วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.2) May – August 2022 บทความวิจัย

การประเมินพื้นที่อ่อนไหวและประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

Assessment of Susceptible Areas and Issues of Water Shortage in Agriculture in the Area of Sa Kaeo Province

จักรพันธ์ นาน่วม* ลิขิต น้อยจ่ายสิน และ ธวัชชัย นาอุดม

Jakkaphun Nanuam *, Likhit Noichaisin and Tawatchai Na-U-Dom

สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

Natural Resources and Environment Program, Faculty of Science and Social Sciences, Burapha University Sakaeo Campus

Received : 12 May 2021

Revised : 1 October 2021

Accepted : 11 October 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำและบ่งชี้สาเหตุของปัญหาเพื่อใช้ในการวางแผนแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว พื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำประเมินได้จากค่าดัชนีพืชพรรณ และค่าดัชนีความแตกต่างของความชื้น โดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม Landsat 4-5TM 7ETM และ 8OLI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2561 โดยการทำศึกษาแยกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน การบ่งชี้สาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำได้จากการระบุประเด็นในการสนทนากลุ่มซึ่งมีผู้เข้าร่วมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐ ผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ และตัวแทนประชาชนหรือเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าในฤดูร้อนพื้นที่ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60 ถึง 80 ของพื้นที่) มีสภาวะแล้งน้อย ยกเว้นปี พ.ศ.2545 2552 2560 และ 2561 มีสภาวะแล้งมากครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 30 ของจังหวัด ในฤดูฝนโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วมีสภาพแล้งน้อยถึงปานกลาง (มากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่) ส่วนในฤดูหนาวโดยเฉลี่ยมีสภาวะแล้งน้อยเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 48 ถึง 70 ของพื้นที่) การระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยการสนทนากลุ่มชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหามากที่สุด คือ อำเภอตาพระยา อำเภอโคกสูง และอำเภอวัฒนานคร ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดสระแก้ว สอดคล้องกับผลการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งสองวิธีนี้สามารถนำมาใช้ในการระบุพื้นที่และวางแผนจัดการปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้วได้

คำสำคัญ : พื้นที่อ่อนไหว ; การขาดแคลนน้ำ ; การเกษตร ; จังหวัดสระแก้ว

Abstract

This research aimed to assess areas susceptible to water shortage and identify the root causes for planning solutions in agricultural sector in Sa Kaeo Province. The areas were assessed from the Normalize difference vegetation index (NDVI) and Normalize difference moisture index (NDMI) values using remote sensing data from Landsat 4-5TM, 7ETM satellites, and 8OLI from 2002 to 2018. Susceptible area was separately evaluated into 3 seasons: hot dry season, cool dry season and wet season. To identify causes of the problems, we organized group discussion which participants including government officials who being involved in water management and representatives of the people or farmers who use water in the province. The results indicated that in hot dry season most of the area (60 to 80% of the area) had low drought conditions, except 2002, 2009, 2017 and 2018 which had extreme drought conditions, covering 30% of the province. On average during the wet season, Sa Kaeo Province has mild to moderate drought conditions (more than 70% of the area) while in the cool dry season there is mostly less drought (approximately 48 to 70 % of the area). Identifying root causes by group discussion pointed out that the most susceptible areas were Ta Phraya, Khok Sung and Watthana Nakhon District where is in the north and northeast of the Province, in line with the results of the evaluation of areas susceptible to water shortages by using remote sensing technique. From the data obtained in this study, both of these methods can be used to identify areas and plan to manage water shortages in agriculture in Sa Kaeo Province.

Keywords : susceptible area ; water shortage ; agriculture ; Sa Kaeo Province

***Corresponding author. E-mail** : jakkaphu@buu.ac.th

บทนำ

จังหวัดสระแก้วตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 4,496,961 ไร่ โดยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 3,046,917 ไร่ (ร้อยละ 67.74 ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่งผลให้การทำเกษตรกรรมเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่หลักของจังหวัดสระแก้ว ประเภทการทำเกษตรกรรมหลักของจังหวัดสระแก้วเรียงลำดับตามขนาดการใช้ประโยชน์พื้นที่ประกอบด้วยพืชไร่ (1,233,897 ไร่) นาข้าว (889,287 ไร่) ไม้ยืนต้น (791,626 ไร่) ไม้ผล (118,472 ไร่) พืชสวน (2,709 ไร่) และทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ (9,955 ไร่) (Land Development Department, 2020) การทำเกษตรกรรมแต่ละประเภทนี้จำเป็นต้องใช้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญ โดยที่มาของน้ำส่วนใหญ่นี้คือน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ และบางส่วนถูกกักเก็บไว้ในแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดสระแก้วอยู่ในช่วง 1,287.57 – 1,743.33 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 1,443.49 มิลลิเมตร) ซึ่งถือว่าไม่สูงมากนักและฝนส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ทางทิศใต้ และทิศตะวันตกของจังหวัด (Noichaisin *et al*., 2021) ส่วนพื้นที่อื่นโดยเฉพาะด้านตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น อำเภอตาพระยา และอำเภอโคกสูงมีฝนตกน้อยเนื่องจากอยู่ในเขตอับฝน นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงน้ำชลประทานซึ่งเป็นอีกแหล่งน้ำหนึ่งที่สำคัญสำหรับเกษตรกรรมพบว่าพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากน้ำชลประทานในจังหวัดสระแก้วมีเพียง 132,239 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.34 ของพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด (Bureau of Project Management Royal Irrigation Department, 2019) ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของจังหวัดยังต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นทรัพยากรน้ำหลักของพื้นที่ และเกษตรกรมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรอย่างต่อเนื่อง จนหลายหน่วยงานทั้งในจังหวัดสระแก้ว หน่วยราชการส่วนกลางหรือส่วนภูมิภาคต่างดำเนินมาตรการต่างๆ เพื่อให้ความช่วยเหลือเกษตรกรที่ประสบปัญหาดังกล่าว เช่น การขุดบ่อกักเก็บน้ำ การขุดลอกคลองส่งน้ำ หรืออำนวยความสะดวกในการขุดเจาะน้ำบาดาล เป็นต้น แต่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาให้หมดไปได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ข้อจำกัดหรืออุปสรรคด้านภูมิประเทศ สภาพดินในพื้นที่ และการขาดการมีส่วนร่วมจากชุมชนและประชาชนในพื้นที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ นอกจากนั้นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร คือ ขาดการวิเคราะห์ปัญหาในภาพรวมและครอบคลุมพื้นที่ที่เกิดปัญหาทั้งหมดของจังหวัด รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจอย่างเหมาะสม เนื่องจากแต่ละหน่วยงานต่างดำเนินการภายใต้พันธกิจหรืออำนาจหน้าที่ที่ต่างกัน รูปแบบการจัดเก็บ การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลมีความแตกต่างกันส่งผลให้ในบางกรณีเกิดความซ้ำซ้อนในการแก้ไขปัญหา หรือไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ประสบปัญหา และอาจสิ้นเปลืองงบประมาณโดยไม่จำเป็น ดังนั้นเพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรอย่างเป็นระบบควรเริ่มจากการวิเคราะห์และบ่งชี้พื้นที่ที่มีปัญหาโดยใช้ข้อมูลจริงและถูกนำเสนออย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแผนที่หรือเชิงพื้นที่ได้ทำให้สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ลดความซ้ำซ้อนในการทำงานและเสริมการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่างๆได้ ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์จึงสามารถนำมาใช้เพื่อบ่งชี้พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อสภาพความแห้งแล้งหรือการขาดแคลนน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตหรือความสมบูรณ์ของพืชทำให้สามารถระบุพื้นที่ที่จำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือหรือบรรเทาผลกระทบได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหายังจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่เพื่อสะท้อนปัญหาที่อาจ

