อการผลิตทางการเกษตรที่ต้องใช้น้ำในปริมาณและเวลาที่พืชต้องการ เมื่อเกิดสถานการณ์ภัยแล้งการขาดแคลนน้ำจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและความต้องการใช้น้ำของพืช ความต้องการใช้น้ำจะมากหรือน้อยนั้นสามารถวัดได้จากการที่เกษตรกรมีความยินดีที่จะจ่ายในการจัดหาน้ำที่มีคุณภาพตรงตามที่พืชต้องการหรือวัดจากต้นทุนที่เกษตรกรยินดีที่จะจ่ายในการจัดหาน้ำเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำของพืชในช่วงเวลาต่างๆ

การบริหารจัดการน้ำเพื่อการผลิตทางด้านการเกษตรในระดับสวน ไร่นา หรือชุมชน จำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะความต้องการใช้น้ำ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันในหลายมิติทั้งทางด้านปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ เวลา สถานที่ในการกักเก็บน้ำสำรอง และต้นทุนในการจัดหาน้ำให้ตรงตามปริมาณน้ำที่ต้องการ โดยเมื่อนำความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศเข้ามาพิจารณาแล้ว ต้นทุนในการจัดหาน้ำเพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำในช่วงที่น้ำขาดแคลนจะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่ากรณีที่ไม่ได้นำความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งจากความแปรปรวนของภูมิอากาศเข้ามาพิจารณา ดังนั้นการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรไม่ว่าจะเป็นในระดับฟาร์ม เช่น ชาวสวนผลไม้ ชาวสวนยางพารา และตลอดจนในระดับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานในส่วนกลาง ซึ่งเป็นการบริหารจัดการน้ำให้แก่ประชาชนและเกษตรกรโดยรวม ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการน้ำเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

ความต้องการใช้น้ำที่แท้จริงและปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการน้ำ(Effective Demand for Water) “ความต้องการที่แท้จริง (Effective Demand)” หมายถึง ปริมาณความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

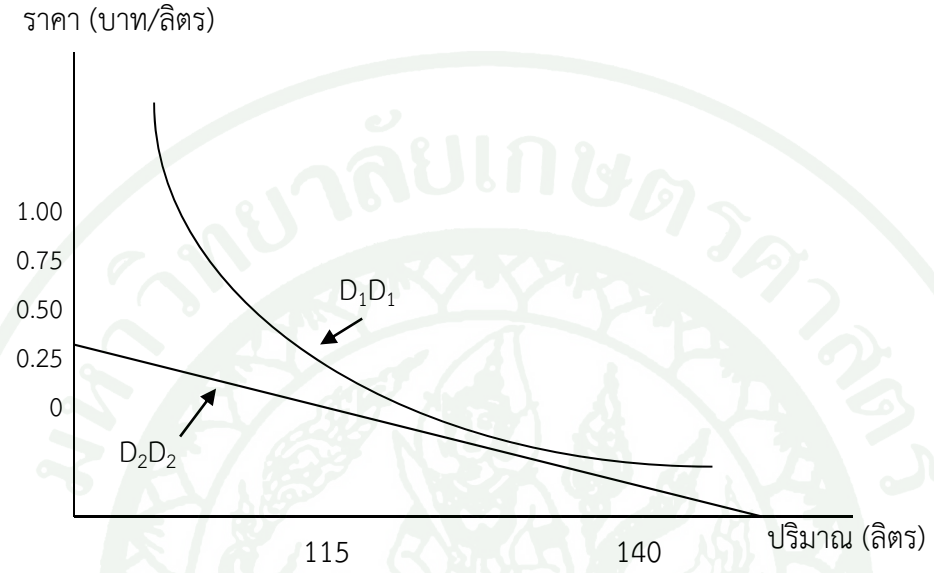
ต้องการน้ำที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยความสะอาดของน้ำ เวลา และแหล่งกักเก็บน้ำสำรอง การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการและคุณภาพของน้ำ รวมถึงการคาดการณ์ความต้องการใช้น้ำในอนาคตเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการจัดหาน้ำ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดหาน้ำเพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำทั้งในสถานการณ์ปกติและสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจเกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ในการประเมินความต้องการใช้น้ำจำเป็นที่จะต้องทราบความแตกต่างระหว่าง “ความต้องการที่มีประสิทธิภาพ” กับ “การใช้น้ำที่เกิดขึ้นจริง” ซึ่งเป็นปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ประสิทธิภาพของการใช้น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำและราคาของน้ำ ตัวอย่างเช่น การใช้น้ำน้อยไม่สามารถเป็นตัวแทนที่มีประสิทธิภาพแต่จะบ่งบอกถึงข้อจำกัดในการจัดหาน้ำที่มีอยู่

แนวคิดของความต้องการใช้น้ำ ภายใต้สภาพความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำที่ใช้เพื่อการเกษตรและเพื่อการอุปโภคบริโภค รวมถึงความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมและบริการ หลักอุปสงค์ของความต้องการใช้น้ำจะสะท้อนได้จากความยินดีที่จะจ่ายในการจัดหาน้ำ (Willingness To Pay: WTP) กับปริมาณน้ำในระดับต่างๆ โดยเหตุผลที่ครัวเรือนทั้งเขตในเมืองและในภาคการเกษตรยินดีที่จะจ่ายค่าน้ำมากขึ้นเมื่อเกิดความขาดแคลนน้ำมีดังนี้

สาเหตุของความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นและความต้องการใช้น้ำที่ไม่เพิ่มขึ้น(Incremental Demand VS. Non-Incremental Demand for Water) เมื่อความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นการจัดหาน้ำของหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรมักเพิ่มกำลังการผลิตและความสามารถในการส่งน้ำให้ถึงพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำ ตลอดจนการหาแหล่งน้ำใหม่ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน อันได้แก่ คลอง บึง แม่น้ำ น้ำฝน ฯลฯ หากการจัดหาแหล่งน้ำเพิ่มเป็นการทดแทนแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่เดิมจะเรียกว่า “ความต้องการใช้น้ำที่ไม่เพิ่มขึ้น (Non-Incremental Demand)” ตัวอย่างเช่น ครัวเรือนได้รับการต่อท่อใหม่ในระบบน้ำประปา โดยสูบน้ำจากกำลังการผลิตเดิมไม่ได้จัดหาแหล่งน้ำใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ในระยะยาว เป็นต้น แต่ถ้าหากการเพิ่มของอุปทานของน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นเรียกว่า “การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำ (Incremental Demand)” ตัวอย่างเช่น ครัวเรือนได้รับน้ำเพื่อนำมาใช้จากบ่อน้ำระยะทาง 300 เมตร แต่เพิ่มปริมาณการใช้น้ำจาก 450 ลิตรต่อวัน เป็น 650 ลิตรต่อวัน หลังจากที่มีการสร้างแหล่งน้ำสาธารณะในบริเวณใกล้เคียง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณน้ำ จากมุมมองทางเศรษฐกิจ ราคาของน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการใช้น้ำต่อหัว ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำและราคาแสดงดังเส้นอุปสงค์หรือเส้นความเต็มใจที่จะจ่ายค่าน้ำตามภาพที่ 11



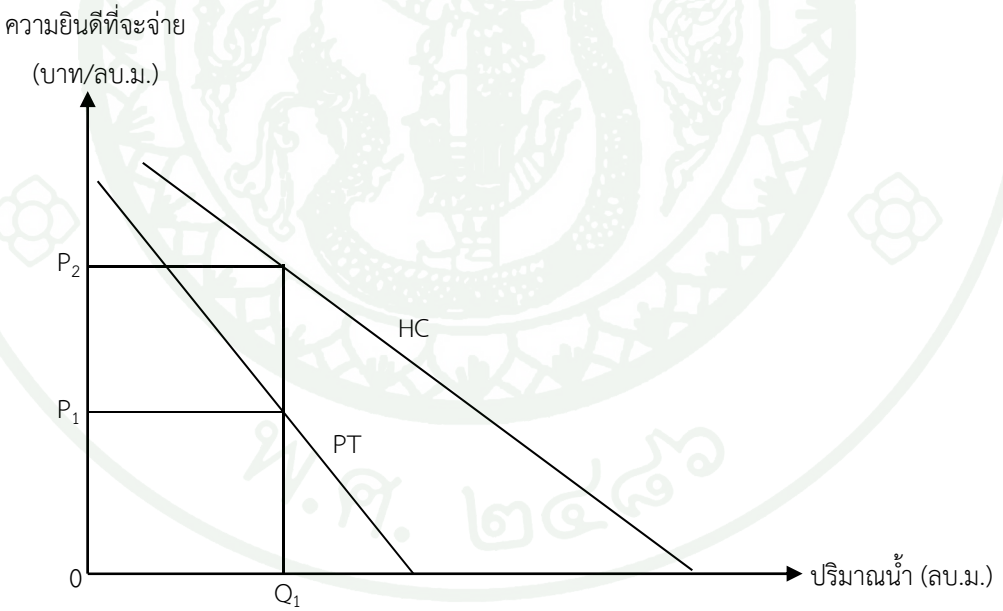
ภาพที่ 11 เส้นความต้องการใช้น้ำของแต่ละบุคคล
ที่มา: Asian Development Bank (1999)

จากภาพที่ 11 เป็นกราฟแสดงเส้นอุปสงค์ของความต้องการใช้น้ำของบุคคลแต่ละบุคคล โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เส้นความต้องการใช้น้ำที่เป็นเส้นโค้ง (Curve) และเส้นความต้องการใช้น้ำเชิงเส้นตรง (Linear) โดยเส้นอุปสงค์ D_1D_1 แสดงถึงการลดลงของความต้องการใช้น้ำ ตัวอย่างเช่น ความต้องการใช้น้ำ 5 ลิตรแรกเป็นความจำเป็นที่จะต้องการใช้น้ำเพื่อการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคล การใช้น้ำลิตรที่ 6-10 ก็เป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อสุขอนามัย และความต้องการใช้น้ำอีก 5 ลิตรถัดมา ก็เพื่อใช้ในการปรุงอาหาร ซักเสื้อผ้า เป็นต้น สำหรับปัจจัยอื่นที่เป็นความต้องการใช้น้ำในส่วนอื่นๆ ก็มีแนวโน้มที่ลดลง ดังนั้นความเต็มใจที่จะจ่ายค่าน้ำของแต่ละบุคคลก็จะค่อยๆ ลดลงไปด้วย สำหรับความต้องการน้ำเพื่อให้ไม้ผล “มีชีวิตไม่เหี่ยวเฉายืนต้นตาย” เมื่อเกิดภัยแล้งก็สามารถอธิบายได้โดยแนวคิดความต้องการน้ำของครัวเรือนได้ลักษณะเดียวกัน แต่มีลักษณะความต้องการเพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลผลิตผลผลิตทางการเกษตร และสำหรับเส้นอุปสงค์ D_2D_2เป็นเส้นอุปสงค์ในความต้องการใช้น้ำเส้นตรงเป็นตัวอย่างของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณน้ำและราคา ซึ่งเป็นการสะท้อนลักษณะพฤติกรรมความต้องการน้ำของผู้ใช้น้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต้องการน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน คุณภาพของน้ำเป็นส่วนหนึ่งของความต้องการใช้น้ำ คุณภาพของน้ำนั้นไม่สามารถอธิบายได้โดยง่าย การกำหนดคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำ รวมไปถึงองค์ประกอบทางด้านเคมีของน้ำ เช่น รสชาติ กลิ่น แรงดัน แหล่งน้ำที่มีความน่าเชื่อถือ การเข้าถึงและความสะดวกสบายในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เป็นต้น ปัจจัยทางด้านคุณภาพเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดลักษณะสินค้าน้ำปริมาณและคุณภาพในการให้บริการในการจัดหาน้ำ

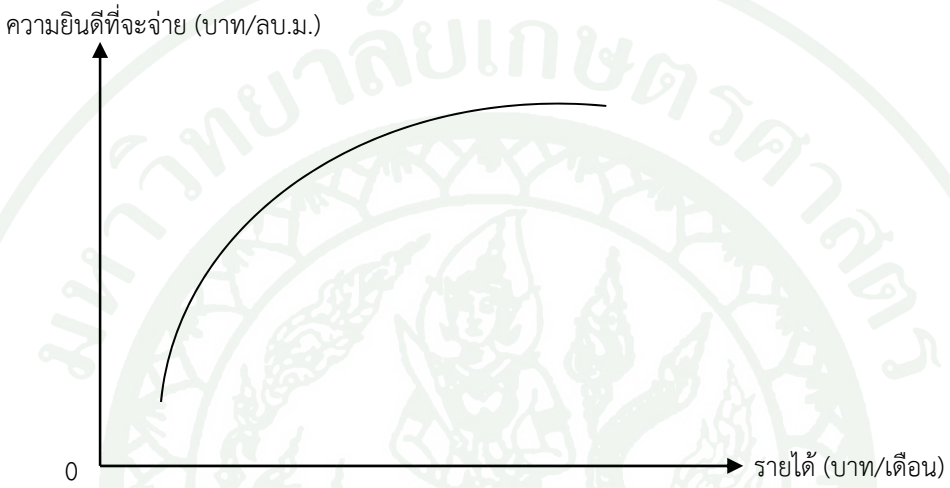
สำหรับบุคคลบุคคลหนึ่งพร้อมที่จะจ่ายค่าน้ำในราคาที่สูงเมื่อน้ำที่ใช้มีคุณภาพที่ดีในปริมาณน้ำที่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้น้ำมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าใช้น้ำที่มีการเชื่อมต่อระบบน้ำเข้ามาถึงในบ้านมากกว่าการนำน้ำจากก๊อกสาธารณะมาใช้สำหรับกรณีนี้มีเส้นอุปสงค์ที่มีความแตกต่างกัน 2 เส้น ดังภาพที่ 12 ในด้านของเกษตรกรความต้องการน้ำในปริมาณและคุณภาพของน้ำทั้งในองค์ประกอบทางเคมี เวลา สถานที่ในการส่งมอบ จะสะท้อนจากราคาที่เกษตรกรยินดีที่จะจ่ายค่าน้ำ หรือเสียค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ จัดหาน้ำให้ต้นไม้ที่สูงขึ้น แม้ว่าในกรณีที่ปกติ ปริมาณน้ำจำนวน Q_1 จะมีราคาอยู่ที่ P_1



ภาพที่ 12 เส้นอุปสงค์ในน้ำที่มาจากก๊อกสาธารณะ และก๊อกบ้าน
ที่มา: Asian Development Bank (1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครัวเรือนกับความต้องการใช้น้ำ ครัวเรือนที่มีรายได้สูงเป็นปกติที่จะมีความสามารถที่จะเต็มใจจ่ายค่าน้ำในปริมาณที่มากขึ้นได้ดีกว่าครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำ สำหรับเกษตรกรที่มีรายได้ และคาดว่ามีรายได้คุ้มกับต้นทุนการผลิตและการจัดหาน้ำเพื่อการผลิตทางการเกษตรจะมีความยินดีจ่ายค่าน้ำและค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำมากขึ้น เพื่อป้องกันต้นไม้ผลยางพาราเสียหาย

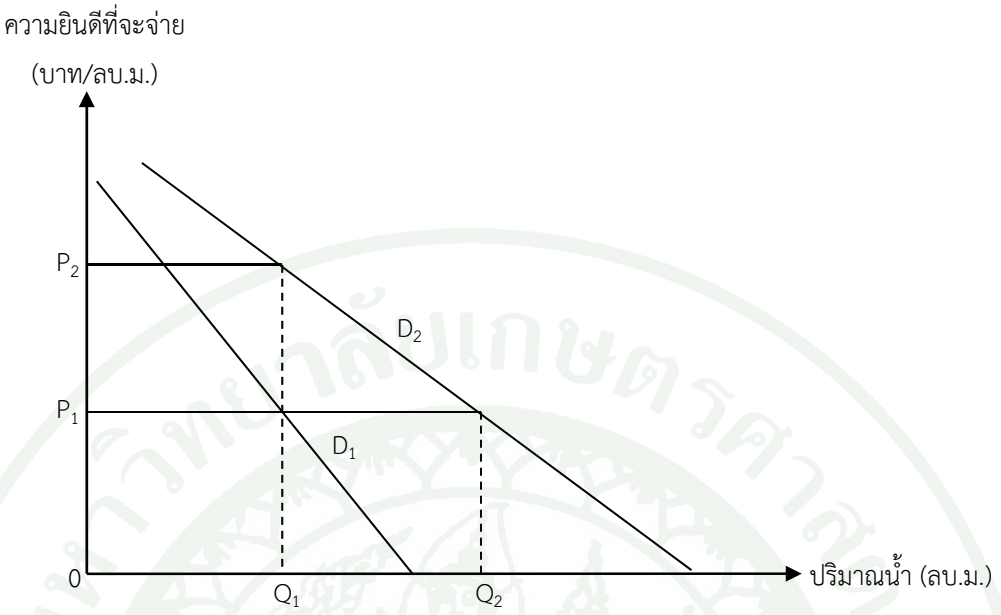


ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเต็มใจที่จะจ่ายกับรายได้
ที่มา: Asian Development Bank (1999)

จากภาพที่ 13 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเต็มใจที่จะจ่ายกับรายได้ โดยเส้นกราฟอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้กับความเต็มใจที่จะจ่ายในกรณีของครัวเรือนที่มีรายได้สูงมีความยินดีที่จะจ่ายค่าน้ำมากขึ้นเพื่อการใช้น้ำที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นจากรายได้ของเส้นอุปสงค์ขิงความต้องการใช้น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปจาก D_1ไป D_2 ในภาพที่ 14 ณ รายได้ระดับเดิม ปริมาณความต้องการน้ำอยู่ที่ราคา P_1 เมื่อรายได้เพิ่มขึ้น ณ P_1 ความต้องการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้น OQ_1 ไป OQ_2 หรืออธิบายได้ว่า เมื่อรายได้สูงขึ้นความเต็มใจที่จะจ่ายสูงจาก P_1 ไป P_2 สำหรับน้ำที่ปริมาณเท่ากัน (OQ_1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการและรายได้
ที่มา: Asian Development Bank (1999)

นอกจากปัจจัยทางด้านราคาและรายได้แล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้น้ำของภาคครัวเรือน ความต้องการน้ำในเชิงพาณิชย์ ความต้องการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม ความต้องการใช้น้ำทางด้านเกษตรกรรม และความต้องการน้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์ ดังนี้

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำในภาคครัวเรือน ได้แก่ จำนวนและขนาดของครัวเรือน รายได้ของครัวเรือนและการกระจายรายได้ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำในอนาคต ค่าเชื่อมต่อระบบน้ำ แหล่งน้ำ คุณภาพของการจัดหาและการให้บริการ ค่าใช้จ่ายและความพร้อมของอุปกรณ์ในการใช้น้ำ ความพร้อมของแหล่งน้ำทดแทน ลักษณะและการบริโภคในปัจจุบัน ข้อกำหนดและกฎหมายเรื่องน้ำ ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ และอิทธิพลทางด้านวัฒนธรรม

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ การขายหรือการเพิ่มมูลค่าทางการค้าที่ไม่ใช่เพื่อการยังชีพ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำที่จะใช้ในอนาคต ค่าเชื่อมต่อระบบน้ำ ค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องมือเครื่องใช้ คุณภาพและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการจัดหาน้ำ จำนวนชั่วโมงการทำงานของสถานประกอบการ และข้อกำหนดและกฎหมายเรื่องน้ำ

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำทั้งปัจจุบันและในอนาคต ประเภทของอุตสาหกรรมและความเข้มข้นในการใช้น้ำ ราคาน้ำจากของแหล่งทางเลือกต่างๆ คุณภาพและความน่าเชื่อถือได้ของแหล่งน้ำ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดน้ำเสีย

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำทั้งปัจจุบันและในอนาคต แหล่งน้ำสำรองอื่นๆ คุณภาพและความน่าเชื่อถือของแหล่งน้ำ ค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำในระบบน้ำต่างๆ ที่เป็นทางเลือก จำนวนสัตว์ที่เลี้ยง รวมถึงข้อกำหนดและกฎหมายเรื่องน้ำ

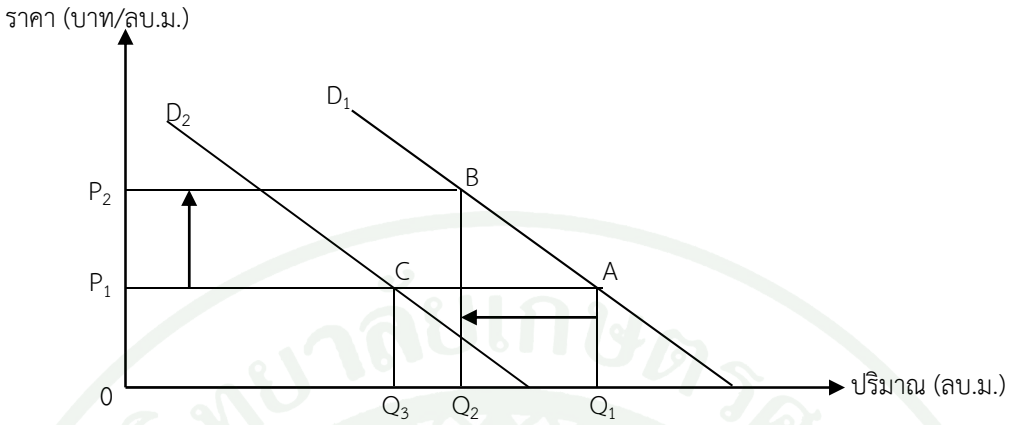
ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำด้านบริการสาธารณะ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำทั้งปัจจุบันและในอนาคต รายได้ต่อหัวของประชากรในท้องถิ่น จำนวนและขนาดของโรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ รวมถึงข้อกำหนดและกฎหมายเรื่องน้ำ

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์น้ำอาจมีความแตกต่างกันระหว่างในเมืองและชนบท โดยในชนบทจะให้ความสนใจในเรื่องของความพร้อมเรื่องแหล่งน้ำ แหล่งน้ำสำรอง แหล่งน้ำทดแทน รายได้ ความสามารถในการจัดหาน้ำ หรือการมีส่วนร่วมในการจัดหาน้ำ การจัดการทางด้านเทคโนโลยี และการใช้น้ำในภาคการเกษตรอื่นๆ กรณีของชนบทการประเมินความต้องการที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีความสนใจในเรื่องของการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่น

การใช้กลไกราคาจัดการความต้องการใช้น้ำ

เพื่อให้เข้าใจถึงปริมาณความต้องการใช้น้ำภาพที่ 15 แสดงถึงการจัดการความต้องการใช้น้ำ โดยสมมติว่าความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันจำนวน Q_1 ณ ระดับราคา P_1 (จุด A) บนเส้นอุปสงค์ D_1 ถ้าต้องการลดความต้องการใช้น้ำสามารถทำได้ คือ (1) เพิ่มราคาของน้ำเพื่อป้องกันการใช้น้ำมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำเป็นจุด B แทน หรืออาจจะสร้างแรงจูงใจในการใช้น้ำโดยใช้มาตรการทางด้านการเงิน ได้แก่ การเพิ่มอัตราภาษีค่าน้ำ การรณรงค์ในเรื่องการใช้น้ำ การเก็บภาษีในการปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำ การเก็บค่าธรรมเนียมการใช้น้ำใต้ดิน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 การจัดการความต้องการโดยใช้กลไกราคา
ที่มา: Asian Development Bank (1999)

ราคาน้ำที่เพิ่มขึ้นอาจจะส่งผลกระทบด้านลบต่อผู้ใช้น้ำในกรณีที่มีการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำ ตัวอย่างเช่น หากภาษีในการใช้น้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้นหรือมีการเก็บค่าธรรมเนียมในการใช้น้ำใต้ดิน ผู้ใช้น้ำอาจจะเปลี่ยนไปหาน้ำจากแหล่งน้ำอื่นๆ มาทดแทนการใช้น้ำใต้ดิน (2) เปลี่ยนความต้องการใช้น้ำมาเป็นเส้นอุปสงค์ D_2 ส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำจากจุด A เปลี่ยนเป็นจุด C แทน ซึ่งสามารถทำได้โดยการแนะนำอุปกรณ์ประหยัดให้แก่ผู้ใช้น้ำ การกำหนดมาตรการทางกฎหมาย การเข้าไปตรวจสอบ เป็นต้น และ (3) บันทึกข้อมูลสำหรับการใช้น้ำในแต่ละครั้งและหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำจากการจัดหาหรือจากแหล่งน้ำ รวมถึงประสิทธิภาพในการจัดหาแหล่งน้ำด้วย

ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการจัดหาน้ำ

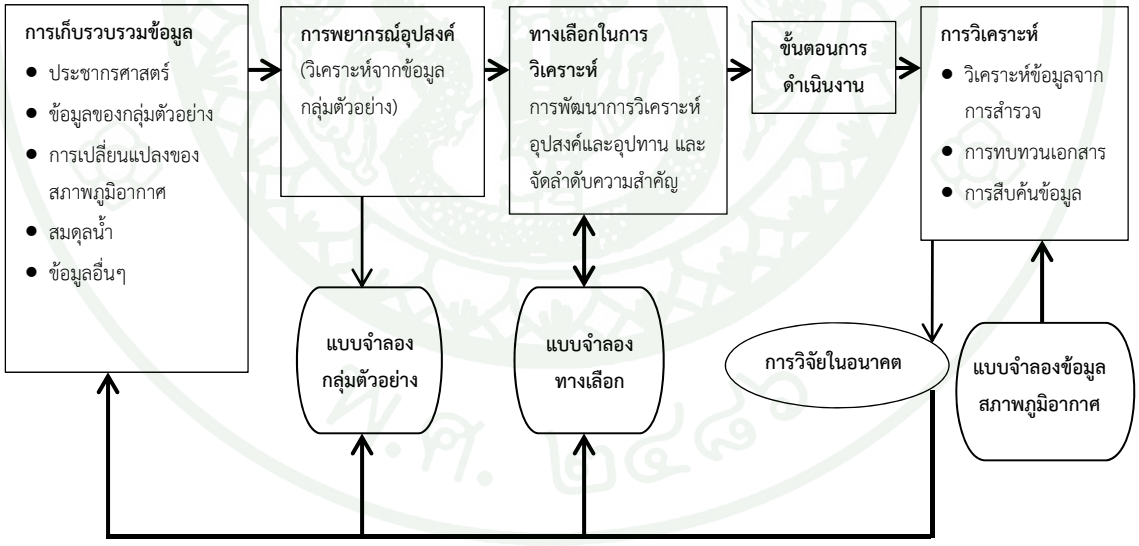
ความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วส่งผลให้น้ำเริ่มขาดแคลนมากขึ้น ในขณะเดียวกันต้นทุนต่อหน่วยของน้ำจะเพิ่มขึ้น เมื่ออรรถประโยชน์จากการใช้น้ำเปลี่ยนแปลงไปแหล่งน้ำที่มีอยู่อาจจะห่างไกลและมีคุณภาพต่ำ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังผู้ใช้น้ำและการบำบัดน้ำเสียจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐาน ซึ่งสิ่งต่างๆ ดังกล่าวกลายเป็นส่วนประกอบของต้นทุนต่อหน่วยที่มีความสำคัญในการจัดหาน้ำที่เกิดขึ้น การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำเห็นได้ชัดเมื่อต้นทุนต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรของน้ำที่ใช้โดยเปรียบเทียบจากปริมาณน้ำที่ใช้กับค่าใช้จ่ายน้ำต่อลูกบาศก์เมตร เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำในปัจจุบันเท่ากับ 0.2 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่อนาคตค่าใช้จ่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการจัดหาน้ำที่คำนวณไว้เท่ากับ 0.6 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งหมายถึงผู้ใช้น้ำจะต้องจ่ายค่าใช้น้ำเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่าของทรัพยากรที่มีอยู่

การจัดการทรัพยากรแบบบูรณาการ

Smout *et al.* (2008) กล่าวว่า การวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการ (Integrated Resource Planning: IRP) เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้กับด้านพลังงานเป็นอย่างแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาช่วงต้นทศวรรษ 1980 และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับน้ำโดยองค์กรต่างๆ อาทิเช่น สมาคมบริหารจัดการน้ำชาวอเมริกัน (American Water Works Association) อุตสาหกรรมในสหราชอาณาจักรก็ใช้วิธีการความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน การวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการอาจถูกกำหนดรูปแบบของการวางแผนที่ใช้ในการตัดสินใจแบบการมีส่วนร่วมและเป็นกระบวนการที่ประเมิน วิเคราะห์ต้นทุนน้อยที่สุด (Least-Cost Analyses) ของด้านอุปสงค์และด้านอุปทาน สำหรับในส่วนของน้ำการวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการหรือ IRP จะมุ่งเน้นที่ปริมาณน้ำที่มีคุณภาพที่จะนำไปใช้ในด้านต่างๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค



ภาพที่ 16 ขั้นตอนของการวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการ (Integrated Resource Planning: IRP)
ที่มา: ดัดแปลงจาก Smout *et al.*(2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 16 เป็นขั้นตอนการวางแผนทรัพยากรแบบบูรณาการอย่างง่าย โดยมีขั้นตอนดังนี้ (1) เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการน้ำและรายละเอียดทางเลือกในการพัฒนาต่างๆ (2) วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ เช่น ความต้องการใช้น้ำของแต่ละบุคคลและช่วงเวลาที่มีการปรับเปลี่ยน การคาดการณ์พฤติกรรม และเทคโนโลยี (3) พัฒนาการตอบสนองต่อความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน (Supply Demand Balance) โดยพิจารณาการจัดการกับความต้องการประเภทต่างๆ เช่น เพิ่มอุปทาน การหาแหล่งทดแทน หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ แล้ววิเคราะห์ทางเลือกของแต่ละบุคคลและกลุ่ม วิเคราะห์ความอ่อนไหว ประสิทธิภาพของการตอบสนอง (4) ดำเนินการ และ (5) ติดตามและประเมินผล

การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการต้องใช้วิธีการตกลงกันและมีความสอดคล้องกันในการคำนวณต้นทุนของน้ำเพื่อเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการจัดหาน้ำ เรื่องความต้องการใช้น้ำ หรือการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ จากมุมมองของออสเตรเลีย (Mitchell *et al.*,2007) ได้เปรียบเทียบวิธีการที่มีความแตกต่างกัน โดยประมาณต้นทุนต่อหน่วยของการจัดหาน้ำหรือน้ำที่กักเก็บได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง (1) ต้นทุนต่อหน่วยต่อปี (2) มูลค่าปัจจุบันต่อปริมาณรวมที่จัดหาหรือกักเก็บได้ และ (3) ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่ม (Average Incremental Cost: AIC) หรือระดับของต้นทุนที่เพิ่มขึ้น โดยวิธีการต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มนั้นง่ายต่อการนำมาใช้ทั้งทางด้านแหล่งน้ำและประสิทธิภาพของการจัดหาน้ำในรูปแบบต่างๆ ที่มีความแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณน้ำที่จัดหาได้ในแต่ละปี และนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Cost) ของการจัดหาน้ำได้โดยตรง วิธีการนี้เป็นมาตรฐานสำหรับการจัดหาน้ำและการบริหารจัดการความต้องการใช้น้ำในระบบอุตสาหกรรมในประเทศอังกฤษ โดยที่ประสิทธิภาพของวิธีการนี้แสดงให้เห็นถึงทางเลือกต่างๆสำหรับการจัดหาน้ำหรือกักเก็บน้ำสำหรับเมืองในอุดมคติของออสเตรเลีย มีการจัดลำดับสำหรับทางเลือกต่างๆ ของต้นทุนต่อหน่วยและการจัดหาน้ำหรือกักเก็บน้ำได้ ซึ่งทางเลือกที่มีต้นทุนน้อยที่สุดจะถูกเลือกนำมาใช้เป็นทางเลือกแรก

ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้า โดยใช้วงจรแนวทางการวิเคราะห์ (Life Cycle Analysis Approach) ซึ่งเป็นหลักค่าใช้จ่ายต่อปริมาณน้ำ โดยขึ้นอยู่กับกระแสต้นทุนในอนาคตรวมทั้งเงินลงทุนทั้งหมดและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา) ค่าใช้จ่ายและกระแสของปริมาณการผลิตในอนาคต โดยวิธีการคิดมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Present Value Approach) ซึ่งเป็นการคิดลดต้นทุนในอนาคตและปริมาณเป็นการปรับค่าของเวลา ซึ่งจะคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมดของปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละปี ดังสมการ (2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$AIC = \left(\frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{Q_t}{(1+r)^t} \right) \quad (2)$$

หรือ $$AIC = \frac{PVIC}{PVQW} \quad (3)$$

กำหนดให้

AIC คือ ต้นทุนในการจัดหาน้ำเฉลี่ย (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)

Q_t คือ ปริมาณน้ำที่ผลิตหรือจัดหาได้ในรอบปีที่ t

PVIC คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการจัดหาน้ำ n ปี (บาท)

PVQW คือ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ n ปี (ลูกบาศก์เมตร)

ดังนั้น ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มจึงหมายถึงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการผลิตหรือจัดหาน้ำต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรในระยะยาว ซึ่งก็คือตลอดอายุโครงการหรืออายุของแหล่งน้ำ เช่น สมมติโครงการมีอายุ 20 ปี ต้นทุนทั้งหมด คือ เงินลงทุนทั้งหมด (Capital Cost: C) และต้นทุนในการดำเนินการ (Operating Cost: O) โดยไม่ได้พิจารณาถึงอัตราเงินเฟ้อ ค่าเสื่อมราคา และการเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยน

ต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวบางครั้งเรียกว่า “ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่ม (Average Incremental Cost)” สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดหาน้ำที่มีความแตกต่างกันไปได้ เช่น น้ำบาดาล น้ำผิวดิน เป็นต้น

ถ้าหากการผลิตน้ำหรือการจัดหาน้ำมีต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะต้องรวมต้นทุนของผลกระทบภายนอกต่างๆ เหล่านั้นด้วย ดังนั้น ค่า AIC จะเรียกว่า ต้นทุนทางสังคมเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Average Incremental Social Cost: AISC) เป็นวิธีที่รวมถึงผลกระทบภายนอก (Externalities)

$$AIC = \frac{PVIC + PVOC + PVCS}{PVQW} \quad (4)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดให้

AIC คือ ต้นทุนในการจัดหาน้ำเฉลี่ย (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)
PVIC คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการจัดหาน้ำ n ปี (บาท)
PVOC คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าดำเนินการในการจัดหาน้ำ n ปี (บาท)
PVCS คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทางสังคม n ปี (บาท)
PVQW คือ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ n ปี (ลูกบาศก์เมตร)

เช่น ค่าใช้จ่ายทางสังคมและสิ่งแวดล้อม และผลประโยชน์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม (E) ดังสมการ (5)

$$AIC = \frac{PVIC + PVOC + PVCE}{PVQW} \quad (5)$$

กำหนดให้

AIC คือ ต้นทุนในการจัดหาน้ำเฉลี่ย (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)
PVIC คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการจัดหาน้ำ n ปี (บาท)
PVOC คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าดำเนินการในการจัดหาน้ำ n ปี (บาท)
PVCE คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม n ปี (บาท)
PVQW คือ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ n ปี (ลูกบาศก์เมตร)

ต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม (E) ควรจะรวมทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากโครงการ แนวทางดังกล่าวเป็นการวางแผนในการใช้น้ำเพื่อเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดการน้ำรูปแบบต่างๆ

Fane S. *et al.* (2007) ใช้ระดับต้นทุนในการเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ ทั้งในด้านอุปสงค์และอุปทาน โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายปีเป็นตัวชี้วัดความแตกต่าง ขั้นตอนพื้นฐานของการใช้ระดับต้นทุนเป็นตัวชี้วัดต้นทุนต่อหน่วยของอุปทาน โดยต้นทุนต่อหน่วยของอุปทานเป็นพื้นฐานในการวัดต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness) และวิธีในการคำนวณจะมีผลต่อทางเลือกว่าแต่ละทางเลือกนั้นๆ มีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ (Fane S. *et al.*, 2007 อ้างถึง Howe and White, 1999) “กำหนดค่าใช้จ่ายสำหรับทางเลือกในการอนุรักษ์น้ำเป็นมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายที่เป็นทางเลือกหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยมูลค่าปัจจุบันของการลดความต้องการใช้น้ำในรอบปีจากทางเลือกนั้น (The Present Value of The Cost of The Option to The Community Divided by The Present Value of Annual Reduction in Demand for Water Resulting From That Option)" ความหมายอาจรวมทั้งความต้องการในการจัดหาและความต้องการลดหรืออนุรักษ์ไว้ เป็นการนำเสนอโดยใช้ระดับต้นทุนเสนอมูลค่าที่แท้จริงของการอนุรักษ์ ดังสมการ (6)

$$LC = \frac{PV(Cost)}{PV(WaterDemandConservredSupplies)} = \frac{\sum \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum \frac{W_t}{(1+r)^t}} \qquad (6)$$

โดยที่ LC คือ ระดับต้นทุน ($/kL)

PV (Costs) คือ มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมดในการจัดหาน้ำในอัตราคิดลดที่ยอมรับได้สำหรับทางเลือกนั้น

PV (Water Demand Conserved Supplies) คือ มูลค่าปัจจุบันของความต้องการใช้น้ำในรอบปี

C_t คือ เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของทางเลือกในปีที่ t

W_t คือ ความต้องการอนุรักษ์น้ำหรือความต้องการจัดหาน้ำในปีที่ t

r คือ อัตราคิดลด

การจัดการทรัพยากรแบบบูรณาการเป็นขั้นตอนที่คิดย้อนกลับในการจัดการทรัพยากรและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร โดยการมองหาวิธีหรือทางเลือกในการแก้ปัญหา เช่น การมุ่งเน้นการให้บริการแทนการจัดหาทรัพยากรจำนวนมาก ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งในวิธีการที่ใช้สำหรับความต้องการใช้ทรัพยากรจากแหล่งเดียวกัน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการความต้องการใช้น้ำ อาทิเช่น การควบคุมประสิทธิภาพของการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีการพัฒนาใหม่ การนำน้ำที่ใช้แล้วในครัวเรือนกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการจัดการทรัพยากรแบบบูรณาการใช้กับอุตสาหกรรมไฟฟ้าด้วยวิธีการ Least Cost Planning (LCP) โดยมีเป้าหมายเพื่อเปรียบเทียบการบริหารจัดการความต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละรุ่น (Fane S. *et al.*, 2007 อ้างถึง Mieir, 1983) วิธีการ LCP ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับน้ำและก๊าซ โดยใช้แบบจำลอง End-Use ซึ่งเป็นวิธีการในการจัดหาทรัพยากร (พลังงานหรือน้ำ) ที่ใช้จริงจากผู้บริโภค แบบจำลองนี้จะทำให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถเข้าใจความต้องการและพื้นฐานของความต้องการ รวมทั้งช่วยในการพัฒนาการบริหารจัดการความต้องการและประเมินผลของอนุรักษ์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง End-Use นั้นจะช่วยชี้ให้เห็นชัดในเรื่องของการวางแผนและการประเมินผลของการจัดหาอุปทานจำนวนมาก

Turvey (1969) อธิบายถึงวิธีการในการคำนวณต้นทุนกำลังการผลิตส่วนเพิ่มที่บอกถึงว่าการนับต้นทุนนั้นเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงในมูลค่าปัจจุบัน วิธีการคือมูลค่าในปัจจุบันของการผลิตในหนึ่งปีหารด้วยปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของความต้องการในปัจจุบันที่จะต้องมีการวางแผนเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มการผลิตในปีถัดไป ซึ่งวิธีการของ Turvey นั้นมีความชัดเจนในการเปลี่ยนแปลงความต้องการน้ำหรือวัดการบริโภคน้ำ

ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว

วิธีต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว (Average Incremental Cost: AIC) เป็นวิธีที่ใช้หลักการต้นทุนเพิ่มหน่วยสุดท้าย มีความเหมาะสมในการกำหนดราคาสินค้าสาธารณูปโภคของการลงทุนที่มีมูลค่าของการลงทุนขนาดใหญ่ ซึ่งไม่สามารถแบ่งการลงทุนเพื่อตอบสนองการบริโภคแต่ละหน่วยได้ (Problem of Invisibility) จึงอาศัยหลักการต้นทุนเฉลี่ย (Average Cost) กับต้นทุนส่วนเพิ่ม (Incremental Cost) มาพิจารณาร่วมกัน ต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มหน่วยสุดท้ายในระยะยาว (Long-Run Marginal Cost) สำหรับต้นทุนในอนาคตที่มีการลงทุนช่วง 5-15 ปี

ในการคำนวณจะใช้วิธีการเฉลี่ยต้นทุนหน่วยสุดท้ายในช่วงที่ทำการศึกษาราคาจะไม่มีความผันผวนเนื่องจากต้นทุนส่วนเพิ่มเฉลี่ยในแต่ละปีจะเท่ากัน โดยใช้หลักการมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของต้นทุนและปริมาณที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยอัตราคิดลด (Discount Rate) เป็นตัวปรับค่า ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าที่แท้จริงของเงินลงทุนในปัจจุบันและในอนาคต โดยต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$AIC = \frac{DiscountedIncrementalCosts}{DiscountedIncrementalProduction} \qquad (7)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$AIC = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{(capital_cost + current_costs)^t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{(annual_incremental_output)^t}{(1+r)^t}} \quad (8)$$

การใช้วิธีต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มมีข้อดีคือมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ เพราะการปรับให้มีเสถียรภาพโดยการหาค่าเฉลี่ย แต่ก็มีข้อเสียคือถ้ามีการประหยัดจากขนาดของธุรกิจจะทำให้ขาดทุน ซึ่งต้องหามาตรการอื่นมาทดแทนส่วนที่ขาดทุนไป

จากแนวคิดการกำหนดราคาด้วยวิธีต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่ม จะเห็นว่าทรัพยากรน้ำที่นำมาใช้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในสวนของเกษตรกรจะใช้วิธีการคำนวณต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มสำหรับการจัดหาน้ำของเกษตรกรในรูปแบบต่างๆ เช่น การลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจากชลประทาน เป็นต้น ซึ่งเป็นการลงทุนในระยะยาวของเกษตรกรเพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำของพืชในช่วงฤดูแล้วหรือฝนทิ้งช่วง และเนื่องจากการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนหรือการต่อท่อเพื่อสูบน้ำจากคลองชลประทาน อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการนำน้ำเข้ามาใช้เพื่อรดต้นไม้ในสวนมีอายุการใช้งานเป็นเวลานานจึงต้องมีการคำนึงถึงช่วงเวลาด้วย โดยการคิดต้นทุนเฉลี่ยในการจัดหาน้ำต่อปี และกำหนดให้การลงทุนดังกล่าวมีปริมาณการลงทุนคงที่ตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งเมื่อนำมาคิดลดด้วยอัตราคิดลดเพื่อให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ ปีที่เริ่มลงทุนจะมีมูลค่าการลงทุนทั้งหมด

แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ถึงแม้พืชจะได้รับปัจจัยในการเจริญเติบโตอื่นๆ อย่างเพียงพอแต่ถ้าหากปริมาณน้ำไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำของพืช การเจริญเติบโตของพืชก็จะจำกัดและมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืช ซึ่งลักษณะของการความต้องการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์ต่อการจัดการน้ำ ซึ่งบทบาทหน้าที่ของน้ำที่มีต่อพืช สามารถจำแนกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) น้ำมีความสำคัญต่อกระบวนการต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารให้แก่พืช เป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายสิ่งต่างๆ ไปยังรากพืช ช่วยควบคุมอุณหภูมิในพืช ช่วยในการงอกของเมล็ด เป็นต้น (2) น้ำเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนประกอบของพืชโดยตรง (3) สร้างพลังงานในการสังเคราะห์แสงของพืช และ (4) ช่วยในการดูดซับน้ำและธาตุอาหาร โดยปัจจัยของน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถสรุปได้ดังนี้

สมดุลของน้ำในพืช การไหลของน้ำในดินสู่พืชและออกสู่บรรยากาศเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานของน้ำ ถ้าหากน้ำในพืชมีไม่เพียงพอจะทำให้พืชเกิดสภาวะความเครียดและส่งผลให้พืชเกิดอาการเหี่ยวเฉา ใบและยอดของพืชโตช้า หรือใบร่วง

การเจริญเติบโตของพืช ถ้าปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอกับความต้องการน้ำของพืชจะทำให้ความเต่งของเซลล์พืชและการเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัด โดยเฉพาะตอนกลางวันที่พืชจะสูญเสียน้ำมากที่สุด ซึ่งสภาวะการขาดน้ำของพืชไม่สามารถกำหนดได้แน่ชัดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

การสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ การสูญเสียน้ำของพืชจะไม่มีผลกระทบมากหากพืชสามารถดูดน้ำจากดินได้เพียงพอต่อความต้องการ กรณีที่อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำการคายน้ำจะลดลงเร็วกว่าการสังเคราะห์แสงสูง

การสร้างผลผลิตแปลงรูป (Differential Product) ผลผลิตของพืชที่มีการแปลงรูปไป เช่น ยาง น้ำมัน ฯลฯ ผลผลิตเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่พืชดูดมาจากดิน ถ้าหากขาดน้ำเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ถ้าหากขาดน้ำในปริมาณมากผลผลิตจะลดลงอย่างชัดเจน

สัดส่วนของส่วนเหนือดินกับส่วนใต้ดิน หากพืชขาดน้ำรากของพืชจะมีมากกว่ากรณีที่พืชไม่ขาดน้ำ เพราะถ้าน้ำน้อยพืชจะสร้างรากก่อนแล้วจึงยืดรากออกไปหาน้ำต่อไป

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเจริญเติบโตและการสุกแก่ของพืช

ระยะวิกฤติของพืชเมื่อขาดน้ำ ในแต่ช่วงของการเจริญเติบโตของพืชนั้นมีความต้องการน้ำในปริมาณที่มีความแตกต่างกันซึ่งมีความสำคัญมาก ถ้าพืชขาดน้ำในระยะที่ต้องการน้ำจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ที่ผ่านมาส่วนใหญ่ยังคงเป็นการศึกษาที่พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในโลกและในภูมิภาคต่างๆ ของโลก ซึ่งยังมิได้พิจารณาประเด็นของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศหรือการเกิดเหตุการณ์ภาวะสุดขั้วของสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้เริ่มมีงานศึกษาที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

C.M.M. *et al*. (2004) ได้ทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศศรีลังกา โดยวิเคราะห์บนพื้นฐานของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและข้อมูลอุณหภูมิที่เก็บในสถานี Nuwara Eliya Climatological ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นยังเป็นที่รู้จักและมีความเข้าใจกันน้อย การศึกษาในปัจจุบันได้ดำเนินไปเพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบในด้านเศรษฐกิจและนิเวศวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำบนเขาในประเทศศรีลังกา โดยการศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากความแตกต่างของฤดูกาลและความแปรปรวนของธรรมชาติในระยะสั้น เพื่อที่จะให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้ดีขึ้น ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมีความชัดเจนมากขึ้น อุณหภูมิทั่วประเทศสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนจะมีผลกระทบมากขึ้นในทางเศรษฐกิจและนิเวศวิทยา การวิเคราะห์ในรอบแรกเป็นการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำในสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่บนเขาของประเทศ ในการวิเคราะห์นั้นใช้แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Models) ซึ่งพบว่าส่วนกลางของภูเขา เช่น Kandy, Badulla และ Ratnapura ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แนวโน้มที่มีความสำคัญพบใน Nuwara Eliya, Abergeldie และ Watawala ซึ่งแสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในภูมิภาคของประเทศผลจากการวิจัยเบื้องต้นเพื่อติดตามไปสู่ผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น

นาฏสุดา ภูมิจานงค์ และคณะ (2553) ได้ศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth-Interviews) จำนวน 50 คน เกณฑ์การเลือกตัวอย่าง คือ เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมากกว่า 10 ปี และการสนทนากลุ่ม (Focus Group) จำนวน 9 คน โดยใช้เกณฑ์การเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือ เป็นตัวแทนเกษตรกรภาคตะวันออก โดยวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ จะนำข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ภาพรวมขององค์ความรู้ โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิจารณาปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการผลิตทุเรียน พบว่าปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ซึ่งเมื่อจัดลำดับความรุนแรงของความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี พบว่า อันดับ 1 คือ วาตภัย ร้อยละ 42 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด อันดับ 2 คือ ภัยแล้ง ร้อยละ 32 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด อันดับ 3 น้ำท่วม ร้อยละ 18 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด และอันดับ 4 สภาพอากาศ ร้อยละ 8 ของจำนวนเกษตรกรทั้งหมด โดยที่ความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศใน 3 อันดับแรกนั้นจะประสบปัญหาทุกปี ปีละ 1 ครั้ง คือ วาตภัยส่วนใหญ่มีระยะเวลา 1-2 วัน บางพื้นที่มีระยะเวลาตั้งแต่ 3 วันจนถึงมากกว่า 12 วัน ลักษณะของการเกิดจะเกิดเป็นลมพัดเรื่อยๆ มีผลกระทบต่อทุเรียนในช่วงการพัฒนาผล (เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) และช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน) ส่วนภัยแล้งช่วงระยะเวลาส่วนใหญ่มากกว่า 12 วัน ถึง 1 เดือน บางพื้นที่มีระยะเวลาสั้นๆ 7-8 วัน ลักษณะของการเกิดอากาศจะร้อนและแห้งมาก น้ำมีไม่เพียงพอที่จะรดต้นทุเรียน บางปีที่แล้งติดต่อกันยาวนานเกษตรกรต้องซื้อน้ำมารดทุเรียน ซึ่งจะส่งผลกระทบในช่วงการพัฒนาผล (เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) และการเก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน) ทำให้ผลแตก ต้นตาย ส่วนน้ำท่วมส่วนใหญ่จะมีระยะเวลา 1-2 วัน บางพื้นที่เกิด 3 วัน ถึงมากกว่า 12 วัน ลักษณะของการเกิด คือ ฝนจะตกหนักระดับน้ำเพิ่มขึ้นจนท่วมต้นทุเรียน มีผลในช่วงการเตรียมต้นสำหรับออกดอก (เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม) ผลการศึกษาพบว่า การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของจันทบุรีไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ซึ่งยังไม่สามารถทราบทิศทางที่เปลี่ยนแปลงได้ ทำให้การผลิตทุเรียนได้ผลกระทบอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เกษตรกรตัวอย่างมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี ทำตามขั้นตอนการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพตามคู่มือระบบการจัดการคุณภาพ GAP (Good Agriculture Practice) ทุเรียนของกรมวิชาการเกษตร แต่มีการปรับการให้ปุ๋ย สำหรับแนวทางการปรับตัวนั้นเกษตรกรเน้นการช่วยเหลือตนเองเป็นหลัก โดยวิธีแบบเดิมๆ หรือทำตามเพื่อนบ้าน เช่น กรณีเกิดวาตภัย เกษตรกรจะใช้วิธีการโยงผลทุเรียน และปลูกไม้กันลมในสวน กรณีเกิดภัยแล้ง เกษตรกรจะซื้อน้ำมารดต้นทุเรียนหรือขุดบ่อ กรณีเกิดน้ำท่วม เกษตรกรจะใช้วิธีขุดร่องระลายน้ำ เป็นต้น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรีมีผลกระทบต่อทุเรียนซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี

แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาลักษณะและแนวโน้มสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิและฝน และวิเคราะห์พื้นที่วิกฤติของประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้ดัชนีความรุนแรงของฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อแสดงจำนวนเหตุการณสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าอากาศในรูปแบบต่างๆ ซึ่งคำนวณด้วยวิธี Ordinary Least-Square (OLS) Method และได้นำวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Principal Component Analysis (PCA) มาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์พื้นที่วิกฤติของสภาวะความรุนแรงของฝนและอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 86 ร้อยละ 82 และร้อยละ 75 ตามลำดับ จากจำนวนสถานีทั่วประเทศ แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของคืน/วันที่หนาวลดลงคิดเป็นร้อยละ 70.7 และร้อยละ 72.8 ตามลำดับ และแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของคืน/วันที่อบอุ่นเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 78.3 และร้อยละ 77.2 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาที่หนาวในประเทศไทยพบว่า มีจำนวนวันสั้นลงอย่างชัดเจนซึ่งมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและการลดลงของคืน/วันที่หนาว

สำหรับการประมาณสภาวะความรุนแรงของฝนในประเทศไทยพบว่า ปริมาณฝนรายปีมีการเปลี่ยนแปลงที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยทั้งในด้านอัตราและรูปแบบของฝน โดยในภาคกลางและภาคตะวันออกมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 11.8 ของสถานีทั้งหมด ในขณะที่บางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย มีแนวโน้มของฝนเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.1 ของสถานีทั้งหมด และเมื่อพิจารณาถึงในแง่ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูกาลโดยแบ่งเป็นปริมาณฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยอยู่ในช่วงฤดูฝน และปริมาณฝนรวมในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน พื้นที่ส่วนใหญ่ฝนตกน้อยและเป็นฤดูร้อนแล้วพบว่ารูปแบบของปริมาณฝนที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีลักษณะคล้ายกับปริมาณฝนรวมรายปี ยกเว้นภาคใต้ตอนล่างปริมาณฝนลดลงอย่างเด่นชัดและในภาคตะวันออกมีแนวโน้มปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน จำนวนวันที่ฝนตกรายปีในหลายพื้นที่ของประเทศไทยลดลง โดยเฉพาะในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคเหนือ การเปลี่ยนแปลงของจำนวนวันที่ฝนตกในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) มีการลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าภาคกลางและภาคตะวันออกนั้นจำนวนวันของฝนที่ตกในช่วงฤดูฝนลดลงมากที่สุดร้อยละ 2.9 วัน และร้อยละ 4.3 วัน ตามลำดับ และในทางกลับกันจำนวนวันที่ฝนตกในช่วงฤดูร้อน (เดือยพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน) กลับเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนล่างของภาคเหนือ โดยทุกภาคของประเทศไทยนั้นมีแนวโน้มว่าความแรงของฝนจะเพิ่มขึ้น ปริมาณฝนที่มากผิดปกติจะเกิดขึ้นแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงในช่วงที่กว้าง ปริมาณฝนที่มากผิดปกติเกิดขึ้นทุกภาคยกเว้นในภาคตะวันออก แต่เป็นความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในระยะสั้นเท่านั้น จำนวนวันที่ฝนไม่ตกและจำนวนวันที่ฝนตกอย่างต่อเนื่องมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและมีรูปแบบสอดคล้องกับพื้นที่ โดยจำนวนวันที่ฝนไม่ตกอย่างต่อเนื่องมีระยะเวลายาวนานขึ้น และจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องมีระยะเวลาที่สั้นลง ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถึงสภาวะความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งและน้ำท่วมฉับพลัน และมีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงมากขึ้น ส่วนพื้นที่วิกฤติที่เสี่ยงต่ออุทกภัย 3 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดพะเยา ส่วนพื้นที่วิกฤติที่มีความเสี่ยงต่อภัยแล้ง 3 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดบุรีรัมย์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

บทที่ 3 ได้อธิบายถึงวิธีการศึกษาและขั้นตอนที่ใช้ในการศึกษาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ใช้ในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งกล่าวถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ นิยามศัพท์ กรอบแนวคิดในการวิจัย วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสมมติฐานการวิจัย เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ได้กำหนดไว้ โดยรายละเอียดในส่วนต่างๆ มีดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ใช้ในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี แบ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ โดยแหล่งที่มาของข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากโครงการวิจัย ภายใต้ชุดแผนงานวิจัยเรื่อง “แนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย (Integrated Adaptation Strategies to Climate Variability on the Production Potential of Agricultural Sector in Eastern Region of Thailand), โครงการย่อยที่ 2 ทรัพยากรน้ำ การจัดการน้ำและการชลประทานต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรภายใต้ความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศในภาคตะวันออกของประเทศไทย” ซึ่งดำเนินการโดยโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา สาขาการจัดการทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เสนอต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เก็บรวบรวมจากตำรา เอกสาร วารสารทางวิชาการของหน่วยงานราชการ หน่วยงานเอกชนต่างๆ การสืบค้นข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต รวมทั้งการรวบรวมข้อมูลจากรายงานทางวิชาการ ตลอดจนการค้นคว้าอิสระและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีข้อมูลสำคัญที่มุ่งเน้นในการเก็บรวบรวม ได้แก่ (1) ข้อมูลภูมิอากาศหรือสถิติอุตุนิยมวิทยา (2) ผลการศึกษาเกี่ยวกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลกระทบของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำ จากรายงานการวิจัย บทความ วารสาร การค้นคว้าอิสระ และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ และ (3) ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี มาตรการและเครื่องมือในการรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นที่มีการนำมาปฏิบัติทั้งในและต่างประเทศ

ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสำรวจจากครัวเรือนเกษตรกรที่ทำสวนผลไม้และสวนยางพาราในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 40 ครัวเรือน โดยการสุ่มตัวอย่างของเกษตรกรแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบโควต้า (Quota Sampling) โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 4 อำเภอ คือ อำเภอท่าใหม่ อำเภอเขาคิชฌกูฏ อำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน และสอบถามอุปกรณ์ที่ใช้ในการสูบน้ำและต้นทุนในการให้น้ำแก่พืชของเกษตรกร

นิยามศัพท์

ในงานศึกษานี้ได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังต่อไปนี้

ทรัพยากรน้ำ หมายถึง น้ำที่เกษตรกรใช้ในการให้พืชในสวนผลไม้ สวนยางพารา เพื่อการผลิต และดูแลรักษาผลไม้ ยางพารา

ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ หมายถึง สถานการณ์ความแห้งแล้งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฝน

ภัยแล้ง หมายถึง ภัยธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง เนื่องมาจากฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ส่งผลกระทบต่อประชาชน ชุมชน รวมถึงพื้นที่ทางการเกษตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

ฝนแล้ง หมายถึง ความแห้งแล้งของสภาพภูมิอากาศที่สืบเนื่องมาจากการที่ฝนน้อยกว่าปกติไม่เพียงพอต่อความต้องการหรือฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและพืชต่างๆ ขาดน้ำหล่อเลี้ยง ขาดความชุ่มชื้นในดิน ส่งผลให้พืชผลไม่สมบูรณ์ไม่เจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต้องการน้ำของพืช หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต หล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้น รวมทั้งพัฒนาออกดอก ออกผล (ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ต้นทุนในการจัดหาน้ำ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรจ่ายเพื่อจัดหาน้ำมาให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืชในรอบปี

