งานวิจัยยังไม่เสร็จสมบูรณ์โปรดอย่านำไปใช้อ้างอิง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2

โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนด ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

จัดทำโดย

ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

15 กันยายน 2557

สารบัญ

หน้า

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 xi

1. บทนำ....................xi

2. ผลการศึกษา xiii

2.1 การจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลา.................... xiii

2.2 การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต....................xv

2.2.1 การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบนในอนาคต........xv

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตกับปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบสงขลา xvii

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต xxii

2.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในอนาคต....................xxvi

2.3.1 กรณีที่พื้นที่ปลูกข้าวไม่เปลี่ยนแปลงไปจากในปัจจุบัน (Business-as-Usual)........xxvi

2.3.2 กรณีที่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์ในอนาคต............ xxx

3. แผนการดำเนินงานในระยะต่อไป xxxii

4. ถอดบทเรียนที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1 และ 2....................xxxii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา....................1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา....................6

1.3 โจทย์วิจัย 6

1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา 7

1.5 ขอบเขตการศึกษาและกลุ่มเป้าหมาย....................9

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา....................9

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม 13

หน้า

1.8 กระบวนการผลักดันผลงานไปสู่การใช้ประโยชน์.....13

เอกสารอ้างอิง.....13

บทที่ 2 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....15

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....15

2.1.1 การปรับตัวของชุมชน ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์.....16

2.1.2 การปรับตัวของชุมชนในจังหวัดกระบี่.....19

2.1.3 การปรับตัวในภาคเกษตรสำหรับลุ่มน้ำ ชี-มูล.....21

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าว.....25

2.3 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต
โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....29

2.4 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.....37

เอกสารอ้างอิง.....39

**บทที่ 3 การทบทวนเครื่องมือที่ใช้เสริมสร้างความเข้าใจและความตระหนักเกี่ยวกับความเสี่ยง
ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....41**

3.1 ความสำคัญของการพัฒนาเครื่องมือใหม่.....41

3.2 ตัวอย่างเครื่องมือเกมส์ที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ.....44

3.2.1 เกมส์เกี่ยวกับทางเลือกและการตัดสินใจบนพื้นฐานของการพยากรณ์อากาศ
“Before the Storm”.....44

3.2.2 เกมส์เพิ่มภูมิคุ้มกันต่อภัยธรรมชาติ “Dissolving Disasters”.....47

3.2.3 เกมส์วิเคราะห์มูลค่าและต้นทุนของระบบเตือนภัยล่วงหน้า
“Paying for Predictions”.....50

3.2.4 เกมส์วิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสภาพภูมิอากาศและความเสมอภาค
ระหว่างหญิงและชาย “Climate and Gender Game”.....53

หน้า

3.2.5 เกมส์การจัดการภัยธรรมชาติโดยชุมชนต้นน้ำและชุมปลายน้ำ "Upstream vs. Downstream" 56

3.3 สรุปบทเรียนจากการทบทวนเครื่องมือเกมส์ที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ 60

บทที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 61

4.1 ที่ตั้งและอาณาเขต 61

4.2 ลักษณะภูมิอากาศ 63

4.3 แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร 64

4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนด 66

4.5 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม 69

4.5.1 ลักษณะทั่วไปของประชากร 69

4.5.2 สิทธิในที่ดินทำกิน 72

4.5.3 การประกอบอาชีพและโครงสร้างรายได้ 73

4.6 สภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอระโนด 75

4.7 ลักษณะปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง และผลกระทบต่อการปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอระโนด 77

เอกสารอ้างอิง 79

บทที่ 5 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน 81

5.1 การวิเคราะห์สถานการณ์การปลูกข้าวในทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน 81

5.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน 86

5.3 การปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงในอดีตถึงปัจจุบัน 92

หน้า

บทที่ 6 การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคมในอนาคต 95

6.1 ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบน 95

6.2 การวิเคราะห์เงื่อนไขของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการรุกล้ำของน้ำเค็ม
ในช่วงฤดูแล้งบริเวณทะเลสาบสงขลา 103

6.2.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ 103

6.2.2 การเตรียมแบบจำลอง 106

6.2.3 ผลการศึกษา 118

6.2.4 สรุปผลการศึกษา 136

6.3 การวิเคราะห์แนวโน้มสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต 138

เอกสารอ้างอิง 143

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายละเอียดกรณีศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มในระบบทะเลสาบสงขลา ระยะเวลาที่ครอบคลุม ข้อมูลนำเข้า และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.................................xix

ตารางที่ 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการผสมน้ำจืดและน้ำเค็มในกรณีที่เกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม xxx

ตารางที่ 3 อัตราการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนไปใช้เพื่อทำนาปรัง ณ สถานีสูบน้ำ W1 และ W2...xxxi

ตารางที่ 1.1 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา...............3

ตารางที่ 2.1 ลักษณะความเปราะบาง (Vulnerability Profile) ของเกษตรกรปลูกข้าวตำบลเหล่าอ้อย... 17

ตารางที่ 2.2 ลักษณะความเปราะบาง (Vulnerability Profile) ของเกษตรกรปลูกข้าวตำบลเหล่าอ้อยหลังจากที่มีการปรับตัว...................................... 18

ตารางที่ 2.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเศรษฐกิจต่างๆ ของจังหวัดกระบี่.. 20

ตารางที่ 2.4 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตตามความเป็นไปได้ของการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมตามแนวทางของ IPCC 32

ตารางที่ 2.5 การศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลอง ภูมิอากาศระดับท้องถิ่น 34

ตารางที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของช่วงเวลา 30 ปี 60 ปี และ 90 ปี เทียบกับปีฐาน (พ.ศ. 2542-2553) สำหรับพื้นที่ศึกษา (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ตรัง และสตูล)... 38

ตารางที่ 3.1 สรุปบทเรียนจากการทบทวนเครื่องมือเกมส์ต่างๆ ที่ใช้เสริมสร้างความเข้าใจ และความตระหนักเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 60

ตารางที่ 4.1 โครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก ภายใต้การดูแลของโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์.. 65

ตารางที่ 4.2 การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของอำเภอระโนด แยกตามรายตำบล ปี 2553 69

หน้า

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในพื้นที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2554 70
ตารางที่ 4.4 พื้นที่ปลูกข้าวและปริมาณผลผลิตข้าว 76
ตารางที่ 5.1 สรุปโครงการพัฒนาด้านการเกษตรในพื้นที่อำเภอระโนด 82
ตารางที่ 5.2 ตัวชี้วัดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากอดีตถึงปัจจุบัน....87
ตารางที่ 5.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปีระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555....89
ตารางที่ 5.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรังระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555....91
ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบปริมาณฝนระหว่างข้อมูลตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศ (เฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2533-2552)....98
ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝนในปัจจุบันและอนาคตโดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B....99
ตารางที่ 6.3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน (°C) 100
ตารางที่ 6.4 การจำแนกจำนวนวันตามอุณหภูมิสูงสุด (ทะเลสาบสงขลา) เฉลี่ย 20 ปี.... 101
ตารางที่ 6.5 ตัวอย่างองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิก.... 114
ตารางที่ 6.6 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน บริเวณคลองทั้ง 6 แห่ง ในรูปที่ 6.11 116
ตารางที่ 6.7 รายละเอียดระยะเวลา ข้อมูลนำเข้า และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มในระบบทะเลสาบสงขลาในรอบ 21 ปี 128
ตารางที่ 6.8 อัตราการดึงน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรในช่วงการทำนาปรังที่สถานี W1 และ W2 131

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 การกระจายตัวของความเค็มในทะเลสาบสงขลาจากแบบจำลอง SaltEva2D สำหรับวันที่ 26 กันยายน 2553 xiv

รูปที่ 2 ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด (T-Min) อุณหภูมิสูงสุด (T-Max) และอัตราการระเหย (Evaporation) ที่ใช้ในแบบจำลอง xvii

รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็ม (รูปที่อยู่ในคอลัมน์ซ้ายมือ) และค่าความแตกต่างของความเค็ม (รูปที่อยู่ในคอลัมน์ขวามือ) ในกรณีต่างๆ xx

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในช่วง พ.ศ. 2493-2573 xxv

รูปที่ 5 พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณทุ่งระโนดในปัจจุบันและภายใต้โครงการขยายพื้นที่ปลูกข้าว ในอนาคต xxvii

รูปที่ 6 วิธีการรับมือกับปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มในบริเวณทะเลสาบตอนบน xxviii

รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา 2

รูปที่ 1.2 การเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำในแต่ละเดือนและปริมาณน้ำท่า ของลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก 1 (ระโนด) 4

รูปที่ 1.3 ปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพภูมิอากาศที่เป็นแรงกดดันต่อชุมชนเกษตรกรปลูกข้าว 5

รูปที่ 1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา 9

รูปที่ 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแต่ละขั้นตอน 12

รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดการหาประสบการณ์จากการเล่นเกมส์ (Gameplay Experience) 42

รูปที่ 3.2 กรอบการบริหารจัดการความเสี่ยง 43

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นเกมส์ “Before the Storm” 45

รูปที่ 3.4 รูปแบบการเล่นเกมส์ “Before the Storm” 45

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นเกมส์ “Dissolving Disasters” 47

หน้า

รูปที่ 3.6 รูปแบบการจัดเตรียมสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ “Dissolving Disasters” 48
รูปที่ 3.7 รูปแบบการจัดเตรียมสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ “Paying for Predictions” 51
รูปที่ 3.8 อุปกรณ์สำหรับเกมส์ “Upstream vs. Downstream” 56
รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงขอบเขตของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา....62
รูปที่ 4.2 สถิติอุณหภูมิ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2546-2555....63
รูปที่ 4.3 ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนในรอบ 30 ปี (ปีพ.ศ. 2526-2555)....64
รูปที่ 4.4 ปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพื้นที่การเกษตรในเขตความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (เฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556) 66
รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนด ปี พ.ศ. 2543/2544 และ 2552/2553 67
รูปที่ 4.6 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2553....68
รูปที่ 4.7 ลักษณะการถือครองที่ดินทำการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2553....72
รูปที่ 4.8 ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2554....73
รูปที่ 4.9 โครงสร้างรายได้ของครัวเรือนในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา....74
รูปที่ 4.10 สภาพการผลิตด้านการเกษตรของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา....74
รูปที่ 4.11 ปฏิทินการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนด 75
รูปที่ 5.1 ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมระหว่าง พ.ศ. 2535-2555....88
รูปที่ 5.2 ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่เก็บเกี่ยวได้ระหว่าง พ.ศ. 2535-2555....88
รูปที่ 5.3 ผลผลิตข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวได้ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555....90

หน้า

รูปที่ 6.1 แผนที่แสดงสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา สถานีพัทลุง สกษ. จ.พัทลุง (รหัสสถานี 560301) และตำแหน่งกริดของ PRECIS model 97

รูปที่ 6.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2533-2552 97

รูปที่ 6.3 ปริมาณฝนในปัจจุบันและอนาคตโดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B และ PRECIS 99

รูปที่ 6.4 อุณหภูมิสูงเฉลี่ยรายเดือนในปัจจุบัน และอนาคต 100

รูปที่ 6.5 การกระจายจำนวนวัน ตามอุณหภูมิสูงสุด โดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B 101

รูปที่ 6.6 แผนที่แสดงตำแหน่งของระบบทะเลสาบสงขลา 107

รูปที่ 6.7 ลักษณะของกริดที่เตรียมสำหรับแบบจำลองทะเลสาบสงขลา 108

รูปที่ 6.8 ความลึกของระบบทะเลสาบสงขลาที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 109

รูปที่ 6.9 น้ำขึ้นน้ำลงจากการตรวจวัดที่สถานีสงขลา กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2537 112

รูปที่ 6.10 น้ำขึ้นน้ำลงจากการตรวจวัดที่สถานีสงขลา กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2545 113

รูปที่ 6.11 ตำแหน่งแสดงจุดที่น้ำจืดไหลลงสู่แบบจำลอง และจุดที่มีการดึงน้ำออกจากแบบจำลอง เพื่อการเกษตร (รูปซ้าย) และจุดเก็บตัวอย่าง สำหรับแสดงการรุกของน้ำเค็ม ลักษณะของกระแสน้ำและน้ำขึ้นน้ำลง (รูปขวา) 115

รูปที่ 6.12 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) การระเหย (มิลลิเมตรต่อ) และอุณหภูมิอากาศต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ปี 2532–2553 118

รูปที่ 6.13 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด (สีแดง) และจากแบบจำลอง (สีน้ำเงิน) ที่สถานีบ้านแหลมโพธิ์ (Lampho) หลังจากที่มีการปรับเทียบองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง 120

รูปที่ 6.14 ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา 121

รูปที่ 6.15 เปรียบเทียบกระแสน้ำในแนวเหนือใต้ที่ได้จากการตรวจวัด (สีแดง) และจากแบบจำลอง (สีน้ำเงิน) ที่สถานีปากรอ (Pakro) หลังจากมีการปรับแก้ค่าองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงแล้ว. 122

หน้า

รูปที่ 6.16 กระแสน้ำเฉลี่ยของทุกระดับความลึก ทุกๆ 3 ชั่วโมง 123
รูปที่ 6.17 การกระจายตัวของความเค็มในระหว่างวันที่ 26–27 กันยายน 2553 จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา 126
รูปที่ 6.18 เปรียบเทียบข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด (T-min) อุณหภูมิสูงสุด (T-max) และอัตราการระเหย (Evaporation) ที่ใช้ในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา 130
รูปที่ 6.19 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ณ สถานีต่างๆ ในบริเวณทะเลสาบสงขลา 133
รูปที่ 6.20 การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลา ในปี พ.ศ. 2576 ในกรณี F0 134
รูปที่ 6.21 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (คอลัมน์ซ้ายมือ) และความแตกต่างของความเค็ม (คอลัมน์ขวามือ) ในแต่ละกรณี ที่สถานี W1 ในรอบ 21 ปี 135
รูปที่ 6.22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในช่วง พ.ศ. 2493-2573 139
รูปที่ 6.23 พื้นที่โครงการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในอนาคต 140
รูปที่ 6.24 เขตเกษตรเศรษฐกิจข้าว (RAEZ) ในพื้นที่จังหวัดสงขลา 141

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2

โครงการศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. บทนำ

พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำการเกษตรหลากหลายชนิด อาทิ การปลูกยางพารา การทำนาข้าว การทำนากุ้ง การปลูกปาล์มน้ำมัน การทำไม้สวนผสม เป็นต้น โดยพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่ พื้นที่ราบส่วนกลางของจังหวัดพัทลุง และพื้นที่ทุ่งระโนดในคาบสมุทรสทิงพระ โดยพื้นที่นาข้าวทั้งสองแห่งนี้ถือได้ว่าเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของภาคใต้ตอนล่าง อย่างไรก็ดี เนื่องจากการทำนาข้าวจำเป็นต้องใช้น้ำมาก ดังนั้น บริเวณที่มีการทำนาข้าวกันมากและทำนาปีละ 2 ครั้ง จึงมีความต้องการใช้น้ำในฤดูเพาะปลูกในปริมาณที่สูงมาก

การศึกษานี้เลือกพื้นที่ปลูกข้าวในทุ่งระโนดเป็นพื้นที่ศึกษา การปลูกข้าวในทุ่งระโนดครอบคลุมพื้นที่ 85,000 ไร่ และเป็นพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ เนื่องจากบริเวณทุ่งระโนดมีการทำนาหว่านปีละ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกปลูกข้าวนาปีในฤดูฝน (เดือนตุลาคม-มกราคม) และครั้งที่สองปลูกข้าวนาปรังในฤดูแล้ง (เดือนเมษายน-สิงหาคม) โดยมีเป้าหมายของการศึกษา คือการศึกษา ความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวของระบบการปลูกข้าวในทุ่งระโนด โครงการศึกษานี้เน้นวิเคราะห์ความเสี่ยงและความเปราะบางของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคม ทั้งจากอดีตจนถึงปัจจุบัน และในอนาคต รวมถึง การวิเคราะห์ความพร้อมในการตอบสนองของระบบปลูกข้าวและกลยุทธ์ในการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต

จากการศึกษาในระยะที่ 1 ผู้ศึกษาได้ทำการ วิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน (2535-2555) ผลการศึกษาพบว่าระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดในอดีตในห้วงเวลา 20 ปี ที่ผ่านมา เผชิญกับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 2 ประเภท คือ น้ำท่วมในช่วงฤดูฝนและน้ำแล้งในช่วงฤดูแล้ง โดยเกษตรกรในพื้นที่ดอนที่เริ่มหว่านข้าวนาปีในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายนมีความเสี่ยงที่ต้นข้าวจะได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม สำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรัง ในบางปีที่ฝนน้อยมากซึ่งส่งผลให้น้ำท่าจากแผ่นดินที่ไหลลงสู่ทะเลสาบมีน้อย ประกอบกับการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาในปริมาณที่มากสำหรับผลิตน้ำชลประทาน ส่งผลให้น้ำในทะเลสาบตอนบนซึ่งเป็นน้ำ

ต้นทุนมีสภาพเป็นน้ำกร่อย เนื่องจากน้ำทะเลรุกล้ำเข้าไปยังทะเลสาบตอนบนได้มากขึ้น ในอดีตที่ผ่านมาพบว่าในบางปีที่แล้งจัดนั้น น้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าความเค็มค่อนข้างสูง จึงไม่สามารถนำน้ำดังกล่าวมาใช้เพื่อปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดได้

ที่ผ่านมา ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดได้มีการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำเค็ม โดยเกษตรกรซึ่งปลูกข้าวนาปีบนพื้นที่ลุ่มปรับตัวโดยการเลื่อนปฏิทินการเพาะปลูกจากที่เคยหว่านข้าวในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน เปลี่ยนเป็นหว่านข้าวนาปีในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับการรับมือกับเหตุการณ์น้ำเค็มนั้น ในกรณีที่เหตุการณ์น้ำเค็มเกิดขึ้นก่อนที่เกษตรกรจะเริ่ม เพาะปลูก ทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จะประกาศขอความร่วมมือจากเกษตรกรไม่ให้ปลูกข้าวนาปรัง เนื่องจากทางสถานีสูบน้ำระโนดไม่สามารถสูบน้ำได้ถ้าค่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบน ณ หน้าสถานีสูบน้ำมีค่าความเค็มเกินระดับ 1.5 กรัม/ลิตร แต่ในกรณีที่เหตุการณ์การรุกล้ำของน้ำเค็มไปยังทะเลสาบตอนบนเกิดขึ้นในระหว่างฤดูเพาะปลูก ทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จะสูบน้ำจืดจากบ่อยืมไปผสมกับน้ำที่สูบจากทะเลสาบตอนบนเพื่อเจือจางความเค็ม ก่อนที่จะส่งน้ำที่เจือจางแล้วผ่านทางคลองส่งน้ำให้กับเกษตรกรในพื้นที่ชลประทานต่อไป โดยบ่อยืมมีน้ำประมาณ 2 ล้าน ลูกบาศก์เมตร ในกรณีที่น้ำที่สูบ ณ โรงสูบน้ำระโนด มีค่าความเค็มที่สูงมาก เช่น กรณีที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 ส่งผลให้น้ำจืดที่อยู่ในบ่อยืมมีปริมาณที่ไม่เพียงพอสำหรับเจือจางความเค็มให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการปลูกข้าว ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ใช้เครื่องสูบน้ำ Hydrolic ขนาด 30 นิ้ว ซึ่งมีอัตราสูบน้ำ 34 ลิตร ต่อชั่วโมง สูบน้ำจืดจากคลองกกซึ่งเชื่อมกับทะเลน้อยเข้าสู่คลองโพธิ์และบ่อยืม หลังจากนั้น จึงสูบน้ำจากบ่อยืมเพื่อนำไปเจือจางกับน้ำเค็มในคลองส่งน้ำ จึงถือว่าเป็นการสูบน้ำสองต่อ

ถึงแม้ว่าปัจจุบันยังไม่พบปัญหาความขัดแย้งในเรื่องของการแย่งชิงน้ำระหว่างผู้ใช้น้ำในพื้นที่ทุ่งระโนดจังหวัดสงขลา และผู้ใช้ น้ำในพื้นที่อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง เนื่องจากปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มไปยังทะเลสาบตอนบนยังเกิดไม่บ่อยครั้ง อย่างไรก็ดี ในอนาคต ถ้าปัญหาน้ำแล้งและการรุกล้ำของน้ำเค็มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ความต้องการใช้น้ำจืดจากทะเลน้อยย่อมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาการแย่งชิงน้ำระหว่างประชาชนในสองพื้นที่ โดยคณะผู้ศึกษาจะดำเนินการวิเคราะห์ประเด็นปัญหานี้ในลำดับต่อไป

โดยสรุป การศึกษาในระยะที่หนึ่งช่วยให้คณะผู้ศึกษาเข้าใจถึงความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นกรณีฐาน (Baseline Case) ของการศึกษาครั้งนี้ สำหรับการศึกษาในระยะที่สองนี้ คณะผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต รวมถึงศึกษาว่าความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวของทุ่งระโนดจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตหรือไม่ ผลของการศึกษาในระยะที่สองนี้ จะเป็นข้อมูลสำคัญ ที่คณะวิจัยจะ นำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์กลยุทธ์ในการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดในอนาคตต่อไป

2. ผลการศึกษา

2.1 การจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลา

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษานี้คือ Delft3D-FLOW ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในอธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพต่างๆ เช่น การขนส่งเกลือและความร้อน การระเหยและการแลกเปลี่ยนความร้อนที่บริเวณผิวน้ำทะเล แบบจำลองนี้ยังสามารถจำลองพื้นที่แม่น้ำและชะวากทะเล (Estuary) โดยคำนวณการไหลของน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง และ/หรืออิทธิพลทางด้านอุตุนิยมวิทยา อาทิ ลม ความกดอากาศ เป็นต้น

ข้อมูลนำเข้าที่มีความสำคัญสำหรับจำลองการรุกของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลา ประกอบด้วย น้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยของน้ำ รวมถึงอุณหภูมิ โดยรายละเอียดของข้อมูลนำเข้าต่างๆ มีดังนี้

(1) **น้ำขึ้นน้ำลง** น้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่ง คณะผู้ศึกษาใช้โปรแกรมวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลง Delft3D-TIDE และวิธีการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิกในการแยกหาองค์ประกอบของน้ำขึ้นน้ำลง โดยใช้ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงของสถานีตรวจวัดระดับน้ำสงขลา กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2529-2545

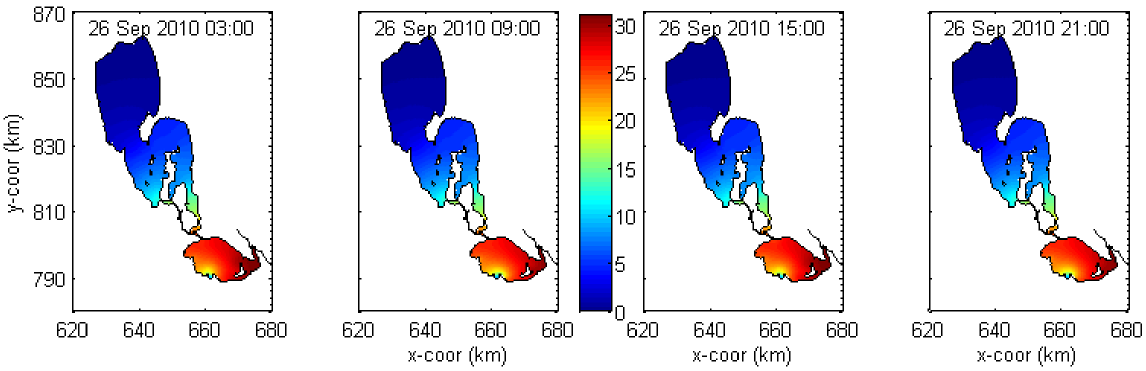
(2) **ปริมาณน้ำท่า** น้ำท่าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดสภาพความเค็มในทะเลสาบสงขลา เนื่องจากลำคลองและแม่น้ำสายหลักต่างๆ นำเอาน้ำจืดจากแหล่งต้นกำเนิดไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ซึ่งน้ำจืดดังกล่าว จะช่วยเจือจางความเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณทะเลสาบตอนล่าง ปริมาณน้ำจืดที่มาจากแม่น้ำและลำคลอง จะเป็นตัวกำหนด การเจือจาง ความเค็ม ในกรณีที่ปริมาณน้ำจืดที่ไหลมาตามแม่น้ำ ลำคลอง มีมากในช่วงฤดูฝน ค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลาจะลดลง ในทางกลับกัน หากปริมาณ น้ำจืดในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณที่น้อย การเจือจางจึงมีน้อย ส่งผลให้เกิดการรุกของความเค็มจากทะเลสาบตอนล่างเข้าสู่ทะเลสาบตอนกลางและทะเลสาบตอนบนได้มากขึ้น สำหรับการศึกษานี้ คลองที่เป็นจุดปล่อยน้ำสู่แบบจำลอง ประกอบด้วย คลองท่าแนะ คลองลำ คลองบางแก้ว คลองป่าบอน คลองรัตภูมิ และคลองอู่ตะเภา

(3) **ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหย** ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยเป็นหนึ่งในปัจจัยซึ่งกำหนดว่า ณ ห้วงเวลาใดๆ น้ำในทะเลสาบสงขลาจะมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือจะสูญเสียน้ำให้กับบรรยากาศ เช่น ในกรณีที่ปริมาณการระเหยมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำทะเลสาบจะลดลง และอาจส่งผลให้ค่าความเค็มในทะเลสาบเพิ่มสูงขึ้น ตัวแปรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการระเหยและฝนคืออุณหภูมิ โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ (สูงสุด-ต่ำสุด ในรอบวัน) ได้มาจากสถานีตรวจอากาศสงขลา ในขณะที่ค่าการระเหยคำนวณจากสมการของ Linacre (1977)

สำหรับการจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลานั้น สมมติฐานเริ่มต้นคือการเปลี่ยนแปลงความเค็มในทะเลสาบสงขลาเป็นผลมาจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง โดยน้ำขึ้นน้ำลงนำพาความเค็มของน้ำทะเลจากบริเวณนอกชายฝั่งเข้ามาสู่ระบบทะเลสาบและเกิดการเจือจางกับน้ำจืดจนเกิดเป็นน้ำกร่อย ระบบของทะเลสาบสงขลาสามารถรักษาความกร่อยหรือความจืดของน้ำภายในระบบไว้ได้เนื่องจากมีปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาผ่านทางลำคลองและแม่น้ำต่างๆ

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาการกระจายตัวของความเค็มในทะเลสาบสงขลาคือ SaltEva2D เป็นแบบจำลอง 2 มิติ Tide2D ที่มีการเพิ่มความเค็มและรวมการระเหยไว้ในแบบจำลองด้วย โดยผลที่ได้จากแบบจำลอง SaltEva2D พบว่า ถึงแม้ว่าจะกำหนดให้ค่าความเค็มเริ่มต้นของพื้นที่ทั้งหมดในแบบจำลองเท่ากับ 0 ppt (น้ำจืด) เมื่อเวลาผ่านไป แรงขับเคลื่อนจากน้ำขึ้นน้ำลงและการระเหยของน้ำเป็นปัจจัยขับเคลื่อนให้มีการแพร่กระจายความเค็มจากบริเวณทะเลสาบตอนล่างสู่ทะเลสาบตอนกลางและทะเลสาบตอนบน ตามลำดับ ผลการจำลองการแพร่กระจายความเค็มในทะเลสาบสงขลาสอดคล้องกับการศึกษาของ สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์ (2548) และค่าความเค็มในแต่ละชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลองสอดคล้องกับระดับน้ำที่สถานีแหลมโพธิ์ (รูปที่ 1) ขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศในอนาคตและศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคตต่อการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลา

รูปที่ 1 การกระจายตัวของความเค็มในทะเลสาบสงขลาจากแบบจำลอง SaltEva2D สำหรับวันที่ 26 กันยายน 2553



ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)

2.2 การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต

2.2.1 การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบนในอนาคต

เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างๆ ช้าๆ และใช้เวลานานกว่าจะเห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน การมองไปในอนาคตระยะยาวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ด้วยเหตุผลดังกล่าว คณะผู้ศึกษาจึงสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเพื่อใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดในอนาคต เนื่องด้วยทุ่งระโนดอยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบน

ดังนั้น การศึกษาในส่วนนี้จึงเน้นพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบนเป็นพื้นที่ศึกษาสำหรับการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบการจัดทำภาพฉายอนาคตนั้น รวบรวมมาจากการศึกษาเกี่ยวกับลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่ได้มีการดำเนินการมาก่อนหน้านี้ ตลอดจนการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ในการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น พิจารณาตัวแปรทางอากาศ 2 ตัว คือ ปริมาณฝนและอุณหภูมิ ด้วยเหตุผลที่ว่าปริมาณฝนส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ในขณะที่อุณหภูมิเป็นปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลา โดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลกที่ใช้ในการจำลองภูมิอากาศในอนาคตสำหรับการศึกษานี้ ประกอบด้วยแบบจำลอง ECHAM4 (A2/B2) และแบบจำลอง ECHAM5 (A1B) แบบจำลองภูมิอากาศทั้งสองเป็นแบบจำลอง Global Circulation Model ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Max Planck Institute for Meteorology แห่งประเทศเยอรมนี แบบจำลองดังกล่าวมีการกำหนดภาพฉายอนาคตของปริมาณก๊าซเรือนกระจกหลายรูปแบบ โดยกรณี A2 เป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง กรณี B2 เป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ และกรณี A1B เป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราปานกลาง ข้อมูลารคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลกนี้ได้รับการทำ Downscaling นั้น ใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Hadley Center – The Met Office แห่งประเทศสหราชอาณาจักร ทั้งนี้ เพื่อให้แบบจำลองมีความละเอียดที่เพียงพอต่อการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น โดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) เป็นหน่วยงานที่ดำเนินการ Downscaling ดังกล่าว

สำหรับตัวแปรปริมาณฝนนั้น การศึกษานี้ทำการทบทวนข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 แบบจำลอง และดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในห้วงเวลา 20 ปี (2533-2552) ระหว่างข้อมูลที่รวบรวมได้จากสถานีพัทลุง สถานีอากาศเกษตร (สกษ.) จังหวัดพัทลุง (รหัสสถานี 560301) ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดซึ่งใกล้กับพื้นที่ศึกษามากที่สุด และข้อมูลจากแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากตำแหน่งกริด (Grid) ที่อยู่ใกล้สถานีตรวจวัดมากที่สุด

จากการเปรียบเทียบพบว่าแบบจำลองภูมิอากาศที่ใช้ยังไม่สามารถอธิบายการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ศึกษาได้ดีนัก เนื่องจากค่าความคาดเคลื่อนของปริมาณฝนรายเดือนยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง การศึกษานี้จึงพิจารณาปริมาณฝนในมุมมองที่กว้างขึ้น กล่าวคือ พิจารณาปริมาณฝนรายฤดูกาล สำหรับการศึกษานี้ คณะผู้ศึกษาพิจารณาปริมาณฝนในภาพกว้าง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูมรสุม และช่วงนอกฤดูมรสุม จากการพิจารณาปริมาณฝนในช่วงฤดูมรสุมเทียบกับปริมาณฝนนอกฤดูมรสุม พบว่าแบบจำลอง ECHAM5 สามารถจำลองปริมาณฝนได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ในขณะที่พบว่าแบบจำลอง ECHAM4 ยังคงมีความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูง ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้จึงเลือกใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง ECHAM5 ในการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทะเลสาบ

สงขลาตอนบน โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในอนาคตในช่วง พ.ศ. 2573-2592 เทียบกับในช่วงปีฐาน (พ.ศ. 2533-2552)

จากการเปรียบเทียบปริมาณฝนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนในห้วงเวลาปัจจุบันและอนาคต พบว่าการคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตมีผลที่แตกต่างจากปัจจุบันเพียงเล็กน้อย ดังนั้น ในการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คณะผู้ศึกษาจึงอนุมานว่าปริมาณฝนในอนาคตสำหรับบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากในช่วงปีฐาน ปัจจัยทางด้านอากาศที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากปริมาณฝนคืออุณหภูมิ ดังนั้น คณะผู้ศึกษาจึงทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากข้อมูลตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลการคาดการณ์จากแบบจำลอง ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2533-2552 จากการศึกษาพบว่าผลการคาดการณ์อุณหภูมิสูงสุด (T-max) จากแบบจำลองมีค่าซึ่งต่ำกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ตาม รูปแบบของข้อมูลจากแบบจำลองมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัด และเมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (พ.ศ. 2573-2592) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5-1 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ จากการคาดการณ์อุณหภูมิ พบว่าจำนวนวันที่มีอากาศร้อนก็มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

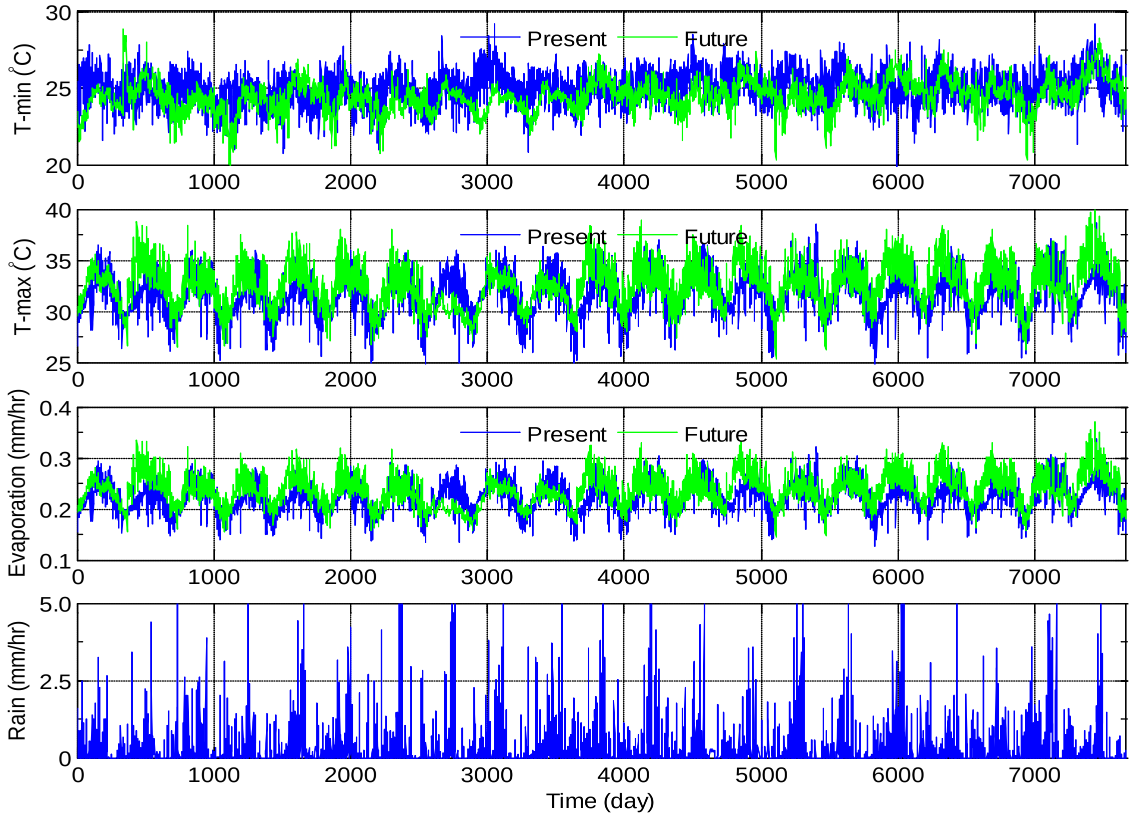
โดยสรุป จากการจัดทำภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบน พบว่าปริมาณฝนและรูปแบบการกระจายตัวของฝนในอนาคตไม่เปลี่ยนแปลงไปจากในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบันเท่าใดนัก ในขณะที่การคาดการณ์อากาศโดยใช้แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจำนวนวันที่มีอากาศร้อนบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า พื้นที่ศึกษามีแนวโน้มที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นและระยะเวลาที่มีอากาศร้อนจะยาวนานมากขึ้นในอนาคต ดังนั้น การวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อการแพร่กระจายของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลาตอนบนในบทต่อไปจึงพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิสูงสุดรายวันเป็นตัวแปรด้านภูมิอากาศ

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตกับปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบสงขลา

ผลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตของ SEA START RC ที่ได้เสนอไว้ในบทที่ 2.2.1 แสดงให้เห็นว่าสภาพอากาศบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนในอนาคตมีแนวโน้มที่จะร้อนขึ้นและจะร้อนนานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การระเหยของน้ำ (Evaporation) จะเกิดได้เร็วขึ้น ดังนั้นอัตราการระเหยในอนาคตน่าจะมีแนวโน้มที่สูงกว่าปัจจุบัน กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด (T-Max) และอุณหภูมิต่ำสุด (T-Min) ในอนาคตจะมีช่วงที่กว้างกว่าในห้วงเวลาอดีตถึง ปัจจุบัน โดยความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ที่ประมาณ 14 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2) นอกจากนี้ การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองยังแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในอนาคตจะมี

แนวโน้มที่สูงกว่าในห้วงเวลาอดีต-ปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ อัตราการระเหยบริเวณทะเลสาบสงขลาในอนาคตมีแนวโน้มที่สูงกว่าในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอัตราการระเหยดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

รูปที่ 2 ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด (T-Min) อุณหภูมิสูงสุด (T-Max) และอัตราการระเหย (Evaporation) ที่ใช้ในแบบจำลอง



หมายเหตุ: โดยเส้นสีน้ำเงินแสดงข้อมูลในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน และเส้นสีเขียวแสดงข้อมูลในห้วงเวลาอนาคต
ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)

การศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลาในอนาคตแบ่งออกเป็น 7 กรณี คือ P0 P1 F0 F1 F2 F3 และ F4 (ตารางที่ 1) โดยรายละเอียดสำหรับแต่ละกรณีมีดังนี้

- กรณี P0 เป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเค็มในทะเลสาบสงขลาที่เกิดขึ้นในรอบ 21 ปี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2533 และวันที่ 31 ธันวาคม 2553 โดยในกรณีนี้ กำหนดให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ไม่มีการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนสำหรับใช้เพื่อการเกษตรในพื้นที่ทุ่งระโนด
- กรณี P1 เป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเค็มในทะเลสาบสงขลาระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2533 และวันที่ 31 ธันวาคม 2553 โดยกำหนดให้มีการสูบน้ำทุกปี ณ สถานีสูบน้ำระโนด (สถานี W1) สำหรับนำไปใช้ทำการเกษตรซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 85,000 ไร่ ระหว่างช่วงเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนกันยายนของทุกปี โดยกรณีนี้ถือว่าเป็นกรณีฐาน (Baseline)

ของการแพร่กระจายความเค็มในทะเลสาบสงขลาในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน เนื่องจากกรณี P1 สะท้อนสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

- กรณี F0 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2572 ถึงวันที่ 1 มกราคม 2594 โดยไม่มีการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาเพื่อทำการเกษตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล (Mean Sea Level: MSL)
- กรณี F1 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2572 ถึงวันที่ 1 มกราคม 2594 โดยกำหนดให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ไม่มีการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลา แต่มีการคำนึงถึงอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคต จากการศึกษาของ Snidvongs et al. (2010) พบว่าในอนาคตระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.13 เมตร
- กรณี F2 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2572 ถึงวันที่ 1 มกราคม 2594 โดยกำหนดให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น 0.13 เมตร และกำหนดให้มีการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาตอนบน ณ สถานีสูบน้ำระโนด (W1) ในปริมาณร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำที่สูบในกรณี F3 และ F4 ซึ่งกรณีนี้จำลองสถานการณ์ในอนาคตกรณีที่มีการลดพื้นที่ปลูกข้าวในทุ่งระโนดลงจากพื้นที่ขนาด 85,000 ไร่ เหลือเพียง 42,500 ไร่
- กรณี F3 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2572 ถึงวันที่ 1 มกราคม 2594 โดยกำหนดให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น 0.13 เมตร และกำหนดให้มีการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาตอนบน ณ สถานีสูบน้ำระโนด (W1) ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับใช้ทำนาข้าวครอบคลุมพื้นที่ 85,000 ไร่
- กรณี F4 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2572 ถึงวันที่ 1 มกราคม 2594 โดยกำหนดให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น 0.13 เมตร และกำหนดให้มีการสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาตอนบนจาก 2 จุด จุดที่หนึ่งคือสถานี W1 โดยปริมาณน้ำที่สูบเพียงพอสำหรับใช้ทำนาข้าวครอบคลุมพื้นที่ 85,000 ไร่ และจุดที่สองคือบริเวณสถานี W2 โดยน้ำที่สูบได้จากสถานีนี้จะถูกส่งไปตามคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอก เพื่อนำไปใช้สำหรับปลูกข้าวนาปรังครอบคลุมพื้นที่ 53,000 ไร่บริเวณอำเภอกระแสสินธุ์ในช่วงฤดูแล้ง การสูบน้ำที่สถานี W2 เป็นการจำลองแผนการดำเนินงานของโครงการสูบน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ในอนาคต ซึ่งต้องการสนับสนุนการขยายพื้นที่ปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง โดยการส่งน้ำชลประทานให้กับเกษตรกรในอำเภอกระแสสินธุ์จะช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวมีน้ำสำหรับปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้งได้

ตารางที่ 1 รายละเอียดกรณีศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มในระบบทะเลสาบสงขลา ระยะเวลาที่ครอบคลุม ข้อมูลนำเข้า และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

กรณีศึกษา	ระยะเวลา	น้ำขึ้นน้ำลง	+MSL (เมตร)	คลอง	ดึงน้ำที่ W1	ดึงน้ำที่ W2	การระเหยและปริมาณฝน
P0	1 เม.ย. 2532-1 ม.ค. 2554	/	0	/	X	X	/
P1	1 เม.ย. 2532-1 ม.ค. 2554	/	0	/	/	X	/
F0	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0	/	X	X	/
F1	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	X	X	/
F2	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/*	X	/
F3	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/	X	/
F4	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/	/	/

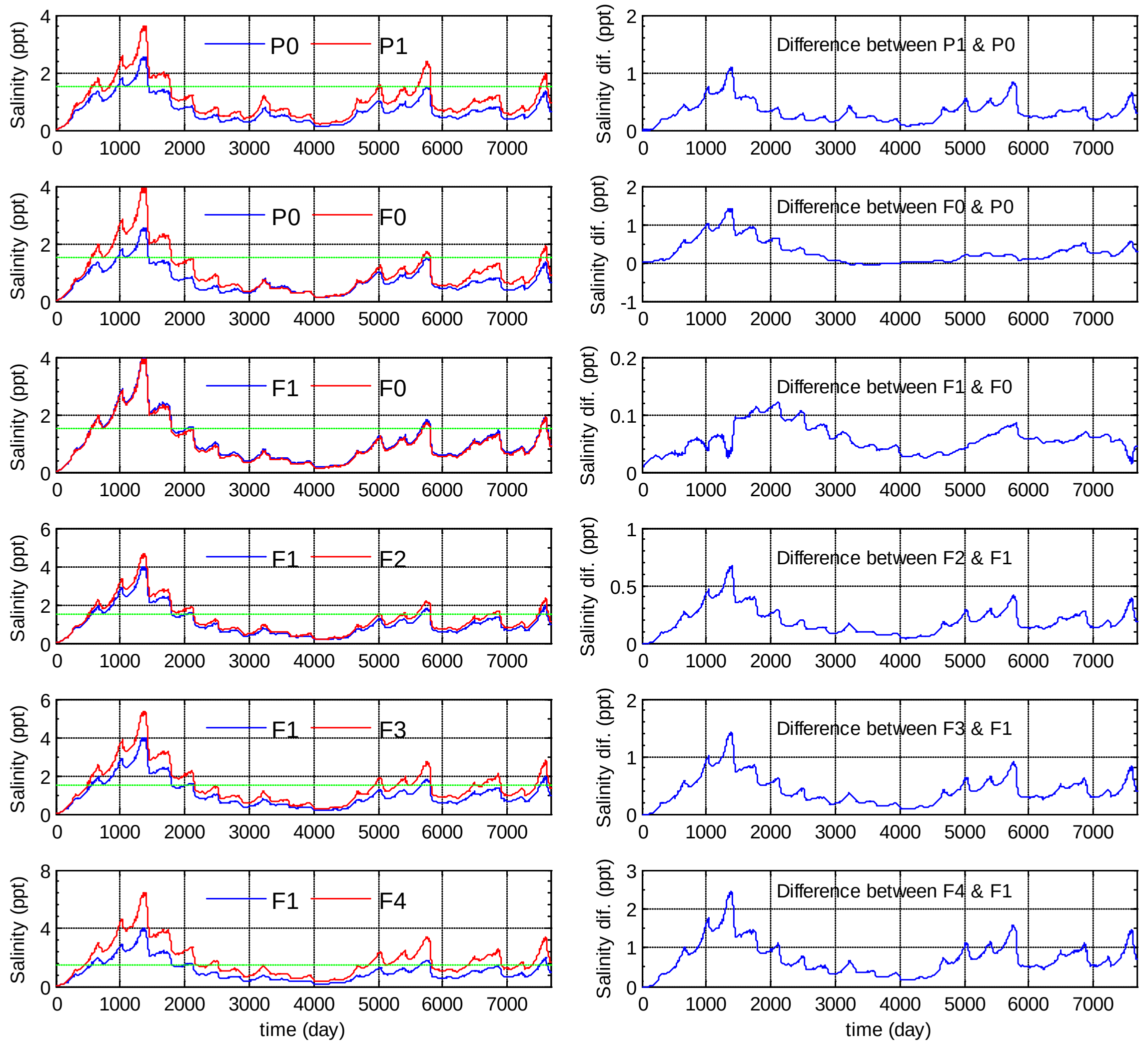
หมายเหตุ: * ปริมาณการดึงน้ำออกมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ Case 3 และ Case 4 และ

ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเค็มที่ได้จากแบบจำลองในกรณี P0 และ F0 ณ สถานีต่างๆ ในรอบ 21 ปี ที่ผ่านมา พบว่าค่าความเค็มในทุกสถานีของทั้งสองกรณีมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลาเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้ว่าค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลาในกรณี F0 จะสูงกว่าในกรณี P0 ก็ตาม อย่างไรก็ดี ผลดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์แบบจำลองเฉพาะในกรณีฐาน (Baseline) ซึ่งพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและการระเหยต่อความเค็มเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว บริเวณพื้นที่ทุ่งระโนดมีการสูบน้ำ ณ สถานี W1 สำหรับนำไปใช้เพื่อทำการเกษตรด้วย ซึ่งสอดคล้องกับกรณี P1

สำหรับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตต่อการแพร่กระจายของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลาตอนบนนั้น สามารถสรุปผลจากการศึกษาได้ดังนี้ (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็ม (รูปที่อยู่ในคอลัมน์ซ้ายมือ) และค่าความแตกต่างของความเค็ม (รูปที่อยู่ในคอลัมน์ขวามือ) ในกรณีต่างๆ



หมายเหตุ: วัดค่าความเค็ม ณ สถานี W1 และเส้นประสีเขียวแสดงค่าความเค็ม ณ ระดับ 1.5 ppt ซึ่งเป็นระดับที่ยังสามารถนำน้ำไปใช้ปลูกข้าวได้

ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)

- **ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล** จากการศึกษาของ Snidvongs et al. (2010) พบว่าในอนาคต ระดับน้ำทะเลคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันประมาณ 0.13 เมตร ซึ่งถ้าเปรียบเทียบผลของแบบจำลองในกรณี F1 และกรณี F0 พบว่าความแตกต่างของค่าความเค็มในสองกรณีดังกล่าวอยู่ในช่วง 0.05-0.1 ส่วนในพัน (parts per thousand: ppt) (แถวที่ 3 ในรูปที่ 3)
- **ผลกระทบจากการเพิ่มการสูบน้ำเพื่อการเกษตรโดยเพิ่มสถานีสูบน้ำ** จากการวิเคราะห์แบบจำลองในกรณีที่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังจากเดิมซึ่งปลูกเฉพาะในบริเวณทุ่งระโนด และสูบน้ำจากเฉพาะสถานี W1 เป็นการปลูกข้าวนาปรังทั้งที่บริเวณทุ่งระโนดและที่อำเภอกระแสสินธุ์ ซึ่งส่งผลให้มีความจำเป็นต้องสูบน้ำทั้งที่สถานี W1 และที่สถานี W2 (เปรียบเทียบกรณี F4 และกรณีฐาน) พบว่าความแตกต่างของค่าความเค็มสูงสุดที่พบอยู่ในช่วง 1.5-2.5 ppt ซึ่งถ้าพิจารณาความแตกต่างของความเค็มในทะเลสาบสงขลาตอนบนระหว่างในกรณีที่มีการสูบน้ำและกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำ พบว่าความแตกต่างของความเค็มที่พบสูงสุดโดยเฉพาะกรณี F4 มีค่าเกินระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนเพื่อนำไปใช้สำหรับทำการเกษตรโดยเฉพาะในปีที่ประสบภาวะแล้งรุนแรงอาจส่งผลให้ค่าความเค็มเพิ่มสูงขึ้นเกินระดับ 1.5 ppt ซึ่งน้ำที่มีค่าความเค็มในระดับที่สูงเช่นนี้ไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เพื่อปลูกข้าว (แถวที่ 6 ในรูปที่ 3)
- **ความถี่ของการเกิดกรณีที่น้ำในทะเลสาบตอนบนมีความเค็มเกินระดับ Threshold เพิ่มขึ้น** ถ้าพิจารณาค่าความเค็มที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองในช่วง 21 ปีที่ผ่านมา (กรณี P0) พบว่ามีการเกิดกรณีที่ค่าความเค็มเกินระดับ Threshold เพียง 1 ครั้งเท่านั้น ในขณะที่ ในห้วงเวลาอนาคต เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (กรณี F0) พบว่าช่วงเวลาที่ค่าความเค็มสูงกว่าค่า Threshold มีมากกว่าหนึ่งครั้ง นอกจากนี้ ยังพบว่าระยะเวลา (Duration) ของการที่ค่าความเค็มสูงกว่าค่า Threshold หรือช่วงเวลาที่ไม่สามารถใช้น้ำที่สูบจากทะเลสาบสงขลาตอนบนสำหรับปลูกข้าวได้ยาวนานมากขึ้น ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดเป็นอย่างมาก เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถใช้น้ำเพื่อทำการเกษตรเป็นระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น ซึ่งอาจจะใช้เวลามากกว่า 1-2 ปี ถ้าหากในอนาคตมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังซึ่งเพิ่มความจำเป็นในการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนมากยิ่งขึ้น จะส่งผลให้ความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าสูงกว่า Threshold เป็นระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นไปอีก

โดยสรุป ถ้ามองไปในอนาคต เมื่ออุณหภูมิบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน อัตราการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลาก็ย่อมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย [1] ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองการแพร่ของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลาแสดงให้เห็นว่า ในอนาคตโอกาสที่น้ำในทะเลสาบตอนบนซึ่งเป็นน้ำต้นทุนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จะมีค่าความเค็มเกินระดับ Threshold ย่อมมีมากขึ้น นอกจากนี้ ในอนาคต ถ้าหากมีการเริ่มทำนาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์และมีการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนเพิ่มขึ้นเพื่อส่งน้ำให้เกษตรกรปลูกข้าวในอำเภอกระแสสินธุ์ผ่านทางคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอก ก็ยิ่งจะส่งผลให้ความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าสูงขึ้นกว่าเดิมไปอีก ถึงแม้ว่าในบางปีความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนจะมีค่าไม่เกิน Threshold แต่ถ้าหากเมื่อใดเกิดกรณีที่ค่าความเค็มสูงกว่า Threshold แล้ว ระยะเวลาที่ไม่สามารถใช้น้ำจากทะเลสาบตอนบนเพื่อการเพาะปลูกข้าวได้ก็จะมีระยะเวลาที่ยาวนานยิ่งขึ้น

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

(1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ

ปัจจุบัน การทำการเกษตรในพื้นที่ทุ่งระโนดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 85,000 ไร่ ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ และมีการทำนาได้เต็มพื้นที่ทั้งสองรอบการผลิต คือ นาปีและนาปรัง โดยเกษตรกรปลูกข้าวเพื่อขายเป็นหลัก การทำนาในพื้นที่ทุ่งระโนดในปัจจุบันมีผลผลิตที่ค่อนข้างสูง ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 700 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเกษตร จังหวัดสงขลา) เกษตรกรในพื้นที่ทุ่งระโนดปัจจุบันปลูกข้าวพันธุ์ส่งเสริมต่างๆ เช่น พันธุ์พิษณุโลก 2 กข.41 กข.47 เป็นต้น ซึ่งข้าวพันธุ์ส่งเสริมเหล่านี้มีคุณภาพหุงต้มแข็งไม่เหมือนข้าวหอมมะลิ ดังนั้น เกษตรกรในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงนิยมซื้อข้าวสารที่มีคุณภาพการหุงต้มนิ่มมาบริโภค เช่น พันธุ์หอมมะลิ หอมปทุม ฯลฯ

เมื่อมองไปในอนาคตในห้วงเวลา 20 ปีข้างหน้า คณะผู้ศึกษาทำการทบทวนแผนยุทธศาสตร์ของหน่วยงานต่างๆ รวมถึงรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ อาทิ สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ เพื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้ประกอบการฉายภาพอนาคตการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตมีดังนี้

---

[1] ข้อสมมติฐานสำคัญที่ใช้ในการศึกษานี้คือแหล่งน้ำจืดในอนาคต (ซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำท่าจากลำคลองต่างๆ และปริมาณฝนที่ตกลงสู่ทะเลสาบ) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน

- การขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้งบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์ [2] ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของฝ่ายสูบน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 โดยมีพื้นที่ทำนาที่คาดว่าเพิ่มขึ้นรวมทั้งสิ้น 53,140 ไร่ เพื่อจัดหาน้ำมาใช้สำหรับการปลูกข้าวนาปรังที่เพิ่มขึ้น การสูบน้ำผ่านคลองโรงและคลองเชิงแสไปเติมในคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอกมีความจำเป็นอย่างยิ่ง
- การปลูกข้าวตามนโยบาย “การบริหารจัดการเขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับสินค้าข้าว (Zoning)” ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ประกาศเขตเหมาะสมภายใต้หลักวิชาการในการกำหนดพื้นที่สำหรับการผลิตสินค้าข้าว ภายใต้นโยบายดังกล่าว คาดว่าจะมีการปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางวิชาการมากยิ่งขึ้น (การกำหนดโซนการปลูกข้าวภายในพื้นที่ที่ชัดเจน พื้นที่ไหนควรปลูกข้าวพันธุ์ที่นิยมบริโภคในจังหวัด และพื้นที่ไหนควรปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองและข้าวพันธุ์เพื่อส่งออก) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวไปปลูกพืชอื่น เช่น ปาล์มน้ำมัน การทำไร่นาสวนผสม เป็นต้น
- การปลูกข้าวพันธุ์ดีที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมบริโภค เช่น ข้าวพันธุ์หอมปทุม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลาร่วมกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ภายใต้โครงการดังกล่าว มีการแปรรูปเป็นข้าวสารภายใต้แบรนด์ใหม่ของทางจังหวัดสงขลา เช่น แบรนด์สังข์ทอง และนางเงือก
- การส่งเสริมให้พื้นที่คาบสมุทรสทิงพระเป็นพื้นที่ฐานอาหารเพื่อสอดรับกับนโยบายการสร้างความมั่นคงทางอาหาร โดยครอบคลุมพื้นที่ใน 4 อำเภอ คือ อำเภอระโนด อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอสิงหนคร และอำเภอสทิงพระ
- การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ทนเค็มที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมการข้าว

จากการทบทวนและประมวลข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับทิศทางและแนวโน้มการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ศึกษาในอนาคต พบว่าพื้นที่ทุ่งระโนดและพื้นที่ราบลุ่มบริเวณคาบสมุทรสทิงพระในอนาคตยังคงจะเป็นพื้นที่ฐานอาหารหรือพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของบริเวณภาคใต้ตอนล่าง อย่างไรก็ดี การปลูกข้าวบริเวณทุ่งระโนดในอนาคตน่าจะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากปัจจุบัน กล่าวคือ ปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น รวมถึงมีการปลูกข้าวพันธุ์ดีซึ่งเกษตรกรและคนในพื้นที่นิยมบริโภคมากยิ่งขึ้น เช่น ข้าวพันธุ์หอมปทุม ข้าวพันธุ์พื้นเมือง นอกจากนี้ เพื่อสอดรับกับแผนด้านความมั่นคงทางด้านอาหารของจังหวัดสงขลา มีการวางแผนที่จะขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังจากเดิมซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะในบริเวณทุ่งระโนด เป็นครอบคลุมพื้นที่ในอำเภอกระแสสินธุ์ด้วย โดยสรุป พื้นที่ทุ่งระโนดในอนาคตคาดว่าจะเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจในทิศทางต่อไปนี้

---

[2] ปัจจุบัน พื้นที่อำเภอกระแสสินธุ์มีเพียงการปลูกข้าวนาปี ปีละหนึ่งครั้ง (จากการสัมภาษณ์)

- พื้นที่นาข้าวเพิ่มขึ้น แต่ลักษณะการปลูกข้าวแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือปลูกข้าวพันธุ์ดี และปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางวิชาการมากขึ้น
- พื้นที่ชลประทานในอำเภอกระแสสินธุ์ขยายตัว ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนเข้าสู่คลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอก ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์อีกประมาณ 53,140 ไร่

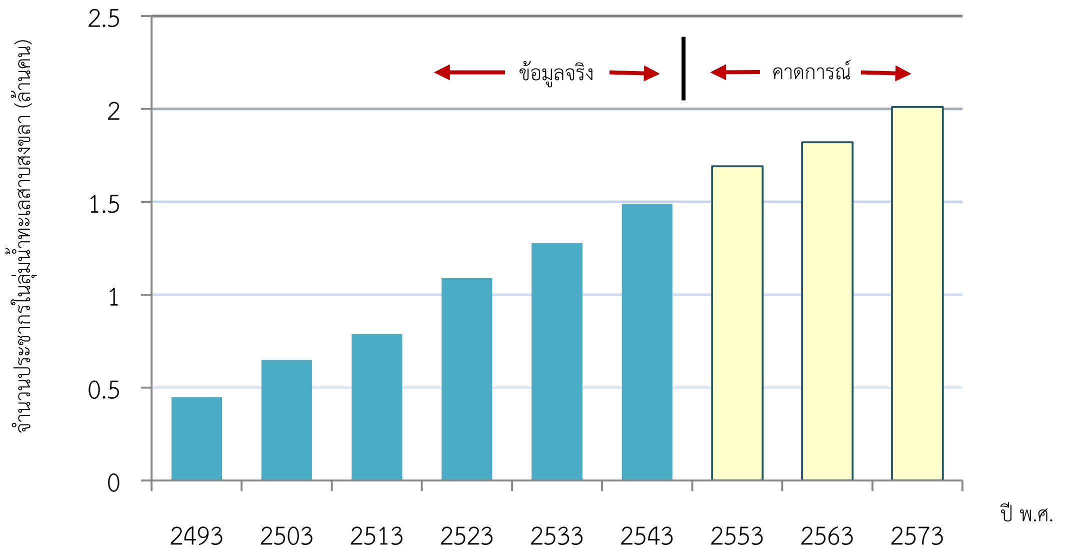
(2) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

ในอดีต สภาพสังคมโดยรวมในพื้นที่ทุ่งระโนดนั้นส่วนใหญ่เป็นสังคมชนบท ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีวิถีในการดำเนินชีวิตแบบเรียบง่าย เกษตรกรส่วนใหญ่ในอดีตทำนาปีซึ่งอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ใช้พันธุ์ข้าวพื้นเมือง โดยแรงงานที่ใช้ในการทำนานั้น มักมีการแบ่งงานกันระหว่างสมาชิกในครัวเรือนเป็นหลัก และมีการแลกเปลี่ยนแรงงานภายในชุมชน สำหรับที่ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกนั้น ส่วนใหญ่เกษตรกรจะมีที่ดินทำนาเป็นของตนเอง มีเพียงบางส่วนที่จะต้องไปเช่านาเพื่อปลูกข้าว เนื่องจากข้าวที่นิยมปลูกในทุ่งระโนดส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งการดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก ดังนั้นการทำนาในอดีตจึงไม่จำเป็นต้องใช้เงินทุนมากเท่าใดนัก (อำพน แสงดี 2546) หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตสิ้นสุดลง เกษตรกรในพื้นที่ทุ่งระโนดมีการแลกเปลี่ยนผลผลิตทั้งภายในชุมชนและระหว่างชุมชน โดยผลผลิตที่มีการแลกเปลี่ยน ประกอบด้วย ข้าว ปลา น้ำตาลโตนด เป็นต้น การแลกเปลี่ยนแรงงานและผลผลิตในลักษณะดังกล่าวทำให้ประชาชนในพื้นที่มีความสัมพันธ์แบบเครือญาติ และอยู่ร่วมกันอย่างถ้อยทีถ้อยอาศัย

สภาพสังคมชุมชนในบริเวณพื้นที่ทุ่งระโนดในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต มีความเจริญทางด้านวัตถุเพิ่มมากขึ้น ประชาชนในพื้นที่มีความต้องการอุปโภคบริโภคเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตโดยเฉพาะการประกอบอาชีพของคนในพื้นที่ เมื่อมีน้ำชลประทาน เกษตรกรในพื้นที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งน้ำฝนในการทำนา และได้หันมาทำการปลูกข้าวเพื่อขายอย่างเต็มรูปแบบ มีการจ้างไถข้าวด้วยรถไถ และเปลี่ยนพันธุ์ข้าวจากเดิมที่ปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองซึ่งเหมาะสมกับสภาพอากาศในพื้นที่เป็นอย่างดีเป็นข้าวพันธุ์ส่งเสริม อีกทั้งต้นทุนการทำนาเพิ่มสูงขึ้นจากการที่เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเทคโนโลยีในการเพาะปลูกใหม่ๆ

จากข้อมูลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในอนาคตโดยใช้ข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าประชากรในพื้นที่มีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4) โดยประชากรในเขตเมืองน่าจะเพิ่มในอัตราที่สูงกว่าในเขตชนบท[3] อย่างไรก็ดี เกษตรกรในพื้นที่มีแนวโน้มเป็นเกษตรกรสูงอายุและคาดว่าจะมีจำนวนที่ลดลง อีกทั้งเยาวชนรุ่นใหม่ไม่ค่อยให้ความสนใจด้านการเกษตรเท่าที่ควรโดยสังเกตได้จากการอพยพเข้าสู่นอกภาคเกษตรทั้งในรูปของการเคลื่อนย้ายแรงงานแบบชั่วคราวและถาวร ส่งผลให้เกิดปัญหาขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรโดยเฉพาะในช่วงเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นเป็นที่จะต้องเร่งสร้างและพัฒนากลุ่มยุวเกษตรกรให้สามารถเป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ เพื่อทดแทนและสืบทอดความรู้และภูมิปัญญาการเกษตรของท้องถิ่น (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2554)

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในช่วง พ.ศ. 2493-2573



ที่มา สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

[3] โครงการจัดทำแผนแม่บทลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

2.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในอนาคต

ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดในอนาคตขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มในทะเลสาบตอนบน โดยการศึกษานี้แบ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่หนึ่ง กำหนดให้พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณทุ่งระโนดในอนาคตเท่ากับพื้นที่ปลูกข้าวในปัจจุบัน ซึ่งเท่ากับ 85,000 ไร่ กรณีที่สอง กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังอีก 53,140 ไร่ (รูปที่ 5) ในอำเภอกระสินธุ์ในช่วงฤดูแล้ง รวมเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังทั้งสิ้น 138,140 ไร่ ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวต่อปัญหาน้ำเค็มในอนาคตสามารถสรุปพอสังเขปได้ดังนี้

