

**การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดจุดความร้อนสะสมในช่วงเดือน
มกราคม ถึง เมษายน 2559 ด้วยวิธีการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป**
**Probabilistic Analysis of the accumulated hotspot occurred during January to
April 2016 with generalized extreme value distribution method**

กิตติพล มงคลงาม¹ และศศิประภา แก้วถำทำ²

¹ภาววิชาภูมิศาสตร์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

²สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน)

jakarinbuu@gmail.com

บทคัดย่อ

ประเทศไทยประสบไฟป่าอย่างต่อเนื่อง สร้างความเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติและเศรษฐกิจของประเทศ การติดตามจุดความร้อนด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดไฟป่า การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของจำนวนจุดความร้อน โดยวิธีการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป เป็นเครื่องมือที่ใช้ติดตามจำนวนจุดความร้อนในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน 2559 ผลการศึกษาพบว่า จำนวนจุดความร้อนสูงสุดในช่วงเดือนเมษายนในภาคเหนือ พบสูงสุดในพื้นที่ป่าสงวน จำนวน 5,933 จุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบมากที่สุดในพื้นที่การเกษตร จำนวน 2,209 จุด ภาคกลางและตะวันออก พบมากที่สุดในพื้นที่ป่านุรักษ์ จำนวน 436 จุด ภาคใต้ พบมากที่สุดในพื้นที่การเกษตร จำนวน 89 จุด และจากสถิติไฟป่า พื้นที่การเกษตรและพื้นที่ป่า เป็นพื้นที่ที่เกิดไฟป่าและควรเฝ้าระวัง ดังนั้น ผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สอดคล้องกับข้อมูลจริง ซึ่งทำให้การวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้ติดตามจุดความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ไฟป่า, การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป, จุดความร้อน

Abstract

Thailand presently faces problems with forest fire damage to its natural resources and economic. The hotspot monitoring with remote sensing technology is significant for forest fire protection. The probabilistic analysis of the accumulated hotspot occurred with generalized extreme value distribution method is used for hotspot monitoring during January to April 2016. Finding revealed that a maximum of hot spot during April 2016 in North Region in conservative forest is 5,933 points, Central Region in conservative zones is 436 points, Northeast Region in agriculture zone is 2,209 points, and South Region in agriculture zone is 89 points, From the forest fire statistics, the agriculture and the forest areas being occurred the forest fire should be monitored. Thus, they are consistent with the observed data, to be accredited with this research, it is used for the hotspot monitoring efficiently.

Keywords: Forest Fire, Generalized Extreme Value Distribution, Hotspot

1. บทนำ

ทรัพยากรป่าไม้ นับได้ว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในเชิงของการเป็นปัจจัยในการดำรงชีพ อาทิ เป็นแหล่งอาหาร การใช้เป็นยารักษาโรค และการนำต้นไม้มาสร้างที่อยู่อาศัย ไม่เพียงแต่มนุษย์เท่านั้นจะได้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในผืนป่าก็ได้รับประโยชน์เช่นกัน และมีความสำคัญต่อความสมดุลของระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรายได้ทางเศรษฐกิจของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยในการผลิตสินค้าจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่ดึงดูดให้ผู้คนมาชมความสวยงามของระบบนิเวศ แต่ในปัจจุบัน ทรัพยากรป่าไม้ได้ลดลงและเสื่อมโทรมมากขึ้นเนื่องจากปัญหาไฟป่า ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากธรรมชาติและฝีมือมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากฝีมือของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความยากจน การลักลอบตัดไม้ การเผาป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย การใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภท การขาดความรู้เกี่ยวกับไฟป่า ปัจจัยเหล่านี้ล้วนแต่ส่งผลให้ไฟป่าทวีความรุนแรงมากขึ้น

ในปัจจุบัน การติดตามสถานการณ์ไฟป่านั้นก็เป็นอีกแนวทางที่จะลดความเสียหายจากไฟป่า ด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีและวิทยาการสมัยใหม่ ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการติดตามสถานการณ์ไฟป่า ดังการศึกษาของเจนณรงค์ ชัยศิลป์ (2550) ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง นอกจากนี้ สุวิชา โกสมวงค์วิวัฒน์ (2549) ได้ทำการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการแจ้งเตือนไฟป่า รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกลติดตามข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไฟป่า ไม่ว่าจะเป็น การติดตามค่าความชื้นของดิน อุณหภูมิ รวมถึงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การติดตามจุดความร้อนก็เป็นอีกแนวทางที่ใช้ประเมินสถานการณ์ไฟป่า ซึ่งได้จากการใช้ดาวเทียมเพื่อช่วยค้นหาจุดที่เกิดค่าความร้อนมากผิดปกติ (Hotspots) จากดาวเทียมที่ชื่อ Terra และ Aqua โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจจับความร้อน (MODIS : Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) ในการช่วยตรวจหาจุดที่เกิดค่าความร้อนมากผิดปกติบนพื้นผิวโลก และจากการตรวจจับจุดความร้อนจะพบว่า จำนวนจุดความร้อนจะสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนของทุกปี การทำนายความน่าจะเป็นของจำนวนจุดความร้อนสะสมสูงสุดจะช่วยให้สามารถติดตามจำนวนจุดความร้อนที่คาดว่าจะเกิดล่วงหน้าได้และใช้ติดตามเฝ้าระวังเหตุการณ์ไฟป่า

สถิติค่าสุดขีด เป็นเทคนิคที่ต่างจากสถิติอื่นๆ โดยเน้นข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำมากในช่วงเวลาที่ศึกษา โดยทั่วไปแล้ว ทฤษฎีค่าสุดขีดต้องการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะเกิดค่าข้อมูลสูง หรือต่ำมากกว่าค่าสังเกตทั่วไป ดังการศึกษาของ Miroslava Unkasevic และ Ivana Tosic (2009) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว และอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนของเมืองเบลเกรด ประเทศเซอร์เบีย โดยใช้ การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปมากำหนดตัวแบบของค่าสัมบูรณ์ของอุณหภูมิต่ำสุด ในฤดูหนาว ค่าสัมบูรณ์ของอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน และการแจกแจงพาเรโดวงนัยทั่วไป (Generalized Pareto Distribution : GPD) เพื่อกำหนดตัวแบบของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในฤดูหนาว และอุณหภูมิสูงสุดรายวันในฤดูร้อน พบว่าการแจกแจงทั้งสองแบบมีความเหมาะสมในการกำหนดตัวแบบ สำหรับประเทศไทยการใช้ทฤษฎีค่าสุดขีด เบญจวรรณ ชารินทร์ และคณะ (2557) ได้ศึกษา การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว และอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง โดยใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป มากำหนดตัวแบบของค่าสัมบูรณ์ของอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาว ค่าสัมบูรณ์ของอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อน และการแจกแจงพาเรโดวงนัยทั่วไป มากำหนดตัวแบบของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในฤดูหนาว และอุณหภูมิสูงสุดรายวันในฤดูร้อน

ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการทำนายความน่าจะเป็นของจำนวนจุดความร้อนสะสมสูงสุดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2559 ด้วยทฤษฎีสถิติค่าสุดขีด โดยข้อมูลจุดความร้อนปี 2558 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ

สารสนเทศ(องค์การมหาชน) เพื่อใช้ติดตามจำนวนจุดความร้อนที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการจัดการไฟป่าในอนาคตต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อทำนายความน่าจะเป็นของจำนวนจุดความร้อนในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน 2559 ด้วยวิธีการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

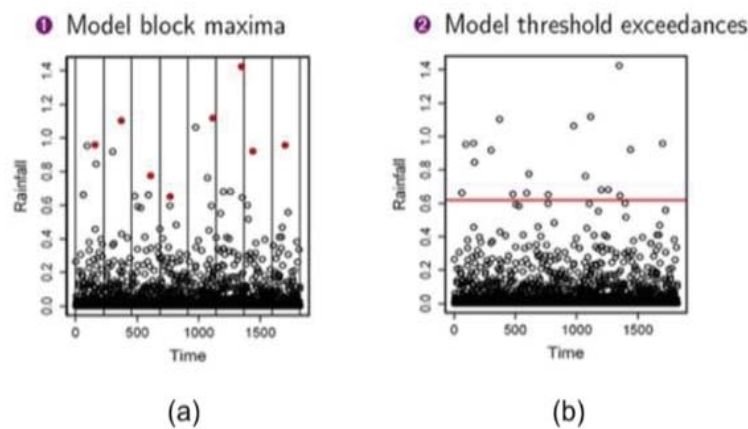
2.2 เพื่อติดตามความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าจากจุดความร้อน ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

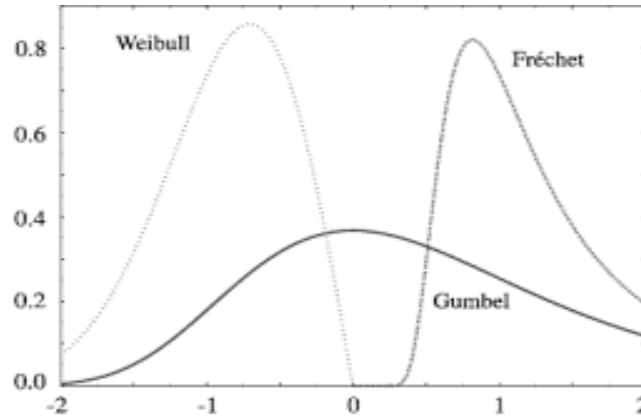
ทฤษฎีค่าสุดขีด (Extreme Value Theorem) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงคุณสมบัติความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่มีตัวแปรสุ่ม ซึ่งจัดอยู่ในลักษณะที่เรียกว่า “ค่าสุดขีด” อาจจะเป็นค่า สูงสุดหรือต่ำสุดก็ได้ พร้อมทั้งศึกษารูปแบบการแจกแจง ความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มเหล่านี้ การวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อข้อมูลมีค่าสุดขีด (Extreme Value) เกิดขึ้น นักวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะตัดข้อมูลส่วนนั้นทิ้งไปไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากมีความซับซ้อนและยุ่งยากในการวิเคราะห์ แต่ในความเป็นจริงถ้าต้องการทราบถึงความน่าจะเป็น ในการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด ซึ่งอยู่ในส่วนของปลายหางซึ่งมีค่าน้อยมาก อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝนสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน ความเร็วลมสูงสุด ในรอบเดือน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน เป็นต้น

การวิเคราะห์แบบจำลองค่าสุดขีดด้วยทฤษฎีค่าสุดขีด สามารถแบ่งลักษณะการแจกแจงของค่าสุดขีดได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะของการเลือกข้อมูลค่าสุดขีดที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปโดยจะวิเคราะห์ข้อมูลที่มีค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่สนใจ เช่น รายปี รายเดือน หรือรายสัปดาห์ เป็นต้น ในขณะที่การแจกแจงพาราโตวงนัยทั่วไปจะวิเคราะห์ข้อมูลที่มีค่าสูงกวาเกณฑ์ (Threshold) ที่กำหนด จากพารามิเตอร์ที่แสดงถึงมาตราส่วน(Scale) α รูปร่าง(Shape) ξ และตำแหน่ง(Locate) μ



รูปภาพที่ 1 ลักษณะข้อมูลการแจกแจงค่าสุดขีด (a)การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป
(b)การแจกแจงพาราโตวงนัยทั่วไป

GEV ถูกพัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 1995 โดย Jenkinson สามารถเขียนฟังก์ชันการแจกแจงค่าสุดขีดได้ 3 การแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงกัมเบล (Gumbel Distribution) เมื่อ $\xi=0$ การแจกแจงฟรีเชท (Fréchet Distribution) เมื่อ $\xi>0$ และการแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution) เมื่อ $\xi<0$



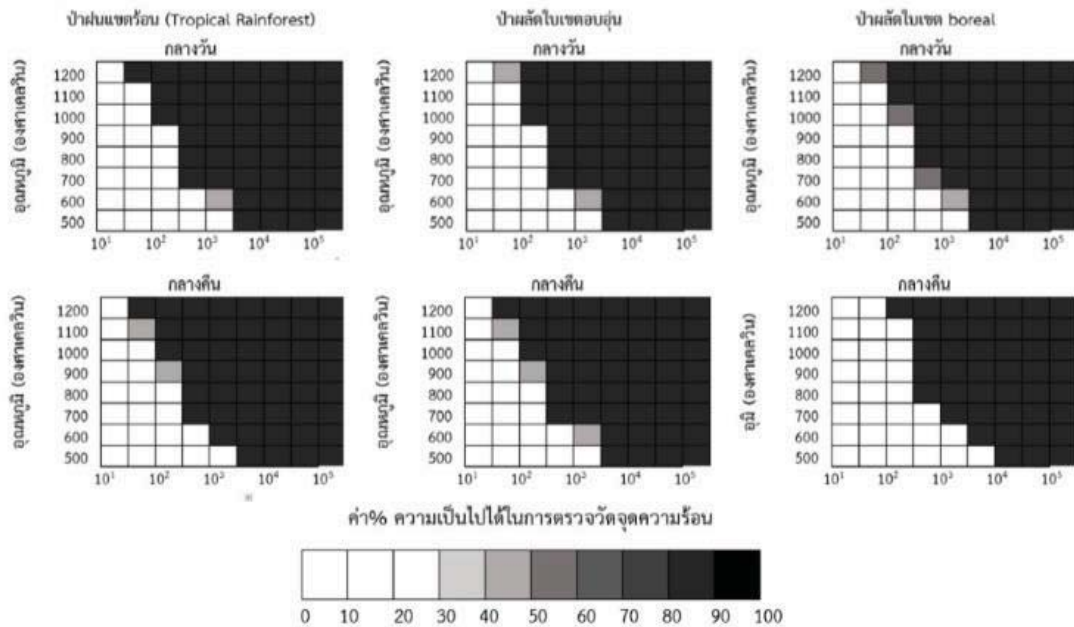
รูปภาพที่ 2 กราฟฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของการแจกแจงกัมเบล การแจกแจงฟรีเชท และการแจกแจงไวล์บูล

