อิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าว ในพื้นที่ชลประทานบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

The Influence of Global Warming on Rice Evapotranspiration in the Northern Thailand Irrigation Schemes.

นิภาธร จงดี[1*], ทศพล จตุระบุล[2], ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ[3], กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ[1]

Nipathon Jongdee[1*], Thodsapol Chaturabul[2],

Teerawat Suwanlertcharoen[3], Kobkiat Pongput[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

[3] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author Email: nipathon.jo@ku.th

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือของประเทศไทยและกำลังได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าการคายระเหยของข้าวนาปีและนาปรังบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา 6 แห่งในภาคเหนือของประเทศไทย ด้วยสมการ Penman - Monteith โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศในอดีต พ.ศ. 2531 - 2560 จากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลภูมิอากาศในอนาคต พ.ศ. 2561 - 2590 จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCMs) ภายใต้สถานการณ์จำลองทางภูมิอากาศแบบ A1B (Balance of all sources) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าการคายระเหยในอนาคตช่วงฤดูนาปีเพิ่มขึ้น 1.52 มม./ปี และฤดูนาปรังเพิ่มขึ้น 1.47 มม./ปี โดยในช่วงฤดูนาปี โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงอุดมธารามีค่าการคายระเหยมากที่สุด ในขณะที่ฤดูนาปรัง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตงมีค่าการคายระเหยมากที่สุด ผลจากการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับผู้กำหนดนโยบายเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: ค่าการคายระเหย, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, ภาคเหนือของประเทศไทย

ABSTRACT

Rice is an important economic crop of Northern Thailand and is being affected by climate change. The study aims to assess the evapotranspiration of wet-season rice and dry-season rice in six Operation and Maintenance Projects in Northern Thailand with Penman-Monteith equation using the past 30 years climate data from 1988 and 2017 from the Thailand Meteorology Department and future 30 years climate data between 2018 and 2057 from Global Climate Model (GCMs) under A1B scenario (Balance of all source). The result showed that the future evapotranspiration of wet-season rice increased by 1.52 mm/year and dry-season rice increased by 1.47 mm/year. In wet-season rice, Mae Wang Operation and Maintenance Project has the highest evapotranspiration. While in dry-season rice, Mae Kuang Udom Tara Operation and Maintenance Project have the highest evapotranspiration. This study will serve as a reference for policymakers to prevent risks posed by climate change.

Keywords: Evapotranspiration, Climate change, Northern Thailand

1.ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของระบบภูมิอากาศ เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก (เจียมใจ เครือสุวรรณ. 2553) อุณหภูมิในอนาคตช่วง พ.ศ. 2563-2582 ภายใต้สถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศ แบบ A1B และแบบ A2 ทั่วประเทศไทยในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนคาดว่าจะเพิ่มขึ้นไม่เกิน 0.8 องศาเซลเซียส 1.2 องศาเซลเซียส และ 1.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือค่าการคายระเหยของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยของระบบภูมิอากาศเป็นสำคัญ ดังนั้น สภาวะโลกร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปในอดีต ปัจจุบัน และในอนาคตย่อมส่งผลต่อสถานการณ์น้ำโดยเฉพาะน้ำเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งร้อยละ 70 ของแหล่งน้ำจืดทั่วโลกเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในด้านการเกษตรกรรม ในประเทศจีนได้ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการคายระเหยของพืชบริเวณลุ่มน้ำแยงซี พบว่าปริมาณการคายระเหยของพืชได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้ปริมาณการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปีเพิ่มขึ้นจากอดีต 35 มม.และในฤดูนาปรังเพิ่มขึ้น 15 มม. (Ding et al., 2017)

การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการตรวจสอบอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบทั้งมิติเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ทั้งฤดูนาปีและฤดูนาปรังตามปฏิทินการเพาะปลูก ทั้งนี้ พื้นที่ภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวรวมกัน 13.328 ล้านไร่ หรือคิดเป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย โดยเฉพาะ เมื่อพิจารณาในเขตพื้นที่ชลประทานพบว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวรวมกัน 4.763 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 35 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดในภาคเหนือ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกศึกษาในพื้นที่ชลประทานในภาคเหนือของประเทศไทย ผลการประเมินดังกล่าวจะสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับผู้กำหนดนโยบายในการวางมาตรการรองรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทำให้สามารถวางแผนบริหารจัดการน้ำชลประทานได้อย่างเหมาะสม เป็นธรรม และมีประสิทธิภาพต่อไป

