

## การพัฒนาดัชนีความแห้งแล้งเรณีสของซ์สำหรับเตือนภัยแล้งประเทศไทย

### THE DEVELOPMENT RECONNAISSANCE DROUGHT INDEX FOR DROUGHT MONITORING IN THAILAND

Somphinit Muangthong<sup>1,\*</sup> Winai Chaowiwat<sup>2</sup> and Khanittha Chaibandit<sup>1</sup>

<sup>1</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.นครราชสีมา

<sup>2</sup> Hydro-Informatics Institute (Public Organization)

\*Corresponding author address: Somphinit.mu@rmuti.ac.th

#### บทคัดย่อ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม บ่อยครั้งประสบปัญหาด้านน้ำ ทั้งน้ำท่วมและภัยแล้ง รัฐบาลไทยพยายามแก้ไข ปัญหา โดยการจัดการโครงสร้างแหล่งน้ำสำหรับการส่งน้ำเพื่อการเกษตรด้วยระบบชลประทาน แต่ก็ยังคงเผชิญกับภัยแล้งในฤดูแล้งโดยเฉพาะพื้นที่ เกษตรน้ำฝน การจัดการแบบไม่ใช้โครงสร้างอย่างหนึ่งซึ่งสามารถใช้เพื่อหลีกเลี่ยงสถานการณ์ความแห้งแล้งทางการเกษตรคือการเตือนเกษตรกร โดยใช้ตัวบ่งชี้ความแห้งแล้ง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้ดัชนีภัยแล้งเรณีสของซ์ เพื่อระบุสถานการณ์ความแห้งแล้งในแง่ ของความรุนแรงและเชิงพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์คำนวณดัชนี จากนั้นเปรียบเทียบดัชนีกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนตรวจวัดเพื่อหา ค่าความสอดคล้องและประสิทธิภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าดัชนีภัยแล้งเรณีสของซ์สามารถนำไปใช้ติดตามความแห้งแล้งของประเทศไทยมี ความสัมพันธ์ที่ดี (0.52-0.64) และระบุความแห้งแล้งเชิงพื้นที่ในภาพรวมของประเทศไทย ซึ่งดัชนีภัยแล้งเรณีสของซ์ชี้ให้เห็นว่าภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้ง

**คำสำคัญ:** ดัชนีภัยแล้งเรณีสของซ์, ตัวบ่งชี้ความแห้งแล้ง, ประเทศไทย

#### Abstract

According to Thailand is located in the tropical region, it is influenced by the monsoon. The major water problems which faced often are flood and drought. Even though Thai government was attempted to solve these problems by constructing the water resources infrastructure and supplying water to irrigated agricultural areas. However, it was remained encountering drought prone area especially rainfed agriculture area. One of the soft side or non-infrastructure management can utilize for avoiding agricultural drought situation is warning the farmer by using drought indicator. This study aims to develop and apply the Reconnaissance Drought Index (RDI) for identify the drought situation in term of severity and spatial. The study used the observed rainfall data to compute the indice, and then compare this indice with observed rainfall data to find the corresponding and performance. The results show this RDI can be applied to Thai drought monitoring with a good correlation (0.52-0.64) and identify the spatial drought in overall of Thailand. From this RDI indicates that the north east, the lower north and the upper central regions of Thailand are drought areas.

**Keywords:** Reconnaissance Drought Index, Drought indicator, Thailand

#### 1. ที่มาของงานวิจัย

ความแห้งแล้งเป็นภาวะการขาดแคลนน้ำในพื้นที่หนึ่งเป็น เวลานาน สาเหตุเกิดจากฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกตาม ฤดูกาลส่งผลให้เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงติดต่อกันเป็นระยะเวลาเวลานานกว่า ปกติ ความแห้งแล้งเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็น ประจําทุกปี โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของ ประเทศไทย เนื่องจากเป็นบริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตก เียงใต้เข้าไปไม่ถึง จึงทำให้เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ทั้งนี้ ความรุนแรงของความแห้งแล้งจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ ความชื้นในอากาศ ความชุ่มชื้นของดิน ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และขนาดของพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง

[1] สำหรับประเทศไทยฝนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดภัยแล้ง [2] ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ

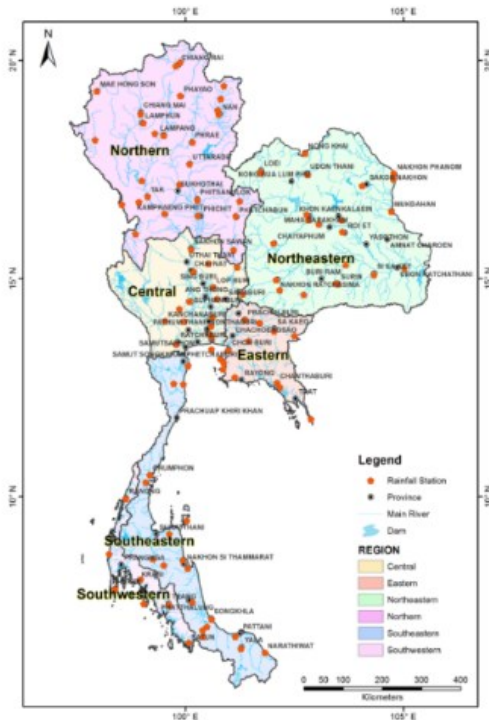
ความแห้งแล้งจำแนกออกเป็น ความแห้งแล้งด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านอุทกวิทยา และด้านการเกษตร รวมถึงความแห้งแล้งด้าน เศรษฐกิจสังคม [3] ความแห้งแล้งด้านอุตุนิยมวิทยาเกิดจากฝนทิ้ง ช่วงนานกว่าปกติ เป็นความแห้งแล้งที่ส่งผลกระทบต่อทั้งด้านอุตุวิทยา และการเกษตร เนื่องจากการที่ไม่มีฝนตกยาวนานทำให้ขาด น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ รวมถึงปริมาณน้ำใต้ดินลดลงทำให้ความชุ่ม ชื้นในดินหายไปส่งผลต่อกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชตลอด อายุการเพาะปลูก

ดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Index) เป็นเครื่องมือช่วยบ่งชี้ถึง

สถานะของความแห้งแล้งของแต่ละพื้นที่ [4] ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อการเฝ้าระวังภัยแล้ง การทำนายความแห้งแล้ง และการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดความแห้งแล้ง [5] สามารถระบุให้เห็นภาพรวมของระดับความรุนแรง [6] ช่วงเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง [7] ทั้งนี้การนำดัชนีความแห้งแล้งไปใช้ก็เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการนำไปใช้วางแผนปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากความแห้งแล้งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต [8]

การศึกษานี้ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของดัชนีความแห้งแล้ง จึงพัฒนาดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์ (Reconnaissance Drought Index, RDI) โดยใช้ข้อมูลอุทกวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 124 สถานีครอบคลุมทั่วประเทศไทย ภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ RCP4.5 และ RCP8.5 ทั้งนี้ดัชนีที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการและการประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และเพื่อการวางแผนการปรับตัว [9]

## 2. พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1 สถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีชายแดนติดด้านทิศตะวันออกกับประเทศกัมพูชา ลาว และอ่าวไทย ทิศใต้ติดกับประเทศมาเลเซีย ทิศใต้บางส่วนและทิศตะวันตกติดกับประเทศพม่า ประเทศไทยแบ่งการปกครองออกเป็น 77 จังหวัด ครอบคลุม 6 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ 15 จังหวัด ภาคกลาง 18

จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 20 จังหวัด ภาคตะวันออก 8 จังหวัด ภาคใต้ฝั่งตะวันตก 6 จังหวัด และภาคใต้ฝั่งตะวันออก 10 จังหวัด งานวิจัยนี้พัฒนาดัชนีภัยแล้งเรอเนสซองซ์ โดยใช้ข้อมูลอุทกวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 124 สถานีกระจายครอบคลุมทั้ง 6 ภาคทั่วประเทศไทย (ดังแสดงในรูปที่ 1)

## 3. ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาและวิเคราะห์ดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์ใช้ข้อมูลฝนและข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ จำนวนชั่วโมงแสงแดด และความเร็วลม จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 124 สถานี ซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างช่วงปี พ.ศ.2522 – 2558 ร่วมกับข้อมูลแบบจำลองสภาพอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) จากเว็บไซต์ <https://pcmdi.llnl.gov/projects/esgf-llnl/> ซึ่งพัฒนาจากคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ที่ RCP4.5 และ RCP8.5