3.2 การตรวจหาจุดความร้อนจากดาวเทียมระบบ MODIS

ในการตรวจวัดจุดความร้อน (Hotspot) จะใช้แบบจำลองที่เรียกว่า MOD14 ที่ตรวจวัดจากความละเอียดของจุดภาพที่ 1 กิโลเมตร ที่บันทึกภาพที่ความยาวช่วง คลื่นที่ 3.9 ไมโครเมตร (อินฟราเรดกลาง) และ 11 ไมโครเมตร (อินฟราเรดความร้อน) โดยช่วงคลื่นดังกล่าวจะมีความสามารถในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ (Land surface temperature) ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Terra/Aqua ในช่วงคลื่นดังกล่าวมาตรวจหา/วิเคราะห์จุดความร้อน โดยปกติการตรวจวัดจุดความร้อนด้วยระบบ MODIS ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ ทั้ง เปลวไฟ (Flaming fire) หรือในบริเวณที่ไฟยังคุกรุ่น (Smoldering fire) ที่มีขนาดประมาณ 1,000 ตารางเมตรโดยขนาดของไฟจะมีขนาดที่ต่างจากกันที่สามารถ ตรวจวัดได้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ตำแหน่งของมุมในการถ่ายภาพ การปกคลุม ของหมอกควัน ความเป็นเนื้อเดียวกันของพื้นผิว (Homogeneous)

- เปลวไฟที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 100 ตารางเมตร แต่มีอุณหภูมิสูงก็สามารถตรวจพบได้
- ในบางกรณีซึ่งเป็นไปได้ค่อนข้างยากสามารถที่จะตรวจพบเปลวไฟที่มีขนาด พื้นที่เล็กประมาณ 50 ตารางเมตร

อุณหภูมิบริเวณ เปลวไฟโดยทั่วไปแล้วจะมีอุณหภูมิระหว่าง 800-1,200 องศาเซลวิน และอาจจะมี อุณหภูมิสูงถึง 1,800 องศาเซลวิน สำหรับอุณหภูมิของไฟที่ยังคุกรุ่นนั้นจะมีอุณหภูมิ ประมาณ 450-850 องศาเซลวิน ดังนั้นประเทศ ไทยซึ่งตั้งอยู่ในระบบนิเวศป่าฝนเขตร้อน (Tropical rain forest) จากการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะตรวจวัดตำแหน่งของจุดความร้อนด้วยข้อมูลระบบ MODIS นั้นจะขึ้นกับขนาดพื้นที่ของไฟที่ไหม้ และอุณหภูมิของพื้นที่ผิว ดังภาพต่อไปนี้



รูปภาพที่ 3 ค่าความเป็นไปได้ในการตรวจจุดความร้อน

ในการตรวจวัดค่าจุดความร้อนด้วยแบบจำลอง MOD14 นั้น ทุกจุดความร้อนที่ตรวจวัดได้จะมีค่า "ร้อยละความเชื่อมั่น" ของตำแหน่งเกิดไฟในแต่ละจุด ภาพ Fire-pixel confidence" โดยค่าความเชื่อมั่นนี้สามารถจำแนกเป็นช่วงชั้นได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ร้อยละความเชื่อมั่นของการเกิดจุดความร้อน

ร้อยละความเชื่อมั่น	0 – 30	30 - 80	80 - 100
ช่วงความเชื่อมั่นของตำแหน่งเกิดไฟ	ต่ำ	กลาง	สูง

4. วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลจุดความร้อนรายวัน ที่ได้ทำการวิเคราะห์และประมวลผลจากข้อมูลรายวัน จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบเซนเซอร์ MODIS โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (สทอภ.) ซึ่งประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์และภัยพิบัติต่างๆ เนื่องจากภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบ MODIS มีแถบการถ่ายภาพที่กว้างครอบคลุมทั่วประเทศไทยได้ในการถ่ายเพียงครั้งเดียว รวมทั้งมีจำนวนแบนด์ถ่ายภาพจำนวนมากทำให้สามารถวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ โดยมีรายละเอียดข้อมูล 250 – 1,000 เมตร (สทอภ. 2558)

4.2 การคัดเลือกข้อมูล

ได้ทำการคัดเลือกข้อมูลจุดความร้อนในรอบสัปดาห์ โดยคัดเลือกข้อมูลที่มีจำนวนจุดความร้อนสูงสุดมาเป็นตัวแปรสุ่ม ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เขต สปก. ชุมชนและอื่นๆ ป่าสงวน ป่าอนุรักษ์ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ริมทางหลวง

4.3 การประมาณค่าโมเมนต์เชิงเส้น

ข้อมูลจุดความร้อนที่ได้จากการคัดเลือกภูณามาสรางโมเมนต์ทางสถิติ โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการโมเมนต์แบบเชิงเส้น ซึ่งเป็นโมเมนต์สำหรับตัวแปรสุ่มที่เกือบไม่มีอคติ สำหรับการประมาณการนั้นได้ใช้วิธีการผลรวมเชิงเส้นของโมเมนต์ด้วยความน่าจะเป็น (Probability Weighted Moment, PWM) แบบไม่มีอคติ ของ β_m สำหรับ $m = 0, 1, 2$ ในสมการ

$$\begin{aligned}\beta_0 &= \bar{x} \\ \beta_1 &= \sum_{j=1}^{n-1} \frac{n-j}{n(n-1)} x_{(j)} \\ \beta_2 &= \sum_{j=1}^{n-2} \frac{(n-j)(n-j-1)}{n(n-1)(n-2)} x_{(j)}\end{aligned}\quad (1)$$

เมื่อ β_m คือโมเมนต์ถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นลำดับที่ m (0,1,2), $x_{(j)}$ คือชั้นข้อมูลจัดลำดับของ x , n คือ จำนวนนับของข้อมูล

ค่าประมาณการของ PWM จะถูกนำไปหาค่าประมาณการของโมเมนต์เชิงเส้น λ_m ($m=1,2,3$) ผ่านสมการความสัมพันธ์ระหว่าง β_m กับโมเมนต์เชิงเส้น λ_m ในสมการ

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \beta_0 \\ \lambda_2 &= 2\beta_1 - \beta_0 \\ \lambda_3 &= 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0\end{aligned}\quad (2)$$

เมื่อ λ_m คือ โมเมนต์เชิงเส้นประมาณการลำดับที่ m (1,2,3), β_m คือโมเมนต์ถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นลำดับที่ m (0,1,2)