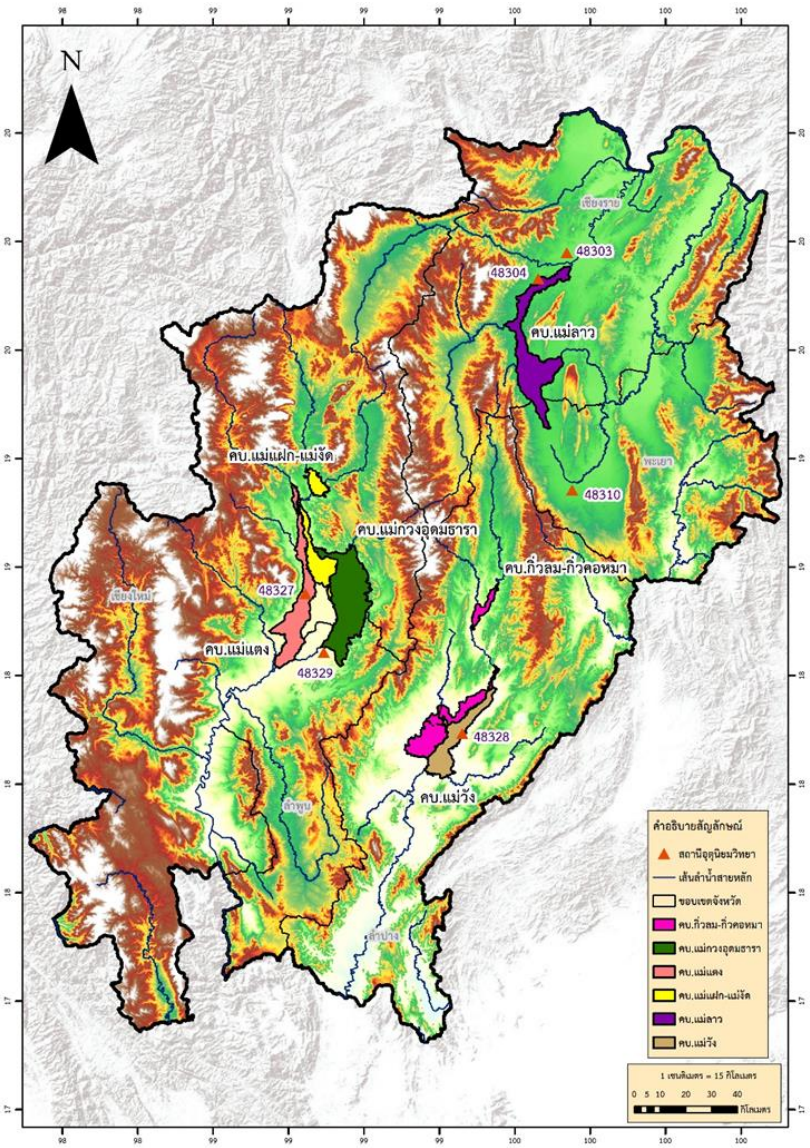
2.วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีต่อการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปีและนาปรัง บริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา จำนวน 6 แห่ง ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

3.วิธีการวิจัย

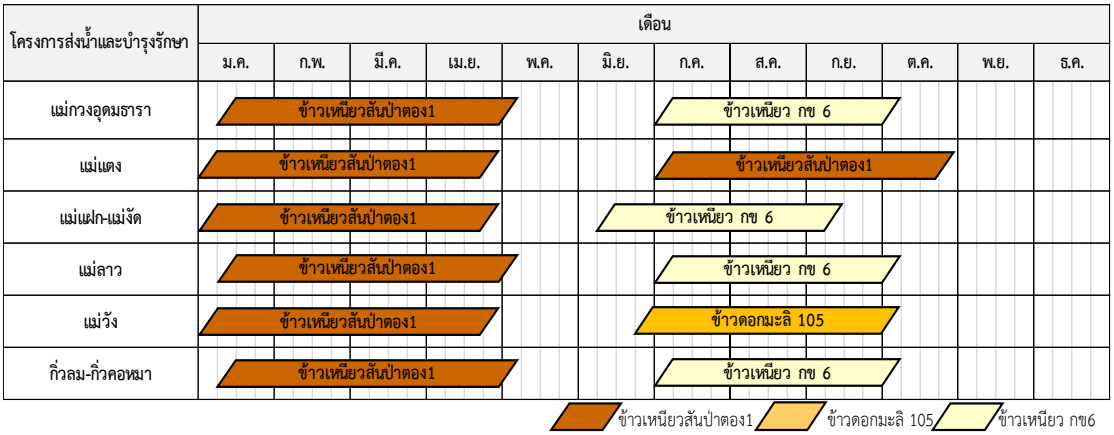
3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ชลประทานในเขตภาคเหนือของประเทศไทย จำนวน 6 แห่ง ประกอบด้วย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด จังหวัดเชียงใหม่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากิ่วลม-กิ่วคอหมา จังหวัดลำปาง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง จังหวัดลำปาง และ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว จังหวัดเชียงราย รวมพื้นที่ชลประทานทั้งสิ้น 1.10 ล้านไร่ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