แตกต่างกันไปตามบริบทของแต่ละพื้นที่ (Carlos *et al*., 2021) จึงจะทำให้สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม เป็นที่ยอมรับ และตรงกับความต้องการของประชาชนและบริบทของแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำและบ่งชี้ประเด็นปัญหาเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

การประเมินพื้นที่อ่อนไหวและประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว แบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน คือ (1) การประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม และ (2) การระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้วโดยการจัดการสนทนากลุ่มของผู้เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการน้ำ เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่

1) พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้วในการศึกษาครั้งนี้ประเมินจากการใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม Landsat 4-5TM, 7ETM และ 8OLI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2561 โดยการทำศึกษาแยกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อน (Hot dry season) ฤดูหนาว (Cool dry season) และฤดูฝน (Wet season) ทำการกรอง (Filtering) เมฆและปัจจัยรบกวนจากบรรยากาศอื่น ๆ ด้วยอัลกอริทึ่ม Fmask (Fmask algorithm) (Zhu *et al*., 2015; Frantz *et al*., 2015) ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ที่ได้จะถูกคำนวณเป็นดัชนี Normalize difference vegetation index (NDVI) และ Normalize difference moisture index (NDMI) (Lin *et al*., 2010) ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของพืชซึ่งได้รับอิทธิพลจากความแล้งหรือการประสบกับภาวะขาดน้ำ ดัชนี NDVI และ NDMI สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2 ดังนี้

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (1)$$

$$NDMI = (NIR - MIR)/(NIR + MIR) \quad (2)$$

โดย RED, NIR และ MIR หมายถึงภาพการสะท้อนจากช่วงคลื่นแดง อินฟราเรดใกล้ และอินฟราเรดกลาง ตามลำดับ จากนั้นค่าความผิดปกติ (Anomalies) ของ NDVI และ NDMI ในช่วงเวลา *k* กริด *i* , *j* จะถูกคำนวณจากสมการที่ 3 และ 4

$$NANO_{ijk} = \overline{NDVI}_{ij} - \overline{NDVI}_{ijk} \quad (3)$$

$$MANO_{ijk} = \overline{NDMI}_{ij} - \overline{NDMI}_{ijk} \quad (4)$$

โดยที่ $\overline{NDVI}_{ij}$ และ $\overline{NDMI}_{ij}$ คือค่าเฉลี่ยระยะยาวของ NDVI and NDMI ของ ของกริด *i*, *j* และ $NANO_{ijk}$ ($MANO_{ijk}$) คือค่าความผิดปกติของ NDVI (NDMI) ในช่วงเวลา *k* ของกริด *i*, *j* ตามลำดับ

ในการศึกษานี้ พื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำจะถูกประเมินจากการวิเคราะห์ค่าแอมพลิจูด (Amplitude) ของ $NANO_{ijk}$ และ $MANO_{ijk}$ ดังแสดงในสมการที่ 5 (Lin *et al*., 2010)

$$Amplitude_{ijk} = \sqrt{(NANO_{ijk})^2 + (MANO_{ijk})^2} \qquad (5)$$

โดย $Amplitude_{ijk}$ คือค่าแอมพลิจูดของ $NANO_{ijk}$ และ $MANO_{ijk}$ ตามลำดับ จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกนำเสนอในรูปแผนที่เชิงภูมิศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำได้

2) การระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

ทำการศึกษาในรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยผู้วิจัยจัดการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) จำนวน 2 กลุ่ม คือ (1) เจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐและผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ มีผู้เข้าร่วมจำนวน 56 คน และ (2) ตัวแทนประชาชนหรือเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว มีผู้เข้าร่วมจำนวน 30 คน ใช้เวลาในการสนทนากลุ่มประมาณ 3 ชั่วโมง โดยในการดำเนินการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยมีประเด็นข้อคำถามนำการสนทนาเพื่อการระบุสาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยประยุกต์หัวข้อประเด็นและกระบวนการในการระบุปัญหาจากเอกสารประกอบโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อจัดทำแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและแผนปฏิบัติการภายใต้แผนแม่บทลุ่มน้ำสาละวิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 – 2565 ของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (Office of National Water Resources, 2019) ดังนี้

2.1) ระบุพื้นที่ที่มีปัญหาทรัพยากรน้ำ และความร้ายแรงของปัญหา โดยเรียงลำดับตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดยมีรายละเอียดประกอบการประเมิน ดังนี้