### 3.1. การคายระเหยอ้างอิง

การคำนวณค่าการคายระเหยอ้างอิง ใช้หลักการของ Penman–Monteith ซึ่งคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิของอากาศสูงสุด ต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ จำนวนชั่วโมงแสงแดด หรือค่าความครึ้มของเมฆเฉลี่ย ค่าความต้านทานพื้นผิว 70 sec/m และค่าอัลเบโดประมาณ 0.23 ของแต่ละสถานี โดยคำนวณค่าการคายระเหยอ้างอิงจากสมการที่ (1) [10]

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma[900/(T + 273)]U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

เมื่อ  $ET_0$  คือ การคายระเหยอ้างอิง [mm/day]

$\Delta$  คือ ค่าความลาดชันของเส้นกราฟความดันไอ [kPa/°C]

$R_n$  คือ ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่พืชได้รับ [MJ/m<sup>2</sup>/d]

$G$  คือ ฟลักซ์ค่าความร้อนของพื้นดิน [MJ/m<sup>2</sup>/d]

$\gamma$  คือ ค่าคงที่ของ psychrometric [kPa/°C]

$T$  คือ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อวัน [°C]

$u_2$  คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้น 2 m [m/s]

$e_s$  คือ ความดันไออิ่มตัว [kPa]

$e_a$  คือ ความดันไอที่เกิดขึ้นจริง [kPa]

900 คือ แฟกเตอร์ปรับตัว

### 3.2. ดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์

(RECONNAISSANCE DROUGHT INDEX, RDI)

ดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์ เป็นดัชนีทางอุตุนิยมวิทยา

โดยการจัดทำข้อมูลค่าเริ่มต้น (Initial value,  $\alpha_k$ ) การวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความแห้งแล้งแบบปกติ (Normalized Reconnaissance Drought Index,  $RDI_n$ ) และการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความแห้งแล้งให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardized Reconnaissance Drought Index,  $RDI_{st}$ ) โดยข้อมูลค่าเริ่มต้น  $\alpha_k$  คำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\alpha_k^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^k P_{ij}}{\sum_{j=1}^k PET_{ij}} \quad (2)$$

เมื่อ  $P_{ij}$  และ  $PET_{ij}$  คือ ค่าปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยสูงสุดในเดือน  $j$  ของปีอุทกวิทยา  $i$  สำหรับประเทศไทยการวิเคราะห์เริ่มข้อมูลในเดือนพฤษภาคม ( $k = 1$ )

การวิเคราะห์ดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์แบบปกติจากสมการที่ (3) โดยค่า  $\bar{\alpha}_k$  เป็นค่าเฉลี่ยของค่า  $\alpha_k$

$$RDI_n^i = \frac{\alpha_k^{(i)}}{\bar{\alpha}_k} - 1 \quad (3)$$

การวิเคราะห์ค่า  $RDI_n$  จากข้อมูลแจกแจงแบบล็อกปกติ (Log normal) ดังนั้นค่า  $RDI_{st}$  จึงคำนวณจากสมการที่ (4) [11]

$$RDI_{st}^{(i)} = \frac{y_k^{(i)} - \bar{y}_k}{\sigma_{y_k}} \quad (4)$$

โดย  $y_k$  คือ ค่าการแจกแจง  $\ln(\alpha_k^{(i)})$

$\bar{y}_k$  คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่า  $y_k$

$\sigma_{y_k}$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\alpha_k$  คือ ค่าข้อมูลแบบการกระจาย  $\ln$  และการกระจายแกมมา ทุกช่วงเวลาของทุกสถานี

เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายตัวที่ดี จึงปรับฟังก์ชันความน่าจะเป็นแกมมาด้วยหลักการแจกแจงความถี่ค่า  $\alpha_k$  ตามสมการที่ (5) ถึง (11) เพื่อแก้ปัญหาการคำนวณค่า  $RDI_{st}$  สำหรับข้อมูลที่มีค่าเป็นศูนย์ ( $\alpha_k = 0$ ) ซึ่งปกติจะไม่สามารถใช้สมการที่ (3) ได้ ดังนั้นการแจกแจงข้อมูลจึงถูกกำหนดโดยค่าความถี่หรือฟังก์ชันของความน่าจะเป็นในสมการที่ (5) [12]

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (5)$$

โดยที่  $\alpha > 0$  เป็นตัวประกอบรูปทรง (shape factor)

$\beta > 0$  เป็นตัวประกอบมาตราส่วน (scale factor)

$x > 0$  คือ ค่าปริมาณน้ำฝน

$\Gamma(\alpha)$  เป็นฟังก์ชันแกมมา คำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (6)$$