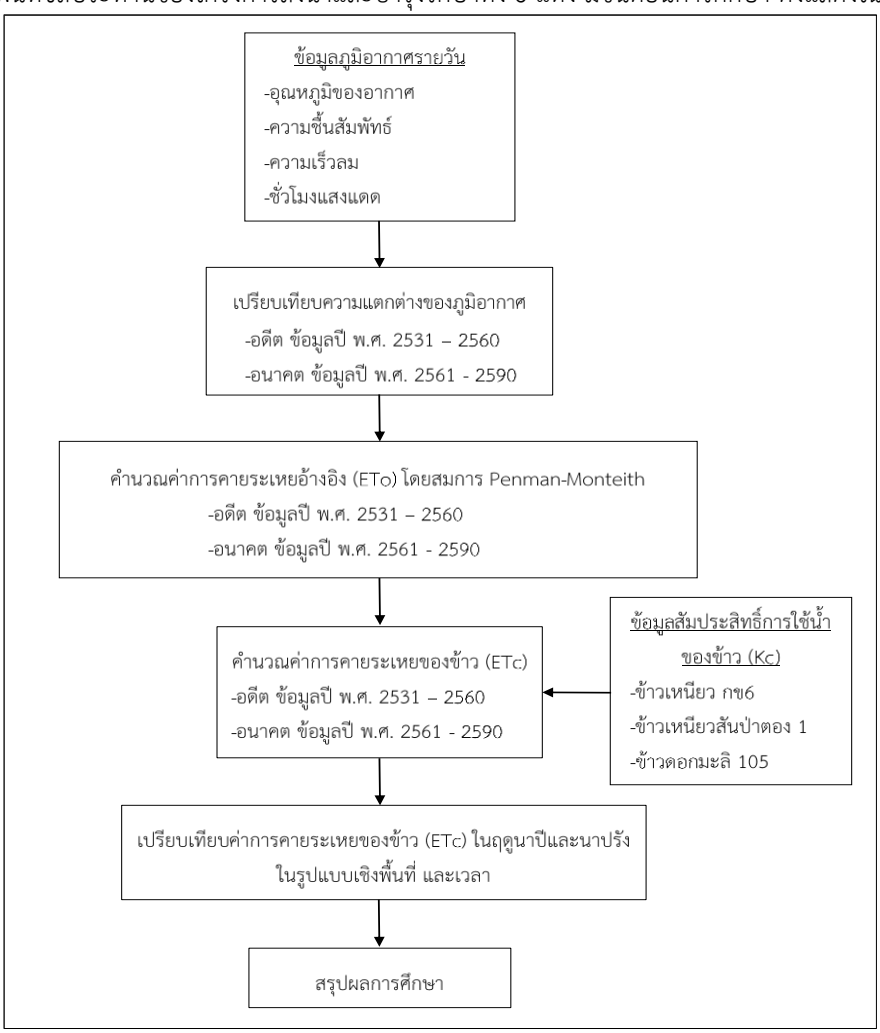
การปลูกข้าวบริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง แบ่งการเพาะปลูกออกเป็น 2 ครั้งต่อปี คือ ฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ฤดูนาปีจะเริ่มการเพาะปลูกช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัดจะเริ่มเพาะปลูกก่อน และสำหรับในฤดู นาปรังจะเริ่มการเพาะปลูกในช่วงปลายเดือนธันวาคม – เมษายน โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง จะเริ่มปลูกก่อน สำหรับพันธุ์ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง คือ ข้าวเหนียว กข6 ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 และพันธุ์ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังคือ ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปฏิทินการเพาะปลูกข้าวบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

3.2 วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าว 3 สายพันธุ์ที่เพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง มีขั้นตอนการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการศึกษา

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลภูมิอากาศรายวัน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลภูมิอากาศในอดีต 30 ปี (พ.ศ. 2531 – 2560) และข้อมูลภูมิอากาศในอนาคต 30 ปี (พ.ศ. 2561 – 2590) ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ ชั่วโมงแสงแดด และความเร็วลม ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายวันในอดีต (พ.ศ. 2531 – 2560)

พารามิเตอร์	สถานีอุตุนิยมวิทยา					
	เชียงราย	เชียงราย สกษ.	พะเยา	เชียงใหม่	ลำปาง	ลำพูน
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	31.26	31.09	31.89	32.33	33.86	33.19
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	19.47	19.09	20.25	20.90	21.04	20.75
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	24.57	24.50	25.23	25.92	26.48	26.27
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	75.82	79.16	75.23	71.87	72.71	71.49
รังสีสุทธิ ($MJ/m^2/day$)	11.26	10.92	10.91	10.91	10.76	10.62
ความเร็วลม (m/s)	8.73	5.64	7.40	11.02	10.18	8.97

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ. 2531 – 2560)

ตารางที่ 2 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายวันในอนาคต (พ.ศ. 2561 – 2590)

พารามิเตอร์	สถานีอุตุนิยมวิทยา					
	เชียงราย	เชียงราย สกษ.	พะเยา	เชียงใหม่	ลำปาง	ลำพูน
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	32.20	31.94	32.81	32.98	34.79	33.92
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	26.08	20.42	21.36	21.96	22.25	21.75
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	26.46	26.18	27.08	27.47	28.52	27.84
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	75.55	73.86	75.72	72.61	72.79	71.98
รังสีสุทธิ ($MJ/m^2/day$)	17.49	16.39	16.39	17.49	17.49	17.49
ความเร็วลม (m/s)	6.54	2.68	4.95	13.50	3.45	4.14