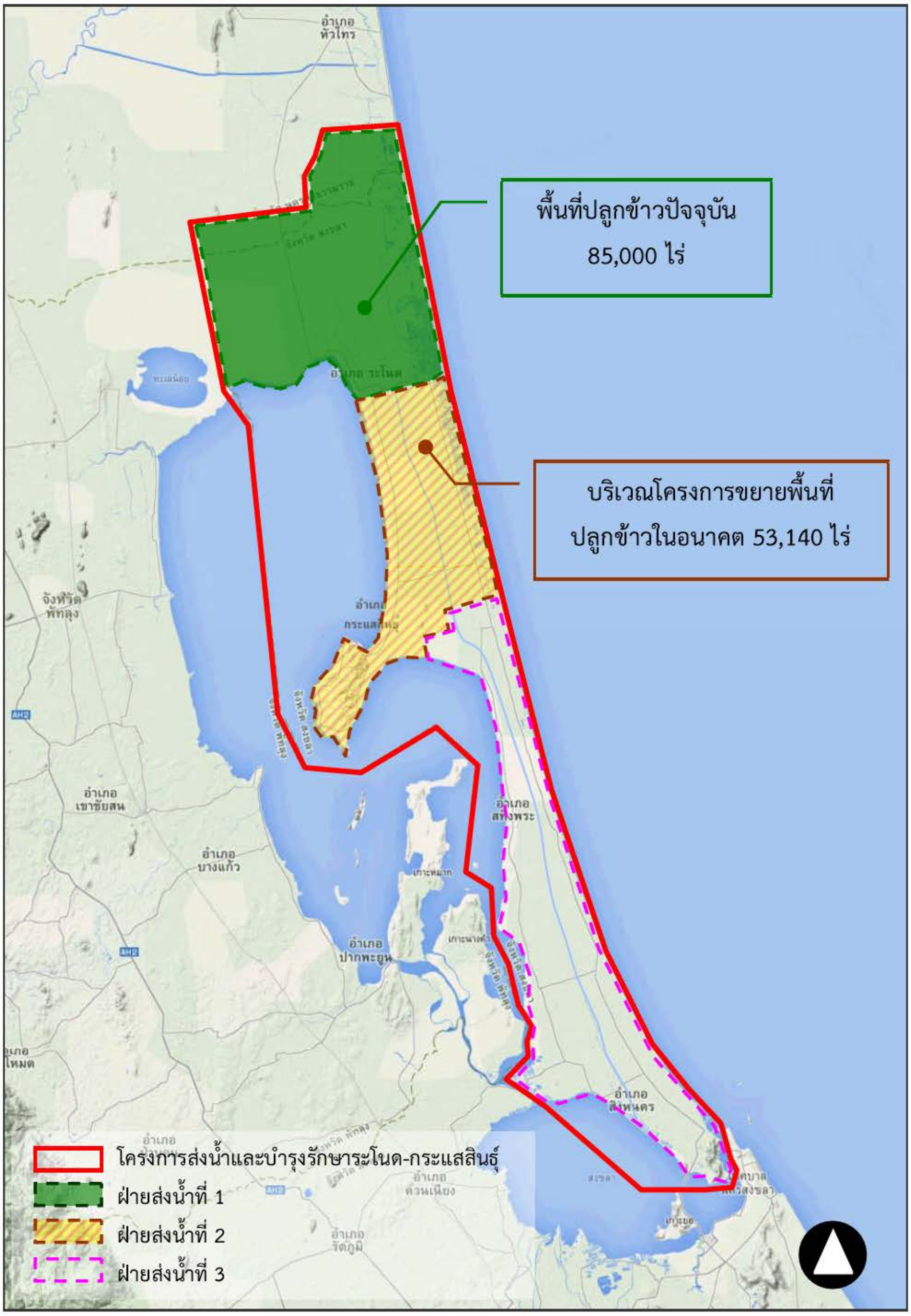
2.3.1 กรณีที่พื้นที่ปลูกข้าวไม่เปลี่ยนแปลงไปจากในปัจจุบัน (Business-as-Usual)

จากการฉายภาพอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ทุ่งระโนด พบว่าอุณหภูมิบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนมีแนวโน้มที่สูงกว่าในปัจจุบัน ซึ่งส่งผลให้อัตราการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลาเพิ่มขึ้น และโอกาสที่น้ำเค็มจะรุกล้ำไปยังทะเลสาบตอนบนเพิ่มสูงขึ้น ในกรณีที่ความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าสูงกว่าระดับที่เหมาะสมกับการปลูกข้าว (Threshold) ผลจากแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนดกระแสสินธุ์จะไม่สามารถสูบน้ำ ณ สถานีสูบน้ำระโนด (สถานี W1) เพื่อนำไปใช้ทำการเกษตรเป็นระยะเวลาที่ยาวนานยิ่งขึ้น ผลที่ตามมาคือพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง (นาชลประทาน) ในบริเวณทุ่งระโนดจำนวน 85,000 ไร่ จะได้รับผลกระทบเพิ่มขึ้นกว่าในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน เพราะในอนาคตการรุกล้ำของน้ำเค็มไปยังทะเลสาบตอนบนจะเป็นปัญหาที่เกิดยาวนานขึ้นกว่าในปัจจุบัน [4] ในการประเมินความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวต่อเหตุการณ์การรุกล้ำของน้ำเค็มในอนาคตภายใต้กรณีที่หนึ่ง โดยใช้ผลผลิตข้าวที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำเค็มเป็นตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง พบว่าขนาดของความเสี่ยงของระบบ

ปลูกข้าวอยู่ที่ 85,000 ไร่

[4] รายละเอียดผลการวิเคราะห์แบบจำลองอยู่ในบทที่ 2.2.2

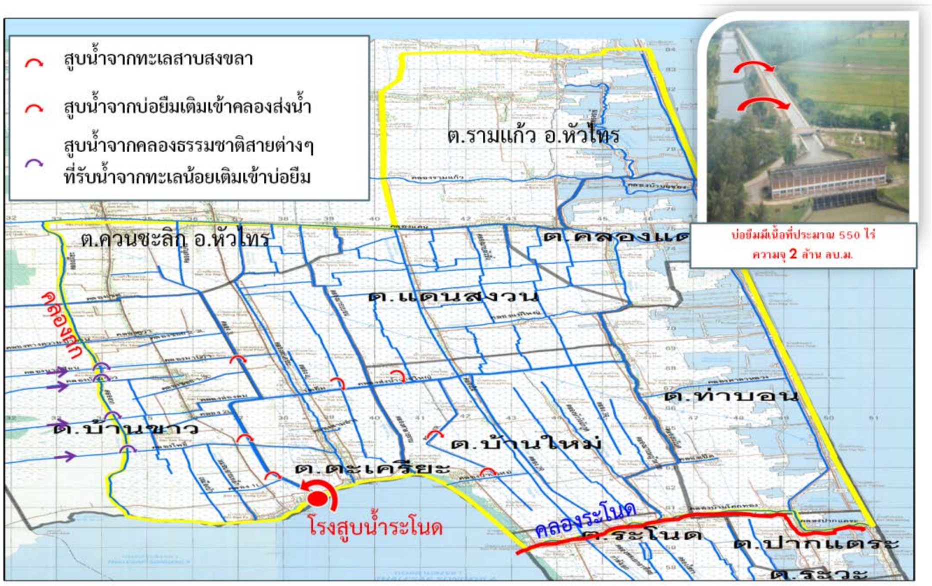
รูปที่ 5 พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณทุ่งระโนดในปัจจุบัน
และภายใต้โครงการขยายพื้นที่ปลูกข้าวในอนาคต



ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)
(ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์)

คำถามที่เกิดขึ้นคือ ถ้าต้องเผชิญกับสถานการณ์เช่นนี้ในอนาคต ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจะปรับตัวอย่างไรเพื่อให้สามารถรับมือกับปัญหาดังกล่าว ถ้าพิจารณาวิธีการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มที่ผ่านมา พบว่าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์รับมือกับปัญหาดังกล่าวโดยสูบน้ำจืดจากบ่อยืมเข้าสู่คลองส่งน้ำเพื่อนำไปเจือจางกับน้ำเค็มที่สูบมาจากทะเลสาบตอนบนก่อนที่จะส่งน้ำให้เกษตรกรในพื้นที่ทุ่งระโนด โดยปริมาณน้ำจืดในบ่อยืมประมาณ 2 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณที่ต้องสูบจากบ่อยืมเพื่อนำไปเจือจางนั้น ขึ้นอยู่กับค่าความเค็มของน้ำที่สูบจากทะเลสาบตอนบน ณ สถานีสูบน้ำระโนด ในบางปีที่น้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าความเค็มที่สูงมาก เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปี 2544/45 ปริมาณน้ำจืดในบ่อยืมมีไม่เพียงพอ ดังนั้น โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จึงจำเป็นต้องผันน้ำจากทะเลน้อย โดยใช้เครื่องสูบน้ำ Hydrolic ในการสูบน้ำจากคลองกก เข้าสู่บ่อยืมซึ่งขนานกับคลองส่งน้ำชลประทาน หลังจากนั้นจึงสูบน้ำจากบ่อยืมไปผสมกับน้ำที่สูบจากสถานีสูบน้ำระโนดอีกต่อหนึ่ง (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 วิธีการรับมือกับปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มในบริเวณทะเลสาบตอนบน



ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการสูบน้ำจากทะเลน้อยต่อระดับน้ำในทะเลน้อย ผลการศึกษาพบว่า เนื่องจากทะเลน้อยมีพื้นที่ผิวน้ำประมาณ 16,840 ไร่ การสูบน้ำปริมาณ 1 ล้านลูกบาศก์เมตรจากทะเลน้อยจะส่งผลให้ระดับน้ำในทะเลน้อยลดลงประมาณ 4 เซนติเมตร ดังนั้น ถ้าโครงการส่งน้ำฯ สูบน้ำจากทะเลน้อยไม่เกิน 5 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำในทะเลน้อยไม่น่าจะลดลงมากกว่า 20 เซนติเมตร อย่างไรก็ดี ปริมาณน้ำที่ทางโครงการส่งน้ำฯ ต้องสูบจากทะเลน้อยในอนาคตขึ้นอยู่กับค่าความเค็มของน้ำที่สูบจากทะเลสาบตอนบน ณ สถานีสูบน้ำระโนด

จากการฉายภาพสภาพภูมิอากาศรวมถึงการคาดการณ์สถานการณ์การรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบตอนบนในอนาคต พบว่าอุณหภูมิที่คาดว่าจะสูงขึ้นจะส่งผลให้อัตราการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลาเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งหมายความว่าน้ำเค็มอาจจะรุกขึ้นไปยังทะเลสาบตอนบนได้มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน (กรณี F3 ในแบบจำลองการรุกล้ำของน้ำเค็มที่เสนอไว้ในบทที่ 2.2.2) ค่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนที่คาดว่าจะสูงขึ้นจะส่งผลให้ทางโครงการส่งน้ำฯ มีความจำเป็นที่ต้องสูบน้ำจืดจากทะเลน้อยในปริมาณที่มากขึ้น ประเด็นปัญหาคือการสูบน้ำจากทะเลน้อยในปริมาณที่มากขึ้นเป็นวิธีจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้หรือไม่

ทะเลน้อยเป็นพื้นที่ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก ทั้งระบบนิเวศ สัตว์น้ำ พรรณพืช โดยเฉพาะนกจำนวนมากที่อาศัยอยู่บริเวณดังกล่าว เนื่องด้วยศักยภาพในการรองรับ (Carrying Capacity) และการเป็นกันชนทางธรรมชาติ ของทะเลน้อยมีจำกัด จึงต้องมีการรักษาปริมาณน้ำในทะเลน้อยไว้ที่ระดับหนึ่งเพื่อการคงอยู่ของระบบนิเวศและการรักษาบทบาทของการเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำในการกักเก็บและดูดซับก๊าซเรือนกระจก นอกจากความกังวลเกี่ยวกับระดับน้ำในทะเลน้อยแล้ว จากการศึกษาของอัศมน ลิ่มสกุล และคณะ (2551) พบว่า ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งคือคุณภาพน้ำในทะเลน้อย ที่ผ่านมา พบว่ามีมลพิษจากแหล่งต่างๆ จำนวนมากระบายลงสู่ทะเลน้อย เกิดการสะสมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มลพิษดังกล่าวเกินศักยภาพการรองรับของระบบ โดยมลพิษดังกล่าวเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ อาทิ ความเสื่อมโทรมของสภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่รับน้ำโดยรอบ เช่น พรุควนเคร็งและป่าพะยอม อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมและกิจกรรมอื่นๆ ของประชาชน การพัฒนาเส้นทางสัญจร สาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมทั้งการยกระดับองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นเทศบาลตำบล เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนและการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวพื้นที่ทะเลน้อยส่งผลให้ปริมาณมลพิษระบายลงสู่ทะเลน้อยเพิ่มขึ้น

คำถามที่เกิดขึ้นคือ ในอนาคตถ้ามีการขยายตัวของชุมชนและกิจกรรมทางเศรษฐกิจโดยรอบทะเลน้อย ซึ่งส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำจากทะเลน้อยของชุมชนในเขตอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง เพิ่มสูงขึ้น เพื่อรองรับกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน กอปรกับค่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคตซึ่งส่งผลให้ทางโครงการส่งน้ำฯ ต้องการสูบน้ำจืดจากทะเลน้อยในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อให้น้ำที่ได้จากการผสมมีค่าความเค็มอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว (ตารางที่ 2) ปริมาณน้ำในทะเลน้อยจะเพียงพอหรือไม่ ในกรณีที่ไม่เพียงพอ ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจะปรับตัวอย่างไรเพื่อรับมือกับเหตุการณ์น้ำเค็มที่คาดว่าจะรุนแรงขึ้นในอนาคต

ตารางที่ 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการผสมน้ำจืดและน้ำเค็มในกรณีที่เกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม

ค่าความเค็มของน้ำ ที่สูบจากทะเลสาบตอนบน	อัตราส่วนน้ำเค็ม	อัตราส่วนน้ำจืดที่ใช้เจือจาง
4.00	1.00	1.41
3.60	1.00	1.18
3.20	1.00	1.00
2.80	1.00	0.68
2.40	1.00	0.46
2.00	1.00	0.23

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

2.3.2 กรณีที่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์ในอนาคต

ปัจจุบัน อำเภอกระแสสินธุ์มีการปลูกข้าวเพียงปีละหนึ่งครั้งเท่านั้น กล่าวคือ ปลูกข้าวนาปีในช่วงฤดูฝนเนื่องจากมีน้ำสำหรับใช้ทำนา แต่ในอนาคต ถ้ามีการสูบน้ำโดยฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 จากทะเลสาบตอนบน ณ สถานี W2 มาเติมลงในคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอก เกษตรกรในพื้นที่อำเภอกระแสสินธุ์ก็จะมีน้ำสำหรับใช้ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้ง โดยพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นประมาณ 53,140 ไร่ ในกรณีนี้ พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในทุ่งระโนดทั้งหมดจะอยู่ที่ประมาณ 138,140 ไร่ (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์) และมีความจำเป็นต้องสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนจำนวนสองแห่ง คือ สถานี W1 และ สถานี W2 โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่สูบ ณ สถานี W1 เพียงพอสำหรับใช้เพื่อทำนาปรังบนพื้นที่ 85,000 ไร่ และปริมาณน้ำที่สูบ ณ สถานี W2 เพียงพอสำหรับใช้เพื่อทำนาปรังบนพื้นที่ 53,140 ไร่ โดยตารางที่ 3 แสดงอัตราสูบน้ำที่สถานี W1 และ W2

ตารางที่ 3 อัตราการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนไปใช้เพื่อทำนาปรัง ณ สถานีสูบน้ำ W1 และ W2

ขั้นตอนในการปลูกข้าว	อัตราการสูบน้ำ ณ สถานี W1 (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการสูบน้ำ ณ สถานี W2 (ลบ.ม./วินาที)
1. เตรียมดิน	3.86	2.34
2. เตรียมดิน-เริ่มแตกกอ	4.33	2.62
3. เริ่มแตกกอ-แตกกอเต็มที่	12.63	7.63
4. แตกกอเต็มที่-ออกดอก	10.82	6.54
5. ออกดอก-เก็บเกี่ยว	7.21	4.36

ที่มา: ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ผลที่ได้จากแบบจำลองการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบตอนบนแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่มีการสูบน้ำที่สถานี W1 และ W2 พร้อมกัน (กรณี F4) ความแตกต่างของความเค็มสูงสุดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 – 2.5 ppt และถ้าพิจารณาความแตกต่างของค่าความเค็มกรณีที่มีการสูบน้ำเทียบกับกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำ ความแตกต่างของค่าความเค็มในกรณี F4 มีค่าเกินระดับ Threshold ด้วยเหตุนี้ อาจอนุมานได้ว่า การสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนไปใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรนั้นมีผลกระทบต่อค่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบน โดยเฉพาะการสูบน้ำในปีที่อากาศแล้งจัดซึ่งอาจทำให้ค่าความเค็มสูงกว่าระดับ 1.5 ppt นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า ถ้าในอนาคตมีการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนในปริมาณมาก ระยะเวลาของการที่ค่าความเค็มสูงกว่าระดับ 1.5 ppt ก็จะมีระยะเวลาที่ยาวนานมากขึ้นด้วย

จากการวิเคราะห์ที่นำเสนอไว้ข้างต้น พบว่าการขยายพื้นที่นาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์ในอนาคตส่งผลให้ระบบปลูกข้าวของทุ่งระโนดในอนาคตมีความเสี่ยงมากยิ่งขึ้น ซึ่งสะท้อนจากพื้นที่ปลูกข้าวและผลผลิตขาวนาปรังที่ได้รับความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำจืดในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีเพิ่มขึ้น จากเดิมที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังเพียง 85,000 ไร่ เพิ่มเป็น 138,140 ไร่ คำถามที่ตามมาคือ ภายใต้ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มที่เพิ่มขึ้นในอนาคต การสูบน้ำจากบ่อยืมมาใช้เพื่อเจือจางกับน้ำที่สูบจากทะเลสาบตอนบนจะเพียงพอหรือไม่ ในกรณีที่ไม่เพียงพอ การสูบน้ำจากทะเลน้อยจะยังคงเป็นทางเลือกในการปรับตัวที่เหมาะสมกับบริบทในอนาคตซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคมหรือไม่ คณะผู้ศึกษาจะดำเนินการศึกษาเพื่อหาคำตอบให้กับคำถามเหล่านี้ต่อไป

3. แผนการดำเนินงานในระยะต่อไป

การศึกษาในระยะที่สองนี้ เป็นการทำภาพฉายอนาคตทำให้เข้าใจแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิอากาศ ด้านเศรษฐกิจ และสังคม เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดในอนาคตว่าลักษณะความเสี่ยงในอนาคต (Risk Profile) มีความแตกต่างไปจากในปัจจุบันหรือไม่ การศึกษาในระยะต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์ว่า ภายใต้ภาวะความไม่แน่นอนและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในอนาคต กลยุทธ์ในการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในปัจจุบันเพียงพอและเหมาะสมต่อการรับมือความเสี่ยงในอนาคตหรือไม่ พร้อมทั้งเสนอทางเลือกในการปรับตัวที่สอดคล้องกับบริบทในอนาคตต่อไป

เนื่องด้วยวัตถุประสงค์หนึ่งของโครงการวิจัยนี้คือเพื่อส่งเสริมให้คนในพื้นที่ศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคิดเชิงสร้างสรรค์ คิดนอกกรอบ และคำนึงถึงผลกระทบในระยะยาวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น ส่วนหนึ่งของการศึกษาในระยะต่อไปจะทำการพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ เช่น เครื่องมือเกมส์ ที่ใช้ในการสื่อสารกับชุมชนเพื่อให้มีความตระหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงเปิดโอกาสให้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการปรับตัวเพื่อลดความเปราะบาง โดยกระบวนการและเครื่องมือดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาวิเคราะห์ในพื้นที่อื่นได้

4. ถอดบทเรียนที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1 และ 2

ในช่วงเริ่มต้นการศึกษา จากการทบทวนเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา เช่น แผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา แผนพัฒนาการเกษตรประจำตำบล โดยสำนักงานเกษตรอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา แผนพัฒนาตำบลในอำเภอระโนด ฯลฯ รวมถึงการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เช่น เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด เจ้าหน้าที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ คณะผู้ศึกษาจึงตั้งสมมติฐานว่าประเด็นปัญหาในพื้นที่คือปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้ง และเน้นศึกษาความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวของชุมชนเกษตรกรในทุ่งระโนดต่อเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำแล้ง โดยมีการคาดคะเนว่าชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทานมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกัน และชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวที่มีรายได้จากหลายแหล่ง (Diversified Income Source) และชุมชนเกษตรกรที่มีแหล่งรายได้เพียงแหล่งเดียวมีความอ่อนไหวและความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ดี ในช่วงการศึกษาในระยะที่หนึ่ง ซึ่งคณะนักวิจัยได้มีโอกาสลงพื้นที่เพื่อจัดประชุมกลุ่มย่อยกับตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาโดยใช้เครื่องมือต่างๆ และสัมภาษณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด องค์การบริหารส่วนตำบล โครงการส่ง

น้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ เพื่อตรวจสอบประเด็นปัญหา คณะนักวิจัยพบว่าการปลูกข้าวในพื้นที่ชลประทานและในพื้นที่นอกเขตชลประทานไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เพราะปัจจุบันเกษตรกรที่ทำนาในพื้นที่นอกเขตชลประทานมีการสูบน้ำจากคลองชลประทานเข้าสู่ไร่นาของตัวเอง ดังนั้น ถึงแม้ว่าเกษตรกรจะอยู่นอกเขตชลประทาน แต่ก็สามารถเข้าถึงน้ำชลประทานได้ ด้วยเหตุนี้คณะวิจัยจึงปรับหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) จากชุมชนเกษตรกรในทุ่งระโนดเป็นระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนด และไม่ทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบความเสี่ยงของชุมชนเกษตรในพื้นที่ชลประทานและพื้นที่นอกเขตชลประทาน

นอกจากนี้ การลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบประเด็นปัญหาทำให้คณะนักวิจัยค้นพบว่า หลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่รุนแรงซึ่งเกิดขึ้นในปี 2548 เกษตรกรในทุ่งระโนดจำนวนมากซึ่งมีพื้นที่นาอยู่ในที่ลุ่มตัดสินใจปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์น้ำท่วมโดยการเลื่อนปฏิทินการปลูกข้าวนาปี จากเดิมที่เคยหว่านเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เป็นเริ่มหว่านในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงหลังน้ำลดเพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันความเสียหายของผลผลิตข้าวนาปีจากปัญหาน้ำท่วม การปรับตัวดังกล่าวส่งผลให้หลังจากปี 2548 เป็นต้นมา ผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าถึงแม้เหตุการณ์น้ำท่วมจะยังคงเกิดขึ้นในทุ่งระโนดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมของทุกปี แต่การปลูกข้าวในทุ่งระโนดมิได้มีความเสี่ยงต่อเหตุการณ์น้ำท่วม อย่างไรก็ดี การปรับตัวต่อเหตุการณ์น้ำท่วมโดยการเลื่อนปฏิทินเพาะปลูกส่งผลให้การปลูกข้าวในพื้นที่ศึกษาต้องเผชิญกับความเสี่ยงต่อปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มมากขึ้น เพราะการปลูกข้าวนาปรังขยับไปสู่ช่วงฤดูแล้งมากยิ่งขึ้น

โครงการศึกษานี้จึงเป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต โดยให้ความสำคัญกับความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวต่อปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบตอนบน เนื่องจากน้ำในทะเลสาบตอนบนเป็นแหล่งน้ำต้นทุนของน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ทุ่งระโนด

โดยสรุป ผลจากการดำเนินงานภายใต้โครงการนี้มาเป็นระยะเวลา 12 เดือน ทำให้คณะนักวิจัยมีความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและความเสี่ยงของพื้นที่ศึกษาว่าไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญและคำนึงถึงในการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงในปัจจุบัน สำหรับการวางแผนการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงในอนาคต ควรพิจารณาว่ารูปแบบความเสี่ยงที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ โดยคำนึงถึงเงื่อนไขทางด้านสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่จะเปลี่ยนแปลงไป เพื่อหารูปแบบการรับมือกับความเสี่ยงที่เหมาะสมต่อไป

บทที่ 1

บทนำ

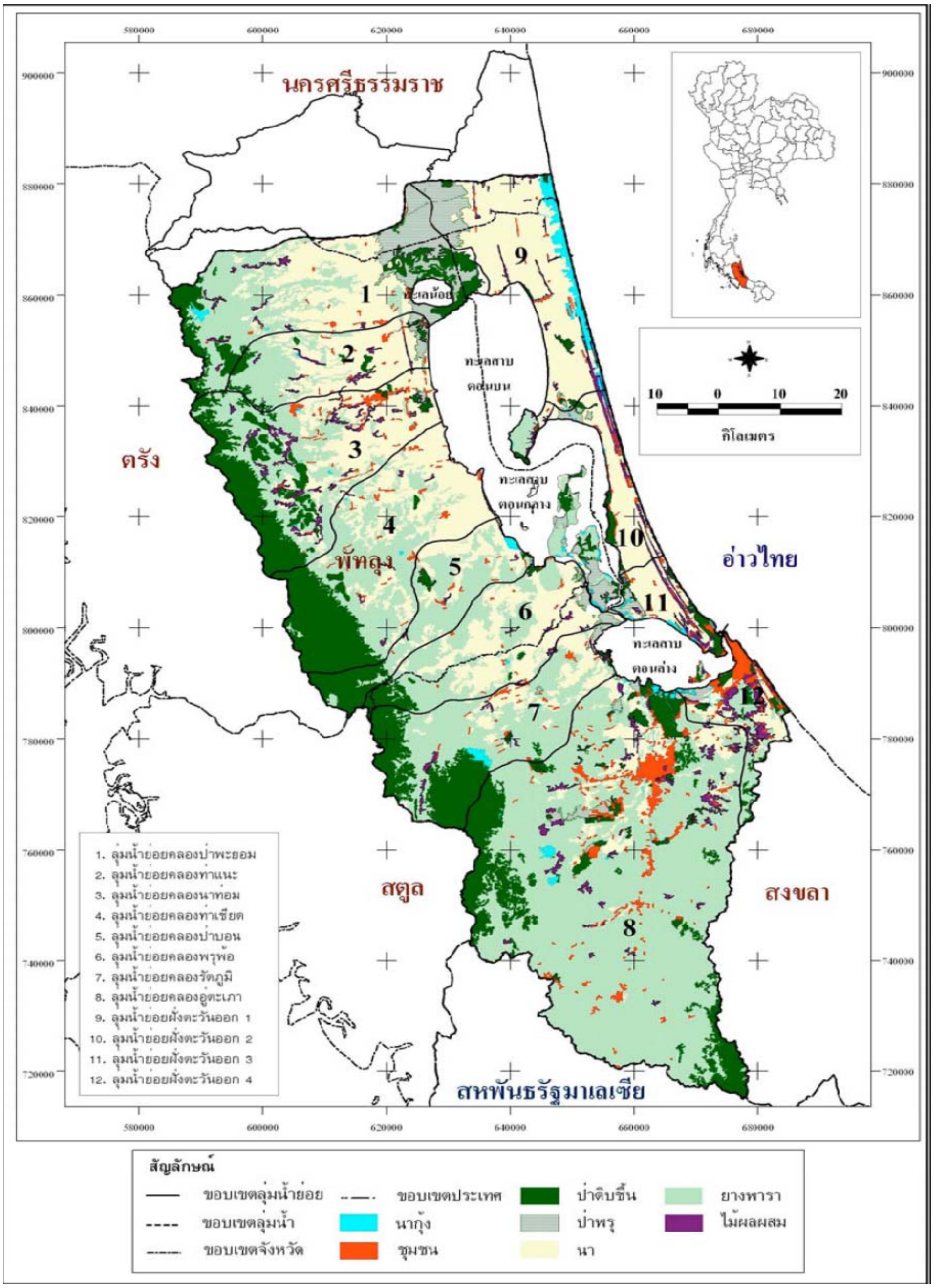
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8,729 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีลักษณะที่หลากหลาย อาทิ เขตภูเขา เขตที่ราบ เขตรอบทะเลสาบและพื้นที่ชุ่มน้ำ และแนวชายฝั่ง เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน ประชาชนที่อาศัยอยู่ในแต่ละพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจึงประกอบอาชีพที่ต่างกัน เช่น ปลูกข้าว ปลูกยางพารา ทำประมง และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

เนื่องด้วยแต่ละชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตั้งถิ่นฐานอยู่ในทำเลที่ตั้งซึ่งแตกต่างกัน อีกทั้งมีวิถีการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน ดังนั้น ชุมชนต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจึงมีความเสี่ยงความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันไป (ตารางที่ 1.1) ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและภัยพิบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นประกอบด้วย ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ฝนทิ้งช่วง น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง วาตภัย และดินโคลนถล่ม เป็นต้น ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ การผลิตอาหาร ระบบนิเวศ สภาพสังคมและเศรษฐกิจ และความหลากหลายทางชีวภาพ (ตารางที่ 1.1)

เมื่อทะเลสาบสงขลาเริ่มตื้นเขิน กอปรกับพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาประสบภาวะฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วงเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำจืดในพื้นที่จึงเริ่มขาดแคลน และเมื่ออุปทานน้ำไม่เพียงพอ ระบบการทำการเกษตรในพื้นที่จึงได้รับความเดือดร้อนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะระบบปลูกข้าว เนื่องจากการทำนาจำเป็นต้องใช้น้ำมาก ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นความสนใจไปที่ระบบการปลูกข้าว โดยนาข้าวส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอยู่ในพื้นที่ราบส่วนกลางของจังหวัดพัทลุงและพื้นที่นาในคาบสมุทรสทิงพระ ครอบคลุมอำเภอระโนด อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอสทิงพระ อำเภอสิงหนคร อำเภอควนขนุน อำเภอเมืองพัทลุง อำเภอเขาชัยสน อำเภอบางแก้ว อำเภอปากพะยูน และอำเภอควนเนียง (รูปที่ 1.1)

รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

ตารางที่ 1.1 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

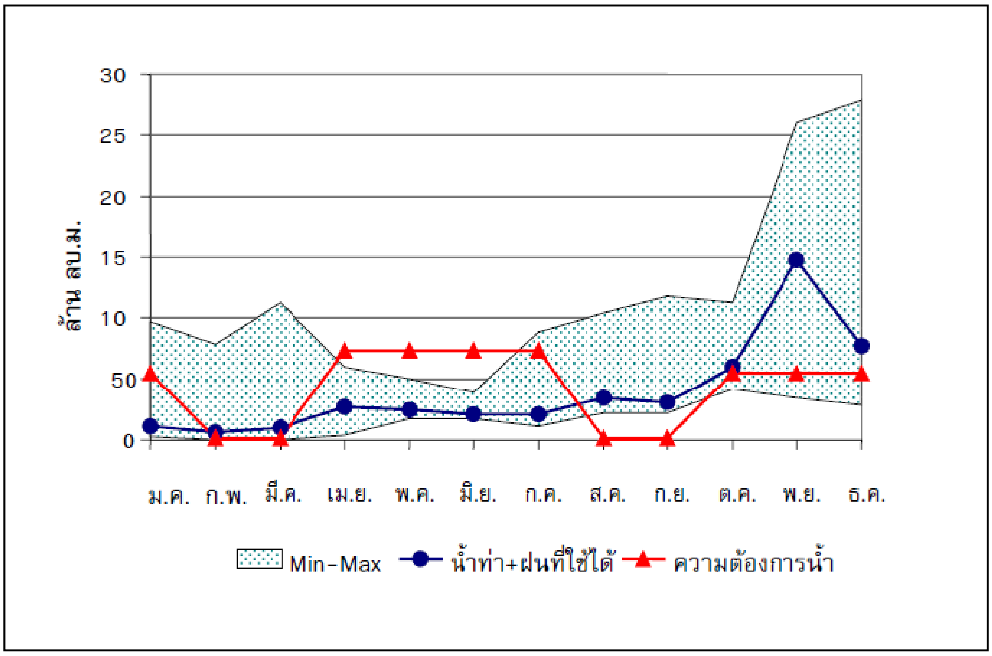
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของผลกระทบ
ภัยแล้ง	ภัยแล้งอาจส่งผลกระทบต่อระบบน้ำ น้ำในทะเลสาบสขขลาเค็ม และอาจก่อให้เกิดไฟไหม้
อุทกภัย	การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากฝนตกหนักในช่วงสั้นๆ สามารถส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณอำเภอหาดใหญ่
การกัดเซาะชายฝั่ง	การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลอาจส่งผลให้เกิดการกัดเซาะ ทั้งในทะเลสาบสงขลาบริเวณปากรอ ป่าขาด บางเหรียง และแหลมโพธิ์ และบริเวณชายฝั่งทะเล เช่น หาดแก้ว หาดเก้าเส้ง เกาะแต้ว นาทับ และสะกอม
วาตภัย	การแปรปรวนของลมและการเกิดพายุที่รุนแรงส่งผลกระทบต่อชาวประมงบริเวณทะเลสาบสงขลา เนื่องจากพายุที่รุนแรงส่งผลให้เครื่องมือประมงได้รับความเสียหาย
การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและการขยับเลื่อนของฤดูกาล	การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและการขยับเลื่อนของฤดูกาล ส่งผลกระทบต่อการปลูกข้าว โดยทำให้การปลูกข้าวมีฤดูกาลที่ไม่แน่นอน

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2555)

การศึกษานี้เลือกพื้นที่ทุ่งระโนดเป็นพื้นที่ศึกษา ด้วยเหตุผลที่ว่าพื้นที่ทุ่งระโนดเป็นพื้นที่ที่ใช้ทรัพยากรน้ำเกินศักยภาพเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ประสบปัญหาน้ำแล้งโดยเฉพาะระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณความต้องการใช้น้ำในพื้นที่สูงกว่าปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าที่สามารถใช้ได้ (รูปที่ 1.2) ถึงแม้ว่าพื้นที่ทุ่งระโนดประสบปัญหาน้ำแล้งค่อนข้างบ่อยครั้ง เกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดยังเลือกที่จะทำนาปีละสองครั้ง ได้แก่ การทำนาปีในฤดูฝนและการทำนาปรังในฤดูแล้งที่ผ่านมา บางชุมชนในพื้นที่ทุ่งระโนดมีการจัดหาแหล่งน้ำจืดเพื่อสนองความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ ในช่วงที่น้ำอุปทานไม่เพียงพอ เช่น การขุดบ่อเพื่อกักเก็บน้ำในพื้นที่นาตนเองเพื่อใช้ในฤดูแล้ง การสูบน้ำจืดจากทะเลน้อยมาใช้เพื่อการเกษตร อย่างไรก็ดี ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจส่งผลให้เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงนานๆ และเกิดความแห้งแล้ง ซึ่งจะทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ทุ่งระโนดทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ชุมชนดังกล่าวน่าจะมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คำถามที่เกิดขึ้นคือ ภายใต้สภาวะการณ์ดังกล่าวชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจะใช้น้ำจากแหล่งใดเพื่อทำนาข้าว และในกรณีที่ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำสำรองที่ใช้อยู่ใน

ปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำเพื่อการทำนาข้าว ชุมชนในพื้นที่จะดำเนินการอย่างไรเพื่อเตรียมรับมือกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

รูปที่ 1.2 การเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำในแต่ละเดือนและปริมาณน้ำท่า ของลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก 1 (ระโนด)

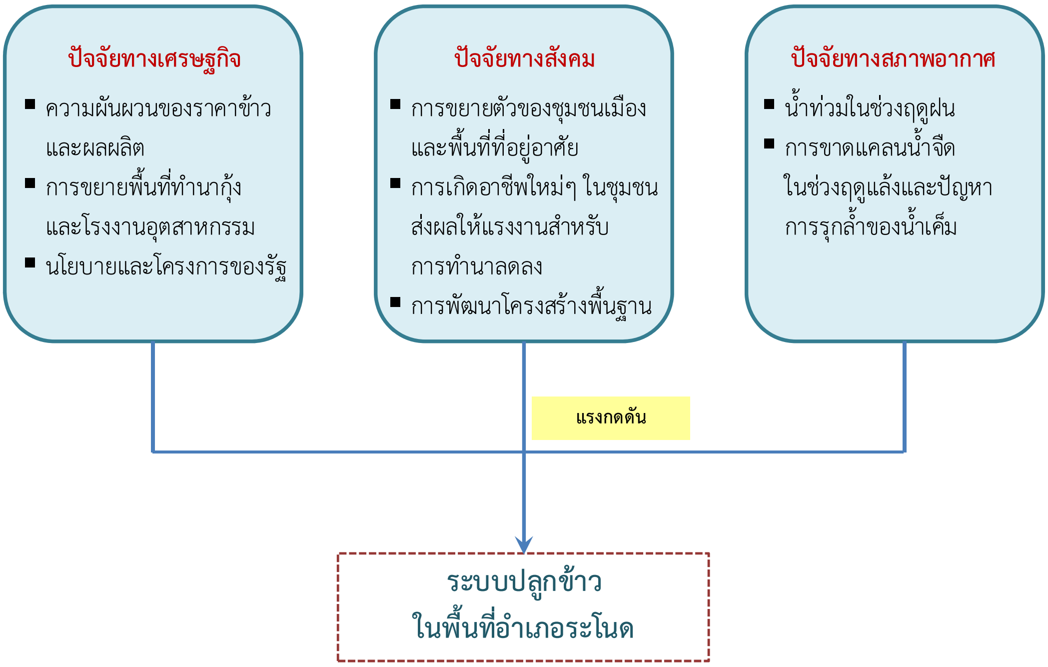


ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

นอกจากความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว เกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดยังประสบความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม และวิถีการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนไปอีกด้วย (รูปที่ 1.3)

เนื่องจากพื้นที่ทุ่งระโนดเป็นพื้นที่ที่ใช้ทรัพยากรน้ำเกินกว่าศักยภาพ และการขาดแคลนน้ำส่งผลกระทบค่อนข้างสูงต่อระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงที่ความต้องการใช้น้ำสูงกว่าปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าที่มีอยู่ ดังนั้น ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงมีความอ่อนไหวต่อสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน เช่น ปัญหาฝนทิ้งช่วง เป็นต้น การศึกษานี้ต้องการวิเคราะห์ความเสี่ยงความเปราะบางของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดในปัจจุบันและในอนาคต เพื่อนำไปสู่การเสนอกลยุทธ์ที่จะช่วยให้สามารถปรับตัวเพื่อพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และวิถีการดำรงชีวิตในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 1.3 ปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพภูมิอากาศที่เป็นแรงกดดันต่อชุมชนเกษตรกรปลูกข้าว



เนื่องด้วยคนทั่วไปมักจะให้ความสำคัญกับเหตุการณ์ในปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ มากกว่าเหตุการณ์ที่ไกลตัวออกไปในอนาคต ดังนั้น ความสำคัญของการศึกษานี้คือการทดลองใช้เครื่องมือใหม่ๆ ที่ช่วยส่งเสริมให้คนในพื้นที่และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้คิดเชิงสร้างสรรค์ คิดนอกกรอบ เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นกับระบบปลูกข้าว รวมถึงคำนึงถึงผลกระทบระยะยาวจากปรากฏการณ์ดังกล่าว[1] ในกรณีที่เครื่องมือดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องตื่นตัว เข้าใจและตระหนักถึงผลกระทบในระยะยาวของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เครื่องมือดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นที่เผชิญกับความเสี่ยงความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังช่วยพัฒนาความคิดและเพิ่มพูนความรู้ของนักวิจัย และมีส่วนทำให้เกิดองค์ความรู้ (Knowledge pool) ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น

---

[1] ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับชุมชนหลายรูปแบบ เช่น การทำปฏิทินฤดูกาล (Crop Calendar) การวิเคราะห์ชุมชนแบบมีส่วนร่วม (Participatory Rural Appraisal) เป็นต้น อย่างไรก็ดี ยังขาดเครื่องมือที่ช่วยให้ชาวบ้านไม่ยึดติดกับสถานภาพปัจจุบัน (Status Quo) ให้คิดนอกกรอบและคำนึงถึงผลกระทบระยะยาวของเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(1) เพื่อประเมินความเสี่ยง (Risk) และความเปราะบาง (Vulnerability) ของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(2) เพื่อวิเคราะห์ความพร้อมในการรับมือและการตอบสนองของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด รวมทั้งเสนอกลยุทธ์ในการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพอากาศในอนาคต

(3) เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของแต่ละกลยุทธ์ในการปรับตัว พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยเอื้อ (Enabling Factors) และปัจจัยหลักแห่งความสำเร็จ (Critical Success Factors) สำหรับแต่ละทางเลือกในการปรับตัว

(4) เพื่อประมวลข้อเสนอแนะจากการศึกษา พร้อมทั้ง กระบวนการและเครื่องมือ เพื่อการประยุกต์ใช้ศึกษาเรื่องการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่อื่นที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน

1.3 โจทย์วิจัย

(1) ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดกำลังเผชิญกับความเสี่ยงต่อปัจจัยอะไรบ้าง ขนาด (scale) ของความเสี่ยงเป็นอย่างไร ปัจจุบันมีการจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นหรือไม่ มีการรับมือ (Coping Capacity) และตอบสนอง (Response) ต่อปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร อีกทั้ง มีข้อจำกัดในการรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร

(2) ในอนาคต หากสภาพเศรษฐกิจ สังคม วิถีการดำรงชีวิตและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดที่เผชิญอยู่ในปัจจุบันจะยังคงอยู่หรือเปลี่ยนแปลงไป ถ้าความเสี่ยงเปลี่ยนไป รูปแบบการจัดการกับความเสี่ยงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังคงใช้ในอนาคตได้อยู่หรือไม่ ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการรับมือหรือไม่ อย่างไร

(3) กลยุทธ์ในการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ภาพฉายอนาคตจะเป็นอย่างไร จึงจะทำให้ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดยังคงอยู่ได้อย่างยั่งยืน และกลไกในการขับเคลื่อนกลยุทธ์การปรับตัวจะต้องทำอย่างไร

1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษานี้เริ่มต้นจากการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานะความเสี่ยง (Risk Profile) ของระบบปลูกข้าวในอำเภอระโนดต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (Climate Variability) เช่น น้ำท่วม น้ำแล้ง เป็นต้น โดยจากการเก็บข้อมูลในพื้นที่และจากการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ทำให้ทราบว่าพื้นที่ทุ่งระโนดประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ทำให้ทราบว่า ในอดีตเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดปลูกข้าวปีละ 1 ครั้ง คือข้าวนาปี โดยใช้ข้าวพันธุ์เฉี้ยงซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง มีอายุการเพาะปลูกค่อนข้างนาน ดังนั้นช่วงที่เกิดน้ำท่วมจึงคาบเกี่ยวกับช่วงที่ยังไม่เก็บเกี่ยวข้าว อย่างไรก็ดี เนื่องจากข้าวพันธุ์เฉี้ยงมีลำต้นที่สูงพ้นระดับน้ำที่ท่วม ผลผลิตข้าวจึงไม่ได้รับความเสียหาย ดังนั้น ระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงไม่ได้เสี่ยงต่อน้ำท่วม สำหรับน้ำแล้ง เนื่องด้วยในอดีตเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดมิได้ทำนาปรังหรือปลูกข้าวในฤดูแล้ง ดังนั้น การเกิดน้ำแล้งและการรุกล้ำของน้ำเค็มจึงมิได้ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด

ต่อมา หลังจากที่มีโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ สำนักชลประทานที่ 16 เข้ามาในพื้นที่ทุ่งระโนด ชุมชนเกษตรกรในอำเภอระโนดจึงเปลี่ยนจากการทำนาปีละ 1 ครั้ง เป็นทำนาปีละ 2 ครั้ง และมีการเปลี่ยนพันธุ์ข้าวเป็นพันธุ์ที่มีอายุสั้นลง หลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ระบบปลูกข้าวในอำเภอระโนดจึงต้องเผชิญกับความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ 2 ประเภท คือ น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) และน้ำแล้งในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมิถุนายน-กันยายน) โดยเกษตรกรที่เริ่มหว่านข้าวนาปีในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายนมีความเสี่ยงที่ต้นข้าวจะได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม สำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรัง ในบางปีที่ปริมาณฝนน้อยมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำผิวดินน้อยลง น้ำทะเลจึงรุกเข้าไปยังทะเลสาบสงขลาตอนบนได้มากขึ้น ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำที่สถานีสูบน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์สูบได้ก็จะลดลง และกระทบการปลูกข้าวนาปรังเป็นอย่างมาก ในบางปีที่ค่าความเค็ม ณ หน้าสถานีสูบน้ำระโนดสูงกว่าระดับ 1.5 กรัมต่อลิตร ทางสถานีสูบน้ำก็จะหยุดสูบน้ำเพราะน้ำที่มีค่าความเค็มเกิน 1.5 กรัมต่อลิตร จะทำความเสียหายต่อผลผลิตข้าว สำหรับโครงการวิจัยนี้ คณะผู้ศึกษาใช้ตัวชี้วัดเป็นเครื่องมือในการอธิบายความเสี่ยงจากน้ำท่วมและน้ำเค็มที่ระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดต้องเผชิญ สำหรับผลกระทบหรือความเสี่ยงของเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำเค็มทางด้านการเกษตรนั้น ตัวชี้วัดที่ใช้คือผลผลิตข้าวที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมและน้ำเค็ม

ที่ผ่านมา ได้มีการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำเค็ม สำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมนั้น เกษตรกรซึ่งที่นาอยู่ในพื้นที่ลุ่มได้ปรับตัวโดยการเลื่อนปฏิทินเพาะปลูก จากที่เคยหว่านข้าวในช่วงเดือนตุลาคมหรือพฤศจิกายน เปลี่ยนเป็นหว่านข้าวนาปีในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ สำหรับการปรับตัวเพื่อรับมือกับเหตุการณ์น้ำเค็มนั้น ชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อสูบน้ำจืดจากทะเลน้อยมาใช้เพื่อการปลูกข้าวนาปรัง เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงและการรับมือกับความเสี่ยงแล้ว จะต้องมีการนำความเสี่ยงไปเปรียบเทียบหรือถ่วงดุลกับความสามารถในการรับมือจากอดีตถึงปัจจุบัน ในกรณีที่ความสามารถในการรับมือไม่สามารถขจัดความเสี่ยงได้ทั้งหมด ถือว่าระบบปลูกข้าวมีความเปราะบาง

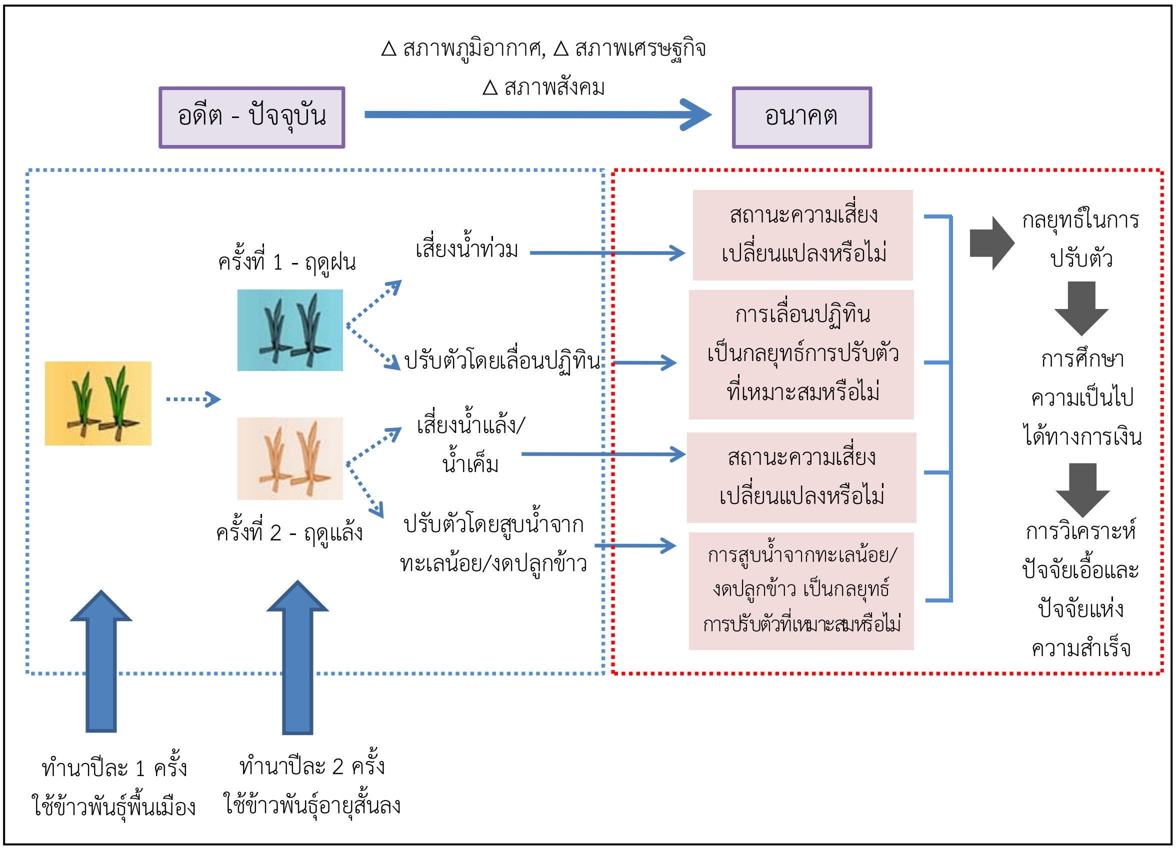
เมื่อมองไปในอนาคต เนื่องด้วยสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และนโยบายของรัฐมีความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด สิ่งสำคัญที่การศึกษานี้ต้องพิจารณาคือพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสถานะความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดหรือไม่ และกลยุทธ์ที่ใช้เพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากอดีตถึงปัจจุบันมีความเหมาะสมในการรับมือกับความเสี่ยงในอนาคตได้หรือไม่ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต การสร้างภาพอนาคตมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยการสร้างภาพอนาคต ประกอบด้วย การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศ และการคาดการณ์สภาพเศรษฐกิจ สังคม และวิถีการดำรงชีวิตในอนาคต ซึ่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการคาดการณ์อาจมาจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โครงการส่งเสริมการเกษตรต่างๆ หลังจากที่ทำการวิเคราะห์และประเมินภาพอนาคต คณะผู้ศึกษาจัดประชุมระดมสมองผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่างๆ เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการปรับตัวซึ่งใช้เป็นตัวแบบสำหรับไว้หารือกับตัวแทนชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนด และภาคส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

หลังจากที่ได้แนวทางในการปรับตัวซึ่งได้มาจากการระดมความคิดเห็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่และผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คณะผู้ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility) สำหรับทางเลือกในการปรับตัว ทั้งนี้ เนื่องจากแต่ละรูปแบบในการปรับตัวนั้นนำมาซึ่งผลประโยชน์และต้นทุนที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์จะช่วยสนับสนุนว่าทางเลือกในการปรับตัวมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติหรือไม่ หลังจากนั้น เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยเอื้อ (Enabling Factors) และปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Critical Success Factors) ซึ่งจะช่วยในการขับเคลื่อนทางเลือกในการปรับตัวไปสู่การปฏิบัติในพื้นที่ศึกษาต่อไป

ในลำดับต่อไป คณะผู้ศึกษาจะทำการประมวลผลการศึกษาเพื่อจัดทำ (ร่าง) แผนกลยุทธ์ในการปรับตัวของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนด แล้วนำ (ร่าง) แผนกลยุทธ์ไปรับฟังความคิดเห็นจากคนในพื้นที่ ผู้ทรงคุณวุฒิ และตัวแทนจากหน่วยงานของรัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้อง หลังจากนั้น นำข้อเสนอแนะที่ได้จากการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นมาปรับปรุงแผนกลยุทธ์ พร้อมทั้งถอดบทเรียนจากการจัด

กระบวนการในพื้นที่และการใช้เครื่องมือที่ทางคณะผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นและได้ทำการทดลองในพื้นที่ เพื่อนำเครื่องมือดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นในอนาคตต่อไป

รูปที่ 1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา



1.5 ขอบเขตการศึกษาและกลุ่มเป้าหมาย

การศึกษาครั้งนี้ ใช้ขอบเขตการปกครองเป็นหลักในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่มีการจัดเก็บข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง ดังนั้น คำว่า “พื้นที่ทุ่งระโนด” สำหรับการศึกษานี้จะหมายถึงพื้นที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และกลุ่มเป้าหมายของการศึกษาคือระบบปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอระโนด

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้มีการใช้เครื่องมือหลายชนิด ทั้งเครื่องมือที่มีอยู่แล้วและมีการใช้ค่อนข้างแพร่หลายในการศึกษาวิเคราะห์ชุมชน (ภาสกร นันทพานิช, 2549) อาทิ การทำแผนที่ชุมชนโดยกระบวนการทำ

แผนที่ชุมชนแบบมีส่วนร่วม (Pariticipatory Mapping) การทำปฏิทินฤดูกาลเพาะปลูก (Crop Calendar) และการระบุประเด็นปัญหาและความเสี่ยงโดยใช้วิธี Causal Impact Diagram เป็นต้น และเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาใหม่และทดลองใช้เป็นครั้งแรกในการศึกษานี้ โดยการเลือกใช้เครื่องมือนั้น ขึ้นอยู่กับโอกาสและความเหมาะสมในการดำเนินงาน รวมถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษาในขั้นตอนต่างๆ สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่ใช้เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกพื้นที่ศึกษาและกำหนดขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ทุ่งระโนดเป็นพื้นที่ศึกษา โดยมีกลุ่มเป้าหมายของการศึกษาคือระบบปลูกข้าวในอำเภอระโนด

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา (Site Description)

ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจะรวบรวมโดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลจากแผนพัฒนาเกษตรระดับตำบลของสำนักงานเกษตรอำเภอระโนด ข้อมูล กชช 2ค. ที่สำรวจโดยกรมพัฒนาชุมชน ข้อมูลแผนพัฒนาตำบลขององค์การบริหารส่วนตำบลในพื้นที่อำเภอระโนด รวมทั้งสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เช่น เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ระโนด-กระแสสินธ์ เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด นายกองค์การบริหารส่วนตำบล กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน เป็นต้น นอกจากนี้ นักวิจัยจากส่วนกลางจะลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในพื้นที่โดยการประชุมกลุ่มย่อยร่วมกับตัวแทนเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประเด็นปัญหา สำหรับเครื่องมือที่นำมาใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำแผนที่ชุมชนโดยกระบวนการทำ Pariticipatory Mapping การทำปฏิทินฤดูกาลเพาะปลูก (Crop Calendar) และการระบุประเด็นปัญหาและความเสี่ยงโดยใช้วิธี Causal Impact Diagram เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์บริบทของชุมชนและระบุประเด็นปัญหา

หลังจากรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่ศึกษจากขั้นตอนที่สองแล้ว จากนั้นนักวิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ มาวิเคราะห์และประมวลผลซึ่งนำไปสู่การระบุสถานะความเสี่ยง (Risk Profile) ของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนด

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดตัวชี้วัดและเกณฑ์ที่ใช้บ่งชี้

การกำหนดตัวชี้วัดหรือเกณฑ์ที่ใช้สำหรับอธิบายหรือบ่งบอกปรากฏการณ์ที่นำไปสู่ความเสี่ยงโดยการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการทบทวนเอกสาร การสัมภาษณ์ และการประชุมกลุ่มย่อยในพื้นที่จากขั้นตอนต่างๆ ข้างต้น จากนั้นเปรียบเทียบหรือถ่วงดุลความสามารถในการรับมือในปัจจุบัน ซึ่งได้มาจาก

การประชุมกลุ่มย่อยในพื้นที่ ที่สุดท้ายสามารถประมวลเป็นความเปราะบางของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนด ณ ปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 5 คาดการณ์สภาพเศรษฐกิจ สังคม วิถีการดำรงชีวิต และสภาพภูมิอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต เพื่อกำหนดความเป็นไปได้ของภาพอนาคต

เมื่อเวลาผ่านไป บริบทต่างๆ ในทุ่งระโนด สภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ สภาพสังคม ย่อมเปลี่ยนไป ส่งผลให้ความเปราะบางของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดเปลี่ยนไปด้วย ขั้นตอนนี้จึงเป็นการคาดการณ์ว่าสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด ควบคู่ไปกับการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ ในการมองสภาพแนวโน้มทางด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่อาจจะเป็นไปได้นั้น สามารถอาศัยการพูดคุยกับผู้รู้ในพื้นที่ และผนวกเข้ากับข้อมูลแนวโน้มสภาพเศรษฐกิจและสังคมจากแผนพัฒนาชุมชน ในขณะที่การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตนั้น จะใช้ผลการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศโดยผู้เชี่ยวชาญ ในลำดับต่อไป คณะผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการคาดการณ์เพื่อกำหนดความเป็นไปได้ของภาพอนาคตที่จะเกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์ความเสี่ยงและความอ่อนไหวในอนาคต

จัดประชุมร่วมกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในพื้นที่โดยใช้กระบวนการสร้างภาพอนาคต (Scenario Building) หลังจากนั้น วิเคราะห์ว่าสถานะความเสี่ยง (Risk Profile) ของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดเปลี่ยนไปภายใต้ภาพอนาคตที่สร้างขึ้นหรือไม่ และการรับมือที่มีอยู่ในปัจจุบันเหมาะสมและเพียงพอหรือไม่ ความอ่อนไหวเป็นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดทางเลือกกลยุทธ์การปรับตัวที่เหมาะสมและกลไกในการขับเคลื่อน

คณะผู้ศึกษานำประเด็นความอ่อนไหวและข้อจำกัดของการรับมือมาวิเคราะห์ทางเลือกในการปรับตัวซึ่งเป็นช่องทางในการลดความอ่อนไหวและข้อจำกัดที่มี ก่อนที่จะนำทางเลือกดังกล่าวและผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคมในอนาคตไปหารือกับผู้แทนในพื้นที่ โดยการจัดประชุมกับผู้แทนในพื้นที่โดยทดลองนำเครื่องมือใหม่ๆ ที่คณะผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเสริมสร้างความตื่นตัว ความเข้าใจ และความตระหนักให้กับคนในชุมชน ซึ่งนำไปสู่การร่วมกันคิดแนวทางปรับตัวเพื่อความมั่นคงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนด

ขั้นตอนที่ 8 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility Analysis) สำหรับทางเลือกในการปรับตัว

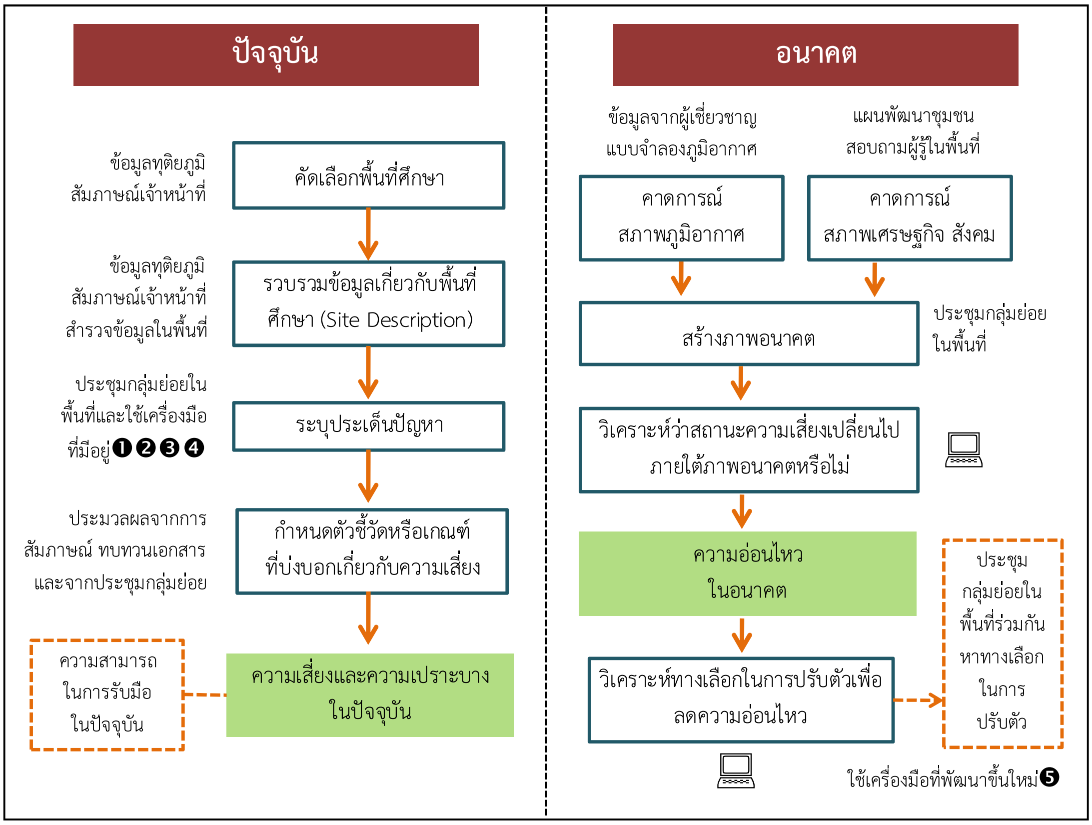
หลังจากที่ได้แนวทางในการปรับตัวซึ่งได้จากการระดมความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ ในขั้นตอนที่เจ็ด คณะผู้ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility

Analysis) สำหรับทางเลือกในการปรับตัวซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการลงทุน ผลการวิเคราะห์จะช่วยสนับสนุนว่าทางเลือกในการปรับตัวที่คณะผู้ศึกษาต้องการเสนอนั้นมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติหรือไม่ ในลำดับต่อไป เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยเอื้อ (Enabling Factors) และปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Critical Success Factors) ที่จะช่วยในการขับเคลื่อนทางเลือกในการปรับตัวของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด

ขั้นตอนที่ 9 จัดทำแผนกลยุทธ์ในการปรับตัว

สำหรับขั้นตอนสุดท้าย คณะผู้ศึกษาจะประมวลผลการศึกษาในทุกขั้นตอนเพื่อจัดทำ (ร่าง) แผนกลยุทธ์ในการปรับตัวเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำเสนอเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากคนในพื้นที่ จากนั้นคณะผู้ศึกษานำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมมาปรับปรุงแผนฯ และถอดบทเรียนจากการจัดกระบวนการในพื้นที่และการใช้เครื่องมือที่ได้ทำการทดลองในพื้นที่ ทั้งนี้ เพื่อนำเครื่องมือดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ

รูปที่ 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแต่ละขั้นตอน



หมายเหตุ: เครื่องมือที่มีอยู่ เช่น ❶ ปฏิทินฤดูกาล ❷ การทำแผนที่ชุมชนแบบมีส่วนร่วม ❸ การทำ Causal Impact Diagram ❹ การทำแผนผังลำดับเหตุการณ์ในอดีต และ ❺ เครื่องมือใหม่ที่พัฒนาขึ้น

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม

เมื่อการดำเนินงานภายใต้โครงการศึกษาเสร็จสิ้น ผลที่คาดว่าจะได้รับคือระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดมีแผนปรับตัวที่เหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงหรือเตรียมความพร้อมรับมือกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต อย่างไรก็ดี เพื่อให้การดำเนินการปรับตัวสัมฤทธิ์ผล จะต้องอาศัยความร่วมมือภายในชุมชน ภาคส่วนต่างๆ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มาตรการสนับสนุนเชิงนโยบาย รวมถึงเงินสนับสนุนในการผลักดันการแผนปรับตัวไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์เชิงวิชาการ เนื่องจากมีการพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ ที่ใช้ในการส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ตระหนักถึงผลกระทบระยะยาวของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงสนับสนุนให้คิดเชิงสร้างสรรค์และคิดนอกกรอบเพื่อหาแนวทางในการปรับตัว ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวสามารถในไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นได้ นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังช่วยพัฒนาความคิดและเพิ่มพูนความรู้ของนักวิจัย และมีส่วนทำให้องค์ความรู้ ของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น

1.8 กระบวนการผลักดันผลงานไปสู่การใช้ประโยชน์

เพื่อผลักดันให้มีการนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการและที่ได้ผ่านการทดลองใช้ในพื้นที่อำเภอระโนดไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น คณะผู้ศึกษาจึงจะทำการถอดบทเรียนจากการศึกษาและจัดทำเป็นคู่มือซึ่งรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยคู่มือดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์สำหรับโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการปรับตัวเชิงพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคม

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานนโยบายและแผนทรัยพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. **แผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ปี พ.ศ. 2548.** กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2555. “โครงการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างยั่งยืน” ในจดหมายข่าว ครั้งที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนสิงหาคม. กรุงเทพมหานคร.