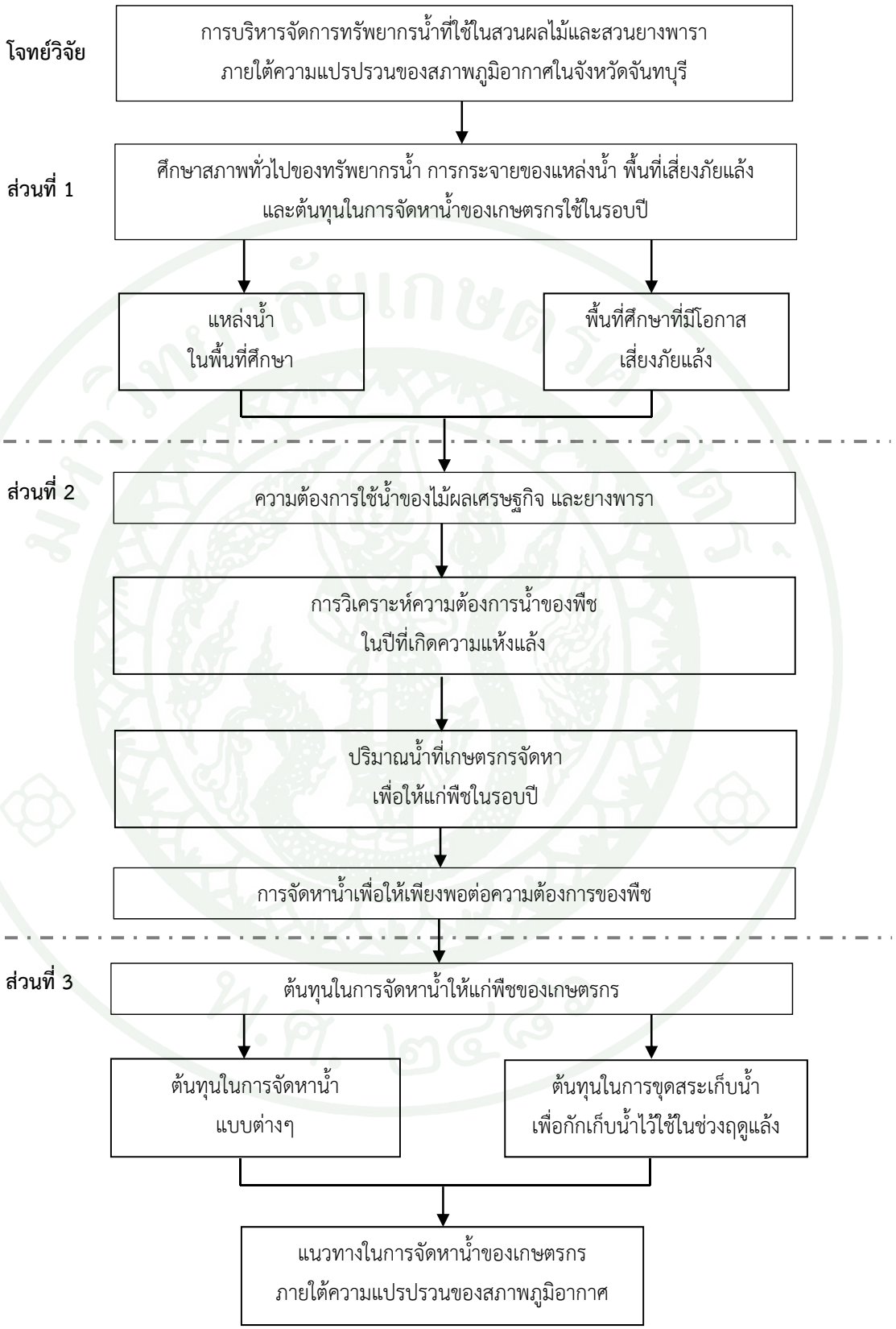
ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวหรือต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่ม หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรจ่ายเพื่อจัดหาน้ำสำรองเพิ่มเติมจากระบบน้ำที่มีอยู่เดิม เช่น การขุดสระเก็บน้ำเพิ่ม การซื้อน้ำมารดต้นไม้ เป็นต้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาเรื่องการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ใช้ในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดตามแผนภาพที่ 17 ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ที่มีความเกี่ยวเนื่องและสอดคล้องกันเพื่อตอบวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากส่วนที่ 1 การศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของทรัพยากรน้ำ แหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นทั่วทุกภูมิภาคของโลกส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนในปริมาณฝนที่ตก การกระจายตัวของฝน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนดังกล่าวมีผลต่อเกษตรกรที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการผลิตทางการเกษตร และมีผลต่อปริมาณทรัพยากรน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อให้ทราบถึงความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาหากเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ต่อเนื่องจากส่วนที่ 1 โดยเมื่อทราบถึงปริมาณน้ำที่จัดหาโดยเกษตรกรมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของไม้ผล และยางพารา โดยใช้ทฤษฎีการให้น้ำตามความต้องการใช้น้ำจากสมการของ Penman-Monteith โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ เป็นตัวกำหนดความต้องการใช้น้ำของพืช รวมทั้งนำปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชมาเปรียบเทียบกับปริมาณฝนที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เพื่อดูความแตกต่างระหว่างปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละเดือนของพืชกับปริมาณน้ำที่ธรรมชาติจัดหา และปริมาณน้ำที่เกษตรกรจะต้องจัดหาเพิ่มเติมจากธรรมชาติในรอบปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกษตรกรใช้ในการจัดหาน้ำเพื่อใช้ในสวนกรณีที่เกิดสภาวะฝนแล้ง ฝนทิ้งช่วง รวมถึงต้นทุนที่เกษตรกรจะใช้พื้นที่ในสวนขุดสระเก็บน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงฝนทิ้งช่วงที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำในสวนของเกษตรกรภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร และสามารถที่จะพัฒนาเป็นเชิงนโยบายในการจัดการน้ำในอนาคตได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาตามกรอบแนวคิดในการวิจัยข้างต้น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ และรูปแบบของการให้น้ำพืชที่เกษตรกรใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี (2) วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี โดยโปรแกรม CROPWAT และ (3) ประเมินต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 การวิเคราะห์สภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี เป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ การกระจายของทรัพยากรน้ำ แหล่งน้ำต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรี รวมถึงรูปแบบของการให้น้ำพืชที่เกษตรกรใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี จากแบบสอบถามและจากการรวบรวมเอกสาร หนังสือ วารสาร งานวิจัยทางวิชาการต่างๆ ตลอดจนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในการวิเคราะห์ส่วนนี้จะนำเสนอค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่ออธิบายถึงสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี มีขั้นตอนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) สภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ โดยศึกษาลักษณะของทรัพยากรน้ำ แหล่งน้ำต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษาใน 4 อำเภอของจังหวัดจันทบุรี เพื่อแบ่งประเภทของแหล่งน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา

2) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งฝนพื้นที่ศึกษา

3) ต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรให้แก่พืชในรอบปีในพื้นที่ศึกษา

ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของผลไม้และยางพารา ข้อมูลที่ต้องจัดเตรียมเพื่อนำเข้าโปรแกรม CROPWAT เพื่อคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement: CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Crop Irrigation Requirement) จะต้องมีข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลพืช ข้อมูลชุดดิน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

ข้อมูลภูมิอากาศ (Climate Data) สำหรับการศึกษานี้นำเข้าข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ ปี พ.ศ. 2494 ถึงปี พ.ศ. 2553 จากสถานีตรวจอากาศจังหวัดจันทบุรี ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม (ณ ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร) ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดด

ข้อมูลพืช (Crop Data) สำหรับการศึกษานี้นำเข้าข้อมูลชนิดพืช วันที่ปลูกพืช และขนาดพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืช โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ช่วงอายุการเจริญเติบโต (Length Stage) ตลอดการปลูก แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (Initial Stage) ระยะเจริญเติบโต (Development Stage) ระยะกลาง (Mid-Season Stage) และระยะสุดท้าย (Late Stage) แสดงดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ช่วงการเจริญเติบโตของไม้ผลและยางพารา

(หน่วย: วัน)

ชนิดพืช	ระยะการเจริญเติบโต (Length Stage)				
	ระยะเริ่มต้น	ระยะเจริญเติบโต	ระยะกลาง	ระยะสุดท้าย	รวม
ทุเรียน	90	90	90	95	365
มังคุด	90	90	90	95	365
เงาะ	90	90	90	95	365
ลำไย	90	90	90	95	365
ยางพารา	20	70	120	60	270

ที่มา: FAO (1998)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient: Kc) เป็นค่าที่แสดงถึงการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของไม้ผลและยางพารา

(หน่วย: มิลลิเมตรต่อวัน)

ชนิดพืช	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc)		
	ระยะเริ่มต้น	ระยะกลาง	ระยะสุดท้าย
ทุเรียน	0.75	1.00	0.90
มังคุด	0.75	1.00	0.90
เงาะ	0.75	1.00	0.85
ลำไย	0.75	1.00	0.85
ยางพารา	0.95	1.00	1.00

ที่มา: FAO (1998)

การหยั่งลึกของรากพืช (Rooting Depth) หมายถึง ระดับความยาวสูงสุดของรากพืชแต่ละชนิด มีหน่วยเป็นเมตร แสดงในตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การหยั่งลึกของราก

(หน่วย: เมตร)

ชนิดพืช	การหยั่งลึกของรากพืช			
	ระยะเริ่มต้น	ระยะเจริญเติบโต	ระยะกลาง	ระยะสุดท้าย
ทุเรียน	0.2	0.2	0.3	0.3
มังคุด	0.9	0.9	1.2	1.2
เงาะ	0.3	0.3	0.6	0.6
ลำไย	2.0	2.0	2.0	2.0
ยางพารา	1.0	1.5	1.5	1.5

ที่มา: ดิเรก ทองอร่าม และคณะ (2545)

ระดับการขาดน้ำของพืช (Depletion Level) เมื่อระดับความชื้นในดินลดลงจนใกล้ถึงจุดเหี่ยวเฉาถาวรประมาณร้อยละ 40-60 ของความชื้นที่พืชใช้ประโยชน์ได้ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระดับการขาดน้ำของพืชแต่ละชนิด

(หน่วย: ร้อยละ)

ชนิดพืช	ระดับการขาดน้ำของพืช (Depletion Level)			
	ระยะเริ่มต้น	ระยะเจริญเติบโต	ระยะกลาง	ระยะสุดท้าย
ทุเรียน	0.6	0.6	0.6	0.6
มังคุด	0.6	0.6	0.6	0.6
เงาะ	0.6	0.6	0.6	0.6
ลำไย	0.6	0.6	0.6	0.6
ยางพารา	0.4	0.4	0.4	0.4

ที่มา: FAO (1998)

สัมประสิทธิ์การตอบสนองต่อการให้ผลผลิตพืช (Ky) เนื่องจากค่าปัจจัยตอบสนองจากข้อมูลของ FAO ยังไม่มีข้อมูลของไม้ผลจึงใช้ข้อมูลของมะม่วงแทนไม้ผลที่ศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การตอบสนองต่อการให้ผลผลิตพืชของไม้ผล แสดงในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์การตอบสนองต่อการให้ผลผลิตพืช (Yield Response: Ky)

(หน่วย: เมตร)

ชนิดพืช	สัมประสิทธิ์การตอบสนองต่อการให้ผลผลิตพืช (Ky)			ความสูงของพืช
	K_{ini}	K_{mid}	K_{end}	
ทุเรียน	0.80	0.80	0.80	6
มังคุด	0.80	0.80	0.80	6
เงาะ	0.80	0.80	0.80	6
ลำไย	0.80	0.80	0.80	6
ยางพารา	0.95	1.00	1.00	10

ที่มา: FAO (1998)

ข้อมูลชุดดิน (Soil Data) ข้อมูลที่นำเข้า ได้แก่ ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในดิน (Total Available Soil Moisture: TAM) อัตราการแทรกซึมของน้ำผ่านผิวดิน (Maximum Rain Infiltration Rate) ความยาวรากของพืช (Root Restricting Soil Layer) และค่าเริ่มต้นของการสูญเสียน้ำจากดิน

กลุ่มชุดดินในจังหวัดจันทบุรี คือ M30 มีลักษณะเป็นดินทรายหนามากกว่า 100 เซนติเมตร พบในเขตที่มีพื้นที่ฝนตกชุก เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน การระบายน้ำดีถึงค่อนข้างมาก ความอุดมสมบูรณ์ในดินต่ำ โดยชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ชุดดินบาเจาะ (Bc) ชุดดินดงตะเคียน (Dt) ชุดดินหัวหิน (Hh) ชุดดินไม้ขาว (Mik) ชุดดินพัทยา (Py) ชุดดินระยอง (Ry) และชุดดินสัตหีบ (Sh)

โดยกลุ่มดินประเภทดังกล่าวข้างต้นมานี้มีข้อจำกัด คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำและการดูดซึมธาตุอาหารต่ำมาก ซึ่งพืชมีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำได้ง่าย ข้อมูลชุดดินที่ใช้ในการศึกษาแสดงในตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา

ชนิดพืช	ความชื้นในดินทั้งหมด (มิลลิเมตรต่อวัน)	อัตราการซึมผ่านของฝนลงดินสูงสุด (มิลลิเมตรต่อวัน)	ความยาวรากสูงสุด (เซนติเมตร)	ค่าเริ่มต้นการสูญเสียน้ำจากดิน
ทุเรียน	290	40	900	0
มังคุด	200	40	900	0
เงาะ	200	40	900	0
ลำไย	290	40	900	0
ยางพารา	290	40	900	0

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลเศรษฐกิจ และยางพาราในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแนวคิดจากแบบจำลอง CROPWAT ที่พัฒนาโดย Smith (1998) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO) เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration: ETo หรือ Potential evapotranspiration: ETp) ของพืชในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศหรือสถิติอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดจันทบุรีในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิโญมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ โดยปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสามารถนำไปประเมินหาการใช้น้ำของพืชได้ สำหรับการวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำด้วยวิธีการวัดโดยตรงนั้นมีข้อจำกัด คือ จะให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับสภาพของพื้นที่เท่านั้น

เพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ด้วยโปรแกรม CROPWAT สำหรับประมาณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ด้วยสมการของ Penman-Monteith โดยใช้หลักการคำนวณเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่ปลูกพืช โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ (8) ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$ETo = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (8)$$

โดยที่ ETo คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

Rn คือ ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่พืชได้รับสุทธิ (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)

G คือ ปริมาณความร้อนในดิน (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)

T คือ อุณหภูมิในอากาศ ณ ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (องศาเซลเซียส)

u_2 คือ ความเร็วลม ณ ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (เมตรต่อวินาที)

e_s คือ ความดันไอน้ำอิ่มตัว (กิโลปาสคาล)

e_a คือ ความดันไอน้ำในอากาศ (กิโลปาสคาล)

$e_s - e_a$ คือ ค่าความแตกต่างของความดันไอน้ำ (กิโลปาสคาล)

Δ คือ ความชัน (Slope) ของเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความอันไอน้ำ (กิโลปาสคาลต่อองศาเซลเซียส)

γ คือ ค่าคงที่ Psychometrics (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)

900 คือ ค่าตัวแปรปรับแก้ (Conversion Factor)

จากสมการ (8) ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ที่คำนวณด้วยโปรแกรม CROPWAT โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรลักษณะภูมิอากาศ 5 ตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย (1) จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์หรือการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เฉลี่ย (ชั่วโมงต่อวันต่อเดือน) (2) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียสต่อเดือน) (3) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียสต่อเดือน) (4) ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตรต่อวินาทีต่อเดือน) และ (5) ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละต่อเดือน) โดยค่าของตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวนี้ถูกกำหนดเพื่อใช้สำหรับประมาณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) โดยแสดงในตารางที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ข้อมูลตัวแปรสถิติอุตุนิยมวิทยาที่ใช้วิเคราะห์เพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo)

เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	แสงแดด (ชั่วโมงต่อวัน)
มกราคม	29.9	34.0	64	4	9.1
กุมภาพันธ์	31.6	35.3	74	5	8.3
มีนาคม	29.5	36.4	75	4	6.9
เมษายน	29.5	35.8	76	4	9.0
พฤษภาคม	29.6	35.3	81	4	5.2
มิถุนายน	29.5	33.9	80	5	3.8
กรกฎาคม	26.8	32.7	84	4	3.0
สิงหาคม	27.0	34.8	87	4	3.3
กันยายน	28.5	34.1	83	5	3.5
ตุลาคม	28.0	34.5	77	5	4.8
พฤศจิกายน	30.5	36.3	70	8	8.4
ธันวาคม	31.5	35.5	63	6	8.0

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2555)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช

สำหรับวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop evapotranspiration: ETc) โดยวิธี Penman Monteith (Reference Evapotranspiration by Penman-Monteith) จากสมการ (9)

$$ETc = ETo \times Kc \qquad (9)$$

เมื่อ ETc คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
ETo คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)
Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient: Kc) เป็นค่าคงที่ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) โดยมีสมการดังนี้

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (10)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชนั้นจะมีค่าที่มีความแตกต่าง โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช รวมถึงช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชด้วย

ปริมาณฝนรายเดือน

ปริมาณฝนที่ตกในแต่ละเดือนนั้นพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด โดยปริมาณฝนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือที่เรียกว่า “ฝนใช้การ (Effective Rainfall)” โดยโปรแกรม CROPWAT จะใช้วิธีการคำนวณของ USDA Soil Conservation Service Method (Default) สำหรับวิธีนี้กำหนดค่ามาตรฐานของสมการไว้เป็นค่าคงที่ที่จะผันแปรกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายเดือนทั้งหมดจากสถานีวัดอากาศ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

สมการที่ 11 เมื่อ $P_{month} \leq$ 250 มิลลิเมตร

$$P_{eff} = P_{month} \times (125 - 0.2 \times P_{month}) / 125 \quad (11)$$

สมการที่ 12 เมื่อ $P_{month} >$ 250 มิลลิเมตร

$$P_{eff} = 125 + 0.1 \times P_{month} \quad (12)$$

เมื่อ P_{eff} = ปริมาณฝนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือฝนใช้การ (Effective Rainfall) (มิลลิเมตร)

P_{month} = ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดจันทบุรี เป็นข้อมูลที่ได้จากสถิติอุตุนิยมวิทยาสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดจันทบุรี ซึ่งแสดงในตารางที่ 11 อยู่ในกรณีสมการที่ 11 ที่ปริมาณฝนทั้งหมดน้อยกว่า 250 มิลลิเมตร

ตารางที่ 11 สถิติปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดจันทบุรี

(หน่วย: มิลลิเมตร)

เดือน	ปี พ.ศ.					
	2549	2550	2551	2552	2553	2554
มกราคม	0.00	0.62	1.39	0.02	0.97	0.00
กุมภาพันธ์	2.12	0.94	3.16	0.00	3.58	2.99
มีนาคม	1.94	5.22	1.79	7.85	2.48	7.40
เมษายน	3.39	9.07	5.48	6.21	5.30	16.85
พฤษภาคม	15.04	18.66	24.72	20.43	9.08	23.22
มิถุนายน	16.97	18.27	15.29	8.60	16.43	42.95
กรกฎาคม	18.87	27.48	16.61	17.53	18.30	26.08
สิงหาคม	20.20	9.67	11.52	7.64	16.54	40.20
กันยายน	19.37	17.34	23.20	22.98	7.53	65.58
ตุลาคม	26.76	4.65	7.45	9.93	12.11	18.94
พฤศจิกายน	3.02	0.44	2.47	0.02	0.19	4.22
ธันวาคม	0.04	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2554)

ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การประเมินต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยใช้แนวคิดในการประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการประเมินเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนของเกษตรกร เพื่อประเมินต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกษตรจะต้องลงทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่เพิ่มขึ้นหากเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะเป็นการลดความเสี่ยงหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายหรือลดค่าใช้จ่ายในการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร เนื่องจากความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น

สำหรับต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรจะลงทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วงที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ในการศึกษานี้จะคิดต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวที่เกิดขึ้นตลอดอายุของสระเก็บน้ำประจำสวนเฉลี่ยเท่ากับ 20 ปี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่ม (Average Incremental Cost: AIC) หรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว (Long Run Average Cost: LC) ที่คิดเฉลี่ยต่อผลผลิตของการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ของเกษตรกรในการป้องกันความเสี่ยงเมื่อเกิดภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วง การคิดต้นทุนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจะพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้นในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองของเกษตรกร โดยค่าต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มดังกล่าวเป็นวิธีการคิดต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยจากมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่เกษตรกรจ่ายไปในแต่ละปีตลอดอายุของการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนต่อปริมาณน้ำที่กักเก็บได้จากสระเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน Q_t ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี เป็นต้น

หลักในการคิดต้นทุนของการศึกษานี้เป็นการคำนวณต้นทุนจากการจัดหาแหล่งเก็บกักน้ำสำรองเพิ่มเติมจากระบบน้ำเดิมที่เกษตรกรมีอยู่ โดยมีรายละเอียดในการคำนวณดังนี้

การคำนวณหาต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว

ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มเป็นค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้า ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการขุดและบำรุงรักษาสระเก็บน้ำประจำสวนสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PVC = PVIC + PVOC \quad (13)$$

โดยที่ PVC คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ อัตราคิดลด r

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PVIC คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ อัตราคิดลด r

PVOC คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสระเก็บน้ำประจำสวน ณ อัตราคิดลด r

ถ้ากำหนดให้ปริมาณน้ำสำรองที่กักเก็บได้ในแต่ละปี คือ Q_t (ลูกบาศก์เมตร) และ AIC_t คือ ต้นทุนในการจัดน้ำสำรองเพื่อรองรับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้ง (บาทต่อลูกบาศก์เมตร) จะได้สมการ (14)

$$PVC = \frac{AIC_1 \cdot Q_1}{(1+r)^1} + \frac{AIC_2 \cdot Q_2}{(1+r)^2} + \frac{AIC_3 \cdot Q_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{AIC_t \cdot Q_{20}}{(1+r)^{20}} \quad (14)$$

โดยที่ PVC คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายขุดสระเก็บน้ำประจำสวนของเกษตรกร ณ อัตราคิดลด r ระยะเวลา 20 ปี

AIC_t คือ ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)

Q_t คือ ปริมาณน้ำที่สระเก็บน้ำสามารถเก็บกักได้ในปีที่ t (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

t คือ อายุของสระเก็บน้ำ กำหนดระยะเวลา 20 ปี

r คือ อัตราคิดลด

กำหนดให้ต้นทุนเฉลี่ยเท่ากันทุกปี ($AIC_1 = AIC_2 = AIC_3 = \ldots = AIC_{20} = AIC$) จะได้สมการ (15)

$$PVC = AIC \cdot \left[\frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{Q_{20}}{(1+r)^{20}} \right] \quad (15)$$

กำหนดให้

$$PVQ = \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{Q_{20}}{(1+r)^{20}} \quad (16)$$

ดังนั้น $PVC = AIC \cdot PVQ$

จะได้ $$AIC = \frac{PVC}{PVQ} \quad (17)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากสมการ (17) สามารถสรุปได้ว่า AIC คือ ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยของ Q ซึ่งในการศึกษานี้ Q คือ ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาได้จากการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน และ PVIC คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนดำเนินการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้น

ดังนั้น ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาว (AIC) จึงเป็นวิธีการที่ใช้วัดต้นทุนระยะยาวในการจัดหาน้ำของเกษตรกรเพื่อใช้ในช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วงที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาในบทนี้เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1) ของการศึกษา ซึ่งพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ของอำเภอ 4 อำเภอในจังหวัดจันทบุรี คือ อำเภอท่าใหม่ อำเภอเขาคิชฌกูฏ อำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน โดยสามารถสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้

สภาพและข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 612.8 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดจันทบุรี มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครอง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอแก่งหางแมว และอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอเขาคิชฌกูฏ และอำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี
ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอเมืองจันทบุรี อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี และอ่าวไทย
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี

การแบ่งเขตการปกครองของอำเภอท่าใหม่ แบ่งออกเป็น 14 ตำบล 124 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลท่าใหม่ ตำบลยายร้า ตำบลสีพยา ตำบลบ่อพุ ตำบลพลอยแหวน ตำบลเขาวัง ตำบลเขาบายศรี ตำบลสองพี่น้อง ตำบลทุ่งเบญจา ตำบลรำพัน ตำบลโขมง ตำบลตะกาดเง้า ตำบลคลองขุด และตำบลเขาแก้ว จากข้อมูลของศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2555) ในอำเภอท่าใหม่มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 16,733 ครัวเรือน โดยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลักจำนวน 11,619 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 73.76 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในอำเภอท่าใหม่

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอท่าใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) ทางตอนบนของอำเภอท่าใหม่เป็นภูเขาและป่าไม้ ลักษณะของพื้นที่เป็นลักษณะสูงๆ ต่ำๆ รวมถึงมีที่ราบเป็นบางตอน 2) ทางตอนกลางของอำเภอท่าใหม่เป็นพื้นที่ราบสลับกับเนินเขา และ 3) ทางตอนใต้ของอำเภอท่าใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นส่วนผสม นากุ้ง และบ่อปลา สำหรับลักษณะภูมิอากาศในอำเภอท่าใหม่ อุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 21-34 องศาเซลเซียส ฝนตกเฉลี่ยปีละ 6 เดือน ปริมาณฝนเฉลี่ย 2,141 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งน้ำที่สำคัญ (แม่น้ำ/บึง/คลอง) ในอำเภอท่าใหม่ ได้แก่ แม่น้ำวังโตนด คลองท่าใหม่ คลองสามหาด คลองวังโตนด คลองรำพัน และคลองเขา ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญในอำเภอท่าใหม่ ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ ระกำ สละ และพริกไทย

อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 830.2 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางตอนกลางของจังหวัดจันทบุรี มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครอง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอสอยดาว อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอเมืองจันทบุรี และอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอท่าใหม่ และอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี

การแบ่งเขตการปกครองของอำเภอเขาคิชฌกูฏ แบ่งออกเป็น 5 ตำบล 45 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลชากไทย ตำบลพลวง ตำบลตะเคียนทอง ตำบลคอลงพลู และตำบลจันทเขลม จากข้อมูลของศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2555) ในอำเภอเขาคิชฌกูฏมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 7,233 ครัวเรือน โดยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก จำนวน 5,808 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 80.92 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในอำเภอเขาคิชฌกูฏ

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอเขาคิชฌกูฏ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน สืบเนื่องมาจากการดันตัวของแผ่นเปลือกโลก ทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอเขาคิชฌกูฏจะมีความลาดชันของพื้นที่มาก แนวสันเขาวางตัวไปในแนวตะวันตกเฉียงเหนือถึงตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอเขาคิชฌกูฏเชิงเขาจะมีความลาดชันน้อย ลักษณะภูมิอากาศในอำเภอเขาคิชฌกูฏ อุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส ฝนตกเฉลี่ยปีละ 6 เดือน ปริมาณฝนเฉลี่ย 2,900 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งน้ำที่สำคัญ (แม่น้ำ/บึง/คลอง) ในอำเภอเขาคิชฌกูฏ ได้แก่ คลองกระทิง คลองตะเคียน คลองทุ่งเพล และคลองพลวง ซึ่งแหล่งน้ำดังกล่าวเหล่านี้เป็นแหล่งต้นน้ำที่มีความสำคัญของแม่น้ำจันทบุรี ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญในอำเภอเขาคิชฌกูฏ ได้แก่ เงาะ ทุเรียน และมังคุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี

อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 733.8 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดจันทบุรี มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครอง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอวังสมบูรณ์ และอำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดพระตะบอง ประเทศกัมพูชา
ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอเขาคิชฌกูฏ และอำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี

การแบ่งเขตการปกครองของอำเภอสอยดาว แบ่งออกเป็น 5 ตำบล 70 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลปะตง ตำบลทุ่งขนาน ตำบลทับช้าง ตำบลทรายขาว และตำบลสะตอน จากข้อมูลของศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2555) ในอำเภอสอยดาวมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 14,912 ครัวเรือน โดยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลักจำนวน 8,678 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 57.44 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในอำเภอสอยดาว

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอสอยดาว มีลักษณะเป็นที่ราบเชิงเขา และเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขารอยต่อภาคตะวันออก 5 จังหวัด (จังหวัดจันทบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดสระแก้ว จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง) ลักษณะภูมิอากาศในอำเภอสอยดาวค่อนข้างเย็นและร้อนชื้น อุณหภูมิอยู่ในช่วง 15-35 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาวสภาพอากาศในอำเภอสอยดาวจะหนาวคล้ายกับภาคเหนือของประเทศไทย (ช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม) มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ปริมาณฝนเฉลี่ย 2,900 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งน้ำที่สำคัญ (แม่น้ำ/บึง/คลอง) ในอำเภอสอยดาว ได้แก่ คลองปะตง คลองทรายขาว คลองพระสะทึง คลองโตนด คลองหินเพลิง และคลองตาผาย ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญในอำเภอสอยดาว ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ทุเรียน ลำไย กระท้อน เงาะ มะขามหวาน น้อยหน่า มะม่วง มะละกอ และยางพารา

อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 927.0 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดจันทบุรี มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครอง ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดพระตะบอง และเมืองไพลิน ประเทศกัมพูชา
ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอขลุง อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี และอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

การแบ่งเขตการปกครองของอำเภอโป่งน้ำร้อน แบ่งออกเป็น 5 ตำบล 47 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลทับไทร ตำบลโป่งน้ำร้อน ตำบลหนองตาคง ตำบลเทพนิมิต และตำบลคลองใหญ่ จากข้อมูลของศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2555) ในอำเภอโป่งน้ำร้อน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 14,028 ครัวเรือน โดยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลักจำนวน 9,145 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 68.47 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในอำเภอโป่งน้ำร้อน