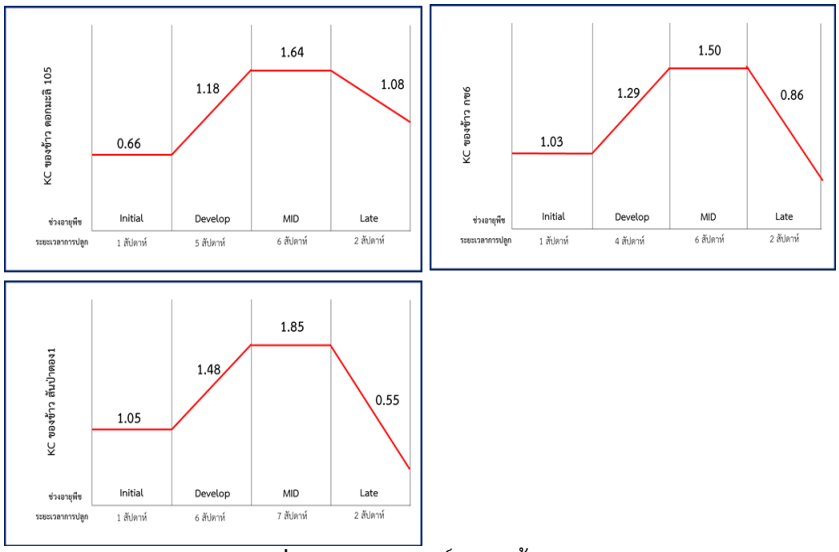
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป แบบจำลองสภาพอากาศของภูมิภาค (Regional Climate Model : RCM) จึงนำมาใช้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สภาพอากาศในอนาคต ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ถูกลดขนาดมาจาก แบบจำลองสภาพอากาศของโลก (Global Climate Model : GCM) จึงมีความละเอียดแม่นยำและสอดคล้องกับภูมิประเทศมากกว่า โดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ กัน (Special Report on Emission Scenarios : SRES) ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคต และใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองภูมิอากาศโดยกำหนดเป็น 4 รูปแบบ ตามภาพที่ 4

ภาพที่ 4 แนวทางของการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ

จากตารางที่ 2 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสภาพภูมิอากาศ โดยการประมวลภูมิอากาศในอนาคตจากสถานการณ์จำลองทางภูมิอากาศโลก แบบ A1B คือการพัฒนาโดยมีความสมดุลของแหล่งพลังงานที่ใช้ ไม่เน้นการใช้แหล่งพลังงานฟอสซิลหรือพลังงานหมุนเวียน แต่ให้มีการผสมผสานกันทั้ง 2 แบบ (Balance of all sources) จากแบบจำลอง GCM ที่มีชื่อว่า “HadCM3Q0 (10) (13)” โดยใช้แบบจำลอง RCM ที่มีชื่อว่า Regional Climate Model: PRECIS ในการลดขนาดจากพื้นที่ระดับโลกลงสู่ระดับประเทศไทย จะได้ขนาดพื้นที่ประมาณ 25x25 กิโลเมตร และรายละเอียดของข้อมูลในแนวตั้ง จำนวน 19 ระดับ โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวแปรอุตุนิยมวิทยา จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณฝน ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ทิศทางและความเร็วลม และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ บริเวณสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 6 แห่ง เช่นเดียวกับข้อมูลอดีต 30 ปี

2. ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Crop Coefficient, Kc) ที่เพาะปลูกในบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง มีทั้งหมด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียว กข 6 ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นข้อมูลจากกรมชลประทาน (2555) แต่ทั้งนี้ ยังไม่มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 จึงใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวเหนียวสกลนครแทน เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวตามช่วงอายุการเจริญเติบโต ซึ่งข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำสูงที่สุดตลอดอายุการเจริญเติบโต มีค่ามากที่สุดในช่วง Mid Season เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 1.85 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวเฉลี่ยตลอดช่วงอายุของการเจริญเติบโต พบว่าข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข6 มีค่าเท่ากับ 1.46 1.31 และ 1.24 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว

3.2.2 การคำนวณหาค่าการคายระเหยอ้างอิง

การศึกษานี้คำนวณการคายระเหยอ้างอิง (Reference Evapotranspiration, ETo) ด้วยสมการ Penman-Monteith ซึ่งเป็นสมการมาตรฐานสำหรับการหาค่าการคายระเหยอ้างอิง (Allen et al., 1998) โดยหลักการคำนวณพิจารณาจากผลของรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพภูมิอากาศโดยรอบ ดังแสดงตามสมการที่ (1)

$$ETo = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{(T+273)}U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34U_2)} \quad (1)$$

เมื่อ ETo คือ การคายระเหยอ้างอิง (มม./วัน), Rn คือ รังสีสุทธิที่ต้นพืชได้รับ (MJ/ตร.ม./วัน), G คือ ความหนาแน่นของสนามความร้อนจากดิน (MJ/ตร.ม./วัน), T คือ อุณหภูมิของอากาศ (° C), Δ คือ ความลาดโค้งความดันไอ-อุณหภูมิ (KPa/ ° C), γ คือ ค่าคงที่ของ Psychrometric (KPa/°C), U_2 คือ ความเร็วลมที่ระดับสูงกว่าพื้นดิน 2 เมตร (เมตร/วินาที), es-ea คือ ค่าความแตกต่างความดันไอ (KPa) และ 900 คือ แฟคเตอร์ปรับแก้