จากนั้นทำการหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเส้น t_2 และสัมประสิทธิ์ความเบ้เชิงเส้น t_3 เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการกระจายระหว่างตัวแปรสุ่มต่างๆ และบ่งบอกถึงรูปร่างของข้อมูล ในสมการ

$$\begin{aligned}t_2 &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \\ t_3 &= \frac{\lambda_3}{\lambda_2}\end{aligned}\quad (3)$$

4.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์

ทำการประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป ประกอบด้วยพารามิเตอร์แสดงรูปร่าง $\hat{\kappa}$ พารามิเตอร์แสดงมาตราส่วน $\hat{\alpha}$ พารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง $\hat{\xi}$ ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการประมาณพารามิเตอร์ทั้งสามโดยวิธีเชิงเส้น จากค่าโมเมนต์เชิงเส้นในขั้นตอน 4.3 ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{\kappa} = 7.8590\theta + 2.9554\theta^2 \quad (4)$$

เมื่อ $\hat{\kappa}$ คือ พารามิเตอร์บ่งบอกรูปร่าง และ θ หาได้จากค่าโมเมนต์เชิงเส้นลำดับที่ 2 และ 3 ดังสมการต่อไปนี้

$$\theta = \frac{2\lambda_2}{\lambda_3 + 3\lambda_2} \quad (5)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\hat{\kappa}\lambda_2}{(1-2^{-\hat{\kappa}})\Gamma(1+\hat{\kappa})} \quad (6)$$

เมื่อ $\hat{\alpha}$ คือ พารามิเตอร์บ่งบอกมาตราส่วน, Γ คือ แกมมาฟังก์ชัน และประมาณแกมมาฟังก์ชันได้จากสมการต่อไปนี้

$$\Gamma(1+\hat{\kappa}) = 1 + \sum_{i=1}^5 a_i \hat{\kappa}^i \quad (7)$$

เมื่อ $0 \leq \delta \leq 1$ $a_1 = -0.5748646$, $a_2 = 0.9512363$, $a_3 = -0.6998588$, $a_4 = 0.4245549$, $a_5 = -0.1010678$

ความคลาดเคลื่อนจากเกมมาฟังก์ชันต้องไม่เกิน 5×10^{-5}

$$\xi = \lambda_1 - \frac{\alpha}{\xi} [1 - \Gamma(1 + \kappa)]$$

(8)

เมื่อ κ คือ พารามิเตอร์แสดงรูปร่าง, α คือ พารามิเตอร์แสดงมาตราส่วน, ξ คือ พารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง, λ_1 คือ โมเมนต์เชิงเส้นลำดับที่ 1

4.5 การหาควอนไทล์จำนวนจุดความร้อน

การหาค่าควอนไทล์หรือขนาดของการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย ทุก ๆ ช่วงเวลา T กำหนดให้จำนวน T สอดคล้องกับช่วงเวลา ที่เลือกศึกษา คือ รายสัปดาห์ โดยหาได้จากสมการ จากพารามิเตอร์ที่ได้ประมาณการมาจากขั้นตอนที่ 4.4

$$x_p = \xi + \frac{\alpha}{\xi} \{1 - [-\ln(p)]^\kappa\} \quad (9)$$

เมื่อ X คือ ขนาดของควอนไทล์ของ p โดยที่ p คือความน่าจะเป็นของจำนวนจุดที่เกิดขึ้น อีกทั้งขนาดของควอนไทล์มีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นของจำนวนจุดความร้อน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างควอนไทล์กับระดับความน่าจะเป็นของการเกิดจุดความร้อน

ควอนไทล์	ความน่าจะเป็น	ควอนไทล์	ความน่าจะเป็น
T1.2	0.167	T14	0.929
T2	0.5	T16	0.9375
T4	0.75	T18	0.944
T6	0.833	T20	0.95
T8	0.875	T22	0.955
T10	0.9	T24	0.958
T12	0.916	T25	0.96

4.6 การจัดทำแผนที่จุดความร้อน

จำนวนจุดความร้อนที่ได้จากการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปแล้ว จากนั้นทำการสร้างแผนที่จำนวนจุดความร้อนในประเทศไทย แบบรายภาคและตามการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยโปรแกรมทางด้านภูมิสารสนเทศ โดยแบ่งจำนวนจุดความร้อนเป็นช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ตามค่าจำนวนจุดความร้อนที่ได้ทำการแจกแจง

5. ผลการวิจัย

5.1 การคัดเลือกข้อมูล

จากการคัดเลือกข้อมูลได้จำนวนจุดความร้อนสูงสุดในรอบสัปดาห์เพื่อเป็นตัวแทนสรุปในการวิเคราะห์ โดยได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

ภาค	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	จำนวนข้อมูล(สัปดาห์)	จุดความร้อนสูงสุด	จุดความร้อนต่ำสุด
ภาคเหนือ	ป่าสงวน	22	5,360	1
	ป่าอนุรักษ์	21	1,782	1
	เขต สปก.	18	70	1
	พื้นที่เกษตร	25	166	1
	พื้นที่ริมทางหลวง(250 เมตร)	26	1,184	1
	ชุมชนและอื่นๆ	22	84	1
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ป่าสงวน	27	1,337	1
	ป่าอนุรักษ์	17	452	1
	เขต สปก.	30	1,188	1
	พื้นที่เกษตร	29	2,377	1
	พื้นที่ริมทางหลวง(250 เมตร)	33	1,037	1
	ชุมชนและอื่นๆ	30	888	1
ภาคกลางและตะวันออกเฉียงใต้	ป่าสงวน	27	138	1
	ป่าอนุรักษ์	22	362	1
	เขต สปก.	26	22	1
	พื้นที่เกษตร	35	400	1
	พื้นที่ริมทางหลวง(250 เมตร)	36	256	1
	ชุมชนและอื่นๆ	37	224	1
ภาคใต้	ป่าสงวน	16	4	1
	ป่าอนุรักษ์	9	14	1
	เขต สปก.	7	6	1
	พื้นที่เกษตร	21	74	1
	พื้นที่ริมทางหลวง(250 เมตร)	23	24	1
	ชุมชนและอื่นๆ	19	12	1

5.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์จากค่าสถิติโมเมนต์เชิงเส้นและโมเมนต์ถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็น ได้ผล การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการควอนไทล์รายภาค ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงค่าสุตชีตวางนัยทั่วไป