ลำดับที่ 1 ไม่มีปัญหาในพื้นที่
ลำดับที่ 2 พบปัญหาฝนทิ้งช่วงแต่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่เพียงพอ
ลำดับที่ 3 มีฝนหรือแหล่งน้ำต้นทุนเพียงพอ แต่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำผิวดินในพื้นที่อย่างเพียงพอ
ลำดับที่ 4 เป็นพื้นที่อับฝน (เงาฝน) ขาดน้ำต้นทุน แต่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่เพียงพอ
ลำดับที่ 5 มีฝนหรือแหล่งน้ำต้นทุนเพียงพอ แต่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่
ลำดับที่ 6 พบปัญหาฝนทิ้งช่วง แหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ไม่เพียงพอ
ลำดับที่ 7 เป็นพื้นที่อับฝน (เงาฝน) ขาดน้ำต้นทุนและไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่อย่างเพียงพอ
ลำดับที่ 8 พบปัญหาฝนทิ้งช่วง และไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่
ลำดับที่ 9 เป็นพื้นที่อับฝน (เงาฝน) แห้งแล้ง และไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่

2.2) สาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร

2.3) ความต้องการในการแก้ไขหรือบรรเทาปัญหา

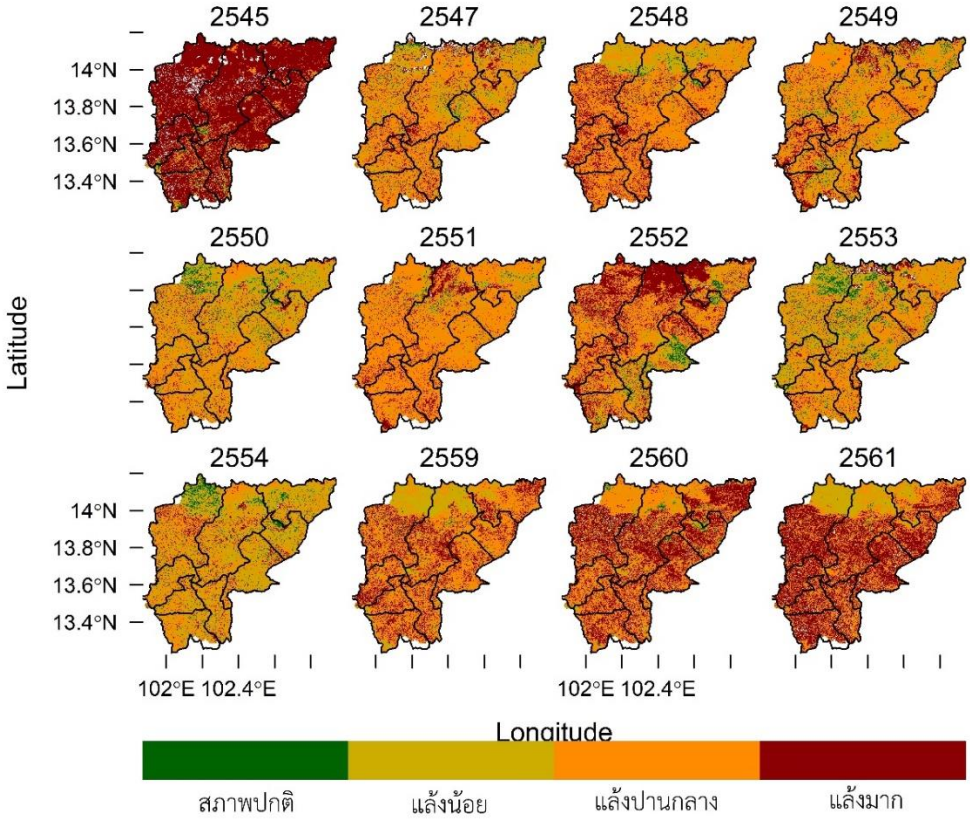
จากนั้นนำมาสรุปประเด็นปัญหาของแต่ละพื้นที่รวมทั้งความต้องการในการพัฒนาและบรรเทาความเดือนร้อนที่ประชาชนและเกษตรกรต้องการ

เมื่อได้รับข้อมูลจากทั้งสองส่วน คือ (1) พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร และ (2) ประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำในแต่ละพื้นที่แล้วจากนั้นนำมาวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาในแต่ละพื้นที่รวมทั้งแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับความต้องการของประชาชนและเกษตรกรในพื้นที่

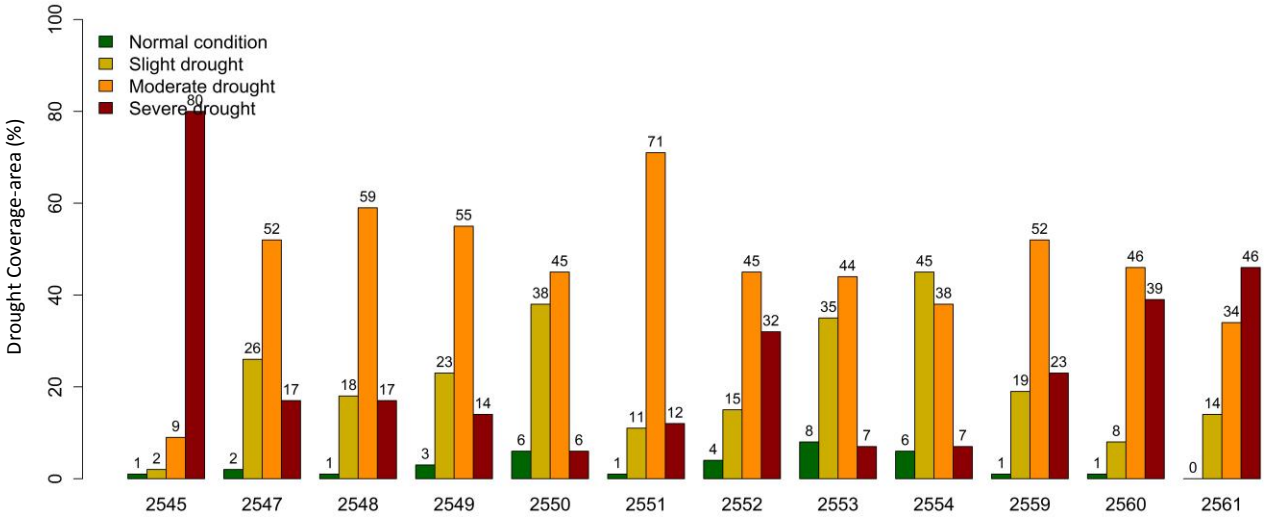
ผลการวิจัย

1. การประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

จากการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม Landsat 4-5TM, 7ETM และ 8OLI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2561 การทำศึกษาแยกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อน (Hot dry season) ฤดูหนาว (Cool dry season) และฤดูฝน (Wet season) สามารถแสดงผลด้วยค่าแอมพลิจูด (Amplitude) ของความผิดปกติ (Anomaly) ของดัชนี Normalize difference vegetation index (NDVI) และ Normalize difference moisture index (NDMI) ของพื้นที่จังหวัดสระแก้วได้ดังภาพที่ 1 ถึง ภาพที่ 6