3.2.3 การคำนวณหาค่าการคายระเหยของข้าว

การคายระเหยของข้าว (Crop Evapotranspiration, ETc) คำนวณได้จากค่าการคายระเหยอ้างอิง (ETo) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Kc) ซึ่งพิจารณาตามชนิดสายพันธุ์ข้าว อายุข้าว และช่วงเวลาการคายระเหยของข้าวในแต่ละช่วงอายุ ตามสมการที่ (2)

$$ETc = Ks \times Kc \times ETo \quad (2)$$

เมื่อ ETc คือ ค่าการคายระเหยของข้าว (มม./วัน), Ks คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ปริมาณการใช้น้ำ โดยการศึกษานี้พิจารณาให้มีค่าเท่ากับ 1 มม. เนื่องจากพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทาน มีความชุ่มชื้น ไม่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ, Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว และ ETo คือ ค่าการคายระเหยอ้างอิง (มม./วัน)

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงอดีต 30 ปี (พ.ศ.2531 – 2560) และอนาคต 30 ปี (พ.ศ.2561 – 2590) โดยเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และรังสีสุทธิ ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จำนวน 6 สถานี ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา ดังแสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยในอดีต (พ.ศ. 2531-2560) และอนาคต (พ.ศ.2561-2590)

สถานีอุตุนิยมวิทยา	ความแตกต่าง			
	อุณหภูมิ (ºC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	รังสีสุทธิ ($MJ/m^2/day$)	ความเร็วลม (m/s)
เชียงราย	+1.89	-0.27	+6.23	-2.19
เชียงราย สกษ.	+1.68	-5.30	+5.47	-2.96
พะเยา	+1.85	+0.49	+5.48	-2.45
เชียงใหม่	+1.55	+0.74	+6.58	+2.48
ลำปาง	+2.04	+0.08	+6.73	-6.73
ลำพูน	+1.57	+0.49	+6.87	-4.83
เฉลี่ย	+1.76	-0.63	+6.23	-2.78

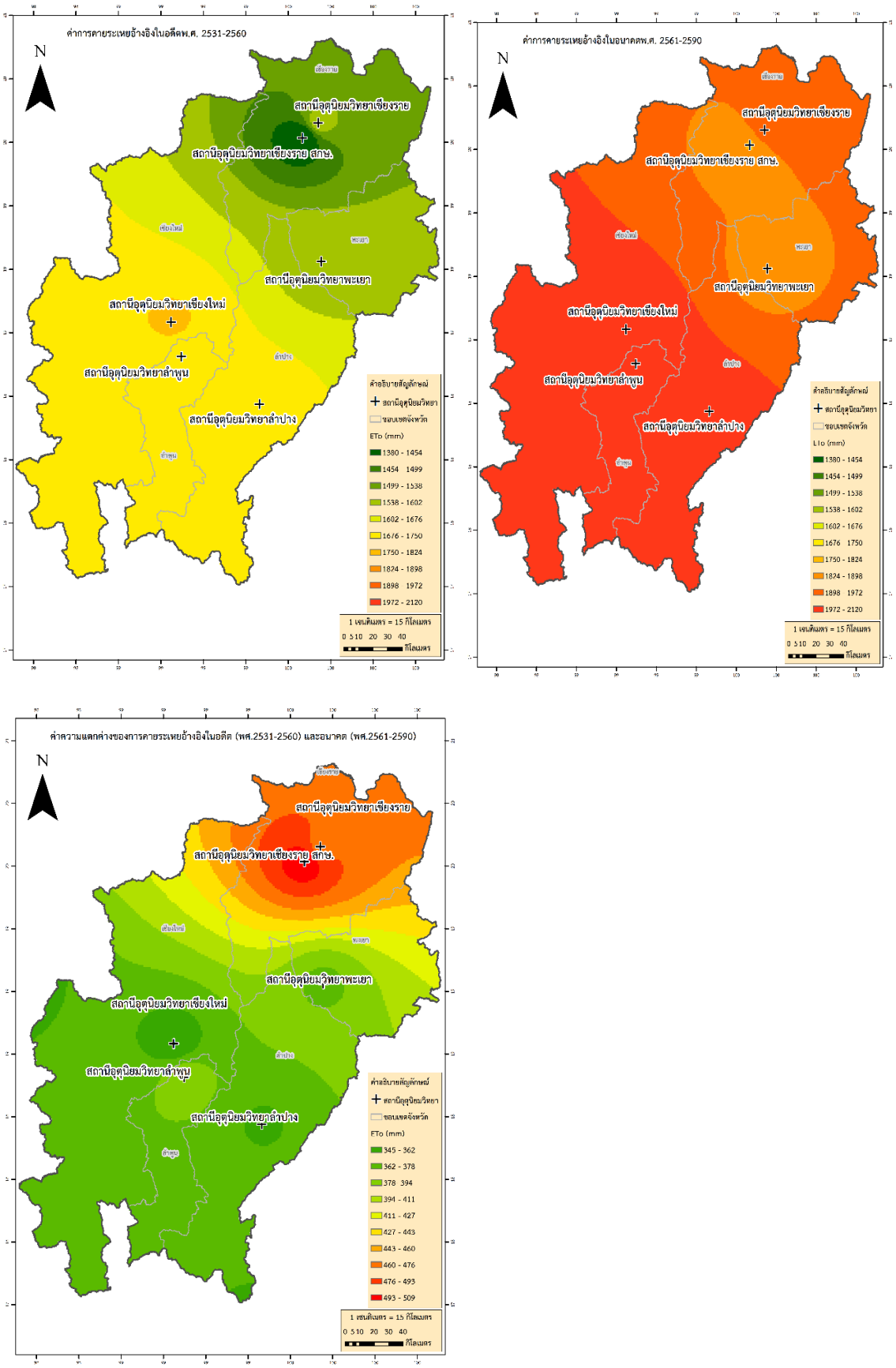
จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของพารามิเตอร์สภาพภูมิอากาศ 4 พารามิเตอร์ โดยในอดีตพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ.2531-2560 และอนาคตพิจารณาจาก ปี พ.ศ.2561-2590 จะพบว่าค่าอุณหภูมิของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 6 สถานี มีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.76 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มมากที่สุดที่สถานีลำปาง เท่ากับ 2.04 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สถานีเชียงราย และสถานีเชียงราย สกษ. มีค่าลดลง ส่วนที่สถานีอื่นมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงร้อยละ 0.63 ค่ารังสีสุทธิของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 6 แห่ง มีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.23 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน โดยเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่สถานีลำพูน เท่ากับ 6.87 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน และความเร็วลมโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 2.78 เมตร/วินาที แต่ที่สถานีเชียงใหม่กลับมีค่าเพิ่มขึ้น 2.48 เมตร/วินาที

