



ชื่อเรื่องภาษาไทย

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ

ผู้วิจัย

หลักสูตร

สถาบัน

การกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิตในประเทศไทย

The Lightning Fatalities Distribution in Thailand

นางสาวชวลีสา จันทะคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ ปีการศึกษา 2567

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี

อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทรมบัติ  
ประธานหลักสูตร  
วท.บ.สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ว่าที่ ร.ต.ดร.รุ่งสรรค์ เกตุอืด  
หัวหน้าภาควิชา  
ทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อม

## Abstract

This particular study on the distribution of lightning strikes that cause fatalities in Thailand aims to investigate the distribution of lightning-related deaths across different regions of Thailand over a 40-year period and to analyze the causal relationships between lightning fatalities and geographic factors, including to topography, economic conditions, urbanization, and agricultural areas. The study find that seasonality affects the frequency of lightning strikes, with the rainy season having the highest incidence. The climate change and atmospheric humidity may influence the annual occurrence of lightning. The lowland areas with agricultural land use are more prone to lightning due to open spaces and the lack of protective structures. An Ordinary Least Squared analysis shows a positive relationship between geographic factors (such as topography, GPP values, and the proportion of agricultural workers) and lightning frequency. The Geographically Weighted Regression analysis reveals the spatial variation, indicating that the rural areas with significant agricultural activity are at a higher risk compared to urban areas.

**คำสำคัญ** การเสียชีวิตจากฟ้าผ่า การถดถอยเชิงเส้นรากลำสอง การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

## ที่มาและความสำคัญ

ฟ้าผ่าเป็นหนึ่งในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เก่าแก่ที่สุดในโลกที่มีการสังเกตพบ สามารถมองเห็นได้ในการระเบิดของภูเขาไฟ ไฟป่าที่รุนแรงอย่างยิ่ง การระเบิดของนิวเคลียร์ที่พื้นผิว พายุหิมะตกหนัก ในพายุเฮอริเคนขนาดใหญ่ และที่เห็นได้ชัดคือพายุฝนฟ้าคะนอง ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการติดตามพายุรุนแรงขององค์การบริหารการบินและอวกาศ ระบุว่า ฟ้าผ่าเป็นประกายไฟขนาดยักษ์ในชั้นบรรยากาศระหว่างเมฆ อากาศ หรือพื้นดิน ในช่วงแรกของการพัฒนา อากาศทำหน้าที่เป็นฉนวนระหว่างประจุบวกและประจุลบในเมฆ และระหว่างเมฆกับพื้นดิน เมื่อประจุตรงข้ามสะสมเพียงพอ ความสามารถในการเป็นฉนวนของอากาศจะพังทลายลง และเกิดการปล่อยกระแสไฟฟ้าอย่างรวดเร็วซึ่งเราเรียกว่าฟ้าผ่า ฟ้าผ่าวาบจะทำให้บริเวณที่มีประจุในชั้นบรรยากาศเท่ากันชั่วคราว (NOAA National Severe Storms Laboratory สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2567) จนกระทั่งประจุตรงข้ามก่อตัวขึ้นอีกครั้ง ทั้งนี้ ฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นระหว่างประจุตรงข้ามภายในเมฆพายุฝนฟ้าคะนองที่เป็นฟ้าผ่าภายในเมฆ หรือระหว่างประจุตรงข้ามกันในเมฆและบนพื้นซึ่งเป็นฟ้าผ่าจากเมฆสู่พื้น