บทที่ 2

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่วนที่สอง ทบทวนเกี่ยวกับงานวิจัยด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวของประเทศไทย และส่วนสุดท้าย เป็นการทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลการทบทวนเอกสารงานวิจัยมีดังนี้

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การปรับตัว (Adaptation) เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงเพื่อลดความอ่อนไหว (Vulnerability) ให้กับภาคส่วนต่างๆ ได้ถูกกล่าวถึงอย่างแพร่หลายว่ามีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ประเทศรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสังเกตได้จากการที่การปรับตัวได้ถูกบรรจุไว้ในแผนสำคัญต่างๆ ของประเทศไทย อาทิ แผนยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551-2555 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ. 2553-2562) เป็นต้น อย่างไรก็ดี ที่ผ่านมา แผนการปรับตัวส่วนใหญ่เน้นให้ความสำคัญกับการลดหรือจัดการกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่ข้อมูลจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระยะยาวยังมีความไม่แน่นอนสูงและขาดรายละเอียดมากพอที่จะสนับสนุนแผนปฏิบัติการในการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยเหตุนี้ การวางแผนการปรับตัวจึงไม่มีความคืบหน้าเท่าที่ควร นอกจากนี้กรอบระยะเวลาที่ผู้กำหนดนโยบายใช้ในการวางแผนการปรับตัวมักจะสั้นเกินกว่าที่จะเห็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อีกทั้ง แผนการปรับตัวอาจจะยังไม่ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว ซึ่งอาจจะนำไปสู่การที่มาตรการในการปรับตัวไม่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน

2.1.1 การปรับตัวของชุมชน ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

การศึกษาเกี่ยวกับการปรับตัวของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ของ ศุภกร ชินวรรโณ และวิเชียร เกิดสุข (2556) นั้น มิได้ใช้วิธีการโดยทั่วไปในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวคำนึงถึงเพียงแค่ความเสี่ยงและผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศในอนาคตเพียงเท่านั้น (Conventional Approach: Sequential Analysis of Climate Change Impact and Adaptation Planning) แต่ในทางตรงกันข้าม การศึกษานี้ใช้วิธี “Alternative Approach: From Impact-based to Risk-based Assessment” ซึ่งพิจารณาผลกระทบระยะยาวของการพัฒนาประกอบการจัดทำแผนกลยุทธ์ในการปรับตัวของชุมชน รวมถึง มีการจัดทำภาพอนาคตต่างๆ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตเพื่อนำมาประกอบการจัดทำแผนฯ อีกด้วย

แผนกลยุทธ์ในการปรับตัวสำหรับชุมชนเหล่าอ้อยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ ประกอบด้วย

(1) ปรับปรุงการดำรงชีพของคนในชุมชนให้ดีขึ้นและ/หรือจัดการกับความเสี่ยงจากการสภาพภูมิอากาศ ณ ปัจจุบัน

(2) ดำรงไว้ซึ่งความยั่งยืนในระยะยาว

(3) สามารถดำรงอยู่ได้เมื่อต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในอนาคต โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตำบลเหล่าอ้อยอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เหล่าอ้อย พื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลเหล่าอ้อยเป็นที่นาและที่ไร่ โดยมีแม่น้ำลำปาวและแม่น้ำชีขนาบข้าง ตำบลเหล่าอ้อยประกอบด้วย 12 หมู่บ้าน มีประชากรรวมทั้งสิ้น 4,700 คน หรือประมาณ 1,000 ครัวเรือน โดยอาชีพหลักของคนในชุมชนเหล่าอ้อยทำนาน้ำฝน (Rain-fed wet-season rice farming) โดยเกษตรกรนิยมปลูกข้าวหอมมะลิ ปัญหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่สำคัญสำหรับตำบลเหล่าอ้อยคือปัญหาน้ำท่วม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคมถึงพฤศจิกายน) โดยน้ำจะท่วมขังประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ตำบลเหล่าอ้อยประสบปัญหาน้ำท่วม 8 ครั้ง และน้ำท่วมแต่ละครั้งก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่ปลูกข้าวคิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดในชุมชน ประเด็นสำคัญคือคนในชุมชนเหล่าอ้อยมีความเปราะบางต่อปัญหาน้ำท่วมโดยเฉพาะก่อนที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ลักษณะความเปราะบาง (Vulnerability Profile) ของเกษตรกรปลูกข้าวตำบลเหล่าอ้อย

การเปิดรับหรือภาวะคุกคามทางภูมิอากาศ (Exposure)	ความอ่อนไหว (Sensitivity)	ความสามารถในการรับมือ (Coping Capacity)
ปัญหาน้ำท่วมก่อนฤดูเก็บเกี่ยวเป็นภาวะคุกคามหลัก น้ำท่วมเกิดขึ้น 7-8 ครั้ง ในรอบ 10 ปี โดยชุมชนเหล่าอ้อยรับน้ำมาจากแม่น้ำชีตอนบนและแม่น้ำลำปาว	ต้นข้าวที่ปลูกในพื้นที่เหล่าอ้อยมีความต้านทานต่อน้ำท่วมต่ำ น้ำท่วมเป็นระยะเวลา 10 วัน สามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตข้าวทั้งหมด	ชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ตำบลเหล่าอ้อยมีความสามารถในการรับมือน้อย การทำนาในฤดูแล้งอาศัยการต่อท่อน้ำชลประทาน ชุมชนอาศัยเงินชดเชยจากภาครัฐ และอาศัยแรงงานภาคเกษตรจากนอกพื้นที่

ที่มา: ศุภกร ชินวรรโณ และวิเชียร เกิดสุข (2556)

ที่ผ่านมา อบต. เหล่าอ้อย และชุมชนในตำบลเหล่าอ้อย ได้หารือกันเพื่อหาวิธีลดความเสี่ยงน้ำท่วม โดยข้อเสนอมีดังนี้

- สร้างระบบคันกั้นน้ำบริเวณริมแม่น้ำ เพื่อที่จะป้องกันผลผลิตข้าวและชุมชนจากปัญหาน้ำท่วม
- เปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูก จากการทำนาน้ำฝนเป็นทำนาในฤดูแล้งโดยอาศัยน้ำชลประทาน
- การขยายระบบชลประทาน ซึ่งสูบน้ำจากแม่น้ำมายังนาข้าวผ่านทางระบบท่อที่วางไว้ใต้ดิน โดยปัจจุบันมีพื้นที่นาที่อยู่ในเขตชลประทานเพียงร้อยละ 25-30 ของพื้นที่นาทั้งหมด

ในกรณีที่มีการนำกลยุทธ์ดังกล่าวไปสู่การปฏิบัติอย่างเต็มรูปแบบ กลยุทธ์การเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูกจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะความเสี่ยง (Risk Profile) และลักษณะของความเปราะบาง (Vulnerability Profile) ของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในตำบลเหล่าอ้อย โดยเปลี่ยนจากความเสี่ยงต่อภัยน้ำท่วมเป็นความเสี่ยงต่อภาวะความร้อนรุนแรง (Heat Stress) และการขาดแคลนน้ำ (Water Shortage) เนื่องจากช่วงฤดูแล้งมักประสบปัญหาฝนตกน้อย ลักษณะความเปราะบางใหม่สำหรับชุมชนเหล่าอ้อยหลังจากที่มีการปรับตัว สรุปไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลักษณะความเปราะบาง (Vulnerability Profile) ของเกษตรกรปลูกข้าวตำบลเหล่าอ้อย หลังจากที่มีการปรับตัว

การเปิดรับหรือภาวะคุกคามทางภูมิอากาศ (Exposure)	ความอ่อนไหว (Sensitivity)	ความสามารถในการรับมือ (Coping Capacity)
ภาวะคุกคามชนิดใหม่สำหรับชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่เหล่าอ้อยหลังจากที่เปลี่ยนปฏิทินเพาะปลูกคือปัญหาภัยแล้ง	ต้นข้าวความต้านทานต่อความแล้งและความร้อนต่ำ	ความสามารถในการรับมือค่อนข้างจำกัดเนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวสามารถพึ่งพาแหล่งน้ำได้เพียงแหล่งเดียว คือ แหล่งน้ำชลประทาน

ที่มา: ศุภกร ชินวรรโณ และวิเชียร เกิดสุข (2556)

การศึกษานี้ได้คำนึงถึงการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยผลจากการคาดการณ์ชี้ให้เห็นว่าเหตุการณ์ฝนตกหนัก (Heavy Precipitation Events) รวมถึงพายุโซนร้อน มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ข้อมูลจากการคาดการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเสี่ยงน้ำท่วมน่าจะสูงขึ้นในอนาคต ดังนั้น การปรับปฏิทินเพาะปลูกจากการทำนาน้ำฝนมาเป็นการทำนาในฤดูแล้งน่าจะเป็นกลยุทธ์ที่เหมาะสม โดยข้อเสนอจากการศึกษาคือการลงทุนในเครื่อง/สถานีปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำจากแม่น้ำผ่านระบบโครงข่ายท่อส่งน้ำใต้ดินไปยังพื้นที่ปลูกข้าว อย่างไรก็ดี ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตชี้ให้เห็นว่าฤดูร้อนน่าจะยาวนานมากยิ่งขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งน่าจะส่งผลให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลงในช่วงฤดูร้อน ในขณะที่ความต้องการน้ำของพืช/ข้าวที่ปลูกคาดว่าจะสูงขึ้นจากการที่อัตราการคายน้ำของพืชเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ ในอนาคต คาดว่าความต้องการน้ำเพื่อสนับสนุนกิจกรรมอื่นๆ และภาคเศรษฐกิจอื่นน่าจะเพิ่มสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงตั้งข้อสังเกตว่าการปรับตัวโดยการสูบน้ำจากแม่น้ำนั้นจะเป็นกลยุทธ์ที่ยั่งยืนในระยะยาวอย่างแท้จริงหรือไม่

จากการคาดการณ์ดังกล่าว ชุมชนเหล่าอ้อยจึงต้องการหากลยุทธ์ใหม่เพื่อขยายระบบชลประทาน โดยกลยุทธ์ดังกล่าวจะต้องมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตน้อยลง อาทิ การใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือของตำบลเหล่าอ้อย แต่ในปัจจุบัน อ่างเก็บน้ำดังกล่าวมีความตื้นเขินเนื่องจากเต็มไปด้วยตะกอน ส่งผลให้ศักยภาพในการกักเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำดังกล่าวค่อนข้างน้อย ดังนั้น จึงเสนอให้ดำเนินการเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้อ่างเก็บน้ำดังกล่าวควบคู่กับการทำการเกษตรโดยอาศัยน้ำชลประทานในฤดูแล้ง

สิ่งสำคัญที่ดำเนินการในการจัดทำแผนการปรับตัวคือการประสานประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในกระบวนการจัดทำแผนพัฒนาชุมชน (Community Development Plan) โดย

แผนพัฒนาชุมชนควรได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐต่างๆ เช่น องค์การบริหารส่วนจังหวัด กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน ฯลฯ การพัฒนาระบบชลประทานขนาดเล็ก (Small-scale Irrigation System) ซึ่งเป็นข้อเสนอสำหรับกรณีศึกษานี้ ในเบื้องต้นสามารถเริ่มดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) และยกระดับไปสู่การดำเนินการโดยกรมชลประทานหรือกรมทรัพยากรน้ำ

2.1.2 การปรับตัวของชุมชนในจังหวัดกระบี่

การศึกษาของ ศุภกร ชินวรรโณ (2013) ต้องการที่จะประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบของความเปราะบางต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ รวมถึงเน้นเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัว (Adaptive Capacity) ให้กับชุมชน และประสานการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศไว้กับการพัฒนา โดยคณะผู้ศึกษาทำการสร้างฉายภาพอนาคตเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในอนาคต (10-25 ปี) โดยให้ผู้มีส่วนได้เสียเข้ามามีส่วนร่วม รวมถึงให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จังหวัดกระบี่ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของทะเลอันดามัน มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 4,708.5 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรเกือบ 500,000 คน จังหวัดกระบี่ได้รับรายได้หลักจากการเกษตรและการท่องเที่ยว โดยพืชหลักของจังหวัดกระบี่ ประกอบด้วย ปาล์มน้ำมัน และยางพารา โดยพืชทั้งสองชนิดกินพื้นที่ประมาณร้อยละ 95 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดของจังหวัดกระบี่ โดยมีการปะปนระหว่างการทำการเกษตรเชิงพาณิชย์และการทำการเกษตรขนาดเล็ก สำหรับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในจังหวัดกระบี่นั้น จังหวัดกระบี่มีสถานที่ท่องเที่ยวจำนวนมากซึ่งมีลักษณะที่หลากหลาย อาทิ โบราณสถาน สถานที่เชิงประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม เป็นต้น ชาวกระบี่จำนวนหนึ่งยังคงมีรายได้หลักจากการประกอบอาชีพประมง ชาวจังหวัดกระบี่อาศัยเรือขนาดเล็กในการทำการประมง โดยลอยเรืออยู่ใกล้บริเวณริมชายฝั่ง อย่างไรก็ดี ครัวเรือนที่ทำการประมงหารายได้เสริมโดยการเป็นแรงงานรับจ้างในภาคเกษตรหรือในภาคบริการ

สำหรับการคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปี ค.ศ. 2030 นั้น พบว่าฝนจะตกน้อยลง รวมถึงลักษณะการตกของฝนมีการเปลี่ยนแปลง ลมมรสุมมีความรุนแรงมากขึ้น และระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ดี ภาคเศรษฐกิจต่างๆ ของจังหวัดกระบี่คาดว่าจะได้รับผลกระทบที่แตกต่างกันจากการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเศรษฐกิจต่างๆ ของจังหวัดกระบี่

ภาคเศรษฐกิจ	ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ	นัยยะ
1. การเกษตร	ปริมาณน้ำฝนน้อยลงและการกระจายของฝนเปลี่ยนแปลง	แปลงเกษตรในพื้นที่ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน และในปี ค.ศ. 2012 การเกษตรที่พึ่งระบบชลประทานยังไม่เกิดขึ้นในพื้นที่
2. การท่องเที่ยว	จำนวนวันที่ฝนตกลดลงและฤดูมรสุมสั้นลง และคาดว่าจะลดลงประมาณ 4 สัปดาห์ ในปี ค.ศ. 2030	เนื่องด้วยฤดูฝนเป็นช่วงที่ปริมาณนักท่องเที่ยวน้อย และกิจกรรมของนักท่องเที่ยวถูกจำกัดโดยจำนวนวันที่ฝนตก ด้วยเหตุนี้ การคาดการณ์ว่าจำนวนวันที่ฝนตกจะลดลงเป็นผลดีต่อการท่องเที่ยว
3. การประมง	ลมมรสุมมีความรุนแรงขึ้นและระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น	เนื่องด้วยชาวประมงใช้เรือขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถต้านทานแรงลมพายุรุนแรงได้ นอกจากนี้ ชุมชนชาวประมงอาศัยอยู่ริมชายฝั่งซึ่งมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่ง นอกจากนี้ น้ำที่ชุมชนใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคมาจากบ่อน้ำ ซึ่งอาจได้รับการปนเปื้อนถ้าระดับน้ำทะเลสูงขึ้น

ที่มา: ศุภกร ชินวรรโณ (2013)

สำหรับแนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจและสังคมนั้น มีนโยบายของหน่วยงานรัฐซึ่งคาดว่าจะส่งผลกระทบอยู่ 2 นโยบาย ประกอบด้วย นโยบายสนับสนุนการท่องเที่ยวและนโยบายสนับสนุนพลังงานทดแทน โดยนโยบายสนับสนุนการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels) นั้นอาศัยน้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลัก นโยบายดังกล่าวส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดกระบี่เป็นจำนวนมาก (ลักษณะอากาศของจังหวัดกระบี่ตรงกับที่พืชปาล์มน้ำมันต้องการ)

กล่าวโดยสรุป การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนคาดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาคท่องเที่ยว แต่ส่งผลกระทบในแง่ลบสำหรับภาคเกษตร เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันซึ่งเกษตรกรในจังหวัดกระบี่นิยมปลูกเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากตลอดปี

นอกจากนี้ การท่องเที่ยวและการเกษตรขยายตัวอย่างต่อเนื่องซึ่งสอดรับกับนโยบายของรัฐบาลและคาดว่าจะนำไปสู่อุปสงค์หรือความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้น ในอนาคต มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความขัดแย้งในการแย่งชิงน้ำระหว่างทั้ง 2 ภาคเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในกรณีที่น้ำเริ่มขาดแคลน สำหรับชุมชนที่อาศัยอยู่ริมชายฝั่งและทำการประมงนั้นก็คาดว่าจะได้รับผลกระทบเช่นกัน เนื่องจากลมมรสุมที่คาดว่าจะรุนแรงมากขึ้นจำกัดการทำประมงและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลทำให้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงมากยิ่งขึ้น นอกจากภาวะคุกคาม (Exposure) โดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว วิธีที่ภาคเกษตรและภาคท่องเที่ยวตอบสนองต่อภัยจากสภาพภูมิอากาศก็ส่งผลกระทบต่อชุมชนในจังหวัดกระบี่เช่นกัน เช่น เพื่อไม่ให้สูญเสียรายได้จากจำนวนวันที่สามารถทำการประมงที่ลดน้อยลงนั้น ชาวประมงมักจะจับหอยลายที่ปากแม่น้ำ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้ำกร่อย (Brackish ecosystem) นอกจากนี้ เมื่อมีการนำน้ำจากแม่น้ำไปตอบสนองต่อความต้องการใช้น้ำในภาคเกษตรและของชุมชนเมือง ปริมาณน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ปลายน้ำจะลดลง ซึ่งประกอบกับปริมาณน้ำท่าที่ลดลงอันเนื่องมาจากปริมาณฝนตกที่น้อยลง ส่งผลให้ระบบนิเวศน้ำกร่อยเกิดภาวะคุกคามเป็นอย่างมาก

2.1.3 การปรับตัวในภาคเกษตรสำหรับลุ่มน้ำ ชี-มูล

การศึกษาโดยวิเชียร เกิดสุข ศุภกร ชินวรรโณ และพรวิไล ไทรโพธิ์ทอง (2556) เป็นการประเมินความเสี่ยง ความเปราะบาง และการปรับตัวต่อการปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ และระดับชุมชน โดยการศึกษาในแต่ละระดับมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

สำหรับการศึกษาในระดับลุ่มน้ำนั้น เป็นการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชไร่-นา ซึ่งประกอบด้วย ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด ของลุ่มน้ำชี-มูล พร้อมทั้งวิเคราะห์ความเสี่ยง ความเปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรเป็นรายจังหวัด โดยพิจารณาถึงบริบทของภาคการเกษตรในอนาคตที่เปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยมองถึงแนวโน้มความเป็นไปได้ที่สัดส่วนและการกระจายตัวของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นาต่างๆ จะเปลี่ยนไปในอนาคต ในการศึกษานี้ มีการจัดทำภาพฉายอนาคตขึ้นจากสมมติฐานต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (ได้แก่ รูปแบบการผลิต เป้าหมายในการผลิต) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นกรอบในการกำหนดสมมติฐานเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูก หลังจากนั้น ผู้ศึกษาได้นำภาพฉายอนาคตของพื้นที่เพาะปลูกในลุ่มน้ำชี-มูลประกอบกับภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิต

การเกษตร ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนในการประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางของภาคเกษตรในลุ่มน้ำชี-มูลต่อไป สำหรับการปรับตัวในระดับลุ่มน้ำนั้น เป็นการพิจารณายุทธศาสตร์การวางแผนพื้นที่เพาะปลูกในรูปแบบที่จะมีความเสี่ยงต่อภูมิอากาศในอนาคตน้อยที่สุด เช่น การปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่างๆ

การศึกษาในระดับชุมชนเป็นการประเมินความเสี่ยง ความเปราะบางต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตการเกษตรในปัจจุบัน พร้อมทั้งพิจารณาว่าแนวทางที่ชุมชนใช้บริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศในปัจจุบันทำให้ชุมชนตกอยู่ในภาวะเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้หรือไม่ และพิจารณาว่ามีความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนแนวทางเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการจัดการความเสี่ยงในอนาคตหรือไม่

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวางยุทธศาสตร์การปรับตัวนั้น มาจากการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา และกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย และผู้วางนโยบายทั้งในระดับท้องถิ่นและส่วนกลาง

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

- **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูล:** ผลสรุปจากภาพฉายอนาคตภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี-มูลแสดงให้เห็นว่าภูมิอากาศในลุ่มน้ำดังกล่าวมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นทั้งกลางวันและกลางคืน โดยช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีจะเพิ่มสูงขึ้น แต่การกระจายตัวของฝนในรอบปีไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวน่าจะส่งผลให้ปัญหาภาวะน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนและปัญหาภัยแล้งในช่วงฤดูแล้งมีความรุนแรงมากขึ้น

- **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตร:** จากการใช้แบบจำลองผลผลิตพืชในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อผลผลิตพืชไร่นาหลัก ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าสำหรับข้าวนาปี ที่อาศัยน้ำฝน ในฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ผลผลิตข้าวนาปรังที่อาศัยน้ำชลประทานในฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ดี เนื่องจากพื้นที่ผลิตข้าวนาปรังฤดูแล้งมีเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด จึงทำให้ผลผลิตข้าวโดยรวมในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลมีแนวโน้มคงที่เมื่อเทียบกับปัจจุบัน สำหรับอ้อย ผลผลิตมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตมันสำปะหลังและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าผลผลิตพืชไร่ทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยผลผลิตมันสำปะหลังที่ลดลงอย่างต่อเนื่องอาจจะส่งผลต่อรายได้จากการส่งออก รวมถึงแผนการผลิตพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลังในอนาคตก็น่าที่จะได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน สำหรับการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกนั้น ได้มีการ

กำหนดแนวทางไว้ 3 แนวทาง ได้แก่ หนึ่ง แนวทางที่เน้นการผลิตพืชอาหาร (เน้นการปลูกข้าว) สอง แนวทางที่เน้นการผลิตพืชไร่พลังงาน (เน้นการปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง) และสาม แนวทางการผลิตแบบผสมผสาน (ใช้พื้นที่เพาะปลูกตามความเหมาะสมของดิน) สำหรับแนวทางที่ 1 ซึ่งมุ่งเน้นการปลูกข้าวให้ได้มากที่สุดนั้น การศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูลไม่สามารถปรับเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่าปัจจุบันได้อีกมากนัก เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกในปัจจุบันเน้นการปลูกข้าวมากอยู่แล้ว แต่การปรับพื้นที่เพาะปลูกโดยหันมาให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมากขึ้น อาจจะเป็นทางเลือกที่สามารถตอบสนองต่อแนวโน้มผลผลิตพืชไร่เพื่อผลิตพลังงานทดแทนที่จะลดต่ำลงในอนาคต อีกทั้งตอบสนองต่อความต้องการผลผลิตพืชไร่เพื่อใช้ผลิตพลังงานทดแทนที่สูงขึ้น อย่างไรก็ดี การให้ความสำคัญกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมากขึ้นจะต้องมีกรอบนโยบายที่เหมาะสม เช่น การจัดพื้นที่ (Zoning) เป็นต้น นอกจากนี้ การศึกษายังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การจัดแปลงพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น อย่างไรก็ดี การศึกษานี้คำนึงเพียงผลกระทบทางตรงของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรเท่านั้น มิได้มีการประเมินผลกระทบด้านอื่นๆ เช่น ผลกระทบจากภัยพิบัติ โรคพืช และแมลงศัตรูพืชต่างๆ

- ความเสี่ยงและความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
  - **ระดับลุ่มน้ำ:** ผู้ศึกษาใช้การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของมูลค่ารวมผลผลิตเกษตรเป็นตัวแทน (Proxy) ของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต (30 ปี) โดยพิจารณาประกอบกับตัวชี้วัดอื่นๆ ประกอบกับการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกภายใต้ภาพฉายอนาคตที่จัดทำขึ้น ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นถึงความผันแปรของระดับความเสี่ยงของแต่ละจังหวัดในอนาคต และระดับความเสี่ยงของกลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงและกลุ่มจังหวัดที่มีความเสี่ยงต่ำจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ การศึกษาชี้ให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกในอนาคตจะส่งผลให้ระดับความเสี่ยงของจังหวัดนั้นๆ ลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการดำเนินการใดๆ (Business-As-Usual) การปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกตามแนวทางต่างๆ ของแต่ละจังหวัดส่งผลให้จังหวัดต่างๆ มีศักยภาพในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ดีขึ้น
  - **ระดับชุมชน:** การศึกษานี้ยังได้ทำการประเมินความเสี่ยง ความเปราะบางของบางพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งและภัยน้ำท่วมซ้ำซากในลุ่มน้ำชี-มูล โดยคัดเลือกกรณีศึกษาตัวอย่าง 4

กรณี[1] ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาเหล่านี้ แม้ว่าจะมีความเสี่ยงจากคามแปรปรวนของสภาพอากาศสูง แต่ก็ไม่ตกอยู่ในภาวะล่อแหลมเปราะบางต่อผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพที่จะปรับระบบการผลิตทางการเกษตรให้สามารถรับมือกับความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตได้ อย่างไรก็ดี ชุมชนดังกล่าวถูกจัดว่าเป็นชุมชนที่มีภาวะเสี่ยงสูง และมีขีดความสามารถในการรับมือกับความเสี่ยงต่ำ ด้วยเหตุนี้ การปรับตัวเพื่อให้ชุมชนสามารถรับมือกับความเสี่ยงได้ดีขึ้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

- การปรับตัวในระดับชุมชนของพื้นที่กรณีศึกษา
  - ชุมชนในพื้นที่ตำบลศรีสำราญ อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ ประสบปัญหาอุทกภัยซ้ำซากในช่วงฤดูฝน จึงได้พัฒนาระบบชลประทานขนาดเล็กเพื่อเก็บกักน้ำไว้ทำนาปรังในฤดูแล้งเพื่อทดแทนความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดกับการปลูกข้าวนาปี ซึ่งเป็นการลดการเปิดรับผลกระทบจากสภาพอากาศที่ชุมชนเผชิญอยู่ในปัจจุบัน (น้ำท่วม)
  - ชุมชนในตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ประสบปัญหาอุทกภัยซ้ำซากได้ดำเนินการปรับตัวโดยวางแนวทางเลิกทำนาปีในฤดูฝนและหันมาปลูกข้าวนาปรังแทนเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอุทกภัย ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต เพราะการทำนาปรังในฤดูแล้งจะลดการเปิดรับต่อความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพอากาศ
  - ชุมชนในตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นชุมชนที่ประสบภัยแล้งซ้ำซาก ได้ดำเนินการปรับตัวเพื่อรับมือโดยการปรับเปลี่ยนเทคนิคการผลิตในการจัดการแปลงเพาะปลูก โดยวิธีการปรับตัวดังกล่าวช่วยลดความไวต่อผลกระทบของสภาพอากาศ
  - ชุมชนในตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซาก ได้เตรียมการรับมือโดยการผันน้ำข้ามพื้นที่ตำบลและอำเภออื่นเข้ามา

---

[1] พื้นที่กรณีศึกษาประกอบด้วย (1) ตำบลศรีสำราญ อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ (2) ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ (3) ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด และ (4) ตำบลทุ่งหลวง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าว

ข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย โดยเป็นทั้งอาหารหลักของประชากรในประเทศ และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ในปี 2556 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีรวมประมาณ 65 ล้านไร่ มีผลผลิต 28.17 ล้านตัน และมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังประมาณ 16.07 ล้านไร่ ซึ่งมีผลผลิตรวม 10.74 ล้านตัน โดยข้าวที่มีการส่งออกในปี 2556 มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 5.92 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ณ มกราคม 2557) เนื่องจากการผลิตข้าวมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษาในส่วนนี้ จึงได้ทำการรวบรวมงานวิจัยต่างๆ ที่ทำการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวในประเทศไทย

เมื่อกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลผลิตทางการเกษตรนั้น งานศึกษาของ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม (2555) พบว่าผลผลิตทางการเกษตรได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ เช่น ภาวะน้ำท่วม ภาวะแล้งจากฝนทิ้งช่วง อุณหภูมิที่สูงเกินหรือต่ำเกินไป การเปลี่ยนแปลงในระบบขับเคลื่อนภูมิอากาศเฉพาะท้องถิ่น (อาทิ ลมมรสุม ปรากฏการณ์เอ็นโซ (El Niño Southern Oscillation: ENSO)) การระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น

งานศึกษาของ พุธิณา นันทะวรการ และคณะ (2556) แสดงให้เห็นว่าในอนาคตเกษตรกรไทยจะเผชิญความเสี่ยงจากสภาวะอากาศที่แปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มมากขึ้น โดยปัญหาภัยแล้ง น้ำท่วม อุณหภูมิที่สูงมากขึ้น การคาดเคลื่อนของฤดูกาล และพายุที่รุนแรงมากขึ้น ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่อาจส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีแนวโน้มที่จะได้รับความเสียหายมากขึ้น ตัวอย่างของผลกระทบจากความแปรปรวนของอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำการเกษตรในประเทศไทยประกอบด้วย การติดดอกออกผลของพืชน้อยลง การที่โรคแมลงระบาดมากขึ้น และ การที่ผลผลิตทางการเกษตรเสียหายจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง และพายุ เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อผลผลิตข้าว พบว่าในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงเป็นต้นไปในช่วงที่ข้าวมีการผสมเกสร จะส่งผลให้ละอองเรณูของเกสรตัวผู้ของข้าวเป็นหมัน ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวลีบ นอกจากนี้ งานศึกษาของ พุธิณา นันทะวรการ และจตุพร เทียรมา (2553) พบว่าอากาศที่ร้อนขึ้นมีผลทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวมีวงจรชีวิตที่สั้นลง จึงสามารถวางไข่ได้เพิ่มขึ้น อีกทั้งการที่นาข้าวในปัจจุบันมีการใส่ปุ๋ยเคมีมากขึ้นนั้นยิ่งสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดมากขึ้น ทำให้เพลี้ยเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ การที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาล การเกิดภาวะฝนทิ้งช่วง และน้ำท่วมนั้น ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเสียหายมากขึ้น

งานวิจัยของ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม ภายใต้โครงการ “ข้าวไทยสู้โลกร้อน” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากฝ่ายวิชาการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อข้าว

ประกอบด้วย อุณภูมิที่สูงในช่วงเวลาที่ข้าวมีการผสมเกสร ปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไป และการรุกระบาดของแมลงศัตรูพืช โดยอุณหภูมิกลางคืนที่สูงกว่าหรือเท่ากับ 22 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในช่วงเวลาที่ข้าวมีการผสมเกสรที่สูงกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว (Peng et al., 2004; Yoshida, 1981) อย่างไรก็ดี ผลกระทบของอุณหภูมิต่อพันธุ์ข้าวแต่ละชนิดในช่วงผสมเกสรมีความแตกต่างกัน (เจษฎา จงใจดี และคณะ 2553) โดยสังเกตจากสัดส่วนของเมล็ดข้าวที่ผสมเกสรติด สัดส่วนของเรณูมีชีวิต และจำนวนของเรณูที่งอกบนยอดเกสรตัวเมีย ของข้าวแต่ละพันธุ์ ณ อุณหภูมิต่างๆ นอกจากนี้ เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมหรือฝนแล้งขึ้น ความสูญเสียที่เกษตรกรต้องแบกรับจากพันธุ์ข้าวแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดย ชนากานต์ พรมอุทัย ได้ทำการเปรียบเทียบสัดส่วนการสูญเสียผลผลิตระหว่างข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ชัยนาท 1 และพบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมหรือฝนแล้งซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาไม่กี่วันหลังดอกข้าวบาน ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ก่อให้เกิดความสูญเสียสูงกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สำหรับการระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืชนั้น โรคแมลงและศักตรูพืชที่สำคัญประกอบด้วย โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และบางท้องถิ่นในพื้นที่สูงประสบปัญหาแมลงบั่ว

เพื่อให้เห็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวในประเทศไทยชัดเจนยิ่งขึ้น คณะผู้ศึกษาทบทวนงานวิจัยของเกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคต ระหว่างปี ค.ศ. 1980-2099 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศ ECHAM4-PRECIS แบบจำลองพืช DSSAT (ภายใต้ข้อกำหนดว่าไม่มีการระบาดของโรคแมลงและมีการจัดการพืชตามคำแนะนำของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์) และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

จากการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อข้าวโดย เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ (2552) พบว่าผลผลิตข้าวนาน้ำฝนเฉลี่ยทั้งประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จาก 399 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปีฐาน (ค.ศ. 1980-1989) เป็น 434 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปี ค.ศ. 2090-2099 ในทางตรงกันข้าม ผลผลิตข้าวนาชลประทานกลับมีแนวโน้มลดลง จาก 785 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปีฐาน เป็น 666 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปี ค.ศ. 2090-2099 หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 9-18 เมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน นอกจากนี้ เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาน้ำฝนระหว่างปี โดยเฉลี่ยจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตระหว่างปี ค.ศ. 1980-2099 พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตรายปีมีค่าเท่ากับ ±57 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเมื่อเทียบค่าดังกล่าวการเพิ่มขึ้นของผลผลิตที่มีค่าเท่ากับ 35 กิโลกรัมต่อไร่ จึงอาจกล่าวได้ว่าโดยรวมแล้วผลผลิตข้าวนาน้ำฝนในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในกรณีของข้าวนาชลประทานนั้น ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตรายปีมีค่า

เท่ากับ ±95 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเมื่อเทียบค่าดังกล่าวกับระดับการลดลงของผลผลิตที่มีค่าเท่ากับ 119 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่าระดับการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตในระยะยาวค่อนข้างน้อยเช่นกัน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าผลกระทบในระยะยาวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่มีผลกระทบที่รุนแรงต่อผลผลิตข้าว ถึงแม้ว่าในภาพรวมผลผลิตข้าวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่บางพื้นที่จะได้รับผลกระทบในระดับที่วิกฤต สำหรับกรณีข้าวนาน้ำฝน พื้นที่วิกฤตส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่พื้นที่นาชลประทานที่ได้รับผลกระทบรุนแรงจะกระจายตัวอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษานี้มีการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง พบว่าเกิดจากการกระจายตัวของฝน ประกอบกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน คณะผู้วิจัยได้เสนอแนวทางของการปรับระบบการผลิตพืชเพื่อรองรับภาวะดังกล่าว โดยข้อเสนอแนะประกอบด้วย การพัฒนาพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง อัตราการเจริญเติบโตเร็ว อายุสั้น และทนแล้ง รากหยั่งลึก พัฒนาระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และจัดหาแหล่งน้ำในไร่นา การปรับปรุงบำรุงดิน การจัดการดินและธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่

สมพร อิศวิลานนท์ และคณะ (2552) ทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการปลูกข้าวในประเทศไทย โดยข้อมูลผลกระทบทางกายภาพประเมินมาจากแบบจำลอง CropDSS และใช้ข้อมูลอากาศ ECHAM4A2 หลังจากนั้น คณะผู้วิจัยใช้ข้อมูลผลกระทบทางกายภาพประกอบการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย

ผลการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อผลผลิตข้าวของ สมพร อิศวิลานนท์ และคณะ (2552) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ภาคกลางซึ่งปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเชิงลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยผลผลิตข้าวลดลง 66 กิโลกรัมต่อไร่ (ร้อยละ 6.85) ซึ่งลดลงจาก 964 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (พ.ศ. 2523-2530) มาอยู่ที่ระดับ 898 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากที่มีจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (พ.ศ. 2553-2563) และมีมูลค่าผลกระทบประมาณ -2,029 พันล้านบาท โดยคำนวณมูลค่าผลกระทบจากราคาข้าวของสายพันธุ์ที่พิจารณาเฉลี่ยย้อนหลังหลัง 3 ปี (พ.ศ. 2549-2551)

สำหรับภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก มีผลในเชิงบวกต่อผลผลิตข้าว กล่าวคือผลผลิตข้าวต่อไร่สูงขึ้น สำหรับภาคเหนือนั้น ผลผลิตข้าวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 19 กิโลกรัมต่อไร่ (ร้อยละ 3) โดยเพิ่มจากระดับ 634 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก มาอยู่ที่ระดับ 653 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยมูลค่าของผลกระทบเท่ากับ 369 ล้านบาท ในส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 102 กิโลกรัมต่อไร่ (ร้อยละ 30) โดยเพิ่มจากระดับ 345

กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงก่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก มาอยู่ที่ระดับ 447 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยมูลค่าผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่ประมาณ 14,764 ล้านบาท

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการปลูกข้าวและการปรับตัวที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น เป็นการศึกษาในระดับมหภาค มิได้เน้นให้ความสำคัญกับชุมชนหรือกลุ่มบุคคลใดเป็นการเฉพาะ งานวิจัยของ วิเชียร เกิดสุข และคณะ (2555) เป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงและความเปราะบางของเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยเน้นทำการศึกษาในระดับกลุ่มตำบลจำนวน 5 ตำบล และ 6 พื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ในลุ่มน้ำเสียวใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในทุ่งกุลาร้องไห้ การศึกษานี้วิเคราะห์ความเสี่ยงและความสามารถในการรับมือของชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ในแต่ละชุมชน ณ ปัจจุบัน อีกทั้งศึกษาความเสี่ยงในวิถีการดำรงชีพและกิจกรรมทางเศรษฐกิจของชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจ และสังคมในอนาคต เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับตัวของแต่ละชุมชนในอนาคต

ผลการศึกษาของ วิเชียร เกิดสุข และคณะ (2555) พบว่าความเสี่ยงในปัจจุบันที่ชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวและปลูกผักในทุ่งกุลาร้องไห้เผชิญคือความเสี่ยงจากน้ำท่วมและน้ำแล้ง โดยการปลูกข้าวนาปีจะเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมและฝนทิ้งช่วง ในขณะที่การปลูกข้าวนาปรังและผักจะเสี่ยงต่อการขาดน้ำและอุณหภูมิที่สูง อย่างไรก็ดี ความเสี่ยง การเปิดรับ ความไวต่อผลกระทบ และความสามารถในการรับมือของแต่ละชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของสภาพอากาศในแต่ละปี ดังนั้น ในภาพรวม ความเปราะบางต่อความแปรปรวนของภูมิอากาศที่ผ่านมาของตำบลที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันไป

หลังจากที่คณะผู้วิจัยทำภาพฉายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต[2] ซึ่งทำการเปรียบเทียบระหว่างสองช่วงปี ได้แก่ ปัจจุบัน (พ.ศ. 2533-2552) และอนาคต (พ.ศ. 2583-2602) ผลการคาดการณ์ในอนาคตชี้ให้เห็นว่าปริมาณฝนของลุ่มน้ำชี-มูล ในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยในลุ่มน้ำเสียวใหญ่ ปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงปีปัจจุบัน นอกจากนี้ มีการคาดการณ์ว่าปริมาณน้ำฝนในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน–เมษายน) มีแนวโน้มลดลงในขณะที่ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม–ตุลาคม) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับการคาดการณ์ทางด้านอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิสูงสุด (กลางวัน) ของลุ่มน้ำชี-มูล ในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย และ

---

[2] ภาพฉายอนาคตของ วิเชียร เกิดสุข และคณะ (2555) จัดทำภายใต้สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจและสังคมโลกตามแบบ A2

อุณหภูมิต่ำสุด (กลางคืน) ของลุ่มน้ำชี-มูลในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต การเกิดอุทกภัยในช่วงทำข้าวนาปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่การปลูกข้าวนาปรังนั้นเผชิญความเสี่ยงจากอุณหภูมิที่ต่ำ ซึ่งส่งผลให้การงอกของเมล็ดข้าวมีแนวโน้มลดลง และในช่วงที่ข้าวผสมเกสร เกษตรกรยังเผชิญความเสี่ยงที่ข้าวเป็นหมันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ความต้องการน้ำของข้าวในฤดูกาลเพาะปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสรุป ความเสี่ยงในอนาคตสำหรับเกษตรกรในทุ่งกุลาร้องไห้ประกอบด้วยปัญหาน้ำท่วมและปัญหาฝนทิ้งช่วงในช่วงปลูกข้าวนาปีหรือฤดูฝน และปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง พืชผักเสี่ยงต่อการขาดน้ำมากขึ้นเช่นกัน

จากภาพฉายการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคต พื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ในอนาคตยังคงเน้นการพัฒนาการผลิตข้าวหอมมะลิเป็นหลัก แต่จะมีพื้นที่บางส่วนที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นนอกเหนือจากการปลูกข้าว เช่น การขุดเจาะน้ำมัน อุตสาหกรรม ฯลฯ นอกจากนี้นโยบายจำนำข้าวของรัฐบาลกระตุ้นให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกข้าวมากขึ้น ไม่คำนึงถึงคุณภาพข้าว และมีการนำข้าวต่างสายพันธุ์ที่มิใช้สายพันธุ์ข้าวหอมมะลิมาปลูก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาข้าวปน

ถึงแม้ว่ากลไกในการรับมือและกลไกในการปรับตัวของแต่ละชุมชนที่ศึกษามีความแตกต่างกันไป โดยภาพรวมแล้ว กลไกหรือแนวทางในการปรับตัวในอนาคตของชุมชนส่วนใหญ่เน้นการจัดหาแหล่งน้ำจากนอกพื้นที่ การปรับปรุงพื้นที่รับน้ำ การจัดทำระบบชลประทานและระบบควบคุมน้ำและป้องกันน้ำท่วม และบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ บทเรียนที่คณะผู้วิจัยได้รับจากการศึกษานี้คือการดำเนินการของชุมชนเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตเน้นเฉพาะพื้นที่รับผิดชอบของตนเองเป็นหลัก ยังไม่มีการมองภาพการลดความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการปรับตัวต่ำ และอาจส่งผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่ใกล้เคียงได้

2.3 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ในคำจำกัดความของ (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) หมายรวมถึง การเปลี่ยนแปลงใดๆ ของสภาพภูมิอากาศเมื่อเวลาผ่านไป ไม่ว่าจะเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติหรือเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งคำจำกัดความนี้ต่างไปจากคำนิยามของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งให้นิยามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เป็นผลโดยตรงหรือโดยอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศโลก และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแปรปรวนทางสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ คำจำกัดความของ "การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ" ยังแตกต่างจากคำจำกัดความของ "ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (climate variability)" กล่าวคือ ความแปรปรวนของภูมิอากาศ เป็นลักษณะอากาศที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าปกติ ซึ่งใช้ระยะเวลาเป็นรายปีถึงสิบปี เช่น สภาวะความแห้งแล้งที่มีความผันแปรในแต่ละฤดูกาลของแต่ละปี สภาพอากาศที่ร้อนจัดหรือหนาวจัดที่มีความผันแปรในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ เป็นต้น ในปัจจุบันความแปรปรวนของสภาพอากาศทวีความรุนแรงมากขึ้น อาทิ การเกิดพายุอย่างรุนแรง ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในหลายพื้นที่ หรือหิมะที่ตกหนักในหลายประเทศ ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศล่วงหน้าโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศ เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น อาทิ ผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร และผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ เป็นต้น (อำนาจ ชิดไธสง 2553ก)

แบบจำลองภูมิอากาศเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการจำลองสถานการณ์ (simulate) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในบรรยากาศ มหาสมุทร พื้นดิน และน้ำแข็ง มีการนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การศึกษาพลวัตรของภูมิอากาศ (weather) และระบบภูมิอากาศ (climate system) ปัจจุบันถูกนำมาใช้ในการสร้างสภาพเหตุการณ์ภูมิอากาศในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ แบบจำลองภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ แบบจำลองภูมิอากาศระดับโลก (General Circulation Models : GCMs) และแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCM) โดยที่แบบจำลองภูมิอากาศโลกเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือที่ทันสมัยที่สุดในปัจจุบันในการจำลองกระบวนการทางกายภาพของบรรยากาศ มหาสมุทร น้ำแข็ง และผิวดินต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งใช้ในสร้างเหตุการณ์จำลองของภูมิอากาศในอนาคต (อำนาจ ชิดไธสง 2553ข) อย่างไรก็ดีการใช้แบบจำลอง GCMs กับการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็กหรือระดับภูมิภาค จะไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ต่างๆได้ เนื่องจากความละเอียดในการคำนวณของ GCMs มีไม่มากพอที่จะแสดงลักษณะเฉพาะของพื้นที่ได้ ดังนั้นการที่จะศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่งหรือประเทศใดประเทศหนึ่งนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีกระบวนการในการเพิ่มความละเอียดของการคำนวณ โดยใช้กระบวนการ Down Scaling ซึ่งวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 3 วิธีได้แก่ วิธีการทางสถิติ วิธีการทางพลศาสตร์ และวิธีผสมผสานระหว่างสถิติและพลศาสตร์ (ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ 2552)

วิธีการทางสถิติ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการคำนวณจากแบบจำลองขนาดใหญ่ความละเอียดต่ำกับปัจจัยที่ได้จากผลการตรวจอากาศในอดีตของพื้นที่ที่จะศึกษา โดยอยู่บนสมมุติฐาน 2 ข้อ

ได้แก่ หนึ่ง ผลการคำนวณและผลการตรวจอากาศในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องมีการเก็บข้อมูลที่ยาวนานเพียงพอที่จะนำมาใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชุดได้ และ สอง ความสัมพันธ์ระหว่างผลการคำนวณและผลการตรวจอากาศในอดีตจนถึงปัจจุบันจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับในอนาคต วิธีการนี้สามารถใช้ได้ดีกับอุณหภูมิ แต่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของความชื้น การเกิดฝน และการไหลเวียนของอากาศได้ รวมถึงวิธีการทางสถิตินี้สามารถอธิบายได้เฉพาะบริเวณที่มีข้อมูลผลการตรวจอากาศที่หนาแน่นเพียงพอเท่านั้น

ส่วนวิธีการทางพลศาสตร์เป็นการรวบรวมเอาความรู้ทางด้านพลศาสตร์ฟิสิกส์ของบรรยากาศเพื่อจำลองสภาวะภูมิอากาศแบบเดียวกับที่ใช้ในแบบจำลอง GCMs มาสร้างเป็นแบบจำลอง โดยกำหนดให้บรรยากาศมีปฏิสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ที่จะศึกษาในเชิงภูมิอากาศ การ Down scale โดยใช้วิธีนี้เป็นการคำนวณด้วยแบบจำลอง 2 ครั้ง ได้แก่ การคำนวณด้วยแบบจำลอง GCMs เพื่อให้ได้ผลการศึกษาในภาพกว้าง ซึ่งใช้สำหรับสร้างเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) และข้อมูลในบริเวณพื้นที่ขอบ (Boundary Condition) สำหรับใช้ในการคำนวณด้วยความละเอียดที่สูงขึ้นในพื้นที่เฉพาะที่จะศึกษา โดยแบบจำลองความละเอียดสูงที่ใช้คำนวณในพื้นที่เฉพาะ คือแบบจำลอง Regional Climate Models (RCMs) หรือแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิอากาศที่มีความละเอียดสูงสำหรับใช้ศึกษาในพื้นที่ขนาดจำกัด อย่างไรก็ดีการ Down Scale ด้วยวิธีนี้ก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณ เพราะการคำนวณที่มีความละเอียดสูงนั้นใช้เวลาในการคำนวณยาวนาน อีกทั้งความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นสืบทอดมาจากผลการคำนวณในแบบจำลอง GCMs ที่มีกริดของการคำนวณขนาดใหญ่ทำให้แบบจำลอง RCMs ไม่สามารถแสดงถึงลักษณะเฉพาะของพื้นที่ในการคำนวณได้ดีเพียงพอ นอกจากนี้การคำนวณโดยใช้แบบจำลอง RCMs แต่ละครั้งมีความต้องการข้อมูลตั้งต้นจาก GCMs เป็นจำนวนมาก ทำให้มีปัญหาในเรื่องของการจัดการฐานข้อมูล

สำหรับวิธีการทางสถิติและพลศาสตร์เป็นการรวบรวมเอาข้อดีของวิธีการทางสถิติและวิธีการทางพลศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยการใช้ความสัมพันธ์จากผลการคำนวณด้วย RCMs 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 คำนวณ RCMs ด้วยเงื่อนไขตั้งต้นและขอบเขตที่ได้จากข้อมูลผลการตรวจอากาศ จากปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่มีขนาดใหญ่และได้รับการตรวจสอบยืนยันแน่นอน ร่วมกับข้อมูลจาก GCMs ในช่วงเวลาที่ไม่มีปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาเด่นชัดเพียงพอที่จะใช้กับ RCMs และครั้งที่ 2 คำนวณ RCMs ด้วยเงื่อนไขตั้งต้นและขอบเขตที่ได้จาก GCMs ตามปกติ ในช่วงเวลาเดียวกันกับวิธีการตามครั้งแรก หลังจากนั้นนำผลของ RCMs ที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 ครั้งมาหาความสัมพันธ์ และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปใช้เป็นเงื่อนไขในการคำนวณเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตด้วย RCMs ต่อไป ซึ่งจะทำให้ได้ผลการทำนายที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่การใช้งาน RCM มีข้อจำกัด อาทิ ขอบเขตของการคำนวณที่จะต้องใหญ่พอที่จะทำให้เกิดกระบวนการทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่นั้นได้อย่างสมบูรณ์ ความ

ละเอียดของการคำนวณจะต้องสูงพอที่จะแสดงรายละเอียดของพลังงานที่เป็นตัวขับเคลื่อนการไหลเวียนของบรรยากาศและเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัวของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่นั้นๆ และเงื่อนไขของพื้นที่ขอบเขตของการคำนวณ เป็นต้น

การสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตขึ้นอยู่กับข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ กัน ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตออกเป็น 4 รูปแบบหลัก คือ แบบ A1 (ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง) แบบ A2 (ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง-ปานกลาง) แบบ B1 (ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ) และแบบ B2 (ปล่อยก๊าซเรือนกระจกปานกลาง-ต่ำ) มีรายละเอียดของการพัฒนาแต่ละรูปแบบดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตตามความเป็นไปได้ของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมตามแนวทางของ IPCC

รูปแบบหลัก	รูปแบบย่อย
แบบ A เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก	● **แบบ A1** คือ อนาคตการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ประชากรโลกสูงสุดในกึ่งศตวรรษและลดลงเล็กน้อยหลังจากนั้น มีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการพัฒนาบุคลากร มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรม ความแตกต่างของรายได้ประชาชาติระหว่างภูมิภาคลดลง ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission scenario) แบบ A1 แบ่งออกเป็นภาพจำลองย่อยๆ คือ - A1FI (Fossil intensive) เป็นการพัฒนาที่ขึ้นอยู่กับพลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหินอย่างมาก - A1T (Non-fossil energy sources and technology) เป็นการพัฒนาโดยไม่ใช้พลังงานฟอสซิลเป็นหลักแต่ใช้เทคโนโลยีอื่นๆ แทน - A1B (Balance of all sources) พัฒนาโดยมีความสมดุลของแหล่งพลังงานที่ใช้ ไม่เน้นการใช้พลังงานฟอสซิลหรือพลังงานหมุนเวียนแต่ให้มีการผสมผสานระหว่างพลังงานทั้งสองแบบ ● **แบบ A2** คือ การพัฒนาในอนาคตของโลกมีความหลากหลาย พึ่งตนเองมากขึ้นภายในภูมิภาค มีการอนุรักษ์เอกลักษณ์ท้องถิ่น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่น และกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

รูปแบบหลัก	รูปแบบย่อย
แบบ B เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการพัฒนา แบบ A	• **แบบ B1** เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่ในอนาคต ประชากรเพิ่มสูงในตอนกึ่งกลางศตวรรษเช่นเดียวกับแบบ A1 และลดลงหลังจากนั้น แต่โครงสร้างเศรษฐกิจเปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปเป็นภาคบริการและสารสนเทศ ลดการใช้วัตถุ มีการใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เน้นที่การแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับนานาชาติมีความเสมอภาค แต่ไม่มีการนำประเด็นด้านภูมิอากาศเป็นแรงจูงใจ • **แบบ B2** เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่เน้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค ประชากรเพิ่มขึ้นต่อเนื่องแต่น้อยกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า B1 และ A1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อม และความเสมอภาคของสังคมที่เน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค

ที่มา : อำนาจ ชิดไธสง (2553ข: หน้า 18-19) อ้างถึงรายงานของ IPCC (2001)

ประเทศไทยได้ริ่มมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 และมีการศึกษาต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยการศึกษาในประเทศไทยเป็นการจำลองสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาค (RCMs) โดยใช้กระบวนการ Down Scaling ด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งการจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตสำหรับประเทศไทย สามารถแบ่งย่อยออกเป็นการศึกษาในระดับมหภาค (ทั้งประเทศ) ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น ผลการศึกษาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยที่ผ่านมามีความคล้ายคลึงกันในส่วนของการกำหนดช่วงเวลาในการวิเคราะห์ การศึกษาส่วนใหญ่แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาปีฐานประมาณ 30-40 ปี และช่วงเวลาอนาคต 20-90 ปี โดยเลือกใช้สถานการณ์จำลองของ IPCC ในรูปแบบต่างกัน ผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยจากแบบจำลองภูมิอากาศในงานวิจัยต่างๆ ขึ้นอยู่กับข้อมูลนำเข้า เงื่อนไขเริ่มต้น และเงื่อนไขขอบเขต ซึ่งแต่ละการศึกษาใช้แบบจำลองที่ต้องมีการนำเข้าข้อมูลที่มีความละเอียดแตกต่างกันไป สรุปผลการคาดการณ์ของโครงการการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมานำเสนอไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น

ชื่อโครงการ	ทีมวิจัย	แบบจำลอง	วัตถุประสงค์หลัก	ช่วงเวลาวิเคราะห์/เงื่อนไข	ตัวแปร	ผลการคาดหมาย
1. การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง	ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ 2552	PRECIS	จำลองสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง และความละเอียดเชิงเวลาสูง เพื่อเป็นชุดข้อมูลตั้งต้นศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย	- ช่วงปีฐาน 30 ปี ค.ศ. 1960-1989 - ช่วงเวลาอนาคต 90 ปี ค.ศ. 2010-2099 - ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกของ IPCC แบบ SRES A2 และ B2 - ความละเอียดเชิงพื้นที่ 20x20 กม.	- อุณหภูมิสูงสุด - อุณหภูมิต่ำสุด - ปริมาณน้ำฝน - ความเข้มแสงอาทิตย์ - ความเร็วลม - ทิศทางลม ความชื้นสัมพัทธ์	- ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นในที่ราบภาคกลางในเขตลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและภาคอีสานตอนล่าง - ระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีจะยืดยาวขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ในประเทศ - ปริมาณฝนรายปีมีความผันผวนในช่วงต้นศตวรรษและจะมีปริมาณฝนรายปีเพิ่มสูงขึ้นช่วงกลางศตวรรษเป็นต้นไป - การเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับทิศทางและความเร็วของลมที่พัดปกคลุมจะเห็นได้ในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งตั้งแต่บริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออก และภาคใต้ โดยความเร็วลมตะวันตกเฉียงใต้จะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3-5 ในทุกพื้นที่
2. ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย	ศิรินทรเทพ เต้าประยูร 2554	RegCM3	เพื่อประยุกต์ใช้และศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ RegCM3 สำหรับประเทศไทย และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาพภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์จำลองในอนาคตของ IPCC	- ช่วงเวลาอดีต 40 ปี (พ.ศ. 2504-2543 หรือ ค.ศ. 1961-2000) - ช่วงเวลาอนาคต 40 ปี (พ.ศ. 2574-2613 หรือ ค.ศ. 2031-2070) - ภายใต้เงื่อนไขภาพฉายอนาคตสมมติของ A1B ของ IPCC - ความละเอียดเชิงพื้นที่ 20x20 กม.	- อุณหภูมิ - ปริมาณฝน	- ช่วงเวลาอดีต แนวโน้มของอุณหภูมิเฉลี่ยจากแบบจำลองสอดคล้องกับค่าตรวจวัด ในวันอากาศร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกภาค และในวันอากาศเย็นได้ลดลงทุกภาค - ช่วงเวลาอดีต ฝนเฉลี่ยจากค่าตรวจวัดมีแนวโน้มลดลงทุกภาค ยกเว้นภาคกลาง-ตะวันออก แต่ผลที่ได้จากแบบจำลองมีทิศทางสอดคล้องในภาคกลาง-ตะวันออก และภาคใต้ - อุณหภูมิเฉลี่ยในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้นทั่วประเทศหรือทุกภาค <1-3 °C - ฝนเฉลี่ยในอนาคต พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน ยกเว้นภาคใต้ ซึ่งจะมีฝนน้อยลง 3-5 มิลลิเมตรต่อวัน

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ชื่อโครงการ	ทีมวิจัย	แบบจำลอง	วัตถุประสงค์หลัก	ช่วงเวลาวิเคราะห์/เงื่อนไข	ตัวแปร	ผลการคาดการณ์
3. การสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย โดยการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก	กัณฑรีย์ บุญประกอบและคณะ มีนาคม 2553	การย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs)	เพื่อพัฒนาแบบจำลองภูมิอากาศท้องถิ่นในอนาคตจากแบบจำลอง GFDL-R30 ในพื้นที่ประเทศไทย และจัดทำข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทย	- ปีฐาน 25 ปี ในช่วง ค.ศ. 1965 – 1990 - ปีอนาคต 20 ปี ในช่วง ค.ศ. 2010 –2029 และ ค.ศ. 2040 – 2059 - ภายใต้เงื่อนไขเหตุการณ์จำลอง SRES A2 และ B2 ของ IPCC - ความละเอียดเชิงพื้นที่ 50X50 กม.	- อุณหภูมิเฉลี่ย - อุณหภูมิสูงสุด - อุณหภูมิต่ำสุด - ปริมาณหยาดน้ำฟ้า - ความดันบรรยากาศ - ความยาวนานแสงแดด - ความชื้นสัมพัทธ์ - ความเร็วลม	- อุณหภูมิเฉลี่ยในระยะสั้นถึงปานกลาง หรือในช่วง ค.ศ. 2010 – 2029 ของเหตุการณ์จำลองแบบทั้งสองกรณีมีจำนวนปีที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปีฐานใกล้เคียงปีที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปีฐาน แต่ในระยะยาว หรือในช่วง ค.ศ. 2040 – 2059 จะมีจำนวนปีที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปีฐานมากกว่าปีที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปีฐาน - ปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีจากเหตุการณ์จำลองแบบ SRES A2 และ B2 เปรียบเทียบกับปีฐาน พบว่าในระยะสั้นถึงปานกลาง และระยะยาว SRES A2 มีปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยต่ำกว่าปีฐานแตกต่างจาก SRES B2 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปีฐาน - จำนวนวันที่มีอากาศร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจำนวนวันที่อากาศเย็นมีแนวโน้มลดลง ภายใต้เหตุการณ์จำลองทั้งสองแบบ - พื้นที่ส่วนใหญ่ของไทยในเหตุการณ์จำลองแบบทั้งสองมีจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่องน้อยกว่า 30 วัน
4. การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสาหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศท้องถิ่น MM5	เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ มิถุนายน 2553	แบบจำลองภูมิอากาศ MM5-RCM	เพื่อจำลองภูมิอากาศในประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศท้องถิ่น MM5-RCM ล่วงหน้า 30 ปี และวิเคราะห์หาความถี่และความรุนแรงของพายุในอนาคต	- ปีฐาน 30 ปี ในช่วง ค.ศ. 1970-1999 - อนาคตล่วงหน้า 30 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 2010-2039 - ภายใต้สถานการณ์ SRES A2 และA1B ของ IPCC - พื้นที่ศึกษา 2 บริเวณ ได้แก่ บริเวณใหญ่ที่มีความละเอียดเชิงระยะ 45 กิโลเมตร และบริเวณเล็กที่มีความละเอียดเชิงระยะ 15 กิโลเมตร	- อุณหภูมิเฉลี่ย - อุณหภูมิสูงสุด - อุณหภูมิต่ำสุด - ปริมาณฝน - ความเร็วลม - ความถี่ของการเกิดลมแรงและพายุ	- อุณหภูมิเฉลี่ยจากแบบจำลองกับค่าตรวจวัดมีค่าแตกต่างกันสูงสุด 5 °C ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ และการจำลองปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองมีความถูกต้องตามฤดูกาล แต่มีปริมาณฝนน้อยกว่าค่าตรวจวัด - ในอนาคตอุณหภูมิอากาศของพื้นที่ภาคต่างๆ ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นตามลักษณะภูมิประเทศและภาคใต้ที่มีค่าอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้น นอกจากนี้การเคลื่อนที่ขึ้นของอากาศตามไหล่เขาช่วยให้ฝนตกเพิ่มขึ้นในบริเวณภูเขา ขณะที่พื้นที่ราบส่วนใหญ่ของประเทศมีฝนลดลง

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ชื่อโครงการ	ทีมวิจัย	แบบจำลอง	วัตถุประสงค์หลัก	ช่วงเวลาวิเคราะห์/เงื่อนไข	ตัวแปร	ผลการคาดการณ์
5. โครงการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างยั่งยืน: คาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของพื้นที่ศึกษา	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2556)	ใช้วิธีการย่อส่วนทางสถิติ และใช้ผลลัพธ์การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยด้วยแบบจำลอง PRECIS ในการศึกษาของ ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ (2552)	การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาในช่วงอนาคต 30, 60 และ 90 ปี	- ช่วง 30 ปี ในอนาคต (พศ. 2556 – 2582) - ช่วง 60 ปี ในอนาคต (พศ. 2583 – 2612) - ช่วง 90 ปี ในอนาคต (พศ. 2613 – 2642) - ภายใต้สถานการณ์ SRES B2 ของ IPCC	- ปริมาณฝนเฉลี่ย - อุณหภูมิสูงสุด - อุณหภูมิต่ำสุด - การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล - จำนวนพายุ	- ทั้ง 3 ช่วงเวลาในอนาคตให้ผลการคาดการณ์ที่คล้ายคลึงกัน คือ อุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน และพื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่มีแนวโน้มของจำนวนวันที่ฝนตกลดลง - ความเร็วลมเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนพายุ ของทั้ง 3 ช่วงเวลา ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ชัดเจน

ที่มา: รวบรวมโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

2.4 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

การศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2556) ภายใต้โครงการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างยั่งยืน ได้มีสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยเลือกพื้นที่ศึกษา 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ตรังและสตูล โดยทำการคาดการณ์ตัวแปรสภาพภูมิอากาศในช่วง 30, 60 และ 90 ปีข้างหน้า มีตัวแปรสำคัญที่นำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล และจำนวนพายุ ซึ่งคัดเลือกจากตัวแปรอากาศที่คาดว่าจะส่งผลอย่างสูงต่อการเกิดภัยคุกคามทางธรรมชาติในพื้นที่ศึกษา โดยเลือกใช้วิธีการศึกษาด้วยวิธีการย่อส่วนทางสถิติ (Statistical Downscaling) และใช้ผลลัพธ์การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยด้วยแบบจำลอง PRECIS ที่ได้เผยแพร่ไว้ในรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 (อำนาจ ชิดไธสง, 2553) โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเป็นค่าเริ่มต้น และเลือกใช้ภาพจำลองการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของโลกแบบ SRES B2 ของ IPCC ที่ได้พิจารณาว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมไทยในอนาคต ซึ่งผลการศึกษาและคาดการณ์สภาพภูมิอากาศทั้ง 3 ช่วงเวลาในอนาคต ให้ผลการคาดการณ์ที่คล้ายคลึงกัน คือ อุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน รวมทั้งพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาจะมีแนวโน้มของปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น แต่มีแนวโน้มของจำนวนวันที่ฝนตกลดลง ส่วนตัวแปรความเร็มลมเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนพายุของทั้ง 3 ช่วงเวลาในอนาคต ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ชัดเจน ผลการศึกษาสรุปไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของช่วงเวลา 30 ปี 60 ปี และ 90 ปี เทียบกับปีฐาน (พ.ศ. 2542–2553) สำหรับพื้นที่ศึกษา (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ตรัง และสตูล)

ตัวแปรภูมิอากาศ	ช่วง 30 ปี ในอนาคต (พศ. 2556 – 2582)	ช่วง 60 ปี ในอนาคต (พศ. 2583 – 2612)	ช่วง 90 ปี ในอนาคต (พศ. 2613 – 2642)
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน	เพิ่มขึ้นไม่เกิน 0.34 °C บางส่วนของจังหวัดสงขลา จะเพิ่มขึ้นถึง 0.42°C	เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.0°C บางส่วนของจังหวัดสงขลา จะเพิ่มขึ้นถึง 1.2°C	พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดตรัง และบางส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดพัทลุง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.76 °C ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่าง 1.77 -1.91°C
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน	เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.4°C-0.5°C	เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 1.4°C-1.5°C ยกเว้นในบางพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชจะเพิ่มขึ้นถึง 1.6°C เทียบกับปีฐาน	เพิ่มขึ้นจากปีฐานไม่เกิน 2°C
ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยรายปี	พื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่เกิน 160 มม. แต่ในบางพื้นที่ของจังหวัดสตูล จังหวัดสงขลา จะมีแนวโน้มเพิ่มถึงประมาณ 315 มม. ขณะที่ในบางพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของฝนสะสมรายปีถึง 950 มม.	พื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่เกิน 600 มม. แต่ในบางพื้นที่ของจังหวัดตรัง จังหวัดสงขลา และ ในบางพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นประมาณ 300 มม.	พื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่เกิน 600
จำนวนวันฝนตกต่อปี	มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ประมาณ 4 วัน/ปี ยกเว้นในบางสถานีของจังหวัดตรัง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย	มีแนวโน้มลดลงจากช่วง 30 ปีแรก ประมาณ 8 วัน/ปี ยกเว้นในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	มีแนวโน้มลดลง มากกว่าแนวโน้มในช่วง 30 ปีแรก ยกเว้นในจังหวัดนครศรีธรรมราช และ จังหวัดตรัง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน	มีแนวโน้มลดลงประมาณ 25 % แต่ในบางจังหวัด เช่น จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดตรัง จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (เฉลี่ย 185 มม) จากช่วง 30 ปีแรก	มีแนวโน้มลดลง
ความเร็วลมเฉลี่ย	ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ชัดเจน		
ความชื้นสัมพัทธ์	ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ชัดเจน		
จำนวนพายุ	ไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนพายุที่ชัดเจนในพื้นที่		

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2556: หน้า 3-15)

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. มปป. **ความรู้อุตุนิยมวิทยา : การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.** ค้นจากเว็บไซด์ http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86 วันที่ค้น 7 กุมภาพันธ์ 2557

กัณฑรีย์ บุญประกอบ และคณะ. 2553. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการสร้างภาพจาลองของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยโดยการย่อส่วนแบบจาลองภูมิอากาศโลก.** เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ. 2552” **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพด ของประเทศไทย.** เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพมหานคร.

เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ. 2553. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการจาลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสาหรับประเทศไทยด้วยแบบจาลองภูมิอากาศท้องถิ่น MM5โลก.** เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, มิถุนายน 2553. 114 หน้า

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2555. “ระบบเกษตรไทยภายใต้ภาวะโลกร้อน” เอกสารประกอบการประชุมวิชาการบูรณาการองค์ความรู้งานวิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านวิทยาศาสตร์เศรษฐกิจและสังคมกับนโยบายการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน. วันที่ 21-22 มิถุนายน พ.ศ. 2555 ณ ห้องประชุม Phoenix 5 ฮอลล์ ๗-๘ อิมแพ็ค เมืองทองธานี.

พุทธิณา นันทะวรการ นาวิน โสภาภูมิ นภา ตรีรัตน์สกุลชัย. 2556. “เทคนิคการปรับตัวรับมือภาวะโลกร้อนสำหรับเกษตรกร: คู่มือสร้างภูมิคุ้มกันเกษตรกรไทยจากวิกฤตผลกระทบโลกร้อน” ภายใต้โครงการพัฒนาและขยายผลต้นแบบการปรับตัวของชุมชนเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อความมั่นคงทางด้านอาหารในประเทศไทย.