การพิตค่าการกระจายตัวของข้อมูลจากการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด  $\alpha$  และ  $\beta$  สมการที่ (7) - (9)

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (7)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (8)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i) \quad (9)$$

ค่าความน่าจะเป็นของฝนสะสมรายเดือน คำนวณจากสมการที่ (10)

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (10)$$

เมื่อแทนตัวแปร  $x/\beta$  ด้วยตัว  $t$  ฟังก์ชันแกมมาเปลี่ยนรูปในสมการที่ (6) เป็นดังสมการที่ (11)

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (11)$$

เนื่องจากฟังก์ชันแกมมาไม่สามารถหาค่าได้ เมื่อค่า  $x = 0$  ดังนั้นค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลฝนที่มีค่าเป็นศูนย์ คำนวณจากสมการที่ (12)

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (12)$$

เมื่อ  $q$  คือ ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลฝนที่มีค่าเป็นศูนย์

$G(x)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของฟังก์ชันแกมมา

ถ้า  $m$  เป็นจำนวนค่าฝนที่เป็นศูนย์ในช่วงเวลาที่พิจารณา  $\alpha_k$  ดังนั้น  $q$  ประมาณค่าโดยใช้อัตราส่วน  $m/n$  และค่าความน่าจะเป็นสะสม  $H(x)$  เปลี่ยนไปเป็นตัวแปรสุ่มปกติ  $z$  ที่ค่าเฉลี่ยศูนย์และความแปรปรวนเป็น 1 ซึ่งหมายถึงค่า  $RDI_{st}$

การจำแนกความแห้งแล้งด้วยดัชนี  $RDI$  มีรูปแบบเดียวกันกับดัชนี  $SPI$  ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกความแห้งแล้งตามดัชนี  $RDI$

ช่วงค่า $RDI$ และ $SPI$	Drought classes
2.0 or more	extremely wet
1.5 to 1.99	very wet
1.0 to 1.49	moderately wet
-0.99 to 0.99	near normal
-1.0 to -1.49	moderately dry
-1.5 to -1.99	severely dry
-2 and less	extremely dry

#### 4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $RDI$  และค่า  $SPI$  พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient,  $R$ ) ระหว่างค่า  $RDI$  และ  $SPI$  แสดงในตารางที่ 2 โดยภาคเหนือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด 0.58 - 0.99 รองลงมา คือ ภาคกลาง 0.57 - 0.99 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 0.56 - 0.99 ภาคตะวันออก 0.53 - 0.99 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก 0.53 - 0.99 และภาคใต้ฝั่งตะวันตก 0.45 - 0.99 ตามลำดับ

##### 4.1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $RDI$ และค่า $SPI$

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  $RDI$  และค่า  $SPI$  เฉลี่ย ช่วงเวลา 1, 3, 6, 9, และ 12 เดือน ของภาคเหนือ เท่ากับ 0.99, 0.58, 0.61, 0.74, และ 0.61 ตามลำดับ ของภาคกลาง เท่ากับ 0.99, 0.61, 0.60, 0.72, และ 0.57 ตามลำดับ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 0.99, 0.56, 0.57, 0.70, และ 0.57 ตามลำดับ ของภาคตะวันออก เท่ากับ 0.99, 0.54, 0.53,

0.69, และ 0.56 ตามลำดับ ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เท่ากับ 0.99, 0.53, 0.57, 0.72, และ 0.59 ตามลำดับ และของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เท่ากับ 0.99, 0.45, 0.54, 0.70, และ 0.58 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สถานีตรวจอากาศรายภาค

ภาค	ค่าสถิติ	RDI1	RDI3	RDI6	RDI9	RDI12
เหนือ	ค่าสูงสุด	1.00	0.67	0.71	0.83	0.80
	ค่าต่ำสุด	0.98	0.48	0.46	0.62	0.44
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.58	0.61	0.74	0.61
กลาง	ค่าสูงสุด	1.00	0.66	0.69	0.82	0.72
	ค่าต่ำสุด	0.99	0.54	0.52	0.66	0.42
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.61	0.60	0.72	0.57
ตะวันออก	ค่าสูงสุด	1.00	0.65	0.65	0.77	0.71
	ค่าต่ำสุด	0.96	0.42	0.40	0.45	0.33
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.56	0.57	0.70	0.57
ตะวันออกเฉียงเหนือ	ค่าสูงสุด	1.00	0.62	0.62	0.77	0.68
	ค่าต่ำสุด	0.98	0.33	0.40	0.57	0.43
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.54	0.53	0.69	0.56
ใต้ ฝั่ง	ค่าสูงสุด	1.00	0.61	0.67	0.80	0.73
	ค่าต่ำสุด	0.98	0.36	0.45	0.61	0.47
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.53	0.57	0.72	0.59
ตะวันออกเฉียงใต้	ค่าสูงสุด	0.99	0.51	0.62	0.77	0.71
	ค่าต่ำสุด	0.98	0.36	0.46	0.63	0.43
	ค่าเฉลี่ย	0.99	0.45	0.54	0.70	0.58