4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าการคายระเหยอ้างอิงเชิงพื้นที่และเวลา

การคำนวณค่าการคายระเหยอ้างอิงจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 6 สถานี หากพิจารณาจากข้อมูลรายปีบริเวณสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 6 แห่ง มีค่าการคายระเหยอ้างอิงเฉลี่ยรายปี ในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 407.95 มม. และในอนาคต (พ.ศ. 2561-2590) มีค่าเท่ากับ 2,023.21 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต (พ.ศ.2531-2560) เท่ากับ 407.95 มม. โดยพบว่าในอนาคต (พ.ศ. 2561-2590) ที่สถานีเชียงใหม่มีค่าการคายระเหยอ้างอิงมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2,119 มม. ในขณะที่สถานีเชียงราย สกษ. มีค่าการคายระเหยอ้างอิงน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1,891.36 มม. และยังเป็นสถานีที่มีการเปลี่ยนแปลงของการคายระเหยอ้างอิงมากที่สุดจากในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 1,381.90 มม. และในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) เท่ากับ 1,891.36 มม.ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากอดีตเท่ากับ 509.46 มม. ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 6

ตารางที่ 4 ค่าการคายระเหยอ้างอิงในอดีต (พ.ศ.2531-2560) อนาคต (พ.ศ. 2561-2590) และค่าความแตกต่างของการคายระเหยอ้างอิงในอดีต (พ.ศ.2531-2560) และอนาคต(พ.ศ.2561-2590)

สถานีอุตุนิยมวิทยา	ค่าการคายระเหยอ้างอิง (มม.)			
	อดีต (พ.ศ.2531-2560)	อนาคต (พ.ศ.2561-2590)	ความแตกต่าง	
			มม.	ร้อยละ
เชียงราย	1,572.54	2,040.70	+468.15	29.77
เชียงราย สกษ.	1,381.90	1,891.36	+509.46	36.87
พะเยา	1,556.07	1,929.68	+373.61	24.01
เชียงใหม่	1,773.21	2,119.00	+345.80	19.50
ลำปาง	1,719.75	2,079.37	+359.62	20.91
ลำพูน	1,688.12	2,079.18	+391.05	23.17
เฉลี่ย	1,615.27	2,023.21	+407.95	25.26



ภาพที่ 6 ค่าการคายระเหยอ้างอิงในอดีต (พ.ศ.2531-2560) และอนาคต (พ.ศ.2561-2590)และค่าความแตกต่างของการคายระเหยอ้างอิงในอดีต (พ.ศ.2531-2560) และอนาคต (พ.ศ.2561-2590)

4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าการคายระเหยของข้าวเชิงพื้นที่และเวลา

การปลูกข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง แบ่งออกเป็นฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ซึ่งจากปฏิทินการเพาะปลูกตามภาพที่ 2 จะเห็นว่า ในฤดูนาปรัง ทุกโครงการจะปลูกข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 โดยจะเริ่มการเพาะปลูกตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคม-เมษายน โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วังจะเริ่มการเพาะปลูกก่อน ส่วนในฤดูนาปี จะเริ่มการเพาะปลูกเดือนมิถุนายน – ตุลาคม ซึ่งในฤดูนาปีมีการปลูกข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ข้าวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหนียว กข6 โดยข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ปลูกในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง ส่วนข้าวเหนียว กข6 ปลูกใน 4 พื้นที่ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงอุดมธารา โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากิ่วลม-กิ่วคอหมา และข้าวดอกมะลิ 105 จะปลูกในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง โดยค่าการคายระเหยของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่โครงการ มีรายละเอียดดังนี้