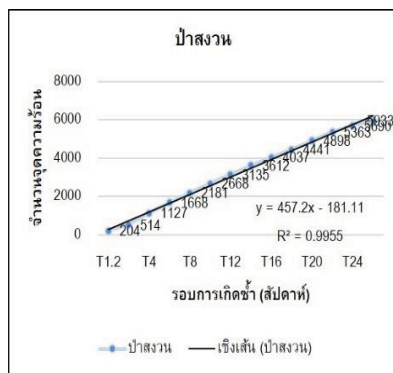
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พารามิเตอร์		
		$\hat{\kappa}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\xi}$
ภาคเหนือ	ป่าสงวน	-0.8312	348.5939	364.8916
	ป่าอนุรักษ์	-0.7132	147.0744	158.6773
	เขต สปก.	-0.459	8.319	11.4274
	พื้นที่เกษตร	-0.7201	13.047	15.4954
	พื้นที่ริมทางหลวง(250เมตร)	-0.8983	55.7098	58.594
	ชุมชนและอื่นๆ	-0.522	11.6359	13.2122
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ป่าสงวน	-0.8247	73.9798	78.1921
	ป่าอนุรักษ์	-0.7566	46.4841	54.5878
	เขต สปก.	-0.8231	49.2088	52.2421
	พื้นที่เกษตร	-0.7877	141.8819	151.5025
	พื้นที่ริมทางหลวง(250เมตร)	-0.8855	40.8433	45.1946
	ชุมชนและอื่นๆ	-1.1023	45.7875	66.9898
ภาคกลางและตะวันออก	ป่าสงวน	-0.4227	17.3554	19.2577
	ป่าอนุรักษ์	-0.6863	34.2087	38.2745
	เขต สปก.	-0.2502	4.1658	4.4569
	พื้นที่เกษตร	-0.6130	31.6545	37.1209
	พื้นที่ริมทางหลวง(250เมตร)	-0.7263	20.5519	25.2278
	ชุมชนและอื่นๆ	-0.7674	7.1973	8.9597
ภาคใต้	ป่าสงวน	-0.4510	0.5928	1.5373
	ป่าอนุรักษ์	-0.7014	1.8538	2.8703
	เขต สปก.	-0.9011	0.9532	2.5314
	พื้นที่เกษตร	-0.7608	5.9500	7.3386
	พื้นที่ริมทางหลวง(250เมตร)	-0.6304	3.1090	4.1891
	ชุมชนและอื่นๆ	-0.7386	0.8713	1.9014

5.3 การหาควอนไทล์ของจำนวนจุดความร้อน

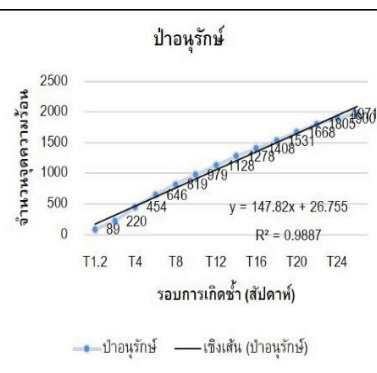
การหาค่าควอนไทล์หรือจำนวนจุดความร้อนนั้นได้ใช้การแจกแจงค่าสุตชีตวางนัยทั่วไป เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงรูปร่าง พบว่าเป็นการแจกแจงแบบไวท์บูล ได้ผลการหาควอนไทล์รายภาค ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 คอเนทไธล์ของจำนวนจุดความร้อนภาคเหนือ จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

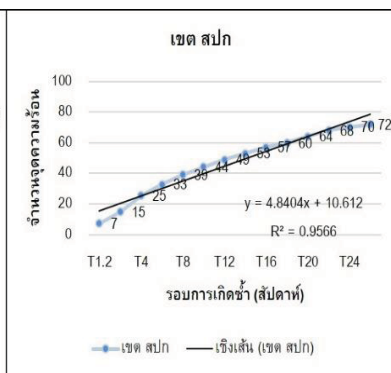
ภาคเหนือ	คอเนทไธล์(สปีดาร์)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		ป่าสงวน	ป่าอนุรักษ์	เขต สปก.	พื้นที่ เกษตร	พื้นที่ริมทางหลวง (250 เมตร)	ชุมชนและ อื่นๆ
	2	514	220	15	21	83	18
	4	1,127	454	25	42	186	34
	6	1,668	646	33	59	282	45
	8	2,181	819	39	75	375	55
	10	2,668	979	44	89	465	63
	12	3,135	1,128	49	102	552	71
	14	3,612	1,278	53	116	642	78
	16	4,037	1,408	57	128	724	84
	18	4,441	1,531	60	139	802	90
	20	4,898	1,668	64	151	890	96
	22	5,363	1,805	68	164	981	102
	24	5,690	1,900	70	172	1,046	106
	25	5,933	1,971	72	179	1,094	109



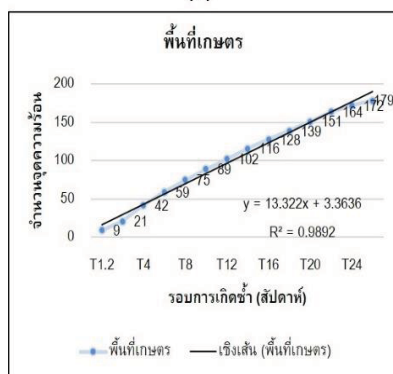
(a)



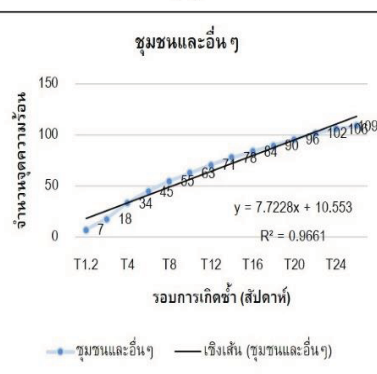
(b)



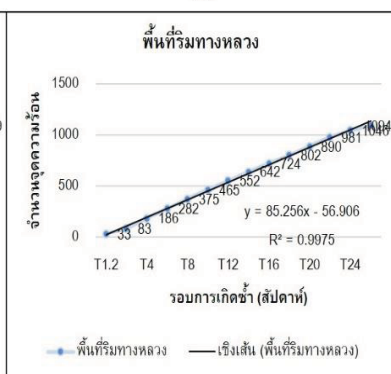
(c)



(d)



(e)