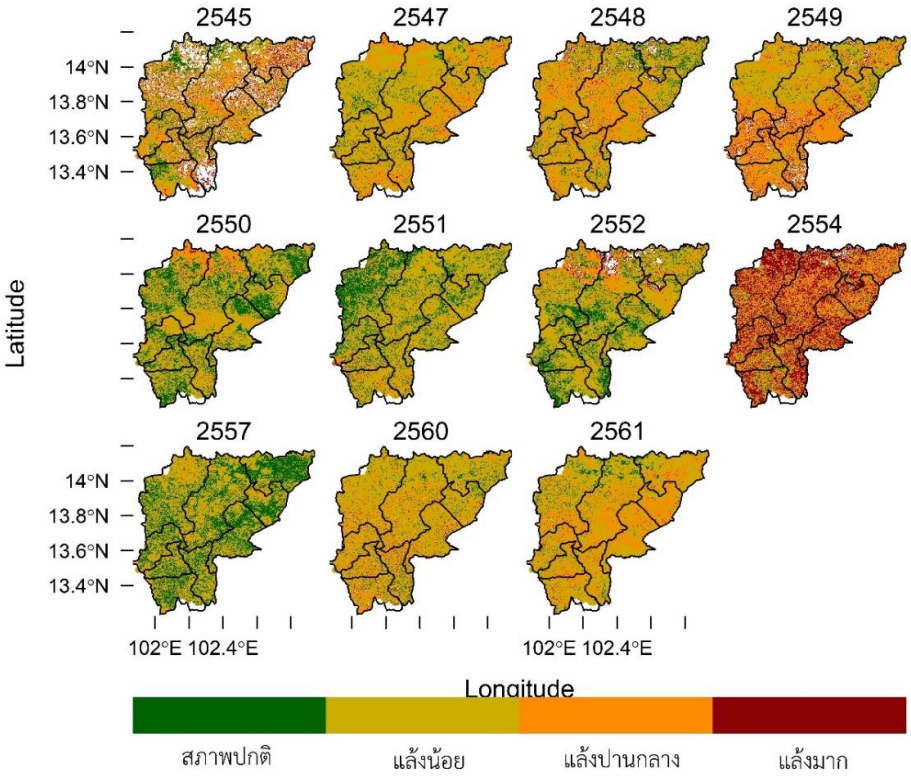


ภาพที่ 1 ค่าดัชนีความแล้งช่วงฤดูร้อนในจังหวัดสระแก้ว ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึง ระดับความแห้งแล้งตั้งแต่ปกติ (สีเขียวเข้ม) จนถึงแล้งมาก (สีแดงเข้ม) ตามลำดับ

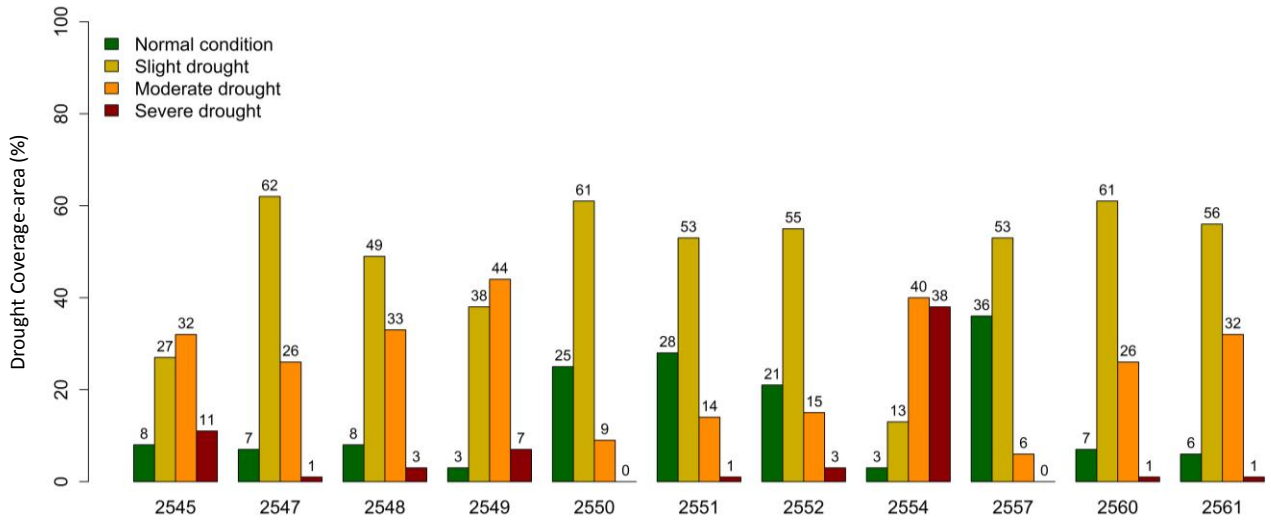


ภาพที่ 2 สัดส่วนพื้นที่จำแนกตามความแล้ง (ร้อยละ) ช่วงฤดูร้อนในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึงระดับความแล้งตั้งแต่ปกติ (Normal condition; สีเขียวเข้ม) แล้งน้อย (Slight drought; สีเหลืองเข้ม) แล้งปานกลาง (Moderate drought; สีส้ม) และแล้งมาก (Severe drought; สีแดงเข้ม) ตามลำดับ