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ RDI และค่า SPI เฉลี่ย ช่วงเวลา 1 เดือน เท่ากับ 0.99 – 1.00 ช่วงเวลา 3 เดือน เท่ากับ 0.45 – 0.61 มากที่สุดที่ภาคกลาง (0.61) ช่วงเวลา 6 เดือน เท่ากับ 0.53 – 0.61 มากที่สุดที่ภาคเหนือ (0.61) ช่วงเวลา 9 เดือน เท่ากับ 0.69 – 0.74 มากที่สุดที่ภาคเหนือ (0.74) และ ช่วงเวลา 12 เดือน เท่ากับ 0.56 – 0.61 มากที่สุดที่ภาคเหนือ (0.61)

ผลจากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า RDI และค่า SPI ที่ช่วงเวลา 1 เดือน มีค่าสูงมากทุกภาคของประเทศไทย ที่ค่าเฉลี่ย 0.99 โดยค่าความสัมพันธ์ลดลงที่ช่วงเวลา 3 และ 6 เดือน จากนั้นค่าความสัมพันธ์มากขึ้นที่ช่วงเวลา 9 เดือน ทุกภาคเช่นกัน และลดลงที่ช่วงเวลา 12 เดือน นั้นแสดงให้เห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า RDI และค่า SPI ที่ช่วงเวลา 9 เดือน มีความสอดคล้องสามารถใช้เป็นตัวแทนได้ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า RDI และค่า SPI ของภาคเหนือมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดที่ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่าง 0.62 – 0.83 โดยเฉลี่ย 0.74

ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย แสดงในตารางที่ 3 โดยค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ภาคเหนือ 0.12 – 0.91 รองลงมา คือ ภาคกลาง 0.12 – 0.92 ภาคตะวันออก 0.12 – 0.96 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 0.14 – 0.93 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก 0.14 – 1.05 และภาคใต้ฝั่งตะวันตก 0.13 – 0.97 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ สถานีตรวจอากาศรายภาค

ภาค	ค่าสถิติ	RDI1	RDI3	RDI6	RDI9	RDI12
เหนือ	ค่าสูงสุด	0.18	1.02	1.04	0.87	1.06
	ค่าต่ำสุด	0.05	0.80	0.76	0.59	0.63
	ค่าเฉลี่ย	0.12	0.91	0.89	0.72	0.88
กลาง	ค่าสูงสุด	0.15	0.95	0.98	0.82	1.08
	ค่าต่ำสุด	0.08	0.82	0.79	0.61	0.74
	ค่าเฉลี่ย	0.12	0.88	0.89	0.75	0.92
ตะวันออก	ค่าสูงสุด	0.17	1.16	1.09	0.93	1.07
	ค่าต่ำสุด	0.06	0.87	0.87	0.68	0.80
	ค่าเฉลี่ย	0.12	0.96	0.96	0.79	0.93
ตะวันออกเฉียงเหนือ	ค่าสูงสุด	0.27	1.07	1.10	1.05	1.15
	ค่าต่ำสุด	0.06	0.84	0.83	0.67	0.76
	ค่าเฉลี่ย	0.14	0.93	0.93	0.77	0.92
ใต้ ฝั่ง	ค่าสูงสุด	0.19	1.13	1.04	0.86	1.06
	ค่าต่ำสุด	0.10	0.99	0.87	0.68	0.76
	ค่าเฉลี่ย	0.14	1.05	0.96	0.77	0.91
ตะวันออกเฉียงใต้	ค่าสูงสุด	0.18	1.13	1.05	0.88	1.03
	ค่าต่ำสุด	0.08	0.87	0.81	0.63	0.73
	ค่าเฉลี่ย	0.13	0.97	0.92	0.74	0.90