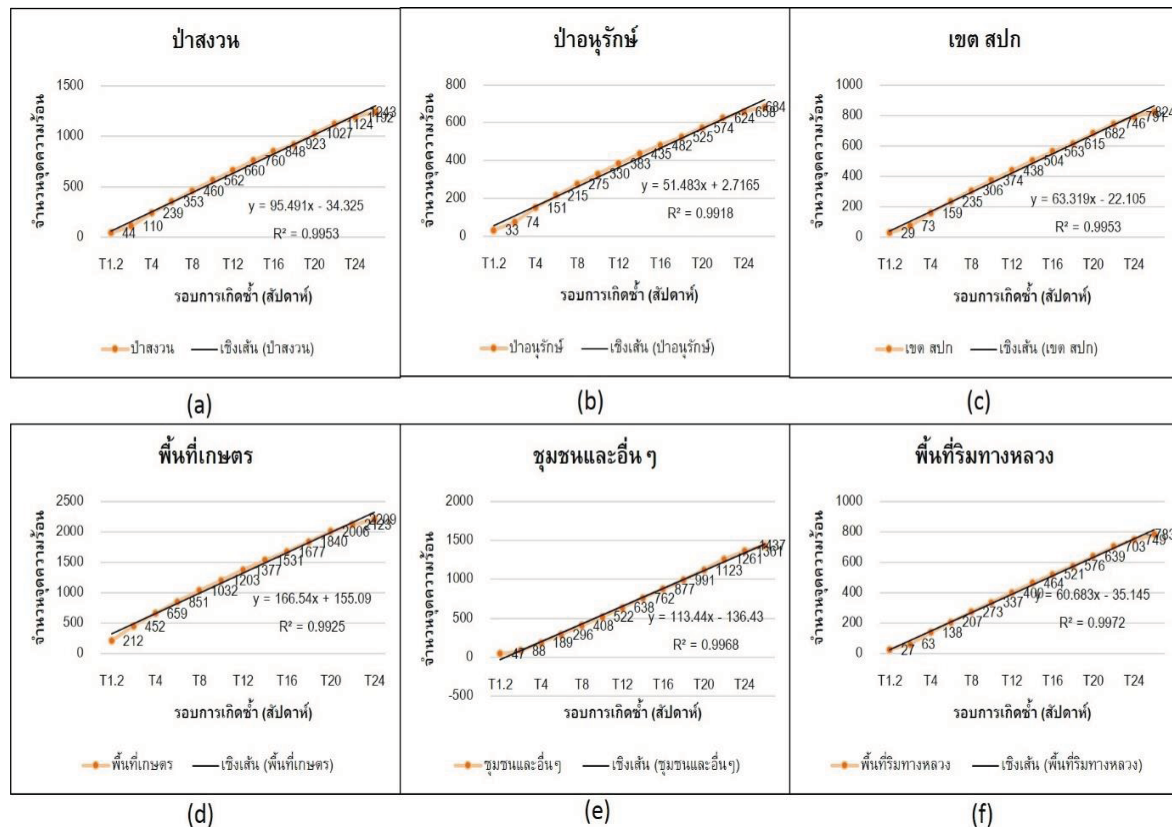


(f)

รูปภาพที่ 4 จำนวนจุดความร้อนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคเหนือ (a)ป่าสงวน (b)ป่าอนุรักษ์ (c)เขตสปก (d)พื้นที่เกษตร (e)ชุมชนและอื่นๆ (f)พื้นที่ริมทางหลวง

ตารางที่ 6 คอเนทล์ของจำนวนจุดความร้อนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

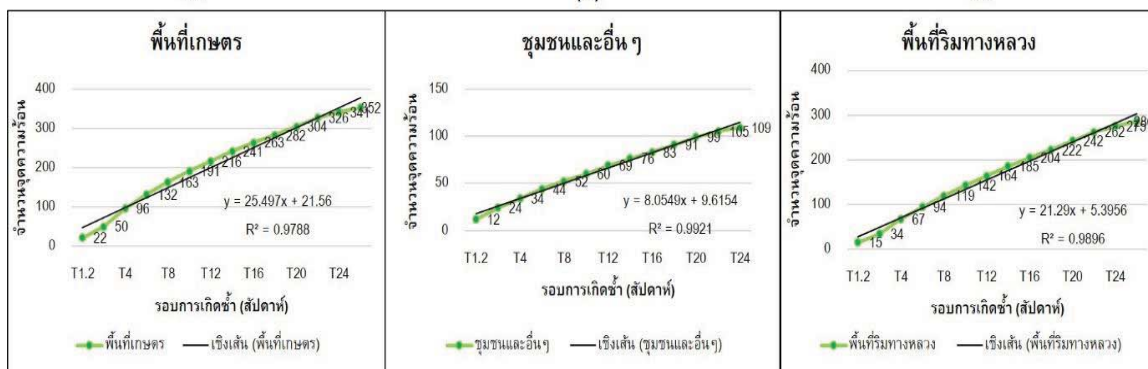
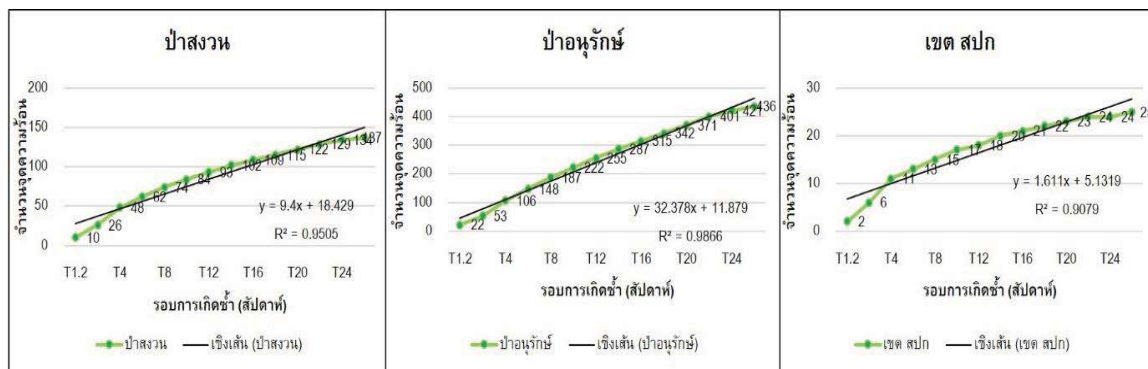
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	คอเนทล์(สปีดาร์)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		ป่าสงวน	ป่าอนุรักษ์	เขต สปก.	พื้นที่เกษตร	พื้นที่ริมทางหลวง (250 เมตร)	ชุมชนและอื่นๆ
	2	110	74	73	212	63	88
	4	239	151	159	452	138	189
	6	353	215	235	659	207	296
	8	460	275	306	851	273	408
	10	562	330	374	1,032	337	522
	12	660	383	438	1,203	400	638
	14	760	435	504	1,377	464	762
	16	848	482	563	1,531	521	877
	18	923	525	615	1,677	576	991
	20	1,027	574	682	1,840	639	1,123
	22	1,124	624	746	2,006	703	1,261
	24	1,192	658	791	2,123	749	1,361
	25	1,243	684	824	2,209	783	1,437



รูปภาพที่ 5 จำนวนจุดความร้อนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (a)ป่าสงวน (b)ป่าอนุรักษ์ (c)เขตสปก (d)พื้นที่เกษตร (e)ชุมชนและอื่นๆ (f)พื้นที่ริมทางหลวง

ตารางที่ 7 คอวนไทร์ของจำนวนจุดความร้อนภาคกลางและตะวันออก จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