Met Office (สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2567) ระบุว่า เมื่อเคลื่อนตัวในเมฆ ลูกเห็บจะรับประจุลบโดยการถูกับผลึกน้ำแข็งที่มีประจุบวกที่เล็กกว่า ประจุลบจะก่อตัวที่ฐานเมฆที่ลูกเห็บสะสมอยู่ ส่วนผลึกน้ำแข็งที่เบากว่าจะอยู่ใกล้ยอดเมฆและสร้างประจุบวก ประจุลบจะถูกดึงดูดไปยังพื้นผิวโลก รวมถึงเมฆและวัตถุอื่นๆ เมื่อแรงดึงดูดรุนแรงเกินไป ประจุบวกและลบจะรวมตัวหรือคายประจุเพื่อสร้างสมดุล ซึ่งเกิดเป็นฟ้าผ่า การขยายตัวอย่างรวดเร็วและความร้อนของอากาศที่เกิดจากฟ้าผ่าทำให้เกิดเสียงฟ้าร้องตามมา ซึ่ง Colin Price (2009) ระบุว่า การกระจายตัวของฟ้าผ่าทั่วโลกมีความเชื่อมโยงโดยตรงกับสภาพอากาศของโลก ซึ่งได้รับแรงหนุนจากไข้แดด ความร้อนรายวันและตามฤดูกาลของผืนแผ่นดินภาคพื้นทวีปส่งผลให้เกิดความผันผวนอย่างมากของอุณหภูมิ ส่งผลต่อเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศ และการพัฒนาของพายุฝนฟ้าคะนอง กิจกรรมฟ้าผ่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิพื้นผิวในช่วงเวลาสั้นๆ และเนื่องจากการคาดคะเนสภาพอากาศที่อุ่นขึ้นในอนาคต คำถามสำคัญข้อหนึ่งเกี่ยวข้องกับผลกระทบของภาวะโลกร้อนในอนาคตต่อฟ้าผ่า พายุฝนฟ้าคะนอง และสภาพอากาศเลวร้ายอื่นๆ ฟ้าผ่าเองยังเชื่อมโยงกับความแปรผันของไอน้ำในชั้นโทรโพสเฟียร์ตอนบน และโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นก๊าซเรือนกระจกที่รุนแรง การศึกษาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศแสดงให้เห็นว่าในอนาคตสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น เราอาจมีพายุฝนฟ้าคะนองโดยรวมน้อยลง แต่มีพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงมากขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มปริมาณฟ้าผ่า 10% ต่อภาวะโลกร้อนทุกๆ 1 องศา

สำหรับรูปแบบของสายฟ้าที่พาดลงมาจกฟ้าผ่า ที่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ นั้น Chandima Gomes (2012) ได้ทำการศึกษาแล้วระบุว่าทั้งหมด 6 รูปแบบด้วยกัน ประกอบด้วย สายฟ้าพาดตรง (direct strikes) สัตว์ในทุ่งโล่งที่ทำตัวเองให้ยื่นออกมาสูงในบริเวณใกล้เคียงอาจถูกฟ้าผ่าโดยตรง หากผู้นำที่ตอบรับจากสัตว์พบกับผู้นำขึ้นฟ้าผ่า ในกรณีดังกล่าว กระแสฟ้าผ่าทั้งหมดอาจผ่านหรือผ่านร่างกายของเหยื่อ ยิ่งวัตถุมีความสูงเหนือวัตถุอื่นในบริเวณใกล้เคียงมากเท่าใด โอกาสที่วัตถุจะถูกฟ้าผ่าก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น แม้ว่าพารามิเตอร์อื่นๆ อีกหลายตัวจะส่งผลต่อการเลือกวัตถุที่ถูกโจมตีด้วยก็ตาม

สายฟ้าพาดจากด้านข้าง (side flashes) สัตว์ที่อยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ เสาใหญ่ หรือภายในเต็นท์ที่แขวนอยู่บนเสาไม้ อาจได้รับสายฟ้าพาดจากด้านข้างของฟ้าผ่าได้ หากต้นไม้หรือเต็นท์ถูกฟ้าผ่า ในกรณีเช่นนี้ กระแสฟ้าผ่าทั้งหมดหรือบางส่วน อาจผ่านร่างกายของเหยื่อได้ กระแสแตะสัมผัส (touch potential) หากส่วนหนึ่งในร่างกาย