แผนที่และสัดส่วนพื้นที่ความแล้งช่วงฤดูร้อนในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2561 (ภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วในฤดูร้อนมีสภาวะแล้งน้อยเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 60 ถึง 80 ของพื้นที่) โดยช่วงเวลาที่เกิดสภาวะแล้งมากคือช่วงปีพ.ศ. 2545, 2552, 2560 และ 2561 โดยมีสัดส่วนครอบคลุมเชิงพื้นที่มากกว่าร้อยละ 30 โดยฤดูร้อนปีพ.ศ. 2545 เป็นช่วงที่จังหวัดสระแก้วมีสภาวะแล้งมาก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่ทั้งหมด นอกจากพื้นที่ป่าทางตอนเหนือของจังหวัดสระแก้วอยู่ในภาวะแล้งมากในปี พ.ศ. 2552 ในขณะที่พื้นที่อื่น ๆ อยู่ภาวะแล้งปานกลาง

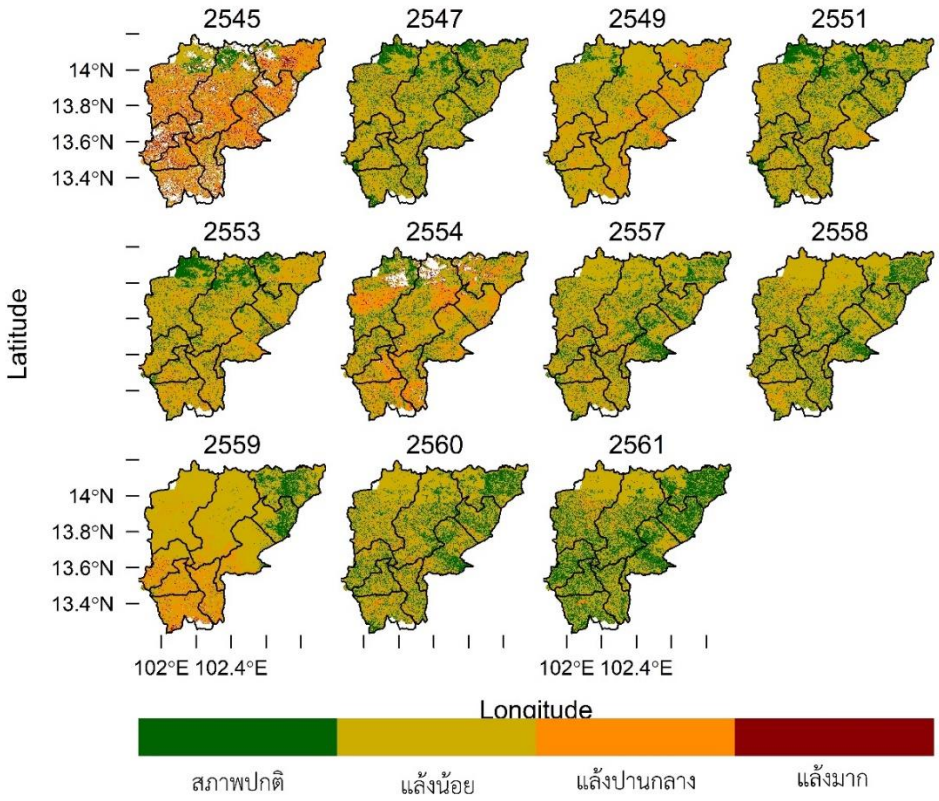


ภาพที่ 3 ค่าดัชนีความแล้งช่วงฤดูฝนในจังหวัดสระแก้ว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ.2552 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึงระดับความแห้งแล้งตั้งแต่ปกติ (สีเขียวเข้ม) จนถึงแล้งมาก (สีแดงเข้ม) ตามลำดับ

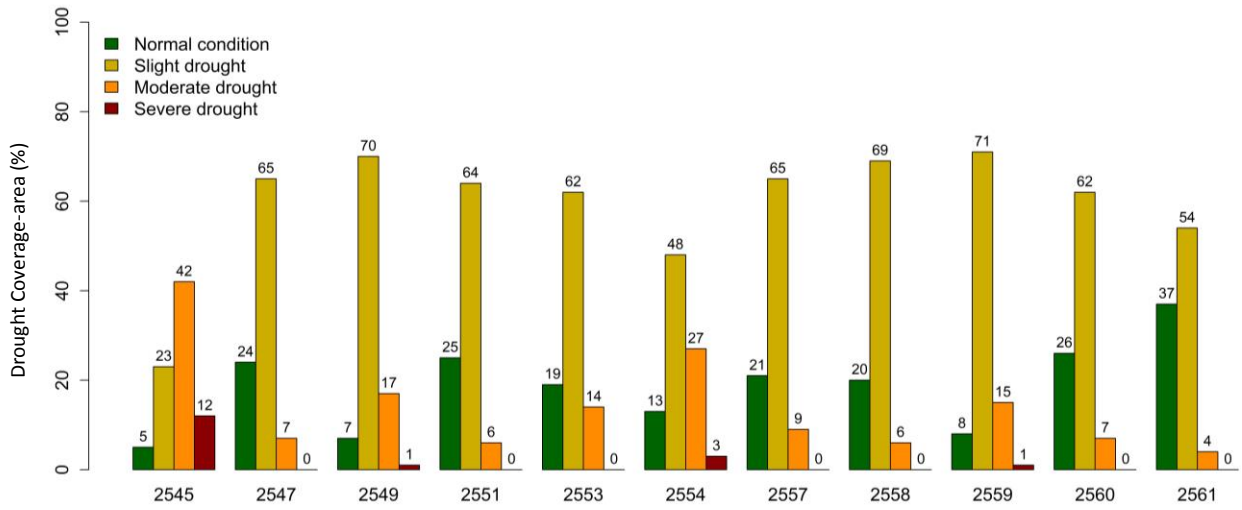


ภาพที่ 4 สัดส่วนพื้นที่จำแนกตามความแล้ง (ร้อยละ) ช่วงฤดูฝนในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ.2552 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึงระดับความแล้งตั้งแต่ปกติ (Normal condition; สีเขียวเข้ม) แล้งน้อย (Slight drought; สีเหลืองเข้ม) แล้งปานกลาง (Moderate drought; สีส้ม) และแล้งมาก (Severe drought; สีแดงเข้ม) ตามลำดับ