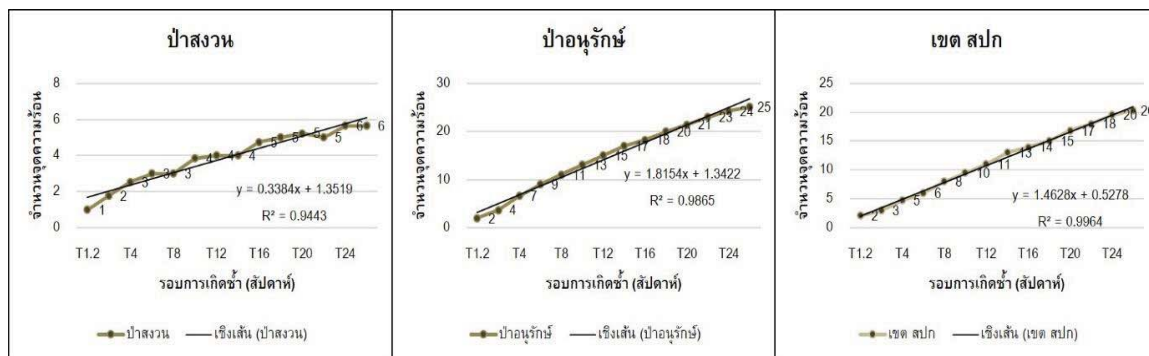
	คอวนไทร์(สปีดาร์)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		ป่าสงวน	ป่าอนุรักษ์	เขต สปก.	พื้นที่เกษตร	พื้นที่ริมทางหลวง (250 เมตร)	ชุมชนและอื่นๆ
ภาคกลางและตะวันออก	2	26	53	6	50	34	12
	4	48	106	11	96	67	24
	6	62	148	13	132	94	34
	8	74	187	15	163	119	44
	10	84	222	17	191	142	52
	12	93	255	18	216	164	60
	14	102	287	20	241	185	69
	16	109	315	21	263	204	76
	18	115	342	22	282	222	83
	20	122	371	23	304	242	91
	22	129	401	24	326	262	99
	24	134	421	24	341	275	105
	25	137	436	25	352	286	109



รูปภาพที่ 6 จำนวนจุดความร้อนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคกลางและตะวันออก (a)ป่าสงวน (b)ป่าอนุรักษ์ (c)เขตสปก (d)พื้นที่เกษตร (e)ชุมชนและอื่นๆ (f)พื้นที่ริมทางหลวง

ตารางที่ 8 คอวนไทร์ของจำนวนจุดความร้อนภาคใต้ จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

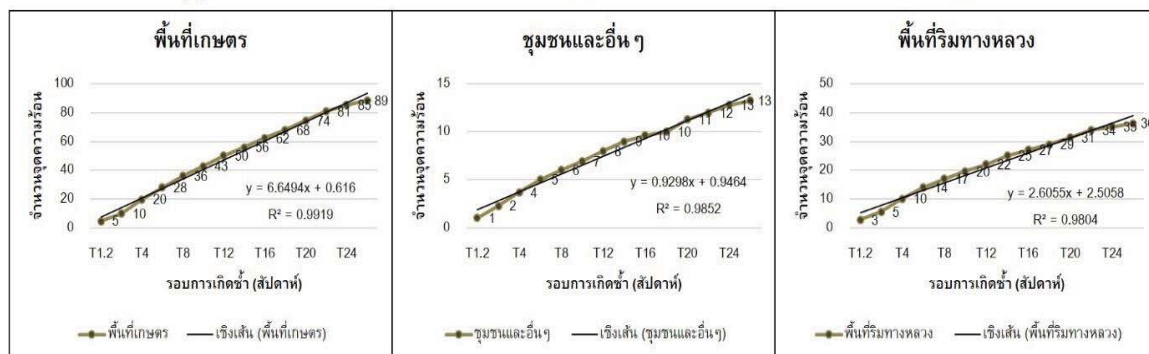
	คอวนไทร์(สปีดาร์)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
		ป่าสงวน	ป่าอนุรักษ์	เขต สปก.	พื้นที่เกษตร	พื้นที่ริมทางหลวง (250 เมตร)	ชุมชนและอื่นๆ
ภาคใต้	2	2	4	3	10	5	2
	4	3	7	5	20	10	4
	6	3	9	6	28	14	5
	8	3	11	8	36	17	6
	10	4	13	10	43	20	7
	12	4	15	11	50	22	8
	14	4	17	13	56	25	9
	16	5	18	14	62	27	10
	18	5	20	15	68	29	10
	20	5	21	17	74	31	11
	22	5	23	18	81	34	12
	24	6	24	20	85	35	13
	25	6	25	20	89	36	13



(a)

(b)

(c)

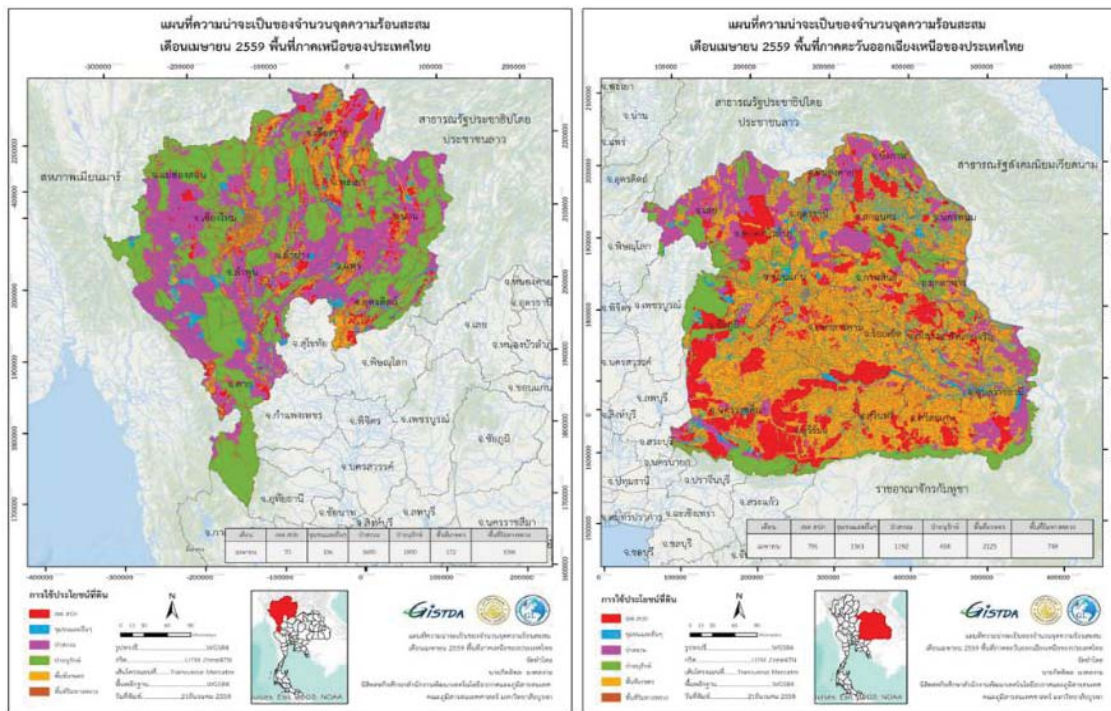


(d)

(e)