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่า RDI และค่า SPI เฉลี่ย ช่วงเวลา 1, 3, 6, 9, และ 12 เดือน ของภาคเหนือ เท่ากับ 0.12, 0.91, 0.89, 0.72, และ 0.88 ตามลำดับ ของภาคกลาง เท่ากับ 0.12, 0.88, 0.89, 0.75, และ 0.92 ตามลำดับ ของภาคตะวันออก เท่ากับ 0.12, 0.96, 0.96, 0.79, และ 0.93 ตามลำดับ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 0.12, 0.93, 0.93, 0.77, และ 0.92 ตามลำดับ ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เท่ากับ 0.14, 1.05, 0.96, 0.77, และ 0.91 ตามลำดับ ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เท่ากับ 0.13, 0.97, 0.92, 0.74, และ 0.90 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย RDI และค่า SPI เฉลี่ย ช่วงเวลา 1

เดือน เท่ากับ 0.12 – 0.14 ช่วงเวลา 3 เดือน เท่ากับ 0.88 – 1.05 น้อยที่สุดที่ภาคกลาง (0.88) ช่วงเวลา 6 เดือน เท่ากับ 0.89 – 0.96 น้อยที่สุดที่ภาคเหนือและภาคกลาง (0.89) ช่วงเวลา 9 เดือน เท่ากับ 0.72 – 0.79 น้อยที่สุดที่ภาคเหนือ (0.72) และ ช่วงเวลา 12 เดือน เท่ากับ 0.88 – 0.93 มากที่สุดที่ภาคเหนือ (0.88)

ตารางที่ 4 จำนวนเหตุการณ์และความถี่การเกิดภัยแล้ง RDI3

ภาค	จำนวน	Normal	Near normal	Moderately dry	Severely dry	Extremely dry
เหนือ	เหตุการณ์	163	154	42	20	13
	ความถี่	0.35	0.33	0.09	0.04	0.03
กลาง	เหตุการณ์	169	156	37	18	14
	ความถี่	0.36	0.34	0.08	0.04	0.03
ตะวันออก	เหตุการณ์	164	158	38	21	13
	ความถี่	0.35	0.34	0.08	0.04	0.03
ตะวันออก	เหตุการณ์	173	152	39	19	12
	ความถี่	0.37	0.33	0.08	0.04	0.03
เฉียงเหนือ	เหตุการณ์	160	158	43	19	11
	ความถี่	0.34	0.34	0.09	0.04	0.03
ใต้ฝั่ง	เหตุการณ์	160	162	44	20	9
	ความถี่	0.34	0.35	0.09	0.04	0.02
ตะวันออก	เหตุการณ์	165	157	41	19	12
	ความถี่	0.35	0.34	0.09	0.04	0.03

ผลจากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างค่า RDI และค่า SPI ที่ช่วงเวลา 1 เดือน มีค่าน้อยที่สุดทุกภาคของประเทศไทย ที่ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.12 – 0.14 โดยค่าความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นที่ช่วงเวลา 3 และ 6 เดือน จากนั้นค่าความสัมพันธ์ลดลงที่ช่วงเวลา 9 เดือน ทุกภาคเช่นกัน และเพิ่มขึ้นที่ช่วงเวลา 12 เดือน นั้นแสดงให้เห็นได้ว่าความสัมพันธ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างค่า RDI และค่า SPI ที่ช่วงเวลา 9 เดือน มีความสอดคล้องเป็นไปในแนวทางเดียวกับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนได้ ทั้งนี้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างค่า RDI และค่า SPI ของภาคเหนือมีความสัมพันธ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ระหว่าง 0.59 – 0.87 โดยเฉลี่ย 0.72

ผลการวิเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ และจำนวนความถี่การเกิดภัยแล้ง โดยจำแนกตามเกณฑ์การเกิดภัยแล้ง RDI3, RDI6, RDI9, และ RDI12 แสดงไว้ในตารางที่ 4 – 7

โดยจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรง (extremely dry) เมื่อวิเคราะห์ด้วยดัชนี RDI3 ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีจำนวน 13, 14, 13, 12, 11, และ 9 เหตุการณ์ ตามลำดับ ซึ่งประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรงเฉลี่ย 12 เหตุการณ์ คิดเป็นความถี่เฉลี่ย 0.03

ผลการวิเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้งแบบรุนแรง (extremely dry) จำแนกตามเกณฑ์การเกิดภัยแล้ง RDI6 ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีจำนวน 10, 13, 10, 11, 11, และ 8 เหตุการณ์ ตามลำดับ ซึ่งประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรงเฉลี่ย 10 เหตุการณ์ คิดเป็นความถี่เฉลี่ย 0.02 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้ง RDI6