วิเชียร เกิดสุข และคณะ. 2555. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.** เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศิรินทรเทพ เต้าประยูร. 2554. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย.** เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554. 37 หน้า มีนาคม 2553

ศุภกร ชินวรรโณ และคณะ. 2552. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง. โลก**. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 26 มกราคม 2552. 517 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มปป. **การตรวจวัดปริมาณน้ำฝน**. ค้นจากเว็บไซด์. http://globethailand.ipst.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=72%3A-rainfall&catid=37%3A--atmosphere&Itemid=57. วันที่ค้น 13 กุมภาพันธ์ 2557

สมพร อิศวิลานนท์ และคณะ. 2552. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย**. เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2556. **โครงการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างยั่งยืน**: รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ. 209 หน้า

อำนาจ ชิดไธสง. 2553ก. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต.**-- กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2553.

อำนาจ ชิดไธสง. 2553ข. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต.**-- กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2553.

บทที่ 3

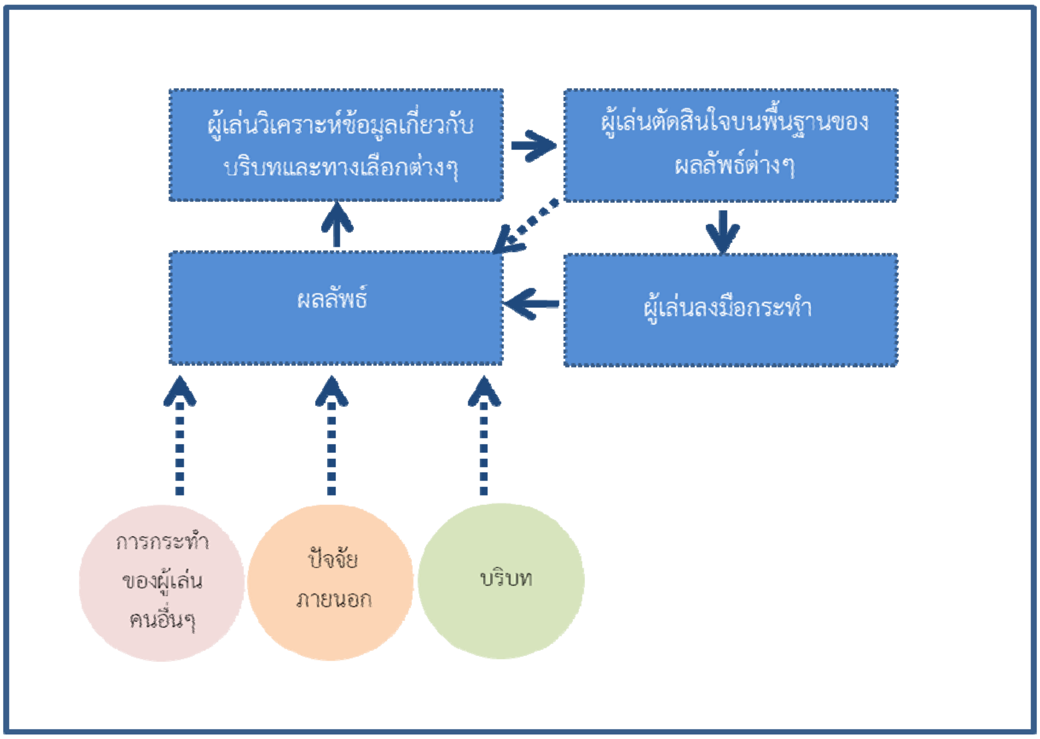
การทบทวนเครื่องมือที่ใช้เสริมสร้างความเข้าใจและความตระหนักเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3.1 ความสำคัญของการพัฒนาเครื่องมือใหม่

การขยายตัวของประชากร ภาวะความเป็นเมือง (Urbanization) ภาวะโลกร้อน และความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมส่งผลให้ต้องเผชิญกับภาวะคุกคามต่างๆ บ่อยครั้งและรุนแรงมากยิ่งขึ้น อาทิ อุทกภัย ภัยแล้ง พายุหมุนเขตร้อน และภัยธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน และความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นอย่างมาก (IPCC, 2012) ถึงแม้ว่า ปัจจุบันหลายภาคส่วนมีความพยายามในการทำความเข้าใจความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างรวดเร็ว รวมถึงมีการปรับตัวต่อความเสี่ยงและความเปราะบางรูปแบบใหม่ไปแล้วก็ตาม อย่างไรก็ดี ความพยายามดังกล่าวยังไม่เพียงพอที่จะรับมือกับภาวะคุกคามที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ เพื่อลดช่องว่างดังกล่าว การกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และการสื่อสารให้ผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มต่างๆ ทราบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ มีความจำเป็นอย่างยิ่ง การศึกษานี้ จึงเห็นความสำคัญในการคิดค้นและพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ ในรูปแบบของเกมส์ขึ้น เพื่อช่วยให้ภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เกษตรกร คนในชุมชน ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ ฯลฯ มีข้อมูลและความรู้เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อรับมือกับความท้าทายใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น

ถึงแม้ว่าเครื่องมือเกมส์ที่พัฒนาขึ้นจะไม่สามารถสะท้อนกระบวนการตัดสินใจในการบริหารจัดการความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งมีความซับซ้อนได้อย่างสมบูรณ์แบบ แต่เครื่องมือดังกล่าวสนับสนุนให้เกิดการเปิดเผยและการหารือระหว่างผู้เล่นเพื่อหาวิธีการจัดการกับความซับซ้อนที่เกิดขึ้น โดยหัวใจหลักอยู่ที่การตัดสินใจเลือกของผู้เล่นเกมส์และการถ่ายทอดจากการกระทำของผู้เล่นไปสู่ผลลัพธ์ (Salen and Zimmerman, 2003) นอกจากจะกระตุ้นให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบแล้ว เครื่องมือเกมส์ยังช่วยฝึกฝนให้ผู้เล่นสามารถมองการณ์ไกล คิดหากลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่ต้องเผชิญ รวมทั้ง การเตรียมความพร้อมที่จะดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้เมื่อมีความจำเป็น (รูปที่ 3.1)

รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดการหาประสบการณ์จากการเล่นเกมส์ (Gameplay Experience)

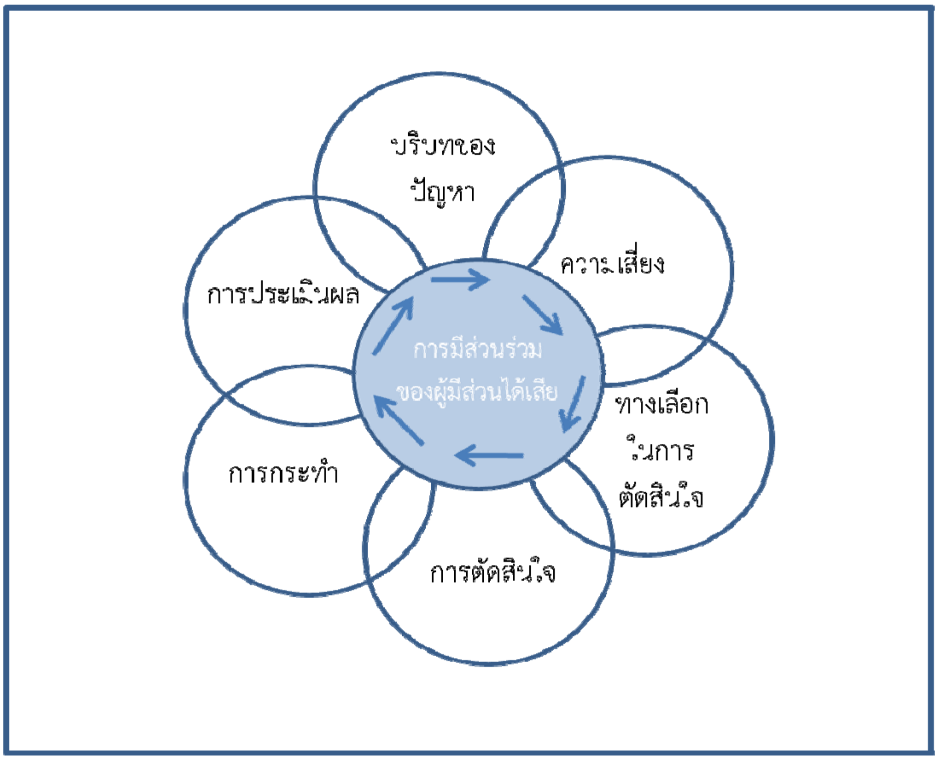


ที่มา: Mendler de Suarez, Suarez and Bachofen (2012)

การใช้เกมส์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Games) เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองเชิงพลวัตรนั้น นำมาซึ่งประโยชน์ที่สำคัญสองประการ คือ ประการที่หนึ่ง เกมส์จะช่วยร่นห้วงของเวลาให้สั้นลง ซึ่งหมายถึงผู้เล่นสามารถสร้างความคุ้นเคยกับอนาคตซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในห้วงเวลาหลายปีหรือหลายสิบปีจากการเข้าร่วมกิจกรรมเพียงไม่กี่ชั่วโมง นอกจากนี้ ผู้ร่วมเล่นเกมส์ยังสามารถเรียนรู้ว่าการตัดสินใจหรือการกระทำในปัจจุบันจะกำหนดบริบทและทางเลือกในการตัดสินใจสำหรับอนาคตได้อย่างไร ประการที่สอง เกมส์ช่วยทำให้เกิดความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ด้วยเหตุนี้ ที่ผ่านมาจึงมีการใช้เกมส์แบบมีส่วนร่วมในหลากหลายบริบทและหลายลักษณะ อาทิ ทางทหาร นโยบายพลังงาน ภัยธรรมชาติซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชน (Barringer and Whaley, 1965; Inbar, 1966; Sweeney and Meadows, 2010)

หลักการในการพัฒนาเกมส์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่มีประสิทธิผลและมีความน่าเชื่อถือนั้น จำเป็นจะต้องยึดกรอบแนวคิดของการบริหารจัดการความเสี่ยง ซึ่งประกอบด้วยดังนี้ การศึกษาบริบทของปัญหา ความเสี่ยง ทางเลือก การตัดสินใจ การกระทำ และการประเมินผล (รูปที่ 3.2)

รูปที่ 3.2 กรอบการบริหารจัดการความเสี่ยง



ที่มา: Omenn (2001) ซึ่งอ้างถึงใน Mendler de Suarez, Suarez and Bachofen (2012)

การบริหารจัดการความเสี่ยงเริ่มจากการบ่งชี้ประเด็นปัญหา (Problem) หรือบริบท (Context) ซึ่งในขั้นตอนนี้ มีความจำเป็นจะต้องพิจารณาปัญหาและบริบทของปัญหา รวมถึงกำหนดเป้าหมายของการจัดการความเสี่ยง ในลำดับต่อไป กลุ่มผู้มีส่วนได้เสียจะต้องทำความเข้าใจความเสี่ยงรวมถึงเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นอันตราย (Hazard) ทั้งที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบ หลังจากนั้น จึงทำการวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆ สำหรับบริหารจัดการความเสี่ยง โดยการประเมินทางเลือกนั้น ควรพิจารณาถึงมิติต่างๆ เช่น ประสิทธิผล ความเป็นไปได้ ผลประโยชน์ ต้นทุน ผลกระทบต่อสังคมและประเพณี และผลกระทบอื่นๆ หลังจากที่พิจารณาทางเลือกต่างๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว จึงตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดซึ่งนำไปสู่การดำเนินการจัดการความเสี่ยง (Action) ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จากนั้น ผู้ตัดสินใจและผู้มีส่วนได้เสียไตร่ตรองเกี่ยวกับประสิทธิผลของการจัดการความเสี่ยงที่ได้มีการดำเนินการไปแล้ว โดยการประเมินจะต้องมีการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงกับมาตรฐานหรือหลักเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น หัวใจหลักของกรอบการจัดการความเสี่ยงของ Omenn นั้น อยู่ที่การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในแต่ละขั้นตอนของการจัดการความเสี่ยง

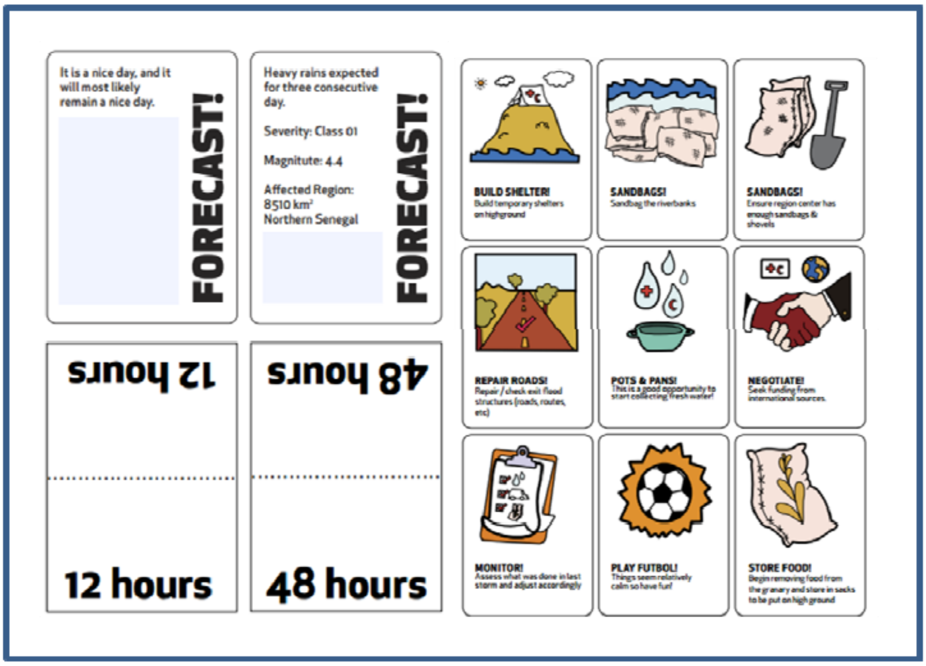
กระบวนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมามีการผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสามารถในการกลับสู่สภาพเดิม (Resilience) ผ่านทางการเตรียมการในรูปแบบต่างๆ เพื่อรองรับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ หลายหน่วยงาน อาทิ สภากาชาดสากล (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies: IFRC) มูลนิธิร็อกกี้เฟลเลอร์ (Rockefeller Foundation) PETLab ฯลฯ ได้มีการพัฒนาเกมส์ต่างๆ ขึ้น โดยการศึกษานี้ได้รวบรวมเกมส์ไว้จำนวน 5 ตัวอย่าง ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์

3.2 ตัวอย่างเครื่องมือเกมส์ที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ

3.2.1 เกมส์เกี่ยวกับทางเลือกและการตัดสินใจบนพื้นฐานของการพยากรณ์อากาศ “Before the Storm”

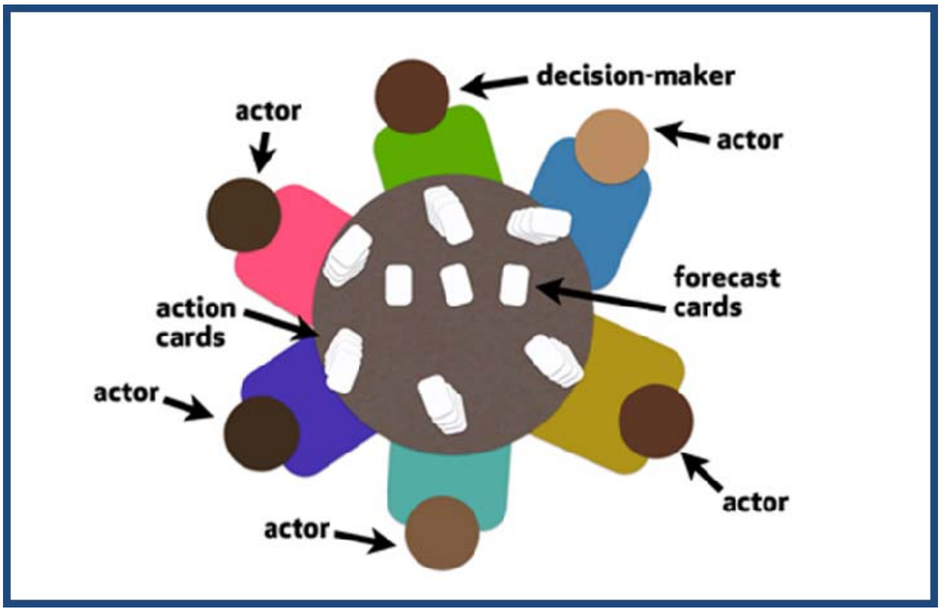
จากการศึกษาสถานการณ์การใช้ประโยชน์ข้อมูลการพยากรณ์ในประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศ พบว่าผู้ที่ใช้ข้อมูลพยากรณ์ประสบปัญหาในการทำความเข้าใจการคาดการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสภาพอากาศในอนาคต ทั้งนี้ ปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากการที่ผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มต่างๆ มีมุมมองการให้ความสำคัญ และการใช้ภาษาที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ องค์กรกาชาดสากล (IFRC) จึงร่วมมือกับ Parsons The New School for Design ในการพัฒนาเครื่องมือเกมส์เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และแปลงข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศไปสู่การเตรียมการล่วงหน้าเพื่อรับมือกับภาวะคุกคามทางอากาศ วัตถุประสงค์หลักของเกมส์นี้คือ เพื่อต้องการสนับสนุนการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มต่างๆ โดยผู้เข้าร่วมเล่นเกมส์นี้ประกอบด้วย ชุมชนที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพยากรณ์ ฯลฯ ระยะเวลาในการเล่นเกมส์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 45-95 นาที อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกมส์นี้ประกอบด้วย การ์ดแสดงห้วงเวลา (Time Cards) การ์ดแสดงผลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ (Forecast Cards) และการ์ดแสดงการเตรียมการเพื่อรับมือกับสภาพภูมิอากาศในอนาคต (Action Cards) (รูปที่ 3.3)

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นเกมส์ “Before the Storm”



ที่มา: PETLab and Red Cross/Red Crescent Climate Centre

รูปที่ 3.4 รูปแบบการเล่นเกมส์ “Before the Storm”



ที่มา PETLab and Red Cross/Red Crescent Climate Centre

รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนในการเล่นเกมส์ Before the Storm โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้[1]

(1) จัดเรียงการ์ดแสดงห้วงเวลาตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยเริ่มจากการ์ดซึ่งแสดงห้วงเวลา 12 ชั่วโมง ไปสู่การ์ดซึ่งแสดงห้วงเวลา 48 ชั่วโมง และ 10 วัน ตามลำดับ โดยเวลาซึ่งระบุไว้บนการ์ดแสดงถึงระยะเวลาระหว่างการเผยแพร่การพยากรณ์ให้แต่ละภาคส่วนรับทราบและการเกิดเหตุการณ์จริง

(2) สับการ์ดซึ่งแสดงผลการพยากรณ์ แล้วนำไปวางด้านหน้าของการ์ดแสดงห้วงเวลา

(3) สับการ์ดซึ่งแสดงการเตรียมการเพื่อรับมือกับภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แล้วแจกการ์ดจำนวน 4 ใบให้กับผู้เล่นแต่ละคน

(4) กำหนดให้ผู้เล่น 1 คน มีบทบาทเป็นผู้ตัดสินใจ (Decider) แล้วให้ผู้เล่นที่เหลือรับบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ (Advisors/actors)

(5) ในการเล่นเกมส์แต่ละรอบ ผู้ที่รับหน้าที่เป็นที่ปรึกษาจะต้องให้คำแนะนำกับผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับการเตรียมการเพื่อรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์ที่ระบุในการ์ดพยากรณ์ หลังจากที่ผู้ตัดสินใจอ่านข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาแต่ละคนแล้ว จึงเลือกการ์ดที่คิดว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับห้วงเวลา โดยผู้เล่นที่ข้อเสนอแนะได้รับเลือกได้รับ 2 คะแนน ในกรณีที่คิดข้อเสนอแนะขึ้นเอง (Player-generated Card) และได้รับ 1 คะแนน ในกรณีที่เป็นการ์ดที่มีการกำหนดข้อเสนอแนะไว้ล่วงหน้า (Pre-determined Card)

(6) หลังจากที่ผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจได้เลือกการ์ดเรียบร้อยแล้ว ผู้เล่นที่รับบทบาทเป็นที่ปรึกษาสามารถทักท้วงการตัดสินใจของผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจได้ โดยกำหนดให้ผู้เล่นซึ่งไม่เห็นด้วยกับการตัดสินใจมีบทบาทเป็น Challenger จากนั้น ผู้เล่นคนอื่นๆ ลงคะแนนเสียงเพื่อยืนยันหรือคัดค้านการตัดสินใจของ Decider ในกรณีที่ผู้ที่เป็น Challenger ได้รับเสียงข้างน้อย ผู้เล่นท่านนี้จะเสีย 1 คะแนน ในทางกลับกัน ถ้า Challenger ได้รับเสียงข้างมากก็จะได้รับคะแนนเพิ่ม 1 คะแนน

(7) การเล่นเกมส์สิ้นสุดลงเมื่อผู้เล่นทุกคนได้รับบทบาทเป็น Decider ครบอย่างน้อยคนละหนึ่งครั้ง ผู้เล่นที่มีคะแนนสะสมมากที่สุดถือว่าเป็นผู้ชนะ

---

[1] ที่มา: http://petlab.parsons.edu/redCrossSite/rulesBTS.html#downloadsBTS

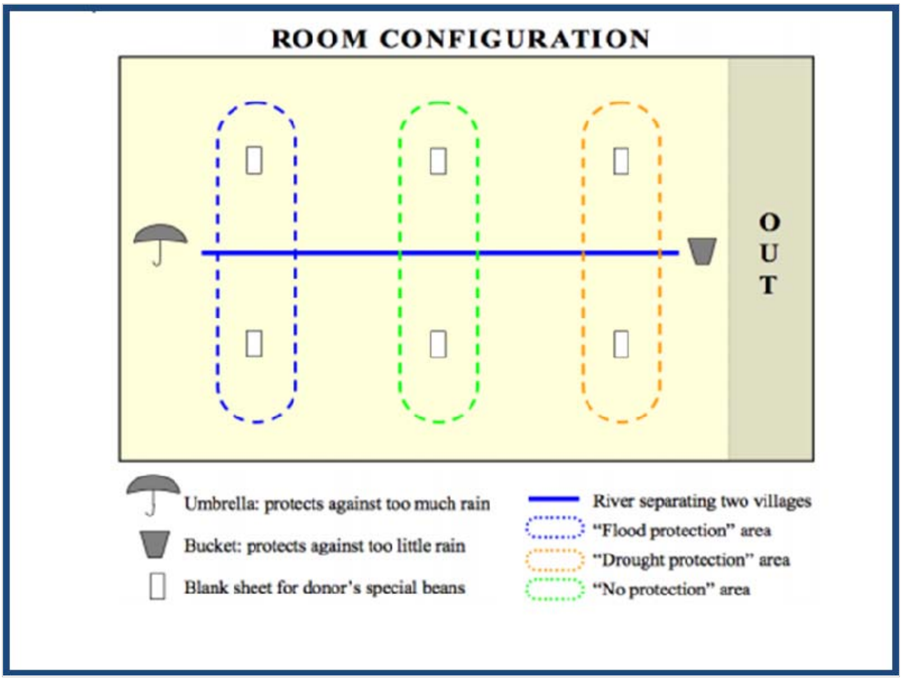
3.2.2 เกมส์เพิ่มภูมิคุ้มกันต่อภัยธรรมชาติ “Dissolving Disasters”

เกมส์ Dissolving Disasters ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้จากประสบการณ์ และก่อให้เกิดการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้ผู้ที่ได้รับความเสี่ยงหรือมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของการสร้างภูมิคุ้มกัน (Resilience) และการตัดสินใจภายใต้สภาวะการณ์ที่มีความไม่แน่นอนสูง กลุ่มเป้าหมายของเกมส์นี้คือ คนในชุมชนหรือเกษตรกร ผู้บริจาคเงิน (Donors) อาสาสมัคร ฯลฯ โดยในการเล่นเกมส์แต่ละครั้ง มีผู้ร่วมเล่นเกมส์ประมาณ 10-40 คน และใช้เวลาในการเล่นประมาณ 60-120 นาที ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มผู้เล่นและประสบการณ์ของวิทยากรกระบวนการ (Facilitator) อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกมส์นี้ประกอบด้วย ลูกเต๋าขนาดใหญ่ ร่ม ถังน้ำ กรวยตัด (Truncated Cone) จานร่อนฟริสบี (Frisbee) ถ้วย เมล็ดถั่วขนาดเล็ก เชือก กระดาษเปล่า เอกสารแนะนำวิธีเล่นและกติกา และรางวัลสำหรับผู้ชนะ (รูปที่ 3.5)

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นเกมส์ “Dissolving Disasters”

ที่มา: Climate Centre, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

รูปที่ 3.6 รูปแบบการจัดเตรียมสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ "Dissolving Disasters"



ที่มา: Climate Centre, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

รูปที่ 3.6 แสดงรูปแบบการจัดสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ Dissolving Disasters มีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ โดยกำหนดให้บริเวณเส้นประสีน้ำเงินซึ่งใกล้กับจุดที่วางร่มเป็นบริเวณที่มีการป้องกันปัญหาอุทกภัย (Flood Protection Area) ในกรณีที่ผู้ร่วมเล่นเกมส์อยู่ในบริเวณดังกล่าวแล้วปรากฏว่าเกิดอุทกภัยขึ้น ผู้เล่นจะไม่สูญเสียเมล็ดถั่ว บริเวณเส้นประสีเขียวเป็นพื้นที่ซึ่งไม่ได้มีการป้องกันทั้งปัญหาอุทกภัยและปัญหาน้ำแล้ง (No Protection Area) และบริเวณเส้นประสีส้มกำหนดให้เป็นพื้นที่ซึ่งมีการเตรียมการป้องกันปัญหาน้ำแล้ง (Drought Protection Area) ซึ่งถ้าเกิดปัญหาน้ำแล้งขึ้น ผู้เล่นซึ่งเลือกที่จะอยู่ในบริเวณนี้ไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำแล้งจึงไม่สูญเสียเมล็ดถั่ว เชือกซึ่งอยู่ตรงกึ่งกลางห้องเปรียบเสมือนเป็นแม่น้ำสายใหญ่ซึ่งคั่นกลางระหว่าง 2 หมู่บ้าน ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

ขั้นตอนในการเล่นเกมส์ Dissolving Disasters มีดังนี้[2]

(1) แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มแทนหมู่บ้าน และให้ผู้เล่นรับบทบาทเป็นเกษตรกร

(2) ให้แจกถั่วขนาดเล็กจำนวน 10 เม็ดให้ผู้เล่นแต่ละคน และมอบถ้วย 3 ใบ ซึ่งบรรจุถั่วขนาดเล็กให้ผู้ที่เป็นผู้ช่วยวิทยากรกระบวนการ 3 ท่าน ซึ่งประจำอยู่ที่บริเวณพื้นที่ป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ป้องกันน้ำแล้ง และพื้นที่ซึ่งไม่มีการป้องกันใดๆ จุดละหนึ่งท่าน

(3) แจ้งให้เกษตรกรทราบว่าในการเล่นเกมส์แต่ละรอบนั้น ให้เกษตรกรตัดสินใจว่าจะเดินไปอยู่ในบริเวณพื้นที่ป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ป้องกันน้ำแล้ง หรือพื้นที่ที่ไม่มีการป้องกัน โดยกติกาคือ ถ้าเกษตรกรเลือกที่จะไปอยู่ในพื้นที่ซึ่งได้รับการป้องกันจากน้ำท่วมหรือน้ำแล้ง เกษตรกรจะต้องจ่ายล่วงหน้าเป็นถั่วขนาดเล็กจำนวน 1 เม็ด แต่ถ้าเกษตรกรเลือกที่จะอยู่ในบริเวณพื้นที่ซึ่งไม่มีการป้องกัน เกษตรกรไม่ต้องเสียเมล็ดถั่วล่วงหน้า ในกรณีที่น้ำท่วมหรือน้ำแล้งเกิดขึ้นแต่เกษตรกรอยู่ในบริเวณที่มีการป้องกันล่วงหน้า เกษตรได้รับเมล็ดถั่วขนาดเล็กจำนวน 2 เม็ด จากผู้ช่วยผู้ดำเนินกระบวนการ แต่เกษตรกรที่ไม่มีการป้องกันจะต้องเสียถั่วจำนวน 4 เม็ด เกษตรกรที่ไม่มีถั่วจะจ่ายให้กับผู้ช่วยผู้ดำเนินกระบวนการ ถือว่าแพ้และจะต้องออกจากเกมส์ไป

(4) วิทยากรกระบวนการนับถอยหลังเพื่อแจ้งให้เกษตรกรทราบว่าเวลาที่จะตัดสินใจหมดลง

(5) ผู้ช่วยวิทยากรเก็บเมล็ดถั่วจากเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมและพื้นที่ป้องกันน้ำแล้งล่วงหน้า

(6) วิทยากรกระบวนการทอยลูกเต๋า ถ้าลูกเต๋าปรากฏหน้า 1 หมายถึงเหตุการณ์น้ำแล้งเกิดขึ้นในหมู่บ้าน และลูกเต๋าซึ่งปรากฏหน้า 6 แสดงถึงกรณีที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในหมู่บ้าน สำหรับกรณีอื่นๆ หมายถึงปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์ปกติ

(7) ผู้ช่วยวิทยากรแจกหรือเก็บถั่วเมล็ดเล็กให้กับผู้เล่น

[2] ที่มา: http://www.climatecentre.org/downloads/File/Games/Dissolving%20disasters/Dissolving%20Disasters_Game%20Rules%20and%20Facilitation%20Guidelines.pdf

สำหรับการเล่นเกมส์ในรอบต่อๆ ไป วิทยากรกระบวนการสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไข โดยการนำเอาปัจจัยภายนอกเข้ามาสร้างเป็นเงื่อนไขใหม่ของเกมส์ อาทิ การเกิดปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña) ซึ่งวิทยากรเปลี่ยนจากการทอยลูกเต๋าเป็นการโยนจานร่อนฟริสบีแทน ซึ่งภายใต้ปรากฏการณ์ลานีญานั้นความน่าจะเป็นที่จะเหตุการณ์ภัยแล้งเพิ่มจาก 1/6 เป็น 1/2 โดยวิทยากรร่อนจานฟริสบีไปในอากาศ ในกรณีที่จานร่อนฟริสบีหงายกับพื้นห้อง หมายถึงปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ในกรณีที่จานร่อนฟริสบีคว่ำหน้า หมายถึงเกิดเหตุการณ์ลานีญาและภัยแล้งขึ้น นอกจากเหตุการณ์ลานีญาแล้ว วิทยากรกระบวนการสามารถพิจารณาปัจจัยอื่นๆ เช่น การเพิ่มบทบาทของ Donors และการผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนซึ่งลดปริมาณเงินช่วยเหลือซึ่งทาง Donors สามารถให้กับหมู่บ้านและเกษตรกรในกรณีที่เกิดภัยพิบัติขึ้น

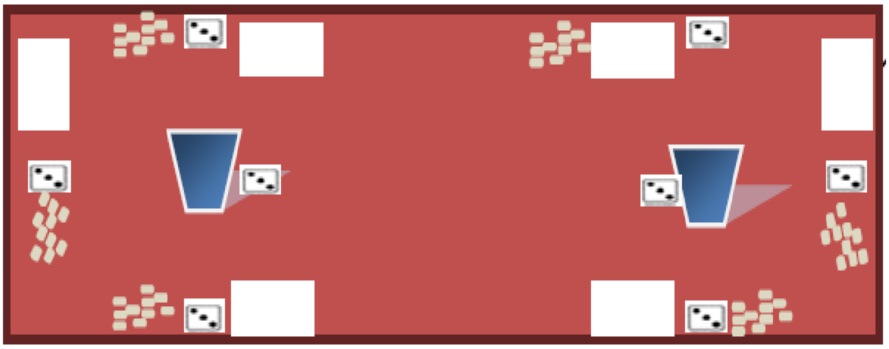
โดยการเล่นเกมส์ในรอบที่ 3 หรือ 4 นั้น กำหนดให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ซึ่งในกรณีนี้ ให้วิทยากรกระบวนการใช้กรวยตัดขวางแทนลูกเต๋า โดยในกรณีที่ด้านที่ปากแคบของกรวยอยู่ติดกับพื้นห้อง หมายถึงมีเหตุการณ์น้ำแล้งหรือภัยแล้งเกิดขึ้น และในกรณีที่ปากด้านกว้างของกรวยอยู่ติดกับพื้นห้อง หมายถึงมีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้น โดยกำหนดให้กฎกติกาอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลง โดยเกมส์สิ้นสุดลงหลังจากรอบที่ 6 เสร็จสิ้น เมื่อเกมส์สิ้นสุดลง ให้นับจำนวนถั่วซึ่งผู้เล่นแต่ละคนมีเหลืออยู่ โดยผู้เล่นซึ่งมีถั่วเหลืออยู่จำนวนมากที่สุดเป็นผู้ที่ชนะ และหมู่บ้านซึ่งมีเกษตรกรคงเหลืออยู่ในหมู่บ้านก็ได้รับรางวัลเช่นกัน หลังจากนั้น วิทยากรกระบวนการอาจจะให้ผู้เล่นแสดงความคิดเห็นลงในกระดาษเปล่าว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการเล่นเกมส์ Dissolving Disasters

3.2.3 เกมส์วิเคราะห์มูลค่าและต้นทุนของระบบเตือนภัยล่วงหน้า "Paying for Predictions"

เกมส์ Paying for Predictions มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้จากประสบการณ์และกระตุ้นให้เกิดการพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ โดยสร้างความตระหนักเกี่ยวกับคุณค่าของการพยากรณ์และการเตือนภัยล่วงหน้า ถึงแม้ว่าที่ผ่านมา จะมีการพยากรณ์หรือคาดการณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ แต่กลุ่มอาสาสมัครที่ปฏิบัติงานด้านมนุษยธรรม (Humanitarian Workers) ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับคำพยากรณ์หรือการคาดการณ์ ส่งผลให้ไม่สามารถเตรียมความพร้อมล่วงหน้าเพื่อรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติได้ทันท่วงที เกมส์ Paying for Predictions จะช่วยจัดการกับอุปสรรคต่างๆ ที่ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์จากการคาดการณ์และการพยากรณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

กลุ่มเป้าหมายของเกมส์นี้คือ ผู้จัดการปัญหาภัยธรรมชาติ (Disaster Managers) อาสาสมัคร เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยา ผู้ให้เงินสนับสนุน (Donors) ฯลฯ โดยในการเล่นเกมส์แต่ละครั้ง มีผู้ร่วมเล่นเกมส์ 36 คน และใช้เวลาในการเล่นประมาณ 45-60 นาที ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มผู้เล่น และประสบการณ์ของวิทยากรกระบวนการ (Facilitator) อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกมส์ Paying for Predictions มีดังนี้ ลูกเต๋าธรรมดา (ลูกเต๋าสีขาวจำนวน 36 อัน และลูกเต๋าสีจำนวน 12 อัน) ลูกเต่าที่มี 8 ด้าน จำนวน 12 อัน เมล็ดถั่วอย่างน้อย 360 เม็ด ถ้วยทึบ 12 ใบ ถ้วยใส 6 ใบ ก้อนหินสีแดง 20 ก้อน เอกสารแนะนำวิธีเล่นและกติกา ของรางวัลสำหรับผู้เล่นและทีมที่ชนะ โต๊ะ 6 ตัว เก้าอี้ 36 ตัว โดยจัดเตรียมสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ตามรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 รูปแบบการจัดเตรียมสถานที่สำหรับเล่นเกมส์ “Paying for Predictions”



ที่มา: Climate Centre, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

ผู้เล่นแต่ละคนได้รับลูกเต๋าสีขาวธรรมดา ซึ่งเรียกว่า Local Die 1 ลูก การ์ดซึ่งคว่ำหน้า 1 ใบ และเมล็ดถั่วจำนวน 10 เม็ด นอกจากนี้ แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 18 คน ซึ่งกระจายอยู่ที่โต๊ะ 3 ตัว โดยแต่ละกลุ่มได้รับลูกเต๋าสี ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า Regional Die จำนวน 1 ลูก และถ้วย 1 ใบ วิทยากรกระบวนการรับผิดชอบจัดการก้อนหินสีแดง ซึ่งเปรียบเสมือนเงินช่วยเหลือฉุกเฉิน (Humanitarian Assistance) การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้นอยู่กับผลของการทอยลูกเต๋า โดยกำหนดให้เหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นถ้าหากการทอยลูกเต๋าส่วนตัว (Local Die) และลูกเต๋ากลุ่ม (Regional Die) มีคะแนนรวมสูงกว่าหรือเท่ากับ 10 แต้ม

ขั้นตอนในการเล่นเกมส์ Paying for Predictions มีดังนี้[3]

(1) ผู้เล่นแต่ละกลุ่มทอยลูกเต๋า Regional Die โดยใช้ถ้วยสีทึบ ดังนั้น ผู้เล่นยังไม่ทราบผลของการทอยลูกเต๋า Regional Die ซึ่งเปรียบเสมือนผู้เล่นไม่ทราบคำพยากรณ์หรือผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ

(2) ผู้เล่นจะต้องตัดสินใจว่าจะเลือกเตรียมการก่อนน้ำท่วมหรือไม่ ในกรณีที่ตัดสินใจเตรียมการสำหรับน้ำท่วม ผู้เล่นจะต้องเสียเมล็ดถั่ว จำนวน 1 เม็ด และจะต้องแสดงตนโดยการยืนขึ้นโดยกำเมล็ดถั่วไว้ในมือ ในกรณีที่ผู้เล่นไม่ต้องการเตรียมการก่อนน้ำท่วม ผู้เล่นไม่เสียอะไร

(3) วิทยากรกระบวนการนับถอยหลังเมื่อเวลาตัดสินใจใกล้หมดลง

(4) ผู้ช่วยวิทยากรเก็บเมล็ดถั่วซึ่งเปรียบเสมือนเงินป้องกันน้ำท่วม

(5) ผู้เล่นแต่ละคนทอยลูกเต๋า Local Die

(6) วิทยากรสอบถามผู้เล่นแต่ละคนว่าใครประสบเหตุการณ์น้ำท่วมบ้างเพื่อคำนวณคะแนน:

- ในกรณีที่ผู้เล่นไม่ได้ประสบเหตุการณ์น้ำท่วม ไม่ต้องจ่ายอะไร
- ในกรณีที่ผู้เล่นประสบเหตุการณ์น้ำท่วมและไม่ได้มีการเตรียมการใดๆ ผู้เล่นท่านนั้นจะต้องจ่ายเป็นถั่วจำนวน 4 เม็ด แต่ในกรณีที่ผู้เล่นเตรียมการรับมือน้ำท่วม ผู้เล่นไม่ต้องจ่ายอะไร
- ในกรณีที่ผู้เล่นไม่มีเมล็ดถั่วเพียงพอที่จะจ่ายให้กับวิทยากรกระบวนการ ให้ผู้เล่นใช้ถั่วทั้งหมดที่ตนเองมีประกอบกับรับก้อนหินสีแดง

เป็นที่น่าสังเกตว่าการเล่นเกมส์ในรอบที่หนึ่งยังไม่มีการเผยแพร่คำพยากรณ์หรือการคาดการณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ สำหรับการเล่นเกมส์ในรอบต่อไปนั้น กำหนดให้ผู้เล่นสามารถทราบผลการทอยลูกเต๋า Regional Die ก่อนที่ตนเองจะตัดสินใจว่าจะเตรียมรับมือกับเหตุการณ์น้ำท่วมหรือไม่ โดยใช้ถ้วยใสเป็นอุปกรณ์ในการทอยลูกเต๋า อย่างไรก็ดี เนื่องจากการทำความเข้าใจคำพยากรณ์และดำเนินการใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำพยากรณ์นำมาซึ่งต้นทุน ดังนั้น กลุ่มผู้เล่นจะต้องลงทุนเพื่อแลกกับโอกาสในการทราบผลจากการทอยลูกเต๋า Regional Die เงื่อนไขที่สำคัญคือมีเพียงครึ่งหนึ่งทีมทั้งหมดที่มีสิทธิที่จะเห็นผลของการทอยลูกเต๋า Regional Die ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเตรียมการสำหรับน้ำท่วมหรือไม่ โดยใช้วิธีการ

[3] ที่มา: http://www.climatecentre.org/downloads/File/Games/paying%20for%20predictions/Paying%20for%20Predictions_Rules%20and%20Facilitation%20Guidelines.pdf

หลังจากรอบที่ 2 ให้วิทยากรกระบวนการแนะนำเงื่อนไขใหม่ โดยกำหนดว่านอกจากคำพยากรณ์หรือการคาดการณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศแล้ว ผู้เล่นแต่ละกลุ่มยังสามารถลงทุนในการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (Disaster Risk Reduction) โดยตัวอย่างกิจกรรมที่ช่วยลดความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วมคือการปลูกป่าชายเลนซึ่งช่วยลดผลกระทบของเหตุการณ์น้ำท่วมต่อชุมชน เพื่อให้ได้รับสิทธิในการปลูกป่าชายเลน วิทยากรกระบวนการจัดประมูลราคา โดยจะมีทีมที่เสนอราคาสูงสุดเพียงทีมเดียวเท่านั้นที่จะได้รับสิทธิประโยชน์นี้ ประโยชน์ที่สมาชิกของทีมที่ชนะการประมูลได้รับคือ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้นสมาชิกเสียเมล็ดถั่วเพียง 2 เม็ด แทนที่จะเป็น 4 เม็ด หลังจากนั้น เกมส์ดำเนินต่อไปตามเงื่อนไขเช่นนี้จนกระทั่งถึงรอบที่ 6

เมื่อเล่นเกมส์ถึงรอบที่ 7 ถึงเวลาที่จะแนะนำการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเกมส์ Paying for Predictions โดยกำหนดให้วิทยากรกระบวนการเปลี่ยนลูกเต๋าที่ใช้เป็น Regional Die จากลูกเต๋าธรรมดาที่มีสีต่างๆ (มีหกด้าน) เป็นลูกเต๋าชนิดพิเศษ (มีแปดด้าน) ซึ่งการเปลี่ยนลักษณะของลูกเต๋าที่ใช้เพื่อกำหนดความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมเพิ่มความเสี่ยงของน้ำท่วม (Flood Risk) หลังจากนั้น ให้เล่นเกมส์ต่อไปเรื่อยๆ ภายใต้เงื่อนไขนี้จนกระทั่งถึงรอบที่ 10 เมื่อเกมส์สิ้นสุดลง ให้ผู้เล่นแต่ละคนและแต่ละทีมนับจำนวนเมล็ดถั่วที่มี แล้วให้วิทยากรกระบวนการมอบรางวัลให้กับผู้เล่นและทีมที่มีเมล็ดถั่วเหลืออยู่มากที่สุด หลังจากนั้น ให้ผู้เล่นร่วมแสดงความคิดเห็นและบทเรียนที่ได้จากการเล่นเกมส์ Paying for Predictions

3.2.4 เกมส์วิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสภาพภูมิอากาศและความเสมอภาคระหว่างหญิงและชาย “Climate and Gender Game”

ที่ผ่านมา หลายภาคส่วนมีความกังวลว่าการเกิดภัยพิบัติจะผลให้ปัญหาความไม่เสมอภาคระหว่างหญิงและชายทวีความรุนแรงขึ้น เนื่องจากพบว่าเมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น อัตราการเสียชีวิตในกลุ่มผู้หญิงสูงกว่ากลุ่มผู้ชาย ถึงแม้ว่าปัญหาดังกล่าวอาจจะเกิดจากหลายปัจจัย แต่หลายฝ่ายมีความเห็นในทิศทางเดียวกันว่าควรผนวกปัญหาดังกล่าวไว้เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (Disaster Risk Management) ด้วยเหตุนี้ ศูนย์การศึกษาด้านภูมิอากาศ (Climate Centre) ได้ทดลองใช้กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) โดยสภากาชาดแห่งประเทศเคนยาร่วมกับ Red

---

[4] โดยผู้เล่นในแต่ละทีมบริจาคหรือช่วยอุดหนุนทีมของตัวเองในการประมูล

เกมส์ Climate and Gender ถูกออกแบบขึ้นโดยผสมผสานการตัดสินใจเกี่ยวกับการเพาะปลูกกับความแตกต่างระหว่างหญิงและชาย เกมส์นี้มีการจัดหน่วยตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบสุ่ม (Random Assignment) โดยกำหนดให้ผู้เล่นซึ่งต้องรับบทบาทเป็นเพศหญิงได้รับเมล็ดถั่วน้อยกว่า อีกทั้ง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในปริมาณที่น้อยกว่าผู้เล่นซึ่งรับบทบาทเป็นชาย อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกมส์ Climate and Gender ประกอบด้วย เชือก เมล็ดถั่ว ลูกเต๋า กรวยตัดขวาง กำไลมือ รางวัลสำหรับผู้ชนะและทีมที่ชนะ

สถานที่ซึ่งใช้สำหรับเล่นเกมส์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นบริเวณที่มีการปลูกมันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชทนแล้ง ส่วนที่สองเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และส่วนที่สามเป็นพื้นที่ปลูกข้าว การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความต้องการน้ำฝนในปริมาณที่มาก แต่ในกรณีที่เกิดน้ำท่วมหรือน้ำแล้ง ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รับความเสียหาย ดังนั้น เกษตรกรที่ต้องการป้องกันความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วมหรือภัยน้ำแล้ง ควรที่จะเลือกปลูกมันสำปะหลังหรือข้าว แต่สำหรับการลงทุนเพื่อป้องกันความเสี่ยงในลักษณะนี้ เกษตรกรจะต้องเสียเมล็ดถั่วคนละ 1 เม็ด เกษตรกรสามารถแสดงผลการตัดสินใจปลูกพืชของตนเองโดยเดินไปยังพื้นที่ส่วนที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

ขั้นตอนในการเล่นเกมส์ Climate and Gender มีดังนี้[5]

(1) แบ่งผู้เล่นออกเป็น 3 ทีม โดยทีมที่หนึ่งเป็นผู้หญิงทั้งหมด ทีมที่สองเป็นผู้ชายทั้งหมด และทีมที่สามประกอบด้วยสมาชิกทั้งหญิงและชาย กำหนดให้ทีมเหล่านี้แทนกลุ่มสหกรณ์การเกษตร และมีการใช้เชือกสองเส้นเพื่อแทนแม่น้ำซึ่งแบ่งเขตแดนระหว่างกลุ่มต่างๆ

(2) ผู้เล่นแต่ละคนได้รับเมล็ดถั่วคนละ 3 เม็ด การเล่นเกมส์แต่ละรอบแสดงถึงรอบการเพาะปลูกตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว ผู้เล่นเกมส์แต่ละคนซึ่งรับบทเป็นเกษตรกรจะต้องตัดสินใจเลือกพืชที่จะปลูกบนพื้นฐานของความน่าจะเป็นของฝนในอดีต โดยแสดงผลการตัดสินใจของตนผ่านการเดินไปยังพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง (ส่วนที่ 1) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ส่วนที่ 2) และพื้นที่ปลูกข้าว (ส่วนที่ 3)

(3) วิทยากรกระบวนการนับถอยหลังเมื่อเวลาตัดสินใจใกล้หมดลง

---

[5] ที่มา : https://understandrisk.org/sites/default/files/files/useruploads/the_climate_and_gender_game.pdf

(4) ผู้ช่วยวิทยากรเก็บเมล็ดถั่วล่วงหน้าซึ่งเปรียบเสมือนเงินป้องกันน้ำท่วมหรือน้ำแล้ง

(5) วิทยากรกระบวนการทอยลูกเต๋า ในกรณีที่ลูกเต๋าแสดงด้าน 2-5 หมายถึงในฤดูการเพาะปลูกนั้นน้ำฝนมีปริมาณที่พอเหมาะ ซึ่งในกรณีนี้ ให้ผู้ช่วยวิทยากรแจกเมล็ดถั่วให้ผู้เล่นทุกคนจำนวน 2 เม็ด ในกรณีที่ลูกเต๋าแสดงด้าน 1 หมายถึงในฤดูการเพาะปลูกนั้น เกษตรกรประสบปัญหาน้ำแล้ง เกษตรกรที่ปลูกข้าวหรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องเสียเมล็ดถั่ว 4 เม็ด ซึ่งแสดงถึงความจำเป็นในการซื้ออาหารเพื่อจุนเจือคนในครอบครัว แต่เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังได้รับเมล็ดถั่ว 2 เม็ด และในกรณีที่ลูกเต๋าแสดงด้าน 6 หมายถึงในฤดูการเพาะปลูกนั้น เกษตรกรประสบปัญหาน้ำท่วม เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังหรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องเสียเมล็ดถั่ว 4 เม็ด ซึ่งแสดงถึงความจำเป็นในการซื้ออาหารเพื่อจุนเจือคนในครอบครัว แต่เกษตรกรที่ปลูกข้าวได้รับเมล็ดถั่ว 2 เม็ดเนื่องจากข้าวเป็นพืชทนน้ำท่วม เกษตรกรที่ไม่มีเมล็ดถั่วเพียงพอที่จะมอบให้กับผู้ช่วยวิทยากรจะต้องออกจากเกมส์ไป ซึ่งแสดงถึงสถานการณ์ที่เกษตรกรจะต้องอพยพออกจากพื้นที่เพื่อหางานอื่นทำ

(6) ผู้ช่วยวิทยากรแจกหรือเก็บถั่วเมล็ดเล็กให้กับผู้เล่น

สำหรับการเล่นเกมส์ในรอบต่อๆ ไป วิทยากรกระบวนการสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของเกมส์ อาทิ การเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งวิทยากรกระบวนดำเนินการเล่นเกมส์ตามขั้นตอนเดิม เพียงแต่ในขั้นตอนที่ (5) ให้วิทยากรใช้การโยนกรวยตัดขวางในอากาศแทนที่จะทอยลูกเต๋า ซึ่งกรวยตัดขวางแสดงความน่าจะเป็นใหม่ของน้ำฝน โดยในกรณีที่ด้านที่ปากแคบของกรวยอยู่ติดกับพื้นห้อง หมายถึงมีเหตุการณ์น้ำแล้งหรือภัยแล้งเกิดขึ้น และในกรณีที่ปากด้านกว้างของกรวยอยู่ติดกับพื้นห้อง หมายถึงมีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้น

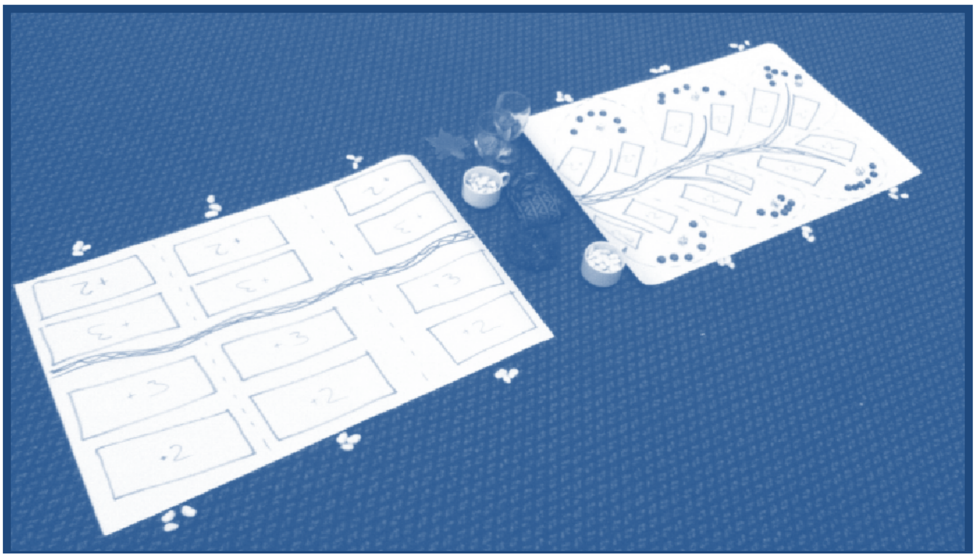
หลังจากเล่นเกมส์ผ่านไปหลายรอบ ให้วิทยากรแนะนำเงื่อนไขเกี่ยวกับความไม่เสมอภาคระหว่างหญิงและชาย โดยวิทยากรให้ผู้ช่วยแจกกำไลข้อมือแบบสุ่มให้กับกึ่งหนึ่งของผู้เล่น โดยแจ้งให้ผู้เล่นที่ได้รับกำไลข้อมือทราบว่าการมีกำไลข้อมือทำให้ผู้เล่นคนนั้นรับบทบาทเป็นผู้ชาย และผู้เล่นที่ไม่ได้รับกำไลข้อมือรับบทเป็นผู้หญิง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความไม่เสมอภาคในแง่ของการครอบครองหรือเข้าถือสินทรัพย์และการได้รับผลตอบแทนจากการทำงาน เมื่อเริ่มต้นเล่นเกมส์รอบใหม่ กำหนดให้ผู้เล่นซึ่งรับบทบาทเป็นผู้หญิงได้รับเมล็ดถั่วจากผู้ช่วยวิทยากรในปริมาณที่น้อยกว่าผู้เล่นที่รับบทเป็นผู้ชาย หลังจากนั้นให้วิทยากรดำเนินการตามขั้นตอนการเล่นเกมส์เช่นเดิม เมื่อเกมส์สิ้นสุดลง ผู้เล่นซึ่งมีเมล็ดถั่วเหลือมากที่สุดเป็นผู้ชนะและได้รับรางวัล นอกจากนี้ กลุ่มสหกรณ์การเกษตรซึ่งมีสมาชิกกลุ่มเหลือจำนวนมากที่สุดได้รับรางวัลสหกรณ์ยอดเยี่ยม หลังจากนั้น วิทยากรกระบวนการเปิดโอกาสให้ผู้เล่นแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการเล่นเกมส์ บทบาทของเพศ และประเด็นอื่นๆ ปัจจุบัน สภากาชาดแห่ง

3.2.5 เกมส์การจัดการภัยธรรมชาติโดยชุมชนต้นน้ำและชุมปลายน้ำ "Upstream vs. Downstream"

เกมส์ Upstream vs. Downstream เป็นบอร์ดเกมส์ซึ่งสมมติให้ผู้เล่นรับบทบาทเป็นเกษตรกรซึ่งอาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำหรือปลายน้ำ โดยผู้เล่นแต่ละคนจะต้องตัดสินใจเกี่ยวกับพืชที่จะปลูก การบริหารจัดการที่ดิน และหาวิธีรับมือกับปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้งเพื่อความอยู่รอดของครอบครัว วัตถุประสงค์ของเกมส์นี้คือเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของการตัดสินใจของชุมชนต้นน้ำต่อชุมชนปลายน้ำ อิทธิพลของข้อมูลเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการเกิดน้ำท่วมหรือน้ำแล้งต่อการตัดสินใจของเกษตรกร รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระโยชน์และ Trade-offs ของการเตรียมการภายใต้บริบทของความแปรปรวนทางอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โดยในการเล่นเกมส์แต่ละครั้ง มีผู้ร่วมเล่นเกมส์ 12 คน และใช้เวลาในการเล่นประมาณ 90 นาที อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกมส์นี้ประกอบด้วย แผ่นกระดานเล่นเกมส์ (Game Board) เมล็ดถั่วจำนวน 100 เม็ด ลูกเต๋าสีขาวจำนวน 6 ลูก ลูกเต๋าแบบสีจำนวน 1 ลูก เหรียญสีเขียวจำนวน 100 เหรียญ และเหรียญสีน้ำตาลจำนวน 100 เหรียญ (รูปที่ 3.8)

รูปที่ 3.8 อุปกรณ์สำหรับเกมส์ "Upstream vs. Downstream"



ที่มา: Climate Centre, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

คำอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมส์[6]

- **เมล็ดถั่ว:** กำหนดให้ที่ดินแต่ละแปลงใช้เมล็ดถั่วเพียง 1 เม็ด เพื่อปลูกพืช สำหรับที่ดินแปลงที่มีความอุดมสมบูรณ์ (Fertile Land) เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ด สำหรับที่ดินแปลงที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเมล็ดถั่วจำนวน 1 เม็ด นอกจากนี้ เกษตรกรแต่ละรายจะต้องจ่ายเป็นเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ด ไว้สำหรับเลี้ยงดูสมาชิกในครอบครัว
- **เกษตรกร:** เกษตรกรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรต้นน้ำ ซึ่งเริ่มต้นจากการมีเมล็ดถั่วจำนวน 3 เม็ด ต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่ (Mature Tree) จำนวน 6 ต้น และลูกเต๋าสีขาว 1 ลูก เกษตรกรปลายน้ำเริ่มต้นจากการมีเมล็ดถั่วจำนวน 3 เม็ด และต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่จำนวน 1 ต้น
- **ต้นไม้:** เกษตรกรสามารถปลูกกล้าไม้ (Young Tree) โดยใช้เมล็ดถั่วจำนวน 1 เม็ด ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของต้นไม้จากต้นกล้าถึงระดับที่เติบโตเต็มที่ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 ปี เกษตรกรสามารถตัดต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่เท่านั้น และสามารถขายต้นไม้ดังกล่าวเพื่อแลกกับเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ด เงื่อนไขที่กำหนดไว้คือ เกษตรกรสามารถซื้อ/ขายต้นไม้หลังจากที่จ่ายเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ด ซึ่งไว้ใช้สำหรับเลี้ยงดูสมาชิกในครอบครัว
- **ลูกเต๋า:**
  - ลูกเต๋าสีของวิทยากรกระบวนการ (Regional Die) แสดงถึงรูปแบบหรือลักษณะของน้ำฝนในระดับภูมิภาค ถ้าลูกเต๋าแสดงด้าน 1 หมายถึงกลุ่มเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง และถ้าลูกเต๋าแสดงด้าน 2-6 หมายถึงปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ
  - ลูกเต๋าของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ (Local Die) กำหนดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่หรือท้องถิ่น กำหนดให้เกษตรกรต้นน้ำไม่ประสบปัญหาภัยแล้ง แต่ถ้าผลรวมของการทอยลูกเต๋า Regional และ Local มากกว่าหรือเท่ากับ 10 เกษตรกรต้นน้ำประสบปัญหาน้ำท่วม ซึ่งส่งผลให้เมล็ดถั่วที่ปลูกทั้งหมดบนที่ดินแปลงที่มีความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ปลายน้ำได้รับความเสียหาย

---

[6] ที่มา: http://www.climatecentre.org/site/upstream-downstream

- ในกรณีที่เกษตรกรต้นน้ำมีต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ต้น จะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้น ถ้าผลรวมของการทอยลูกเต๋า Regional และ Local มากกว่าหรือเท่ากับ 9

ขั้นตอนในการเล่นเกมส์ Upstream vs. Downstream แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้[7]

ส่วนที่ 1 กลุ่มเกษตรกรปลายน้ำ

(1) เกษตรกรปลายน้ำแต่ละคนมีที่ดิน 2 แปลง แปลงที่ติดกับแม่น้ำเป็นแปลงที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่วนแปลงที่ห่างจากแม่น้ำเป็นแปลงที่ไม่มีความอุดมสมบูรณ์ เกษตรกรแต่ละคนเริ่มต้นจากเมล็ดถั่วจำนวน 3 เม็ด และต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่ 1 ต้น

(2) เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์เมล็ดถั่วเพื่อปลูกต้นไม้ เพื่อไว้เลี้ยงดูสมาชิกในครอบครัว หรือเพื่อซื้อต้นกล้าของต้นไม้

(3) เกษตรกรที่ปลูกเมล็ดถั่วบนที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะได้รับเมล็ดถั่ว 2 เม็ด ถ้าน้ำฝนมีปริมาณที่พอเหมาะ ในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกบนพื้นที่ซึ่งขาดความอุดมสมบูรณ์จะได้รับผลผลิตเป็นเมล็ดถั่วจำนวน 1 เม็ด ถ้าน้ำฝนอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ

(4) เกษตรกรสามารถตัดต้นไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วขายเพื่อแลกกับเมล็ดถั่วจำนวน 4 เม็ด

(5) เกษตรกรสามารถซื้อกล้าต้นไม้โดยใช้ถั่วจำนวน 1 เม็ด ต้นกล้าไม้เหล่านี้ใช้เวลาการเล่นเกมส์ 3 รอบ เพื่อที่จะเติบโตเต็มที่ ก่อนที่เกษตรกรจะสามารถตัดไม้เพื่อขายได้

(6) วิทยากรกระบวนการเริ่มนับถอยหลังเพื่อแจ้งให้เกษตรกรปลายน้ำทราบว่าเวลาในการตัดสินใจปลูกพืชและซื้อต้นไม้กำลังจะหมดลง

(7) วิทยากรกระบวนการทอยลูกเต๋า Regional

(8) ในกรณีที่ลูกเต๋าปรากฏด้าน 2-6 เกษตรกรปลายน้ำทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งอยู่ในรูปของเมล็ดถั่ว แต่ถ้าลูกเต๋าปรากฏด้าน 1 เกษตรกรปลายน้ำสูญเสียเมล็ดถั่วและกล้าต้นไม้

(9) เกษตรกรปลายน้ำแต่ละรายมอบเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ดให้กับวิทยากรกระบวนการเพื่อนำเมล็ดถั่วดังกล่าวไปเลี้ยงดูสมาชิกในครัวเรือนของเกษตรกร ในกรณีที่เกษตรกรไม่มีเมล็ดถั่วเพียงพอที่จะจ่ายให้กับวิทยากรกระบวนการ เกษตรกรผู้นั้นจะต้องขายต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่แล้วอพยพไปอยู่ในเมือง (ออกจากเกมส์)

---

[7] ที่มา: http://www.climatecentre.org/site/upstream-downstream

(10) ผู้เล่นซื้อ/ขายต้นไม้

ส่วนที่ 2 กลุ่มเกษตรกรต้นน้ำ

(1) ณ ช่วงต้นเกมส์ เกษตรกรต้นน้ำได้รับเมล็ดถั่วจำนวน 3 เม็ด ที่ดินซึ่งขาดความอุดมสมบูรณ์ 1 แปลง ลูกเต๋า Local จำนวน 1 ลูก และต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่ 6 ต้น โดยเกษตรกรต้นน้ำสามารถขายต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่ ต้นไม้ 1 ต้น สามารถแลกเมล็ดถั่วได้ 4 เม็ด หรือสามารถซื้อกล้าไม้โดยใช้เมล็ดถั่ว 1 เม็ด กำหนดให้กล้าไม้ใช้เวลา 3 รอบเกมส์ ในการเจริญเติบโตก่อนที่จะสามารถตัดและนำไปขายได้

(2) วิทยากรกระบวนการแจ้งให้เกษตรกรต้นน้ำใช้เมล็ดถั่วปลูกต้นไม้และเริ่มนับถอยหลังเมื่อเวลาในการตัดสินใจใกล้หมดลง

(3) วิทยากรทอยลูกเต๋า Regional เพื่อกำหนดลักษณะและปริมาณน้ำฝน ถ้าลูกเต๋า Regional ปรากฏด้าน 2-6 วิทยากรมอบเมล็ดถั่วให้กับเกษตรกร แต่ถ้าลูกเต๋าปรากฏด้าน 1 วิทยากรเก็บเมล็ดถั่วและกล้าต้นไม้จากเกษตรปลายน้ำ สมมติให้เกษตรกรต้นน้ำไม่ประสบปัญหาน้ำแล้ง

(4) ในกรณีที่ลูกเต๋า Regional ปรากฏด้าน 2-6 วิทยากรแจ้งให้เกษตรกรต้นน้ำทอยลูกเต๋า Local และให้เกษตรกรต้นน้ำแสดงตัวถ้าตัวเองประสบปัญหาน้ำท่วม (ถ้าผลรวมของการทอยลูกเต๋า Regional และ Local มากกว่าหรือเท่ากับ 10) โดยเมล็ดถั่วที่เกษตรกรต้นน้ำซึ่งประสบปัญหาน้ำท่วมปลูกได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมจึงต้องมอบเมล็ดถั่วซึ่งได้รับความเสียหายให้กับวิทยากร

(5) ในกรณีที่เกษตรกรต้นน้ำจำนวน 3 คน ประสบภัยน้ำท่วม หมายถึงเกิดน้ำท่วมในพื้นที่บริเวณปลายน้ำด้วยเช่นกัน ถ้าเป็นเช่นนี้ เกษตรกรในพื้นที่ปลายน้ำต้องมอบเมล็ดถั่วซึ่งเป็นตัวแทนต้นที่เสียหายจากน้ำท่วมให้กับวิทยากร

(6) วิทยากรประกาศว่าเกษตรกรแต่ละคนต้องบริโภคเมล็ดถั่วจำนวน 2 เม็ด ต่อคน ถ้าเกษตรกรท่านใดมีจำนวนเมล็ดถั่วไม่เพียงพอ เกษตรกรท่านนั้นจะต้องขายต้นไม้ที่เติบโตเต็มที่หรือออกจากเกมส์

(7) วิทยากรถามเกษตรกรว่าใครต้องการที่จะซื้อ/ขาย ต้นไม้

หลังจากนั้น เกมส์ดำเนินต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงรอบที่ 7 ซึ่งมีการเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการในการเล่นเกมส์ โดยกำหนดให้วิทยากรเปลี่ยนจากลูกเต๋าธรรมดาซึ่งมี 6 ด้าน เป็นลูกเต๋าชนิดพิเศษ ซึ่งมี 8 ด้าน เงื่อนไขดังกล่าวส่งผลให้ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมสำหรับพื้นที่ต้นน้ำสูงขึ้นในขณะที่ความน่าจะเป็นในการเกิดภัยแล้งในพื้นที่ปลายน้ำลดลงจาก 1/6 เป็น 1/8