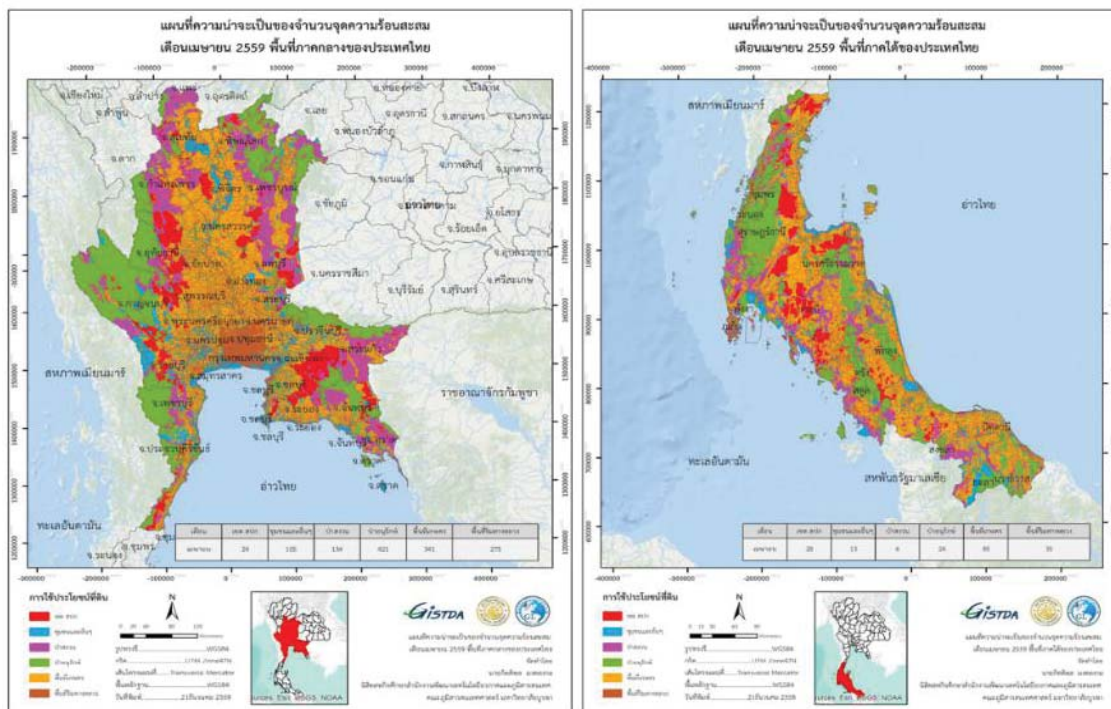
(f)

รูปภาพที่ 7 จำนวนจุดความร้อนตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคใต้ (a)ป่าสงวน (b)ป่าอนุรักษ์ (c)เขตสปก (d)พื้นที่เกษตร (e)ชุมชนและอื่นๆ (f)พื้นที่ริมทางหลวง



(a)

(b)



(c)

(d)

รูปภาพที่ 8 แผนที่ควอนไทล์จำนวนจุดความร้อนรายภาคในช่วงเดือนเมษายน (a)ภาคเหนือ

(b)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (c)ภาคกลางและตะวันออก (d)ภาคใต้

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาได้ใช้ข้อมูลจำนวนจุดความร้อน (Hotspot) จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) โดยทำการแจกแจงค่าสถิติตัวกลางน้อยทั่วไป และประมาณพารามิเตอร์แบบเชิงเส้น ได้ข้อสรุปดังนี้

6.1 จำนวนจุดความร้อนสูงสุดในช่วงเดือนเมษายนในภาคเหนือ พบสูงสุดในพื้นที่ป่าสงวน จำนวน 5,933 จุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบมากสุดในพื้นที่การเกษตร จำนวน 2,209 จุด ภาคกลางและตะวันออก พบมากสุดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ จำนวน 436 จุด ภาคใต้ พบมากสุดในพื้นที่การเกษตร จำนวน 89 จุด

6.2 จากผลการศึกษาส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่า การกระจายจำนวนจุดความร้อนส่วนมากจะอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนการกระจายจำนวนตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าเป็นพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ป่า ซึ่งเป็นพื้นที่ควรเฝ้าระวังไฟป่า และจากสถิติส่วนใหญ่จะพบว่าไฟป่าจะเกิดตามพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตร

7.อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการศึกษาจากข้อสรุปได้ดังนี้

7.1 การกระจายจำนวนจุดความร้อนนั้นส่วนใหญ่จะไปอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อเทียบกับภาคใต้ อาจจะมาจากหลายสาเหตุ ที่เห็นได้ชัดคือความแตกต่างในเรื่องของลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม ลักษณะภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ รวมถึงพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภทและการเผาเพื่อเตรียมหน้าดิน ล้วนแต่มีผลต่อการเกิดจุดความร้อน

7.2 ลักษณะแนวโน้มของข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น จำนวนจุดความร้อนจากการแจกแจงค่าสถิติ เมื่อเทียบกับข้อมูลจริงพบว่า มีความใกล้เคียงกันในเชิงจำนวนและการกระจายจำนวนของจุดความร้อน และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

7.3 การแจกแจงค่าสถิติตัวกลางน้อยทั่วไป สามารถใช้ได้เฉพาะเดือนมกราคมถึงเมษายนเท่านั้นไม่สามารถนำไปใช้กับช่วงเวลาอื่นได้ เนื่องจากแนวโน้มในการเกิดจุดความร้อนในแต่ละปีจะพบจำนวนสูงสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ของทุกปี

8. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้สร้างข้อมูลจุดความร้อนรายวันในปี 2558 มีข้อจำกัดในเชิงปริมาณของข้อมูลที่ใช้ หากผู้สนใจศึกษางานในลักษณะนี้ ควรศึกษาและใช้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากกว่านี้ นอกจากนั้นควรทดลองเปรียบเทียบกับแบบจำลองชนิดอื่นๆ เพื่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

9.กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลจุดความร้อนรายวัน และข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อใช้ในการงานวิจัยครั้งนี้ รวมถึงให้คำปรึกษาและควบคุมงานวิจัยจนประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เจนณรงค์ ชัยศิลป์. (2550). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้า : กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำพูนและจังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชวลิต ชาสีรักษ์ตระกูล. (2551). การวิเคราะห์ความถี่อุทกภัย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เบญจวรรณ ชารินทร์. (2557). แบบจำลองค่าสถิติของอุณหภูมิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) (2558). โครงการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS รายวัน. ค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558 จาก <http://modis.gistda.or.th/>
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). (2558). คู่มือการใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามไฟฟ้าและหมอกควัน. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
- สุวิชา โกสมวงศ์วิวัฒน์. (2549). การพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์เพื่อแจ้งเตือนไฟฟ้า. สารนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรุณ แก้วมัน และคณะ. (2558). การสร้างแบบจำลองค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มข., 43(1), 137-147.
- Miroslava Unkasevic and Ivana Tosic. (2009). **Changes in extreme daily winter and summer temperatures in Belgrade.** Theoretical and Applied Climatology, 95, 27-38.