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอโป่งน้ำร้อน มีลักษณะเป็นที่ราบสลับเนินเขา ลักษณะของดินในพื้นที่อำเภอโป่งน้ำร้อนส่วนใหญ่เป็นดินปนทรายทำให้เก็บน้ำไม่ค่อยอยู่ ลักษณะภูมิอากาศในอำเภอโป่งน้ำร้อนเป็นแบบมรสุม 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน (ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน) ฤดูฝน (ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) อุณหภูมิเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ฝนตกเฉลี่ยปีละ 4 เดือน ปริมาณฝนเฉลี่ย 2,900 มิลลิเมตรต่อปี แหล่งน้ำที่สำคัญ (แม่น้ำ/บึง/คลอง) ในอำเภอสอยดาว ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองพระพุทธ คลองโป่งน้ำร้อน และคลองเครือหวาย ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญในอำเภอโป่งน้ำร้อน ได้แก่ ทุเรียน ลำไย มันสำปะหลัง และข้าวโพด

แหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษา

แหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เป็นโครงการต่างๆ ของภาครัฐที่สร้างแหล่งน้ำขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการเข้าถึงแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร ซึ่งประกอบด้วย (1) อ่างเก็บน้ำ (2) ฝาย (3) ระบบส่งน้ำ (4) สถานีสูบน้ำ (5) สระเก็บน้ำ (6) บ่อบาดาล (7) การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ และ (8) กลุ่มผู้ใช้น้ำ โดยลักษณะของการพัฒนาแหล่งน้ำแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ หรือเรียกอีกแบบหนึ่งว่า “เขื่อนกักเก็บน้ำ” เป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่ไหลมาตามร่องน้ำหรือลำน้ำธรรมชาติ โดยมีการสร้างปิดกั้นระหว่างหุบเขาหรือเนินสูงเพื่อกักเก็บน้ำไว้จนเป็นแหล่งเก็บน้ำที่มีขนาดต่างๆ กัน อ่างเก็บน้ำเป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่มีความมั่นคงที่สุด โดยเฉพาะโครงการที่มีขนาดใหญ่และโครงการที่มีขนาดกลาง อ่างเก็บน้ำสามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้หลากหลาย เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง รวมถึงการควบคุมคุณภาพของน้ำด้วย แต่ปัญหาการพัฒนาโครงการแหล่งน้ำประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับศักยภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะก่อสร้าง โดยบริเวณที่จะทำการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำควรมีลักษณะดังนี้

(1) ต้องมีพื้นที่รับน้ำเพียงพอเพื่อให้น้ำสามารถไหลเข้ามาเต็มอ่างในช่วงฤดูฝนและมีน้ำเหลือเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน

(2) น้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำต้องมีปริมาณตะกอนไม่มาก ซึ่งถ้าหากมีมากจะทำให้อ่างเก็บน้ำมีตะกอนเต็มเร็วจนไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอก

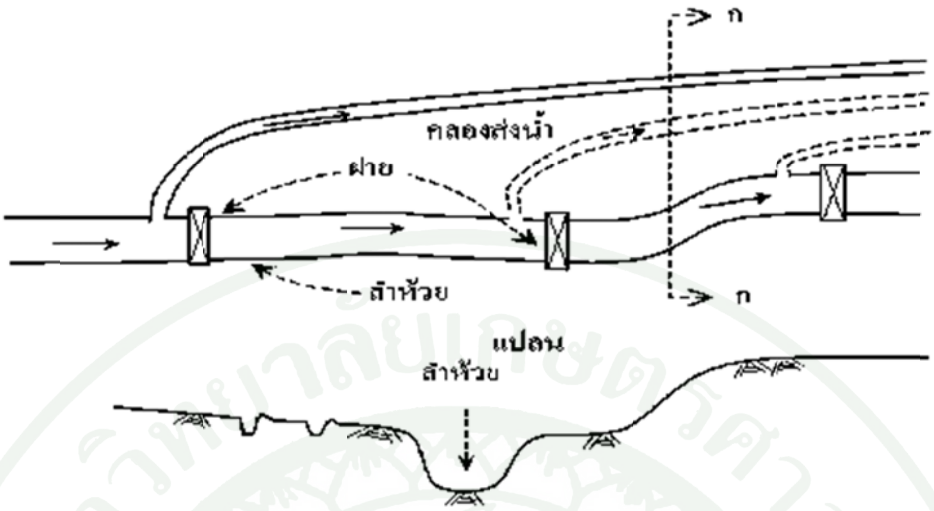
(3) บริเวณที่จะสร้างต้องมีศักยภาพพื้นที่เหมาะสม เช่น เป็นหุบเขา เป็นต้น

(4) สภาพดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำต้องสามารถกักเก็บน้ำได้ดี ไม่รั่วซึมง่าย

ฝาย

เป็นอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อปิดกั้นขวางทางน้ำไหล เพื่อทดน้ำที่ไหลมาให้มีระดับความสูงที่สามารถจะผันน้ำเข้าไปตามคลองส่งน้ำ คูส่งน้ำ ให้กับพื้นที่การเกษตร และสำหรับน้ำส่วนที่เกินนั้นจะไหลล้นข้ามฝายไปเอง ดังภาพที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 การสร้างฝายเพื่อผันน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำ
ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

ระบบส่งน้ำ

"ระบบส่งน้ำ" หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "คลองส่งน้ำ" เป็นทางน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ อ่างเก็บน้ำ แหล่งน้ำหน้าฝาย หรือแหล่งน้ำหน้าเขื่อนระบายน้ำ ส่งไปให้แก่พื้นที่การเกษตรหรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำ คลองส่งน้ำจะอยู่ในบริเวณที่สูงเพื่อให้สามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องการน้ำได้ สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรนั้นส่วนใหญ่จะนิยมสร้างคลองส่งน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ฝาย เขื่อนระบายน้ำ หรือโครงการสูบน้ำ เนื่องจากระบบลำเลียงน้ำจะเกิดขึ้นพร้อมกับอ่างเก็บน้ำ ฝาย เขื่อนระบายน้ำ หรือโครงการสูบน้ำ แต่จะมีบางโครงการที่แยกออกมาเพราะไม่ได้เกิดพร้อมอ่างเก็บน้ำ ฝาย เขื่อนระบายน้ำ หรือโครงการสูบน้ำดังกล่าว

สถานีสูบน้ำ

โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า เป็นโครงการที่พัฒนาโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานริเริ่มขึ้นเพื่อส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าให้เป็นประโยชน์กับพื้นที่การเกษตร และเป็นโครงการทาสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลเพื่อเร่งรัดในการแก้ปัญหาความแห้งแล้งของประเทศสำหรับพื้นที่ที่อยู่นอกเขตชลประทาน โดยปัจจุบันโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้านี้กรมชลประทานเป็นผู้ดูแล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สระเก็บน้ำ

สระเก็บน้ำ เป็นแหล่งกักเก็บน้ำฝน น้ำท่า หรือน้ำที่ไหลออกมาจากดินด้วยการขุดให้เป็นสระสำหรับกักเก็บน้ำ โดยขนาดของสระเก็บน้ำจะมีขนาด (กว้าง × ยาว × ลึก) เท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการจะกักเก็บไว้ใช้งาน ส่วนใหญ่สระเก็บน้ำจะมีขนาดความจุไม่มากนักและมักจะสร้างในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือในพื้นที่ที่สภาพภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยในการสร้างอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งกักเก็บน้ำประเภทอื่นๆ โดยที่ลักษณะหรือรูปแบบของสระเก็บน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แต่ละแห่ง

บ่อบาดาล

“น้ำบาดาล” เป็นแหล่งน้ำทางเลือก เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำต้นทุนร่วมกับแหล่งน้ำผิวดิน ส่วนใหญ่จะใช้น้ำบาดาลในช่วงฤดูแล้งหรือในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง การพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร แบ่งพื้นที่เป็น 2 ลักษณะตามศักยภาพของน้ำบาดาล คือ พื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลระดับตื้น (เจาะบ่อบาดาล 1 บ่อ สามารถกระจายน้ำได้ในพื้นที่ 10 ไร่) และพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลระดับลึก (เจาะบ่อบาลดาล 2 บ่อ และหอถัง 1 จุด สามารถกระจายน้ำได้ในพื้นที่ 60 ไร่)

การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ

การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ เป็นการขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติที่ตื้นเขินให้มีความลึกที่สามารถกักเก็บน้ำได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำที่จะกักเก็บให้เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการอุปโภคบริโภค ตลอดจนความต้องการน้ำเพื่อใช้ในพื้นที่การเกษตร

กลุ่มผู้ใช้น้ำ

กลุ่มผู้ใช้น้ำ คือ กลุ่มบุคคลหรือกลุ่มเกษตรกรที่ได้รับประโยชน์จากแหล่งน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำฝาย เป็นต้น โดยรวมตัวกันเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำเพื่อดำเนินการในการส่งน้ำและการใช้ประโยชน์จากน้ำชลประทาน รวมถึงการดูแลรักษาระบบชลประทานภายใต้กฎ ระเบียบ และข้อบังคับของกลุ่มที่ทางกลุ่มผู้ใช้น้ำตั้งขึ้นมา โดยวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำมีดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) เพื่อจัดสรรแบ่งปันน้ำระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้อย่างเพียงพอ ยุติธรรม และรวดเร็ว

(2) เพื่อดูแลและบำรุงรักษาอาคารชลประทานให้อยู่ในสภาพดี

(3) เพื่อเป็นองค์กรที่มีตัวแทนในการติดต่อและประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ

(4) เพื่อให้เกษตรกรเกิดความรักและหวงแหนกิจกรรม และการชลประทานที่สร้างขึ้นมา

(5) เพื่อให้เกษตรกรใช้น้ำอย่างประหยัด

(6) เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมระหว่างสมาชิกเกษตรกรและหน่วยงานของรัฐในด้านวิชาการทั้งในและนอกสถานที่

จากโครงการแหล่งน้ำทั้ง 8 ประเภทดังกล่าว สามารถสรุปโครงการแหล่งน้ำแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษาได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ 8 ประเภท แยกประเภทรายอำเภอในพื้นที่ศึกษา

อำเภอ	อ่างเก็บน้ำ (แห่ง)	ฝาย (แห่ง)	ระบบส่งน้ำ (ระบบ)	สถานีสูบน้ำ (สถานี)	สระเก็บน้ำ (สระ)	บ่อบาดาล (บ่อ)	การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ (แห่ง)	กลุ่มผู้ใช้น้ำ (กลุ่ม)
ท่าใหม่	9	24	1	2	15	272	22	10
เขาคิชฌกูฏ	7	10	-	4	6	108	10	12
โป่งน้ำร้อน	10	32	-	-	3	90	4	-
สอยดาว	4	38	-	-	4	161	10	-
รวมทั้งหมด	**30**	**104**	**1**	**6**	**28**	**631**	**46**	**22**

ที่มา: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

จากตารางที่ 12 พื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ มีโครงการแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่า ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ มีแหล่งน้ำที่เป็นอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 30 แห่ง โดยอยู่ในอำเภอท่าใหม่ 9 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 7 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 10 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 4 แห่ง มีฝายทั้งหมด 104 แห่ง อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 24 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 10 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 32 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 38 แห่ง

ระบบส่งน้ำในพื้นที่ศึกษามีเพียง 1 แห่ง ซึ่งอยู่ในอำเภอท่าใหม่ ส่วนในอำเภออื่นๆในพื้นที่ศึกษาไม่มีระบบส่งน้ำอยู่เลย สำหรับสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีทั้งหมด 6 แห่ง อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 4 แห่ง จำนวนสระเก็บน้ำในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 28 แห่ง โดยกระจายอยู่ใน อำเภอท่าใหม่ 15 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 6 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 3 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 4 แห่ง บ่อน้ำบาดาลมีการกระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอทั้งหมด 631 แห่ง โดยอยู่ในอำเภอท่าใหม่ 272 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 108 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 90 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 161 แห่ง

สำหรับการขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 46 โครงการ ใน อำเภอท่าใหม่ 22 โครงการ อำเภอเขาคิชฌกูฏ 10 โครงการ อำเภอโป่งน้ำร้อน 4 โครงการ และใน อำเภอสอยดาว 10 โครงการ นอกจากนี้ในพื้นที่ศึกษายังมีกลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีการจัดตั้งกลุ่มเพื่อใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 22 กลุ่ม ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 10 กลุ่ม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ 12 กลุ่ม ส่วนในอำเภอโป่งน้ำร้อนและอำเภอสอยดาวไม่มีกลุ่มผู้ใช้น้ำ

จากโครงการแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาจะเห็นว่า อำเภอท่าใหม่เป็นอำเภอที่มีโครงการแหล่งน้ำครบทั้ง 8 ประเภท ซึ่งมากที่สุด รองลงมา คือ อำเภอสอยดาว อำเภอเขาคิชฌกูฏ และอำเภอโป่งน้ำร้อน ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและภัยพิบัติที่ผ่านมา

เหตุการณ์ภัยพิบัติเกี่ยวกับน้ำในพื้นที่ศึกษาที่ผ่านมาแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ น้ำท่วม และภัยแล้ง โดยพื้นที่เสี่ยงภัยและพื้นที่ที่เคยเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติในพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

น้ำท่วม

เหตุการณ์ภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วม น้ำล้นตลิ่ง และน้ำป่าไหลหลากที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษามีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติดังกล่าวแสดงอยู่ในตารางที่ 13 จากการสำรวจและเก็บข้อมูลของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ ในอำเภอท่าใหม่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลากโดยมีระดับปานกลาง ซึ่งอยู่ในตำบลเขาบายศรี ตำบลทุ่งเบญจา และตำบลตะกาดเง้า โดยหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวจะมีจำนวนครัวเรือนที่ได้รับความเสียหายในอำเภอท่าใหม่จำนวน 85 ครัวเรือน อำเภอเขาคิชฌกูฏเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลากโดยมีระดับสูง ซึ่งอยู่ในตำบลพลวง ตำบลตะเคียนทอง ตำบลคลองพลู และตำบล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันทเขลม โดยมีจำนวนครัวเรือนที่ได้รับความเสียหายจำนวน 814 ครัวเรือน และในอำเภอสอยดาว เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลากโดยมีระดับปานกลาง ซึ่งอยู่ในตำบลทับช้าง ตำบลทรายขาว และตำบลสะตอน โดยมีจำนวนครัวเรือนที่ได้รับความเสียหายจำนวน 335 ครัวเรือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 พื้นที่เสี่ยงภัยและพื้นที่ที่เคยเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ระดับความรุนแรงที่อาจจะได้รับ จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ กรณีน้ำท่วมและน้ำป่าไหลหลาก

อำเภอ	ตำบล	ประชากร	ครัวเรือน	ระดับ	ลักษณะภัยธรรมชาติ			ความเสียหายที่อาจได้รับ		ปีที่เคยเกิดภัยพิบัติ (พ.ศ.)		
		(คน)	(ครัวเรือน)	ความรุนแรง	น้ำท่วม	น้ำล้นตลิ่ง	น้ำป่าไหลหลาก	ประชากร (คน)	ครัวเรือน (ครัวเรือน)	2551-2553	2549-2553	2544-2553
ท่าใหม่	เขาบายศรี	5,190.00	1,004.00	2	x		x	150.00	50.00			
	ทุ่งเบญจา	1,011.00	328.00	2	x		x	7.00	25.00			
	ตะกาดเง้า	1,172.00	81.00	2	x		x	30.00	10.00			
รวมอำเภอท่าใหม่		**7,373.00**	**1,413.00**	**2**				**187.00**	**85.00**			
เขาคิชฌกูฏ	พลวง	6,250.00	2,352.00	3	x	x	x	645.00	215.00			x
	ตะเคียนทอง	1,302.00	406.00	3			x	1,151.00	342.00			x
	คลองพลู	592.00	197.00	3		x	x	533.00	62.00			
	จันทเขลม	2,190.00	719.00	3			x	465.00	195.00		x	
รวมอำเภอเขาคิชฌกูฏ		**10,334.00**	**3,674.00**	**3**				**2,794.00**	**814.00**			
สอยดาว	ทับช้าง	6,699.00	2,178.00	2			x	420.00	140.00	x	x	
	ทรายขาว	2,488.00	889.00	2			x	345.00	115.00	x		
	สะตอน	3,964.00	1,606.00	2			x	240.00	80.00		x	
รวมอำเภอสอยดาว		**13,151.00**	**4,673.00**	**2**				**1,005.00**	**335.00**			
รวมทั้งหมด		**48,565.00**	**14,847.00**	**2.39**				**6,967.00**	**2,133.00**			

หมายเหตุ: ระดับความรุนแรงของภัยพิบัติ 1 หมายถึง ความเสี่ยงต่ำ 2 หมายถึง ความเสี่ยงปานกลาง และ 3 หมายถึง ความเสี่ยงสูง

ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัยแล้ง

สถานการณ์ภัยแล้งที่เคยเกิดขึ้นในจังหวัดจันทบุรีที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2554 ที่กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้มีการจัดเก็บข้อมูลไว้ พบว่า ในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดจันทบุรีได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ภัยแล้งมากที่สุด โดยมีจำนวนราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อนจากเหตุการณ์ดังกล่าวจำนวน 188,414 ครัวเรือน รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2553 ราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อนมีจำนวน 104,347 ครัวเรือน และปี พ.ศ. 2551 ราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อนมีจำนวน 47,899 ครัวเรือน ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2550 ทุกอำเภอในจังหวัดจันทบุรีประสบกับสถานการณ์ภัยแล้ง โดยมีราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อนจำนวน 34,155 ครัวเรือน พื้นที่ทำการเกษตรประเภทสวนได้รับความเสียหายจำนวน 6,9050 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 14

สถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงปีดังกล่าวข้างต้น หน่วยงานภาครัฐได้เข้ามาช่วยเหลือในพื้นที่โดยมีการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตรและเพื่อการอุปโภคบริโภคให้กับเกษตรกรและราษฎรที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ภัยแล้ง มีการจัดหาน้ำเพื่อการเกษตรโดยนำรถบรรทุกน้ำแจกจ่ายให้แก่เกษตรกร จัดหาเครื่องสูบน้ำ มีการซ่อม/สร้างทำนบและฝายต่างๆ รวมทั้งยังมีการขุดลอกแหล่งน้ำอีกด้วย ซึ่งแสดงในตารางที่ 15

พื้นที่ทำการเกษตรที่เสี่ยงภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา

ปัญหาความแห้งแล้งส่วนใหญ่เกิดจากการที่ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ การกระจายของฝนไม่ทั่วถึง ลักษณะของดินที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ รวมถึงความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่สืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบทั้งภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม แหล่งกักเก็บน้ำธรรมชาติ และแหล่งกักเก็บน้ำที่พัฒนาโดยมนุษย์ ในภาคเกษตรได้รับผลกระทบโดยตรงจากสถานการณ์ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นส่งผลเสียหายต่อภาคการเกษตร เช่น พื้นดินขาดความชุ่มชื้น พืชชะงักการเจริญเติบโต พืชเหี่ยวเฉาตาย เนื่องมาจากสภาวะการขาดน้ำ เป็นต้น ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำและมีปริมาณผลผลิตที่ลดลง การเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นมีความไม่แน่นอนและไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด และเกิดขึ้นบริเวณใด อย่างไรก็ดี ลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์ สภาพพื้นที่ป่า ความสูงของพื้นที่ดินทำการเกษตร ความชื้น อุณหภูมิในอากาศ ลักษณะของดิน ชั้นดิน ตลอดจนการมีอยู่ของแม่น้ำ แม่น้ำสาขา แหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติ แหล่งน้ำใต้ดินทั้งบ่อน้ำตื้นและบ่อบาดาล มีลักษณะแตกต่างกัน จะทำให้พื้นที่การเกษตรในแต่ละอำเภอเผชิญกับความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากภัยแล้งต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 สรุปสถานการณ์ภัยแล้งในจังหวัดจันทบุรี

พ.ศ.	พื้นที่ประสบภัย				จำนวนราษฎรที่ประสบภัย		พื้นที่การเกษตรที่ได้รับความเสียหาย				มูลค่าความเสียหายเบื้องต้น
	อำเภอ	กิ่งอำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	(ครัวเรือน)	(คน)	นา (ไร่)	ไร่ (ไร่)	สวน (ไร่)	รวม (ไร่)	(บาท)
2549	7	1	40	230	4,727	19,662	0	1,870		1,870	164,730
2550	10	-	68	691	34,155	81,750	0	0	6,950	6,950	695,000
2551	9	-	35	257	47,899	102,916	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
2552	9	-	63	643	188,414	739,642	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
2553	8	-	54	350	104,347	740,078	N.A.	N.A.	N.A.	2,733	2,385,240
2554	9	-	52	491	34,064	161,809	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

หมายเหตุ: N.A. หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 การให้ความช่วยเหลือเกษตรกรโดยหน่วยงานภาครัฐจากสถานการณ์ภัยแล้งในจังหวัดจันทบุรี

การให้ความช่วยเหลือ												
การจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตร						การแจกจ่ายน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค			งบประมาณที่จ่ายแล้ว			
รถบรรทุกน้ำ			เครื่องสูบน้ำ	ซ่อม/สร้างทำนบ/ฝาย	การขุดลอกแหล่งน้ำ	รถบรรทุกน้ำ			งบประมาณทดรองของราชการ	งบประมาณฉุกเฉินท้องถิ่น	งบประมาณอื่นๆ	รวม
(คัน)	(เที่ยว)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	(เครื่อง)	(แห่ง)	(แห่ง)	(คัน)	(เที่ยว)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
14	2,330	14,020,000	25	296	28	39	8,190	47,859,732	48,295,250	1,318,630	444,665	50,058,545
12	60	30,350	25	103	11	40	3,028	18,315,000	45,202,815	143,570	789,874	46,136,259
6	840	5,040,000	36	334	384	29	2,858	19,289,537	7,503,591	391,401	2,268,411	10,163,403
			40	300	18	16	4,286	28,314,000	45,368,933	595,797	4,350	45,969,080
			19	167	0	16	364	1,921,600	40,242,191	0	0	40,242,191
			45	170	1	16	354	2,124,000	37,797,230			37,797,230

ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ศึกษาที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง

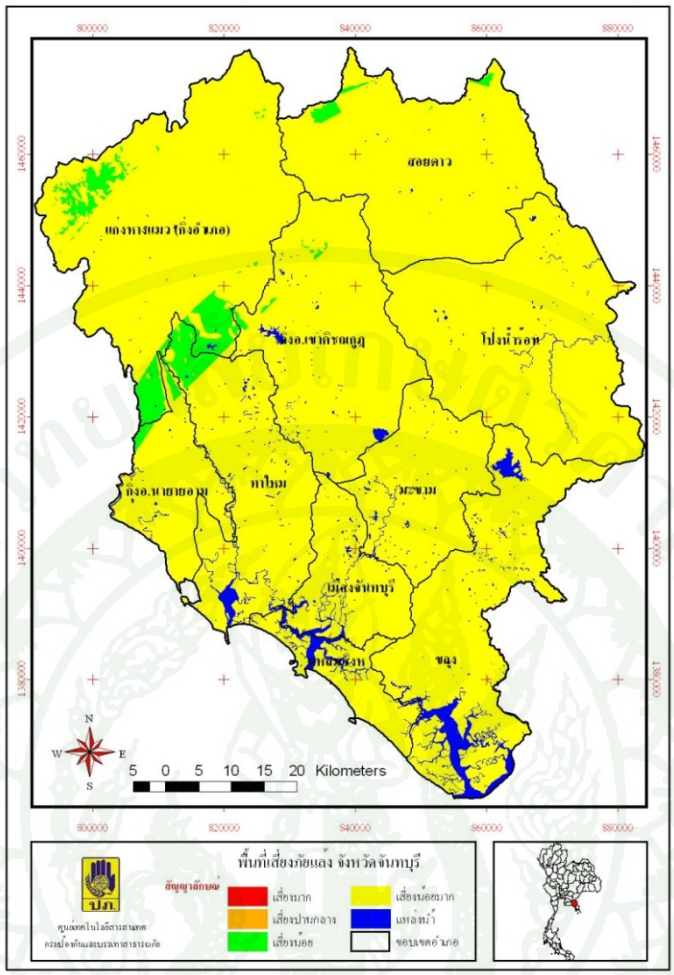
ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนในการเกิด เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเป็นเหตุการณ์ที่ไม่คาดเดาหรือทำนายได้ยาก และหากเกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อเกษตรกรและประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว ส่งผลให้มีความแห้งแล้งเกิดขึ้น ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการทั้งด้านการเกษตรและเพื่ออุปโภคบริโภค โดยในแต่ละอำเภอของพื้นที่ศึกษาอาจจะได้รับผลกระทบและระดับของความรุนแรงที่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากผลกระทบจะขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ สภาพพื้นที่ป่า ระดับความสูงของพื้นที่ทำการเกษตร ลักษณะของดิน อุณหภูมิ ตลอดจนการเข้าถึงแหล่งน้ำต่างๆ ที่ใช้เพื่อการเกษตรในพื้นที่ศึกษา

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2555) ได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้หลักการทางด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศเบื้องต้น คือ การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) โดยแบ่งพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อยที่สุด โดยนำปัจจัยต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งทั้งหมด 7 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เขตชลประทานและแหล่งน้ำ พืชปกคลุมดิน สภาพการระบายน้ำของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และสถิติพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งในอดีตที่ผ่านมา ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโดยใช้เกณฑ์ระดับประเทศนั้น พบว่า พื้นที่ศึกษามีระดับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งน้อยถึงน้อยมาก ดังภาพที่ 14 ดังนั้นจึงกำหนดดัชนีวัดความเสี่ยงภัยแล้งเพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงภัยแล้งในระดับพื้นที่

ดัชนีวัดความเสี่ยงพื้นที่การเกษตรที่อาจประสบปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา

สำหรับดัชนีวัดระดับความเสี่ยงของพื้นที่การเกษตรในพื้นที่ศึกษาที่มีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนานที่อาจมีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ตัวชี้วัดนี้จะแสดงถึงการมีอยู่ของแหล่งน้ำ การเข้าถึงแหล่งน้ำในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกร โดยกำหนดตัวชี้วัดระดับความเสี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง 3 ดัชนี คือ ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ในปัจจุบัน ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน และดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งนอกเขตชลประทาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งอำเภอต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรี
ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2555)

ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ในปัจจุบัน

การวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงพื้นที่ มีการกำหนดตัวชี้วัด 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่รวม แหล่งน้ำต่อพื้นที่การเกษตร พื้นที่ชลประทานต่อพื้นที่การเกษตร เมื่อประเมินความเสี่ยงที่จะประสบภัยแล้งเชิงพื้นที่จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ พบว่า ในอำเภอสอยดาวมีระดับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 4.33 หมายความว่า มีความเสี่ยงเกิดภัยแล้งสูงมาก รองลงมาคืออำเภอท่าใหม่ ระดับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 4 หมายความว่า มีความเสี่ยงเกิดภัยแล้งมาก ส่วนในอำเภอเขาคิชฌกูฏและอำเภอโป่งน้ำร้อนมีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งน้อย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ดัชนีชี้วัดความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่

อำเภอ	พื้นที่				แหล่งน้ำ	ร้อยละ			ระดับความเสี่ยง			
	รวม (ไร่) (1)	ป่า (ไร่) (2)	เกษตรกรรม (ไร่) (3)	ชลประทาน (ไร่) (4)	(ล้าน ลบ.ม.) (5)	ป่า/พื้นที่รวม (6)	แหล่งน้ำ/เกษตร (ลบ.ม./ไร่) (7)	ชลประทาน/เกษตร (8)	ป่า/พื้นที่รวม (9)	แหล่งน้ำ/เกษตร (10)	ชลประทาน/เกษตร (11)	เฉลี่ย (12)
เมืองจันทบุรี	137,195	29,228	73,539	28,072	2	21.3	68.4	38.2	3	4	2	3.00
ขลุง	479,938	190,947	147,787	40,467	1	39.8	5.2	27.4	2	5	3	3.33
ท่าใหม่	333,300	39,065	242,095	58,331	1	11.7	25.6	24.1	4	5	3	4.00
โป่งน้ำร้อน	675,748	186,382	325,228	72,913	73	27.6	391.7	22.4	3	1	3	2.33
มะขาม	263,341	51,737	180,950	50,675	75	19.6	1,449.6	28.0	4	1	3	2.67
แหลมสิงห์	151,061	2,386	30,326	6,927	1	1.6	419.2	22.8	5	1	3	3.00
สอยดาว	354,832	103,716	342,536	23,697	1	29.2	9.6	6.9	3	5	5	4.33
แก่งหางแมว	537,596	336,641	412,976	12,031	2	62.6	5.9	2.9	1	5	5	3.67
นายายอาม	182,411	19,203	131,345	26,978	1	10.5	52.1	20.5	4	4	3	3.67
เขาคิชฌกูฏ	530,205	307,199	193,686	35,363	90	57.9	293.0	18.3	1	1	4	2.00
รวม/เฉลี่ย	**3,645,627**	**1,266,505**	**2,080,468**	**355,453**	**247**	28.2	272.0	21.2				

หมายเหตุ : (9) คำนวณจาก (6) โดยแบ่งเป็นเกณฑ์คะแนน ดังนี้ <10 = 5, 10-20 = 4, 20-30 = 3, 30-40 = 2, >40 = 1

(10) คำนวณจาก (7) โดยแบ่งเป็นเกณฑ์คะแนน ดังนี้ <50 = 5, 150-100 = 4, 100-150 = 3, 150-200 = 2, >200 = 1

(11) คำนวณจาก (8) โดแบ่งเป็นเกณฑ์คะแนน ดังนี้ <10 = 5, 10-20 = 4. 20-30 = 3, 30-40 = 2, >40 = 1

(12) คำนวณจากค่าเฉลี่ยของ (9) (10) และ (11)

ที่มา: โครงการวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย, โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน

พื้นที่การเกษตรที่อยู่ในเขตชลประทานที่พัฒนาแล้วและมีการบริหารจัดการที่มีเหมาะสมจะส่งผลให้ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำน้อย ดังนั้นตัวชี้วัดความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำ โดยสมมติว่ามีกลุ่มผู้ใช้น้ำแล้วสามารถพัฒนากลุ่มให้เข้มแข็งจนสามารถบริหารจัดการโครงการได้เหมาะสมสามารถลดปัญหาการขาดแคลนน้ำได้ โดยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชลประทานต่อกลุ่มผู้ใช้น้ำ ซึ่งหากพื้นที่ใดมีกลุ่มผู้ใช้น้ำน้อยจะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการบริหารจัดการที่ดี ดังแสดงในตารางที่ 17 พบว่า จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ ในอำเภอเขาคิชฌกูฏมีกลุ่มใช้น้ำมากที่สุดจำนวน 12 กลุ่ม รองลงมา คือ อำเภอท่าใหม่จำนวน 10 กลุ่ม ส่วนในอำเภอสอยดาวและอำเภอโป่งน้ำร้อนไม่มีกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ตารางที่ 17 ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน

อำเภอ	พื้นที่ในเขตชลประทาน (ไร่) (1)	กลุ่มผู้ใช้น้ำ (กลุ่ม) (2)	ร้อยละ ไร่/กลุ่ม (3)=(1)/(2)	ระดับความเสี่ยง (4)
เมืองจันทบุรี	28,072	4	7,018	5
ขลุง	40,467	-	-	5
ท่าใหม่	58,331	10	5,833	5
โป่งน้ำร้อน	72,913	-	-	5
มะขาม	50,675	-	-	5
แหลมสิงห์	6,927	-	-	5
สอยดาว	23,697	-	-	5
แก่งหางแมว	12,031	-	-	5
นายายอาม	26,978	2	13,489	5
เขาคิชฌกูฏ	35,363	12	2,947	2
รวม/เฉลี่ย	**355,453**	**28**	**2,929**	

หมายเหตุ: (4) คำนวณจาก (3) โดยแบ่งเป็นเกณฑ์คะแนน ดังนี้ <2,000 = 1, 2,000-3,000 = 2, 3,000-4,000 = 3, 4,000-5,000 = 4,>5,000 = 5

ที่มา: โครงการวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย, โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งนอกเขตชลประทาน

พื้นที่การเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทานการแก้ปัญหาภัยแล้ง คือ การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ การขุดสระเก็บน้ำ และการขุดบ่อบาดาล ในปัจจุบันมีโครงการบริหารจัดการน้ำนอกเขตชลประทาน ได้แก่ การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ 1 โครงการ จะมีพื้นที่รับประโยชน์ 500 ไร่ การขุดสระเก็บน้ำ 1 สระ จะมีพื้นที่รับประโยชน์ 60 ไร่ และการขุดบ่อบาดาล 1 บ่อ จะมีพื้นที่รับประโยชน์ 10 ไร่ ซึ่งพบว่าการพัฒนาโครงการนอกเขตพื้นที่ชลประทานดังกล่าวสามารถช่วยลดปัญหาความแห้งแล้งในพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทานประมาณ 81,950 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทานทั้งหมด (ตารางที่ 18)

เมื่อนำดัชนีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งทั้ง 3 ดัชนี ข้างต้น มาพิจารณาความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ พบว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งมากที่สุดอยู่ในอำเภอสอยดาว ซึ่งมีค่าดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 รองลงมา คือ อำเภอท่าใหม่ อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอเขาคิชฌกูฏ โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 3.78 และ 2.33 ตามลำดับ ซึ่งสามารสรุปได้ตามตารางที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งนอกเขตชลประทาน

อำเภอ	พื้นที่นอกเขตชลประทาน (ไร่) (1)	ขุดลอกหนองน้ำ (1 โครงการ = 500 ไร่) (จำนวน) (2)	(ไร่) (3)=(2)x500	สระเก็บน้ำ (1 สระ = 60 ไร่) (จำนวน) (4)	(ไร่) (5)=(4)x60	บ่อบาดาล (1 บ่อ = 10 ไร่) (จำนวน) (6)	(ไร่) (7)=(6)x10	รวม (ไร่) (8)=(3)+(5)+(7)	พื้นที่นอกเขตที่ไม่มีแหล่งน้ำ (9)=(1)-(8)	ระดับความเสี่ยง (10)
เมืองจันทบุรี	45,467	14	7,000		-	104	1,040	8,040	37,427	1
ขลุง	107,320	9	4,500	11	660	92	920	6,080	101,240	2
ท่าใหม่	183,764	22	11,000	15	900	272	2,720	14,620	169,144	3
โป่งน้ำร้อน	252,315	4	2,000	3	180	90	900	3,080	249,235	4
มะขาม	130,275	8	4,000	18	1,080	67	670	5,750	124,525	2
แหลมสิงห์	23,399		-		-	7	70	70	23,329	1
สอยดาว	318,839	10	5,000	4	240	161	1,610	6,850	311,989	5
แก่งหางแมว	400,945	17	8,500	18	1,080	315	3,150	12,730	388,215	5
นายายอาม	104,367	33	16,500	9	540	125	1,250	18,290	86,077	2
เขาคิชฌกูฏ	158,323	10	5,000	6	360	108	1,080	6,440	151,883	3
รวม/เฉลี่ย	**1,725,015**							**81,950**	**1,643,065**	
ร้อยละ	**100**							**5**	**95**	

หมายเหตุ: (1) พื้นที่นอกเขตทั้งหมด-พื้นที่ชลประทาน

(10) คำนวณจาก (9) โดยแบ่งเป็นเกณฑ์คะแนน ดังนี้ < 75,000 = 1, 75,000-150,000 = 2. 150,000-225,000 = 3, 225,000-300,000 = 4, > 300,000 = 5

ที่มา: โครงการวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย, โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ดัชนีชี้วัดความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งด้านต่างๆ และดัชนีรวม

อำเภอ	ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้ง			
	เชิงพื้นที่ (1)	ในเขตชลประทาน (2)	นอกเขตชลประทาน (3)	รวม (4) = (1)+(2)+(3)
เมืองจันทบุรี	3.00	5	1	2.56
ขลุง	3.33	5	2	3.44
ท่าใหม่	4.00	5	3	4.00
โป่งน้ำร้อน	2.33	5	4	3.78
มะขาม	2.67	5	2	3.22
แหลมสิงห์	3.00	5	1	3.00
สอยดาว	4.33	5	5	4.78
แก่งหางแมว	3.67	5	5	4.56
นายายอาม	3.67	5	2	3.56
เขาคิชฌกูฏ	2.00	2	3	2.33

หมายเหตุ: ระดับความเสี่ยงภัยแล้งแบ่งเป็นเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่ 5 หมายถึง ความเสี่ยงสูงมาก 4 หมายถึง ความเสี่ยงสูง 3 หมายถึง ความเสี่ยงปานกลาง 2 หมายถึง ความเสี่ยงน้อย และ 1 หมายถึง ความเสี่ยงน้อยมาก

ที่มา: โครงการวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย, โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556)

ต้นทุนและปริมาณน้ำที่เกษตรจัดหาให้แก่พืชในรอบปี

จากการสำรวจข้อมูลต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรและปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชในรอบปีในพื้นที่ศึกษา พบว่า เกษตรกรใช้เครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์ไฟฟ้าในการสูบน้ำเพื่อการเกษตร ซึ่งเมื่อคำนวณต้นทุนในการสูบน้ำของอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด คือ เครื่องยนต์สูบน้ำดีเซล และมอเตอร์สูบน้ำไฟฟ้า ในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

อำเภอท่าใหม่เกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรขนาดแปลงเฉลี่ย 15.17 ไร่ ปริมาณน้ำที่สูบได้จากเครื่องยนต์ดีเซลเท่ากับ 627.25 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลรวม 28,864.08 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 1,902.71 บาทต่อปี และปริมาณน้ำที่สูบได้จากมอเตอร์สูบน้ำเท่ากับ 418.18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยมอเตอร์สูบน้ำรวม 7,354.17 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 484.78 บาทต่อปี (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอท่าใหม่

รายการ	เครื่องยนต์ดีเซล		มอเตอร์สูบน้ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ขนาดแปลงเฉลี่ย (ไร่)	15.17		15.17	
2. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง)	9,515.39		6,343.59	
3. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	627.25		418.17	
4. ค่าน้ำมัน/ค่าไฟฟ้า (บาทต่อปี)	20,081.35	69.57	3,927.56	53.41
5. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องยนต์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	222.95	0.77	41.40	0.56
6. ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (บาทต่อปี)	240.25	0.83	44.62	0.61
7. ค่าแรงงานในการสูบน้ำ (บาทต่อปี)	8,259.89	28.62	3,303.95	44.93
8. ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์/มอเตอร์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	59.65	0.21	36.63	0.50
9. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อแปลง)	28,864.08	100.00	7,354.17	100.00
10. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อปี)	1,902.71		484.78	
11. ต้นทุนการสูบน้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)	3.03		1.16	

อำเภอเขาคิชฌกูฏเกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรขนาดแปลงเฉลี่ย 17.72 ไร่ ปริมาณน้ำที่สูบได้จากเครื่องยนต์ดีเซลเท่ากับ 536.99 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลรวม 28,864.08 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 1,628.90 บาทต่อปี และปริมาณน้ำที่สูบได้จากมอเตอร์สูบน้ำเท่ากับ 357.99 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยมอเตอร์สูบน้ำรวม 7,354.17 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 415.02 บาทต่อปี (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์สูบน้ำในอำเภอเขาคิชฌกูฏ

รายการ	เครื่องยนต์ดีเซล		มอเตอร์สูบน้ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ขนาดแปลงเฉลี่ย (ไร่)	17.72		17.72	
2. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง)	9,515.39		6,343.59	
3. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	536.99		357.99	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 (ต่อ)

รายการ	เครื่องยนต์ดีเซล		มอเตอร์สูบน้ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
4. ค่าน้ำมัน/ค่าไฟฟ้า (บาทต่อปี)	20,081.35	69.57	3,927.56	53.41
5. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องยนต์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	222.95	0.77	41.40	0.56
6. ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (บาทต่อปี)	240.25	0.83	44.62	0.61
7. ค่าแรงงานในการสูบน้ำ (บาทต่อปี)	8,259.89	28.62	3,303.95	44.93
8. ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์/มอเตอร์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	59.65	0.21	36.63	0.50
9. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อแปลง)	28,864.08	100.00	7,354.17	100.00
10. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อปี)	1,628.90		415.02	
11. ต้นทุนการสูบน้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)	3.03		1.16	

อำเภอสอยดาวเกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรขนาดแปลงเฉลี่ย 32 ไร่ ปริมาณน้ำที่สูบได้จากเครื่องยนต์ดีเซลเท่ากับ 297.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลรวม 28,864.08 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 902 บาทต่อปี และปริมาณน้ำที่สูบได้จากมอเตอร์สูบน้ำเท่ากับ 198.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยมอเตอร์สูบน้ำรวม 7,354.17 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 229.82 บาทต่อปี (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ในอำเภอสอยดาว

รายการ	เครื่องยนต์ดีเซล		มอเตอร์สูบน้ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ขนาดแปลงเฉลี่ย (ไร่)	32.00		32.00	
2. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง)	9,515.39		6,343.59	
3. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	297.36		198.24	
4. ค่าน้ำมัน/ค่าไฟฟ้า (บาทต่อปี)	20,081.35	69.57	3,927.56	53.41
5. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องยนต์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	222.95	0.77	41.40	0.56
6. ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (บาทต่อปี)	240.25	0.83	44.62	0.61
7. ค่าแรงงานในการสูบน้ำ (บาทต่อปี)	8,259.89	28.62	3,303.95	44.93
8. ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์/มอเตอร์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	59.65	0.21	36.63	0.50
9. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อแปลง)	28,864.08	100.00	7,354.17	100.00
10. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อปี)	902.00		229.82	
11. ต้นทุนการสูบน้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)	3.03		1.16	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อำเภอโป่งน้ำร้อนเกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรขนาดแปลงเฉลี่ย 16.89 ไร่ ปริมาณน้ำที่สูบได้จากเครื่องยนต์ดีเซลเท่ากับ 563.37 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลรวม 28,864.08 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 1,708.95 บาทต่อปี และปริมาณน้ำที่สูบได้จากมอเตอร์สูบน้ำเท่ากับ 198.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต้นทุนค่าสูบน้ำด้วยมอเตอร์สูบน้ำรวม 7,354.17 บาทต่อแปลง หรือคิดเป็น 229.82 บาทต่อปี (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ต้นทุนการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ในอำเภอโป่งน้ำร้อน

รายการ	เครื่องยนต์ดีเซล		มอเตอร์สูบน้ำ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ขนาดแปลงเฉลี่ย (ไร่)	16.89		16.89	
2. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อแปลง)	9,515.39		6,343.59	
3. ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	563.37		375.58	
4. ค่าน้ำมัน/ค่าไฟฟ้า (บาทต่อปี)	20,081.35	69.57	3,927.56	53.41
5. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องยนต์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	222.95	0.77	41.40	0.56
6. ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (บาทต่อปี)	240.25	0.83	44.62	0.61
7. ค่าแรงงานในการสูบน้ำ (บาทต่อปี)	8,259.89	28.62	3,303.95	44.93
8. ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์/มอเตอร์สูบน้ำ (บาทต่อปี)	59.65	0.21	36.63	0.50
9. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อแปลง)	28,864.08	100.00	7,354.17	100.00
10. ต้นทุนการสูบน้ำรวม (บาทต่อปี)	1,708.95		435.42	
11. ต้นทุนการสูบน้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)	3.03		1.16	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

ผลการศึกษา

ในบทนี้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 2) และข้อที่ 3) ของการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) วิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปี และ (2) ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำสำรองเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยแล้ง โดยมีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปี

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ของจังหวัดจันทบุรี

สำหรับการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชในรอบปี (Crop Water Requirement: CWR) ที่มีผลจากสภาพภูมิอากาศ การศึกษาในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองจากโปรแกรม CROPWAT ที่พัฒนาโดย FAO (1998) โดยแบบจำลองจะประมาณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชในรอบปี ซึ่งจะใช้ข้อมูลสถิติข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจันทบุรี ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ของจังหวัดจันทบุรี ผลจากการคำนวณของโปรแกรม CROPWAT จากข้อมูลภูมิอากาศจังหวัดจันทบุรีในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ ด้วยวิธีของ FAO Penman–Monteith จะได้ค่า Solar Radiation ที่มีหน่วยเป็นเมกกะจูลต่อตารางเมตร และค่า ETo ของพืชที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวันในแต่ละเดือนในรอบปี

โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 34.90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 29.30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76 ความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 5 กิโลเมตรต่อวัน จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดเฉลี่ย 6.1 ชั่วโมง ค่า Solar Radiation เฉลี่ยของจังหวัดจันทบุรีเท่ากับ 15.70 เมกกะจูลต่อตารางเมตร และค่า ETo เฉลี่ยของจังหวัดจันทบุรีเท่ากับ 3.89 มิลลิเมตรต่อวัน ดังที่แสดงในตารางที่ 24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 ข้อมูลนำเข้าทั้งหมด ค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) และค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ในแต่ละเดือนของจังหวัดจันทบุรีที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม CROPWAT

เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด องศาเซลเซียส	อุณหภูมิสูงสุด องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อวัน)	จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดด (ชั่วโมง)	รังสีดวงอาทิตย์ (เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) (มิลลิเมตรต่อวัน)
มกราคม	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
กุมภาพันธ์	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
มีนาคม	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
เมษายน	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
พฤษภาคม	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
มิถุนายน	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
กรกฎาคม	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
สิงหาคม	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
กันยายน	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
ตุลาคม	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
พฤศจิกายน	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
ธันวาคม	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
เฉลี่ย	**29.3**	**34.9**	**76**	**5**	**6.1**	**17.7**	**3.89**

ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) ของจังหวัดจันทบุรี

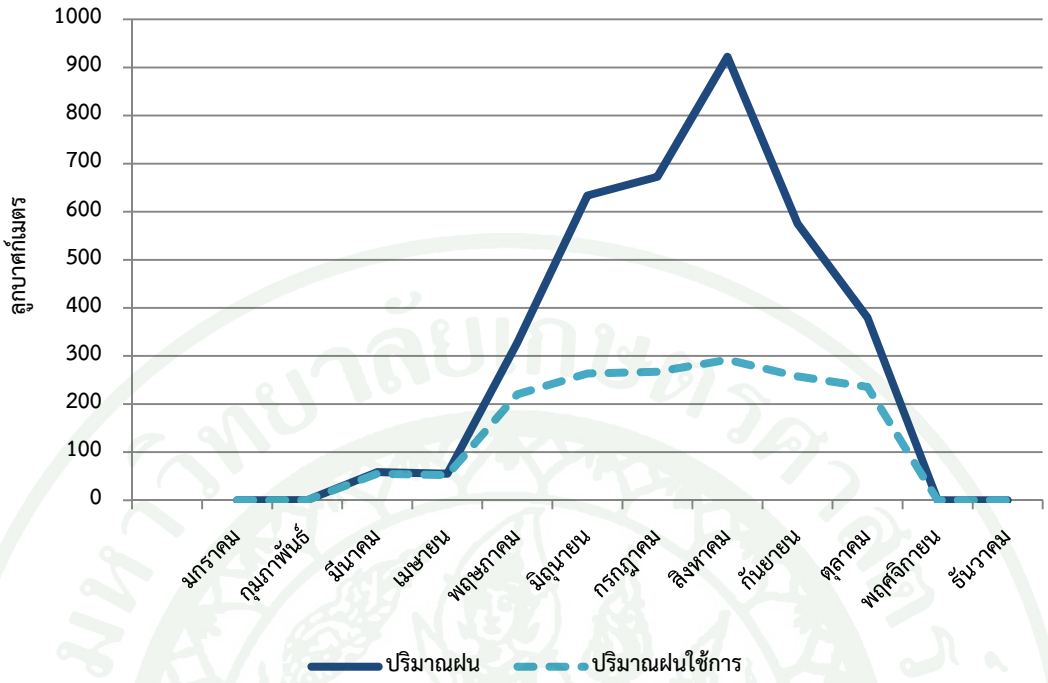
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 576.4 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 0.10 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีเท่ากับ 2,265.70 มิลลิเมตร คิดเป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 188.81 มิลลิเมตรต่อเดือน ซึ่งจากการคำนวณปริมาณน้ำฝนที่ใช้ได้จริง (Effective Rainfall) พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีเท่ากับ 1,027.3 มิลลิเมตร คิดเป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 85.6 มิลลิเมตรต่อเดือน ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ได้จริงเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนสิงหาคมประมาณ 182.6 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนน้อยสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ประมาณ 0.10 มิลลิเมตร โดยผลการคำนวณปริมาณฝนที่ใช้ได้จริงจากโปรแกรม CROPWAT แสดงในตารางที่ 25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ปริมาณฝนที่ตกและปริมาณฝนใช้การในพื้นที่ศึกษา

เดือน	ปริมาณฝนที่ตก		ปริมาณฝนใช้การ	
	(มิลลิเมตร)	(ลูกบาศก์เมตร)	(มิลลิเมตร)	(ลูกบาศก์เมตร)
มกราคม	0	0	0	0
กุมภาพันธ์	0.1	0.16	0.1	0.16
มีนาคม	36.6	58.56	34.5	55.2
เมษายน	34.5	55.2	32.6	52.16
พฤษภาคม	204.9	327.84	137.7	220.32
มิถุนายน	396.1	633.76	164.6	263.36
กรกฎาคม	420.4	672.64	167.0	267.2
สิงหาคม	576.4	922.24	182.6	292.16
กันยายน	359.4	575.04	160.9	257.44
ตุลาคม	237.3	379.68	147.2	235.52
พฤศจิกายน	0	0	0	0
ธันวาคม	0	0	0	0
รวม	**2,265.7**	**3,625.12**	**1,027.3**	**1,643.52**
เฉลี่ย	**188.81**	**302.09**	**85.60**	**136.96**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณฝนและปริมาณฝนใช้การ

ความต้องการใช้น้ำของพืชในรอบปี (Crop Water Requirement: CWR)

จากการจำลองสถานการณ์ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ กรณีเกิดภัยแล้ง จากการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชด้วยโปรแกรม CROPWAT พบว่า ทุเรียนและมังคุดมีความต้องการใช้น้ำในรอบปีเท่ากับ 1,687.5 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เงาะและลำไยมีความต้องการใช้น้ำในรอบปีเท่ากับ 1,668.6 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และยางพารามีความต้องการใช้น้ำในรอบปีเท่ากับ 1,743.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งสามารถสรุปความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในจังหวัดจันทบุรีได้ดังตารางที่ 26 ถึงตารางที่ 28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของทุเรียนและมังคุดแต่ละเดือนในจังหวัดจันทบุรี

เดือน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน
	(มิลลิเมตรต่อไร่)				(ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)			
มกราคม	0.0	0.0	91.3	91.3	0.00	0.00	146.4	146.24
กุมภาพันธ์	0.1	0.1	86.1	85.9	0.16	0.16	137.92	137.6
มีนาคม	36.6	34.5	92.4	48.7	58.56	55.20	148.16	88.16
เมษายน	34.5	32.6	115.9	83.1	55.20	52.16	185.44	132.96
พฤษภาคม	204.9	137.7	94.9	0.0	327.84	220.32	151.84	0
มิถุนายน	396.1	164.6	79.0	0.0	633.76	263.36	126.4	0
กรกฎาคม	420.4	167.0	74.5	0.0	672.64	267.20	119.04	0
สิงหาคม	576.4	182.6	77.1	0.0	922.24	292.16	123.36	0
กันยายน	359.4	160.9	76.0	0.0	575.04	257.44	121.6	0
ตุลาคม	237.3	147.2	82.2	0.0	379.68	235.52	131.52	0
พฤศจิกายน	0.0	0.0	94.1	94	0.00	0.00	150.56	150.4
ธันวาคม	0.0	0.0	90.9	90.9	0.00	0.00	145.28	145.28
รวมทั้งปี	**2,265.7**	**1,027.2**	**1,054.4**	**493.9**	**3,625.12**	**1,643.52**	**1,687.5**	**800.6**
ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	**71.2**	**67.2**	**570.7**	**493.9**	**113.92**	**107.52**	**913.8**	**800.6**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของเงาะและลำไยในจังหวัดจันทบุรี

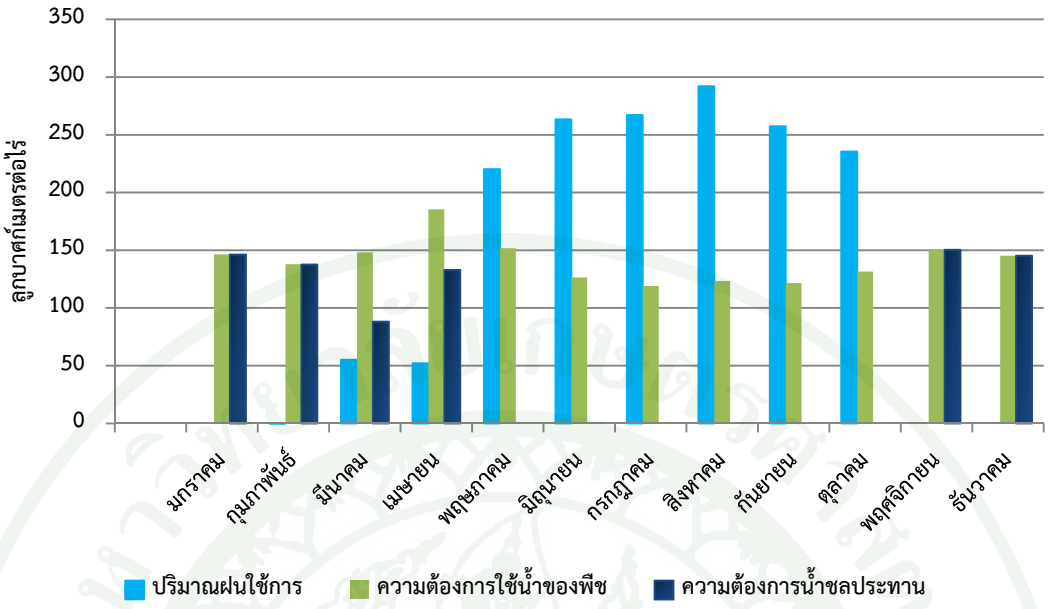
เดือน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน
	(มิลลิเมตรต่อไร่)				(ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)			
มกราคม	0.0	0.0	91.3	91.3	0.00	0.00	143.52	143.04
กุมภาพันธ์	0.1	0.1	86.1	85.9	0.16	0.16	132.16	131.36
มีนาคม	36.6	34.5	92.4	48.7	58.56	55.20	138.08	68.96
เมษายน	34.5	32.6	115.9	83.1	55.20	52.16	185.44	132.96
พฤษภาคม	204.9	137.7	94.9	0.0	327.84	220.32	151.84	0
มิถุนายน	396.1	164.6	79.0	0.0	633.76	263.36	126.4	0
กรกฎาคม	420.4	167.0	74.5	0.0	672.64	267.20	119.04	0
สิงหาคม	576.4	182.6	77.1	0.0	922.24	292.16	123.36	0
กันยายน	359.4	160.9	76.0	0.0	575.04	257.44	121.6	0
ตุลาคม	237.3	147.2	82.2	0.0	379.68	235.52	131.52	0
พฤศจิกายน	0.0	0.0	94.1	94	0.00	0.00	150.56	150.4
ธันวาคม	0.0	0.0	90.9	90.9	0.00	0.00	145.12	145.12
รวมทั้งปี	**2,265.7**	**1,027.2**	**1,054.4**	**493.9**	**3,625.12**	**1,643.52**	**1,668.6**	**771.8**
ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	**71.2**	**67.2**	**570.7**	**493.9**	**113.92**	**107.52**	**894.9**	**771.8**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

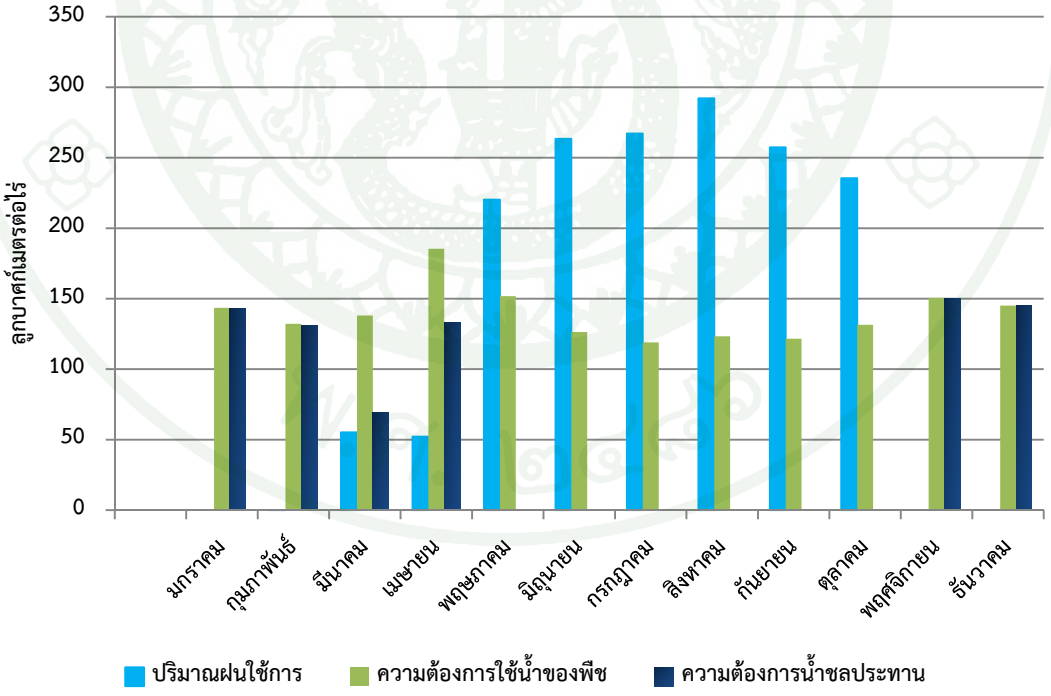
ตารางที่ 28 สรุปค่าความต้องการใช้น้ำในรอบปีของยางพาราแต่ละเดือนในจังหวัดจันทบุรี

เดือน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน	ปริมาณฝน	ปริมาณฝนใช้การ	ความต้องการใช้น้ำของพืช	ความต้องการน้ำชลประทาน
	(มิลลิเมตรต่อไร่)				(ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)			
มกราคม	0.0	0.0	91.3	91.3	0.00	0.00	140.6	140.6
กุมภาพันธ์	0.1	0.1	86.1	85.9	0.16	0.16	139.8	139.5
มีนาคม	36.6	34.5	92.4	48.7	58.56	55.20	158.1	87.2
เมษายน	34.5	32.6	115.9	83.1	55.20	52.16	234.9	182.4
พฤษภาคม	204.9	137.7	94.9	0.0	327.84	220.32	191.7	8.5
มิถุนายน	396.1	164.6	79.0	0.0	633.76	263.36	148.6	0.0
กรกฎาคม	420.4	167.0	74.5	0.0	672.64	267.20	124.8	0.0
สิงหาคม	576.4	182.6	77.1	0.0	922.24	292.16	113.9	0.0
กันยายน	359.4	160.9	76.0	0.0	575.04	257.44	108.5	0.0
ตุลาคม	237.3	147.2	82.2	0.0	379.68	235.52	117.0	0.0
พฤศจิกายน	0.0	0.0	94.1	94	0.00	0.00	133.9	133.8
ธันวาคม	0.0	0.0	90.9	90.9	0.00	0.00	131.5	131.5
รวมทั้งปี	**2,265.7**	**1,027.2**	**1,054.4**	**493.9**	**3,625.12**	**1,643.52**	**1,743.4**	**823.5**
ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	**71.2**	**67.2**	**570.7**	**493.9**	**113.92**	**107.52**	**938.9**	**815.0**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