ภาค	จำนวน	Normal	Near normal	Moderately dry	Severely dry	Extremely dry
เหนือ	เหตุการณ์	154	164	44	20	10
	ความถี่	0.33	0.35	0.09	0.04	0.02
กลาง	เหตุการณ์	163	156	41	20	13
	ความถี่	0.35	0.33	0.09	0.04	0.03
ตะวันออก	เหตุการณ์	161	158	44	20	10
	ความถี่	0.34	0.34	0.09	0.04	0.02
ตะวันออก	เหตุการณ์	167	159	40	19	11
	ความถี่	0.36	0.34	0.09	0.04	0.02
เฉียงเหนือ	เหตุการณ์	156	161	42	21	11
	ความถี่	0.33	0.34	0.09	0.05	0.02
ใต้ฝั่ง	เหตุการณ์	150	165	50	18	8
	ความถี่	0.32	0.35	0.11	0.04	0.02
ตะวันออก	เหตุการณ์	159	161	43	20	10
	ความถี่	0.34	0.34	0.09	0.04	0.02

ตารางที่ 6 จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้ง RDI9

ภาค	จำนวน	Normal	Near normal	Moderately dry	Severely dry	Extremely dry
เหนือ	เหตุการณ์	153	164	45	20	9
	ความถี่	0.33	0.35	0.10	0.04	0.02
กลาง	เหตุการณ์	162	155	42	22	11
	ความถี่	0.35	0.33	0.09	0.05	0.02
ตะวันออก	เหตุการณ์	159	160	46	20	9
	ความถี่	0.34	0.34	0.10	0.04	0.02
ตะวันออก	เหตุการณ์	167	157	40	19	11
	ความถี่	0.36	0.34	0.09	0.04	0.02
เฉียงเหนือ	เหตุการณ์	155	160	44	20	12
	ความถี่	0.33	0.35	0.09	0.04	0.03
ใต้ฝั่ง	เหตุการณ์	146	172	49	17	6
	ความถี่	0.31	0.37	0.10	0.04	0.01
ตะวันออก	เหตุการณ์	157	162	44	20	10
	ความถี่	0.34	0.35	0.09	0.04	0.02

ผลการวิเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้งแบบรุนแรง (extremely dry) จำแนกตามเกณฑ์การเกิดภัยแล้ง RDI9 ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีจำนวน 9, 11, 9, 11, 12, และ 6 เหตุการณ์ ตามลำดับ ซึ่งประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรงเฉลี่ย 10 เหตุการณ์ คิดเป็นความถี่เฉลี่ย 0.02 (ตารางที่ 6)

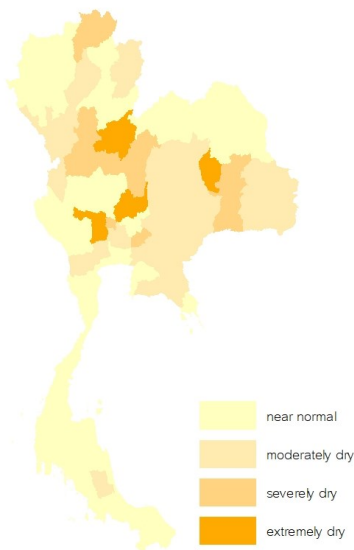


ผลการวิเคราะห์จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้งแบบรุนแรง (extremely dry) จำแนกตามเกณฑ์การเกิดภัยแล้ง RDI12 ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีจำนวน 10, 13, 12, 11, 11, และ 9 เหตุการณ์ ตามลำดับ ซึ่งประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรงเฉลี่ย 11 เหตุการณ์ คิดเป็นความถี่เฉลี่ย 0.02 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนเหตุการณ์ และความถี่การเกิดภัยแล้ง RDI12