ฤดูนาปรัง ทุกโครงการปลูกข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยการคายระเหยของข้าวในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 201.21 มม. และในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 245.33 มม. โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจากอดีต (พ.ศ. 2531-2560) เท่ากับ 44.12 มม. หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.47 มม./ปี โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงอุดมธารามีค่าการคายระเหยของข้าวมากที่สุด โดยในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 241.69 มม และในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 284.48 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต เท่ากับ 42.78 มม. และที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตงมีค่าการคายระเหยน้อยที่สุด โดยในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 175.33 มม. และในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) เท่ากับ 213.45 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต เท่ากับ 38.12 มม.และที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว มีค่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการคายระเหยของข้าวมากที่สุด จากในอดีต (พ.ศ. 2531-2560) มีค่าเท่ากับ 180.96 มม. ในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 240.47 มม. ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากอดีต เท่ากับ 59.52 มม. หรือคิดเป็นร้อยละ 32.89 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปรังในอดีต (พ.ศ.2531-2560) อนาคต (พ.ศ.2561-2590) และค่าความแตกต่างของการคายระเหยของข้าวในอดีตและอนาคต

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	ค่าการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปรัง (มม.)			
	อดีต (พ.ศ.2531-2560)	อนาคต (พ.ศ.2561-2590)	ความแตกต่าง	
			มม.	ร้อยละ
แม่กวงอุดมธารา	241.69	284.48	+42.78	17.70
แม่แตง	175.33	213.45	+38.12	21.74
แม่แฝก-แม่งัด	179.87	217.21	+37.35	20.76
แม่ลาว	180.96	240.47	+59.52	32.89
แม่วัง	225.45	270.40	+44.96	19.94
กิ่วลม-กิ่วคอหมา	203.96	245.98	+42.03	20.61
เฉลี่ย	201.21	245.33	+44.12	21.93

ฤดูนาปี เริ่มต้นในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ค่าเฉลี่ยการคายระเหยของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ ในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าเท่ากับ 143.64 มม. และในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 189.31 มม. ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากอดีต (พ.ศ.2531-2560) เท่ากับ 45.67 มม. หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.52 มม./ปี โดยค่าการคายระเหยของข้าวมากที่สุดอยู่ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง ซึ่งปลูกข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 โดยในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าการคายระเหยของข้าวเท่ากับ 169.13 มม. ในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 218.36 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต 49.23 มม. หรือคิดเป็นร้อยละ 29 และที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด มีค่าการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปีน้อยที่สุด ซึ่งเพาะปลูกข้าวพันธุ์ กข6 โดยในอดีต (พ.ศ.2531-2560) มีค่าการคายระเหยของข้าวเท่ากับ 113.00 มม. ในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 141.60 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต 28.60 มม. หรือคิดเป็นร้อยละ 25 และที่โครงการ

ส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว มีค่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการคายระเหยของข้าวมากที่สุด จากในอดีต (พ.ศ. 2531-2560) มีค่าเท่ากับ 136.28 มม. ในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) มีค่าเท่ากับ 187.92 มม. ซึ่งเพิ่มขึ้นจากอดีต (พ.ศ.2531-2560) เท่ากับ 51.64 มม. หรือคิดเป็นร้อยละ 37.90 ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปีในอดีต (พ.ศ.2531-2560) อนาคต (พ.ศ.2561-2590) และค่าความแตกต่างของการคายระเหยของข้าวในอดีตและอนาคต

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	ค่าการคายระเหยของข้าวในฤดูนาปี (มม.)			
	อดีต (พ.ศ.2531-2560)	อนาคต (พ.ศ.2561-2590)	ความแตกต่าง	
			มม.	ร้อยละ
แม่กวงอุดมธารา	145.89	191.75	+45.86	31.43
แม่แตง	157.13	207.97	+50.83	32.35
แม่แฝก-แม่งัด	113.00	141.60	+28.59	25.30
แม่ลาว	136.28	187.92	+51.64	37.90
แม่วัง	169.13	218.36	+49.23	29.11
กิ่วลม-กิ่วคอหมา	140.41	188.24	+47.83	34.07
เฉลี่ย	143.64	189.31	+45.67	31.79

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าว ภายใต้สถานะการณ์การจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบ A1B ได้ทำการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าการคายระเหยของข้าวจาก ซึ่งประกอบด้วย

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชพิจารณาจากปฏิทินการเพาะปลูกของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ซึ่งปลูกข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข6 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 1.31 และ 1.24 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละสายพันธุ์มีระยะเวลาการเจริญเติบโตและการคายระเหยแตกต่างกันไปตามช่วงอายุของข้าว