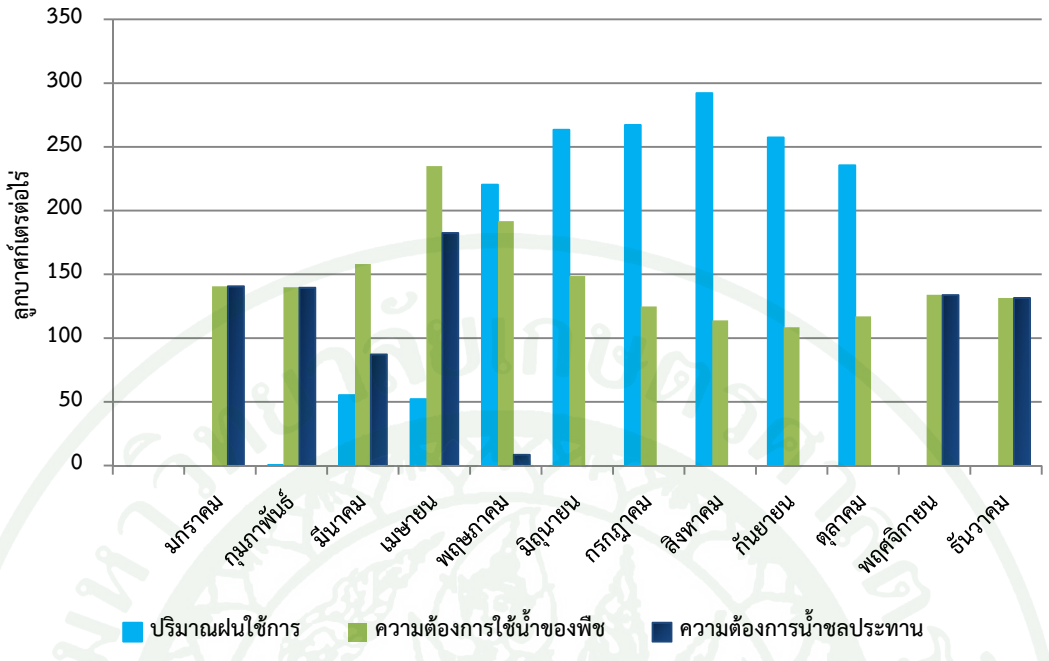


ภาพที่ 21 ความต้องการใช้น้ำของทุเรียนและมังคุด ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน

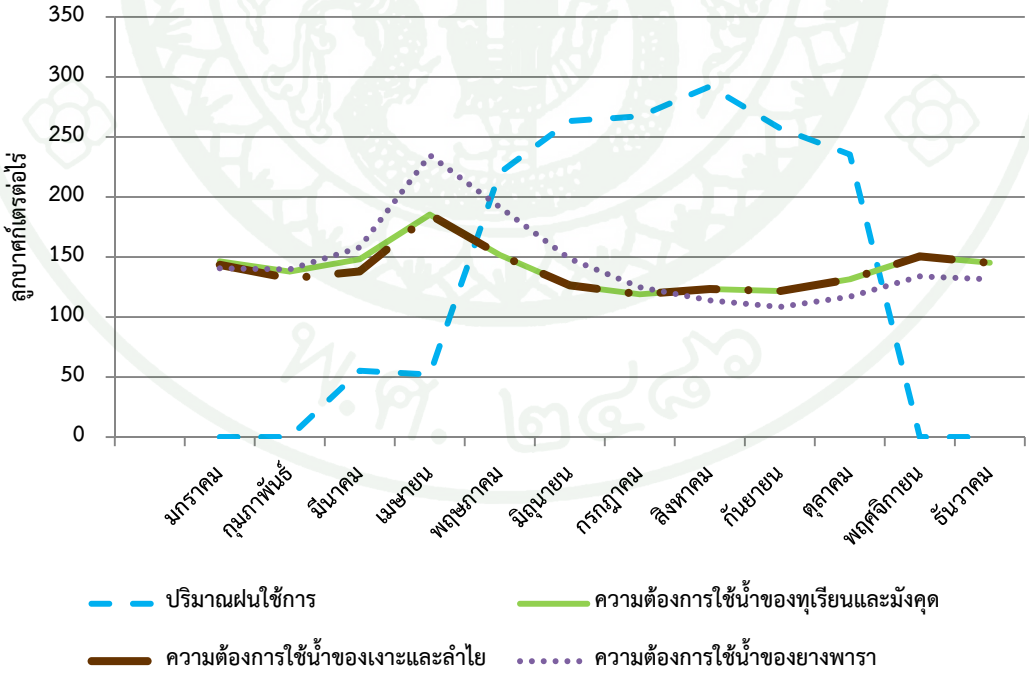


ภาพที่ 22 ความต้องการใช้น้ำของเงาะและลำไย ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 ความต้องการใช้น้ำของยางพารา ปริมาณฝนใช้การ และความต้องการน้ำชลประทาน



ภาพที่ 24 ภาพเปรียบเทียบปริมาณฝนใช้การกับความต้องการใช้น้ำของพืช 5 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การลงทุนจัดหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อการผลิตทางการเกษตร ภายใต้ความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศ

การรองรับความเสี่ยงจากภัยแล้งที่อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และเพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืนในการบริหารจัดการน้ำที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตร ดังนั้น การที่เกษตรกรมีสระเก็บน้ำประจำสวนจะสามารถช่วยให้เกษตรกรมีแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้เพื่อการเกษตรในช่วงฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วงได้อย่างเพียงพอ

ต้นทุนในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองของเกษตรกร

เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝนเปลี่ยนแปลงไป ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีทั้งสภาวะน้ำท่วมและภัยแล้ง โดยหากเกิดสภาวะที่เกิดความแห้งแล้งเกษตรกรจะไม่มีน้ำเพียงพอเพื่อใช้ในการเกษตร ดังนั้นเกษตรกรจะต้องหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งหรือในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง เกษตรกรจึงควรขุดสระเก็บน้ำประจำสวนที่เป็นแหล่งน้ำสำรองเพื่อรองรับสภาวะความแห้งแล้งที่จะเกิดขึ้น โดยในการศึกษาครั้งนี้สมมติให้เกษตรกรมีพื้นที่การเกษตรขนาด 1 ไร่ และลงทุนขุดสระเก็บน้ำเพื่อรองรับสภาวะความแห้งแล้ง ณ ระดับความลึก 4 เมตร (ระดับความลึกขั้นต่ำในการขุดสระเก็บน้ำขนาดเล็กที่ทางกรมชลประทานกำหนดต้องไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร) อายุของสระเก็บน้ำเท่ากับ 20 ปี ซึ่งหากเกิดสภาวะความแห้งแล้งสระเก็บน้ำมีความสามารถในการเก็บกักปริมาณน้ำสำรองได้เท่ากับร้อยละ 100 ร้อยละ 75 ร้อยละ 50 และร้อยละ 25 ตามลำดับ และค่าใช้จ่ายในการขุดสระเก็บน้ำเท่ากับ 30 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ค่าขุดลอกสระ 10 ปีต่อครั้ง โดยเงินลงทุนขุดสระเก็บน้ำคิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน ณ อัตราคิดลดร้อยละ 7.5 ผลจากการศึกษา พบว่า

ในกรณีที่สระเก็บน้ำสำรองน้ำไว้เท่ากับร้อยละ 100 จะมีน้ำปริมาณ 719 ลูกบาศก์เมตร มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน 30,762 บาท สระเก็บน้ำมีพื้นที่ผิว 180 ตารางเมตร มีค่าเสียโอกาสจากรายได้ในการปลูกไม้ผลตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน 20,372 บาท รวมเป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนทั้งสิ้น 51,153 บาท ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปีเท่ากับ 14,204 ลูกบาศก์เมตร และต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มระยะยาวในการจัดหาน้ำของเกษตรกรมีค่าเท่ากับ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยคิดเป็นต้นทุนในการจัดหาน้ำสำรอง 2,588 บาทต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่สระเก็บน้ำสำรองน้ำไว้เท่ากับร้อยละ 75 จะมีน้ำปริมาณ 540 ลูกบาศก์เมตร มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน 20,372 บาท สระเก็บน้ำมีพื้นที่ผิว 135 ตารางเมตร มีค่าเสียโอกาสจากรายได้ในการปลูกไม้ผลตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน 15,279 บาท รวมเป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนทั้งสิ้น 38,351 บาท ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปีเท่ากับ 10,653 ลูกบาศก์เมตร และต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มระยะยาวในการจัดหาน้ำของเกษตรกรมีค่าเท่ากับ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยคิดเป็นต้นทุนในการจัดหาน้ำสำรอง 1,944 บาทต่อไร่

ในกรณีที่สระเก็บน้ำสำรองน้ำไว้เท่ากับร้อยละ 50 จะมีน้ำปริมาณ 360 ลูกบาศก์เมตร มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน 15,381 บาท สระเก็บน้ำมีพื้นที่ผิว 90 ตารางเมตร มีค่าเสียโอกาสจากรายได้ในการปลูกไม้ผลตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน 10,186 บาท รวมเป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนทั้งสิ้น 25,567 บาท ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปีเท่ากับ 7,102 ลูกบาศก์เมตร และต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มระยะยาวในการจัดหาน้ำของเกษตรกรมีค่าเท่ากับ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยคิดเป็นต้นทุนในการจัดหาน้ำสำรอง 1,296 บาทต่อไร่

ในกรณีที่สระเก็บน้ำสำรองน้ำไว้เท่ากับร้อยละ 25 จะมีน้ำปริมาณ 180 ลูกบาศก์เมตร มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน 7,690 บาท สระเก็บน้ำมีพื้นที่ผิว 45 ตารางเมตร มีค่าเสียโอกาสจากรายได้ในการปลูกไม้ผลตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน 5,093 บาท รวมเป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนทั้งสิ้น 12,783 บาท ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ตลอดอายุของสระเก็บน้ำ 20 ปีเท่ากับ 3,551 ลูกบาศก์เมตร และต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มระยะยาวในการจัดหาน้ำของเกษตรกรมีค่าเท่ากับ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยคิดเป็นต้นทุนในการจัดหาน้ำสำรอง 648 บาทต่อไร่

จะเห็นว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองเพื่อรองรับภัยแล้งจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศจะแปรเปลี่ยนตามปริมาณน้ำที่เกษตรกรต้องการสำรองไว้ใช้เมื่อเกิดภัยแล้งและความบ่อยครั้งที่จะเกิดภัยแล้ง ดังนั้นเกษตรกรจะต้องประเมินความเสี่ยงตามระดับความรุนแรงที่จะเกิดภัยแล้งก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองเนื่องจากการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง โดยสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 29

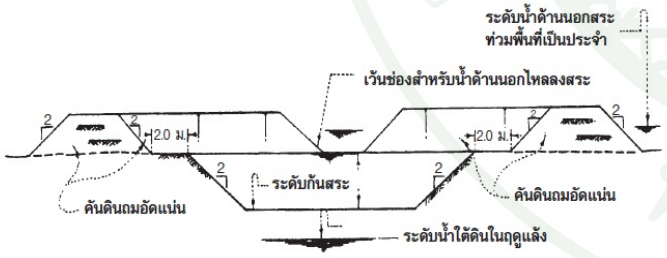
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 ต้นทุนในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ต้นทุนค่าเสียโอกาสของเกษตรกรจากการนำที่ดินมาขุดสระเก็บน้ำ ณ ระดับความลึก 4 เมตร เพื่อรองรับความเสี่ยงจากภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศใน 20 ปีข้างหน้า ณ อัตราคิดลดร้อยละ 7.5

เปอร์เซ็นต์น้ำสำรองที่เก็บ	ปริมาณน้ำสำรอง	พื้นที่ผิวของสระเก็บน้ำลึก 4 เมตร	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนในสระเก็บน้ำตลอดอายุ 20 ปี	มูลค่าปัจจุบันของรายรับสุทธิที่คาดว่าจากพื้นที่ดินที่นำไปขุดสระสำรองน้ำตลอดอายุ 20 ปี	รวมมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าเสียโอกาส	ปริมาณน้ำสำรองในรอบ 20 ปี	ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการจัดหาน้ำสำรอง	ต้นทุนในการจัดหาน้ำสำรอง
(ร้อยละ)	(ลบ.ม./ไร่/ปี)	(ตร.ม.)	(บาท)	(บาท)	(บาท/20 ปี)	(ลบ.ม.)	(บาท/ลบ.ม.)	(บาท/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (4) + (5)	(7)	(8)	(9) = (8) x (2)
25	180	45	7,690	5,093	12,783	3,551	3.60	648
50	360	90	15,381	10,186	25,567	7,102	3.60	1,296
75	540	180	23,072	15,279	38,351	10,653	3.60	1,944
100	719	360	30,762	20,372	51,135	14,204	3.60	2,588

หมายเหตุ: (3) คือ ต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการนำที่ดินไปขุดสระเก็บน้ำสำรองเพื่อรองรับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้ง โดยสมมติให้พื้นที่ทำการเกษตรเท่ากับ 1 ไร่

ที่มา: จากการคำนวณ



ภาพที่ 25 ลักษณะรูปแบบของสระเก็บน้ำ

ที่มา: กรมชลประทาน (2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และต้นทุนในการจัดหาน้ำของเกษตรกรที่ใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี 2) วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี โดยโปรแกรม CROPWAT และ 3) ประเมินต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

สภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำ การกระจายของแหล่งน้ำ และรูปแบบของการให้น้ำพืชที่เกษตรกรใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี

การศึกษาสภาพทั่วไปของทรัพยากรน้ำการ กระจายของแหล่งน้ำ และรูปแบบของการให้น้ำพืชที่เกษตรกรใช้ในการผลิตทางการเกษตรในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี พบว่า ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ มีแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์เพื่อใช้ในการทำการเกษตร โดยแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เป็นโครงการต่างๆ ของภาครัฐที่สร้างแหล่งน้ำขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการเข้าถึงแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร ได้แก่ (1) อ่างเก็บน้ำ (2) ฝาย (3) ระบบส่งน้ำ (4) สถานีสูบน้ำ (5) สระเก็บน้ำ (6) บ่อบาดาล (7) การขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ และ (8) กลุ่มผู้ใช้น้ำ โดยในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ มีแหล่งน้ำที่เป็นอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 30 แห่ง โดยอยู่ในอำเภอท่าใหม่ 9 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 7 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 10 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 4 แห่ง มีฝายทั้งหมด 104 แห่ง อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 24 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 10 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 32 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 38 แห่ง ระบบส่งน้ำในพื้นที่ศึกษามีเพียง 1 แห่ง ซึ่งอยู่ในอำเภอท่าใหม่ ส่วนในอำเภออื่นๆในพื้นที่ศึกษาไม่มีระบบส่งน้ำอยู่เลย สำหรับสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีทั้งหมด 6 แห่ง อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 2 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 4 แห่ง จำนวนสระเก็บน้ำในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 28 แห่ง โดยกระจายอยู่ในอำเภอท่าใหม่ 15 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 6 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 3 แห่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และในอำเภอสอยดาว 4 แห่ง บ่อน้ำบาดาลมีการกระจายตัวอยู่ในทุกอำเภอทั้งหมด 631 แห่ง โดยอยู่ในอำเภอท่าใหม่ 272 แห่ง อำเภอเขาคิชฌกูฏ 108 แห่ง อำเภอโป่งน้ำร้อน 90 แห่ง และในอำเภอสอยดาว 161 แห่ง สำหรับการขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 46 โครงการ ในอำเภอท่าใหม่ 22 โครงการ อำเภอเขาคิชฌกูฏ 10 โครงการ อำเภอโป่งน้ำร้อน 4 โครงการ และในอำเภอสอยดาว 10 โครงการ นอกจากนี้ในพื้นที่ศึกษายังมีกลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีการจัดตั้งกลุ่มเพื่อใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 22 กลุ่ม ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอ อยู่ในอำเภอท่าใหม่ 10 กลุ่ม และอำเภอเขาคิชฌกูฏ 12 กลุ่ม ส่วนในอำเภอโป่งน้ำร้อนและอำเภอสอยดาวไม่มีกลุ่มผู้ใช้น้ำ จากแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาจะเห็นว่า อำเภอท่าใหม่เป็นอำเภอที่มีโครงการแหล่งน้ำครบทั้ง 8 ประเภท รองลงมา คือ อำเภอสอยดาว อำเภอเขาคิชฌกูฏ และอำเภอโป่งน้ำร้อน ตามลำดับ

สำหรับดัชนีวัดระดับความเสี่ยงของพื้นที่การเกษตรในพื้นที่ศึกษาที่มีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนานที่อาจมีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ได้กำหนดตัวชี้วัดระดับความเสี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง 3 ดัชนี คือ ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ในปัจจุบัน ดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งในเขตชลประทาน และดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งนอกเขตชลประทาน โดยเมื่อนำดัชนีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งทั้ง 3 ดัชนีดังกล่าว มาพิจารณาความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 อำเภอร่วมกัน พบว่า พื้นที่ทำการเกษตรในอำเภอที่ทำการศึกษาที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้งมากที่สุดอยู่ในอำเภอสอยดาว ซึ่งมีค่าดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 รองลงมา คือ อำเภอท่าใหม่ อำเภอโป่งน้ำร้อน และอำเภอเขาคิชฌกูฏ โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงภัยแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 3.78 และ 2.33 ตามลำดับ

ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีของจังหวัดจันทบุรี โดยโปรแกรม CROPWAT

ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืช 5 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ ลำไย และยางพารา และปริมาณฝนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ด้วย CROPWAT พบว่า ทุเรียนและมังคุดมีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 1,687.5 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี เงาะและลำไยมีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 1,668.6 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี โดยเฉลี่ยไม้ผลมีความต้องการใช้น้ำเดือนละ 140 ลูกบาศก์เมตร และยางพารามีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 1,743.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี เฉลี่ยเดือนละ 145 ลูกบาศก์เมตร โดยเดือนกรกฎาคมไม้ผลมีความต้องการใช้น้ำต่ำสุดท่ากับ 119 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และไม้ผลมีความต้องการใช้น้ำสูงสุดในเดือนเมษายนเท่ากับ 185 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนยางพารามี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต้องการใช้น้ำต่ำสุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 108 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และมีความต้องการน้ำสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายนเท่ากับ 234 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งแสดงในตารางที่ 31 ถึงตารางที่ 33 ในบทที่ 5

เมื่อนำความต้องการใช้น้ำที่ไม้ผลและยางพาราต้องการใช้ต่อเดือนไปเปรียบเทียบกับปริมาณฝนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในเดือนต่างๆ ในรอบปี พบว่า ช่วงฤดูแล้ง (กลางเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนเมษายนของทุกปี) ปริมาณฝนที่ตกจะมีน้อยกว่าปริมาณน้ำที่พืชต้องการ ซึ่งในช่วงดังกล่าวไม้ผลและยางพาราจะขาดแคลนน้ำฝน พืชจะต้องใช้น้ำจากความชื้นในดินและความชื้นจากแหล่งน้ำใต้ดินซึ่งอาจมีไม่เพียงพอแก่การเจริญเติบโต ดังนั้นในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำที่พืชต้องการจะสูงกว่าปริมาณฝนที่ตกดังภาพที่ 19 บทที่ 5 ซึ่งในช่วงดังกล่าวถ้าหากความชื้นในดินมีไม่เพียงพอพืชจะขาดน้ำ หากเป็นสวนผลไม้เกษตรกรจะเป็นผู้จัดหาน้ำในส่วนที่ขาดให้แก่ไม้ผล สำหรับสวนผลไม้เกษตรกรมีการจัดหาน้ำให้แก่พืชในช่วงฤดูแล้งอยู่แล้วโดยเฉลี่ยเท่ากับ 138.66 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี จากแหล่งน้ำต่างๆ ได้แก่ สระเก็บน้ำประจำสวน ส่งผ่านระบบท่อด้วยสปริงเกอร์สูบน้ำด้วยไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดีเซลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และฝายเก็บน้ำ แต่สำหรับสวนยางพารานั้นเกษตรกรจะปล่อยตามธรรมชาติและไม่จัดหาน้ำให้แก่พืช ยกเว้นยางพาราที่มีอายุไม่ถึง 3 ปี

ต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

จากผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของไม้ผลและยางพาราในรอบปีสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำฝนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของพืช ดังนั้นเกษตรกรมีความจำเป็นที่จะต้องจัดหาน้ำชลประทานให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของพืช เพื่อให้ไม้ผลและยางพาราไม่ยืนต้นตายเพราะสภาวะความแห้งแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีพื้นที่ทำกินทางการเกษตรนอกเขตชลประทานเพราะมีความเสี่ยงที่จะขาดแคลนน้ำมากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ทำกินทางการเกษตรอยู่ในเขตชลประทาน สำหรับต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มของเกษตรกรในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองด้วยการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนทั้ง 4 รูปแบบมีค่าเท่ากับ 3.60 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยเกษตรกรจะตัดสินใจลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อเก็บกักน้ำสำรองไว้ใช้ในช่วงที่เกิดสภาวะความแห้งแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยมีขนาดความจุของสระเก็บน้ำเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของเกษตรกรแต่ละรายเกี่ยวกับความเสี่ยงทางด้านภัยแล้งที่เกิดจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศ ถ้าหากความแปรปรวน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพภูมิอากาศเกิดบ่อยครั้งเกษตรกรอาจเห็นถึงความสำคัญในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน แต่ถ้าหากเกิดความแปรปรวนไม่บ่อยครั้งการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนของเกษตรกรจะทำให้เกิดค่าเสียโอกาสในการใช้ในที่ดินซึ่งเป็นการลงทุนที่มีลักษณะเป็นทุนจม

โดยถ้าหากเกษตรกรสามารถหาแหล่งน้ำสำรองอื่นที่เป็นแหล่งน้ำสาธารณะและมีต้นทุนที่ถูกกว่าการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเอง เกษตรกรก็สามารถที่จะลดความเสี่ยงที่จะเกิดความแห้งแล้งจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศโดยไม่ต้องจัดหาแหล่งน้ำสำรองด้วยการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน เช่น สระเก็บน้ำประจำหมู่บ้าน สระเก็บน้ำประจำตำบล โครงการต้านภัยแล้งของหน่วยงานภาครัฐ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วการบริหารจัดการน้ำด้วยการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดการประหยัดน้ำ และในขณะเดียวกันขนาดของสระเก็บน้ำประจำสวนที่ขุดนั้นจะสามารถลดขนาด เงินลงทุนทุนในการขุด และค่าเสียโอกาสในการใช้ที่ดินได้

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

ผลจากการศึกษาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในสวนผลไม้และสวนยางพารา ภายใต้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดจันทบุรี มีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกร

1. เกษตรกรสามารถนำข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจสำหรับการให้น้ำพืชได้ เช่น ช่วงเวลาในการให้น้ำ ความถี่ในการให้น้ำ เป็นต้น

2. เนื่องจากการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากภัยแล้งที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมีต้นทุนค่อนข้างสูง เกษตรกรสามารถนำข้อมูลต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำที่ได้จากการศึกษาไปเปรียบเทียบกับการจัดหาแหล่งน้ำสำรองด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การซื้อน้ำรดต้นไม้ เป็นต้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตทางการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอ สำนักงานเกษตรจังหวัด เป็นต้น ควรมีการเรียงลำดับความสำคัญในการให้น้ำแก่พืชตามการขาดแคลนน้ำในพืช เพื่อวางแผน เตือนเกษตรกร และให้ความช่วยเหลือแก่เกษตรกรจากความเสี่ยงที่พืชจะขาดแคลนน้ำจากสภาวะความแห้งแล้งอันมีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น ควรมีการวางแผนนโยบายหรือมาตรการในการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับรองรับความเสี่ยงภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วงยาวนานที่มีผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น นโยบายประกันรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ทำการเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง การจัดตั้งกองทุนน้ำสำรองเพื่อการเกษตรให้กับเกษตรกร เป็นต้น รวมถึงการให้ความรู้ต่างๆ เพื่อให้เกษตรกรสามารถปรับตัวตามสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคตได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น นำข้อมูลต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวจากการจัดหาแหล่งน้ำสำรองด้วยการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการตัดสินใจเปรียบเทียบสำหรับการลงทุนในการบริหารจัดการน้ำเพื่อรองรับความเสี่ยงจากภัยแล้งด้านต่างๆ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำสุดและเกิดประโยชน์สูงสุด เช่น โครงการขุดสระเก็บน้ำประจำหมู่บ้านเพื่อรองรับความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้ง เป็นต้น

4. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอ สำนักงานเกษตรจังหวัด กรมชลประทาน ฯลฯ ควรส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรให้แก่เกษตรกรในอนาคต จึงควรเน้นโครงการในพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตร ได้แก่ เกษตรทฤษฎีใหม่ ซึ่งเป็นโครงการในพระราชดำริที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรที่มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ต้นทุนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในกรณีที่เกิดภัยแล้งและฝนทิ้งช่วงเท่านั้น ในอนาคตจึงควรมีการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดภัยธรรมชาติอื่นๆ เช่น ลมพายุ น้ำท่วม เป็นต้น

2. จังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งน้อยถึงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบในระดับประเทศ ดังนั้นอาจจะมีการศึกษาในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งมากกว่า เช่น พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น

3. ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชในการศึกษานี้เป็นเพียงข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรเท่านั้น ในอนาคตควรมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืช ที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาต่อไปหรือสามารถใช้อ้างอิงกับการศึกษาพื้นที่ใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2555. **โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ 8 ประเภท.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2554. **ความเสี่ยงของการเกิดภัยแล้งของภาคตะวันออก** (Online). www.disaster.go.th/dpm/datarisk/drought.htm. วันที่ 21 ตุลาคม 2555.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. 2555. (Online). www.disaster.go.th, 17 กุมภาพันธ์ 2555.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2555. **การจัดการดิน M30** (Online). http://r02.ldd.go.th/Website_station/cti01/soil_management_m30.html, 20 มีนาคม 2555.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. **ความผันแปรภูมิอากาศ Climate variability และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ Climate change.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

_____. 2554. **สภาวะฝนแล้งที่เกิดขึ้นในประเทศไทย.** กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

_____. 2555. **ข้อมูลอากาศรายวันของสถานีอุตุนิยมวิทยาจันทบุรี ปี 2532-2554.** กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

โครงการสหวิทยาการสาขาการจัดการทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. **ชุดแผนงานวิจัยแนวทางการปรับตัวเชิงบูรณาการจากความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรในภาคตะวันออกของประเทศไทย.** สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ตุลาคม 2556.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ. 2547. **โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลองความต้องการใช้น้ำในเขตเมืองและชนบท**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 30 พฤศจิกายน 2547.

นาฎสุดา ภูมิจานงค์ และคณะ. 2553. **รายงานผลงานวิจัยเรื่องการศึกษารูปแบบการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี.** โครงการพัฒนาและส่งเสริมความร่วมมือเครือข่ายนักวิจัยสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2542. **โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง.** ศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CCKM). 2553. “พลิกวิกฤตโลกร้อน ด้วยวิถีเกษตรกรรมที่ยั่งยืน”. **สารการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ** (Online). http://climatelinks2011.blogspot.com, 21 กันยายน 2554.

ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบล. 2555. **พื้นที่ทำการเกษตรแบ่งตามสภาพการใช้น้ำในจังหวัดจันทบุรี** (Online). http://agtech.doae.go.th/database2/menu.php, 26 มีนาคม 2555.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2553. **ภัยแล้ง ปี 2553: รุนแรงสูงสุดในรอบ 5 ปี จับตาผลกระทบต่อภาคการเกษตรและการท่องเที่ยว** (Online). www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/, 15 มีนาคม 2554.

สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง. 2554. **เทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช (Irrigation Technology).** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

สัญชัย หุ่นดี. 2548. **การกำหนดปริมาณและรอบการใช้น้ำชลประทานในการปลูกอ้อยโดยให้โปรแกรม CROPWAT ในจังหวัดชลบุรี.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มีนาคม 2548. ส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานชลประทานจังหวัดจันทบุรี. 2554. **โครงการชลประทานจังหวัดจันทบุรี.** [สไลด์]

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และ วิรัช ฉัตรดรงค์. 2551. “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกและผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก” . **วารสารข่าวช่างพูด.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 10-11.

แสงจันทร์ ลิ้มจิรการ, อัศมน ลิ่มสกุล และทวีวงศ์ ศรีบุรี. 2552. **การประเมินสภาวะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศ ของประเทศไทย: การวิเคราะห์ความเสี่ยงและความล่อแหลมของพื้นที่วิกฤต.** ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุสนับสนุนการวิจัย.

อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2554. “ทรัพยากรน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ”**. สารการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ** (Online). http://climatelinks2011.blogspot.com, 21 กันยายน 2554.

_____. 2554. “บทสรุปภูมิอากาศในอนาคตที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคมของประเทศ” **. สารการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ** (Online). http://climatelinks2011.blogspot.com/2011/02/blog-post_21.html, 21 กันยายน 2554.