ภาค	จำนวน	Normal	Near normal	Moderately dry	Severely dry	Extremely dry
เหนือ	เหตุการณ์	157	163	44	19	10
	ความถี่	0.34	0.35	0.09	0.04	0.02
กลาง	เหตุการณ์	168	155	38	20	13
	ความถี่	0.36	0.33	0.08	0.04	0.03
ตะวันออก	เหตุการณ์	165	161	41	17	12
	ความถี่	0.35	0.35	0.09	0.04	0.02
ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหตุการณ์	168	154	42	19	11
	ความถี่	0.36	0.33	0.09	0.04	0.02
ใต้ฝั่งตะวันตก	เหตุการณ์	168	143	48	22	11
	ความถี่	0.36	0.31	0.10	0.05	0.02
ใต้ฝั่งตะวันออก	เหตุการณ์	152	173	47	15	9
	ความถี่	0.33	0.37	0.10	0.03	0.02
เฉลี่ย	เหตุการณ์	163	158	43	19	11
	ความถี่	0.35	0.34	0.09	0.04	0.02

#### 4.2. ดัชนีภัยแล้งเรเนสซองซ์



รูปที่ 2 แผนที่ดัชนี RECONNAISSANCE DROUGHT INDEX

ดัชนีภัยแล้งเรเนสซองซ์ บ่งชี้ให้เห็นถึงระดับความแห้งแล้งทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 2 จากรูปจะเห็นว่าภาวะความแห้งแล้งกระจายทั่วทั้งประเทศ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน ซึ่ง

ผลการทดสอบดัชนีนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาสภาพความขาดแคลนน้ำของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมา ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

#### 5. สรุป

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง RDI และค่า SPI เฉลี่ย ช่วงเวลา 1, 3, 6, 9, และ 12 เดือน ค่าระหว่าง 0.45 – 0.99 ซึ่งมีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าระหว่าง 0.12 – 1.05 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า RDI และค่า SPI เฉลี่ยดีที่สุดในช่วงเวลา 9 เดือน ที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง 0.69 – 0.74 มากที่สุดภาคเหนือ

ดัชนีความแห้งแล้งเรเนสซองซ์ สำหรับเหตุการณ์การเกิดภัยแล้งแบบรุนแรง (extremely dry) ที่ RDI9 พบว่า ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก เกิดภัยแล้งจำนวน 9, 11, 9, 11, 12, และ 6 เหตุการณ์ ตามลำดับ ซึ่งประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งแบบรุนแรงเฉลี่ยจำนวน 10 เหตุการณ์ โดยแผนที่แสดงดัชนีความแห้งแล้งเรเนสซองซ์ ได้แสดงให้เห็นพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ซึ่งพบบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน

#### 6. กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาได้เอื้อเฟื้อข้อมูลฝนและข้อมูลอุตุทุกวิทยา

#### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Muhammad Jehanzaiba and Tae-Woong Kimb. (2020). Exploring the influence of climate change-induced drought propagation on wetlands. Ecological engineering. 149, 105799.
- [2] Mekong River Commission. (2018). Annual Mekong Hydrology, Flood, and Drought Report 2018: The synergy among reports on hydrological, flood, and drought conditions in the Lower Mekong River Basin. Vientiane: Mekong River Commission Secretariat. 134 pages.
- [3] Donald A. Wilhite and Michael H. Glantz. (1985). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International. 10, pp.111-120.
- [4] Tae-Woong Kim and Muhammad Jehanzaib. (2020). Drought risk analysis, forecasting and assessment under climate change. Water. 12, 1862.

- [5] Michael J. Hayes. (2000). Revisiting the SPI: Clarifying the process. *Drought Network News*. 18, pp13-15.
- [6] Giuseppe Mendicino, Alfonso Senatore, and Pasquale Versace. (2008). A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. *Journal of Hydrology*. 357, pp.282-302.
- [7] Donald A. Wilhite and Michael H. Glantz. (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The role of definitions. *Water International*. 10, 3, pp.111-120.
- [8] George Tsakiris, Pangalou D. and Harris Vangelis. (2007). Regional Drought Assessment Based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resources Management*. 21, 5, pp.821-833.
- [9] Somphinith Muangthong, Winai Chaowiwat, Kanoksri Sarinnapakorn, and Khanittha Chaibandit. (2020). Prediction of Future Drought in Thailand under Changing Climate by Using SPI and SPEI Indices. *Maharakham International Journal of Engineer Technology*. 6, 2, pp.48-56.
- [10] Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, and Martin Smith. (1998). *Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage paper 56*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 333 pages.
- [11] George Tsakiris and Harris Vangelis. (2005) Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. *European Water*. 9/10, pp.3-11.
- [12] George Tsakiris, Nalbantis I., Pangalou D., Dimitris Tigkas, and Harris Vangelis. (2008) Drought meteorological monitoring network design for the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Options Méditerranéennes, Series A, No.80*, pp.57-62.