3.3 สรุปบทเรียนจากการทบทวนเครื่องมือเกมส์ที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ

เครื่องมือเกมส์ต่างๆ ที่คณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมไว้นั้น มีรูปแบบ องค์ประกอบ เงื่อนไข และขั้นตอนที่แตกต่างกัน อีกทั้ง พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน เพื่อใช้ประโยชน์จากการทบทวนเครื่องมือเกมส์เหล่านี้ คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ประโยชน์และจุดเด่นของแต่ละเกมส์เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ ผลการวิเคราะห์นำเสนอไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สรุปบทเรียนจากการทบทวนเครื่องมือเกมส์ต่างๆ ที่ใช้เสริมสร้างความเข้าใจและความตระหนักเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เกมส์	สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงและการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน	ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เล่น (Peer-to-Peer Learning)	สร้างความตระหนักเกี่ยวกับความสำคัญของการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศล่วงหน้า	สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างชุมชน (Bridging Process)	สร้างความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศและมิติทางสังคม
Before the Storm		✓	✓		
Dissolving Disasters	✓	✓			
Paying for Prediction	✓		✓		
Climate and Gender	✓				✓
Upstream vs. Downstream				✓	

ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2557)

บทที่ 4

ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ใช้ขอบเขตการปกครองเป็นหลักในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่มีการจัดเก็บข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง ดังนั้น คำว่า “พื้นที่ทุ่งระโนด” ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่ศึกษาจะหมายถึงพื้นที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และระบบการปลูกข้าวในทุ่งระโนด ซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษานี้จึงหมายถึงการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนด

เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลทั่วไปของพื้นที่อำเภอระโนด ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ส่วน ได้แก่ ที่ตั้งและอาณาเขต ลักษณะภูมิอากาศ แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนด สภาพเศรษฐกิจและสังคม สภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนด และผลกระทบของปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง ต่อการปลูกข้าวในอำเภอระโนด

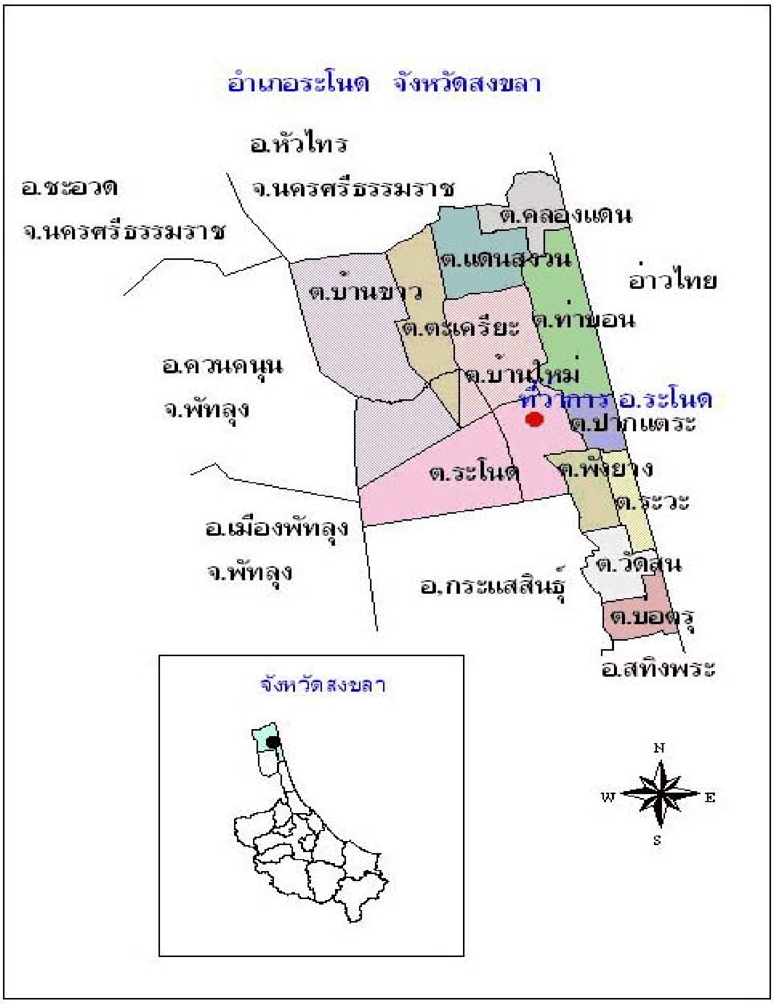
4.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

อำเภอระโนด ตั้งอยู่ทางทิศเหนือสุดของจังหวัดสงขลา อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดสงขลา ประมาณ 106 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 683.40 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 427,122 ไร่ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มมีน้ำท่วมขังในระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม เป็นพื้นที่ 2 ทะเล คือ ทะเลสาบสงขลา และทะเลอ่าวไทย โดยมีระยะติดต่อชายฝั่ง ทะเลอ่าวไทย ประมาณ 64 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อพื้นที่อื่นๆ ดังนี้ (รูปที่ 4.1)

ทิศเหนือ	จรด	อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศใต้	จรด	อำเภอสทิงพระ และอำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา
ทิศตะวันออก	จรด	อ่าวไทย
ทิศตะวันตก	จรด	ทะเลสาบสงขลา ทะเลน้อย อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง

อำเภอระโนด แบ่งพื้นที่การปกครองเป็น 12 ตำบล 73 หมู่บ้าน ได้แก่ (1) ตำบลระโนด มี 7 หมู่บ้าน (2) ตำบลบ้านขาว มี 6 หมู่บ้าน (3) ตำบลระวะ มี 7 หมู่บ้าน (4) ตำบลบ้านใหม่ มี 9 หมู่บ้าน (5) ตำบลแดนสงวนมี 5 หมู่บ้าน (6) ตำบลท่าบอน มี 10 หมู่บ้าน (7) ตำบลพังยาง มี 4 หมู่บ้าน (8) ตำบลปากแตระ มี 6 หมู่บ้าน (9) ตำบลตะเครียะ มี 5 หมู่บ้าน (10) ตำบลวัดสน มี 4 หมู่บ้าน (11) ตำบลบ่อตรุ มี 5 หมู่บ้าน และ (12) ตำบลคลองแดน มี 5 หมู่บ้าน ด้านการปกครองส่วนท้องถิ่น มีเทศบาลตำบล จำนวน 2 แห่ง คือ เทศบาลตำบลระโนด และ เทศบาลตำบลบ่อตรุ มีองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 11 แห่ง

รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงขอบเขตของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา



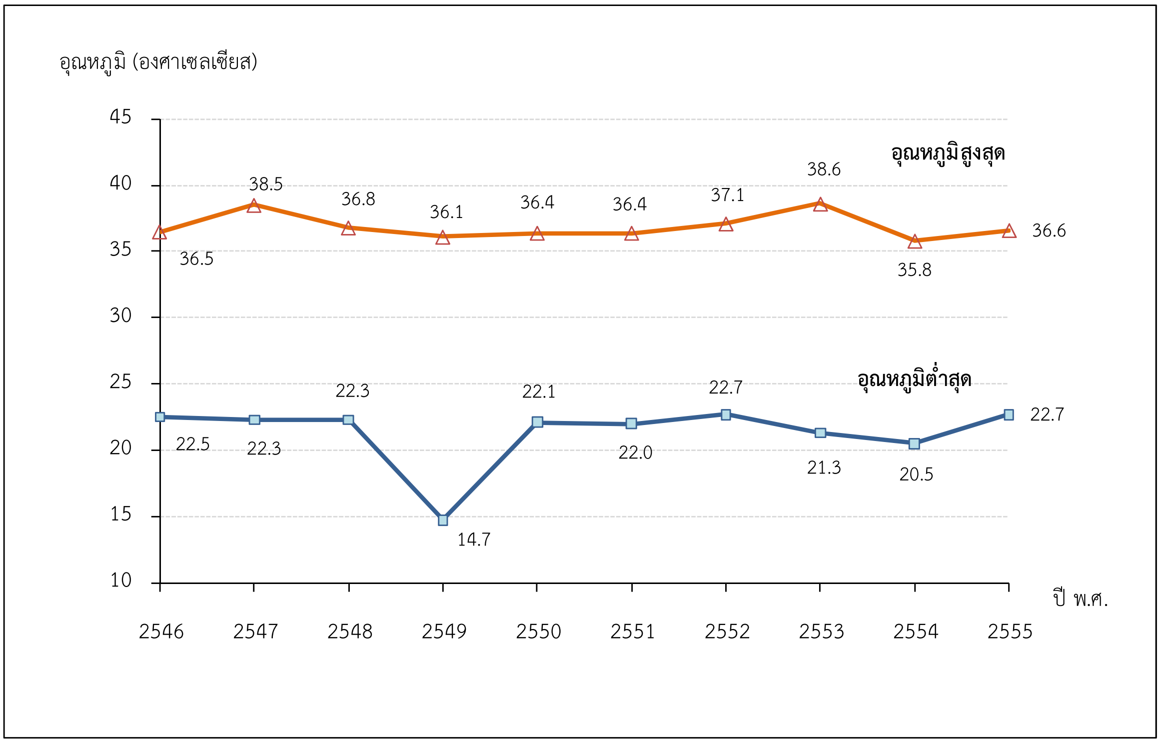
ที่มา : ที่ว่าการอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

(http://www.ranot-sk.go.th/index.php?cmd=map ดาวน์โหลดเมื่อ วันที่ 14 มกราคม 2557)

4.2 ลักษณะภูมิอากาศ

อำเภอระโนดอยู่ในมรสุมเขตร้อนซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูกาลของอำเภอระโนดแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม แบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย ช่วงนี้มีฝนตกน้อย ระยะที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ช่วงนี้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านอ่าวไทย ทำให้ฝนตกชุก เดือนที่ฝนตกมากที่สุด คือ เดือนพฤศจิกายน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ช่วงนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออก ซึ่งเป็นลมร้อนและชื้น ทำให้อากาศร้อน โดยเดือนเมษายนจะมีอากาศร้อนที่สุด ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 36.81 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.58 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.2)

รูปที่ 4.2 สถิติอุณหภูมิ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2546-2555



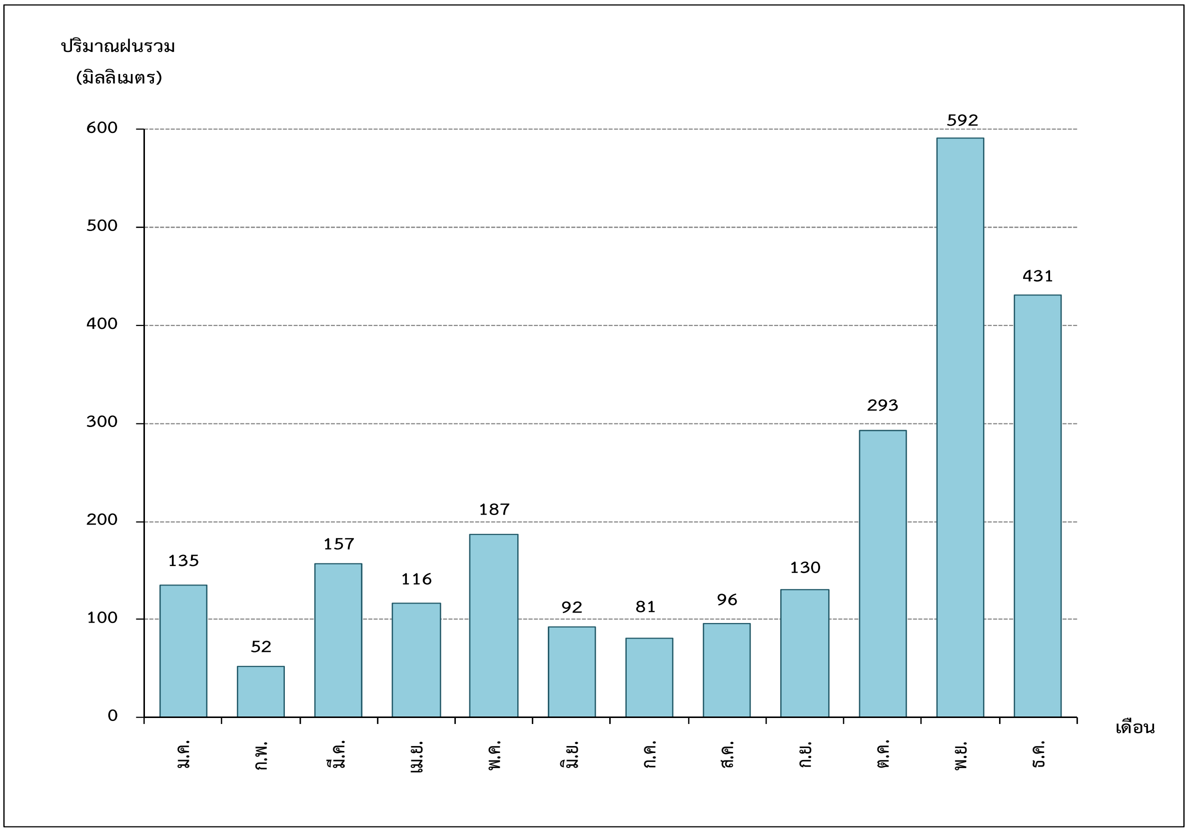
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2556)

4.3 แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร

แหล่งน้ำสำหรับใช้เพื่อการเกษตรในพื้นที่อำเภอระโนด ประกอบด้วย แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ น้ำฝน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำจากระบบชลประทานซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

จากสถิติปริมาณน้ำฝนในพื้นที่อำเภอระโนดในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2526-2555) ณ จุดตรวจวัดหน้าสำนักงานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่ามีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 2,362 มิลลิเมตร เดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฝนตกสูงสุด 592 มิลลิเมตร และเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุด 52 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.3) นอกจากนี้ ในพื้นที่อำเภอระโนดยังมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สามารถนำน้ำมาใช้เพื่อการเกษตรได้ อาทิ คลองระโนด คลองกก คลองผักกูด คลองตะเครียะ คลองโพธิ์ คลองปากระวะ

รูปที่ 4.3 ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนในรอบ 30 ปี (ปีพ.ศ. 2526-2555)



หมายเหตุ: ปริมาณน้ำฝน ณ จุดตรวจวัดหน้าสำนักงานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนดกระแสสินธุ์ สำนักชลประทานที่ 16 (2556)

สำหรับน้ำเพื่อการเกษตรจากระบบชลประทาน อำเภอระโนดตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออกของทะเลสาบสงขลา โดยเป็นพื้นที่ที่อยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (ระโนดและปากระวะ) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ สำนักชลประทานที่ 16 มีที่ตั้งอยู่ที่ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา มีพื้นที่รับประโยชน์จากโครงการฯ 152,000 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่รวม 2 จังหวัด คือ จังหวัดสงขลา 149,000 ไร่ และ จังหวัดนครศรีธรรมราช 3,000 ไร่ ประกอบด้วยโครงการทุ่งระโนด 115,000 ไร่ โดยในระยะแรกครอบคลุมพื้นที่ 60,000 ไร่ และระยะที่สอง ครอบคลุมพื้นที่ 55,000 ไร่ ประตูระบายน้ำปากระวะ 30,000 ไร่ และฝายระวะ 7,000 ไร่ เอื้อประโยชน์ต่อครัวเรือนในพื้นที่ จำนวน 4,700 ครัวเรือน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 โครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยฝั่งตะวันออก ภายใต้การดูแลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

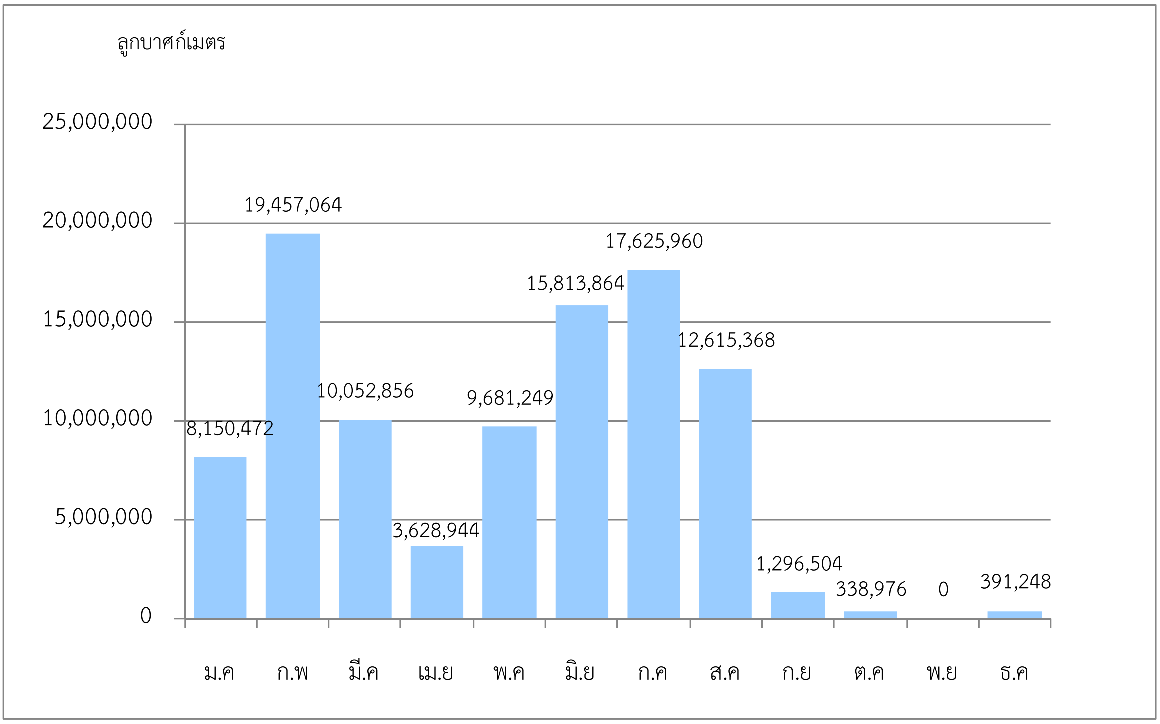
โครงการ	ที่ตั้งหัวงาน			สร้างเสร็จ	พื้นที่ชลประทาน	จำนวนครัวเรือน
ประตูระบายน้ำปากระวะ	สงขลา	ระโนด	ระวะ	2498	30,000	1,450
ฝายบ้านระวะ	สงขลา	ระโนด	ระวะ	2516	7,000	340
ระโนดระยะที่ 1	สงขลา	ระโนด	บ้านขาว	2522	60,000	2,910
ระโนดระยะที่ 2	สงขลา	ระโนด	-	-	55,000	-

หมายเหตุ: ทั้ง 4 โครงการ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์
ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (ระโนดและปากระวะ) แบ่งออกเป็น 2 หน่วยส่งน้ำและบำรุงรักษา คือ หนึ่ง หน่วยส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (ระโนด) มีพื้นที่รับประโยชน์ทั้งสิ้น 115,000 ไร่ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา จำนวน 112,000 ไร่ และมีพื้นที่บางส่วนอยู่ในเขต ตำบลควนชลิก อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3,000 ไร่ สอง หน่วยส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 (ปากระวะ) เป็นโครงการประเภทเก็บกักน้ำและระบายน้ำ ตลอดจนป้องกันน้ำเค็ม โดยมีการควบคุมเปิด-ปิดบานระบายให้เหมาะสมในช่วงน้ำขึ้นและน้ำลง ทำให้ลดผลกระทบจากปัญหาน้ำทะเลหนุนประมาณ 30,000 ไร่ สำหรับฝายระวะเป็นโครงการประเภทเก็บกักน้ำและระบายน้ำให้เกษตรกรบริเวณบ้านระวะ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา มีพื้นที่รับประโยชน์ 7,000 ไร่

ปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพื้นที่การเกษตรของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ อำเภอระโนด เฉลี่ยปีละประมาณ 99 ล้านลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ย 10 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556) โดยมีปริมาณการสูบน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพื้นที่การเกษตรในเขตความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (เฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2547-2556)

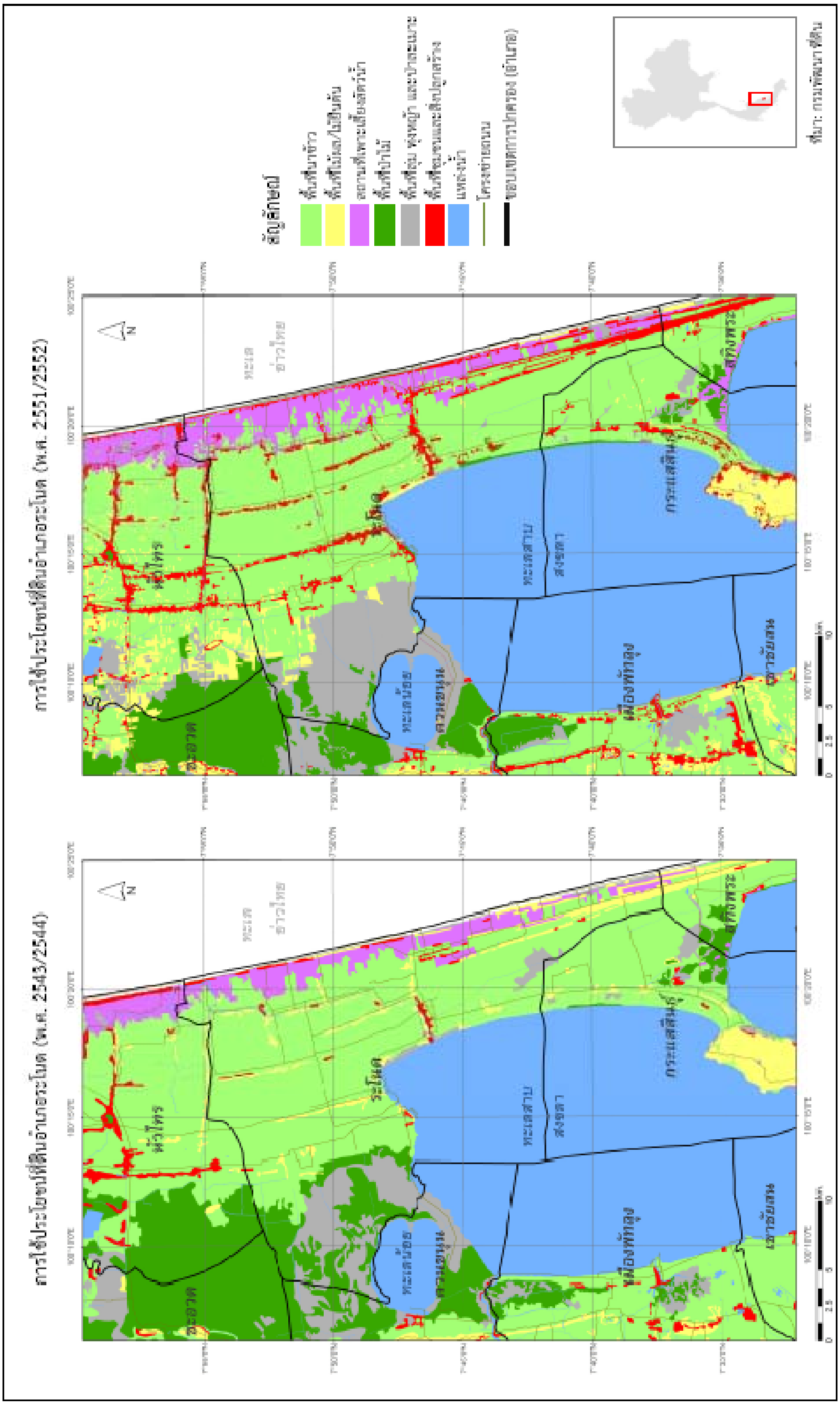


ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนด

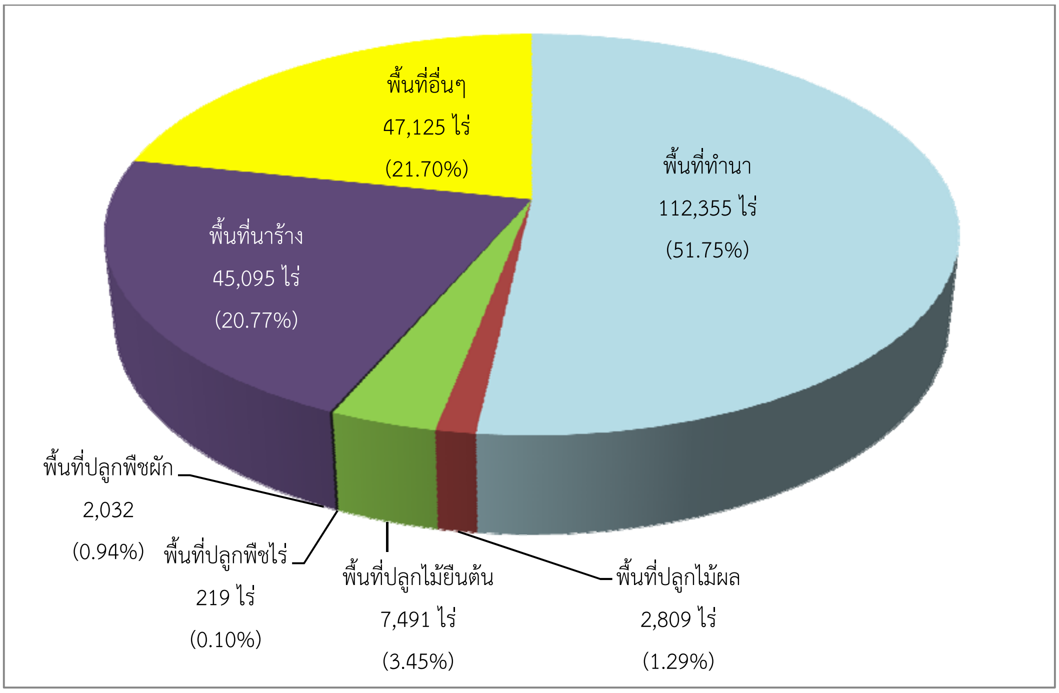
การใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนดในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ระหว่างปี พ.ศ. 2543/2544-2552/2553 (กรมพัฒนาที่ดิน) พบว่า พื้นที่นามีแนวโน้มลดลงอันเนื่องมาจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป รูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่นาข้าวในอำเภอระโนดถูกเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้ เป็นผลมาจากการขยายตัวของชุมชนเมืองและพื้นที่ที่อยู่อาศัย ราคาสัตว์น้ำ เช่น ราคากุ้งกุลาดำที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลานั้น นอกจากนี้ การขยายตัวทางเศรษฐกิจของอำเภอระโนดทำให้มีการพัฒนาถนนเพื่อความสะดวกในการเดินทางและขนส่งสิ่งค้าได้รวดเร็วขึ้น ผลที่ตามมาคือมีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งขนาดเล็กและขนาดกลางเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในบางตำบลของอำเภอระโนด อาทิ อุตสาหกรรมผลิตอาหารแช่แข็งหรือห้องเย็น อุตสาหกรรมผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูป อุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น

รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอระโนด ปี พ.ศ. 2543/2544 และ 2552/2553



ในปี พ.ศ. 2553 อำเภอระโนดมีพื้นที่ทั้งหมด 427,122 ไร่ เป็นพื้นที่ที่มีการถือครองจำนวน 260,577 ไร่ ในส่วนนี้เป็นพื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตร 221,620 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่ทำการเกษตรจำนวน 217,126 ไร่ เป็นพื้นที่ทำนา 112,355 ไร่ หรือ ร้อยละ 51.75 ของพื้นทำการเกษตรทั้งหมด พื้นที่ นาร้าง ร้อยละ 20.77 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น ร้อยละ 3.45 พื้นที่ปลูกไม้ผล ร้อยละ 1.29 พื้นที่ปลูกพืชผัก ร้อยละ 0.94 พื้นที่ปลูกพืชไร่ ร้อยละ 0.10 และ พื้นที่อื่นๆ ร้อยละ 21.70 (รูปที่ 4.6)

รูปที่ 4.6 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2553



ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (2557)

จากการสำรวจข้อมูลของสำนักงานเกษตรอำเภอระโนดในปี พ.ศ. 2553 พบว่า ตำบลที่มีพื้นที่ทำนามากกว่าครึ่งของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด ได้แก่ ตำบลแดนสงวน ร้อยละ 95.17 ตำบลพังยาง ร้อยละ 95.01 ตำบลตะเครียะ ร้อยละ 88.70 ตำบลบ้านใม่ ร้อยละ 78.50 ตำบลบ้านขาว ร้อยละ 73.67 ตำบลระโนด ร้อยละ 67.25 และ ตำบลวัดสน ร้อยละ 52.29 ส่วนตำบลที่มีพื้นที่นาร้างสูงสุด ได้แก่ ตำบลระวะ ร้อยละ 70.85 และ ตำบลท่าบอน ร้อยละ 59.66 (ตารางที่ 4.2) ทั้งนี้ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ในทั้งสองตำบลมีการปรับเปลี่ยนการปลูกข้าวไปประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งขาว

ตารางที่ 4.2 การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของอำเภอระโนด แยกตามรายตำบล ปี 2553

(หน่วย: ไร่)

ตำบล	ทำนา	นาร้าง	ไม้ผล	ไม้ยืนต้น	พืชไร่	ผัก	อื่นๆ
ระโนด	12,400	2,080	405	415	-	135	3,005
บ้านขาว	16,400	-	63	4,919	-	655	225
ระวะ	1,100	12,940	517	172	-	19	3,515
บ้านใหม่	22,000	-	250	448	-	560	4,762
แดนสงวน	16,500	-	127	222	-	100	389
ท่าบอน	1,453	27,035	265	55	-	45	16,461
พังยาง	10,796	234	83	235	-	15	-
ปากแตระ	1,680	-	52	120	39	11	4,800
ตะเครียะ	15,834	-	140	600	160	360	758
วัดสน	4,635	1,523	392	185	20	45	2,064
บ่อตรุ	2,200	1,283	330	120	-	-	3,080
คลองแดน	7,357	-	185	-	-	87	8,066

ที่มา : สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (http://ranot.songkhla.doae.go.th, 10 มกราคม 2557)

4.5 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

4.5.1 ลักษณะทั่วไปของประชากร

อำเภอระโนดมีครัวเรือนทั้งสิ้น 16,839 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนเกษตรกรจำนวน 8,284 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 49.20 ของครัวเรือนทั้งหมด และมีครัวเรือนที่ทำนาข้าว 5,153 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.20 มีประชากรทั้งหมด 74,574 คน เป็นเพศชาย ร้อยละ 49.50 และเป็นเพศหญิง ร้อยละ 50.50 ประมาณครึ่งหนึ่งของประชากร มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีสมาชิกเฉลี่ยต่อครัวเรือน 4 คน (ตารางที่ 4.3)

ด้านการศึกษา จากข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2ค) ของกรมพัฒนาชุมชน ปี พ.ศ. 2554 พบว่า ประชากรในอำเภอระโนดที่เรียนจบแล้วไม่ได้เรียนต่อ ร้อยละ 63.38 จบการศึกษาภาคบังคับ และ ร้อยละ 36.62 จบการศึกษาสูงกว่าภาคบังคับ ส่วนผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับต่างๆ พบว่า ร้อยละ 71.44 กำลังศึกษาอยู่ในช่วงประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย และ ร้อยละ 20.08 กำลังศึกษาอยู่ในระดับอนุปริญญา ปริญญาตรีหรือสูงกว่า ประชากรในอำเภอระโนดมีรายได้เฉลี่ยปีละ 85,000 บาทต่อครัวเรือน โดยมีรายจ่ายของครัวเรือนเฉลี่ยปีละ 50,000 บาทต่อปี มีหนี้สินเฉลี่ย 50,000 บาทต่อครัวเรือน โดยเป็นหนี้ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) ร้อยละ 52.17

สำหรับแรงงานในภาคการเกษตร จากการสำรวจของสำนักงานเกษตรอำเภอระโนด ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตรเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน แรงงานภาคการเกษตรในพื้นที่อำเภอระโนดได้รับค่าจ้างประมาณ 120-200 บาทต่อคนต่อวัน โดยมีการจ้างงานระหว่างครัวเรือนในหมู่บ้านเดียวกัน ร้อยละ 63.33 และจ้างแรงงานนอกหมู่บ้าน ร้อยละ 36.67 (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในพื้นที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2554

รายการ	หน่วย	ร้อยละ
ครัวเรือนทั้งหมด (ครัวเรือน)	16,839	100.00
- ครัวเรือนเกษตรกร	8,284	49.20
- ครัวเรือนที่ทำนาข้าว	5,153	62.20
ประชากรทั้งหมด (คน)	74,574	100.00
- ชาย	36,914	49.50
- หญิง	37,660	50.50
อายุ (คน)		
- น้อยกว่า 5 ปี	5,393	7.23
- 6-17 ปี	20,390	27.34
- 18-49 ปี	13,096	17.56
- 50-60 ปี	14,268	19.13
- มากกว่า 60 ปี	21,427	28.73

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

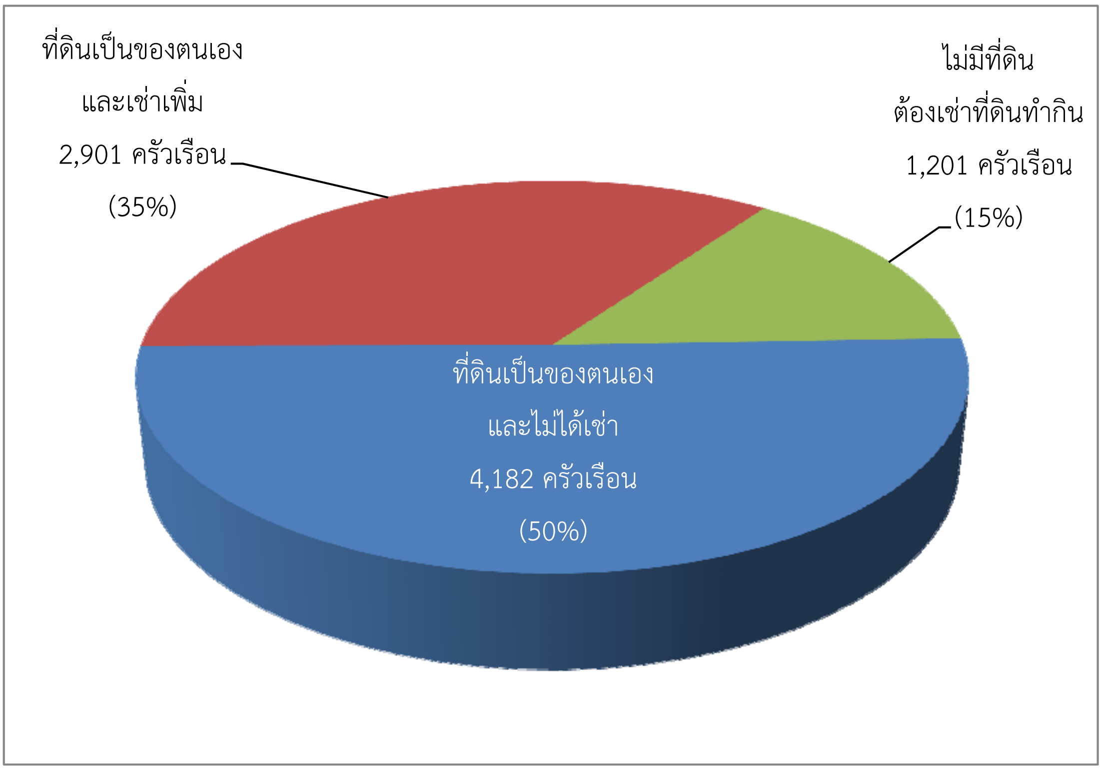
รายการ	หน่วย	ร้อยละ
การศึกษา (คน)		
การศึกษาสูงสุด (เฉพาะคนที่เรียนจบแล้วไม่ได้เรียนต่อ)	25,383	100.00
- จบการศึกษาภาคบังคับ	20,341	63.38
- จบการศึกษาสูงกว่าภาคบังคับ	5,042	36.62
ระดับการศึกษา (เฉพาะคนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับต่างๆ)	12,610	100.00
- ก่อนประถมศึกษา	1,069	8.48
- ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3	5,921	46.95
- มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	3,088	24.49
- อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	1,119	8.87
- ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	1,413	11.21
รายได้ รายจ่าย และ หนี้สิน		
- รายได้ของครัวเรือนเฉลี่ย (บาท/ปี)	85,000	-
- รายจ่ายของครัวเรือนเฉลี่ย (บาท/ปี)	50,000	-
- หนี้สินเฉลี่ย (บาท/ครัวเรือน)	50,000	-
แรงงานภาคการเกษตร		
- แรงงานครัวเรือนเฉลี่ย (คน/ครัวเรือน)	2	-
- ค่าจ้าง (บาท/คน/วัน)	120-200	-
- มีการจ้างงานระหว่างครัวเรือน (ร้อยละ)	-	63.33
- มีการจ้างงานนอกหมู่บ้าน (ร้อยละ)	-	36.67
สัดส่วนเกษตรกรที่เป็นหนี้จำแนกตามแหล่งสินเชื่อของเกษตรกร (%)		
- ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.)	-	52.17
- สหกรณ์การเกษตรอำเภอระโนด	-	25.00
- เพื่อนบ้าน พ่อค้า โรงสี	-	10.00
- ธนาคารพานิชย์และอื่นๆ	-	12.83

ที่มา : ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2554 กรมพัฒนาชุมชน และ สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (2553)

4.5.2 สิทธิในที่ดินทำกิน

ลักษณะการถือครองที่ดินทำการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอระโนด ร้อยละ 50 ของครัวเรือนเกษตรกรมีที่ดินเป็นของตนเองและไม่ได้เช่า ร้อยละ 35 มีที่ดินเป็นของตนเองและเช่าเพิ่มเพื่อทำการเกษตร และ ร้อยละ 15 ไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง ต้องเช่าที่ดินทำกิน โดยเกษตรกรมีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นที่ของตนเองเฉลี่ย 14 ไร่ต่อครัวเรือน (รูปที่ 4.7)

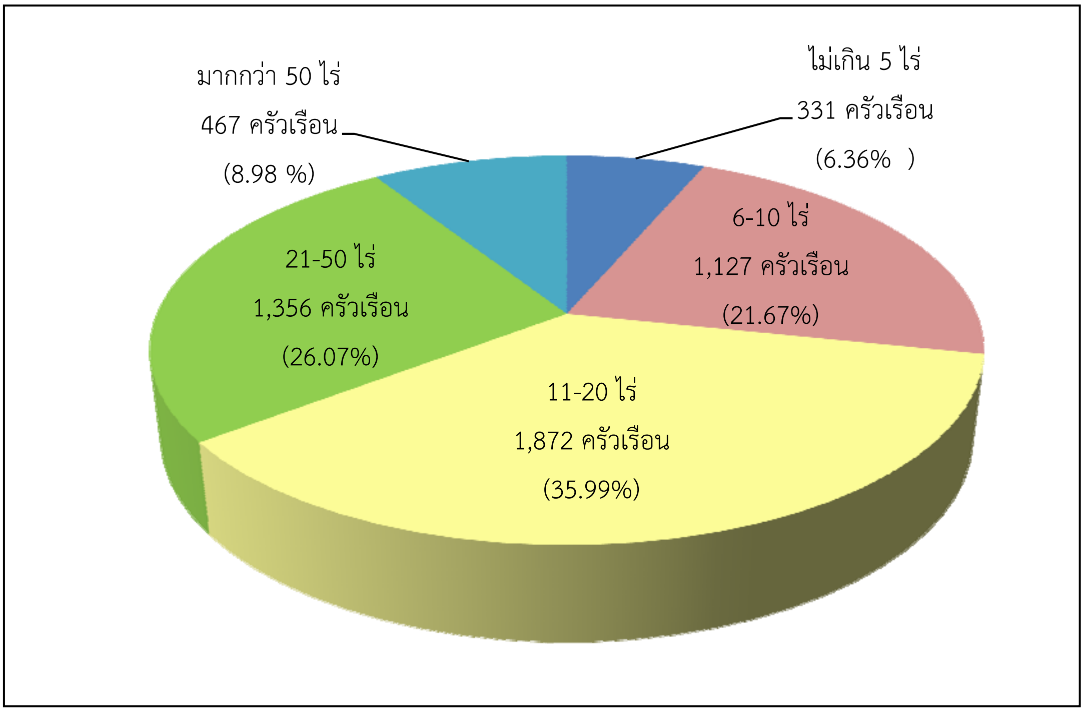
รูปที่ 4.7 ลักษณะการถือครองที่ดินทำการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2553



ที่มา : แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ปี 2555-2557 สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (2553)

สำหรับขนาดของพื้นที่ปลูกข้าวในอำเภอระโนด ครัวเรือนเกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกข้าวมากว่า 10 ไร่ต่อครัวเรือน โดยครัวเรือนเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวขนาด 11-20 ไร่ มีร้อยละ 35.99 พื้นที่ปลูกข้าวขนาด 21-50 ไร่ มีร้อยละ 26.07 และ ครัวเรือนเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่า 50 ไร่ มีร้อยละ 8.98 (รูปที่ 4.8) ส่วนครัวเรือนที่มีพื้นที่ทำนาไม่เกิน 5 ไร่ มีเพียงร้อยละ 6.36 ของครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด

รูปที่ 4.8 ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2554



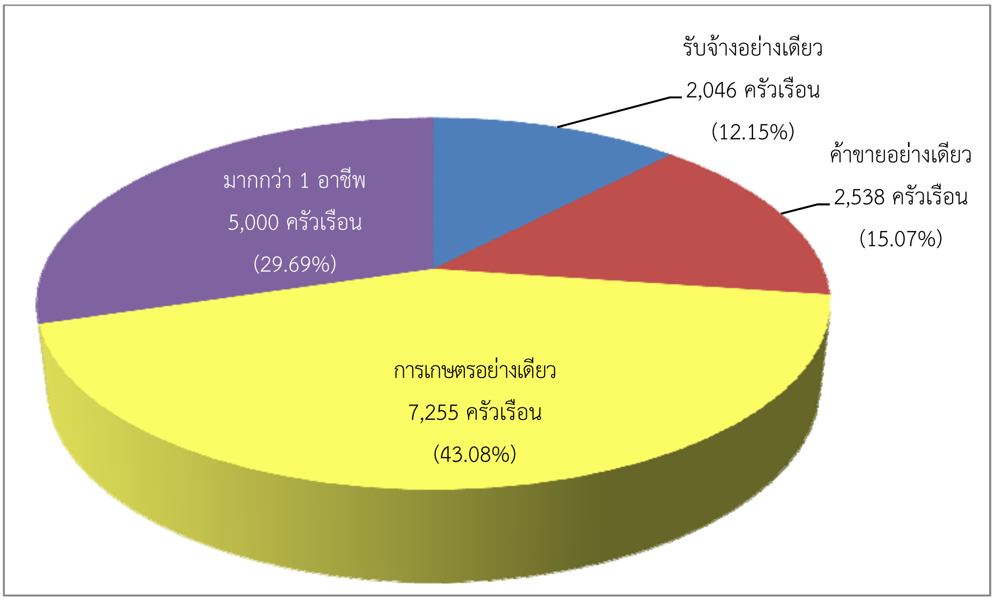
ที่มา : ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2554 กรมพัฒนาชุมชน

4.5.3 การประกอบอาชีพและโครงสร้างรายได้

ประชากรในอำเภอระโนดประกอบอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 43.08 จากครัวเรือนทั้งหมด โดยมีรายได้เฉลี่ยปีละ 54,000 บาทต่อครัวเรือน ประกอบอาชีพรับจ้างอย่างเดียว ร้อยละ 12.15 มีรายได้เฉลี่ยปีละ 64,000 บาทต่อครัวเรือน และประกอบอาชีพค้าขายอย่างเดียว ร้อยละ 15.07 มีรายได้เฉลี่ยปีละ 161,500 บาทต่อครัวเรือน และ มีครัวเรือนที่ประกอบอาชีพมากกว่า 1 อาชีพ ร้อยละ 29.69 (รูปที่ 4.9)

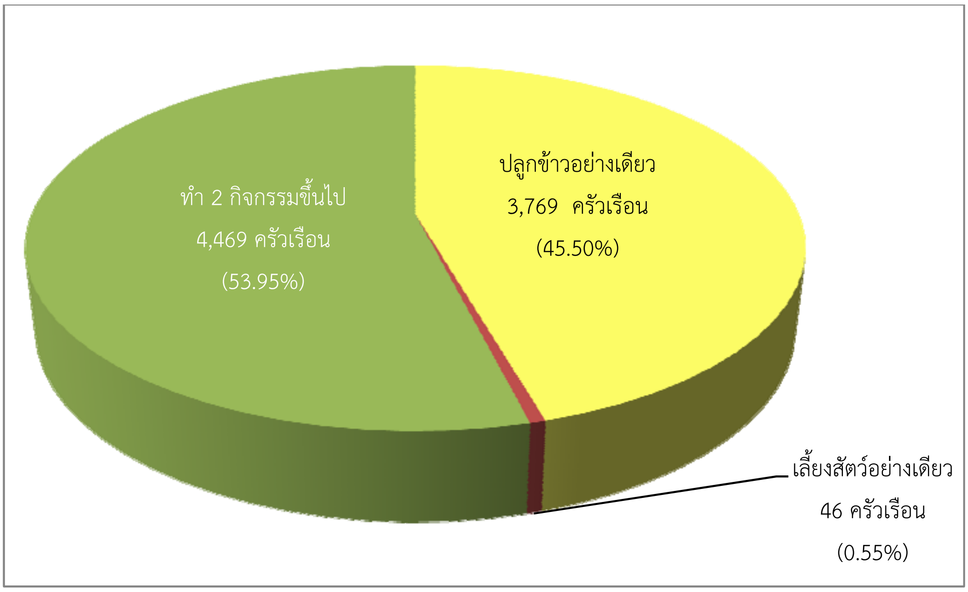
จากข้อมูลสภาพการผลิตด้านการเกษตรของอำเภอระโนด พบว่า มีครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกข้าวเพียงอย่างเดียวมี 3,769 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 45.50 ของครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด ครัวเรือนเกษตรกรที่ทำกิจกรรมด้านการเกษตร 2 กิจกรรมขึ้นไปมี 4,469 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.95 และครัวเรือนเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์อย่างเดียว 46 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 0.55 (รูปที่ 4.10)

รูปที่ 4.9 โครงสร้างรายได้ของครัวเรือนในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา



หมายเหตุ: คำนวณจากข้อมูลในแผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ปี 2555-2557
ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (2553)

รูปที่ 4.10 สภาพการผลิตด้านการเกษตรของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา



หมายเหตุ : - คำนวณจากข้อมูลในแผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ปี 2555-2557
- การทำเกษตรกรรมตั้งแต่ 2 กิจกรรมขึ้นไป ได้แก่ ปลูกข้าว ไร่นาสวนผสม ไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก เลี้ยงสัตว์ และประมง

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด (2553)

4.6 สภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอระโนด

พื้นที่อำเภอระโนดเป็นพื้นที่ลุ่มที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว ในอดีตเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวปีละ 1 ครั้ง โดยอาศัยน้ำจากน้ำฝน และได้ผลผลิตข้าว ปีละประมาณ 200 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรในยุคสมัยนั้นมีความเป็นอยู่ค่อนข้างลำบาก ต่อมาในปี 2510 เริ่มมีโครงการก่อสร้างระบบส่งน้ำชลประทานในพื้นที่อำเภอระโนด ซึ่งสร้างเสร็จและเริ่มใช้การได้ใน ปี พ.ศ. 2522 โดยมีพื้นที่รับประโยชน์จากโครงการชลประทานในบริเวณพื้นที่อำเภอระโนด รวมทั้งสิ้น 115,000 ไร่ เอื้อประโยชน์ต่อครัวเรือนในพื้นที่ จำนวน 2,910 ครัวเรือน ต่อมาภายหลังจากที่โครงการชลประทานก่อสร้างแล้วเสร็จ เกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนดสามารถทำนาได้ปีละ 2 ครั้ง คือ การทำนาปีในฤดูฝนและทำนาปรังในฤดูแล้ง พื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตข้าวในแต่ละฤดูกาล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ในอดีตที่มีการทำนาปีละ 1 ครั้ง เกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนดนิยมปลูกข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่นำมาจากจังหวัดพัทลุง มีอายุมากกว่า 150 วัน (จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอระโนด) ต่อมาเมื่อมีระบบชลประทานเข้ามาในพื้นที่ ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้ปีละ 2 ครั้ง เกษตรกรจึงมีการปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวพันธุ์ที่มีอายุสั้นขึ้น (ประมาณ 100-120 วัน) เช่น พันธุ์ชัยนาท พันธุ์ กข 31 พันธุ์ กข 41 และ พันธุ์ กข 47 เป็นต้น การปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกเพื่อตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ อาทิ ปัจจัยด้านสภาพดิน ฟ้า อากาศ ซึ่งพื้นที่อำเภอระโนดเป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมของทุกปี การปรับเปลี่ยนพันธุ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการต้านทานศัตรูพืช เช่น เพลี้ยกระโดด เป็นต้น ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ซึ่งเกษตรกรจะเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง และปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ เช่น โครงการรับจำนำข้าวของรัฐบาลที่มีการกำหนดพันธุ์ข้าวที่ไม่รับเข้าร่วมโครงการ ดังนั้น เกษตรกรจึงต้องเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและเป็นไปตามเกณฑ์ที่รัฐบาลกำหนดไว้

รูปที่ 4.11 ปฏิทินการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนด

ปฏิทินทำนา	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ช่วงก่อนมีการชลประทานในพื้นที่ (ปลูกข้าว ปีละ 1 ครั้ง)															
ข้าวนาปี	หว่าน								เกี่ยว						
หลังจากมีระบบโครงการชลประทานส่งน้ำเพื่อการเกษตร (ปลูกข้าว ปีละ 2 ครั้ง)															
ครั้งที่ 1 (นาปี)				หว่าน			เก็บเกี่ยว								
ครั้งที่ 2 (นาปรัง)										หว่าน			เกี่ยว		
หลังจากมีระบบโครงการชลประทานส่งน้ำเพื่อการเกษตร (ปลูกข้าว ปีละ 2 ครั้ง) กรณีนาในพื้นที่ลุ่ม															
ครั้งที่ 1 (นาปี)							หว่าน			เกี่ยว					
ครั้งที่ 2 (นาปรัง)												หว่าน			เกี่ยว

น้ำท่วม (พย.-ธค.)

น้ำแล้ง-น้ำเค็ม (กค.-สค.)

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ปลูกข้าวและปริมาณผลผลิตข้าว

ปี พ.ศ.	นาปี		ปี พ.ศ.	นาปรัง	
	พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิต (กก.)		พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิต (กก.)
2535/2536	59,770	375	2535	0	0
2536/2537	32,000	340	2536	0	0
2537/2538	58,516	329	2537	20,260	627
2538/2539	59,258	394	2538	60,000	950
2539/2540	59,258	540	2539	58,000	784
2540/2541	59,258	459	2540	54,300	753
2541/2542	3,700	471	2541	13,500	583
2542/2543	59,258	520	2542	95,000	670
2543/2544	35,700	540	2543	85,000	705
2544/2545	80,200	596	2544	100,000	589
2545/2546	105,320	549	2545	100,000	761
2546/2547	164,200	518	2546	102,100	503
2547/2548	135,780	603	2547	114,200	800
2548/2549	11,650	558	2548	0	0
2549/2550	135,740	528	2549	78,500	724
2550/2551	129,640	523	2550	85,000	883
2551/2552	121,280	523	2551	85,000	770
2552/2553	157,800	588	2552	85,000	844
2553/2554	160,780	554	2553	0	0
2554/2555	173,520	554	2554	85,000	691
2555/2556	189,190	554	2555	85,000	787

หมายเหตุ : - ฤดูกาลทำนาปี ปีที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม คือ ปี พ.ศ. 2536 2548 2551 2553 และ 2554

- ฤดูกาลทำนาปรัง ปีที่เป็นศูนย์ คือ ปีที่เกิดปัญหาน้ำแล้ง/น้ำเค็ม เกษตรกรไม่สามารถทำนาได้

ที่มา: - ข้อมูลการผลิตข้าวนาปีได้จากฝ่ายสถิติการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน

- ข้อมูลการผลิตข้าวนาปรังได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ สำนักชลประทานที่ 16 จังหวัดสงขลา

สำหรับปฏิทินการปลูกข้าวของเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอระโนด (รูปที่ 4.11) ในอดีตที่มีการปลูกข้าว ปีละ 1 ครั้ง (นาปี) เกษตรกรจะปลูกข้าวในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนมีนาคม โดยจะเริ่มหว่านข้าวประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมขึ้นอยู่กับเริ่มมีฝนตกช่วงเวลาใด พอถึงช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนมากเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ต้นข้าวก็เติบโตมีลำต้นสูง ประกอบกับพันธุ์ข้าวที่ใช้เป็นพันธุ์ข้าวที่อายุยาว 9-10 เดือน (พันธุ์พื้นเมืองเฉี้ยงพัทลุง) ซึ่งจะมีลำต้นสูง ทำให้ช่วงน้ำท่วมเกิดความเสียหายน้อยกว่าในปัจจุบัน แต่ข้าวที่ปลูกในปัจจุบันเป็นข้าวอายุสั้นและต้นเตี้ยกว่าพันธุ์ที่เคยใช้ในอดีต หากเกิดน้ำท่วมก็จะเกิดความเสียหายมาก ในเวลาต่อมาเกษตรกรปลูกข้าวจึงต้องเลื่อนปฏิทินการปลูกข้าวออกไปเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ต่อมาเมื่อมีโครงการชลประทานเข้ามาในพื้นที่ เกษตรกรสามารถทำนาได้ปีละ 2 ครั้ง เกษตรกรจึงเริ่มปรับปฏิทินการปลูกข้าว โดยการปลูกข้าว ครั้งที่ 1 (นาปี) จะเริ่มหว่านในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเริ่มทำนาครั้งที่ 2 (นาปรัง) โดยหว่านในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนและเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกันยายน แต่ในปี พ.ศ. 2548 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ขึ้นในพื้นที่อำเภอระโนด ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตข้าวเป็นอย่างมาก ดังนั้น ภายหลังจากเหตุการน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2548 เกษตรกรปลูกจึงได้มีการปรับปฏิทินการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มอีกครั้ง โดยเกษตรกรจะทำการหว่านข้าวนาปี (ครั้งที่ 1) ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาน้ำท่วมที่มีความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และจะทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายน สำหรับการทำนาครั้งที่ 2 จะเริ่มหว่านในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวในเดือนกันยายน ก่อนที่จะเริ่มเข้าฤดูฝน อย่างไรก็ตาม การเลื่อนปฏิทินการปลูกข้าวนาปีออกไปเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม ส่งผลให้ต้องเลื่อนปฏิทินการทำนาปรังออกไป ทำให้เกษตรกรปลูกข้าวต้องพบกับความเสี่ยงใหม่ที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำสำหรับการปลูกข้าวและเสี่ยงต่อปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม ซึ่งจะส่งผลให้น้ำที่ใช้เพื่อการเกษตรมีค่าความเค็มเกินกว่าระดับที่จะทำการปลูกข้าวได้

4.7 ลักษณะปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง และผลกระทบต่อการปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอระโนด

เนื่องจากพื้นที่อำเภอระโนดเป็นพื้นที่ลุ่ม ปัญหาที่เกษตรกรปลูกข้าวประสบอยู่ในช่วงฤดูการทำนาปี คือ ปัญหาน้ำท่วม ที่มักจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งเกิดขึ้นมาอย่างต่อเนื่องทุกปีตั้งแต่ในอดีตที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน แต่ระยะเวลาการท่วมขังจะแตกต่างกันไปในแต่ละปีขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ สาเหตุสำคัญของการเกิดน้ำท่วมมาจากหลายปัจจัยประกอบกัน อาทิ ปริมาณน้ำฝนมากทำให้น้ำไหลลงสู่อ่าวไทยไม่ทัน ประกอบกับปริมาณน้ำในทะเลสาบสงขลาสูงขึ้นเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ลุ่มของอำเภอระโนด และยังมีปัจจัยเสริมอื่นๆ อีก เช่น การพัฒนาพื้นที่โดยมีการก่อสร้างถนนและ

สำหรับการทำนาปรังในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรมีความต้องการใช้น้ำเกินกว่าปริมาณน้ำท่าที่มีอยู่ ส่งผลให้เกษตรกรประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงน้ำแล้ง นอกจากนี้ ในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนด ยังมีแนวโน้มที่จะประสบกับปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้ามาในทะเลสาบสงขลาอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ อาทิ ปริมาณน้ำท่า (Surface runoff) และน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface flow) ที่ระบายลงทะเลสาบสงขลา อิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเลในอ่าวไทยที่ปากทะเลสาบ และการสูบน้ำจืดจากทะเลสาบสงขลาตอนบนเพื่อจ่ายน้ำให้พื้นที่ชลประทานเพื่อการทำการเกษตร ซึ่งจะส่งผลให้น้ำที่ใช้ในการทำการเกษตรมีระดับความเค็มเกินกว่าที่ใช้ในการปลูกข้าวได้ สำหรับปีที่เกิดน้ำแล้งและน้ำมีค่าความเค็มเกินกว่าที่เกษตรกรจะปลูกข้าวได้ ส่งผลให้ผลผลิตข้าวในปีนั้นๆ เป็นศูนย์ คือ ปี พ.ศ. 2535 2536 2548 และ 2553 (ตารางที่ 4.4)

การปรับตัวเพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น คือ ช่วงฤดูแล้งในปีที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำและน้ำมีความเค็มเกินกว่า 1.5 กรัมต่อลิตร ซึ่งคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว ทางสถานีสูบน้ำระโนดก็จะไม่สูบน้ำส่งให้เกษตรกร ในอดีตที่ผ่านมา เกษตรกรปลูกข้าวบางรายที่ปลูกข้าวในช่วงเวลาดังกล่าว ก็จะแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำและปัญหาน้ำเค็มโดยการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่สูบน้ำจากทะเลน้อยเข้าสู่คลองธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ในการปลูกข้าว โดยหน่วยงานชลประทานสนับสนุนเครื่องสูบน้ำ และองค์การบริหารส่วนตำบลสนับสนุนน้ำมันให้เกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. เขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการเลี้ยงสัตว์ (ภาคใต้) ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. เนื้อที่ตามความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. เนื้อที่ตามความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

คณะกรรมการอำนวยการงานพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน. 2554. ข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2 ค.). ศูนย์สารสนเทศเพื่อการพัฒนาชุมชน. กรมการพัฒนาชุมชน. กระทรวงมหาดไทย.

สมปอง นุกูลรัตน์ และ คณะ. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. การจัดเขตศักภาพการผลิตข้าวจังหวัดสงขลา (ปี 2546-2548). สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8. กรมวิชาการเกษตร. จังหวัดสงขลา.

สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด. 2557. ระบบข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานส่งเสริมการเกษตร จังหวัดสงขลา : ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการเกษตร ปี 2553. (http://ranot.songkhla.doae.go.th, 10 มกราคม 2557)

บทที่ 5

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน

5.1 การวิเคราะห์สถานการณ์การปลูกข้าวในทุ่งระโนดจากอดีตถึงปัจจุบัน

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของทุ่งระโนดมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มระหว่างอ่าวไทยกับทะเลสาบสงขลาตั้งแต่อดีตมา ทุ่งระโนดเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและภาคใต้ โดยมีพื้นที่นาข้าวรวมทั้งสิ้นประมาณ 112,355 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด, 2553) ซึ่งกว่าร้อยละ 80 เป็นพื้นที่ในเขตชลประทาน

การทำนาข้าวในเขตพื้นที่ทุ่งระโนดประสบปัญหาหลายด้าน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ (Climate) และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ (Non-climate) โดยปัจจัยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ปัจจัยทางเศรษฐกิจและปัจจัยทางสังคม สำหรับปัจจัยทางเศรษฐกิจนั้น ในอดีต ชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในอำเภอระโนดประสบปัญหาการผลิตไม่คุ้มทุน รายได้ต่ำ กอปรกับแรงกดดันจากการขยายพื้นที่ทำนากุ้ง[1] จากปัญหาดังกล่าว เกษตรกรปลูกข้าวหลายรายในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงตัดสินใจที่จะทิ้งพื้นที่นาข้าวและหันไปประกอบอาชีพอื่น ต่อมา ราคาข้าวที่สูงขึ้นสืบเนื่องมาจากโครงการรับจำนำข้าวของรัฐบาลสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรจำนวนมากหันกลับมาฟื้นฟูพื้นที่นาร้างเพื่อปลูกข้าวอีกครั้ง ประกอบกับโครงการและนโยบายต่างๆ ของรัฐ เช่น โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง โครงการพัฒนาด้านการเกษตรแบบผสมผสาน โครงการหนึ่งไร่หนึ่งแสน โครงการปรับปรุงพื้นที่นาร้างในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เป็นต้น (ตารางที่ 5.1)

---

[1] ในอดีต เกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนดนิยมทำนากุ้ง เพราะเจ้าของนากุ้งสามารถสร้างรายได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้ ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2536 ได้มีการเปลี่ยนสภาพพื้นที่นาข้าวเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่งผลให้พื้นที่ปลูกข้าวลดลง

ตารางที่ 5.1 สรุปโครงการพัฒนาด้านการเกษตรในพื้นที่อำเภอระโนด

โครงการ	หลักการและจุดประสงค์	ปีที่เริ่มดำเนินการ	พื้นที่	การดำเนินการ/กิจกรรม
1. โครงการลุ่มน้ำปากพนัง	● สนับสนุนการปรับระบบการผลิตทางการเกษตรให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ ยกระดับรายได้และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรให้สูงขึ้นเพื่อให้เกษตรกรพึ่งตนเองได้ทั้งในระดับครัวเรือนเกษตรกรและชุมชน ● นโยบายหลักในการดำเนินงานของหน่วยงานภายใต้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คือการปรับปรุงการผลิตข้าวให้มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพ การส่งเสริมการทำเกษตรแบบผสมผสาน การกำหนดขอบเขตการทำนากุ้งและการพัฒนาระบบการเลี้ยงกุ้งแบบยั่งยืน ฯลฯ	2537	ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด 76 ตำบล 599 หมู่บ้าน ประชากร 544,918 คน พื้นที่ประมาณ 1,937,500 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่นามากกว่า 500,000 ไร่ ได้แก่ ● จังหวัดนครศรีธรรมราช รวม 10 อำเภอ คือ อำเภอปากพนัง อำเภอชะอวด อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร อำเภอจุฬาภรณ์ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอพระพรหม พื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง และอำเภอลานสกา ● จังหวัดพัทลุง คือพื้นที่บางส่วนของอำเภอควนขนุน และอำเภอป่าพะยอม ● จังหวัดสงขลา คือพื้นที่บางส่วนของอำเภอระโนด	กิจกรรมแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ประกอบด้วย ● ด้านระบบชลประทานและโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ การก่อสร้างระบบระบายน้ำ การจัดหาน้ำเค็มที่มีคุณภาพดีสำหรับใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำเค็ม ● ด้านพัฒนาการประมง ได้แก่ การศึกษาวิจัยหารูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีคุณภาพ และลดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม ● ด้านพัฒนาอาชีพและส่งเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกร ได้แก่ การวิจัยพัฒนาการผลิตข้าว และการทำเกษตรผสมผสาน การปรับปรุงประสิทธิภาพการปลูกข้าว ● ด้านพัฒนาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การกำจัดวัชพืชที่รุกล้ำไปในลำน้ำสาขาของแม่น้ำปากพนัง ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเดินทาง การประกอบอาชีพ และการศึกษาออกแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียจากชุมชน
2. โครงการปรับปรุงพื้นที่นาร้างในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	● เพื่อฟื้นฟูพื้นที่นาร้าง ● เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้มั่นคงและมีความเป็นอยู่ดีขึ้น ● เพื่อสนับสนุนให้เกิดการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อการผลิตอย่างเหมาะสมกับศักยภาพ	2546-2548	พื้นที่ครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง นครศรีธรรมราช และสงขลา	การก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการปรับพื้นที่ ขุดร่องน้ำ ปรับปรุงดิน ในพื้นที่นาร้าง พื้นที่ทิ้งร้าง พื้นที่เสื่อมโทรม พื้นที่มีปัญหาดินเปรี้ยว ให้สามารถกลับมาปลูกพืชเศรษฐกิจได้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

โครงการ	หลักการและจุดประสงค์	ปีที่เริ่มดำเนินการ	พื้นที่	การดำเนินการ/กิจกรรม
3. โครงการพัฒนาด้านการเกษตรผสมผสาน	● เกษตรกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตที่คุ้มค่า เกื้อกูลกับสภาพแวดล้อม มีอาชีพและรายได้ที่มั่นคง มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ● มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่นาร้างมาเป็นแปลงไร่นาสวนผสม เกษตรผสมผสาน มีกิจกรรมการผลิตหลากหลาย เกื้อกูลพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีรายได้ต่อเนื่องตลอดปี ● มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยวบริเวณต้นน้ำของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่เกษตรผสมผสานเชิงอนุรักษ์	2548	พื้นที่ครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง นครศรีธรรมราช และสงขลา	กิจกรรมดำเนินการ ได้แก่ ● การถ่ายทอดความรู้การเกษตรผสมผสานตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ โดยการจัดอบรมภายใต้หลากหลายโครงการ ● การจัดทำแปลงเกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสมที่ลุ่มรอบทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีการปรับพื้นที่ และสนับสนุนค่าวัสดุการเกษตรที่เป็นปัจจัยจำเป็นในการผลิต ได้แก่ โครงการเรียนรู้ ● การจัดทำแปลงเกษตรผสมผสานเชิงอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำ โดยสนับสนุนค่าวัสดุการเกษตรที่เป็นปัจจัยจำเป็นในการผลิต ● จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และประเมินผลโครงการ
4. โครงการหนึ่งไร่หนึ่งแสน	เป็นโครงการที่ประยุกต์จากรูปแบบของเกษตรทฤษฎีใหม่หรือการเกษตรแบบผสมผสานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่รวมด้านปศุสัตว์ และประมง ในพื้นที่เดียวกัน ทำให้เกษตรกรใช้ที่ดินและต้นทุนที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด	2553	ทั่วประเทศ	การจัดแบ่งที่ดินเป็น 4 ส่วน เพื่อให้ระบบนิเวศเกื้อกูลต่อกัน ตามอัตราส่วน 30 : 30 : 30 : 10 (พื้นที่คันนาสำหรับปลูกพืชสวนครัวและเลี้ยงสัตว์: พื้นที่ร่องน้ำสำหรับประมง: พื้นที่ปลูกข้าว: พื้นที่อยู่อาศัย)

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

โครงการ	หลักการและจุดประสงค์	ปีที่เริ่มดำเนินการ	พื้นที่	การดำเนินการ/กิจกรรม
5. โครงการรับจำนำข้าว	ให้เกษตรกรมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และยกระดับรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของเกษตรกรปลูกข้าว และสร้างหลักประกันความมั่นคงในการประกอบอาชีพของเกษตรกร	2554	ทั่วประเทศ	● การจัดตั้งคณะกรรมการกำกับดูแลการรับจำนำข้าว ● กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ทำหน้าที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกข้าว และออกใบรับรองให้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการในแต่ละปี ● เกษตรกรปลูกข้าวที่จะเข้าร่วมโครงการต้องมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด

ที่มา: รวบรวมโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2556)

สำหรับปัจจัยทางด้านสังคม ระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดได้รับผลกระทบจากการขยายตัวของชุมชนเมืองและพื้นที่ที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ การขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมส่งผลให้พื้นที่ทุ่งระโนดมีถนนหนทางที่สะดวกสบายและสามารถเดินทางและขนส่งสิ่งค้าได้รวดเร็วมากขึ้น ผลที่ตามมาคือมีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งขนาดเล็กและขนาดกลางเกิดขึ้น อาทิ อุตสาหกรรมผลิตอาหารแช่แข็งหรือห้องเย็น อุตสาหกรรมผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูป อุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น การที่มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในพื้นที่ ประชาชนบางส่วนได้หันมาประกอบอาชีพเป็นลูกจ้างในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีผลทำให้จำนวนแรงงานในการทำนาข้าวลดลง

นอกจากปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมแล้ว ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศก็ส่งผลกระทบต่อระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด โดยระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดประสบปัญหาน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน และปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดและปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้งที่ผ่านมา เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะระหว่างเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมส่งผลกระทบต่อพื้นที่นาข้าวเป็นอย่างมาก โดยผลผลิตข้าวนาปีได้รับความเสียหาย สำหรับในช่วงฤดูแล้ง การทำนาข้าวได้รับผลกระทบจากปัญหาการขาดแคลนน้ำจืด ซึ่งมีผลมาจากฝนแล้ง นอกจากนี้ ในบางปีที่น้ำฝนและน้ำจืดที่ผิวดินในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณที่น้อย กอปรกับการที่โครงการชลประทานในพื้นที่สูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาเป็นจำนวนมากสำหรับนำไปใช้เพื่อการเกษตร การผลักดันน้ำเค็มจึงมีประสิทธิภาพที่ลดลง ส่งผลให้น้ำทะเลรุกล้ำไปยังทะเลสาบตอนบนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือปริมาณน้ำที่เกษตรกรปลูกข้าวสามารถใช้ในการปลูกข้าวนาปรังจึงลดลงด้วย เนื่องจากการทำนาข้าวต้องใช้น้ำในปริมาณที่มาก เกษตรกรปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าวค่อนข้างสูง ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการทำนาข้าวและสภาพภูมิอากาศ

ดังนั้น การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจความเสี่ยง ความเปราะบาง และผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมต่อความเสี่ยงและความเปราะบางของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดจึงเป็นเรื่องสำคัญและมีความจำเป็น ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว โดยมีเป้าหมายที่จะลดความเสี่ยงต่อระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดให้ได้มากที่สุด

5.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด จากอดีตถึงปัจจุบัน

เนื่องด้วยทุ่งระโนดมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม ด้วยเหตุนี้ ระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดจึงเผชิญกับภาวะคุกคาม (Exposure) จากเหตุการณ์น้ำท่วมซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีระหว่างเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม เมื่อเผชิญกับเหตุการณ์น้ำท่วม ระดับการตอบสนองที่จะก่อให้เกิดความเสียหาย (Sensitivity) สำหรับระบบปลูกข้าวในแต่ละพื้นที่ของทุ่งระโนดมีความแตกต่างกัน โดยพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มจะมีความอ่อนไหวมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่นาดอน สำหรับความอ่อนไหวของชุมชนเกษตรกรนั้น ชุมชนเกษตรกรที่ทำนาเป็นอาชีพหลักมีความอ่อนไหวมากกว่าชุมชนที่ประกอบอาชีพที่หลากหลาย สำหรับปัญหาน้ำแล้งและน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง ชุมชนที่ทำนาปรังในช่วงฤดูแล้งมีความอ่อนไหวต่อสภาวะฝนแล้งมากกว่าชุมชนที่ปลูกเฉพาะข้าวนาปีในช่วงฤดูฝน

ในการประเมินความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวต่อเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำแล้งจากอดีตถึงปัจจุบันนั้น มีความจำเป็นที่ต้องอาศัยตัวชี้วัดเป็นเครื่องมือในการบ่งบอกว่าความเสี่ยงหรือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีคุณลักษณะอย่างไรและมีปริมาณมากน้อยเพียงใด เนื่องจากโครงการนี้เน้นให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ผลกระทบหรือความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำแล้ง) ต่อระบบปลูกข้าว ดังนั้น ตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินความเสี่ยงคือผลผลิตข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำแล้ง (ตารางที่ 5.2)

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์ อาทิ ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม (ไร่) พื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรัง (ไร่) ผลผลิตข้าวนาปีและนาปรังเฉลี่ย (กิโลกรัม/ไร่) เป็นต้น มาจากฝ่ายสถิติการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ โดยข้อมูลชุดนี้ครอบคลุมระยะเวลา 20 ปี ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่ข้อมูลดังกล่าวครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานเท่านั้น สาเหตุสำคัญที่ต้องใช้ข้อมูลชุดนี้คือ ข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอระโนดและสำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลามิได้มีการเก็บข้อมูลซึ่งมีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา (Time Series) ดังนั้น จึงไม่สามารถนำมาประกอบการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 5.2 ตัวชี้วัดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากอดีตถึงปัจจุบัน

ตัวชี้วัด	สมมุติฐาน
▪ ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม ▪ ปริมาณผลผลิตข้าวนาปรังที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำแล้ง	ชี้วัดโดยการพิจารณาปริมาณผลผลิตข้าวนาปี (นาปรัง) ที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม (น้ำแล้ง) โดยปริมาณผลผลิตที่ได้รับความเสียหายมาก สะท้อนว่าระบบเกษตรมีความเสี่ยงต่อเหตุการณ์น้ำท่วม (น้ำแล้ง) สูง
▪ ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปี ในรอบ 20 ปี ▪ ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรัง ในรอบ 20 ปี	ชี้วัดโดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) ของผลผลิตข้าว ในรอบ 20 ปี โดยความแปรปรวนที่สูงสะท้อนว่าระบบปลูกข้าวมีความไวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [2] (คิดเป็น %)

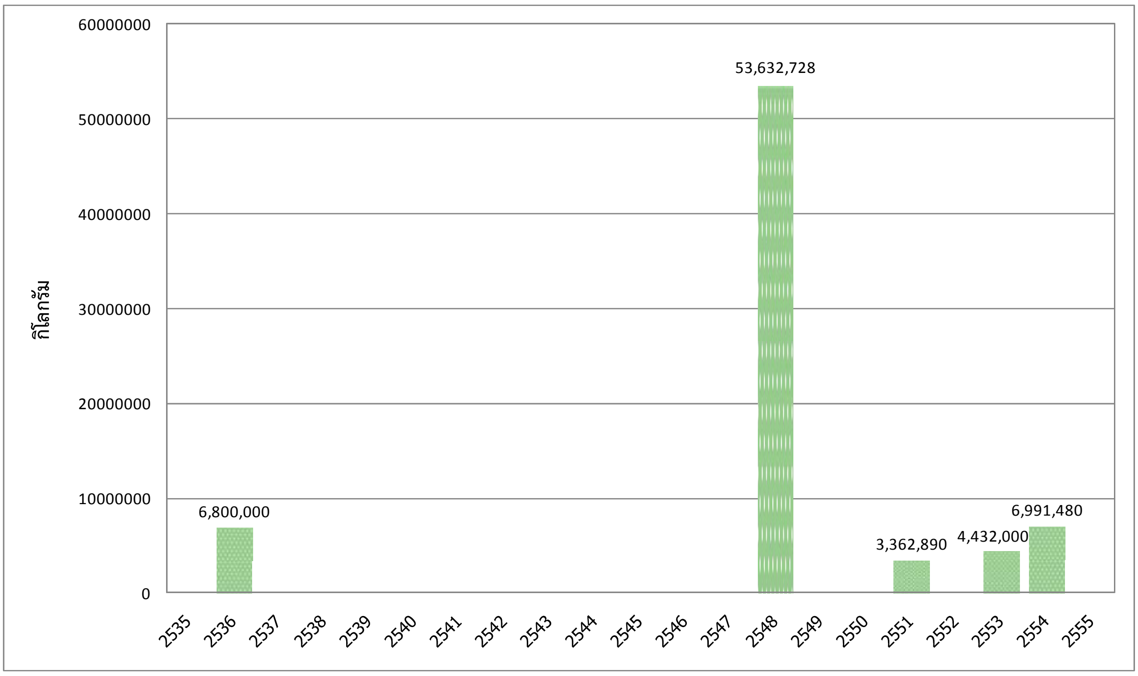
ที่มา: ผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้

รูปที่ 5.1 และ 5.2 แสดงความเสียหายต่อผลผลิตข้าวนาปีที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำท่วม โดยข้อมูลครอบคลุมระยะเวลา 20 ปี กล่าวคือระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555 ในการวิเคราะห์ความเสียหายต่อผลผลิตข้าวนาปีนี้ คณะผู้ศึกษาพิจารณาเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงซึ่งส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง และไม่ได้คำนึงถึงเหตุการณ์น้ำท่วมที่ไม่รุนแรงที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในพื้นที่ สาเหตุเพราะข้อจำกัดด้านข้อมูลเนื่องด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำท่วมที่ไม่รุนแรง

รูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าในอดีตการปลูกข้าวในทุ่งระโนดมีความเสี่ยงค่อนข้างสูงต่อเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงโดยสังเกตจากปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายในแต่ละครั้งที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม โดยเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2548 สิ่งที่น่าสนใจคือความเสียหายต่อผลผลิตข้าวนาปีลดลงอย่างมากหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2548 ทั้งนี้ เนื่องจากเกษตรกรในทุ่งระโนดเป็นจำนวนมากซึ่งพื้นที่นาอยู่ในที่ลุ่มได้มีการปรับตัวโดยเลื่อนปฏิทินการทำนาปี จากที่เคยเริ่มหว่านในเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน เป็นหว่านในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ เพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมในระยะหลัง (หลังจากปี พ.ศ. 2548) ลดลงเป็นอย่างมาก รูปที่ 5.2 แสดงปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่เก็บเกี่ยวได้ของทุ่งระโนดระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555

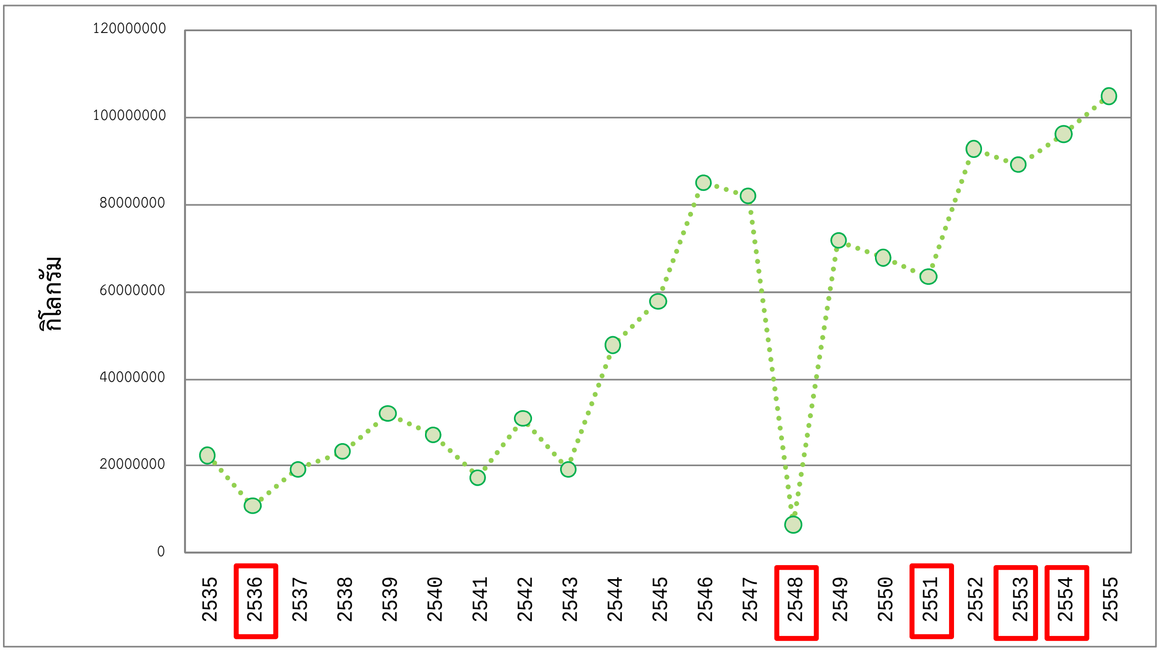
[2] ที่มา วิเชียร เกิดสุข และคณะ (2556)

รูปที่ 5.1 ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมระหว่าง พ.ศ. 2535-2555



หมายเหตุ: ข้อมูลที่ใช้จากฝ่ายสถิติการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน
ที่มา: จากการคำนวณโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

รูปที่ 5.2 ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีที่เก็บเกี่ยวได้ระหว่าง พ.ศ. 2535-2555



หมายเหตุ: ข้อมูลที่ใช้จากฝ่ายสถิติการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน
ที่มา: จากการคำนวณโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

รูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าในปีที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรง ปริมาณผลผลิตลดลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2548 แต่หลังจากเหตุการณ์ครั้งนั้นเป็นต้นมา เหตุการณ์น้ำท่วมส่งผลให้ผลผลิตข้าวนาปีที่เก็บเกี่ยวได้ลดลงไม่มากนัก ซึ่งอาจเป็นข้อบ่งชี้ว่าการปรับตัวของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในทุ่งระโนดเพื่อรับมือกับเหตุการณ์น้ำท่วมค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการลดความเสี่ยงของระบบปลูกข้าว

ในรูปที่ 5.2 เป็นที่น่าสังเกตว่าเหตุใดปริมาณผลผลิตข้าวนาปีในพื้นที่ทุ่งระโนดจึงเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากระหว่างปี พ.ศ. 2544-2546 จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของสำนักงานเกษตรอำเภอระโนดและเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ พบว่าสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้พื้นที่ปลูกและผลผลิตข้าวนาปีเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในช่วงเวลาดังกล่าวมาจากการขยายความครอบคลุม (Coverage) ของพื้นที่ชลประทาน โดยที่ผ่านมาการขยายพื้นที่ชลประทานภายใต้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์เข้าไปในแต่ละตำบลในอำเภอระโนดมีการดำเนินการเป็นหลายระยะ และในช่วงปี พ.ศ. 2544 ปริมาณพื้นที่ในอำเภอระโนดที่มีการวางระบบส่งน้ำชลประทานมีความครอบคลุมค่อนข้างมาก ดังนั้น พื้นที่ซึ่งมีศักยภาพในการปลูกข้าวจึงขยายตัวสูงขึ้น ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวมีการดำเนินโครงการปรับปรุงพื้นที่นาร้างในพื้นที่อำเภอระโนด (ตารางที่ 5.1) ซึ่งสนับสนุนให้เกษตรกรในอำเภอระโนดปรับพื้นที่นาเพื่อให้สามารถกลับมาปลูกข้าวหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ

สำหรับตัวชี้วัดที่สองซึ่งพิจารณาความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปีในรอบ 20 ปี จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) ของผลผลิตข้าวนาปี ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์พิสัยของปริมาณผลผลิตข้าวนาปีในช่วง 20 ปีคือ 63.46% จากผลที่คำนวณได้ พบว่าค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตข้าวนาปีของทุ่งระโนดมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและมีความเสี่ยงที่สูง (ตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปีระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555

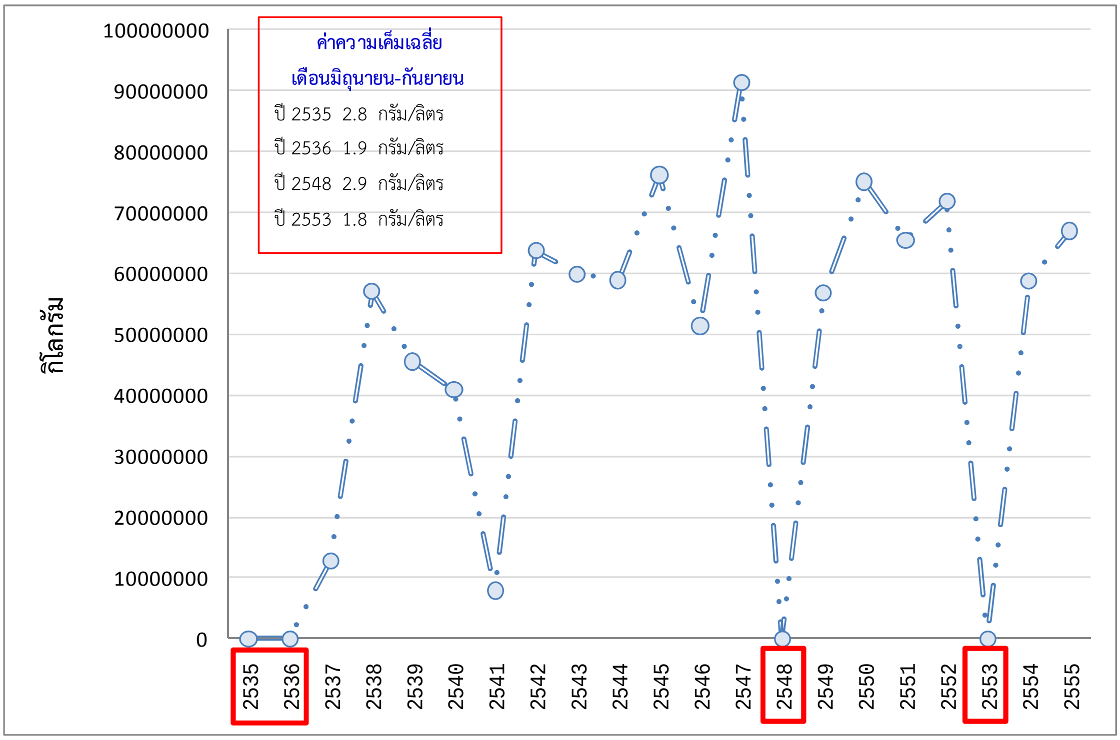
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
32,256,171.82	50,826,872.76	63.46%

ที่มา: จากการคำนวณโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่มีความเชื่อมโยงกับขนาด (Scale) ของปัญหาที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำท่วม คือราคาข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากที่มีโครงการรับจำนำข้าวของรัฐบาล เนื่องด้วยราคาข้าวที่สูงสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกข้าวมากขึ้น เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้น ขนาดของปัญหาจึงเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมูลค่าความเสียหายของผลผลิตข้าวนาปีเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

สำหรับฤดูแล้งที่มีการทำนาปรังนั้น เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังและพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวนาปรังระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555 พบว่า ในบางปีที่ปริมาณน้ำฝนน้อย การรุกล้ำของน้ำทะเลส่งผลทำให้ปริมาณน้ำที่สถานีสูบน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์สามารถสูบได้ลดลง ในบางปีที่ค่าความเค็ม ณ หน้าสถานีสูบน้ำระโนดสูงกว่าระดับ 1.5 กรัม/ลิตร ทางสถานีสูบน้ำระโนดก็จะหยุดสูบน้ำเพราะน้ำมีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าว ดังนั้น การปลูกข้าวนาปรังจึงได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบการทำนาในพื้นที่ทุ่งระโนดมีความเสี่ยงต่อเหตุการณ์น้ำแล้งและปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม คณะผู้ศึกษาจึงใช้ปริมาณผลผลิตข้าวนาปรังที่ได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำแล้งและค่าความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรังในรอบ 20 ปี เป็นตัวชี้วัดความเสี่ยง รูปที่ 5.3 แสดงผลผลิตข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวได้ในรอบ 20 ปี

รูปที่ 5.3 ผลผลิตข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวได้ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555



หมายเหตุ: ข้อมูลที่ใช้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ฝ่ายส่งน้ำที่ 1
ที่มา: จากการคำนวณโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

รูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าในปีที่เกิดเหตุการณ์น้ำแล้งรุนแรงจนเกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มบริเวณทะเลสาบสงขลา โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จะประกาศให้เกษตรกรงดการปลูกข้าวนาปรัง ดังนั้น ผลผลิตข้าวนาปรังในปีที่เกิดเหตุการณ์น้ำแล้งและน้ำเค็มจึงมีปริมาณเท่ากับศูนย์ เพื่อคำนวณผลผลิตข้าวนาปรังที่ได้รับความเสียหายซึ่งเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดของเหตุการณ์น้ำแล้ง/น้ำเค็ม คณะผู้ศึกษาจึงคำนวณปริมาณผลผลิตข้าวนาปรังซึ่งเกษตรกรในอำเภอระโนดเก็บเกี่ยวได้ในปีปกติ ซึ่งหมายถึงปีที่ไม่เกิดเหตุการณ์น้ำแล้งรุนแรง โดยตัวเลขที่คำนวณได้เป็นค่าเสียโอกาสหรือผลผลิตที่เกษตรกรควรจะได้รับถ้าไม่ต้องเผชิญกับปัญหาน้ำแล้ง/น้ำเค็ม จากการคำนวณพบว่า ในปีปกติ ผลผลิตข้าวนาปรังเฉลี่ยที่เกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนดพึงได้รับเท่ากับ 56,466,342 กิโลกรัม เนื่องจากเหตุการณ์น้ำแล้ง/น้ำเค็มส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถปลูกข้าวนาปรังได้ตามปกติ ดังนั้น ผลผลิตข้าวนาปรังที่ได้รับความเสียหายจึงเท่ากับ 56,466,342 กิโลกรัม

ลำดับต่อไปเป็นการพิจารณาค่าความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรังเฉลี่ยในรอบ 20 ปี ซึ่งเป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดความเสี่ยงต่อเหตุการณ์น้ำแล้ง/น้ำเค็ม จากการคำนวณพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวได้ในพื้นที่อำเภอระโนดระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555 เท่ากับ 64.60% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าระบบการผลิตข้าวนาปรังของอำเภอระโนดมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและมีความเสี่ยงที่สูงต่อเหตุการณ์น้ำแล้ง/น้ำเค็ม (ตารางที่ 5.4)

ตารางที่ 5.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวนาปรังระหว่างปี พ.ศ. 2535-2555

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
29,527,833	45,710,849	64.60%

ที่มา: จากการคำนวณโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

การประเมินความเสี่ยงจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้บ่งชี้ถึงระดับความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดโดยสังเขปเท่านั้น โดยเน้นพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าว อย่างไรก็ดี การประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธีการนี้ มีข้อสังเกตว่าตัวชี้วัดเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วิถีการดำรงชีวิต และการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะส่งผลให้บริบทของการเปิดรับ ความอ่อนไหวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความเสี่ยง ในอนาคตแตกต่างไปจากปัจจุบัน การศึกษาในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสร้างภาพฉายอนาคต (Scenario) ของการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วิถีการดำรงชีวิต และการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ พร้อมทั้งใช้ตัวชี้วัดเหล่านี้ในการสะท้อนความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลมาจากสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตามแนวทางการพัฒนาในทิศทางต่างๆ

5.3 การปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงในอดีตถึงปัจจุบัน

ที่ผ่านมา ระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดได้มีการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากเหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำเค็ม สำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมนั้น เกษตรกรซึ่งมีที่นาอยู่ในพื้นที่ลุ่มได้ปรับตัวโดยการเลื่อนปฏิทินเพาะปลูก จากที่เคยหว่านข้าวในช่วงเดือนตุลาคมหรือพฤศจิกายน เปลี่ยนเป็นหว่านข้าวนาปีในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ โดยเฉพาะเกษตรกรที่ทำนาปีในพื้นที่ลุ่ม มีการปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวจากเดิมนิยมปลูกข้าวพันธุ์เฉี้ยง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีอายุประมาณ 150 วัน มาเป็นการปลูกข้าวพันธุ์ที่มีอายุสั้นสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น เช่น ข้าวพันธุ์ชัยนาท พันธุ์ กข. เป็นต้น

สำหรับการปรับตัวเพื่อรับมือและลดผลกระทบจากปัญหาน้ำเค็มซึ่งมักเกิดขึ้นในกรณีน้ำแล้งนั้น ชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวในอำเภอระโนดใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อสูบน้ำจืดจากทะเลน้อยมาใช้เพื่อการปลูกข้าวนาปรัง อย่างไรก็ดี ถ้าในอนาคตปัญหาน้ำแล้งมีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่อุปสงค์หรือความต้องการใช้น้ำจืดจากทะเลน้อยที่สูงขึ้น เนื่องมาจากปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มไปยังทะเลสาบสงขลาตอนบนมากขึ้น จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดความขัดแย้งในการแย่งชิงน้ำระหว่างเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และเกษตรกรในพื้นที่อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง ซึ่งพึ่งพาน้ำจากทะเลน้อยเพื่อทำการเกษตรเช่นเดียวกัน

นอกจากการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยด้านภูมิอากาศดังกล่าวมาข้างต้นแล้ว ปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่อำเภอระโนดได้มีการประกอบอาชีพจากหลายแหล่ง อันเนื่องด้วยปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ความต้องการหารายได้เพิ่มขึ้นเพื่อนำเงินมาสนับสนุนทางด้านการศึกษาของบุตรหลาน ประกอบกับปัจจัยขับเคลื่อนด้านนโยบายและโครงการต่างๆ ของภาครัฐที่เข้ามาสนับสนุนเกษตรกรในพื้นที่ เช่น โครงการของมูลนิธิชัยพัฒนาที่เข้ามาส่งเสริมการปลูกพืชแบบผสมผสานและการทำไร่นาสวนผสม โครงการลุ่มน้ำปากพนังตามแนวพระราชดำริ ซึ่งส่งเสริมการปลูกพืชไร้สารพิษ และนโยบายของกรมพัฒนาที่ดินที่เข้ามาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

จากข้อมูลการสำรวจของสำนักงานเกษตรอำเภอระโนดเกี่ยวกับการประกอบอาชีพและโครงสร้างรายได้ของเกษตรกร พบว่า ครัวเรือนในอำเภอระโนดที่ประกอบอาชีพทำการเกษตรอย่างเดียวมีจำนวนค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 43 ดังนั้น Exposure ของชุมชนเกษตรกรปลูกข้าวต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมหรือปัจจัยกดดันทางด้านอากาศ (Climate Pressure) จึงค่อนข้างสูง ดังนั้น ถ้าปริมาณผลผลิตข้าวมีความผันผวนสูงสืบเนื่องมาจากสภาพอากาศที่ไม่เอื้อ คนกลุ่มนี้จะได้รับความเดือดร้อนมาก ในขณะที่ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพซึ่งมีแรงกดดันทางอากาศน้อยมีจำนวนไม่สูงมาก (ร้อยละ 12 ประกอบอาชีพรับจ้างเพียงอย่างเดียว และร้อยละ 15 ประกอบอาชีพค้าขายอย่างเดียว)

เป็นที่น่าสังเกตว่าครัวเรือนเกษตรกรในอำเภอระโนดซึ่งปลูกข้าวอย่างเดียวมีจำนวนสูงถึงร้อยละ 45.50 ซึ่งครัวเรือนเกษตรกรกลุ่มนี้มีความอ่อนไหวสูงต่อสภาพอากาศ เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมและน้ำแล้ง เป็นต้น ครัวเรือนที่ทำกิจกรรมทางการเกษตรตั้งแต่ 2 กิจกรรมขึ้นไปมีความอ่อนไหวปานกลางต่อสภาพอากาศ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับว่าข้าวเป็นแหล่งรายได้หลักสำหรับครัวเรือนหรือไม่

บทที่ 6

การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

เนื่องด้วยสภาพภูมิอากาศ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และนโยบายของรัฐมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด สิ่งสำคัญที่การศึกษานี้ต้องพิจารณาคือพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสถานะความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในทุ่งระโนดหรือไม่ และกลยุทธ์ที่ใช้เพื่อรับมือกับความเสี่ยงจากอดีตถึงปัจจุบันมีความเหมาะสมในการรับมือกับความเสี่ยงในอนาคตได้หรือไม่ การศึกษาส่วนนี้ ผู้ศึกษาได้คาดการณ์สภาพภูมิอากาศเพื่อวิเคราะห์เงื่อนไขของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการรุกล้ำของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้งบริเวณทะเลสาบสงขลา และวิเคราะห์แนวโน้มของสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต เพื่อนำข้อมูลมาประเมินความเสี่ยงของระบบปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนด รวมทั้ง กำหนดกลยุทธ์เพื่อให้สามารถจัดการกับความเสี่ยงในอนาคตได้อย่างเหมาะสมต่อไป

6.1 ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบน

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าจะเห็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน การที่ต้องมองไปในอนาคตระยะยาวเพื่อทำความเข้าใจกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนี้ทำให้ไม่สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การศึกษาถึงประเด็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงต้องอาศัยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเพื่อประเมินความเสี่ยงของพื้นที่หรือภาคส่วนต่างๆ ในอนาคต

การศึกษานี้อาศัยการทบทวนวรรณกรรมด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศตลอดจนข้อมูลต่างๆ จากการศึกษาที่ได้มีการดำเนินการมาก่อนหน้านี้ เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบขึ้นเป็นภาพฉายอนาคตเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเค็มของทะเลสาบสงขลาตอนบน โดยพิจารณาถึงตัวแปรทางภูมิอากาศ 2 ตัวแปร คือ ปริมาณฝนซึ่งจะมีผลต่อปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงทะเลสาบสงขลา และ อุณหภูมิซึ่งจะส่งผลถึงการระเหยน้ำของทะเลสาบสงขลา โดยพิจารณาถึงข้อมูลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน

และอุณหภูมิจากการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลก ได้แก่ ECHAM4 (A2/B2) และ ECHAM5 (A1B)[1] ซึ่งเป็นการจำลองภูมิอากาศอนาคตภายใต้ภาพฉายอนาคตของปริมาณก๊าซเรือนกระจกหลายรูปแบบ ประกอบด้วย A2 ซึ่งเป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง B2 ซึ่งเป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ และ A1B ซึ่งเป็นแนวทางที่ก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นในอัตราปานกลาง โดยข้อมูลการคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลกนี้ได้มีการเพิ่มความละเอียดขึ้นโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS (Hadley Center – The Met Office, UK) เพื่อให้มีความละเอียดเพียงพอต่อการประเมินการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น[2] ซึ่งดำเนินการโดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC)

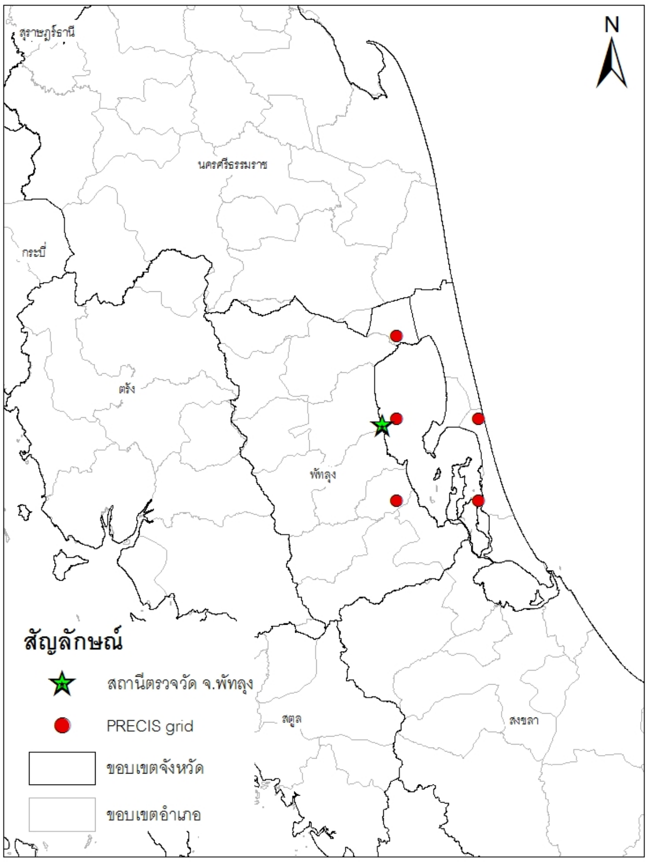
การศึกษานี้ได้ทำการทบทวนข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศ ทั้ง 3 แบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาไว้ข้างต้น โดยได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยรอบ 20 ปี ระหว่างข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่ใกล้พื้นที่ศึกษาที่สุด คือ สถานีพัทลุง สกษ. จังหวัดพัทลุง (รหัสสถานี 560301) และข้อมูลจากแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากตำแหน่งกริดที่อยู่ใกล้สถานีตรวจวัดมากที่สุด (รูปที่ 6.1) ซึ่งพบว่าแบบจำลองภูมิอากาศยังไม่สามารถใช้อธิบายการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ศึกษาได้ดีนัก เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนของปริมาณฝนรายเดือนสูง (รูปที่ 6.2)

---

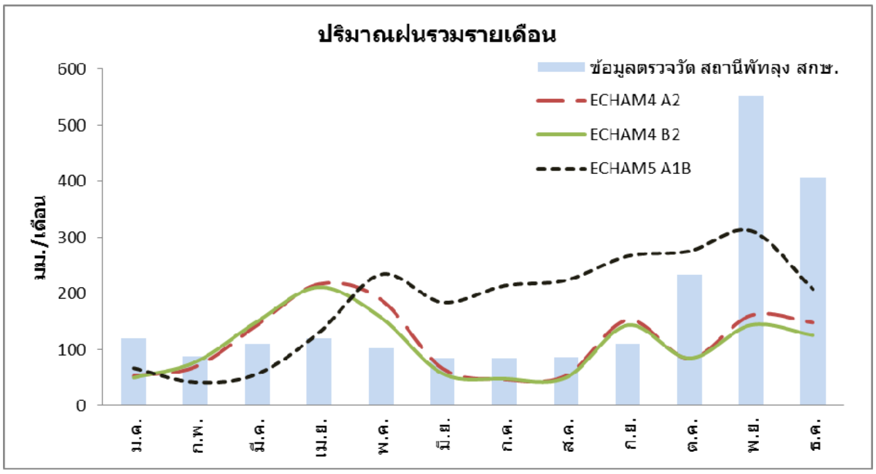
[1] ECHAM4 และ ECHAM5 เป็นแบบจำลองภูมิอากาศ Global Circulation Model ที่พัฒนาขึ้นโดย Max Planck Institute for Meteorology, Germany http://www.ipcc-data.org/is92/echam4_info.html
http://www-pcmdi.llnl.gov/projects/modeldoc/amip/26mpi_b.html
http://www.mpimet.mpg.de/en/wissenschaft/modelle/echam/echam5.html

[2] SEA START RC

รูปที่ 6.1 แผนที่แสดงสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา สถานีพัทลุง สกษ. จ.พัทลุง (รหัสสถานี 560301) และตำแหน่งกริดของ PRECIS model



รูปที่ 6.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2533-2552



ดังนั้น การศึกษานี้จึงพิจารณาปริมาณฝนในมุมมองที่กว้างขึ้น คือพิจารณาตามรายฤดูกาล ซึ่งฤดูกาลของจังหวัดพัทลุงแบ่งออกเป็น 3 ฤดู[3] ดังนี้

- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่องว่างระหว่างฤดูมรสุม จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม
- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และเนื่องจากเป็นจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคใต้จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยเต็มที่ ทำให้มีฝนตกมากในช่วงฤดูหนาว คือระหว่างเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมอีกช่วงหนึ่งด้วย
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีลมเย็นและแห้งจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน แต่เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากลมนี้เต็มที่ทำให้มีฝนตกชุกมากในฤดูหนาว โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม

ในการศึกษานี้ การพิจารณาปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษาแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูมรสุม และช่วงนอกฤดูมรสุม ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงปริมาณฝนในช่วงฤดูมรสุม (ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) เทียบกับปริมาณฝนนอกฤดูมรสุม พบว่าแบบจำลอง ECHAM4 ยังมีความคลาดเคลื่อนสูง แต่แบบจำลอง ECHAM5 สามารถจำลองปริมาณฝนได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง (ตารางที่ 6.1)

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบปริมาณฝนระหว่างข้อมูลตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศ (เฉลี่ยระหว่าง พ.ศ. 2533-2552)

หน่วย: มิลลิเมตร

ปริมาณฝนรวมรายปี	ก.พ. – พ.ค.	มิ.ย. – ม.ค.	รวมรายปี
ข้อมูลตรวจวัด สถานีพัทลุง สกษ.	420	1,676	2,096
ECHAM4 A2	619	765	1,384
ECHAM4 B2	596	702	1,298
ECHAM5 A1B	462	1,749	2,211

[3] อ้างอิงตาม http://www.marine.tmd.go.th/thai/tus_type/phatthalung.html

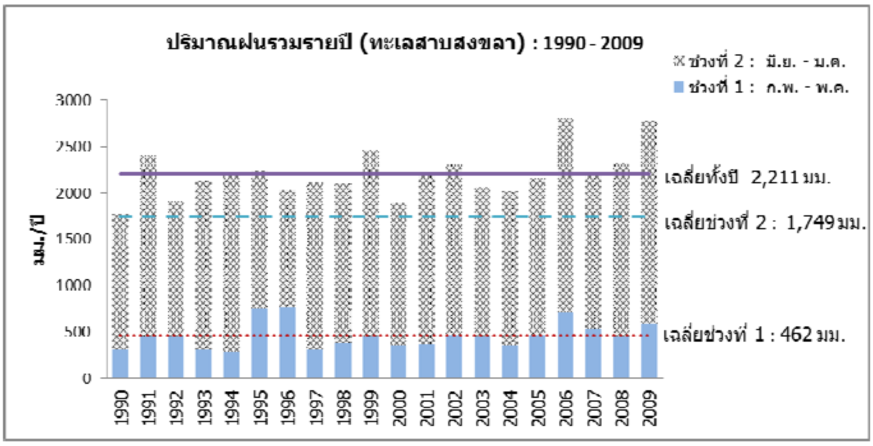
การศึกษานี้จึงเลือกใช้ชุดข้อมูลจากแบบจำลอง ECHAM5 เพื่อจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาโดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตช่วงปี พ.ศ. 2573-2592 ซึ่งพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับช่วงปีฐาน (พ.ศ.2533-2552) (ตารางที่ 6.2 และ รูปที่ 6.3)

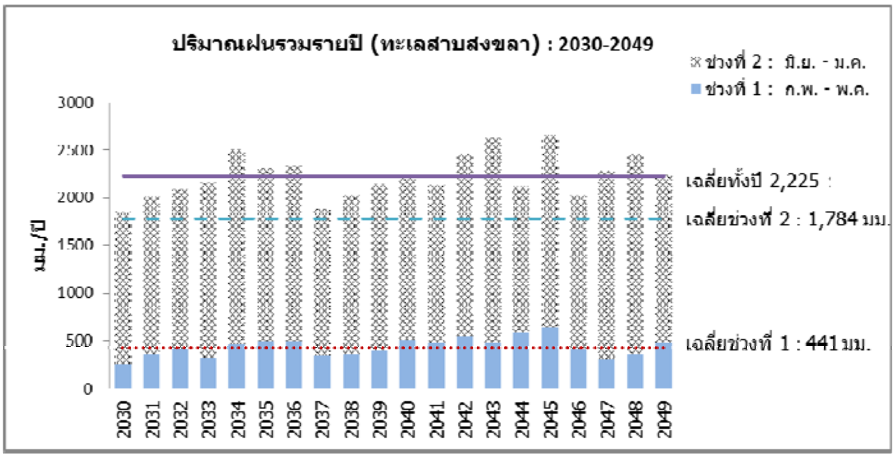
ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝนรวมรายปีบริเวณทะเลสาบสงขลาในปัจจุบันและอนาคตโดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B

หน่วย: มิลลิเมตร

ช่วงเดือนที่วิเคราะห์	พ.ศ.2533-2552	พ.ศ. 2573-2592	% การเปลี่ยนแปลง
กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม	462	441	-5
มิถุนายน – มกราคม	1,749	1,784	+2
รวมรายปี	2,211	2,225	+1

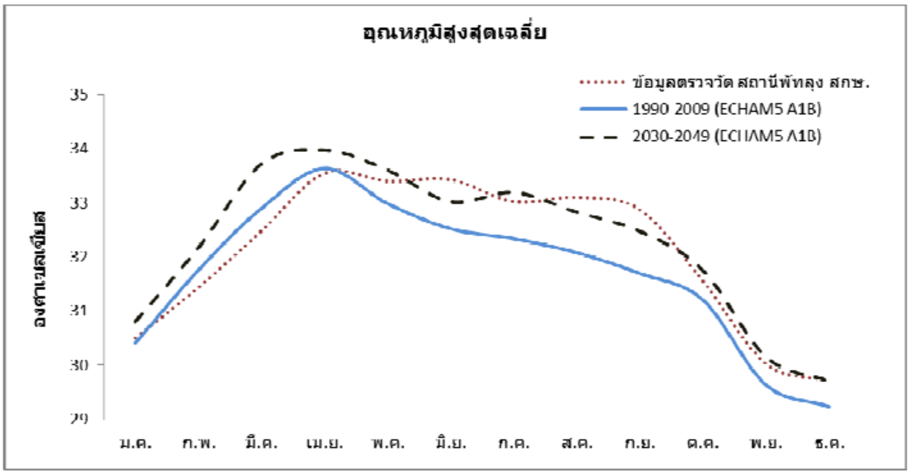
รูปที่ 6.3 ปริมาณฝนในปัจจุบันและอนาคตโดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B และ PRECIS





เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตนั้นให้ผลที่แตกต่างจากปัจจุบันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นในการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในการศึกษานี้จึงอนุมาณว่าปริมาณฝนในอนาคตไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และจับประเด็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการระเหยของน้ำในทะเลสาบ โดยทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน ข้อมูลตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลการคาดการณ์จากแบบจำลอง (พ.ศ.2533-2552) จากการศึกษาพบว่าการคาดการณ์อุณหภูมิสูงสุด (T-max) จากแบบจำลอง ผลการคาดการณ์มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามมีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัด และเมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (พ.ศ.2573-2592) อุณหภูมิสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประมาณ 0.5-1 องศาเซลเซียส (รูปที่ 6.4 และ ตารางที่ 6.3)

รูปที่ 6.4 อุณหภูมิสูงเฉลี่ยรายเดือนในปัจจุบัน และอนาคต



ตารางที่ 6.3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน (°C)

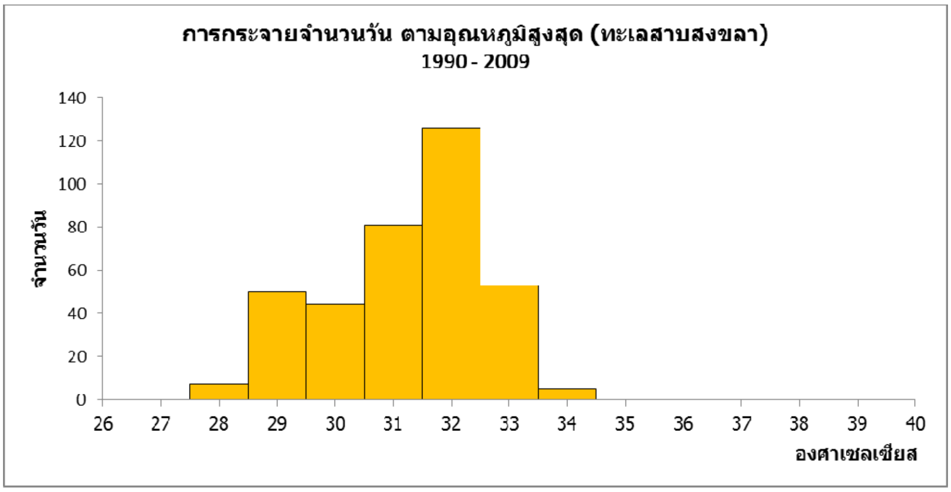
เดือน	ปัจจุบัน (2533 - 2552)		แบบจำลอง
	ข้อมูลตรวจวัด สถานีพัทลุง สกษ.	แบบจำลอง	ในอนาคต (2573 - 2592)
มกราคม	30.5	30.4	30.8
กุมภาพันธ์	31.4	31.8	32.2
มีนาคม	32.5	32.9	33.7
เมษายน	33.6	33.6	34.0
พฤษภาคม	33.4	33.0	33.6
มิถุนายน	33.4	32.5	33.0
กรกฎาคม	33.0	32.3	33.2
สิงหาคม	33.1	32.1	32.8
กันยายน	32.9	31.7	32.5
ตุลาคม	31.6	31.2	31.8
พฤศจิกายน	30.0	29.6	30.2
ธันวาคม	29.7	29.2	29.7

จากการคาดการณ์อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จำนวนวันที่มีอากาศร้อนก็มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน (ตารางที่ 6.4 และ รูปที่ 6.5)

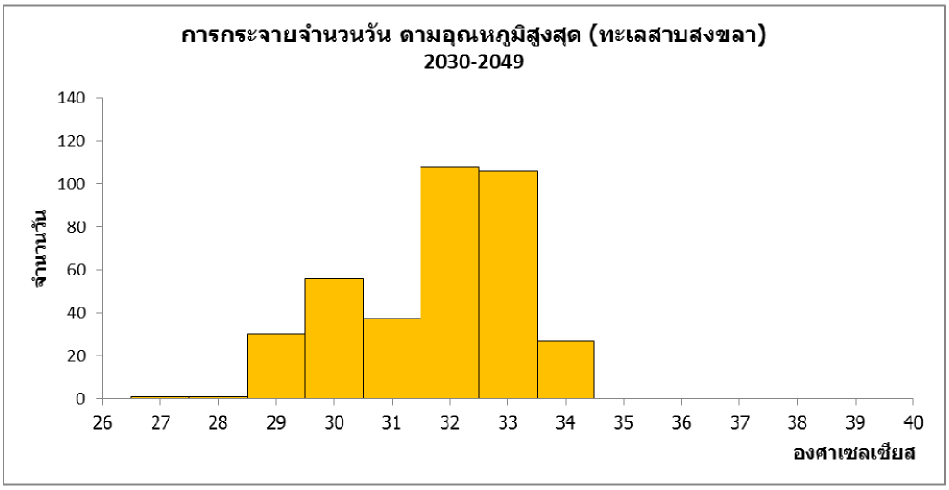
ตารางที่ 6.4 การจำแนกจำนวนวันตามอุณหภูมิสูงสุด (ทะเลสาบสงขลา) เฉลี่ย 20 ปี

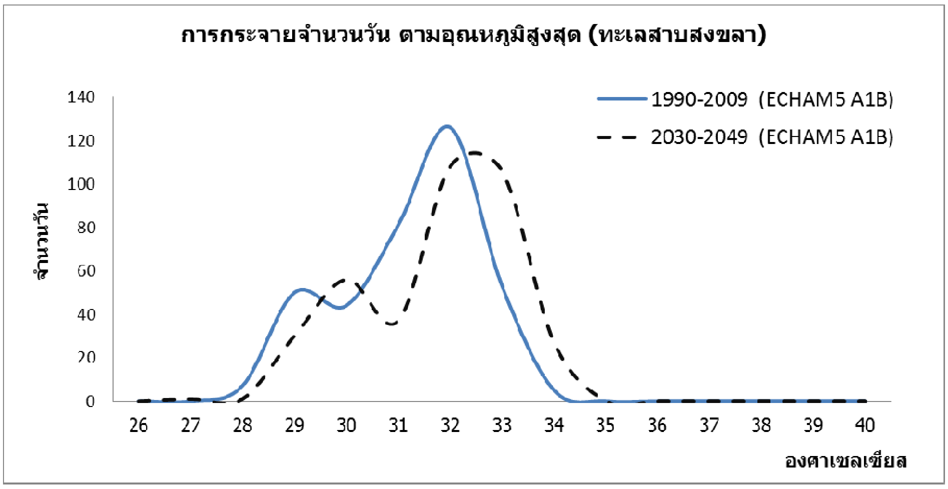
อุณหภูมิ (°C)	จำนวนวัน		การเปลี่ยนแปลง
	2533 - 2552	2573 - 2592	
27	0	1	1
28	7	1	-6
29	50	30	-20
30	44	56	+12
31	81	37	-44
32	126	108	-18
33	53	106	+53
34	5	27	+22

รูปที่ 6.5 การกระจายจำนวนวัน ตามอุณหภูมิสูงสุด โดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B



รูปที่ 6.5 การกระจายจำนวนวัน ตามอุณหภูมิสูงสุด โดยผลของแบบจำลอง ECHAM5 A1B (ต่อ)





ดังนั้นการจัดทำภาพฉายอนาคตของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนบน เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำทะเล ในการศึกษาครั้งนี้อนุมานได้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและรูปแบบการกระจายตัวของฝนในอนาคตยังคงเป็นเช่นในปัจจุบัน เนื่องจากผลการคาดการณ์ของแบบจำลองเท่าที่ได้ทบทวนมานั้น มิได้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอย่างชัดเจน การศึกษานี้จึงยึดอุณหภูมิสูงสุดรายวันเป็นตัวแปรด้านภูมิอากาศ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อระดับความเค็มของพื้นที่ทะเลสาบตอนบน ซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า พื้นที่ศึกษานี้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานมากขึ้น

6.2 การวิเคราะห์เงื่อนไขของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการรุกล้ำของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้งบริเวณทะเลสาบสงขลา

6.2.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

การศึกษาการรุกของน้ำเค็มในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW ซึ่งพัฒนาโดย Deltares ประเทศเนเธอร์แลนด์ แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW สามารถจำลองพื้นที่ชายฝั่งแม่น้ำและชะวากทะเล[4] โดยคำนวณการไหลของน้ำ ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง และ/หรือ อิทธิพลทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น ลม ความกดอากาศ เป็นต้น กริดที่ใช้คำนวณในแนวระนาบจะเป็นแบบ “rectilinear” หรือ “curvilinear” ส่วนกริดในแนวดิ่งจะเป็นกริดที่เรียกว่า “sigma co-ordinate” Delft3D-FLOW สามารถนำมาใช้ศึกษาได้ทั้งแบบ 2 มิติ (2DH หรือ 2DV) หรือ 3 มิติ (3D)

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW เป็นแบบจำลองที่มีสมการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพได้ ยกตัวอย่างเช่น อิทธิพลของการหมุนของโลก (Coriolis force) การขนส่งเกลือ/ความร้อน การระเหย การแลกเปลี่ยนความร้อนที่บริเวณผิวหน้าน้ำทะเล แรงที่เกิดจากน้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW ซึ่งอธิบายใน Deltares (2011a) ประกอบไปด้วย

(1) สมการความต่อเนื่อง (Continuity equation)

เนื่องจากสมการที่ใช้คำนวณไม่ได้อยู่บนระบบพิกัด Cartesian แต่อยู่บนระบบพิกัด orthogonal curvilinear ซึ่งถือว่าเป็นพิกัดพิเศษของ ระบบพิกัด spherical โดยที่

$$\xi = \lambda$$
$$\eta = \phi$$
$$\sqrt{G_{\xi\xi}} = R\cos\phi$$
$$\sqrt{G_{\eta\eta}} = R$$

[4] ชะวากทะเล (อังกฤษ: Estuary) คือ บริเวณส่วนล่างของปากแม่น้ำที่มีความกว้างมากจนมีลักษณะคล้ายอ่าวตอนบนของชะวากทะเลนั้นจะตอบแหลมเป็นรูปกรวยและจะค่อยขยายขนาดออกไปเมื่อเข้าหาในส่วนที่เป็นทะเลมากขึ้นบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการผสมกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็ม เนื่องจากเป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำยุบตัวลงสู่แนวชายฝั่งทะเลจึงได้รับอิทธิพลของน้ำทะเล

เมื่อ λ และ ϕ คือลองติจูดและแลติจูด ตามลำดับ และ R เป็นรัศมีของโลกซึ่งเท่ากับ 6,378.137 กิโลเมตร ดังนั้นสมการความต่อเนื่องในแนวระนาบ (ξ,η) จึงสามารถเขียนอยู่ในรูป

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t}+\frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial}{\partial\xi}\left[(d+\zeta)U\sqrt{G_{\eta\eta}}\right]+\frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial}{\partial\eta}\left[(d+\zeta)V\sqrt{G_{\xi\xi}}\right]=Q$$

โดยตัวแปร ζ d t U และ V คือ ระดับน้ำ ความลึกน้ำ เวลา ความเร็วเฉลี่ยตามความลึกในแนว ξ และ η ตามลำดับ

ส่วน Q คือ สัดส่วนของน้ำท่า หรือการสูบน้ำออก การระเหย และการกลายเป็นฝน ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูป

$$Q=H\int_{-1}^{0}(q_{in}-q_{out})d\sigma+P-E$$

$H=d+\zeta$ เป็นความลึกน้ำสุทธิ q_{in} และ q_{out} เป็น local sources และ sinks ของน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ตามลำดับ ส่วน P และ E เป็น non-local source และ sink เนื่องจากการกลายเป็นฝนและการระเหย ตามลำดับ ในบริเวณผิวหน้าน้ำทะเลอาจจะมีส่วนของ source และ sink เนื่องจากการกลายเป็นฝน และการระเหย ตามลำดับ σ คือสเกลของพิกัดในแนวดิ่ง ซึ่ง $\sigma=\frac{z-\zeta}{d+\zeta}=\frac{z-\zeta}{H}$ โดยที่ผิวหน้าน้ำทะเล $\sigma=0$ ส่วนที่พื้นท้องทะเล $\sigma=-1$ (z เป็นพิกัดในแนวดิ่ง)

(2) สมการโมเมนตัม (Momentum equations)

สมการโมเมนตัมในแกน $\xi-$ และ $\eta-$ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}}\frac{\partial u}{\partial\xi}+\frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial u}{\partial\eta}+\frac{\omega}{d+\zeta}\frac{\partial u}{\partial\sigma}-\frac{v^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial\sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial\xi}+\frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial\sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial\xi}-fv=$$
$$-\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}}P_\xi+F_\xi+\frac{1}{(d+\zeta)^2}\frac{\partial}{\partial\sigma}\left(v_V\frac{\partial u}{\partial\sigma}\right)+M_\xi$$

และ

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}}\frac{\partial v}{\partial\xi}+\frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial v}{\partial\eta}+\frac{\omega}{d+\zeta}\frac{\partial v}{\partial\sigma}+\frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial\sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial\xi}-\frac{u^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial\sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial\xi}+fu=$$
$$-\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}}P_\eta+F_\eta+\frac{1}{(d+\zeta)^2}\frac{\partial}{\partial\sigma}\left(v_V\frac{\partial v}{\partial\sigma}\right)+M_\eta$$

โดย u v และ ω เป็นความเร็วในแกน $\xi -$ แกน $\eta -$ และแนวดิ่งในพิกัดซิกม่า ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์ eddy viscosity ในแนวดิ่ง $\nu_V = \nu_{mol} + \max(\nu_{3D}, \nu_V^{back})$ โดย ν_{mol} คือ kinematic viscosity ของน้ำ ν_{3D} เป็นค่าที่หาได้จากแบบจำลอง 3D-turbulence closure ส่วน ν_V^{back} คือค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การผสมผสานในแนวดิ่ง

P_ξ และ P_η เป็น gradient ของความดัน ในแกน $\xi -$ และ แกน $\eta -$

F_ξ และ F_η เป็น unbalance of horizontal Reynold's stresses ในแกน $\xi -$ และ แกน $\eta -$

M_ξ และ M_η เป็นสัดส่วนของ external sources หรือ sinks ในสมการโมเมนตัม ในแกน $\xi -$ และ แกน $\eta -$

(3) ความเร็วในแนวดิ่ง

สมการความเร็วในแนวดิ่งซึ่งอยู่บนระบบพิกัดซิกมา (σ) สามารถคำนวณผ่านสมการความต่อเนื่องได้ดังนี้

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial}{\partial \xi}\left[(d+\zeta)u\sqrt{G_{\eta\eta}}\right] + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial}{\partial \eta}\left[(d+\zeta)v\sqrt{G_{\xi\xi}}\right] + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = H\left(q_{in} - q_{out}\right)$$

สืบเนื่องจากสมการข้างต้น ทำให้ความเร็วในแนวดิ่งในระบบพิกัดคาร์ทีเซี่ยน w สามารถเขียนได้ดังนี้

$$w = \omega + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\left[u\sqrt{G_{\eta\eta}}\left(\sigma\frac{\partial H}{\partial \xi} + \frac{\partial \zeta}{\partial \xi}\right) + v\sqrt{G_{\xi\xi}}\left(\sigma\frac{\partial H}{\partial \eta} + \frac{\partial \zeta}{\partial \eta}\right) + \left(\sigma\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)\right]$$

(4) ความดันอุทกสถิตบนระบบพิกัดซิกมา

ในกรณีของน้ำที่มีความหนาแน่นไม่คงที่ gradient ของความดัน P_ξ และ P_η จะสามารถคำนวณหาได้จาก

$$\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}}P_\eta = \frac{g}{\sqrt{G_{\xi\xi}}}\frac{\partial \zeta}{\partial \xi} + g\frac{d+\zeta}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}}\int_\sigma^0\left(\frac{\partial \rho}{\partial \xi} + \frac{\partial \rho}{\partial \sigma}\frac{\partial \sigma}{\partial \xi}\right)d\sigma'$$

$$\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}}P_\eta = \frac{g}{\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial\zeta}{\partial\eta} + g\frac{d+\zeta}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}}\int_\sigma^0\left(\frac{\partial\rho}{\partial\eta} + \frac{\partial\rho}{\partial\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial\eta}\right)d\sigma'$$

(5) สมการการขนส่ง

การขนส่งมวลสารหรือความร้อน สามารถคำนวณได้จากสมการ advection-diffusion ดังนี้

$$\frac{\partial(d+\zeta)c}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\left\{\frac{\partial\left[\sqrt{G_{\eta\eta}}(d+\zeta)uc\right]}{\partial\xi} + \frac{\partial\left[\sqrt{G_{\xi\xi}}(d+\zeta)vc\right]}{\partial\eta}\right\} + \frac{\partial\omega c}{\partial\sigma} =$$

$$\frac{d+\zeta}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\left\{\frac{\partial}{\partial\xi}\left[\frac{D_H}{\sigma_{c_0}}\frac{\sqrt{G_{\eta\eta}}}{\sqrt{G_{\xi\xi}}}\frac{\partial c}{\partial\xi}\right] + \frac{\partial}{\partial\eta}\left[\frac{D_H}{\sigma_{c_0}}\frac{\sqrt{G_{\xi\xi}}}{\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial c}{\partial\eta}\right]\right\} +$$

$$\frac{1}{d+\zeta}\frac{\partial}{\partial\sigma}\left[\frac{\nu_{mol}}{\sigma_{mol}} + \max\left(\frac{\nu_{3D}}{\sigma_c}, D_V^{back}\right)\frac{\partial c}{\partial\sigma}\right] - \lambda_d(d+\zeta)c + S$$

โดยที่ λ_d เป็นกระบวนการการสลายตัวอันดับหนึ่ง และ S เป็นเทอมของ source และ sink ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เนื่องจาก q_{in} หรือ q_{out} และ Q_{tot} คือค่าการแลกเปลี่ยนความร้อนบริเวณผิวหน้าน้ำทะเล ดังนั้น

$$S = (d+\zeta)(q_{in}c_{in} - q_{out}c) + Q_{tot}$$

6.2.2 การเตรียมแบบจำลอง

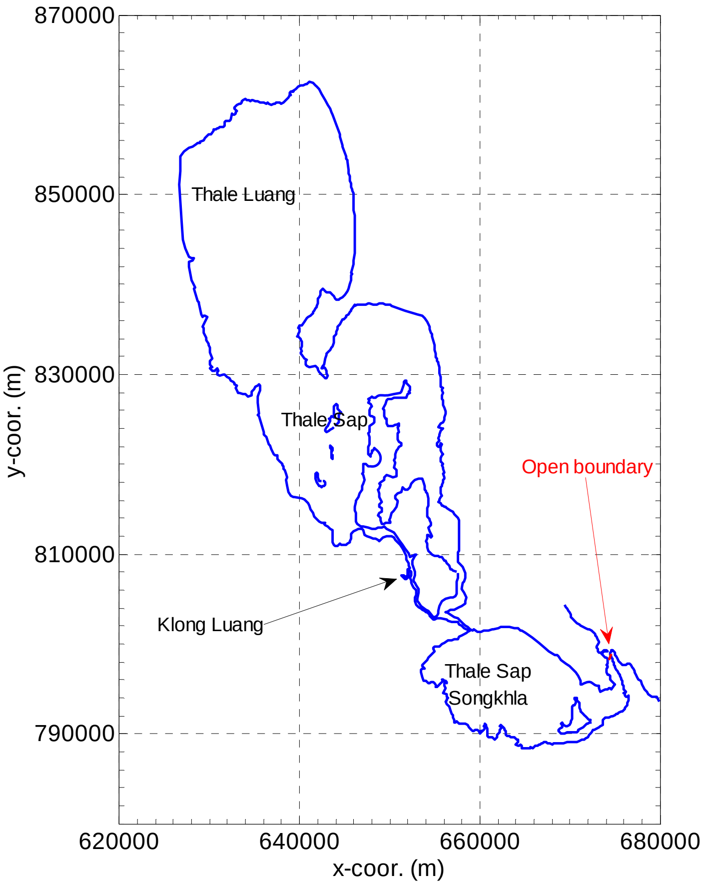
(1) กริดและความลึก

ลักษณะทางกายภาพของทะเลสาบสงขลาอาจแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน ตามตำแหน่งที่ตั้ง คือ ทะเลหลวง (ทะเลสาบสงขลาตอนเหนือ) ทะเลสาบ (ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง) และทะเลสาบสงขลา (ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง) การเตรียมกริดและความลึกในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา ดำเนินการโดยใช้ Delft3D-RGFGRID (Deltares, 2011c) และ Delft3D-QUICKIN (Deltares, 2011b) ตามลำดับ

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการสร้างกริดสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ เส้นขอบเขต (รูปที่ 6.6) ซึ่งจะแบ่งออกเป็นเส้นขอบเขตเปิด (เส้นสีแดงในรูปที่ 6.6) และเส้นขอบเขตปิด (เส้นสีน้ำเงินในรูปที่ 6.6) เมื่อได้เตรียมเส้นขอบเขตแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะทำการสร้างกริดให้อยู่ภายในเส้นขอบเขต กริดสำหรับแบบจำลองทะเลสาบสงขลาที่สร้างเสร็จแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 6.6 ลักษณะกริดที่สร้างมีชื่อเรียกว่า curvilinear grid