การคายระเหยอ้างอิงซึ่งพิจารณาจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อค่าการคายระเหยอ้างอิง ได้แก่ อุณหภูมิ รังสีสุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม พบว่าเมื่อพิจารณาในแต่ละปัจจัยทั้งอดีต (พ.ศ.2531-2560) และอนาคต (พ.ศ.2561-2590) ภายใต้สถานการณ์การจำลองสภาพภูมิอากาศในแบบ A1B พบว่าอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.76 องศาเซลเซียสทุกสถานี และรังสีสุทธิมีค่าเพิ่มขึ้น 6.23 เมกะจูล/ตารางเมตร/วันทุกสถานีเช่นกัน ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมบางสถานีมีค่าเพิ่มขึ้นและบางสถานีมีค่าลดลง ซึ่งโดยรวมความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยลดลงจากอดีต (พ.ศ.2531-2560) เท่ากับ ร้อยละ 0.63 และความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยลดลง 2.78 เมตร/วินาที และเมื่อนำทั้ง 4 ปัจจัยทั้งมาคำนวนในสมการ Penman-Monteith พบว่าค่าการคายระเหยอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นทุกสถานี เมื่อพิจารณาแยกรายปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา จะพบว่าบางปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่บางปัจจัยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่หากพิจารณาปัจจัยทั้งหมดในรูปแบบของการคายระเหยอ้างอิง จะพบว่าปัจจัยทั้งหมดส่งผลให้ค่าการคายระเหยอ้างอิงมีค่าเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น แสดงว่า ค่าการคายระเหยอ้างอิงได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนทำให้ค่าการระเหยของข้าวได้รับผลกระทบโดยมีค่าเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

อิทธิพลของสภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการคายระเหยของข้าวในพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง ในพื้นที่ภาคเหนือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลในอดีต (พ.ศ.2531-2560) และอนาคต (พ.ศ. 2561-2590) โดยแบ่งการพิจารณาเป็นฤดูนาปีและฤดูนาปรัง คือนาปีในช่วงเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน และฤดูนาปรังในช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน พบว่าอิทธิพลของปัจจัยที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ชั่วโมงแสงแดด รังสีสุทธิ และความเร็วลม มีผลกระทบต่อค่าการคายระเหยอ้างอิงโดยตรง ซึ่งแตกต่างกันไป

ตามสภาพพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยนั้น ๆ ในขณะที่สายพันธุ์ของข้าวที่เลือกปลูกในพื้นที่โครงการส่งผลกระทบต่อการคายระเหยของข้าวในมิติของค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวและระยะเวลาการคายระเหยตามอายุการเพาะปลูก จากการศึกษาพบว่า ค่าการคายระเหยของข้าวนาปีในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) เพิ่มขึ้นจากในอดีต (พ.ศ.2531-2560) เฉลี่ย 1.52 มม./ปี และมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 2.06 มม./ปี ในขณะที่ค่าการคายระเหยของข้าวนาปรังในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) เพิ่มขึ้นจากในอดีต (พ.ศ.2531-2560) เฉลี่ย 1.47 มม./ปี และมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 2.09 มม./ปี หากพิจารณาเป็นรายโครงการแล้วพบว่าในอนาคต (พ.ศ.2561-2590) ฤดูนาปีบริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วังซึ่งนิยมปลูกข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 จะมีค่าการคายระเหยของข้าวมากที่สุด ในขณะที่ฤดูนาปรังโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงอุดมธาราซึ่งนิยมปลูกข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 มีค่าการคายระเหยของข้าวมากที่สุด

โดยสรุปแล้วบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทั้ง 6 แห่ง ได้รับอิทธิพลจากสภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น ดังนั้น กรมชลประทานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีมาตรการเพื่อรองรับกับสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นข้อมูลสำคัญในการจำลองสถานการณ์ การบริหารอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Study: ROS) มาตรการระยะสั้น เช่น การให้น้ำแก่ข้าวด้วยวิธีสปริงเกอร์และระบบท่อ การส่งเสริมการปลูกข้าวแบบใช้น้ำน้อยด้วยวิธีเปียกสลับแห้ง จากการศึกษาของ (กรมชลประทาน, 2558) การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งแกล้งข้าวสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการทำนาได้ถึงร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำนาแบบทั่วไป จากปกติจะใช้น้ำ 1,200 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ หากใช้วิธีเปียกสลับแห้งจะใช้น้ำเพียง 860 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มาตรการระยะยาว เช่น การส่งเสริมให้ใช้น้ำอย่างประหยัดเพื่อลดการขาดแคลนน้ำจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การพัฒนาพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในอนาคต เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมชลประทาน ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวและข้อมูลการเพาะการปลูก กรมอุตุนิยมวิทยา และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลภูมิอากาศในการศึกษานี้

7.เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. (2555). *ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธี Penman –Monteith Crop coefficient (Kc).of Penman – Monteith*. http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwmd/db/pdf/ETo_PenMon_2554.pdf

กรมชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ส่วนบริหารจัดการน้ำ กลุ่มงานพัฒนาการบริหารจัดการน้ำ (2558). โครงการสาธิตการทำนาเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว (แผ่นพับ). http://www.rid.go.th/images/firstpage/113y/Poster-wet-dry.rar

เจียมใจ เครือสุวรรณ. (2553).*การจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ MM5*. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). *การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝนจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต*. กรุงเทพมหานคร.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements.* FAO irrigation and drainage paper no. 56.

Dinga, Y. (2017). Modeling spatial and temporal variability of the impact of climate change on rice irrigation water requirements in the middle and lower reaches of the Yangtze River, China. *Agricultural Water Management*, 89-101.