แผนที่และสัดส่วนพื้นที่ความแล้งช่วงฤดูฝนในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ.2552 พ.ศ. 2554 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2561 (ภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วมีสภาพแล้งน้อยถึงปานกลาง (รวมมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอำเภอเมืองสระแก้ว วัฒนานคร และอรัญประเทศ โดยในฤดูฝนพ.ศ. 2554 พบว่าภาวะแล้งปานกลางถึงมากได้กระจายครอบคลุมส่วนใหญ่ของจังหวัดคิดเป็นร้อยละ 40 และ 38 ของพื้นที่ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ค่าดัชนีความแล้งช่วงฤดูหนาวในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2551 พ.ศ. 2553 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึงระดับความแห้งแล้งตั้งแต่ปกติ (สีเขียวเข้ม) จนถึงแล้งมาก (สีแดงเข้ม) ตามลำดับ



ภาพที่ 6 สัดส่วนพื้นที่จำแนกตามความแล้ง (ร้อยละ) ช่วงฤดูหนาวในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2551 พ.ศ. 2553 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 โดยแถบสีแสดงถึงระดับความแล้งตั้งแต่ปกติ (Normal condition; สีเขียวเข้ม) แล้งน้อย (Slight drought; สีเหลืองเข้ม) แล้งปานกลาง (Moderate drought; สีส้ม) และแล้งมาก (Severe drought; สีแดงเข้ม) ตามลำดับ

แผนที่และสัดส่วนพื้นที่ความแล้งช่วงฤดูหนาวในจังหวัดสระแก้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2551 พ.ศ.2553 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 (ภาพที่ 5 และ 6 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วในฤดูหนาวมีสภาวะแล้งน้อยเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 48 ถึง 70 ของพื้นที่) โดยช่วงที่เกิดสภาวะแล้งปานกลางถึงมากคือช่วงปีพ.ศ. 2545 โดยมีสัดส่วนครอบคลุมพื้นที่รวมประมาณร้อยละ 54 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเพาะปลูกพืช โดยบริเวณที่มีสภาพปกติถึงแล้งน้อยคือบริเวณพื้นที่ป่าทางตอนเหนือของจังหวัดสระแก้วซึ่งเป็นพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติปางสีดา

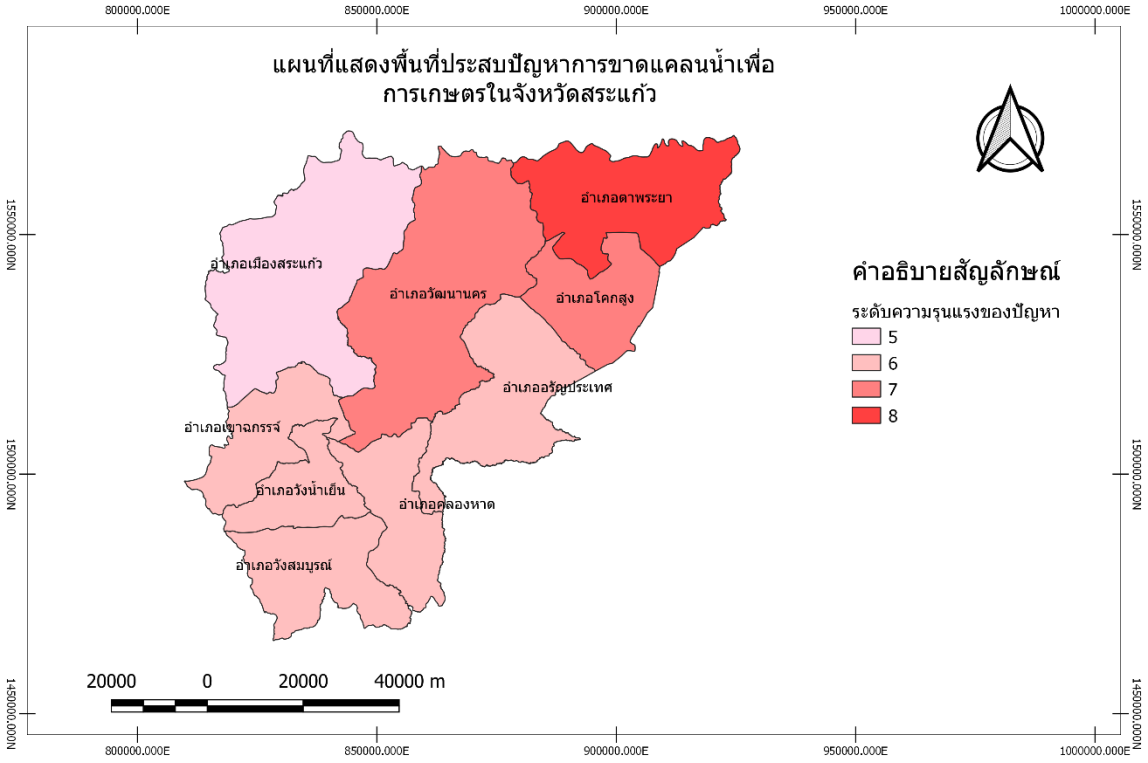
อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่สามารถแปรผลและนำเสนอข้อมูลในบางช่วงปีของแต่ละฤดูกาล เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษามากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ศึกษา จึงจำเป็นต้องตัดข้อมูลในช่วงดังกล่าวออกเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการแปรผล

2 การระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

ผลการระบุประเด็นปัญหาจากการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) ทั้งสองกลุ่ม คือ (1) เจ้าหน้าที่รัฐและผู้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ มีผู้เข้าร่วมจำนวน 56 คน และ (2) ตัวแทนประชาชนหรือเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว มีผู้เข้าร่วมจำนวน 30 คน สามารถบ่งชี้พื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรเรียงลำดับตามความร้ายแรงของปัญหาได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 7