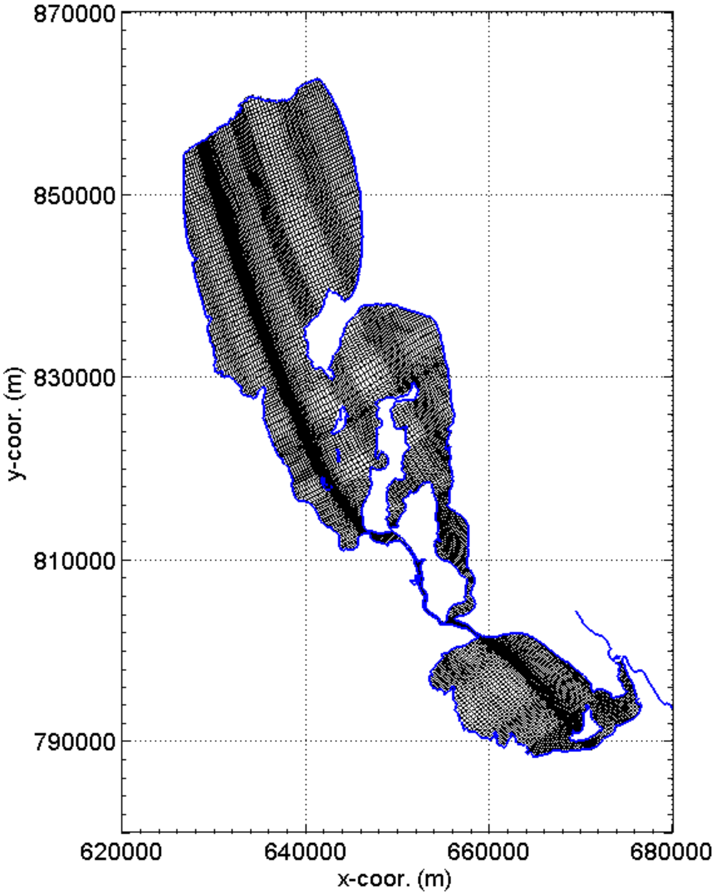
เนื่องจากคลองหลวงเป็นช่องทางเดินน้ำที่มีขนาดเล็ก (รูปที่ 6.6) ดังนั้นกริดที่สร้างในบริเวณคลองหลวงจึงจำเป็นต้องมีขนาดเล็กตามไปด้วย ส่งผลให้ความละเอียดที่ได้จากการสร้างกริดของแบบจำลองทะเลสาบสงขลาในบริเวณดังกล่าวมีค่าความละเอียดสูง โดยมีค่าประมาณ 90 ตารางเมตร แต่ในขณะที่ค่าความละเอียดของแบบจำลองทะเลสาบสงขลาโดยรวมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 90 ถึง 580 ตารางเมตร และเนื่องจากแนวกริดที่สร้างขึ้นมาในแนวนอน (แกน x)/แนวตั้ง (แกน y) ไม่ได้วางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก/เหนือ-ใต้ ดังนั้นเราจะเรียกชื่อแกนในแนวนอนและแนวตั้งเป็น แนว M และแนว N ตามลำดับ ขนาดของกริดในแนว M และแนว N จะมีค่าอยู่ระหว่าง 110 ถึง 150 เมตร และ 30 ถึง 500 เมตร ตามลำดับ รูปที่ 6.7 แสดงลักษณะและขนาดของกริดที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้โดยละเอียด จะเห็นว่าขนาดของกริดที่สร้างขึ้นบริเวณคลองหลวงจะมีขนาดเล็กมาก

รูปที่ 6.6 แผนที่แสดงตำแหน่งของระบบทะเลสาบสงขลา



หมายเหตุ: - ระบบทะเลสาบสงขลา แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ทะเลสาบสงขลา ทะเลสาบ และทะเลหลวง
- เส้นขอบเขต (สีน้ำเงิน) แสดงอาณาเขตที่ต้องใช้ในการสร้างกริดของแบบจำลอง และเส้นสีแดงแสดงบริเวณที่ใช้เป็นเส้นขอบเขตเปิด (ด้านที่ติดทะเล)

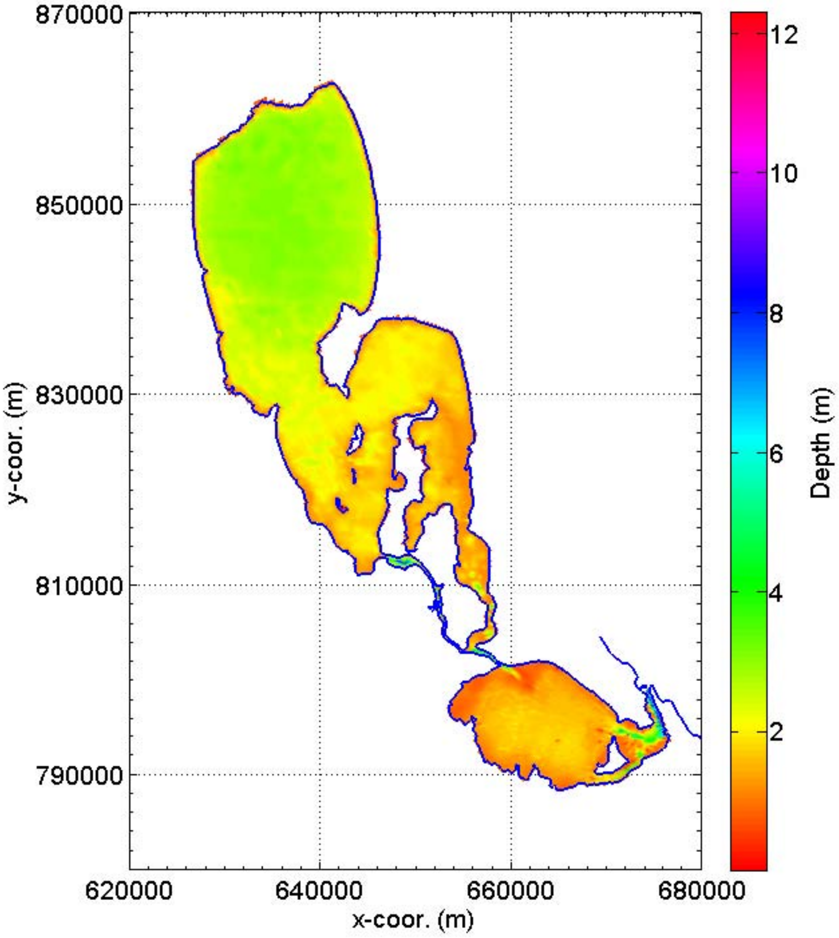
รูปที่ 6.7 ลักษณะของกริดที่เตรียมสำหรับแบบจำลองทะเลสาบสงขลา



หมายเหตุ: กริดจะมีลักษณะที่เรียกว่า curvilinear เส้นขอบเขตซึ่งเป็นเส้นที่แสดงบริเวณที่เป็นแผ่นดินหรือเกาะคือเส้นสีน้ำเงิน

ข้อมูลความลึกน้ำที่ใช้ในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา ได้มาจากข้อมูลรายจุดในปี พ.ศ. 2518 (เป็นข้อมูลทั้งทะเลสาบ แต่มีความละเอียดเล็กน้อย) และข้อมูลในปี พ.ศ. 2546-47 (เป็นข้อมูลเฉพาะทะเลสาบตอนล่าง แต่มีความละเอียดสูง) ดังนั้นจึงรวมข้อมูลทั้งสองเข้าด้วยกัน แล้วทำการ interpolate ข้อมูลความลึกดังกล่าวลงในช่องกริดแต่ละกริดที่ได้เตรียมไว้แล้วข้างต้น โดยใช้ Delft3D-QUICKIN ลักษณะความลึกของแบบจำลองทะเลสาบสงขลาหลังจากการ interpolate แสดงในรูปที่ 6.8 จะพบว่าบริเวณช่องน้ำที่ติดต่อระหว่างทะเลสาบสงขลากับทะเลภายนอก และบริเวณคลองหลวงจะมีความลึกมากกว่าบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณอื่นๆ มีความลึกเฉลี่ยเพียงแค่ประมาณ 2 เมตร ทะเลสาบตอนบนจะมีค่าความลึกอยู่ที่ประมาณ 2–3 เมตร ความลึกน้ำที่ได้นี้เป็นความลึกเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังนั้นเราจึงสามารถหาปริมาตรของระบบทะเลสาบสงขลาได้อย่างคร่าวๆ จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีค่าประมาณ 946 x 106 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 6.8 ความลึกของระบบทะเลสาบสงขลาที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



(2) ข้อมูลนำเข้า

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงข้อมูลนำเข้าที่มีความสำคัญสำหรับแบบจำลองการรุกของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยจะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

(2.1) น้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงถือเป็นแรงหลักที่ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่ง หรือชะวากทะเล (estuary) ซึ่งน้ำขึ้นน้ำลงเกิดเนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ โดยอิทธิพลของดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ถือว่าน้อยมากซึ่งสามารถตัดทิ้งได้ และไม่จำเป็นต้องนำมาคำนวนในแบบจำลอง

การตรวจวัดน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณต่างๆ ในโลก เครื่องมือตรวจวัดไม่ได้วัดน้ำขึ้นน้ำลงเฉพาะที่ได้รับอิทธิพลจากโลกกับดวงอาทิตย์ หรือโลกกับดวงจันทร์เท่านั้น หากแต่ยังวัดอิทธิพลของปรากฏการณ์ทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น ลมและพายุ เป็นต้น (อิทธิพลภายนอก) ที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การจะแยกอิทธิพลภายนอกดังกล่าวออก จำเป็นจะต้องใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิก ซึ่งจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

คาบการเคลื่อนที่ที่สำคัญต่อน้ำขึ้นน้ำลงมีอยู่คร่าวๆ 3 ประเภท คือ การหมุนของโลกรอบแกนหมุน (ใช้เวลา 1 วัน) การที่ดวงจันทร์หมุนรอบโลก (ใช้เวลา 27.32 วัน) และการที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ (ใช้เวลา 365.25 วัน) โดยทั่วไปน้ำขึ้นน้ำลงจะถูกอธิบายด้วยการรวมกันของอนุกรมขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง หรือที่เรียกว่า simple harmonic components โดยแต่ละองค์ประกอบจะมีคาบเฉพาะสำหรับแต่ละองค์ประกอบ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ แอมพลิจูด A และเฟส G ของแต่ละองค์ประกอบจะแตกต่างกันตามพื้นที่

Astronomical tide หรือน้ำขึ้นน้ำลงเนื่องจากอิทธิพลของดวงดาว สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายดังแสดงใน Deltares (2011d) ได้ดังนี้

$$H(t) = A_0 + \sum_{i=1}^{k} A_i F_i \cos\left(\omega_i t + (V_0 + u)_i - G_i\right)$$

โดย $H(t)$ เป็นระดับน้ำ ณ เวลา t ใดๆ A_0 เป็นระดับน้ำเฉลี่ยในช่วงเวลาใดๆ k เป็นจำนวนขององค์ประกอบ i เป็น ดัชนีองค์ประกอบ A_i เป็นแอมพลิจูดขององค์ประกอบใดๆ F_i เป็น nodal amplitude factor ขององค์ประกอบใดๆ ω_i เป็น ความเร็วเชิงมุมขององค์ประกอบใดๆ $(V_0 + u)_i$ เป็น astronomical argument ขององค์ประกอบใดๆ และ G_i เป็นเฟสขององค์ประกอบใดๆ

F_i และ $(V_0 + u)_i$ ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นกับเวลา และ ω_i สามารถหาค่าได้จากตารางในตำราเฉพาะด้านเกี่ยวกับการพยากรณ์น้ำขึ้นน้ำลง เราพบค่าองค์ประกอบที่มีคาบมากที่สุดจะมีค่าประมาณ 18.6 ปี ตัวแปร A_0 A_i และ G_i เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับสถานที่ ดังนั้น ถ้าเราทราบค่าของ A_0 A_i และ G_i เราสามารถพยากรณ์หาค่า $H(t)$ ได้ ในทางกลับกันถ้าเรามีข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงที่ได้จากการตรวจวัด $W(t_j)$ เราก็สามารถใช้สมการข้างบน และใช้วิธีวิเคราะห์แบบ least square เพื่อที่จะหาค่าของ A_0 A_i และ G_i

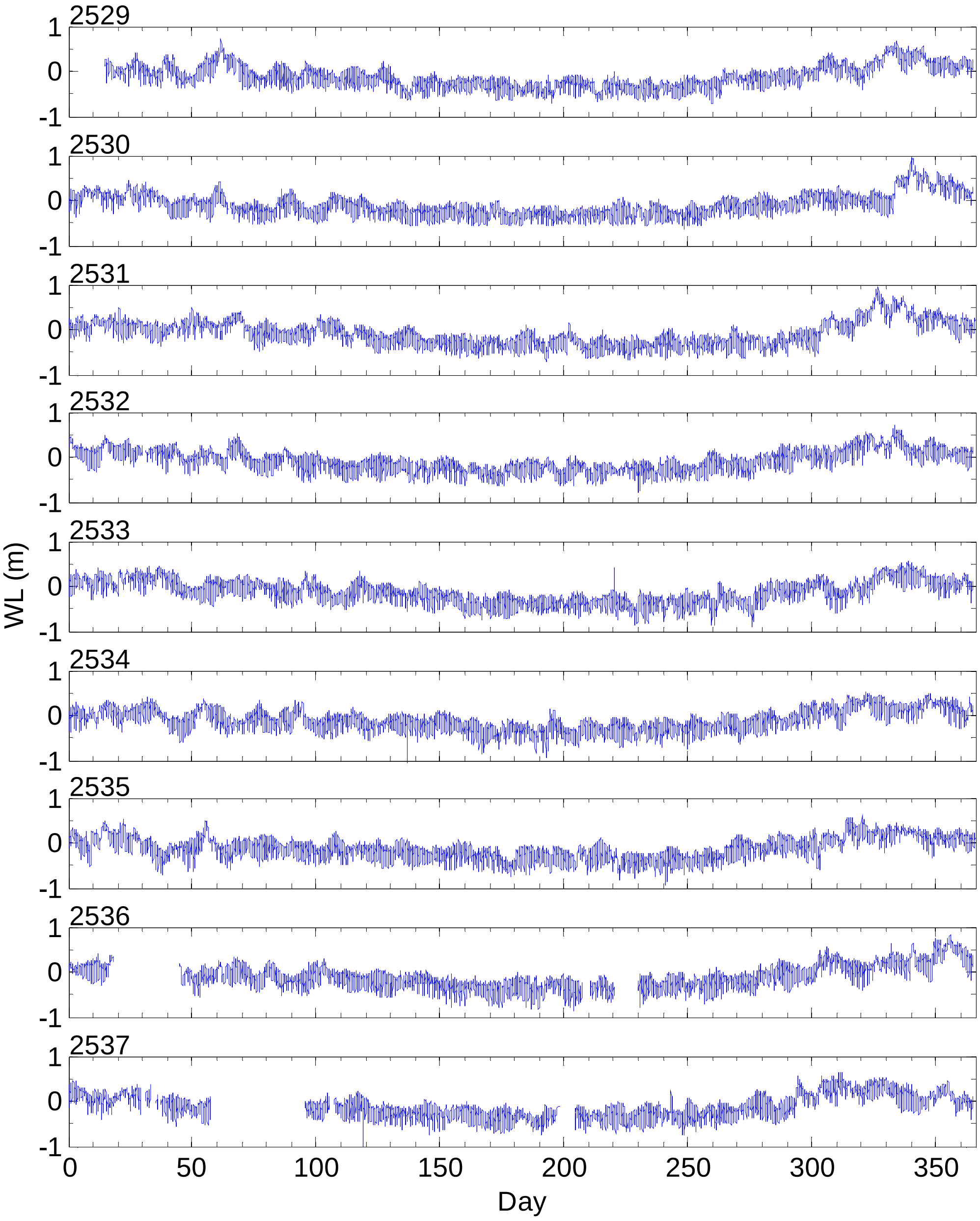
Delft3D-TIDE เป็นโมดูลที่มาพร้อมกับ Delft3D package สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงได้ ซอฟ์แวร์อีกตัวหนึ่งที่สามารถดาว์นโหลดได้ฟรีที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงได้ คือ T_TIDE (Parlowicz, 2002) แต่เราจำเป็นต้องมีโปรแกรม MATLAB ถึงจะใช้งานได้ สำหรับวัตถุประสงค์หลักของโปรแกรมวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงนั้น เพื่อแยกหาองค์ประกอบของน้ำขึ้นน้ำลง หรือถ้าเราทราบองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง เราสามารถพยากรณ์น้ำขึ้นน้ำลงได้ ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงที่จะใช้วิเคราะห์ในครั้งนี้ คือข้อมูลของสถานีตรวจวัดระดับน้ำสงขลา กรมอุทกศาสตร์ (พิกัด 7°12’58’’ °N 100°34’50’’ °E) ช่วงระยะเวลาที่ใช้วิเคราะห์จะเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529–2545 จำนวนองค์ประกอบที่ใช้วิเคราะห์มีจำนวนทั้งสิ้น 38 ตัว ลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงที่สถานีสงขลามีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 6.9–6.10 จากรูปทั้งสองพบว่าความแปรผันของน้ำขึ้นน้ำลงระหว่างปี มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือระดับน้ำเฉลี่ยจะมีค่าสูงในช่วงปลายปีต่อต้นปี และจะมีค่าต่ำในช่วงกลางปี ค่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3–0.6 เมตร

ค่าแอมพลิจูด และเฟสขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่คำนวณจาก Delft3D-TIDE โมดูล ได้แสดงในตารางที่ 6.5 ซึ่งจะแสดงเฉพาะองค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 10 ตัวคือ *SA SSA Q1 K1 P1 N2 M2 S2* และ *K2* จากตารางที่ 6.5 พบว่าองค์ประกอบ *SA* และ *M2* เป็นสององค์ประกอบที่มีค่าแอมพลิจูดมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 6.9–6.10 ที่น้ำขึ้นน้ำลงมีการแปรผันระหว่างปี อันเนื่องมาจากองค์ประกอบ *SA* จากค่าแอมพลิจูดที่ได้จากตารางที่ 6.5 เราสามารถอธิบายได้ว่าน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณสงขลาจะมีลักษณะเป็นแบบใด โดยดูจากค่า F form ซึ่งค่า F คำนวณได้จากผลหารของแอมพลิจูดของ 4 องค์ประกอบหลักดังสมการข้างล่าง

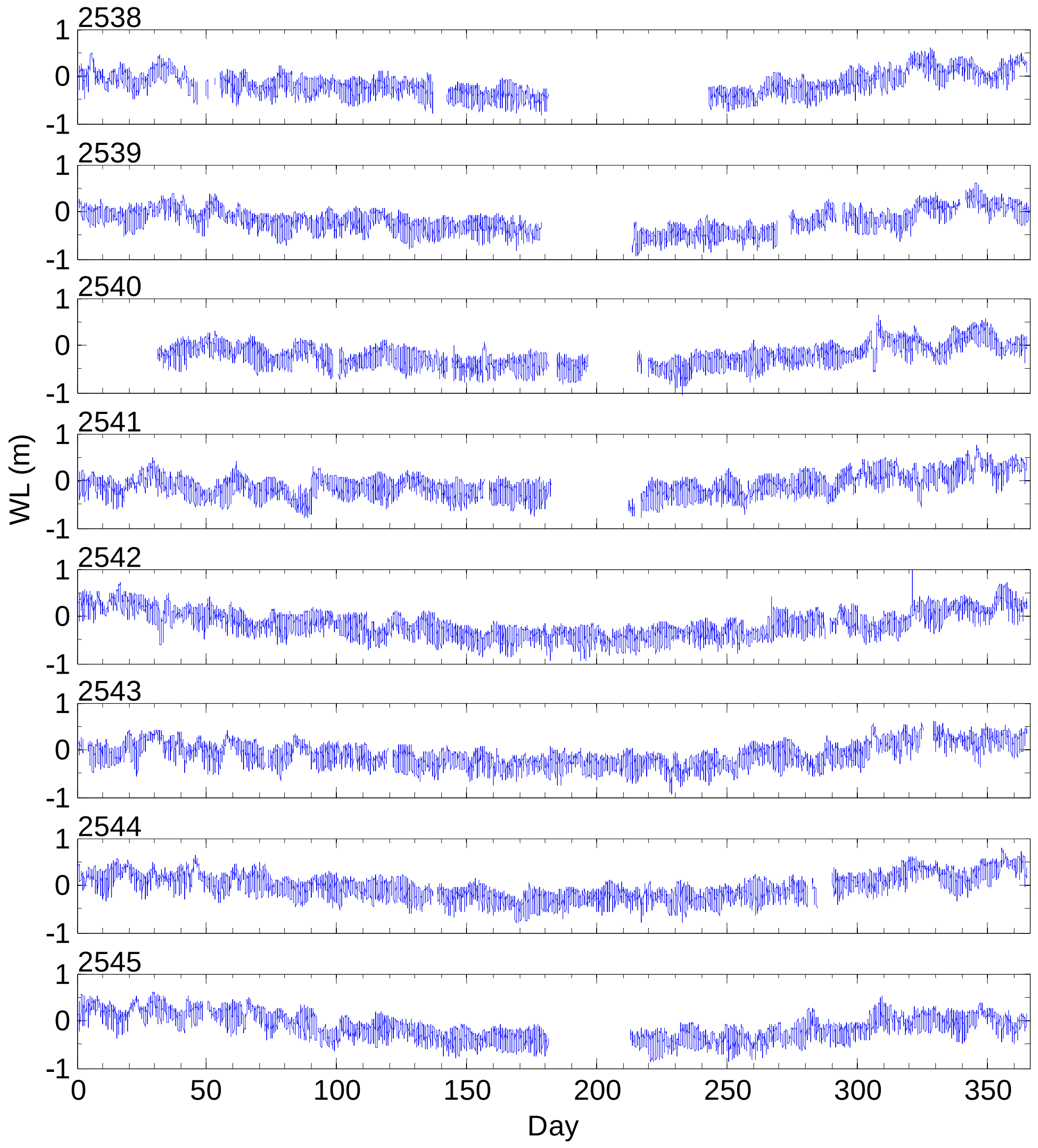
$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

ค่า F ที่มีค่าน้อยกว่า 0.25 น้ำขึ้นน้ำลงจะเป็นแบบน้ำคู่ ถ้า F มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25–1.5 จะเป็นน้ำผสมแบบน้ำคู่เด่น ถ้า F มีค่าอยู่ระหว่าง 1.5–3.0 จะเป็นน้ำผสมแบบน้ำเดี่ยวเด่น และถ้า F มีค่ามากว่า 3.0 จะเป็นน้ำเดี่ยว ซึ่งจากตารางที่ 6.1 ค่า F มีค่าเท่ากับ 0.54 ดังนั้นน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณสถานีสงขลามีลักษณะเป็นน้ำผสมแบบเด่นน้ำคู่ องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงทั้ง 38 ตัว ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิกนี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองทะเลสาบสงขลาต่อไป

รูปที่ 6.9 น้ำขึ้นน้ำลงจากการตรวจวัดที่สถานีสงขลา กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2537



รูปที่ 6.10 น้ำขึ้นน้ำลงจากการตรวจวัดที่สถานีสงขลา กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2545



ตารางที่ 6.5 ตัวอย่างองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิก

องค์ประกอบ	คาบ (ชั่วโมง)	แอมพลิจูด (เซ็นติเมตร)	เฟส (องศา)
SA	8765.82	27.26	289.74
SSA	4382.91	6.07	148.40
Q1	26.87	0.91	146.98
O1	25.82	4.59	182.44
P1	24.07	1.42	261.56
K1	23.93	5.65	269.79
N2	12.66	3.08	251.23
M2	12.42	14.04	280.78
S2	12.00	4.85	321.25
K2	11.97	1.46	320.64

หมายเหตุ: องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบฮาร์โมนิกด้วย DELFT3D-TIDE ได้แก่ *SA SSA Q1 K1 P1 N2 M2 S2* และ *K2* พร้อมกับคาบการเกิดของแต่ละองค์ประกอบในหน่วยชั่วโมง

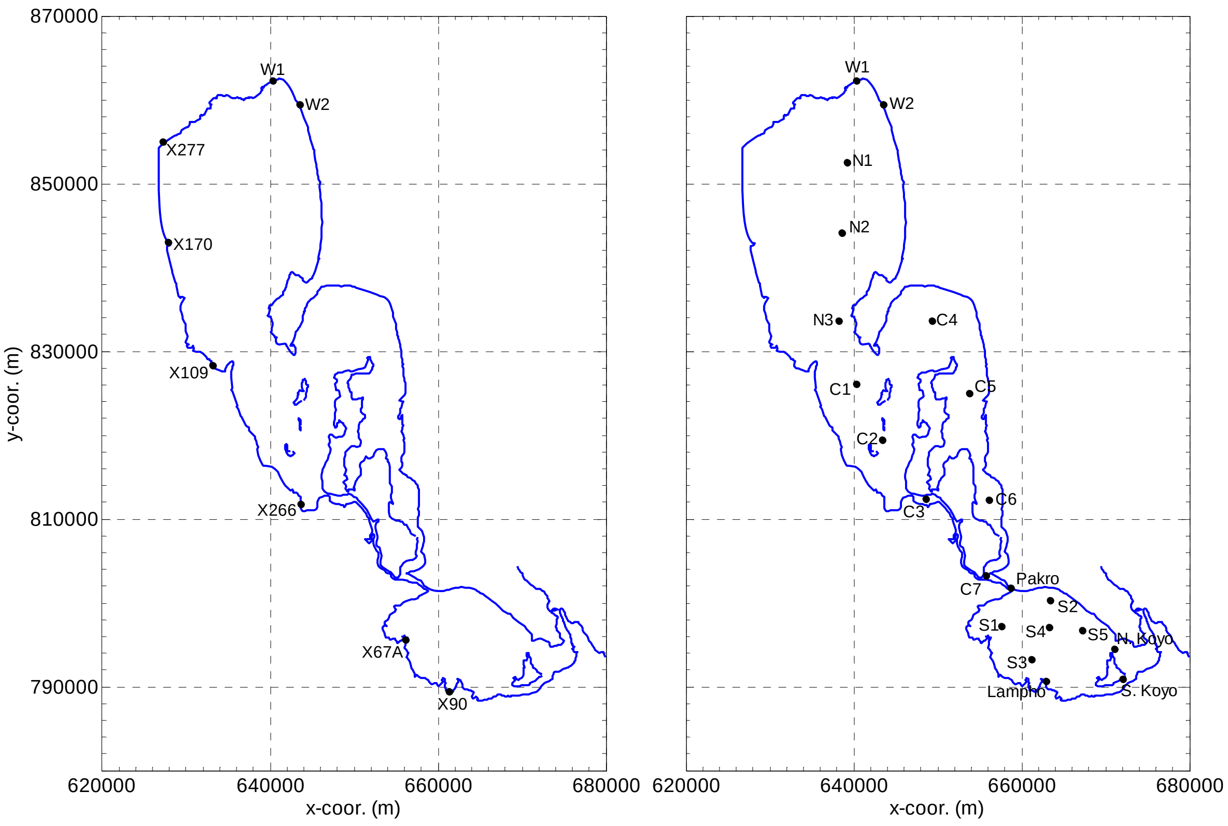
(2.2) น้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งที่กำหนดสภาพความเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยลำคลองหรือแม่น้ำสายหลักจะนำเอาน้ำจืดจากแหล่งต้นกำเนิดไหลลงสู่ทะเลสาบและทำให้เกิดการเจือจางของความเค็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทะเลสาบตอนล่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำเค็มจากทะเลด้านนอก โดยปกติความเค็มของทะเลด้านนอกจะอยู่ที่ประมาณ 32 ppt น้ำเค็มที่เข้าสู่ระบบทะเลสาบสงขลา จะเข้ามาในตัวทะเลสาบด้วยกระบวนการแพร่กระจาย และอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง เมื่อน้ำเค็มถูกนำเข้าสู่ระบบทะเลสาบแล้วความเค็มของน้ำทะเลจะถูกเจือจางโดยน้ำจืด การเจือจางจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำจืดที่มาจากแม่น้ำ ในช่วงฤดูฝน ปริมาณน้ำจืดจะไหลลงมามาก ดังนั้นความเค็มเฉลี่ยของทะเลสาบสงขลาจะมีค่าลดลง ในทางกลับกันในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำจืดจะไหลลงมาน้อย การเจือจางจะมีน้อย ส่งผลให้เกิดการรุกของความเค็มจากทะเลสาบตอนล่าง เข้าสู่ตอนกลาง และ

จากตอนกลางเข้าสู่ตอนบนได้มากขึ้นตามลำดับ โดยปรกติน้ำที่มีความเค็มมากกว่าจะมีความหนาแน่นมากกว่า ดังนั้น เมื่อมีความเค็มแพร่จากน้ำทะเลเข้าสู่ทะเลสาบ น้ำทะเลซึ่งเค็มกว่าจะแพร่เข้ามาทางด้านล่าง แต่ลักษณะดังกล่าวนี้จะเกิดหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่ากระบวนการผสมผสานอันเนื่องมาจากอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงและลมมีมากน้อยเพียงใด ถ้ากระบวนการผสมผสานมีมาก น้ำทั้งชั้นก็จะผสมกันได้ดี ไม่มีการแบ่งชั้นของชั้นน้ำจืดและชั้นน้ำเค็ม โดยทั่วไปบริเวณที่มีความลึกไม่มาก มักจะไม่พบการแบ่งชั้นของน้ำ เพราะฉะนั้นการใช้แบบจำลองแบบ 2 มิติ น่าจะเพียงพอที่จะนำมาใช้ดูการรุกของน้ำเค็มในบริเวณทะเลสาบสงขลา ที่ซึ่งความลึกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร

คลองที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองทะเลสาบสงขลาจะแสดงดังในรูปที่ 6.11 จุด W1 และ W2 เป็นจุดที่ใช้สำหรับการดึงน้ำออกจากแบบจำลอง ส่วนอีก 6 จุดที่เหลือ (X277 X170 X109 X266 X67A และ X90 คือ คลองท่าแนะ คลองลำ คลองบางแก้ว คลองป่าบอน คลองรัตภูมิ และคลองอู่ตะเภา ตามลำดับ) เป็นจุดที่มีการปล่อยน้ำลงสู่แบบจำลอง ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของทั้ง 6 จุด ที่น้ำไหลลงสู่แบบจำลองทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากกรมชลประทาน แสดงในตารางที่ 6.6

รูปที่ 6.11 ตำแหน่งแสดงจุดที่น้ำจืดไหลลงสู่แบบจำลอง และจุดที่มีการดึงน้ำออกจากแบบจำลองเพื่อการเกษตร (รูปซ้าย) และจุดเก็บตัวอย่าง สำหรับแสดงการรุกของน้ำเค็ม ลักษณะของกระแสน้ำและน้ำขึ้นน้ำลง (รูปขวา)



ตารางที่ 6.6 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน บริเวณคลองทั้ง 6 แห่ง ในรูปที่ 6.11

คลอง	ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลบ.ม./วิ.)											
	เม.ย.	พ.ค.	เม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
X277	3.94	1.39	1.32	0.96	0.83	1.48	2.06	10.17	9.99	9.06	3.55	4.01
X170	7.25	6.53	5.98	6.17	6.88	7.23	10.64	31.23	33.38	17.22	10.42	8.32
X109	2.92	2.82	2.23	2.27	2.20	2.35	3.95	17.84	21.85	8.95	4.78	3.80
X266	0.64	0.68	0.58	0.53	0.43	0.56	0.73	1.44	2.72	2.28	0.38	0.72
X67A	5.03	3.99	3.21	2.83	3.15	4.45	5.27	20.37	21.58	14.02	5.07	4.80
X90	13.21	15.30	11.38	10.74	11.23	16.14	31.99	74.07	70.90	25.86	10.02	9.48

จากตารางที่ 6.6 พบว่าปริมาณน้ำท่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุดในรอบปี ในขณะที่เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำท่าน้อย เนื่องจากคลองทั้ง 6 ที่แสดงในตารางที่ 6.6 เป็นตัวแทนนำเข้าของน้ำจืดในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา คณะผู้ศึกษาพบว่าคลองอู่ตะเภาจะมีปริมาณน้ำท่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 5 คลองที่เหลือ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเจือจางของน้ำเค็มจากทะเลที่ไหลเข้าสู่ทะเลสาบตอนล่างได้มากในช่วงฤดูน้ำหลาก นอกจากนี้ ยังพบว่าคลองลำซึ่งตั้งอยู่บริเวณทะเลสาบตอนบนมีปริมาณน้ำท่ามากพอสมควร (ประมาณเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำท่าจากคลองอู่ตะเภา) น้ำจืดที่มีปริมาณมากดังกล่าวสามารถยับยั้งการรุกของน้ำเค็มที่จะเข้ามาสู่ทะเลสาบตอนบนได้ระดับหนึ่ง

(2.3) ปริมาณฝน ปริมาณการระเหย และอุณหภูมิ

นอกเหนือจากปริมาณน้ำท่าจากคลองต่างๆ ที่มีผลต่อการรุกของน้ำเค็มในทะเลสาบแล้ว ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ปริมาณฝนและปริมาณการระเหย ทั้งฝนและการระเหยจะเป็นข้อมูลที่ทำให้ทราบว่าในห้วงเวลาใดๆ น้ำในทะเลสาบจะมีการสูญเสียหรือเพิ่มขึ้นจากเดิม ยกตัวอย่างเช่น ถ้าปริมาณการระเหยมีค่ามากกว่าปริมาณน้ำฝนก็เสมือนว่าน้ำในทะเลสาบได้สูญเสียให้กับบรรยากาศ ดังนั้นปริมาณน้ำในทะเลสาบจะลดลง ซึ่งอาจส่งผลทำให้ความเค็มในทะเลสาบเพิ่มสูงขึ้นได้ และในทางกลับกัน เมื่อปริมาณน้ำฝนมีปริมาณมากกว่าการระเหย น้ำในทะเลสาบก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งก็จะทำให้ความเค็มในทะเลสาบลดลงได้ ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW ตัวแปรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการระเหย และฝน ตัวแปรหนึ่งคืออุณหภูมิอากาศ โดยข้อมูลปริมาณฝนและอุณหภูมิอากาศ (สูงสุด-ต่ำสุด ในรอบวัน) จะได้จากสถานีตรวจอากาศสงขลา และค่าการระเหย (E_0) คำนวณได้จากสมการอย่างง่ายซึ่งเสนอโดย Linacre (1977) โดยมีสมการดังนี้

$$E_0 = \frac{\frac{700T_m}{(100-A)} + 15(T - T_d)}{80 - T}$$

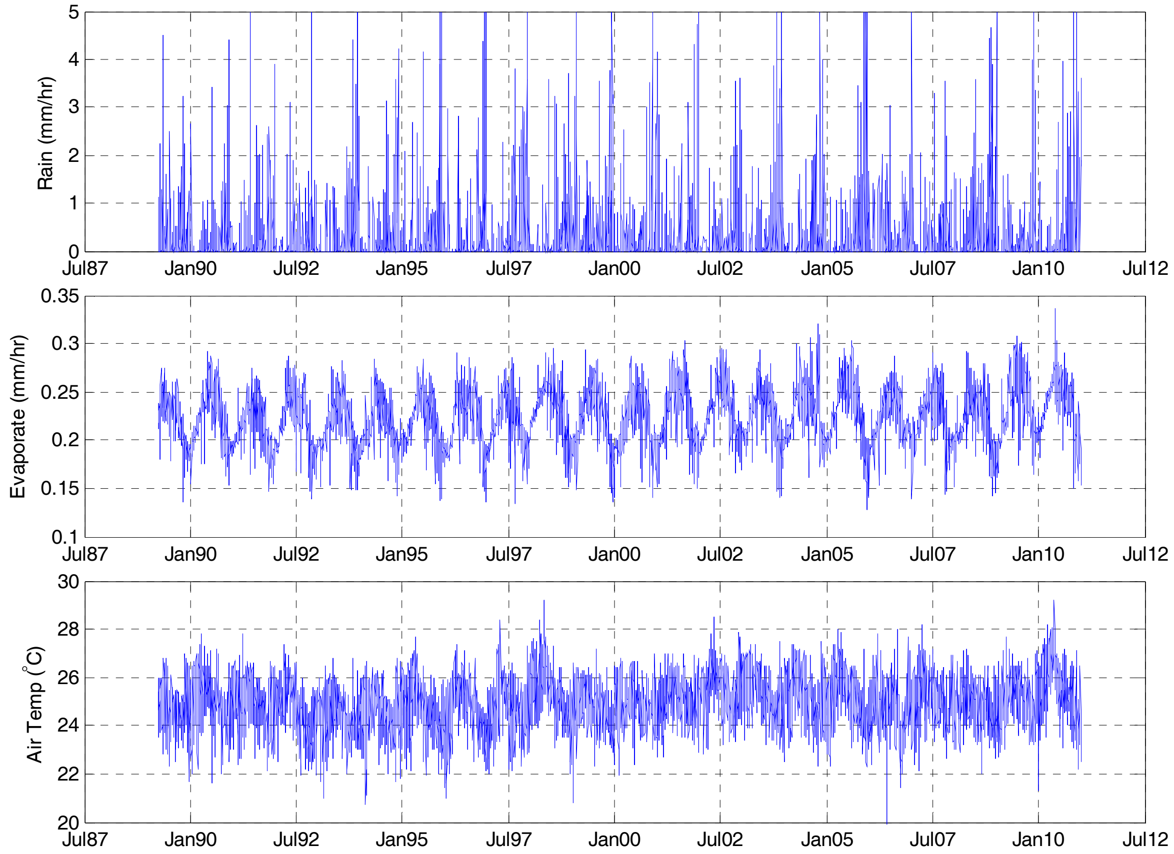
เมื่อ $T_m = T + 0.006h$ โดย h คือชั้นความสูง (ม.) T คืออุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) A คือ แลตติจูด (องศา) และ T_d คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ค่าการระเหยในสมการข้างบนมีหน่วยเป็น มม./วัน จะเห็นว่าในสมการข้างบน $T - T_d$ จะเป็นตัวแปรที่ค่อนข้างลำบากในการคำนวณ Linacre (1977) จึงได้เสนอสมการอย่างง่ายเพื่อใช้ในการคำนวณค่า $T - T_d$ ดังนี้

$$T - T_d = 0.0023h + 0.37T + 0.53R + 0.35R_{ann} - 10.9$$

เมื่อ R คือความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวัน หรือค่าอุณหภูมิสูงสุดลบอุณหภูมิต่ำสุดในรอบวัน และ R เป็นค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเดือนที่ร้อนสุดและเดือนที่เย็นสุดในรอบปี $T - T_d$ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

รูปที่ 6.12 แสดงอุณหภูมิ ปริมาณฝน และปริมาณการระเหย ที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศสงขลา และการคำนวณโดยใช้สมการข้างบน จะพบว่าปริมาณน้ำฝนมีค่าสอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าในแต่ละคลองในตารางที่ 6.6 โดยค่าสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม และปริมาณฝนจะตกน้อยในช่วงต้นปี เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศพบว่าการเปลี่ยนแปลงจะมีส่วนเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับฤดูกาล อุณหภูมิมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในช่วงก่อนกลางปีค่อนมาถึงกลางปี และจะลดต่ำลงเรื่อยๆ และค่อยๆ ขยับตัวสูงขึ้นในช่วงปลายปีต่อต้นปี ดังนั้นการระเหยจึงมีรูปแบบใกล้เคียงกับของอุณหภูมิ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณการระเหยโดยใช้สมการคำนวณอย่างง่าย การระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15 – 0.30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.22 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

รูปที่ 6.12 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) การระเหย (มิลลิเมตรต่อ) และอุณหภูมิอากาศต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ปี 2532–2553



หมายเหตุ: ปริมาณน้ำฝน การระเหย และอุณหภูมิอากาศต่ำสุด ในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ปี 2532–2553 ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองทะเลสาบสงขลาในกรณี P0 และ P1 (ดูตารางที่ 6.7)

6.2.3 ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการรุกของน้ำเค็มในทะเลสาบสงขลาโดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ การตรวจสอบความถูกต้องและการปรับเทียบของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดจริง และเมื่อได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองแล้ว จึงจะเป็นขั้นตอนของการทดสอบความสามารถของแบบจำลองในการจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในลำดับต่อไป

(1) ความสามารถของแบบจำลองในการจำลองระดับน้ำและกระแสน้ำในทะเลสาบสงขลา

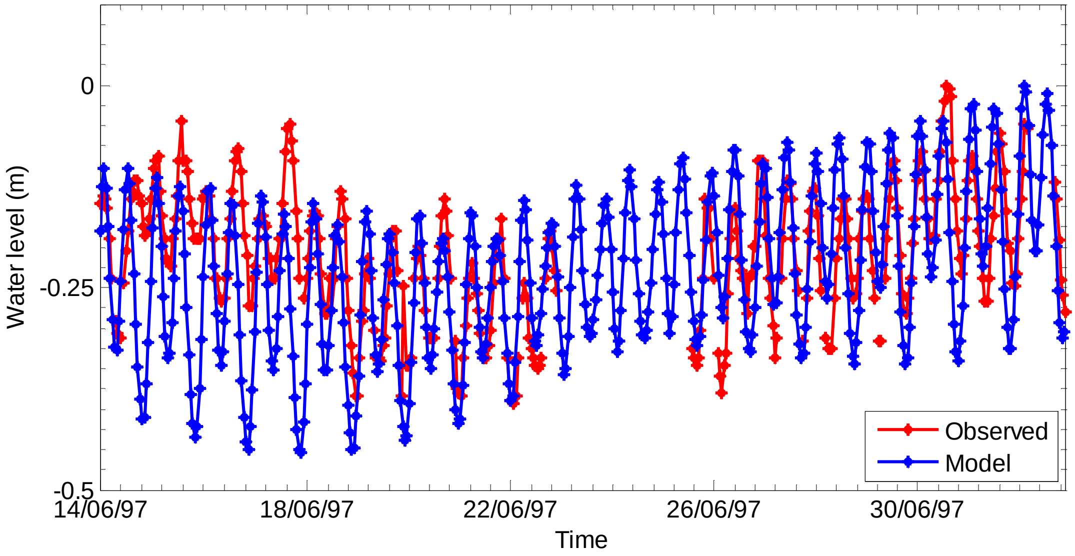
ผลการศึกษาในส่วนนี้ (Tide2D) เป็นการแสดงความสามารถของแบบจำลองในการจำลองระดับน้ำและกระแสน้ำ โดยจะทำการเปรียบเทียบระดับน้ำกับข้อมูลตรวจวัดที่ได้จากการศึกษาของ สมบูรณ์ พรพิเนตรพงศ์ (2548) และ Pornpinatepong et al. (2006) ตำแหน่งที่ใช้เปรียบเทียบระดับน้ำคือบริเวณบ้านแหลมโพธิ์ (Lampho รูปที่ 6.11 ขวามือ) สำหรับสำหรับตำแหน่งที่ใช้เปรียบเทียบกระแสน้ำคือบริเวณปากรอ (Pakro รูปที่ 6.11 ซ้ายมือ)

การปรับเทียบแบบจำลองใช้ข้อมูลระดับน้ำในการปรับเทียบเป็นหลัก ในการศึกษา Tide2D จะทำการจำลองแบบจำลองทะเลสาบสงชลาเป็นเวลา 1 เดือนคือในระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2540 ถึงวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 โดย time step ที่ใช้จะมีค่าเท่ากับ 2 นาที และจะจำลองโดยให้ระดับน้ำที่ได้จากค่าองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง (ดูหัวข้อน้ำขึ้นน้ำลง ข้างบน) เป็นแรงที่ขอบเขตเปิด โดยผลจากการจำลอง พบว่าถ้าไม่รวมค่าองค์ประกอบ *SA* และ *SSA* เข้าไปในการจำลองด้วย ระดับน้ำที่ได้จะไม่มีการผันแปรรายปีเกิดขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด ดังนั้นจึงต้องมีการปรับให้ระดับน้ำในแบบจำลองทะเลสาบสงขลารวมเอาองค์ประกอบ *SA* และ *SSA* เข้าไปด้วย นอกจากนี้เฟสของระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองก็ยังไม่ตรงกับค่าตรวจวัดจริง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเทียบค่าเฟสขององค์ประกอบ *K1 O1 P1 M2* และ *S2* ให้สอดคล้องกับค่าเฟสของแต่ละองค์ประกอบดังที่ได้แสดงใน สมบูรณ์ พรพิเนตรพงศ์ (2548) ด้วย ผลจากการปรับเทียบแสดงไว้ดังนี้

(1.1) ระดับน้ำ

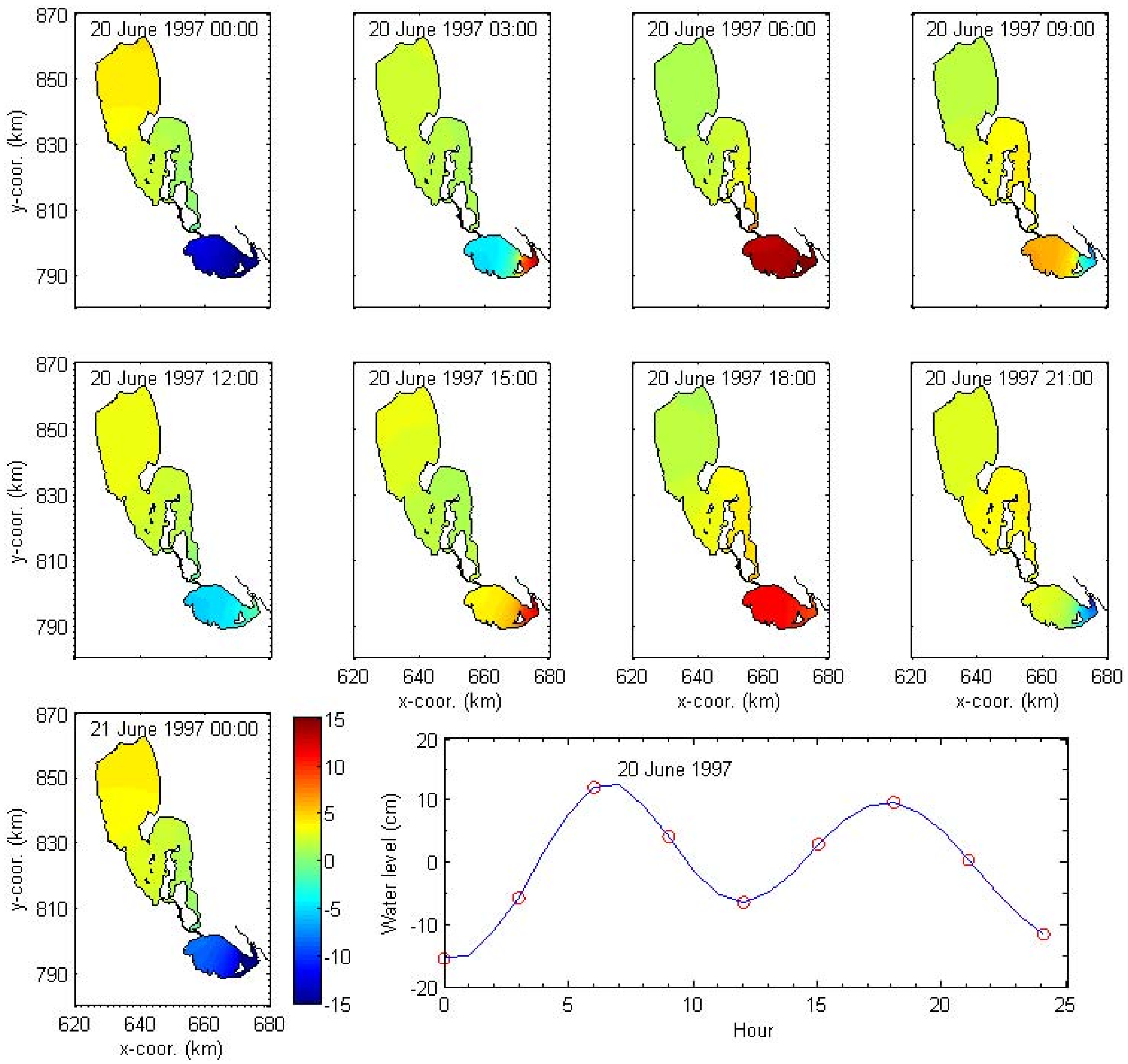
ในส่วนของระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดของสถานีแหลมโพธิ์นั้นจะอยู่ในช่วงวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2540 ถึงวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 แต่จะมีช่วงที่ไม่มีข้อมูลคือระหว่างวันที่ 23–25 มิถุนายน และบางช่วงของวันที่ 2 กรกฎาคม ดังแสดงในรูปที่ 6.13 (เส้นสีแดง) จากรูปที่ 13 ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (เส้นสีน้ำเงิน) มีลักษณะรูปแบบการขึ้นลงของระดับน้ำที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดจริง อาจจะมีความต่างเฟสเล็กน้อยแต่มีค่าน้อยและไม่เกินชั่วโมง และค่าพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลองจะอยู่ที่ประมาณ 25 และ 30 เซ็นติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงวันที่ 14–18 มิถุนายน ค่า root-mean square error (RMSE) หรือค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างกำลังสอง มีค่าประมาณ 8 เซ็นติเมตร ค่าความผิดพลาดดังกล่าวนี้ อาจจะเกิดเนื่องจากปัจจัยภายนอกอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาเป็นตัวแปรในแบบจำลอง เช่น อิทธิพลของลม และความดันอากาศ เป็นต้น แต่โดยสรุปแล้วแบบจำลองทะเลสาบสงขลาสามารถจำลองระดับน้ำได้ในระดับดี

รูปที่ 6.13 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด (สีแดง) และจากแบบจำลอง (สีน้ำเงิน) ที่สถานีบ้านแหลมโพธิ์ (Lampho) หลังจากที่มีการปรับเทียบองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง



ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลาในวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2540 ในทุกๆ 3 ชั่วโมง จะแสดงในรูปที่ 6.14 เพื่อง่ายต่อการพิจารณา ระดับน้ำที่เห็นจะเป็นค่าที่ได้จากการหักลบจากค่าระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน โดยค่าบวก และค่าลบ คือค่าระดับน้ำที่สูงกว่า และต่ำกว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ย ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับน้ำในทะเลสาบตอนกลางและตอนบน มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเทียบกับระดับน้ำในบริเวณทะเลสาบตอนล่าง ค่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีค่าโดยประมาณที่ไม่เกิน ±2 เซ็นติเมตร (สีของเส้นคอนทัวร์ชั้นระดับความชันมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในช่วงโทนสีฟ้า/น้ำเงิน) แต่ในส่วนของทะเลสาบตอนล่าง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในช่วงที่กว้างกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณทะเลเปิด (สีของเส้นคอนทัวร์มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สีส้มจนถึงสีแดง)

รูปที่ 6.14 ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา



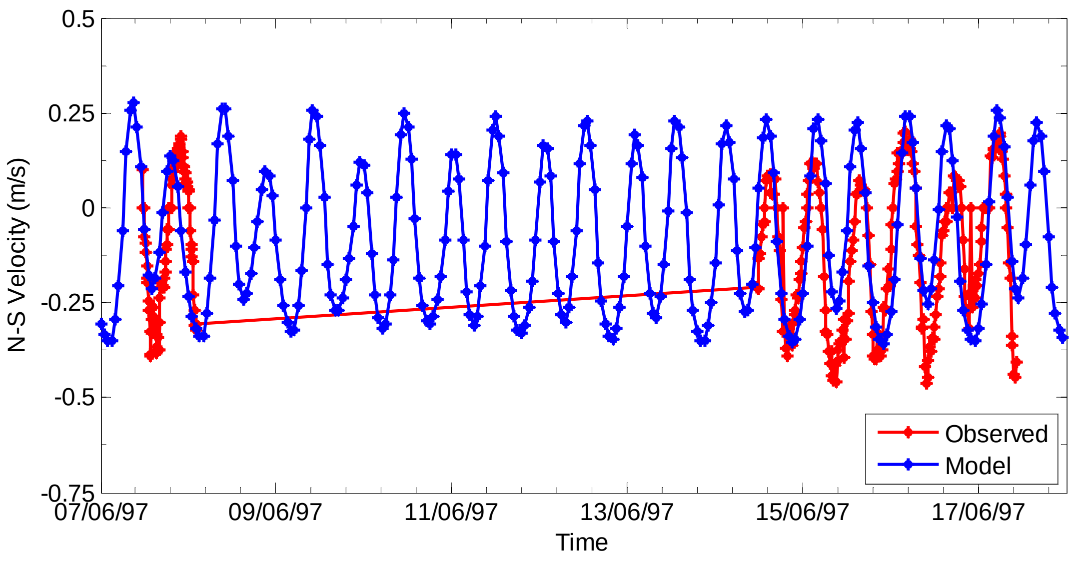
หมายเหตุ: - ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลาในหน่วยชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 00:00 ของวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2540 ถึง 00:00 ของวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2540

- ค่าบวกและลบ หมายถึงระดับน้ำมีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าระดับน้ำเฉลี่ยของช่วงเวลาดังกล่าว ตามลำดับ ระดับน้ำในแต่ละชั่วโมงจะสัมพันธ์กับวงกลมสีแดงในภาพมุมขวาล่าง

(1.2) กระแสน้ำ

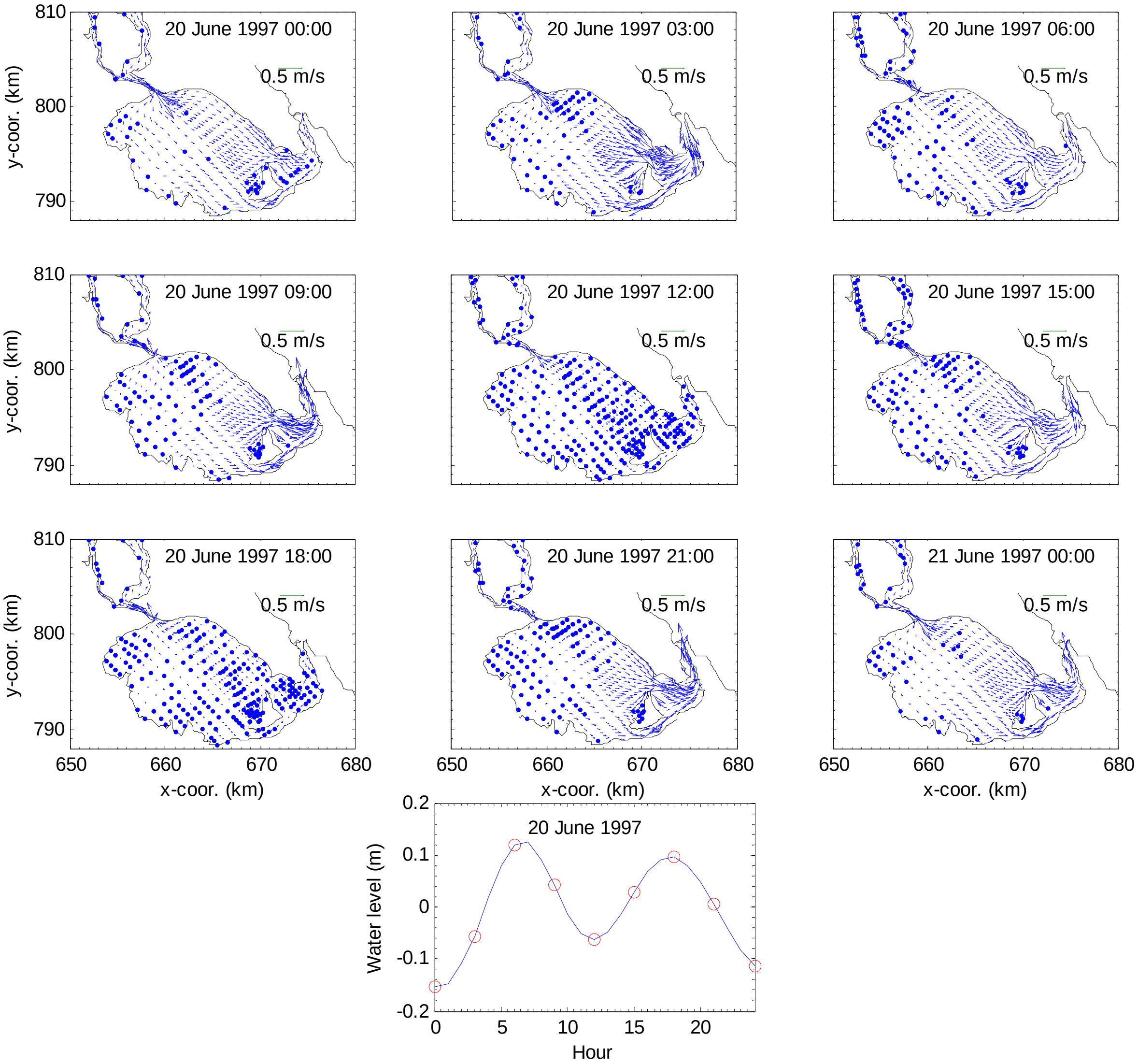
กระแสน้ำเป็นตัวแปรที่มีความยากในการจำลอง และข้อมูลตรวจวัดในภาคสนามยังมีน้อย ในรูปที่ 6.15 แสดงการเปรียบเทียบค่าของกระแสน้ำที่ได้จากการตรวจวัดซึ่งมีเฉพาะค่าในแนวเหนือใต้ (ความเร็ว v) และค่าที่จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา ที่สถานีปากรอ พบว่าค่ากระแสน้ำในแนวเหนือใต้ที่ได้จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา (เส้นสีน้ำเงิน) มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด (เส้นสีแดง) จากการคำนวณหาค่า RMSE ของข้อมูลกระแสน้ำที่สถานีปากรอ พบว่ามีค่าประมาณ 3.6 เซ็นติเมตรต่อวินาที ลักษณะของกระแสน้ำในทะเลสาบสงขลามีลักษณะดังรูปที่ 6.16 ซึ่งจะแสดงเฉพาะบริเวณทะเลสาบตอนล่าง เนื่องจากกระแสน้ำตอนกลางและตอนบนมีขนาดเล็กมาก กระแสน้ำที่ไหลแรงจะพบเฉพาะในบริเวณที่เป็นร่องน้ำ เช่น บริเวณช่องทางที่เชื่อมระหว่างทะเลสาบตอนล่างและอ่าวไทย และบริเวณคลองหลวง เป็นต้น กระแสน้ำจะไหลแรงในช่วงรอยต่อระหว่างน้ำขึ้นและน้ำลง (3 9 15 21 นาฬิกา) ซึ่งเป็นลักษณะของกระแสน้ำที่เรียกว่า standing waves (พบได้ตามบริเวณชายฝั่ง) ทิศทางของเวกเตอร์กระแสน้ำจะสัมพันธ์กับช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง พิจารณาบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ในช่วงเวลาน้ำขึ้นเวกเตอร์กระแสน้ำจะมีทิศเข้าไปตัวทะเลสาบ ขณะที่ในช่วงเวลาน้ำลงเวกเตอร์กระแสน้ำจะมีทิศไหลออกจากตัวทะเลสาบ

รูปที่ 6.15 เปรียบเทียบกระแสน้ำในแนวเหนือใต้ที่ได้จากการตรวจวัด (สีแดง) และจากแบบจำลอง (สีน้ำเงิน) ที่สถานีปากรอ (Pakro) หลังจากมีการปรับแก้ค่าองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงแล้ว



หมายเหตุ: เส้นตรงสีแดงเป็นเส้นที่เชื่อมต่อในระหว่างช่วงเวลาที่ไม่ข้อมูล

รูปที่ 6.16 กระแสน้ำเฉลี่ยของทุกระดับความลึก ทุกๆ 3 ชั่วโมง



หมายเหตุ: กระแสน้ำเฉลี่ยของทุกระดับความลึก ทุกๆ 3 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 00:00 ของวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2540 ถึง 00:00 ของวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2540 โดยกระแสน้ำในแต่ละชั่วโมงจะสอดคล้องกับระดับน้ำ (วงกลมสีแดง) ที่สถานีแหลมโพธิ์ดังแสดงไว้ในมุมล่างของภาพ

(2) การจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลา

สมมติฐานเริ่มต้นเกี่ยวกับความเค็มในแบบจำลองทะเลสาบสงขลาคือ การเปลี่ยนแปลงความเค็มในทะเลสาบสงขลาเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง โดยน้ำขึ้นน้ำลงจะนำพาความเค็มของน้ำทะเลจากบริเวณนอกชายฝั่งเข้ามาสู่ระบบทะเลสาบและเกิดการเจือจางเกิดเป็นน้ำกร่อย ระบบทะเลสาบจะยังคงรักษาสภาพความกร่อย หรือความจืดของน้ำในระบบได้เนื่องจากมีปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่ระบบทะเลสาบตามลำคลองต่างๆ ดังแสดงไว้ทางด้านขวามือของรูปที่ 6.11 ในการจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในแบบจำลองทะเลสาบสงขลาจะทำได้โดยการใช้แบบจำลองน้ำขึ้นน้ำลง (Tide2D) และจะมีการเพิ่มความเค็มเข้าไปในการจำลองด้วย โดยจะกำหนดให้ความเค็มเริ่มต้นของพื้นที่ทั้งหมดในแบบจำลองมีค่าเป็น 0 ppt (น้ำจืด) ซึ่งน่าจะมีความสมเหตุสมผล เนื่องจากโดยปกติเมื่อถึงฤดูฝนของทุกปีความเค็มในทะเลสาบสงขลาจะมีค่าลดต่ำลงเนื่องจากมีปริมาณน้ำจืดไหลลงมาเป็นปริมาณมากไม่เฉพาะแต่พื้นที่ทะเลสาบตอนบน แต่รวมถึงทะเลสาบตอนล่างด้วย ดังนั้นการกำหนดให้ความเค็มเริ่มต้นมีค่าเป็น 0 ppt น่าจะเป็นการสะดวกต่อการจำลองเพราะระยะเวลาที่ใช้ในการ spin up จะลดลง ในการจำลองการแพร่กระจายของความเค็ม นอกเหนือจากขอบเขตเปิดที่ปากทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งของน้ำเค็มที่จะถูกนำพาเข้าสู่ทะเลสาบ ก็จะยังมีขอบเขตเปิดบริเวณปากคลองทั้ง 6 ด้วย โดยขอบเขตเปิดนี้จะเป็นแหล่งของน้ำจืดที่จะถูกนำพาเข้าสู่ทะเลสาบ

การศึกษาการกระจายตัวของความเค็มในทะเลสาบสงขลา Salt2D (เป็นแบบจำลอง Tide2D แต่มีการเพิ่มความเค็มเข้าไป) จะครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2553 (คิดเป็นเวลา 1 ปี) ผลจากการศึกษา Salt2D พบว่าถ้าแบบจำลองมีเฉพาะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแรงขับเคลื่อนความเค็มที่ได้จากการจำลองจะสามารถแพร่กระจายเข้ามาในทะเลสาบได้ไม่เกิน 10 กิโลเมตร (ประมาณ 15 ppt) ซึ่งส่งผลให้น้ำในบริเวณทะเลสาบตอนกลางและตอนบนยังคงสภาพเป็นน้ำจืด (น้ำท่าจากคลองต่างๆ เป็นแหล่งของน้ำจืดที่สำคัญที่จะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาได้ เพราะน้ำจืดจะเจือจางเกลือทั้งหมดที่เข้ามาในระบบ และในช่วงน้ำหลากน้ำจืดจะชะล้างนำพาเอาเกลือที่ละลายอยู่ออกไปจากระบบ) ดังนั้นจึงพิจารณาเพิ่มตัวแปรขึ้นมาอีกหนึ่งตัว คือ การเพิ่มค่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่ใช้ในแบบจำลองจาก 0 เมตร เป็น 0.5 เมตร แต่ผลที่ได้จากการจำลองก็ยังคงให้ผลเหมือนกรณีแรก หากแต่ระยะทางของการแพร่กระจายของความเค็มไปได้ไกลกว่ากรณีข้างบน แต่ก็ยังไม่ถึงตัวทะเลสาบตอนกลาง

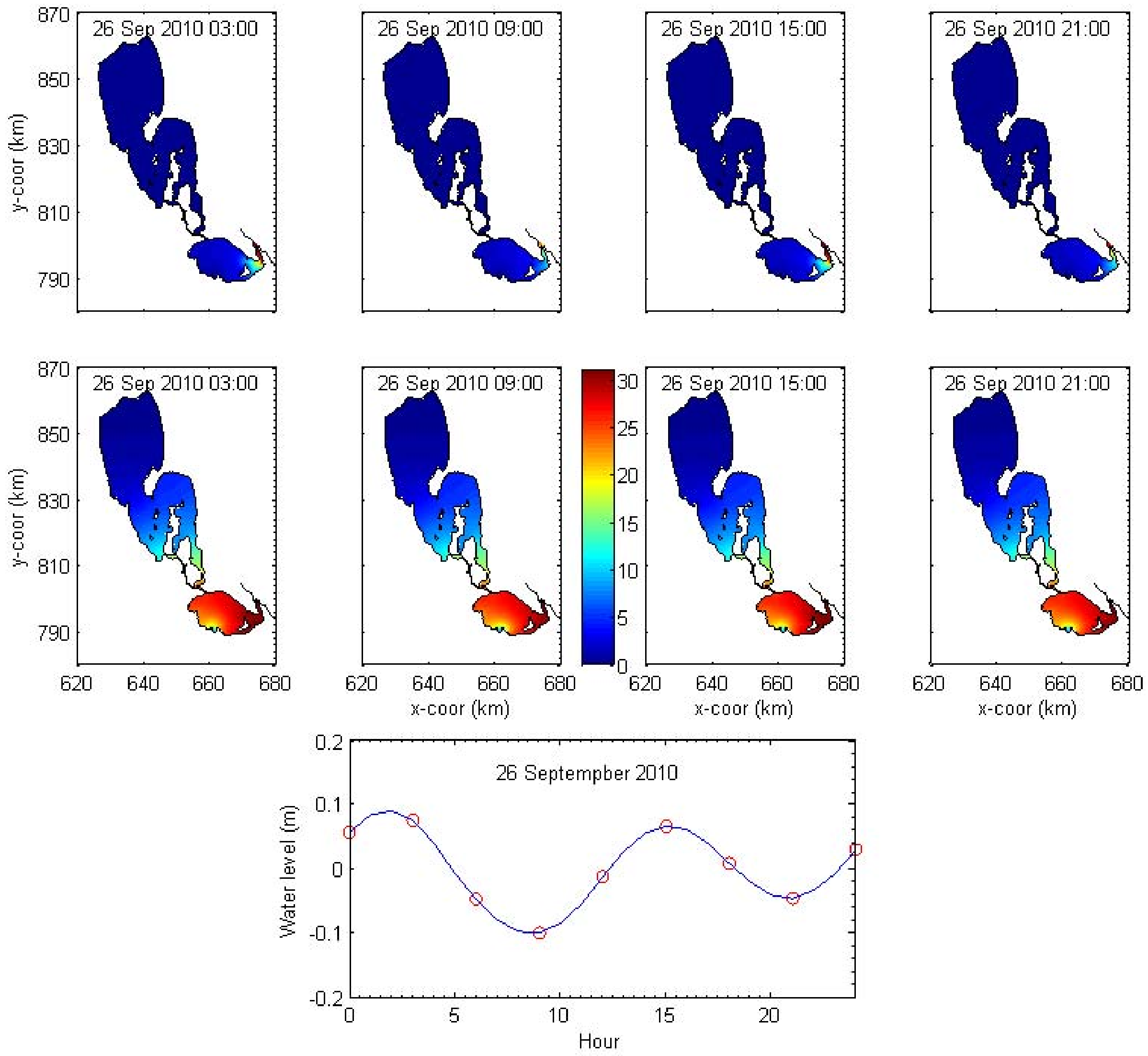
เนื่องจากผลจากแบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้น ได้มาจากแบบจำลอง 2 มิติ (Salt2D) ซึ่งไม่พบภาพของการรุกของน้ำเค็มในส่วนล่างของชั้นน้ำ โดยสมมติฐานหนึ่งที่ทำให้เกิดการรุกของน้ำเค็มในบริเวณทะเลสาบตอนบนอาจเป็นผลมาจากการรุกของน้ำเค็มจากทางตอนล่างของชั้นน้ำ ทั้งนี้ โดยปกติความเค็มจากน้ำทะเลจะเคลื่อนตัวเข้าสู่แม่น้ำหรือทะเลสาบตามพื้นท้องน้ำ ด้วยเหตุผลที่ว่าน้ำทะเลมีความหนาแน่นหรือมีน้ำหนักมากกว่าน้ำจืด เพราะฉะนั้นจึงอาจมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาการรุกของน้ำเค็ม