อำนาจ ชิดไธสง. 2553. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เล่ม 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เอกสารประกอบคำสอน คณาจารย์ภาควิชาพืชศาสตร์. 2543. **หลักการกสิกรรม.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

Bandara C.M.M. *et al*. 2004. **Project Terminal Report Climate Change Enabling Activity (Phase II) Project.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bergkamp, G., B. Orlando, and I Burton. 2003. **Change. Adaptation of Water Management to Climate Change.** IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Brekkle, D. L., K. E. Julie, O. J. Rolf, P. S. Roger, . R. A. Davi, T. D. Phil, W. S. Robert and W. D. Kathleen. 2009. **Climate Change and Water Resources Management: A Federal Perspective: U.S.Geologucal Survey circular** 1331, 65p. Reston, Verginia.

Fane S., J. Robinson and S. White. 2007. **The Use of Levelised Cost in Comparing Supply and Demand Side Options.** Institute for Sustainable Future, University of Technology, Sydney, Australia.

FAO. 1998. **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements.** WaterResources, Development and Management Service, FAO.

_____. 1998. **CropWat for Windows: User Guide. Land and Water Development Division**, FAO: Rome, Italy.

_____. 2007. **Climate variability and change: adaptation to drought in Bangladesh,** FAO: Rome, Italy.

Ian, S., S. Kayaga and C. Muñoz-Trochez. 2008. **Financial and Economic Aspects of Water Demand Management in the Context of Integrated Urban Water Management.** 3rd SWITCH Scientific Meeting, Belo Horizonte, Brazil.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

IPCC . 2007. **Climate Change 2007**. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Lenton, R. 2002. **Managing Natural Resource in the Light of Climate Variability.** Research Gate.

Parry, M. L. 2007. **Climate Change 2007: Impact, Adaptation and Vulnerability.** Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Chamge: Cambridge University.

Smith, M. 1992. **CROPWAT A computer program for irrigation planning and management**. FAO Irrigation and Drainage Paper, no. 46. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Stedinger, J. R. and V. W. Griffis. 2011. "GETTING FROM HERE TO WHERE? FLOOD FREQUENCY ANALYSIS AND CLIMATE." **JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION.** n.p., 506-513.

UNFCCC. 2001. **United Nation Framework Convention on Climate Change.**

USAID. 2007. **ADAPTING To CLIMATE VARIABILITY AND CHANGE**.

World Meteorological Organization. 1988. **Analyzing long time series of hydrological data with respect to climate variability.** n.p.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ต้นทุนการสูบน้ำและปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหาให้แก่พืชในช่วงฤดูแล้ง
จากเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์ไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ขนาดพื้นที่ทำเกษตรเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา

อำเภอ	พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย (ไร่)
ท่าใหม่	15.17
เขาคิชฌกูฏ	17.72
สอยดาว	32.00
โป่งน้ำร้อน	16.89
เฉลี่ย	**20.445**

ที่มา: จากการสำรวจ

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในการสูบน้ำ

รายการ	ประเภทเครื่องสูบน้ำ	
	เครื่องยนต์ดีเซล	มอเตอร์ไฟฟ้า
ขนาดอุปกรณ์(แรงม้า)	2.00	1.50
มูลค่าอุปกรณ์ (บาท)	3,500	3,800
อายุการใช้งาน (ปี)	15	15
ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ (บาทต่อปี)	593.08	364.19
อัตราการใช้น้ำมัน (ลิตรต่อแรงม้า)	0.19	-
อัตราการใช้ไฟฟ้า (วัตต์ต่อแรงม้า)	-	746.00
ค่าน้ำมันดีเซลเฉลี่ย (บาทต่อลิตร)	29.99	-
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาทต่อหน่วย)	-	2.6648
ขนาดท่อ (นิ้ว)	2	2
อัตราการไหล (ลิตรต่อวินาที)	120	120
ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)	7.20	7.20

ที่มา: จากการสำรวจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอท่าใหม่

ข้อมูลการใช้เครื่องยนต์ดีเซล	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณน้ำมันที่ใช้เฉลี่ย	ค่าน้ำมัน	ค่าน้ำมัน	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(ลิตร)	(บาท/ลิตร)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	24.60	29.99	737.85	466.17	30.73	1.64	1.02	606.99	4.38
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	26.71	29.99	800.99	506.06	33.36	1.78	1.11	658.93	4.76
มีนาคม	3.63	20.00	27.63	29.99	828.49	523.43	34.50	1.84	1.14	681.55	4.92
เมษายน	3.40	20.00	25.88	29.99	776.04	490.29	32.32	1.72	1.07	638.40	4.61
พฤษภาคม	4.68	20.00	35.61	29.99	1,067.82	674.64	44.47	2.37	1.47	878.43	6.34
มิถุนายน	5.90	15.00	33.60	29.99	1,007.73	636.68	41.97	2.24	1.39	829.00	5.99
กรกฎาคม	10.86	8.00	33.03	29.99	990.42	625.74	41.25	2.20	1.37	814.76	5.88
สิงหาคม	6.79	8.00	20.65	29.99	619.20	391.21	25.79	1.37	0.85	509.38	3.68
กันยายน	12.76	8.00	38.78	29.99	1,163.04	734.80	48.44	2.58	1.61	956.77	6.91
ตุลาคม	12.29	8.00	37.35	29.99	1,120.27	707.77	46.66	2.49	1.55	921.58	6.66
พฤศจิกายน	3.03	15.00	17.25	29.99	517.36	326.86	21.55	1.15	0.71	425.60	3.07
ธันวาคม	1.81	20.00	13.72	29.99	411.44	259.95	17.14	0.91	0.57	338.47	2.44
รวม	**71.90**	**182.00**	**334.80**		**10,040.67**	**6,343.59**	**418.17**	**22.29**	**13.86**	**8,259.89**	**59.65**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอท่าใหม่

ข้อมูลการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย	ค่าไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	72.45	2.6648	193.06	466.17	30.73	1.78	1.11	242.79	2.69
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	78.65	2.6648	209.59	506.06	33.36	1.93	1.20	263.57	2.92
มีนาคม	3.63	20.00	81.35	2.6648	216.78	523.43	34.50	2.00	1.24	272.62	3.02
เมษายน	3.40	20.00	76.20	2.6648	203.06	490.29	32.32	1.87	1.16	255.36	2.83
พฤษภาคม	4.68	20.00	104.85	2.6648	279.40	674.64	44.47	2.57	1.60	351.37	3.90
มิถุนายน	5.90	15.00	98.95	2.6648	263.68	636.68	41.97	2.43	1.51	331.60	3.68
กรกฎาคม	10.86	8.00	97.25	2.6648	259.15	625.74	41.25	2.39	1.48	325.90	3.61
สิงหาคม	6.79	8.00	60.80	2.6648	162.02	391.21	25.79	1.49	0.93	203.75	2.26
กันยายน	12.76	8.00	114.20	2.6648	304.32	734.80	48.44	2.80	1.74	382.71	4.24
ตุลาคม	12.29	8.00	110.00	2.6648	293.13	707.77	46.66	2.70	1.68	368.63	4.09
พฤศจิกายน	3.03	15.00	50.80	2.6648	135.37	326.86	21.55	1.25	0.78	170.24	1.89
ธันวาคม	1.81	20.00	40.40	2.6648	107.66	259.95	17.14	0.99	0.62	135.39	1.50
รวม	**71.90**	**182.00**	**985.90**		**2,627.23**	**6,343.59**	**418.17**	**24.21**	**15.05**	**3,303.95**	**36.63**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอเขาคิชฌกูฏ

ข้อมูล การใช้เครื่องยนต์ดีเซล เดือน	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ (ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	ปริมาณน้ำมันที่ใช้เฉลี่ย (ลิตร)	ค่าน้ำมัน (บาท/ลิตร)	ค่าน้ำมัน (บาท)	ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ (บาท)	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน (บาท)	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ (บาท)	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ (บาท)
มกราคม	3.24	20.00	24.60	29.99	737.85	466.17	26.31	1.64	1.02	606.99	4.38
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	26.71	29.99	800.99	506.06	28.56	1.78	1.11	658.93	4.76
มีนาคม	3.63	20.00	27.63	29.99	828.49	523.43	29.54	1.84	1.14	681.55	4.92
เมษายน	3.40	20.00	25.88	29.99	776.04	490.29	27.67	1.72	1.07	638.40	4.61
พฤษภาคม	4.68	20.00	35.61	29.99	1,067.82	674.64	38.07	2.37	1.47	878.43	6.34
มิถุนายน	5.90	15.00	33.60	29.99	1,007.73	636.68	35.93	2.24	1.39	829.00	5.99
กรกฎาคม	10.86	8.00	33.03	29.99	990.42	625.74	35.31	2.20	1.37	814.76	5.88
สิงหาคม	6.79	8.00	20.65	29.99	619.20	391.21	22.08	1.37	0.85	509.38	3.68
กันยายน	12.76	8.00	38.78	29.99	1,163.04	734.80	41.47	2.58	1.61	956.77	6.91
ตุลาคม	12.29	8.00	37.35	29.99	1,120.27	707.77	39.94	2.49	1.55	921.58	6.66
พฤศจิกายน	3.03	15.00	17.25	29.99	517.36	326.86	18.45	1.15	0.71	425.60	3.07
ธันวาคม	1.81	20.00	13.72	29.99	411.44	259.95	14.67	0.91	0.57	338.47	2.44
รวม	**71.90**	**182.00**	**334.80**		**10,040.67**	**6,343.59**	**357.99**	**22.29**	**13.86**	**8,259.89**	**59.65**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอเขาคิชฌกูฏ

ข้อมูลการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย	ค่าไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	72.45	2.6648	193.06	466.17	26.31	1.78	1.11	242.79	2.69
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	78.65	2.6648	209.59	506.06	28.56	1.93	1.20	263.57	2.92
มีนาคม	3.63	20.00	81.35	2.6648	216.78	523.43	29.54	2.00	1.24	272.62	3.02
เมษายน	3.40	20.00	76.20	2.6648	203.06	490.29	27.67	1.87	1.16	255.36	2.83
พฤษภาคม	4.68	20.00	104.85	2.6648	279.40	674.64	38.07	2.57	1.60	351.37	3.90
มิถุนายน	5.90	15.00	98.95	2.6648	263.68	636.68	35.93	2.43	1.51	331.60	3.68
กรกฎาคม	10.86	8.00	97.25	2.6648	259.15	625.74	35.31	2.39	1.48	325.90	3.61
สิงหาคม	6.79	8.00	60.80	2.6648	162.02	391.21	22.08	1.49	0.93	203.75	2.26
กันยายน	12.76	8.00	114.20	2.6648	304.32	734.80	41.47	2.80	1.74	382.71	4.24
ตุลาคม	12.29	8.00	110.00	2.6648	293.13	707.77	39.94	2.70	1.68	368.63	4.09
พฤศจิกายน	3.03	15.00	50.80	2.6648	135.37	326.86	18.45	1.25	0.78	170.24	1.89
ธันวาคม	1.81	20.00	40.40	2.6648	107.66	259.95	14.67	0.99	0.62	135.39	1.50
รวม	**71.90**	**182.00**	**985.90**		**2,627.23**	**6,343.59**	**357.99**	**24.21**	**15.05**	**3,303.95**	**36.63**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอสอยดาว

ข้อมูลการใช้เครื่องยนต์ดีเซล	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณน้ำมันที่ใช้เฉลี่ย	ค่าน้ำมัน	ค่าน้ำมัน	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(ลิตร)	(บาท/ลิตร)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	72.45	2.6648	193.06	466.17	14.57	1.78	1.11	242.79	2.69
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	78.65	2.6648	209.59	506.06	15.81	1.93	1.20	263.57	2.92
มีนาคม	3.63	20.00	81.35	2.6648	216.78	523.43	16.36	2.00	1.24	272.62	3.02
เมษายน	3.40	20.00	76.20	2.6648	203.06	490.29	15.32	1.87	1.16	255.36	2.83
พฤษภาคม	4.68	20.00	104.85	2.6648	279.40	674.64	21.08	2.57	1.60	351.37	3.90
มิถุนายน	5.90	15.00	98.95	2.6648	263.68	636.68	19.90	2.43	1.51	331.60	3.68
กรกฎาคม	10.86	8.00	97.25	2.6648	259.15	625.74	19.55	2.39	1.48	325.90	3.61
สิงหาคม	6.79	8.00	60.80	2.6648	162.02	391.21	12.23	1.49	0.93	203.75	2.26
กันยายน	12.76	8.00	114.20	2.6648	304.32	734.80	22.96	2.80	1.74	382.71	4.24
ตุลาคม	12.29	8.00	110.00	2.6648	293.13	707.77	22.12	2.70	1.68	368.63	4.09
พฤศจิกายน	3.03	15.00	50.80	2.6648	135.37	326.86	10.21	1.25	0.78	170.24	1.89
ธันวาคม	1.81	20.00	40.40	2.6648	107.66	259.95	8.12	0.99	0.62	135.39	1.50
รวม	**71.90**	**182.00**	**985.90**		**2,627.23**	**6,343.59**	**198.24**	**24.21**	**15.05**	**3,303.95**	**36.63**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอสอยดาว

ข้อมูลการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย	ค่าไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(หน่วย)	(บาท/หน่วย)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	เดือน	(ช.ม./วัน)
มกราคม	3.24	20.00	72.45	2.6648	193.06	466.17	14.57	1.78	1.77	242.79	2.69
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	78.65	2.6648	209.59	506.06	15.81	1.93	1.92	263.57	2.92
มีนาคม	3.63	20.00	81.35	2.6648	216.78	523.43	16.36	2.00	1.99	272.62	3.02
เมษายน	3.40	20.00	76.20	2.6648	203.06	490.29	15.32	1.87	1.86	255.36	2.83
พฤษภาคม	4.68	20.00	104.85	2.6648	279.40	674.64	21.08	2.57	2.56	351.37	3.90
มิถุนายน	5.90	15.00	98.95	2.6648	263.68	636.68	19.90	2.43	2.42	331.60	3.68
กรกฎาคม	10.86	8.00	97.25	2.6648	259.15	625.74	19.55	2.39	2.38	325.90	3.61
สิงหาคม	6.79	8.00	60.80	2.6648	162.02	391.21	12.23	1.49	1.48	203.75	2.26
กันยายน	12.76	8.00	114.20	2.6648	304.32	734.80	22.96	2.80	2.79	382.71	4.24
ตุลาคม	12.29	8.00	110.00	2.6648	293.13	707.77	22.12	2.70	2.69	368.63	4.09
พฤศจิกายน	3.03	15.00	50.80	2.6648	135.37	326.86	10.21	1.25	1.24	170.24	1.89
ธันวาคม	1.81	20.00	40.40	2.6648	107.66	259.95	8.12	0.99	0.99	135.39	1.50
รวม	71.90	182.00	985.90		2,627.23	6,343.59	198.24	24.21	24.08	3,303.95	36.63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซลของเกษตรกรในอำเภอโป่งน้ำร้อน

ข้อมูลการใช้เครื่องยนต์ดีเซล	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณน้ำมันที่ใช้เฉลี่ย	ค่าน้ำมัน	ค่าน้ำมัน	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(ลิตร)	(บาท/ลิตร)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	24.60	29.99	737.85	466.17	27.60	1.64	1.63	606.99	4.38
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	26.71	29.99	800.99	506.06	29.96	1.78	1.77	658.93	4.76
มีนาคม	3.63	20.00	27.63	29.99	828.49	523.43	30.99	1.84	1.83	681.55	4.92
เมษายน	3.40	20.00	25.88	29.99	776.04	490.29	29.03	1.72	1.71	638.40	4.61
พฤษภาคม	4.68	20.00	35.61	29.99	1,067.82	674.64	39.94	2.37	2.36	878.43	6.34
มิถุนายน	5.90	15.00	33.60	29.99	1,007.73	636.68	37.70	2.24	2.23	829.00	5.99
กรกฎาคม	10.86	8.00	33.03	29.99	990.42	625.74	37.05	2.20	2.19	814.76	5.88
สิงหาคม	6.79	8.00	20.65	29.99	619.20	391.21	23.16	1.37	1.37	509.38	3.68
กันยายน	12.76	8.00	38.78	29.99	1,163.04	734.80	43.50	2.58	2.57	956.77	6.91
ตุลาคม	12.29	8.00	37.35	29.99	1,120.27	707.77	41.90	2.49	2.47	921.58	6.66
พฤศจิกายน	3.03	15.00	17.25	29.99	517.36	326.86	19.35	1.15	1.14	425.60	3.07
ธันวาคม	1.81	20.00	13.72	29.99	411.44	259.95	15.39	0.91	0.91	338.47	2.44
รวม	**71.90**	**182.00**	**334.80**		**10,040.67**	**6,343.59**	**375.58**	**22.29**	**22.18**	**8,259.89**	**59.65**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ต้นทุนในการสูบน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของเกษตรกรในอำเภอโป่งน้ำร้อน

ข้อมูลการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำ		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย	ค่าไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	ปริมาณน้ำที่สูบได้		ค่าเสื่อมอุปกรณ์สูบน้ำ	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	ค่าแรงงานในการสูบน้ำ	ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ
เดือน	(ช.ม./วัน)	(วัน/เดือน)	(ลิตร)	(บาท/หน่วย)	(บาท)	(ลบ.ม./แปลง)	(ลบ.ม./ไร่)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
มกราคม	3.24	20.00	72.45	2.6648	193.06	466.17	27.60	1.78	1.11	242.79	2.69
กุมภาพันธ์	3.51	20.00	78.65	2.6648	209.59	506.06	29.96	1.93	1.20	263.57	2.92
มีนาคม	3.63	20.00	81.35	2.6648	216.78	523.43	30.99	2.00	1.24	272.62	3.02
เมษายน	3.40	20.00	76.20	2.6648	203.06	490.29	29.03	1.87	1.16	255.36	2.83
พฤษภาคม	4.68	20.00	104.85	2.6648	279.40	674.64	39.94	2.57	1.60	351.37	3.90
มิถุนายน	5.90	15.00	98.95	2.6648	263.68	636.68	37.70	2.43	1.51	331.60	3.68
กรกฎาคม	10.86	8.00	97.25	2.6648	259.15	625.74	37.05	2.39	1.48	325.90	3.61
สิงหาคม	6.79	8.00	60.80	2.6648	162.02	391.21	23.16	1.49	0.93	203.75	2.26
กันยายน	12.76	8.00	114.20	2.6648	304.32	734.80	43.50	2.80	1.74	382.71	4.24
ตุลาคม	12.29	8.00	110.00	2.6648	293.13	707.77	41.90	2.70	1.68	368.63	4.09
พฤศจิกายน	3.03	15.00	50.80	2.6648	135.37	326.86	19.35	1.25	0.78	170.24	1.89
ธันวาคม	1.81	20.00	40.40	2.6648	107.66	259.95	15.39	0.99	0.62	135.39	1.50
รวม	**71.90**	**182.00**	**985.90**		**2,627.23**	**6,343.59**	**375.58**	**24.21**	**15.05**	**3,303.95**	**36.63**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ผลการคำนวณจากโปรแกรม CROPWAT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

MONTHLY ETO PENMAN-MONTEITH DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\Chanthabur_Dry.PEM)

Country: Chanthaburi_Dry Station: Chanthaburi

Altitude: 3 m. Latitude: 12.37 ฐN Longitude: 102.10 ฐE

Month	Min Temp ?C	Max Temp ?C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m?/day	ETo mm/day
January	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
February	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
March	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
April	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
May	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
June	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
July	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
August	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
September	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
October	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
November	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
December	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
Average	29.3	34.9	76	5	6.1	17.7	3.89

MONTHLY RAIN DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\Chanthaburi_Dry.CRM)

Station: Chanthaburi_Dry

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:

Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm

Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm

Rain mm	Eff rain mm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

January	0.0	0.0
February	0.1	0.1
March	36.6	34.5
April	34.5	32.6
May	204.9	137.7
June	396.1	164.6
July	420.4	167.0
August	576.4	182.6
September	359.4	160.9
October	237.3	147.2
November	0.0	0.0
December	0.0	0.0
Total	2265.7	1027.3

DRY CROP DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\crops\Durian.CRO)

Crop Name: Durian Planting date: 17/04 Harvest: 16/04

Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	90	90	90	95	365
Kc Values	0.75	-->	1.00	0.90	
Rooting depth (m)	0.20	-->	0.30	0.30	
Critical depletion	0.60	-->	0.60	0.60	
Yield response f.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Cropheight (m)			6.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SOIL DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\soils\SANDY LOAMS.SOI)

Soil name: SANDY LOAMS

General soil data:

Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Chanthaburi Crop: Durian

Rain station: Chanthaburi_Dry Planting date: 17/04

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	2	Init	0.66	3.58	14.3	2.3	18.6
Apr	3	Init	0.75	3.71	37.1	19.2	17.9
May	1	Init	0.75	3.31	33.1	36.7	0.0
May	2	Init	0.75	3.01	30.1	49.6	0.0
May	3	Init	0.75	2.88	31.7	51.4	0.0
Jun	1	Init	0.75	2.75	27.5	52.6	0.0
Jun	2	Init	0.75	2.62	26.2	56.0	0.0
Jun	3	Init	0.75	2.53	25.3	55.9	0.0
Jul	1	Init	0.75	2.44	24.4	55.0	0.0
Jul	2	Deve	0.75	2.34	23.4	55.1	0.0
Jul	3	Deve	0.75	2.38	26.2	57.0	0.0
Aug	1	Deve	0.75	2.43	24.3	60.3	0.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aug	2	Deve	0.75	2.47	24.7	62.6	0.0
Aug	3	Deve	0.75	2.48	27.2	59.6	0.0
Sep	1	Deve	0.75	2.48	24.8	55.8	0.0
Sep	2	Deve	0.75	2.49	24.9	53.3	0.0
Sep	3	Deve	0.76	2.51	25.1	51.9	0.0
Oct	1	Deve	0.76	2.53	25.3	54.8	0.0
Oct	2	Mid	0.76	2.55	25.5	55.4	0.0
Oct	3	Mid	0.76	2.74	30.2	36.9	0.0
Nov	1	Mid	0.76	2.98	29.8	0.1	29.7
Nov	2	Mid	0.76	3.20	32.0	0.0	32.0
Nov	3	Mid	0.76	3.08	30.8	0.0	30.8
Dec	1	Mid	0.76	2.94	29.4	0.0	29.4
Dec	2	Mid	0.76	2.85	28.5	0.0	28.5
Dec	3	Mid	0.76	2.91	32.0	0.0	32.0
Jan	1	Mid	0.76	2.96	29.6	0.0	29.6
Jan	2	Late	0.75	3.00	30.0	0.0	30.0
Jan	3	Late	0.74	3.08	33.9	0.0	33.9
Feb	1	Late	0.73	3.16	31.6	0.0	31.6
Feb	2	Late	0.72	3.24	32.4	0.0	32.4
Feb	3	Late	0.71	3.18	25.4	0.2	25.2
Mar	1	Late	0.70	3.12	31.2	8.8	22.4
Mar	2	Late	0.69	3.06	30.6	13.2	17.4
Mar	3	Late	0.68	3.19	35.1	12.4	22.7
Apr	1	Late	0.67	3.40	34.0	7.7	26.3
Apr	2	Late	0.66	3.58	21.5	3.5	18.6
					1049.4	1027.4	509.0

CROP IRRIGATION SCHEDULE

ETo station: Chanthaburi Crop: Durian Planting date: 17/04

Rain station: Chanthaburi_Dry Soil: SANDY LOAMS Harvest date: 16/04

Yield red.: 0.0 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Crop scheduling options

Timing: Irrigate at 100 % depletion

Application: Refill to 100 % of field capacity

Field eff. 70 %

Table format: Irrigation schedule

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
22 Apr	6	Init	0.0	1.00	100	71	21.7	0.0	0.0	31.1	0.60
1 May	15	Init	0.0	1.00	100	66	20.5	0.0	0.0	29.3	0.38
5 Nov	203	Mid	0.0	1.00	100	63	28.6	0.0	0.0	40.8	0.03
14 Nov	212	Mid	0.0	1.00	100	61	27.7	0.0	0.0	39.5	0.51
23 Nov	221	Mid	0.0	1.00	100	63	28.4	0.0	0.0	40.6	0.52
2 Dec	230	Mid	0.0	1.00	100	61	27.5	0.0	0.0	39.2	0.50
12 Dec	240	Mid	0.0	1.00	100	65	29.2	0.0	0.0	41.8	0.48
22 Dec	250	Mid	0.0	1.00	100	64	28.6	0.0	0.0	40.9	0.47
1 Jan	260	Mid	0.0	1.00	100	65	29.1	0.0	0.0	41.6	0.48
11 Jan	270	Mid	0.0	1.00	100	66	29.7	0.0	0.0	42.4	0.49
21 Jan	280	End	0.0	1.00	100	67	30.1	0.0	0.0	43.0	0.50
30 Jan	289	End	0.0	1.00	100	62	27.7	0.0	0.0	39.6	0.51
8 Feb	298	End	0.0	1.00	100	63	28.3	0.0	0.0	40.5	0.52
17 Feb	307	End	0.0	1.00	100	64	29.0	0.0	0.0	41.4	0.53
26 Feb	316	End	0.0	1.00	100	64	28.7	0.0	0.0	41.0	0.53
10 Mar	328	End	0.0	1.00	100	63	28.2	0.0	0.0	40.3	0.39
26 Mar	344	End	0.0	1.00	100	67	30.0	0.0	0.0	42.9	0.31
5 Apr	354	End	0.0	1.00	100	66	29.8	0.0	0.0	42.6	0.49
15 Apr	364	End	0.0	1.00	100	67	30.1	0.0	0.0	43.0	0.50
16 Apr	End	End	0.0	1.00	0	0					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Totals:

Total gross irrigation	761.4 mm	Total rainfall	2265. mm
Total net irrigation	533.0 mm	Effective rainfall	512.8 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	1753. mm

Actual water use by crop	1045.8 mm	Moist deficit at harvest	0.0 mm
Potential water use by crop	1045.8 mm	Actual irrigation requirement	533.0 mm

Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	22.6 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

Yield reductions:

Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Cropwat 8.0 Bta

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

MONTHLY ETO PENMAN-MONTEITH DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\Chanthabur_Dry.PEM)

Country: Chanthaburi_Dry Station: Chanthaburi

Altitude: 3 m. Latitude: 12.37 ฐN Longitude: 102.10 ฐE

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	?C	?C	%	km/day	hours	MJ/m?/day	mm/day
January	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
February	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
March	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
April	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
May	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
June	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
July	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
August	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
September	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
October	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
November	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
December	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
Average	29.3	34.9	76	5	6.1	17.7	3.89

MONTHLY RAIN DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\Chanthaburi_Dry.CRM)

Station: Chanthaburi_Dry

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:

Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm

Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm

Rain	Eff rain
mm	mm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

January	0.0	0.0
February	0.1	0.1
March	36.6	34.5
April	34.5	32.6
May	204.9	137.7
June	396.1	164.6
July	420.4	167.0
August	576.4	182.6
September	359.4	160.9
October	237.3	147.2
November	0.0	0.0
December	0.0	0.0
Total	2265.7	1027.3

DRY CROP DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\crops\Mangosteen.CRO)

Crop Name: Mangosteen Planting date: 17/04 Harvest: 16/04

Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	90	90	90	95	365
Kc Values	0.75	-->	1.00	0.90	
Rooting depth (m)	0.90	-->	1.20	1.20	
Critical depletion	0.60	-->	0.60	0.60	
Yield response f.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Cropheight (m)			6.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SOIL DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\soils\SANDY LOAMS.SOI)

Soil name: SANDY LOAMS

General soil data:

Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Chanthaburi Crop: Mangosteen

Rain station: Chanthaburi_Dry Planting date: 17/04

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	2	Init	0.66	3.58	14.3	2.3	18.6
Apr	3	Init	0.75	3.71	37.1	19.2	17.9
May	1	Init	0.75	3.31	33.1	36.7	0.0
May	2	Init	0.75	3.01	30.1	49.6	0.0
May	3	Init	0.75	2.88	31.7	51.4	0.0
Jun	1	Init	0.75	2.75	27.5	52.6	0.0
Jun	2	Init	0.75	2.62	26.2	56.0	0.0
Jun	3	Init	0.75	2.53	25.3	55.9	0.0
Jul	1	Init	0.75	2.44	24.4	55.0	0.0
Jul	2	Deve	0.75	2.34	23.4	55.1	0.0
Jul	3	Deve	0.75	2.38	26.2	57.0	0.0
Aug	1	Deve	0.75	2.43	24.3	60.3	0.0
Aug	2	Deve	0.75	2.47	24.7	62.6	0.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aug	3	Deve	0.75	2.48	27.2	59.6	0.0
Sep	1	Deve	0.75	2.48	24.8	55.8	0.0
Sep	2	Deve	0.75	2.49	24.9	53.3	0.0
Sep	3	Deve	0.76	2.51	25.1	51.9	0.0
Oct	1	Deve	0.76	2.53	25.3	54.8	0.0
Oct	2	Mid	0.76	2.55	25.5	55.4	0.0
Oct	3	Mid	0.76	2.74	30.2	36.9	0.0
Nov	1	Mid	0.76	2.98	29.8	0.1	29.7
Nov	2	Mid	0.76	3.20	32.0	0.0	32.0
Nov	3	Mid	0.76	3.08	30.8	0.0	30.8
Dec	1	Mid	0.76	2.94	29.4	0.0	29.4
Dec	2	Mid	0.76	2.85	28.5	0.0	28.5
Dec	3	Mid	0.76	2.91	32.0	0.0	32.0
Jan	1	Mid	0.76	2.96	29.6	0.0	29.6
Jan	2	Late	0.75	3.00	30.0	0.0	30.0
Jan	3	Late	0.74	3.08	33.9	0.0	33.9
Feb	1	Late	0.73	3.16	31.6	0.0	31.6
Feb	2	Late	0.72	3.24	32.4	0.0	32.4
Feb	3	Late	0.71	3.18	25.4	0.2	25.2
Mar	1	Late	0.70	3.12	31.2	8.8	22.4
Mar	2	Late	0.69	3.06	30.6	13.2	17.4
Mar	3	Late	0.68	3.19	35.1	12.4	22.7
Apr	1	Late	0.67	3.40	34.0	7.7	26.3
Apr	2	Late	0.66	3.58	21.5	3.5	18.6
					1049.4	1027.4	509.0