ตารางที่ 1 พื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

ระดับความร้ายแรงของปัญหา	อำเภอ	ตำบล
8	ตาพระยา	ทุกตำบล
7	โคกสูง	โคกสูง
		โนนหมากมุ่น
		หนองม่วง
6	วัฒนานคร	แซร์ออ
		หนองแวง
		โนนหมากเค็ง
	วังสมบูรณ์	วังสมบูรณ์
		วังทอง
		วังใหม่
	คลองหาด	คลองหาด
		คลองไก่เถื่อน
		ไทรเดี่ยว
		ไทยอุดม
	อรัญประเทศ	ห้นทราย
		ท่าข้าม
		ทัพพริก
	เขาฉกรรจ์	พระเพลิง
	วังน้ำเย็น	ทุ่งมหาเจริญ
5	เมืองสระแก้ว	ทุกพื้นที่



ภาพที่ 7 พื้ นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้ว

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรมากที่สุดในจังหวัดสระแก้ว คือ อำเภอตาพระยา (ทุกตำบล) รองลงมาคืออำเภอโคกสูง (ตำบลโคกสูง โนนหมากมุ่น และหนองม่วง) และอำเภอวัฒนานคร (ตำบลแซร์ออ หนองแวง และโนนหมากเค็ง) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้อยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดสระแก้ว โดยข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มนี้สอดคล้องกับผลการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม Landsat 4-5TM, 7ETM และ 8OLI ที่แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวนี้มีระดับความแล้งอยู่ในระดับมากโดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ.2559 – 2561 ส่วนความต้องการในการช่วยเหลือผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มให้ข้อมูลว่าต้องการความช่วยเหลือในการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่เกษตร หรือพัฒนาแหล่งน้ำสาธารณะที่สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกันได้

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่อ่อนไหวและระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ในส่วนของการระบุพื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำนั้นประเมินจากการใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจาก

ดาวเทียม Landsat 4-5TM, 7ETM และ 8OLI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2561 ทำการศึกษาแยกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อน (Hot dry season) ฤดูหนาว (Cool dry season) และฤดูฝน (Wet season) ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ที่ได้จะถูกคำนวณเป็นดัชนี Normalize difference vegetation index (NDVI) และ Normalize difference moisture index (NDMI) (Lin *et al*., 2010) ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของพืชซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อประสบปัญหาความแห้งแล้งหรืออยู่ในสภาวะขาดน้ำ ผลการศึกษาพบว่าในฤดูร้อนพื้นที่จังหวัดสระแก้วประสบปัญหาความแล้งมากในปีพ.ศ.2545 2552 2560 และ 2561 โดยประสบปัญหาในทุกพื้นที่ของจังหวัดยกเว้นพื้นที่ตอนบนของจังหวัดซึ่งเป็นพื้นที่ป่าของอุทยานแห่งชาติปางสีดา ปัญหาการขาดแคลนน้ำของจังหวัดสระแก้วในปี พ.ศ.2560 และ 2561 อาจเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เอลนีโญซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2558 และ 2559 ที่ส่งผลให้มีปริมาณฝนตกในจังหวัดสระแก้วน้อยกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดอยู่ในบริเวณทิศเหนือและทิศตะวันออก (Noichaisin *et al*., 2021) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำระเหยในช่วงฤดูแล้งจากแผนที่แสดงน้ำระเหยคาบ 30 ปีของจังหวัดสระแก้ว พบว่า พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำระเหยมากอยู่ทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดในเขตอำเภอวัฒนานคร อำเภอตาพระยา และอำเภอโคกสูง (Meteorological Development Division, 2016) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้ส่งผลโดยตรงต่อภาวะความแห้งแล้งของพื้นที่นี้ด้วย ส่วนในช่วงฤดูฝนพื้นที่จังหวัดสระแก้วประสบปัญหาแล้งน้อยถึงปานกลาง ยกเว้นในปีพ.ศ.2554 ที่ประสบปัญหาแล้งปานกลางถึงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่าพื้นที่ที่มักประสบปัญหาความแล้งอยู่ในบริเวณทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ในภาวะที่พืชขาดน้ำจะมีการแสดงออกโดยลดการสังเคราะห์แสงและปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content) ลง (Giovanni *et al*., 2020 ; Jannifer *et al*., 2013) ซึ่งส่งผลต่อการสะท้อนแสงของพืชที่สามารถประเมินได้จากดัชนี Normalize difference vegetation index (NDVI) และ Normalize difference moisture index (NDMI) ดังนั้นดัชนีทั้งสองนี้จึงสามารถนำมาใช้ประเมินภาวะที่พืชประสบกับความแล้งหรือการขาดแคลนน้ำได้ (Lin *et al*., 2010) ในการตอบสนองต่อภาวะการขาดแคลนน้ำนี้พืชที่มีอายุสั้น (น้อยกว่า 1 ปี) จะได้รับผลกระทบมากกว่าพืชที่มีอายุยาวหรือไม้ยืนต้น (Lkhagvadorj *et al*., 2019) ดังนั้นผลของความแล้งหรือการขาดแคลนน้ำจึงปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจนในจังหวัดสระแก้วเนื่องจากมีพื้นที่ปลูกพืชไร่ (อ้อย และมันสำปะหลัง) ซึ่งเป็นพืชอายุสั้นมากกว่าพืชชนิดอื่น (National Statistical Office, 2020) นอกจากนั้นอำเภอตาพระยาและอำเภอโคกสูงซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่ประสบปัญหาความแล้งมากกว่าพื้นที่อื่นยังมีพื้นที่ปลูกข้าวเป็นบริเวณกว้าง (National Statistical Office, 2020) ซึ่ง Guoyong *et al.* (2019) ระบุว่าข้าวเป็นพืชที่ได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำมาก เกษตรกรในพื้นที่นี้จึงมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการปลูกข้าวอยู่เสมอ

ในการสนทนากลุ่มผู้เกี่ยวข้องทั้งเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการน้ำ ตัวแทนประชาชนหรือเกษตรกรผู้ใช้น้ำระบุว่าพื้นที่ที่มักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรมากคือ พื้นที่อำเภอตาพระยา บางส่วนของอำเภอโคกสูง และบางส่วนของอำเภอวัฒนานคร สอดคล้องกับผลการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการขาดแคลนน้ำโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม สาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำคือมีปริมาณฝนตกน้อยเนื่องจากอยู่ในเขตอับฝน และไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำ ซึ่งประเด็นปัญหาที่ระบุได้จากการสนทนากลุ่มนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kwanyeun *et al.* (2020) ที่พบว่าปัญหาด้านทรัพยากรน้ำของจังหวัดสระแก้วซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองพระปรงและลุ่มน้ำย่อยโตนเลสาปตอนบน คือ การขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยเฉพาะพื้นที่นอกเขตชลประทาน โดยความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองพระปรงและ

ลุ่มน้ำย่อยโตนเลสาปตอนบนของจังหวัดสระแก้ว เท่ากับ 417.28 ล้าน ลบ.ม. และ 320.35 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ ในการสนทนากลุ่มผู้เข้าร่วมสนทนาระบุว่าต้องการความช่วยเหลือในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรหรือแหล่งน้ำสาธารณะที่สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ในพื้นที่ที่เหมาะสมโดยเฉพาะในพื้นที่ทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดซึ่งเป็นพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดภัยแล้ง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้วโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม Landsat 4-5TM, 7ETM และ 8OLI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2561 พบว่าในฤดูร้อนโดยเฉลี่ยพื้นที่ส่วนใหญ่ในจังหวัด (ร้อยละ 60 ถึง 80) มีสภาวะแล้งน้อย ยกเว้นปี พ.ศ.2545, 2552, 2560 และ 2561 มีสภาวะแล้งมากครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 30 ของจังหวัด ในฤดูฝนโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วมีสภาพแล้งน้อยถึงปานกลาง (มากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอำเภอเมืองสระแก้ว อำเภอวัฒนานครและอำเภออรัญประเทศ ส่วนในฤดูหนาวโดยเฉลี่ยจังหวัดสระแก้วมีสภาวะแล้งน้อยเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 48 ถึง 70 ของพื้นที่) โดยช่วงที่เกิดสภาวะแล้งปานกลางถึงมากคือช่วงปีพ.ศ. 2545 โดยมีสัดส่วนครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 54 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนั้นการระบุประเด็นปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยการสนทนากลุ่มซึ่งมีผู้ร่วมสนทนาประกอบด้วยเจ้าหน้าที่หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ และตัวแทนประชาชนหรือเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่จังหวัดชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรมากที่สุด คือ อำเภอตาพระยา อำเภอโคกสูง และอำเภอวัฒนานคร ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดสระแก้ว ข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มนี้สอดคล้องกับผลการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัสระยะไกลจากดาวเทียม ดังนั้นจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งสองวิธีดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ในการระบุพื้นที่และวางแผนจัดการปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในจังหวัดสระแก้วได้อย่างถูกต้องและตรงกับพื้นที่ที่ประสบปัญหา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ภาค 2 สำหรับข้อมูลกระบวนการการระบุปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Project Management Royal Irrigation Department. (2019). *River Basin Development Master Plan Report Sa Kaeo Province*. Retrieved March 31, 2020, from http://opm.rid.go.th. (in Thai)

Carlos, D.-M., & Gerardo, B. (2021). Social and environmental dimensions of drought in Mexico: An integrative review. *International Journal of Disaster of Drought Risk Reduction*, *55*, 102067.

Frantz, D., Röder, A., Udelhoven, T. & Schmidt, M. (2015). Enhancing the Detectability of Clouds and Their Shadows in Multitemporal Dryland Landsat Imagery: Extending Fmask. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, *12*(6), 1242-1246.

Giovanni, G., Giuseppe, T., Federico, M., Vittorio, F., & Riccardo, L. B. (2020). Water Deficit Affects the Growth and Leaf Metabolite Composition of Young Loquat Plants, *Plants*, *9,* 1-15.

Guoyong, L., & Jim. H. (2019). Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the projected changes in the future. *Science of the Total Environment*, *654*, 811-821.

Jannifer, I., Luis. A.J.M., Paul, R.H.R., & Maurice, B. (2013). Physiological and growth responses to water deficit in the bioenergy crop *Miscanthus* x *giganteus*. *Frontiers in Plant Science, 4,* 1-12.

Kwanyeun, B., Wongpetch, J., & Tepprasit, C. (2020). *Administration and syntheses the study of research project on water balance and water saving for sustainable development in Eastern Economic Corridor (EEC)*. Research Report, Bangkok. (in Thai)

Land Development Department. (2020). *Report of survey results / improvement of land use maps.* Retrieved March 31, 2020, from http://www1.ldd.go.th/web_OLP/index.html. (in Thai)

Lin, M.-L., Wang, Q., Sun, F., Chu, T., & Shiu, Y. (2010). Quick Spatial Assessment of Drought Information Derived from MODIS Imagery Using Amplitude Analysis. *International Journal of Geographical and Environmental Engineering, 4*(7), 271–275.

Lkhagvadorj, N., Zhang, J.-H., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S., & Y, B. (2019). NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. *Journal of Arid Environments*, *164*, 69-77.

Meteorological Development Division. (2016). *Agricultural Meteorology to know for Sa Kaeo*. Retrieved March 31, 2020, from http://www.arcims.tmd.go.th>Agromettoknow.pdf. (in Thai)

National Statistical Office. (2020). *Statistical data by survey / census project*. Retrieved March 31, 2020, from http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/Statistics%20from%20major%20Survey.aspx. (in Thai)

Noichaisin, L., Na-U-Dom, T., Sriwongchai, S., & Niyomrat, S. (2021). The Influence of ENSO (El Nino/Southern Oscillation) on Rainfall Distribution in Sa Kaeo Province. *Burapha Science Journal, 26*, 1-13. (in Thai)

Office of National Water Resources. (2019). *Documentation for the workshop project to formulate the Water Resource Management Master Plan and the Action Plan under the Salween River Basin Master Plan Fiscal Year 2020 - 2022*. Retrieved February 1, 2021, from http://www.mnre.go.th/reo01/th/news/detail/44917 (in Thai)

Zhu, Z., Wang, S. & Woodcock, C.E. (2015). Improvement and Expansion of the Fmask Algorithm: Cloud, Cloud Shadow, and Snow Detection for Landsats 4-7, 8, and Sentinel 2 Images. *Remote Sensing of Environment, 159,* 269-277.