โดยใช้แบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งจะทำให้เห็นการรุกของน้ำเค็มเข้าสู่ทะเลสาบตามพื้นท้องน้ำ ผลจากการจำลองของแบบจำลอง 3 มิติ (Salt3D) พบว่ายังให้ผลใกล้เคียงกับการจำลองแบบ 2 มิติ (Salt2D) ความแตกต่างของความเค็มระหว่างที่ผิวน้ำกับที่ก้นท้องน้ำพบว่ามีไม่มากนัก ดังนั้น โอกาสที่จะพบการแพร่กระจายของน้ำเค็มจากทะเลสาบตอนล่างสู่ทะเลสาบตอนกลางหรือตอนบนที่ก้นท้องน้ำจึงเป็นไปได้น้อย สาเหตุที่พบว่าน้ำชั้นบนกับชั้นล่างมีความแตกต่างของความเค็มไม่มาก อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากความลึกของทะเลสาบมีไม่มากดังนั้นน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลทำให้น้ำมีการผสมผสานในแนวดิ่งได้มากขึ้น

การแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลาที่ได้จากแบบจำลอง 2 มิติ (Salt2D) ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นมีลักษณะดังรูปที่ 6.17 (แถวบน) แรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่ขอบเขตเปิดคือน้ำขึ้นน้ำลงและความเค็มจากน้ำทะเลบริเวณนอกทะเลสาบสงขลา แหล่งของน้ำจืดในแบบจำลองมาจากแหล่งเดียวคือปริมาณน้ำท่าจากคลองดังที่แสดงในรูปที่ 6.11

จากรูปที่ 6.17 (แถวบน) พบว่าระบบทะเลสาบสงขลายังคงสภาพความจืดเอาไว้ได้โดยเฉพาะทะเลสาบตอนกลางและตอนบน (สีน้ำเงินเข้ม) แม้จะมีแหล่งของความเค็มจากน้ำทะเลบริเวณขอบเขตเปิดแพร่เข้ามาในทะเลสาบตอนล่างก็ตาม ในช่วงเวลาน้ำขึ้น (3 และ 15 นาฬิกา ของวันที่ 26 กันยายน 2553) ซึ่งเป็นจุดที่น้ำทะเลไหลเข้ามาในทะเลสาบได้มากที่สุด พบว่าความเค็มประมาณ 15 ppt แพร่กระจายได้ในระยะทางไกลไม่เกินทางตอนเหนือของเกาะยอเท่านั้น

รูปที่ 6.17 การกระจายตัวของความเค็มในระหว่างวันที่ 26–27 กันยายน 2553 จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลา



รูปที่ 6.17 เป็นการกระจายตัวของความเค็มในระหว่างวันที่ 26–27 กันยายน 2553 จากแบบจำลองทะเลสาบสงขลาที่มีน้ำขึ้นน้ำลงและความเค็มเป็นแรงขับเคลื่อนที่ขอบเขตเปิดที่ติดกับทะเล โดยมีแหล่งของน้ำจืดมาจากปริมาณน้ำท่าตามปากคลอง (Salt2D แถวบน) และแบบจำลองดังกล่าวแต่มีการระเหยรวมอยู่ในแบบจำลองด้วย (SaltEva2D แถวกลาง) ความเค็มในแต่ละชั่วโมงจะสอดคล้องกับระดับน้ำ (วงกลมสีแดง) ที่สถานีแหลมโพธิ์ดังแสดงไว้ด้านล่างของภาพ

สรุปจากการจำลองการแพร่กระจายของความเค็มทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าแรงที่ได้จากน้ำขึ้นน้ำลงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ความเค็มจากทะเลสาบตอนล่างแพร่กระจายขึ้นไปสู่ทะเลสาบตอนกลาง และตอนบนตามลำดับ นอกจากนี้แล้วแบบจำลอง 3 มิติ (Salt3D) ก็ไม่ได้ตอบโจทย์ที่ว่าการรุกของน้ำทะเลในบริเวณทะเลสาบตอนกลางหรือตอนบนอาจมีผลเนื่องมาจากน้ำเค็มที่แพร่กระจายในบริเวณพื้นท้องน้ำ ดังนั้นจึงได้เพิ่มปริมาณการระเหยเข้ามาอีก (SaltEva2D) ในกรณี SaltEva2D ตัวแปรทุกอย่างจะเหมือนในกรณี Salt2D ยกเว้นจะมีการระเหยเข้ามาเกี่ยวข้องในแบบจำลองด้วย ผลจากการจำลองในกรณี SaltEva2D พบว่าความเค็มมีการแพร่กระจายจากบริเวณทะเลสาบตอนล่างสู่ตอนกลางและตอนบน ตามลำดับ ลักษณะดังกล่าวนี้ไม่พบในกรณีแบบจำลองที่มีเฉพาะน้ำขึ้นน้ำลงและเกลือจากขอบเขตเปิดเป็นแรงขับเคลื่อน (Salt2D) จากรูปที่ 6.17 (แถวกลาง) จะเห็นว่าน้ำในทะเลสาบตอนล่างได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลจากอ่าวไทยอย่างเห็นได้ชัด (ความเค็มประมาณ 25–30 ppt) ยกเว้นบริเวณปากคลองอู่ตะเภา (X90 ดูรูปที่ 6.11) ที่ซึ่งน้ำจืดจากคลองไหลลงมาผสมกับน้ำทะเลทำให้น้ำในบริเวณดังกล่าวเจือจางลงเหลือประมาณ 15–20 ppt ในส่วนของทะเลสาบตอนกลาง เนื่องจากมีทางเชื่อมกับทะเลสาบตอนล่างเป็นช่องแคบๆ (บริเวณปากรอ) จึงทำให้มีกระแสน้ำที่ไหลแรงบริเวณดังกล่าว ส่งผลให้ความเค็มมีแนวโน้มที่จะแพร่ทางด้านคลองหลวงมากกว่าอ่าวท้องแบน (อยู่ทางขวามือของทะเลสาบตอนกลาง) ซึ่งสอดคล้องกับ สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์ (2548)

ผลจากกรณี SaltEva2D ทำให้ทราบว่าแบบจำลองทะเลสาบสงขลาที่พัฒนาขึ้น สามารถจำลองการแพร่กระจายความเค็มได้ แต่เนื่องด้วย SaltEva2D เป็นการจำลองเพียงระยะเวลาสั้นๆ (1 ปี) จึงอาจจะยังไม่เห็นการแปรผันรายปี หรือการแปรผันระหว่างปีชัดเจน อีกประการหนึ่งหากสภาพอากาศมีการแปรผันรายปี หรือระหว่างปีเกิดขึ้น จะส่งผลต่อความเค็มในทะเลสาบสงขลาอย่างไร และถ้าความเค็มมีการเปลี่ยนแปลง การดึงน้ำจืดจากทะเลสาบตอนบนไปใช้เพื่อการเกษตรจะมีผลต่อความเค็มในทะเลสาบมากน้อยเพียงใด ดังนั้นในส่วนต่อไปจะแสดงผลที่ได้จากการจำลองการแพร่กระจายของความเค็มในทะเลสาบสงขลาในรอบ 21 ปี โดยรายละเอียดการจำลองแสดงในตารางที่ 6.7

เนื่องจากการศึกษานี้ เป็นการจำลองเหตุการณ์ในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการเตรียมข้อมูลนำเข้าที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าอัตราการระเหย ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่กล่าวไว้ตอนต้น ข้อมูลอุณหภูมิอากาศต่ำสุด และอุณหภูมิอากาศสูงสุด ที่ได้จากแบบจำลองอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ซึ่งได้จากการ downscale จากแบบจำลองการไหลเวียนของมวลอากาศโลก ECHAM5 เพื่อความง่ายต่อการเปรียบเทียบผล สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ในแบบจำลองนี้ คือ ปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าในกรณีต่างๆ มีค่าเท่ากัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.7

รูปที่ 6.18 แสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิต่ำสุด (T-min) อุณหภูมิสูงสุด (T-max) และอัตราการระเหย (Evaporation) ที่ใช้ในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา พบว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

สูงสุดและต่ำสุดในอนาคตจะมีช่วงกว้างกว่าเวลาปัจจุบัน โดยความแตกต่างสูงสุดจะอยู่ที่ประมาณ 14 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันในอนาคตจะมีแนวโน้มสูงกว่าช่วงเวลาปัจจุบัน ซึ่งเป็นไปตามการคาดคะเนว่าในอนาคตโลกมีแนวโน้มที่จะร้อนขึ้น ดังนั้นในอนาคตจึงพบว่าอัตราการระเหยจะมีแนวโน้มสูงกว่าปัจจุบันตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอัตราการระเหยที่แสดงในรูปที่ 6.18 (เส้นสีเขียว) ข้อมูลอัตราการระเหยจะเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับการจำลองการแพร่กระจายความเค็มในทะเลสาบสงขลาในแต่ละกรณีดังแสดงในตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 รายละเอียดระยะเวลา ข้อมูลนำเข้า และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการแพร่กระจายของความเค็มในระบบทะเลสาบสงขลาในรอบ 21 ปี

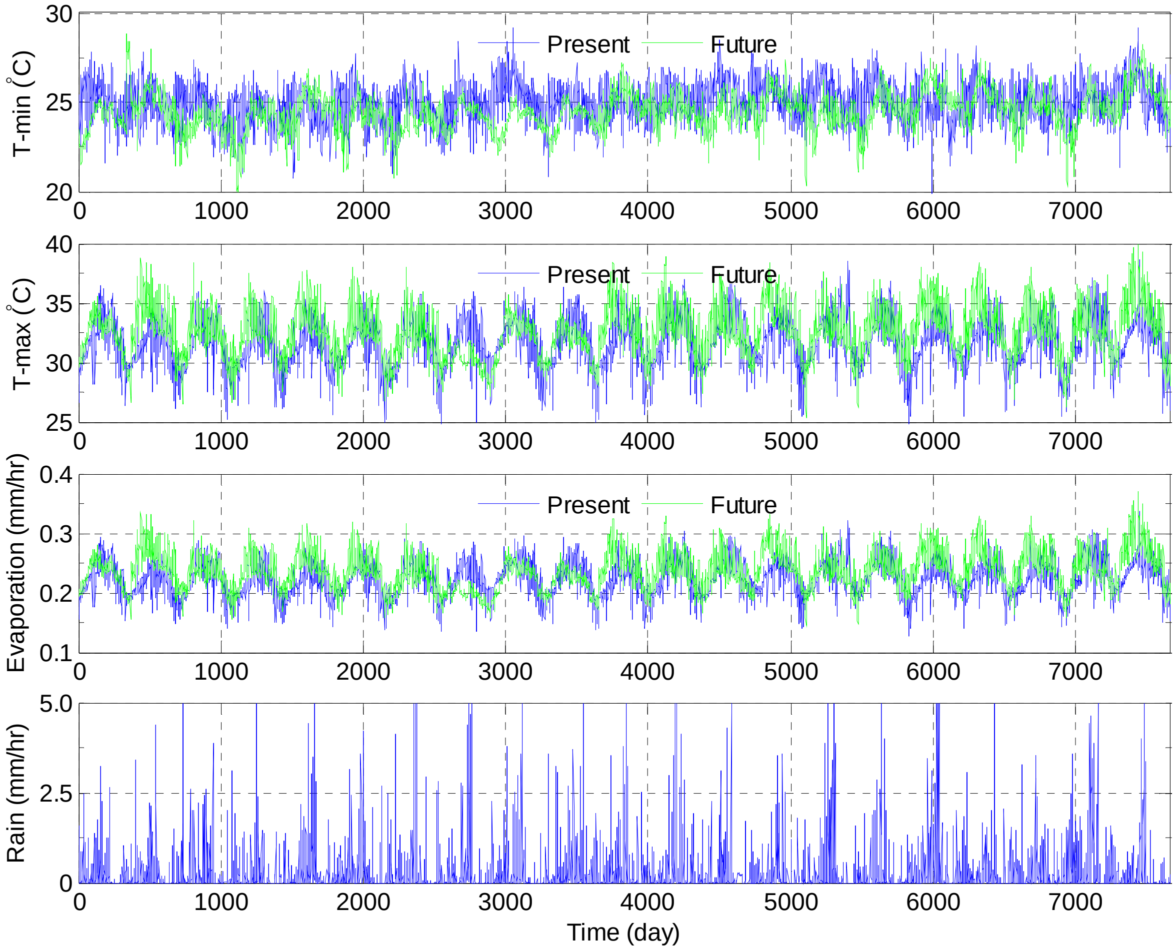
กรณีศึกษา	ระยะเวลา	น้ำขึ้นน้ำลง	+MSL (เมตร)	คลอง	สูบน้ำที่ W1	สูบน้ำที่ W2	การระเหยและปริมาณฝน
P0	1 เม.ย. 2532-1 ม.ค. 2554	/	0	/	X	X	/
P1	1 เม.ย. 2532-1 ม.ค. 2554	/	0	/	/	X	/
F0	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0	/	X	X	/
F1	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13 #	/	X	X	/
F2	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/*	X	/
F3	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/	X	/
F4	1 เม.ย. 2572-1 ม.ค. 2594	/	0.13	/	/	/	/

หมายเหตุ:
- กรณี F0 – F4 เป็นการจำลองเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ส่วน P0 และ P1 เป็นการจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน
- * ปริมาณการสูบน้ำออกมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ Case 3 และ Case 4 และ
  # ค่าที่คาดว่าจะสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน (Snidvongs, et al., 2010)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในทุกกรณีศึกษาดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.7 จะตัดข้อมูลใน 9 เดือนแรกของการจำลองออกไปเนื่องจาก เป็นเวลาที่แบบจำลองใช้ในการ spin up ในกรณี P0 จะเป็นการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงความเค็มที่เกิดขึ้นในรอบ 21 ปี ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2533 – 31 ธ.ค. 2553 ซึ่งจะถือว่าเป็นกรณีฐาน (baseline) ของการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันเพราะไม่มีการดึงน้ำออกไปใช้เพื่อการเกษตร ส่วนกรณี P1 จะเป็นการศึกษาในช่วงเดียวกันกับในกรณี P0 แต่จะพิจารณาดูอิทธิพลของการดึงน้ำออกไปใช้ประโยชน์ในทุกๆ ปี ที่สถานี W1 ต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ณ สถานีสูบน้ำ ที่ตั้งอยู่บริเวณทะเลสาบตอนบน อัตราการดึงน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรจะแสดงไว้ในตารางที่ 6.8 การสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาที่สถานี W1 เพื่อนำน้ำไปใช้ให้ครอบคลุมพื้นที่ 85,000 ไร่ ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงต้นเดือนกันยายนของทุกๆ ปี ส่วน การสูบน้ำจากทะเลสาบสงขลาที่สถานี W2 เพื่อนำน้ำไปใช้ให้ครอบคลุมพื้นที่ 53,000 ไร่ เพราะฉะนั้นตัวเลขแสดงอัตราการสูบน้ำที่สถานีทั้ง 2 ดังแสดงในตารางที่ 6.8 จึงสะท้อนขนาดของพื้นที่เกษตรที่นำน้ำไปใช้

จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่ได้จากแบบจำลองอากาศระดับภูมิภาค PRECIS ซึ่งได้จากการ downscale จากแบบจำลองการไหลเวียนของมวลอากาศโลก ECHAM5 ซึ่งพบว่าในอนาคตอุณหภูมิจะมีแนวโน้มสูงขึ้น จึงได้พิจารณาศึกษาอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะบริเวณทะเลสาบตอนเหนือ ที่ซึ่งมีการสูบน้ำออกไปใช้เพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้งมากที่สุด โดยกรณี F0 จะเป็น baseline ของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2572 – 31 ธ.ค. 2594) ส่วนกรณี F1 จะพิจารณาอิทธิพลของการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตซึ่งมีค่าประมาณ 0.13 เมตร (Snidvongs, et al., 2010) ต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ในกรณี F2 F3 และ F4 จะเป็นการเปรียบเทียบผลของการสูบน้ำออกไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในปริมาณต่างๆ ที่ทั้งสถานี W1 และ W2 ต่อความเค็มในทะเลสาบสงขลา โดยจะมีการสูบน้ำจากสถานี W1 ไปใช้ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ คือ 42,500 ไร่ (กรณี F2) สูบน้ำจากสถานี W1 ไปใช้เต็มพื้นที่ 85,000 ไร่ (กรณี F3) และสูบน้ำจากทั้งสถานี W1 และ W2 138,000 ไร่ไปใช้เต็มพื้นที่ (กรณี F4)

รูปที่ 6.18 เปรียบเทียบข้อมูลรายวันของอุณหภูมิต่ำสุด (T-min) อุณหภูมิสูงสุด (T-max) และอัตราการระเหย (Evaporation) ที่ใช้ในแบบจำลองทะเลสาบสงขลา



หมายเหตุ: - กรณี Present เส้นสีน้ำเงิน ในช่วงระยะเวลาการจำลองระหว่างวันที่ 1 เม.ย. 2532 ถึง 1 ม.ค. 2554 กรณี Future เส้นสีเขียว ในช่วงระยะเวลาการจำลองระหว่างวันที่ 1 เม.ย. 2532 ถึง 1 ม.ค. 2554

- ข้อมูลฝนในทั้งกรณี Present และ Future จะใช้ตัวเลขชุดเดียวกัน

ตารางที่ 6.8 อัตราการสูบน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรในช่วงการทำนาปรังที่สถานี W1 และ W2

ขั้นตอนการปลูกข้าว	เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด	ระยะเวลา (วัน)	อัตราการสูบน้ำที่ W1 (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการสูบน้ำที่ W2 (ลบ.ม./วินาที)
เตรียมดิน	1 พฤษภาคม	14 พฤษภาคม	14	3.86	2.34
เตรียมดิน-เริ่มแตกกอ	15 พฤษภาคม	8 มิถุนายน	25	4.33	2.62
เริ่มแตกกอ-แตกกอเต็มที่	9 มิถุนายน	8 กรกฎาคม	30	12.63	7.63
แตกกอเต็มที่-ออกดอก	9 กรกฎาคม	7 สิงหาคม	30	10.82	6.54
ออกดอก-เก็บเกี่ยว	8 สิงหาคม	6 กันยายน	30	7.21	4.36

หมายเหตุ : ข้อมูลขั้นตอนการปลูกข้าวและระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าว กรมการข้าว (2557)

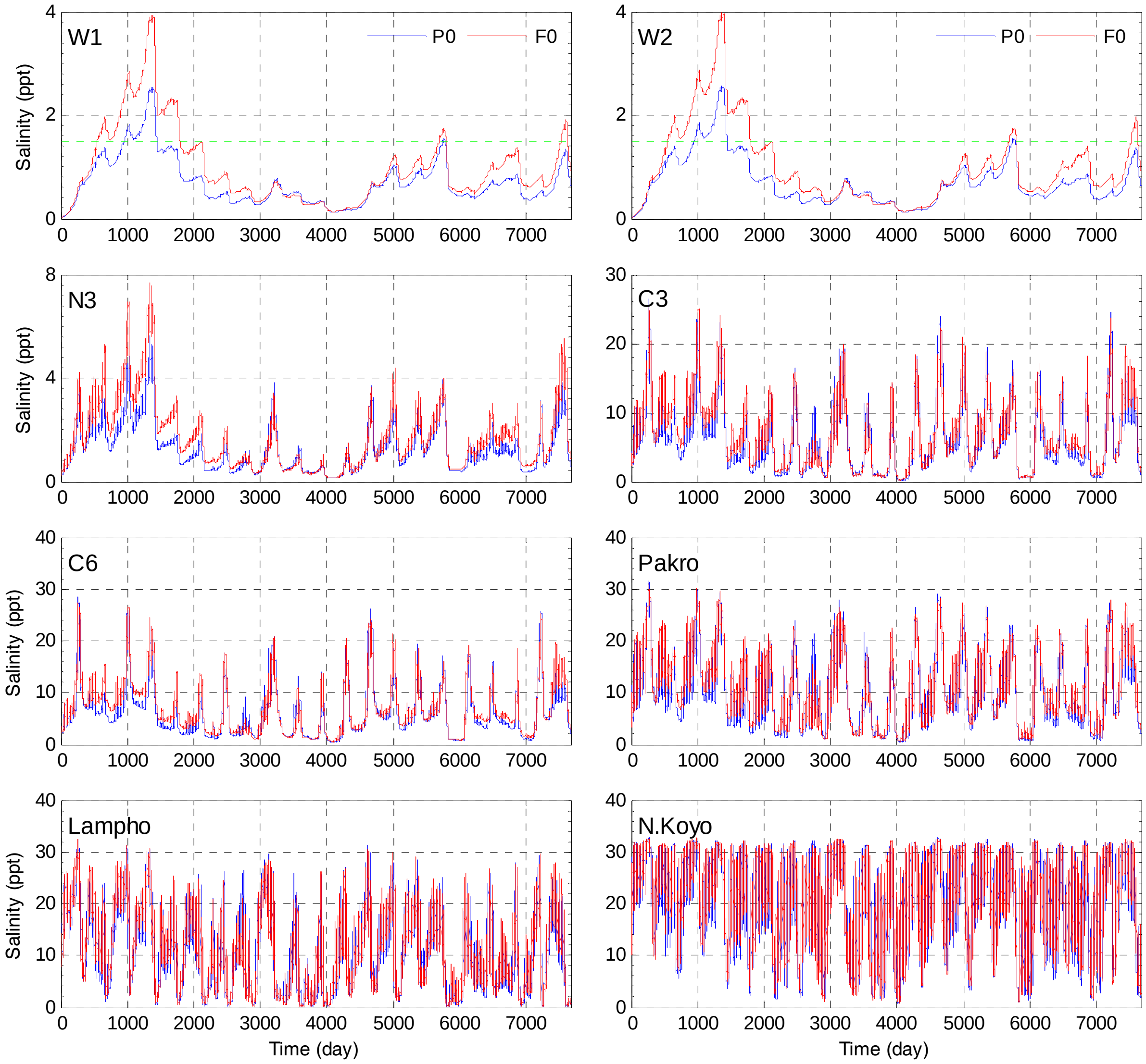
รูปที่ 6.19 แสดงการเปรียบเทียบความเค็มที่ได้จากแบบจำลองในกรณี P0 และ F0 ณ สถานีต่างๆ ในรอบ 21 ปี โดยค่าในแกน x เป็นจำนวนวัน ตั้งแต่ปีแรกจนถึงปีที่ 21 เส้นประสีเขียวที่สถานี W1 และ W2 แสดงค่า threshold ของความเค็มที่สามารถนำน้ำไปใช้ในการปลูกข้าวได้ (1.5 ppt) จากรูปที่ 6.19 พบว่าความเค็มในทุกสถานีของทั้งสองกรณีมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่ความเค็มในทะเลสาบในกรณี F0 จะมีค่ามากกว่าในกรณี P0 ซึ่งผลจากทั้งสองกรณียืนยันว่าการที่อุณหภูมิสูงขึ้นในอนาคตจะทำให้ความเค็มในทะเลสาบสงขลามีแนวโน้มสูงขึ้น (หมายเหตุ ในทั้งสองกรณีไม่มีการสูบน้ำออกที่สถานี W1 และ W2) ความแตกต่างของความเค็มบริเวณสถานีทางตอนเหนือในทะเลสาบตอนบน (W1 และ W2) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสูบน้ำไปใช้เพื่อทำนาปรัง จะมีบางปีที่มีค่าสูงกว่าค่า threshold ยกตัวอย่างเช่นประมาณวันที่ 1500 นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงระยะความเค็มที่เกินค่า threshold ของกรณี P0 จะมีแค่ช่วงเดียวคือในช่วงปี 2537 (วันที่ 1500) แต่ในกรณี F0 จะพบถึง 3 ครั้งคือ ช่วงปี 2577 (วันที่ 1500) 2088 (วันที่ 5800) และ 2593 (วันที่ 7800) ทั้งๆ ที่ทั้งสองกรณีมีข้อมูลนำเข้าเหมือนกันหมดยกเว้นแต่อุณหภูมิอากาศ และอัตราการระเหยที่ต่างกันเท่านั้น แต่โดยภาพรวมความเค็มที่สถานี W1 และ W2 จะมีช่วงของการเปลี่ยนแปลงประมาณ 0–4 ppt การเปลี่ยนแปลงของความเค็มในสถานีอื่นๆ เช่น สถานีในทะเลสาบตอนกลางและตอนล่าง จะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในช่วงกว้างมากกว่าในสถานี W1 และ W2 โดยมีค่าประมาณ 1–25 ppt บริเวณทะเลสาบตอนกลาง และประมาณ 1–31 ppt บริเวณทะเลสาบตอนล่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมากกว่า

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในเชิงพื้นที่เป็นรายเดือนในรอบ 1 ปี จะเห็นรูปแบบการกระจายตัวของความเค็มชัดเจนยิ่งขึ้น จากข้อมูลฝนรายปีในรูปที่ 6.12 และข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนตามตารางที่ 6.6 จะพบว่าช่วงที่ปริมาณน้ำท่าและปริมาณฝนมากที่สุดในรอบปีคืออยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม เพราะฉะนั้นในช่วง 2 เดือนดังกล่าวนี้จะมีปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาในปริมาณมากกว่าในช่วงอื่นๆ จากรูปที่ 6.20 ซึ่งแสดงการแพร่กระจายของความเค็มเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการจำลองกรณี F0 พบว่าความเค็มในทะเลสาบสงขลามีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม ความเค็มทั่วทั้งทะเลสาบจะลดลงอย่างมาก ซึ่งจากการประมาณอาจมีค่าไม่เกิน 10 ppt (โทนสีจะเป็นสีน้ำเงินแทบทั้งหมดยกเว้นบริเวณติดกับปากทะเลสาบสงชลา (ขวามือล่าง)) โดยภาพรวมแล้วช่วงที่น้ำในทะเลสาบสงขลามีค่าสูงสุดจะอยู่ประมาณเดือนสิงหาคม ซึ่งจากรูปที่ 6.20 จะเห็นชัดว่าทั่วทั้งทะเลสาบตอนล่างจะมีโทนสีแดงเข้ม (ความเค็มประมาณ 30 ppt) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาสู่ทะเลสาบในปริมาณน้อย ในส่วนของทะเลสาบตอนบนความเค็มสูงสุดจะไม่ได้พบในเดือนสิงหาคม หากแต่เป็นเดือนตุลาคม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลในเรื่องของ residence time ของทะเลสาบตอนบนมีมากกว่าทะเลสาบตอนล่าง ทำให้น้ำเค็มยังคงอยู่ในทะเลสาบตอนบนได้นานกว่าตอนล่างจึงทำให้ให้ช่วงของความเค็มสูงสุดพบช้ากว่าในทะเลสาบตอนล่างประมาณ 1–2 เดือน ในส่วนของทะเลสาบตอนกลางช่วงที่พบความเค็มสูงสุดจะสอดคล้องกับทะเลสาบตอนล่าง

การอภิปรายผลข้างต้นเกี่ยวเนื่องกับแบบจำลอง baseline (P0 และ F0) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เฉพาะอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง และการระเหยต่อความเค็มเท่านั้น ส่วนถ้าจะพิจารณาความสามารถในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จะต้องพิจารณาเฉพาะความเค็มในทะเลสาบตอนบน ความแตกต่างของความเค็ม ณ สถานี W1 ของทั้งสองกรณีมีความแตกต่างดังแสดงในรูปที่ 6.21 (แถวที่ 2) พบว่าความแตกต่างของความเค็มที่สถานี W1 จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0–1.5 ppt ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น

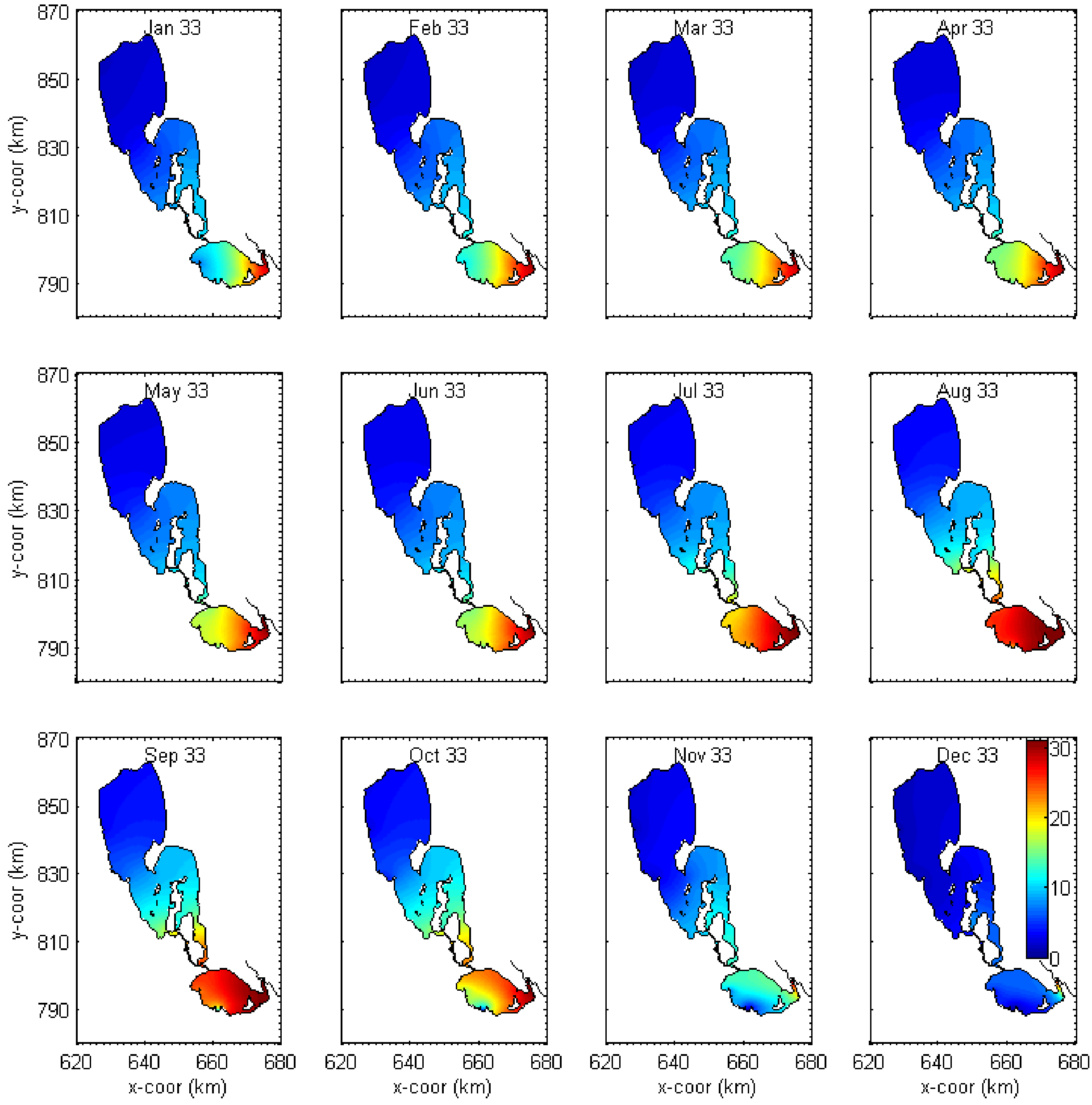
เนื่องจากในอนาคตมีการคาดคะเนว่าระดับน้ำทะเลจะมีค่าสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน 0.13 เมตร (Snidvongs, et al., 2010) และผลของความเค็มที่ได้จากการจำลองในกรณี F1 ก็แทบจะไม่มีความแตกต่างกับ baseline (F0) ความแตกต่างมากที่สุดที่พบมีค่าประมาณ 0.05–0.1 ppt (ดูรูปที่ 6.21 แถวที่ 3) ผลจากการจำลองในกรณี F1 จะถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการสูบน้ำจากสถานี W1 และ W2 เพราะในกรณี F2 F3 และ F4 มีการนำเอาระดับน้ำทะเลที่คาดว่าสูงขึ้นจากปัจจุบัน 0.13 เมตร เข้ามาพิจารณาด้วย

รูปที่ 6.19 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ณ สถานีต่างๆ ในบริเวณทะเลสาบสงขลา



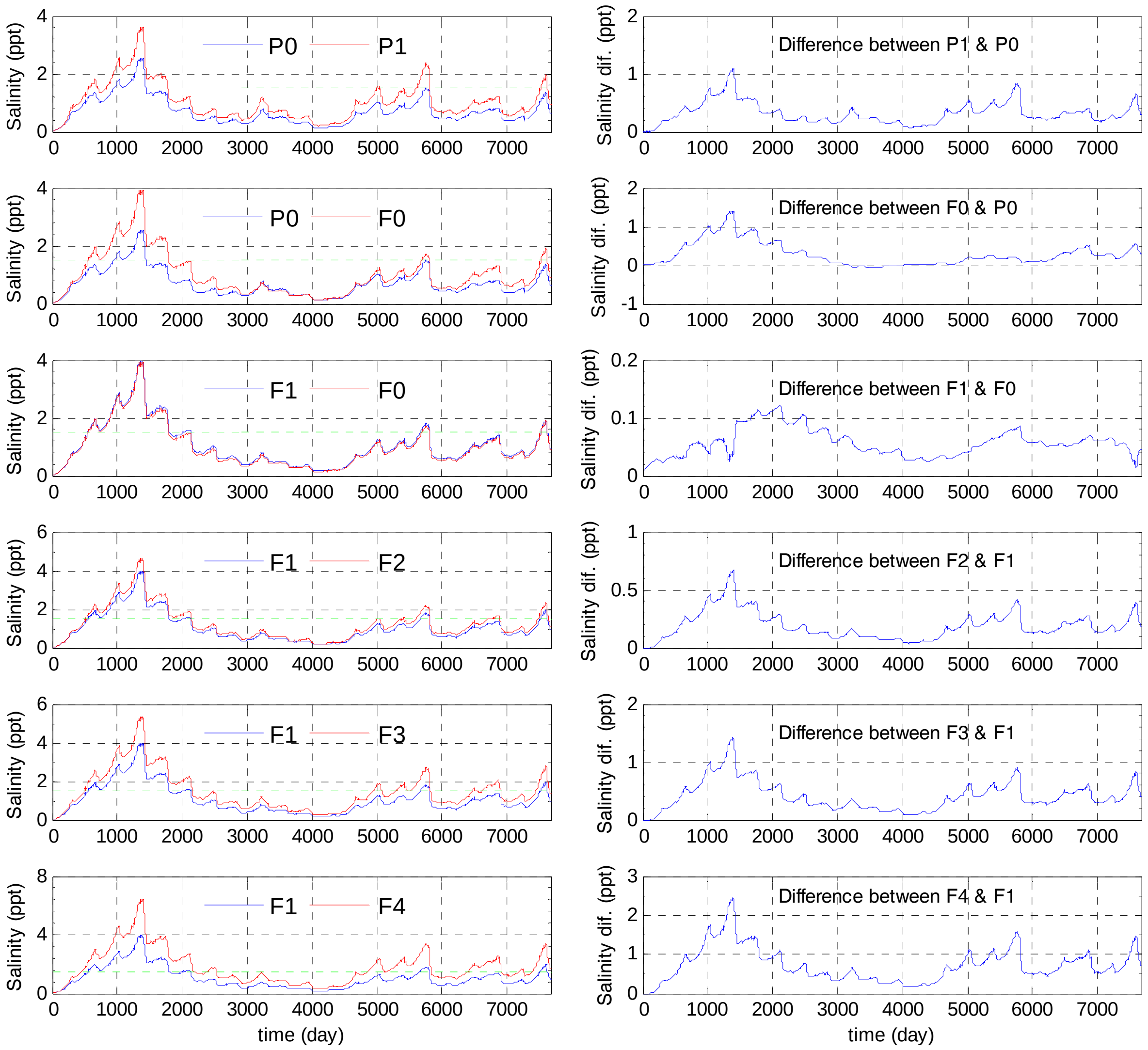
รูปที่ 6.19 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ณ สถานีต่างๆ ในบริเวณทะเลสาบสงขลา (ดูรูปที่ 6.11 ประกอบ) ในรอบ 21 ปี ของกรณี P0 (เส้นสีน้ำเงิน) และ F0 (เส้นสีแดง) ซึ่งเป็น baseline ของการจำลองในปัจจุบันและอนาคต ตามลำดับ เส้นประสีแดงที่สถานี W1 และ W2 คือเส้นความเค็ม 1.5 ppt (ค่า threshold ของความเค็มที่สามารถนำน้ำไปใช้ในการปลูกข้าวได้)

รูปที่ 6.20 การแพร่กระจายความเค็มเฉลี่ยรายเดือนของทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ. 2576 ในกรณี F0



หมายเหตุ: สเกลความเค็มจะแสดงในเดือนธันวาคม (ภาพขวามือล่าง)

รูปที่ 6.21 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (คอลัมน์ซ้ายมือ) และความแตกต่างของความเค็ม (คอลัมน์ขวามือ) ในแต่ละกรณี ที่สถานี W1 ในรอบ 21 ปี



รูปที่ 6.21 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (คอลัมน์ซ้ายมือ) และความแตกต่างของความเค็ม (คอลัมน์ขวามือ) ในแต่ละกรณี ที่สถานี W1 ในรอบ 21 ปี เส้นประสีเขียวคือเส้นความเค็ม 1.5 ppt (ค่า threshold ที่สามารถนำน้ำไปใช้ในการปลูกข้าวได้)

ความแตกต่างของความเค็มที่พบเมื่อมีการสูบน้ำจากสถานี W1 และ W2 ในกรณี F2 F3 และ F4 กับ F1 แสดงไว้ในรูปที่ 6.21 แถวที่ 4 5 และ 6 ตามลำดับ เมื่อมีการสูบน้ำจากสถานี W1 ไปใช้ประโยชน์ด้วยอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราการสูบน้ำจริง (กรณี F2) พบว่าความแตกต่างของความเค็มกับกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำ (F1) มีค่าสูงสุดประมาณ 0.4–0.7 ppt และหากมีการสูบน้ำไปใช้ที่สถานี W1 ด้วยอัตรา

ปกติ (กรณี F3) ความแตกต่างของความเค็มสูงสุดที่พบจะมีค่าประมาณ 0.8–1.5 ppt และกรณีสุดท้ายหากมีการสูบน้ำไปใช้ประโยชน์เต็มที่ คือมีการสูบน้ำที่สถานี W1 และ W2 พร้อมๆ กัน (กรณี F4) พบว่าความแตกต่างของความเค็มสูงสุดที่พบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5–2.5 ppt ซึ่งถ้าพิจารณาค่าความแตกต่างของความเค็มระหว่างเมื่อมีการสูบน้ำและเมื่อไม่มีการสูบน้ำ ความแตกต่างของความเค็มที่พบสูงสุดโดยเฉพาะกรณี F4 ก็มีค่าเกินค่า threshold ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการดึงน้ำไปใช้ในการเกษตรนั้นมีผลต่อความเค็มในทะเลสาบตอนบน โดยเฉพาะหากมีการสูบน้ำในปีที่แล้งจัดอาจทำให้ความเค็มเพิ่มเกิน 1.5 ppt ก็เป็นได้ ดังจะเห็นได้ในกรณี F1 และ F4 ในบางช่วงของการจำลอง ความเค็มที่สถานีสูบน้ำมีค่าไม่ถึง 1.5 ppt แต่เมื่อมีการสูบน้ำกลับทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นเกิน 1.5 ppt ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อทำการเกษตร

การศึกษาผลของการสูบน้ำที่สถานี W1 (P1) ต่อความเค็มในช่วงเวลาปัจจุบันเทียบกับกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำ (P0) (รูปที่ 6.21 แถวที่ 1) พบว่าความแตกต่างของความเค็มที่ได้จากแบบจำลองในบริเวณทะเลสาบตอนเหนือมีความแตกต่างไม่มากนักเมื่อเทียบกับกรณีในอนาคต (F1 และ F3) (รูปที่ 6.21 แถวที่ 5) โดยค่าความแตกต่างสูงสุดของกรณีปัจจุบันและอนาคตมีค่าอยู่ที่ 0.3424 ppt และค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0933 ppt ดังนั้น ไม่ว่าจะมีการดึงน้ำไปใช้ในปัจจุบันหรืออนาคตในกรณีที่อุณหภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้น ก็ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในพื้นที่ทะเลสาบตอนบนและในบริเวณใกล้เคียง

ข้อสังเกตุที่สำคัญประการหนึ่งที่ได้จากการศึกษาอิทธิพลของการสูบน้ำออกไปใช้ที่สถานีทางตอนบนของทะเลสาบสงขลาต่อความเค็มในครั้งนี้คือ ช่วงเวลาที่ความเค็มมีค่าเกินค่า threshold ที่เคยพบว่ามีเพียงครั้งเดียวในรอบ 21 ปี (กรณี P0) กลับพบว่ามีมากกว่าหนึ่งครั้งเมื่ออุณหภูมิอากาศมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (กรณี F0) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาของการที่ความเค็มมีค่ามากกว่าค่า threshold ก็มีระยะเวลายาวนานขึ้นไปด้วย ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อเกษตรกรที่ต้องการใช้น้ำ แทนที่จะต้องงดใช้น้ำในช่วงสั้นๆ ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำได้เป็นระยะเวลายาวนานขึ้นซึ่งอาจจะกินระยะเวลามากกว่า 1–2 ปี ประกอบกับถ้ามีการสูบน้ำออกไปใช้ยิ่งจะทำให้ความเค็มของทะเลสาบสงขลาที่มีค่าเกินค่า threshold มีระยะเวลายาวนานยิ่งขึ้น

6.2.4 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาในส่วนนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของทะเลสาบตอนบนที่เกิดจากอิทธิพลของการรุกตัวของน้ำเค็มจากทะเลสาบตอนล่าง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Delft3D โดยการศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง 2 มิติ เนื่องจากความลึกของทะเลสาบสงขลามีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 2 เมตร อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้การผสมผสานน้ำให้เป็นเนื้อ

เดียวกันได้ดี และผลจากการใช้แบบจำลองแบบ 2 มิติ ก็ให้ผลไม่ต่างจากแบบจำลอง 3 มิติ (ดูเรื่องการแบ่งชั้นความเค็ม)

ผลการศึกษาในส่วนของการปรับเทียบแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบระดับน้ำ และกระแสน้ำ พบว่าแบบจำลองให้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยมีค่า RMSE ของระดับน้ำและกระแสน้ำเป็น 8 เซ็นติเมตร และ 3.6 เซ็นติเมตร/วินาที ตามลำดับ ภายหลังจากการปรับเทียบแบบจำลองเสร็จแล้วจึงได้ทำการศึกษาความสามารถของแบบจำลองในการจำลองความเค็ม พบว่าแรงน้ำขึ้นน้ำลงและความเค็มที่บริเวณขอบเขตเปิด (ปากทะเลสาบสงขลา) ไม่เพียงพอที่จะทำให้ความเค็มจากทะเลสาบตอนล่างมีการแพร่กระจายจนถึงทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนบน โดยเฉพาะบริเวณทะเลสาบตอนบนที่มีการสูบน้ำไปใช้เพื่อการเกษตร ดังนั้นจึงได้พิจารณาเพิ่มตัวแปรอัตราการระเหยเข้ามาร่วมด้วย ผลของแบบจำลองหลังจากเพิ่มอัตราการระเหยเข้าไปร่วมด้วย พบว่าความเค็มมีการแพร่กระจายได้ถึงทะเลสาบตอนบนเหมือนกับที่มีการตรวจวัดจริง จึงทำให้มีความมั่นใจว่าแบบจำลองนี้จะสามารถจำลองความเค็มในทะเลสาบสงขลาได้

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำแบบจำลองความเค็มของทะเลสาบสงขลาไปศึกษาเพิ่มเติมโดยแบ่งเป็น scenario ย่อยๆ คือ ผลของการเพิ่มของระดับน้ำทะเลต่อความเค็ม และผลของการสูบน้ำออกไปใช้เพื่อการเกษตรในบริเวณทะเลสาบตอนบนต่อความเค็ม พบว่าการเพิ่มของระดับน้ำทะเลประมาณ 0.13 เมตร ไม่มีผลต่อความเค็มในบริเวณทะเลสาบตอนบนมากนักเพราะค่าความเค็มของกรณีไม่มีการเพิ่มของระดับน้ำทะเล และกรณีที่มีการเพิ่มระดับน้ำทะเลมีค่าอยู่ที่ 0.98±0.74 และ 1.04±0.74 ppt ตามลำดับ แต่เมื่อมีการสูบน้ำออกจากทะเลสาบจะทำให้ความเค็มบริเวณที่มีการสูบน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นไปจากกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.19±0.05 ppt ในกรณีที่มีการสูบน้ำที่สถานี W1 เพื่อให้ครอบคลุมครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทำการเกษตรจริง จะทำให้ความเค็มมีค่าเพิ่มขึ้นไปจากกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.41±0.10 ppt และถ้าหากมีการสูบน้ำทั้งที่สถานี W1 และ W2 จะทำให้น้ำมีความเค็มเพิ่มขึ้นไปจากกรณีที่ไม่มีการสูบน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.73±0.19 ppt ซึ่งจะเห็นว่าความเค็มในบริเวณทะเลสาบตอนเหนือมีค่าสูงขึ้น ถ้ามีการสูบน้ำออกไปทะเลสาบมากขึ้น

โดยสรุปในอนาคตเมื่ออุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มสูงขึ้นกว่าในปัจจุบัน อัตราการระเหยของน้ำจากทะเลสาบก็จะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย (ด้วยสมมติฐานที่ว่าปริมาณน้ำท่าจากคลองต่างๆ และปริมาณฝนที่ตกลงสู่ทะเลสาบ (แหล่งของน้ำจืด) ไม่มีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม) ทำให้แนวโน้มหรือโอกาสของน้ำในทะเลสาบตอนบนที่จะมีความเค็มสูงเกินค่า threshold มีมากตามไปด้วย และยิ่งมีการสูบน้ำออกไปใช้ในการเกษตรก็จะยิ่งทำให้ความเค็มมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้ในบางปีความเค็มในทะเลสาบตอนบนจะมีค่าไม่เกินค่า threshold แต่หากเมื่อใดที่ความเค็มมีค่าเกินค่า threshold แล้ว ระยะเวลาที่ครอบคลุมจนกว่าความเค็มจะกลับลงมาต่ำกว่าค่า threshold ก็จะมีช่วงระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น

6.3 การวิเคราะห์แนวโน้มสภาพเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

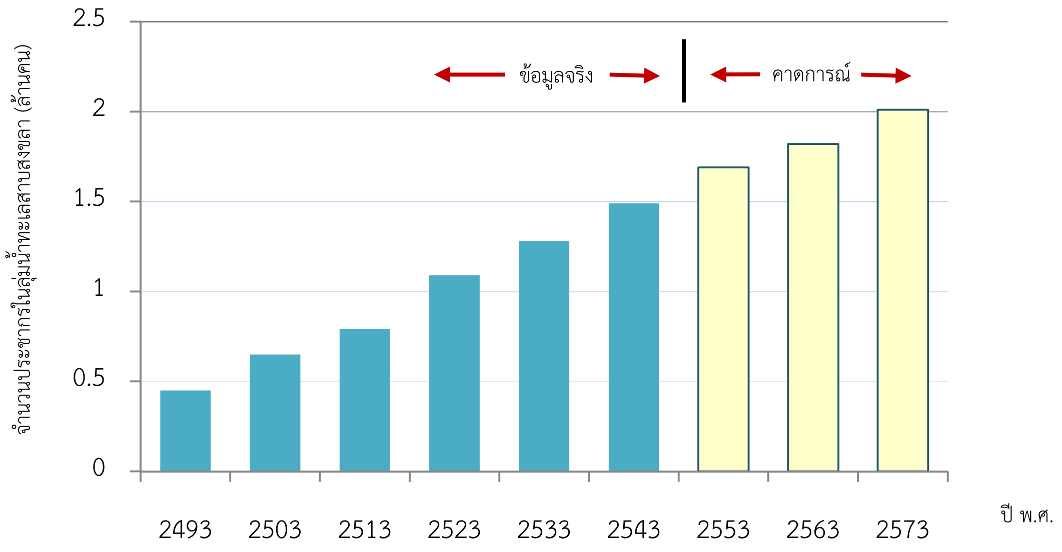
นอกจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศดังกล่าวมาข้างต้นแล้ว การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคม อาทิ การเพิ่มขึ้นของประชากรซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวของชุมชนเมือง การพัฒนาสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ การเคลื่อนย้ายแรงงานออกนอกภาคการเกษตรมากขึ้น รวมทั้ง นโยบายของรัฐด้านต่างๆ อาทิ การขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้ง การส่งเสริมการปลูกข้าวตามนโยบายการบริหารจัดการเขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับสินค้าข้าว (Zoning) การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ดีที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมบริโภค การส่งเสริมให้พื้นที่คาบสมุทรสทิงพระเป็นพื้นที่ฐานอาหารเพื่อสอดรับกับนโยบายการสร้างความมั่นคงทางอาหาร การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ทนเค็มที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมการข้าว และการสร้างยุวเกษตรกรเพื่อรองรับการขาดแคลนเกษตรกรที่มีอายุสูงขึ้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ก็ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตและระบบการปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดในอนาคต

จากการคาดการณ์ประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา[5] พบว่าประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2493 มีประชากรอาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประมาณ 4.3 แสนคน และเพิ่มขึ้นเป็นเกือบ 1.5 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2543 และคาดว่าประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2573 (รูปที่ 6.22) โดยประชากรในเขตเมืองจะเพิ่มในอัตราที่รวดเร็วกว่าในเขตชนบทมาก อย่างไรก็ดี เกษตรกรในพื้นที่มีแนวโน้มเป็นเกษตรกรสูงอายุและคาดว่าจะมีจำนวนที่ลดลง อีกทั้งเยาวชนรุ่นใหม่ไม่ค่อยให้ความสนใจด้านการเกษตรเท่าที่ควรโดยสังเกตได้จากการอพยพเข้าสู่นอกภาคเกษตรทั้งในรูปของการเคลื่อนย้ายแรงงานแบบชั่วคราวและถาวร ส่งผลให้เกิดปัญหาขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรโดยเฉพาะในช่วงเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นเป็นที่จะต้องเร่งสร้างและพัฒนากลุ่มยุวเกษตรกรให้สามารถเป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ เพื่อทดแทนและสืบทอดความรู้และภูมิปัญญาการเกษตรของท้องถิ่น (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2554)

---

[5] โครงการจัดทำแผนแม่บทลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

รูปที่ 6.22 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในช่วง พ.ศ. 2493-2573



ที่มา สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548)

นอกจากนี้ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการทบทวนแผนและนโยบายของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม และนโยบายของรัฐที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตและระบบการปลูกข้าวในพื้นที่ทุ่งระโนดในอนาคตมีดังนี้

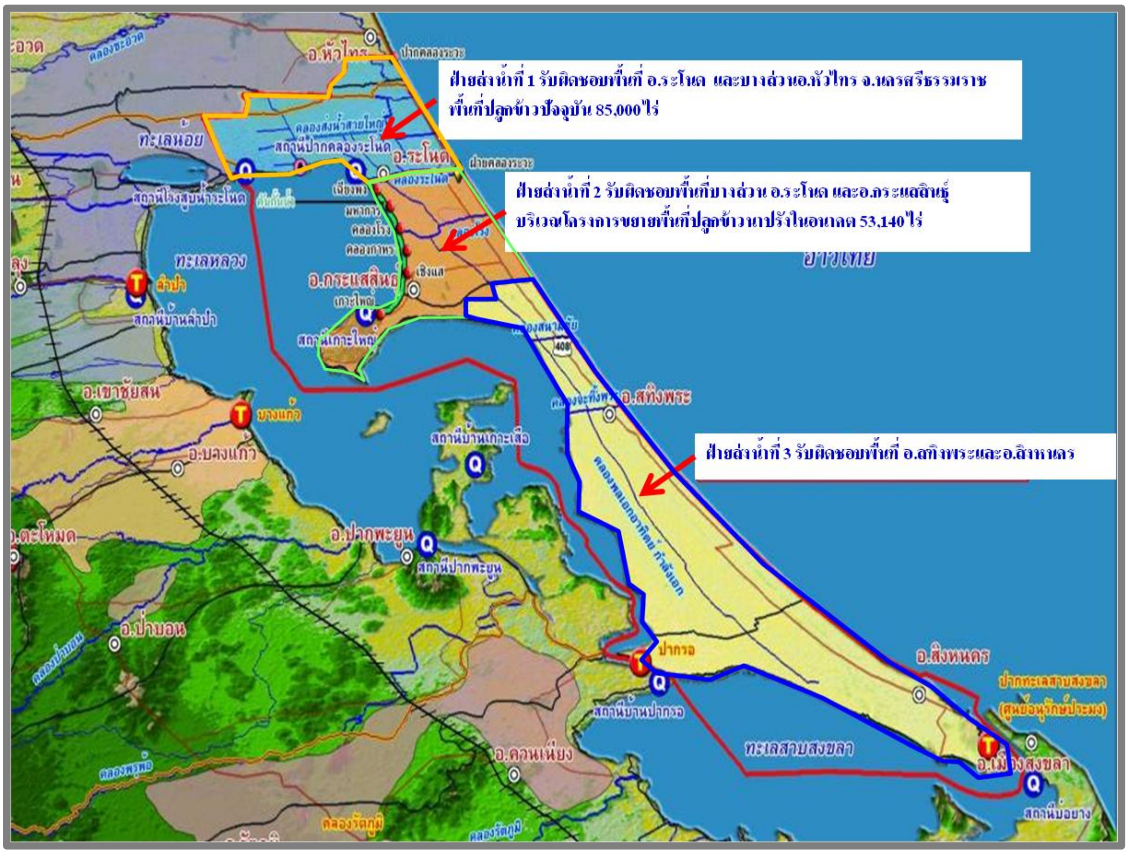
(1) การขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้งบริเวณพื้นที่อำเภอกระแสสินธุ์ [6]

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์[7] พบว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์มีแผนงานที่จะขยายพื้นที่ปลูกข้านาปรังในช่วงฤดูแล้งบริเวณพื้นที่อำเภอกระแสสินธุ์ ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของฝ่ายสูบและบำรุงรักษาที่ 2 โดยการขุดลอกคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอกและสูบน้ำผ่านคลองโรงและคลองเชิงแสไปเติมในคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอกเพื่อเป็นแหล่งน้ำให้แก่เกษตรสำหรับการปลูกข้าวนาปรังที่เพิ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าจะมีพื้นที่ทำนาเพิ่มขึ้นรวมทั้งสิ้น 53,140 ไร่ (รูปที่ 6.23)

[6] ปัจจุบัน พื้นที่อำเภอกระแสสินธุ์มีเพียงการปลูกข้าวนาปี ปีละหนึ่งครั้ง

[7] สัมภาษณ์ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ (คาบสมุทร์สทิงพระ จังหวัดสงขลา)

รูปที่ 6.23 พื้นที่โครงการขยายพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในอนาคต



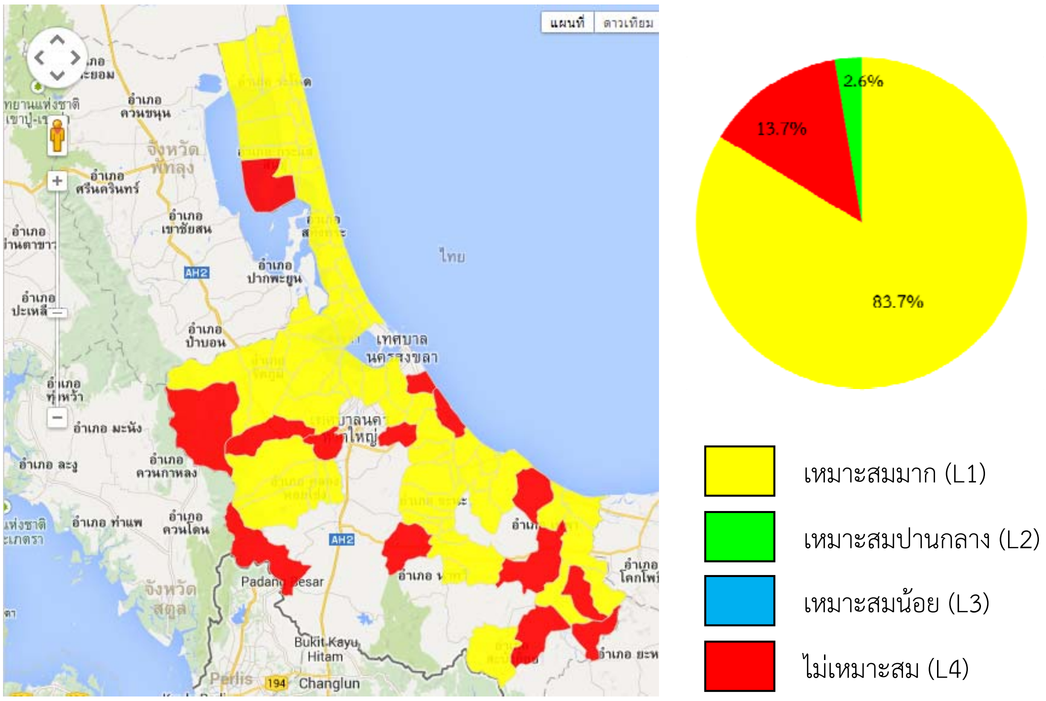
ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์

(2) การส่งเสริมการปลูกข้าวตามนโยบายการบริหารจัดการเขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับข้าว (Zoning)

สืบเนื่องจากนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชในพื้นที่ที่เหมาะสม โดยมีการศึกษาศักยภาพของความเหมาะสมทางกายภาพ ซึ่งคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดดิน ชุดดิน สภาพน้ำฝน แหล่งน้ำ เขตพื้นที่ชลประทาน ระดับความสูงของพื้นที่ และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ เช่น เส้นทางคมนาคม แหล่งตลาด และที่ตั้งโรงงาน เพื่อจำแนกเขตการใช้ที่ดิน และจัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด โดยแบ่งเป็นเขตพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) และเหมาะสมน้อย (S3) ทั้งนี้ เพื่อให้มีการผลิตสินค้าเกษตรในแหล่งการผลิตและปริมาณที่เหมาะสม สามารถลดความเสี่ยง ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้เกษตรกร

ในอนาคต หากมีการดำเนินการให้ข้อมูลและส่งเสริมการปลูกข้าวตามนโยบายดังกล่าวข้างต้น คาดว่าจะมีการปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางวิชาการมากยิ่งขึ้น มีการกำหนดโซนชัดเจนสำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว มีการปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ พื้นที่ไหนควรปลูกข้าวพันธุ์ที่นิยมบริโภคในจังหวัดและข้าวพันธุ์พื้นเมือง เช่น พันธุ์ปทุมธานี 1 พันธุ์เฉี้ยง พันธุ์เล็บนก พันธุ์หอมนิล และพื้นที่ไหนควรปลูกข้าวพันธุ์เพื่อการส่งออก เช่น พันธุ์ กข. 47 พันธุ์ กข. 41 เป็นต้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวไปปลูกพืชชนิดอื่นที่เหมาะสมมากว่า เช่น ปาล์มน้ำมัน การทำไร่นาสวนผสม เป็นต้น สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดสงขลาดังแสดงไว้ในรูปที่ 6.24

รูปที่ 6.24 เขตเกษตรเศรษฐกิจข้าว (RAEZ) ในพื้นที่จังหวัดสงขลา



ที่มา: กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ http://www.ricethailand.go.th/home/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=44 (14 กันยายน 2557)

(3) การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ดีที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมบริโภค

การปลูกข้าวพันธุ์ดีที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมบริโภค เช่น ข้าวพันธุ์หอมปทุม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลาร่วมกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์ ภายใต้โครงการดังกล่าว มีการแปรรูปเป็นข้าวสารภายใต้แบรนด์ใหม่ของทางจังหวัดสงขลา เช่น แบรนด์สังข์ทอง และนางเงือก โดยในแต่ละปีจะมีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายสำหรับปลูกข้าวพันธุ์ดี ความเหมาะสมของพื้นที่เป้าหมายจะต้องเป็นพื้นที่ที่อยู่บริเวณต้นคลองส่งน้ำสายใหญ่ สามารถส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกได้ตามความต้องการตลอดเวลา มีระบบระบายน้ำที่สามารถระบายน้ำออกได้ กรณีเกิดฝนตกหนักในพื้นที่

(4) การส่งเสริมให้พื้นที่คาบสมุทรสทิงพระเป็นพื้นที่ฐานอาหารเพื่อสอดรับกับนโยบายการสร้างความมั่นคงทางอาหาร

การส่งเสริมให้พื้นที่คาบสมุทรสทิงพระเป็นพื้นที่ฐานอาหารเพื่อสอดรับกับนโยบายการสร้างความมั่นคงทางอาหาร ครอบคลุมพื้นที่ใน 4 อำเภอ คือ อำเภอระโนด อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอสิงหนคร และอำเภอสทิงพระ โดยมีกิจกรรมเพื่อส่งเสริมเกษตรกรในด้านต่างๆ เช่น การส่งเสริมให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตข้าว การใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว การใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อย่อยสลายตอซัง การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีผ่านศูนย์ข้าวชุมชน การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมือง และการส่งเสริมการแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสารบรรจุถุง นโยบายดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ทั้ง 4 อำเภอ จะยังถูกรักษาไว้ให้เป็นพื้นที่ที่ผลิตอาหารที่สำคัญของประเทศต่อไปในอนาคต

(5) การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ทนเค็ม

จากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต พบว่าอุณหภูมิบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน อัตราการระเหยของน้ำในทะเลสาบสงขลาก็ย่อมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โอกาสที่น้ำในทะเลสาบตอนบนซึ่งเป็นน้ำต้นทุนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์จะมีค่าความเค็มเกินระดับที่จะสามามารถปลูกข้าวได้ (มากกว่า 1.5 กรัมต่อลิตร) ย่อมมีมากขึ้น นอกจากนี้ ในอนาคต ถ้าหากมีการเริ่มทำนาปรังบริเวณอำเภอกระแสสินธุ์และมีการสูบน้ำจากทะเลสาบตอนบนเพิ่มขึ้นเพื่อส่งน้ำให้เกษตรกรปลูกข้าวในอำเภอกระแสสินธุ์ผ่านทางคลองพลเอกอาทิตย์กำลังเอก ก็ยิ่งจะส่งผลให้ความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนบนมีค่าสูงขึ้นไปอีก ดังนั้นเกษตรกรจะต้องมีการเตรียมการเพื่อการปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกเพื่อลดผลกระทบของปัญหาดินเค็มต่อการปลูกข้าวที่คาดว่าจะเกิดบ่อยขึ้นในอนาคต การส่งเสริมการปลูกข้าวพันธุ์ทนเค็มที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมการข้าวจึงนับว่าเป็นนโยบายที่สำคัญ

เอกสารอ้างอิง

สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์. 2548. การเคลื่อนที่ของความเค็มในทะเลสาบสงขลา. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 27(4): 889-900.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. ดำเนินการศึกษาโดย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยทักษิณและมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. กุมภาพันธ์.

Deltares, 2011a. User Manual Delft3D-FLOW: Simulation of multi-dimensional hydrodynamics flows and transport phenomena, including sediments. Deltares, the Netherlands.

Deltares, 2011.b User Manual Delft3D-QUICKIN: Generation and manipulation of grid-related parameters such as bathymetry, initial conditions and roughness. Deltares, the Netherlands.

Deltares, 2011c. User Manual Delft3D-RGFGRID: Generation and manipulation of curvilinear grids for Delft3D-FLOW and Delft3D-WAVE. Deltares, the Netherlands.

Deltares, 2011d. User Manual Delft3D-TIDE: Analysis and prediction of tides. Deltares, the Netherlands.

Linacre, E.T., 1977. A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. Agricultural Meteorology. 18:409-424.

Pawlowicz, R., Beardsley, B., and Lentz, S., 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. Computers and Geosciences. 28: 929-937.

Pornpinatepong, S., Tanaka, H., and Takasaki, M., 2006. Application of 2-D vertically averaged boundary-fitted coordinate model of tidal circulation in Thale Sap Songkhla, Thailand. Walailak J. Sci. & Tech. 3(1): 105-118.

Snidvongs, A., Chinvanno, S., Sangmanee, C., Thanakitmetavut, J., Rawichutiwan, A., and Wongthong, P., 2010. Position paper on “Pluasible Climate Change Scenarios for Thailand During the Period of 2045 – 2065” S&T Postgraduate Education and Research Development Office (PERDO). 252 pp.