CROP IRRIGATION SCHEDULE

ETo station: Chanthaburi Crop: Mangosteen Planting date: 17/04

Rain station: Chanthaburi_Dry Soil: SANDY LOAMS Harvest date: 16/04

Yield red.: 0.0 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Crop scheduling options

Timing: Irrigate at 100 % depletion

Application: Refill to 100 % of field capacity

Field eff. 70 %

Table format: Irrigation schedule

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
1 Dec	229	Mid	0.0	1.00	100	61	109.2	0.0	0.0	156.0	0.08
8 Jan	267	Mid	0.0	1.00	100	61	110.7	0.0	0.0	158.1	0.48
13 Feb	303	End	0.0	1.00	100	62	111.1	0.0	0.0	158.7	0.51
31 Mar	349	End	0.0	1.00	100	60	108.2	0.0	0.0	154.6	0.39
16 Apr	End	End	0.0	1.00	0	24					

Totals:

Total gross irrigation	627.5 mm	Total rainfall	2265. mm
Total net irrigation	439.2 mm	Effective rainfall	562.6 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	1703. mm

Actual water use by crop	1045.8 mm	Moist deficit at harvest	43.9 mm
Potential water use by crop	1045.8 mm	Actual irrigation requirement	483.2 mm

Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	24.8 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

Yield reductions:

Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0		%

Cropwat 8.0 Bta

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

MONTHLY ETO PENMAN-MONTEITH DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\Chanthabur_Dry.PEM)

Country: Chanthaburi_Dry Station: Chanthaburi

Altitude: 3 m. Latitude: 12.37 ฐN Longitude: 102.10 ฐE

Month	Min Temp ?C	Max Temp ?C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m?/day	ETo mm/day
January	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
February	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
March	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
April	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
May	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
June	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
July	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
August	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
September	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
October	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
November	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
December	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
Average	29.3	34.9	76	5	6.1	17.7	3.89

MONTHLY RAIN DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\Chanthaburi_Dry.CRM)

Station: Chanthaburi_Dry

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:

Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm

Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	Rain mm	Eff rain mm
January	0.0	0.0
February	0.1	0.1
March	36.6	34.5
April	34.5	32.6
May	204.9	137.7
June	396.1	164.6
July	420.4	167.0
August	576.4	182.6
September	359.4	160.9
October	237.3	147.2
November	0.0	0.0
December	0.0	0.0
Total	2265.7	1027.3

DRY CROP DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\crops\Rambutan.CRO)

Crop Name: Rambutan Planting date: 17/04 Harvest: 16/04

Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	90	90	90	95	365
Kc Values	0.75	-->	1.00	0.85	
Rooting depth (m)	0.30	-->	0.60	0.60	
Critical depletion	0.60	-->	0.60	0.60	
Yield response f.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Cropheight (m)			6.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SOIL DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\soils\SANDY LOAMS.SOI)

Soil name: SANDY LOAMS

General soil data:

Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Chanthaburi Crop: Rambutan

Rain station: Chanthaburi_Dry Planting date: 17/04

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	2	Init	0.61	3.31	13.3	2.3	17.0
Apr	3	Init	0.75	3.71	37.1	19.2	17.9
May	1	Init	0.75	3.31	33.1	36.7	0.0
May	2	Init	0.75	3.01	30.1	49.6	0.0
May	3	Init	0.75	2.88	31.7	51.4	0.0
Jun	1	Init	0.75	2.75	27.5	52.6	0.0
Jun	2	Init	0.75	2.62	26.2	56.0	0.0
Jun	3	Init	0.75	2.53	25.3	55.9	0.0
Jul	1	Init	0.75	2.44	24.4	55.0	0.0
Jul	2	Deve	0.75	2.34	23.4	55.1	0.0
Jul	3	Deve	0.75	2.38	26.2	57.0	0.0
Aug	1	Deve	0.75	2.43	24.3	60.3	0.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aug	2	Deve	0.75	2.47	24.7	62.6	0.0
Aug	3	Deve	0.75	2.48	27.2	59.6	0.0
Sep	1	Deve	0.75	2.48	24.8	55.8	0.0
Sep	2	Deve	0.75	2.49	24.9	53.3	0.0
Sep	3	Deve	0.76	2.51	25.1	51.9	0.0
Oct	1	Deve	0.76	2.53	25.3	54.8	0.0
Oct	2	Mid	0.76	2.55	25.5	55.4	0.0
Oct	3	Mid	0.76	2.74	30.2	36.9	0.0
Nov	1	Mid	0.76	2.98	29.8	0.1	29.7
Nov	2	Mid	0.76	3.20	32.0	0.0	32.0
Nov	3	Mid	0.76	3.08	30.8	0.0	30.8
Dec	1	Mid	0.76	2.94	29.4	0.0	29.4
Dec	2	Mid	0.76	2.85	28.5	0.0	28.5
Dec	3	Mid	0.76	2.91	32.0	0.0	32.0
Jan	1	Mid	0.76	2.96	29.6	0.0	29.6
Jan	2	Late	0.75	2.99	29.9	0.0	29.9
Jan	3	Late	0.73	3.05	33.5	0.0	33.5
Feb	1	Late	0.72	3.10	31.0	0.0	31.0
Feb	2	Late	0.70	3.15	31.5	0.0	31.5
Feb	3	Late	0.69	3.07	24.6	0.2	24.4
Mar	1	Late	0.67	2.99	29.9	8.8	21.1
Mar	2	Late	0.66	2.91	29.1	13.2	15.9
Mar	3	Late	0.64	3.01	33.1	12.4	20.7
Apr	1	Late	0.62	3.18	31.8	7.7	24.1
Apr	2	Late	0.61	3.31	19.9	3.5	17.0
					1037.0	1027.4	496.1

CROP IRRIGATION SCHEDULE

ETo station: Chanthaburi Crop: Rambutan Planting date: 17/04

Rain station: Chanthaburi_Dry Soil: SANDY LOAMS Harvest date: 16/04

Yield red.: 0.0 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Crop scheduling options

Timing: Irrigate at 100 % depletion

Application: Refill to 100 % of field capacity

Field eff. 70 %

Table format: Irrigation schedule

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
2 May	16	Init	0.0	1.00	100	65	32.0	0.0	0.0	45.7	0.33
14 Nov	212	Mid	0.0	1.00	100	62	56.2	0.0	0.0	80.3	0.05
2 Dec	230	Mid	0.0	1.00	100	62	55.9	0.0	0.0	79.9	0.51
21 Dec	249	Mid	0.0	1.00	100	61	55.0	0.0	0.0	78.5	0.48
9 Jan	268	Mid	0.0	1.00	100	62	55.7	0.0	0.0	79.6	0.48
27 Jan	286	End	0.0	1.00	100	60	54.2	0.0	0.0	77.4	0.50
14 Feb	304	End	0.0	1.00	100	62	55.8	0.0	0.0	79.7	0.51
6 Mar	324	End	0.0	1.00	100	63	56.6	0.0	0.0	80.9	0.47
4 Apr	353	End	0.0	1.00	100	63	56.5	0.0	0.0	80.8	0.32
16 Apr	End	End	0.0	1.00	0	34					

Totals:

Total gross irrigation	682.8 mm	Total rainfall	2265. mm
Total net irrigation	478.0 mm	Effective rainfall	524.9 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	1740. mm

Actual water use by crop	1033.7 mm	Moist deficit at harvest	30.8 mm
Potential water use by crop	1033.7 mm	Actual irrigation requirement	508.8 mm

Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	23.2 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yield reductions:

Stagelabel	A	B	C	D	Season	
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Yield response factor	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0		%

Cropwat 8.0 Bta

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

MONTHLY ETO PENMAN-MONTEITH DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\Chanthabur_Dry.PEM)

Country: Chanthaburi_Dry Station: Chanthaburi

Altitude: 3 m. Latitude: 12.37 ฐN Longitude: 102.10 ฐE

Month	Min Temp ?C	Max Temp ?C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m?/day	ETo mm/day
January	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
February	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
March	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
April	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
May	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
June	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
July	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
August	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
September	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
October	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
November	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
December	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
Average	29.3	34.9	76	5	6.1	17.7	3.89

MONTHLY RAIN DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\Chanthaburi_Dry.CRM)

Station: Chanthaburi_Dry

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:

Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm

Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	Rain mm	Eff rain mm
January	0.0	0.0
February	0.1	0.1
March	36.6	34.5
April	34.5	32.6
May	204.9	137.7
June	396.1	164.6
July	420.4	167.0
August	576.4	182.6
September	359.4	160.9
October	237.3	147.2
November	0.0	0.0
December	0.0	0.0
Total	2265.7	1027.3

DRY CROP DATA
(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\crops\Longan.CRO)

Crop Name: Longan Planting date: 17/04 Harvest: 16/04

Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	90	90	90	95	365
Kc Values	0.75	-->	1.00	0.85	
Rooting depth (m)	2.00	-->	2.00	2.00	
Critical depletion	0.60	-->	0.60	0.60	
Yield response f.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Cropheight (m)			6.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SOIL DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\soils\SANDY LOAMS.SOI)

Soil name: SANDY LOAMS

General soil data:

Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Chanthaburi Crop: Longan

Rain station: Chanthaburi_Dry Planting date: 17/04

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	2	Init	0.61	3.31	13.3	2.3	17.0
Apr	3	Init	0.75	3.71	37.1	19.2	17.9
May	1	Init	0.75	3.31	33.1	36.7	0.0
May	2	Init	0.75	3.01	30.1	49.6	0.0
May	3	Init	0.75	2.88	31.7	51.4	0.0
Jun	1	Init	0.75	2.75	27.5	52.6	0.0
Jun	2	Init	0.75	2.62	26.2	56.0	0.0
Jun	3	Init	0.75	2.53	25.3	55.9	0.0
Jul	1	Init	0.75	2.44	24.4	55.0	0.0
Jul	2	Deve	0.75	2.34	23.4	55.1	0.0
Jul	3	Deve	0.75	2.38	26.2	57.0	0.0
Aug	1	Deve	0.75	2.43	24.3	60.3	0.0
Aug	2	Deve	0.75	2.47	24.7	62.6	0.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aug	3	Deve	0.75	2.48	27.2	59.6	0.0
Sep	1	Deve	0.75	2.48	24.8	55.8	0.0
Sep	2	Deve	0.75	2.49	24.9	53.3	0.0
Sep	3	Deve	0.76	2.51	25.1	51.9	0.0
Oct	1	Deve	0.76	2.53	25.3	54.8	0.0
Oct	2	Mid	0.76	2.55	25.5	55.4	0.0
Oct	3	Mid	0.76	2.74	30.2	36.9	0.0
Nov	1	Mid	0.76	2.98	29.8	0.1	29.7
Nov	2	Mid	0.76	3.20	32.0	0.0	32.0
Nov	3	Mid	0.76	3.08	30.8	0.0	30.8
Dec	1	Mid	0.76	2.94	29.4	0.0	29.4
Dec	2	Mid	0.76	2.85	28.5	0.0	28.5
Dec	3	Mid	0.76	2.91	32.0	0.0	32.0
Jan	1	Mid	0.76	2.96	29.6	0.0	29.6
Jan	2	Late	0.75	2.99	29.9	0.0	29.9
Jan	3	Late	0.73	3.05	33.5	0.0	33.5
Feb	1	Late	0.72	3.10	31.0	0.0	31.0
Feb	2	Late	0.70	3.15	31.5	0.0	31.5
Feb	3	Late	0.69	3.07	24.6	0.2	24.4
Mar	1	Late	0.67	2.99	29.9	8.8	21.1
Mar	2	Late	0.66	2.91	29.1	13.2	15.9
Mar	3	Late	0.64	3.01	33.1	12.4	20.7
Apr	1	Late	0.62	3.18	31.8	7.7	24.1
Apr	2	Late	0.61	3.31	19.9	3.5	17.0
					1037.0	1027.4	496.1

CROP IRRIGATION SCHEDULE

ETo station: Chanthaburi Crop: Longan Planting date: 17/04

Rain station: Chanthaburi_Dry Soil: SANDY LOAMS Harvest date: 16/04

Yield red.: 0.0 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Crop scheduling options

Timing: Irrigate at 100 % depletion

Application: Refill to 100 % of field capacity

Field eff. 70 %

Table format: Irrigation schedule

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
26 Dec	254	Mid	0.0	1.00	100	61	181.6	0.0	0.0	259.5	0.12
24 Feb	314	End	0.0	1.00	100	61	182.3	0.0	0.0	260.4	0.50
16 Apr	End	End	0.0	1.00	0	36					

Totals:

Total gross irrigation	519.9 mm	Total rainfall	2265. mm
Total net irrigation	364.0 mm	Effective rainfall	561.6 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	1704. mm
Actual water use by crop	1033.7 mm	Moist deficit at harvest	108.2 mm
Potential water use by crop	1033.7 mm	Actual irrigation requirement	472.1 mm
Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	24.8 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

Yield reductions:

Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Cropwat 8.0 Bta

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

MONTHLY ETO PENMAN-MONTEITH DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\Chanthabur_Dry.PEM)

Country: Chanthaburi_Dry Station: Chanthaburi

Altitude: 3 m. Latitude: 12.37 ฐN Longitude: 102.10 ฐE

Month	Min Temp ?C	Max Temp ?C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m?/day	ETo mm/day
January	29.9	34.0	64	4	9.1	20.1	3.99
February	31.6	35.3	74	5	8.3	20.4	4.50
March	29.5	36.4	75	4	6.9	19.6	4.43
April	29.5	35.8	76	4	9.0	23.4	5.22
May	29.6	35.3	81	4	5.2	17.4	4.02
June	29.5	33.9	80	5	3.8	15.0	3.50
July	26.8	32.7	84	4	3.0	13.9	3.12
August	27.0	34.8	87	4	3.3	14.5	3.28
September	28.5	34.1	83	5	3.5	14.5	3.30
October	28.0	34.5	77	5	4.8	15.6	3.37
November	30.5	36.3	70	8	8.4	19.4	4.13
December	31.5	35.5	63	6	8.0	18.1	3.77
Average	29.3	34.9	76	5	6.1	17.7	3.89

MONTHLY RAIN DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\Chanthaburi_Dry.CRM)

Station: Chanthaburi_Dry

Eff. rain method: USDA Soil Conservation Service formula:

Peff = Pmon * (125 - 0.2 * Pmon) / 125 for Pmon <= 250 mm

Peff = 125 + 0.1 * Pmon for Pmon > 250 mm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	Rain mm	Eff rain mm
January	0.0	0.0
February	0.1	0.1
March	36.6	34.5
April	34.5	32.6
May	204.9	137.7
June	396.1	164.6
July	420.4	167.0
August	576.4	182.6
September	359.4	160.9
October	237.3	147.2
November	0.0	0.0
December	0.0	0.0
Total	2265.7	1027.3

DRY CROP DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\crops\Para Rubber.CRO)

Crop Name: Para Rubber Planting date: 17/04 Harvest: 11/01

Stage	initial	develop	mid	late	total
Length (days)	20	70	120	60	270
Kc Values	0.95	-->	0.95	1.00	
Rooting depth (m)	1.00	-->	1.50	1.50	
Critical depletion	0.40	-->	0.40	0.40	
Yield response f.	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00
Cropheight (m)			10.00		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SOIL DATA

(File: C:\ProgramData\CROPWAT\data\soils\SANDY LOAMS.SOI)

Soil name: SANDY LOAMS

General soil data:

Total available soil moisture (FC - WP)	150.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	900	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TA	0	%
Initial available soil moisture	150.0	mm/meter

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Chanthaburi Crop: Para Rubber

Rain station: Chanthaburi_Dry Planting date: 17/04

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	2	Init	0.95	5.15	20.6	2.3	17.7
Apr	3	Init	0.95	4.70	47.0	19.2	27.8
May	1	Deve	0.95	4.18	41.8	36.7	5.1
May	2	Deve	0.92	3.68	36.8	49.6	0.0
May	3	Deve	0.88	3.38	37.1	51.4	0.0
Jun	1	Deve	0.84	3.09	30.9	52.6	0.0
Jun	2	Deve	0.80	2.82	28.2	56.0	0.0
Jun	3	Deve	0.77	2.59	25.9	55.9	0.0
Jul	1	Deve	0.73	2.38	23.8	55.0	0.0
Jul	2	Mid	0.70	2.19	21.9	55.1	0.0
Jul	3	Mid	0.70	2.22	24.4	57.0	0.0
Aug	1	Mid	0.70	2.26	22.6	60.3	0.0
Aug	2	Mid	0.70	2.29	22.9	62.6	0.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aug	3	Mid	0.70	2.30	25.3	59.6	0.0
Sep	1	Mid	0.70	2.30	23.0	55.8	0.0
Sep	2	Mid	0.70	2.31	23.1	53.3	0.0
Sep	3	Mid	0.70	2.32	23.2	51.9	0.0
Oct	1	Mid	0.70	2.34	23.4	54.8	0.0
Oct	2	Mid	0.70	2.36	23.6	55.4	0.0
Oct	3	Mid	0.70	2.53	27.9	36.9	0.0
Nov	1	Mid	0.70	2.76	27.6	0.1	27.4
Nov	2	Late	0.70	2.97	29.7	0.0	29.7
Nov	3	Late	0.70	2.86	28.6	0.0	28.6
Dec	1	Late	0.70	2.73	27.3	0.0	27.3
Dec	2	Late	0.70	2.65	26.5	0.0	26.5
Dec	3	Late	0.70	2.70	29.7	0.0	29.7
Jan	1	Late	0.70	2.75	27.5	0.0	27.5
Jan	2	Late	0.70	2.80	2.8	0.0	2.8
					753.0	981.6	250.2

CROP IRRIGATION SCHEDULE

ETo station: Chanthaburi Crop: Para Rubber Planting date: 17/04
Rain station: Chanthaburi_Dry Soil: SANDY LOAMS Harvest date: 11/01

Yield red.: 0.0 %

Crop scheduling options

Timing: Irrigate at 100 % depletion

Application: Refill to 100 % of field capacity

Field eff. 70 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table format: Irrigation schedule

Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
28 Nov	226	End	0.0	1.00	100	41	92.7	0.0	0.0	132.4	0.07
1 Jan	260	End	0.0	1.00	100	41	92.0	0.0	0.0	131.4	0.45
11 Jan	End	End	0.0	1.00	100	11					

Totals:

Total gross irrigation	263.8 mm	Total rainfall	2221. mm
Total net irrigation	184.7 mm	Effective rainfall	540.8 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	1680. mm
Actual water use by crop	750.2 mm	Moist deficit at harvest	24.8 mm
Potential water use by crop	750.2 mm	Actual irrigation requirement	209.4 mm
Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	24.3 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

Yield reductions:

Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00
Yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Cumulative yield reduction	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Cropwat 8.0 ฺbta

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวน
ของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 25 ของสระเก็บน้ำ

อำเภอ	พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย	ความต้องการน้ำของพืช	ความต้องการน้ำของพืชช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหา	ปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาเพิ่ม	ปริมาณน้ำสำรองร้อยละ 25 ของสระเก็บน้ำ	พื้นที่สวนที่ใช้ขุดสระเก็บน้ำสำรอง	ขนาดพื้นที่ของสระเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำสำรองทั้งหมด	ต้นทุนเฉลี่ยในการขุดสระเก็บน้ำ	ต้นทุนเฉลี่ยในการดูแลรักษา
	(ไร่)	(ลบ.ม. ต่อไร่ต่อปี)				(ลบ.ม. ต่อไร่)	(ตารางเมตร)		(ลบ.ม.)	(บาทต่อ ลบ.ม.)	(บาทต่อไร่)
ท่าใหม่	15.17	1,687.52	913.76	169.60	744.16	186.04	46.51	705.56	2,822.24	84,667.33	5,581.23
เขาคิชฌกูฏ	17.72	1,687.52	913.76	145.19	768.57	192.14	48.04	851.19	3,404.77	102,142.99	5,764.28
สอยดาว	32.00	1,687.52	913.76	80.40	833.36	208.34	52.09	1,666.72	6,666.89	200,006.69	6,250.21
โป่งน้ำร้อน	16.89	1,687.52	913.76	152.32	761.44	190.36	47.59	803.79	3,215.16	96,454.84	5,710.77
เฉลี่ย	**20.45**	**1,687.52**	**913.76**	**136.88**	**776.88**	**194.22**	**48.56**	**992.71**	**3,970.84**	**119,125.28**	**5,826.62**

หมายเหตุ: สมมติให้ค่าใช้จ่ายในการขุดสระเท่ากับ 30 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศกรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 25 ของสระเก็บน้ำ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
1	5,827.00	9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9302	5,420.11	9,061.83	275.00	180.67
2		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9908	0.00	9,061.83	275.00	192.43
3		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
4		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
5		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
6		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
7		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
8		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
9		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
10	2,913.31	9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	2,884.75	9,061.83	275.00	192.32
11		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
12		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
13		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
14		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
15		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
16		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
17		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
18		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
19		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
20		9,061.83	275.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	275.00	192.32
รวม		**181,236.54**	**5,499.98**								**3,834.80**
รวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนและค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)								**8,304.86**		**5,499.98**	**13,804.84**
ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (บาทต่อ ลบ.ม.)										**3.60**	

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 50 ของสระเก็บน้ำ

อำเภอ	พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย	ความต้องการน้ำของพืช	ความต้องการน้ำของพืชช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหา	ปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาเพิ่ม	ปริมาณน้ำสำรองร้อยละ 50 ของสระเก็บน้ำ	พื้นที่สวนที่ใช้ขุดสระเก็บน้ำสำรอง	ขนาดพื้นที่ของสระเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำสำรองทั้งหมด	ต้นทุนเฉลี่ยในการขุดสระเก็บน้ำ	ต้นทุนเฉลี่ยในการดูแลรักษา
	(ไร่)	(ลบ.ม. ต่อไร่ต่อปี)				(ลบ.ม. ต่อไร่)	(ตารางเมตร)		(ลบ.ม.)	(บาทต่อ ลบ.ม.)	(บาทต่อไร่)
ท่าใหม่	15.17	1,687.52	913.76	169.60	744.16	372.08	93.02	1,411.12	5,644.49	169,334.67	11,162.47
เขาคิชฌกูฏ	17.72	1,687.52	913.76	145.19	768.57	384.29	96.07	1,702.38	6,809.53	204,285.99	11,528.55
สอยดาว	32.00	1,687.52	913.76	80.40	833.36	416.68	104.17	3,333.44	13,333.78	400,013.38	12,500.42
โป่งน้ำร้อน	16.89	1,687.52	913.76	152.32	761.44	380.72	95.18	1,607.58	6,430.32	192,909.68	11,421.53
เฉลี่ย	**20.45**	**1,687.52**	**913.76**	**136.88**	**776.88**	**388.44**	**97.11**	**1,985.42**	**7,941.69**	**238,250.57**	**11,653.24**

หมายเหตุ: สมมติให้ค่าใช้จ่ายในการขุดสระเท่ากับ 30 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 14 ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศกรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 50 ของสระเก็บน้ำ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
1	11,653.24	9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9302	10,840.23	9,061.83	550.00	361.34
2		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9908	0.00	9,061.83	550.00	384.86
3		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
4		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
5		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
6		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
7		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
8		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
9		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
10	5,826.62	9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	5,769.49	9,061.83	550.00	384.63
11		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
12		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
13		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
14		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
15		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
16		9,061.83	550.00	388.44	1.03	400	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
17		9,061.83	550.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
18		9,061.83	550.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
19		9,061.83	550.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
20		9,061.83	550.00	194.22	1.03	200	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	384.63
รวม		**181,236.54**	**10,999.97**								**7,669.59**
รวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนและค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)								**16,609.72**		**10,999.97**	**27,609.69**
ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (บาทต่อ ลบ.ม.)										**3.60**	

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 15 ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ

อำเภอ	พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย	ความต้องการน้ำของพืช	ความต้องการน้ำของพืชช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหา	ปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาเพิ่ม	ปริมาณน้ำสำรองร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ	พื้นที่สวนที่ใช้ขุดสระเก็บน้ำสำรอง	ขนาดพื้นที่ของสระเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำสำรองทั้งหมด	ต้นทุนเฉลี่ยในการขุดสระเก็บน้ำ	ต้นทุนเฉลี่ยในการดูแลรักษา
	(ไร่)	(ลบ.ม. ต่อไร่ต่อปี)				(ลบ.ม. ต่อไร่)	(ตารางเมตร)		(ลบ.ม.)	(บาทต่อ ลบ.ม.)	(บาทต่อไร่)
ท่าใหม่	15.17	1,687.52	913.76	169.60	744.16	558.12	139.53	2,116.68	8,466.73	254,002.00	16,743.70
เขาคิชฌกูฏ	17.72	1,687.52	913.76	145.19	768.57	576.43	144.11	2,553.57	10,214.30	306,428.98	17,292.83
สอยดาว	32.00	1,687.52	913.76	80.40	833.36	625.02	156.26	5,000.17	20,000.67	600,020.07	18,750.63
โป่งน้ำร้อน	16.89	1,687.52	913.76	152.32	761.44	571.08	142.77	2,411.37	9,645.48	289,364.51	17,132.30
เฉลี่ย	**20.45**	**1,687.52**	**913.76**	**136.88**	**776.88**	**582.66**	**145.67**	**2,978.13**	**11,912.53**	**357,375.85**	**17,479.87**

หมายเหตุ: สมมติให้ค่าใช้จ่ายในการขุดสระเท่ากับ 30 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 16 ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศกรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 75 ของสระเก็บน้ำ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
1	17,479.87	9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9302	16,260.34	9,061.83	825.00	542.01
2		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9908	0.00	9,061.83	825.00	577.29
3		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
4		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
5		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
6		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
7		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
8		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
9		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
10	8,739.93	9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	8,654.24	9,061.83	825.00	576.95
11		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
12		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
13		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
14		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
15		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
16		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
17		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
18		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
19		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
20		9,061.83	825.00	582.66	1.03	599	0.9902	0.00	9,061.83	825.00	576.95
รวม		**181,236.54**	**10,999.97**								**11,504.39**
รวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนและค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)								**24,914.58**		**16,499.95**	**41,414.53**
ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (บาทต่อ ลบ.ม.)										**3.60**	

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 17 ต้นทุนของเกษตรกรในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน ณ ระดับความลึก 4 เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 100 ของสระเก็บน้ำ

อำเภอ	พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย (ไร่)	ความต้องการน้ำของพืช	ความต้องการน้ำของพืชช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) (ลบ.ม. ต่อไร่ต่อปี)	ปริมาณน้ำที่เกษตรกรจัดหา	ปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาเพิ่ม	ปริมาณน้ำสำรองร้อยละ 100 ของสระเก็บน้ำ (ลบ.ม. ต่อไร่)	พื้นที่สวนที่ใช้ขุดสระเก็บน้ำสำรอง (ตารางเมตร)	ขนาดพื้นที่ของสระเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำสำรองทั้งหมด (ลบ.ม.)	ต้นทุนเฉลี่ยในการขุดสระเก็บน้ำ (บาทต่อ ลบ.ม.)	ต้นทุนเฉลี่ยในการดูแลรักษา (บาทต่อไร่)
ท่าใหม่	15.17	1,687.52	913.76	169.60	744.16	744.16	186.04	2,822.24	11,288.98	338,669.33	22,324.94
เขาคิชฌกูฏ	17.72	1,687.52	913.76	145.19	768.57	768.57	192.14	3,404.77	13,619.07	408,571.97	23,057.11
สอยดาว	32.00	1,687.52	913.76	80.40	833.36	833.36	208.34	6,666.89	26,667.56	800,026.76	25,000.84
โป่งน้ำร้อน	16.89	1,687.52	913.76	152.32	761.44	761.44	190.36	3,215.16	12,860.65	385,819.35	22,843.06
เฉลี่ย	**20.45**	**1,687.52**	**913.76**	**136.88**	**776.88**	**776.88**	**194.22**	**3,970.84**	**15,883.37**	**476,501.13**	**23,306.49**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 18 ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศกรณีภัยแล้ง (ปริมาณน้ำที่กักเก็บร้อยละ 100 ของสระเก็บน้ำ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
1	23,306.49	9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9302	21,680.45	9,061.83	1,100.00	722.68
2		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9908	0.00	9,061.83	1,100.00	769.72
3		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.26
4		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
5		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
6		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
7		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
8		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
9		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
10	11,653.24	9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	11,538.99	9,061.83	1,100.00	769.27
11		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
12		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
13		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
14		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
15		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27
16		9,061.83	1,100.00	388.44	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	1,100.00	769.27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 18 (ต่อ)

ปีที่	ต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวน (บาท)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อไร่)	ค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาทต่อพื้นที่ผิว)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม. ต่อปี)	ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำจากมอเตอร์ไฟฟ้า (บาทต่อ ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	อัตราคิดณ ร้อยละ 7.5	มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลบ.ม.)
17		9,061.83	1,100.00	194.22	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	769.27
18		9,061.83	1,100.00	194.22	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	769.27
19		9,061.83	1,100.00	194.22	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	769.27
20		9,061.83	1,100.00	194.22	1.03	799.32	0.9902	0.00	9,061.83	550.00	769.27
รวม		**181,236.54**	**21,999.93**								**15,339.18**
รวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการขุดสระเก็บน้ำประจำสวนและค่าเสียโอกาสของที่ดิน (บาท)								**33,219.44**		**21,999.93**	**55,219.37**
ต้นทุนเฉลี่ยส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเฉลี่ยระยะยาวของเกษตรกรในการลงทุนขุดสระเก็บน้ำประจำสวนเพื่อรองรับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (บาทต่อ ลบ.ม.)										**3.60**	

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาววิมลมาส วรสูตร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 7 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์