ของสัตว์ตัวสูงสัมผัสกับพื้นในขณะที่อีกส่วนหนึ่งสัมผัสกับวัตถุที่ถูกฟ้าผ่าที่ระดับความสูงที่สูงกว่า กระแสไฟฟ้าบางส่วนอาจไหลผ่านตัวของมันได้ กระแสเพิ่มศักย์จากความห่างของเท้าหน้าเท้าหลัง (step potential) อันตรรกะจากฟ้าผ่าที่บ่ออยู่ที่สุดในสัตว์สี่ขา เมื่อเท้าหน้าและเท้าหลังของสัตว์อยู่ห่างกันเพียงพอ กระแสไฟฟ้าบางส่วนอาจไหลผ่านร่างกายได้ในบางกรณี

กระแสไฟฟ้ายกกระดืบ (upward streamers) เมื่อเกิดฟ้าผ่าปล่อยกระแสลงมาจากเมฆสู่พื้นดิน กระแสตัวนำที่ถูกส่งลงมามีจะเป็นประจุลบ มันจะสร้างสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มข้นสูงในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นวัตถุจำนวนมากในบริเวณโดยรอบ จึงเริ่มส่งลำแสงที่มีประจุตรงข้ามไปยังกระแสตัวนำที่ก้าวกระโดดลงมา เมื่อหนึ่งในกระแสตัวนำที่ตอบรับประสบความสำเร็จในการพบกับตัวนำขึ้นบันได คนอื่นๆ ก็จะไปหายตัวไป ตัวนำกระแสในการตอบรับเหล่านี้ บ่อยที่สุดก่อให้เกิดกระแสขนาดเล็กผ่านร่างของวัตถุที่ส่งพวกมันไป และสุดท้าย ความใกล้ชิดกับสายฟ้าฟาด (proximity to the strike) คลื่นกระแทกที่เกิดจากแนวช่องของฟ้าผ่าที่มีการขยายตัวของอากาศอย่างกะทันหัน ที่อาจสร้างความเสียหายต่อผิวหนังหรือแก้วหู เมื่อสัตว์อยู่ใกล้กับจุดโจมตีของฟ้าผ่ามากๆ นอกจากนี้ แสงจ้าอาจทำให้ตาของสัตว์ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงมองไม่เห็น

ผลกระทบจากฟ้าผ่าเมื่อถูกฟ้าผ่า กระแสไฟฟ้าที่ส่งผ่านทางร่างกายอาจสร้างความเสียหายต่ออวัยวะต่างๆ รวมทั้งเส้นประสาท ซึ่งอาจทำให้ปวดหัว เกิดแผลไหม้ สูญเสียการได้ยิน กระดุกหัก เป็นอัมพาต จนถึงขั้นหมดสติและอาจเสียชีวิตได้ ฟ้าผ่าจึงถือเป็นอุบัติเหตุสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม ทุกคนควรศึกษาวิธีป้องกันการถูกฟ้าผ่าตลอดจนเรียนรู้วิธีช่วยเหลือหรือปฐมพยาบาลผู้ที่ถูกฟ้าผ่าในเบื้องต้นเพื่อรับมือกับเหตุการณ์เฉพาะหน้านี้ได้ (POB PAD สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2567)

การวิจัยเรื่อง 'การกระจายทางพื้นที่ของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย' ครั้งนี้ต้องการค้นหาอิทธิพลของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าของคนไทยในรอบ 40 ปี โดยมีอัตราส่วนการเสียชีวิตต่อประชากร 1 แสนคนรายจังหวัด เป็นตัวแทนการเสียชีวิต ซึ่งการเสียชีวิตดังกล่าวนี้ เป็นผลมาจากภูมิประเทศ ระดับความสูง ระดับความเป็นเมือง อาชีพเกษตร โดยทำการวิเคราะห์ด้วย OLS และ GWR

## กรอบแนวคิด และทบทวนวรรณกรรม

เพื่อค้นหาช่องว่างของงานวิจัยที่ยังขาดอยู่และให้ได้แนวทางการวิจัยที่เหมาะสม สามารถตอบคำถามการวิจัยได้อย่างชัดเจน การวิจัยเรื่อง 'การกระจายทางพื้นที่ของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย' ครั้งนี้จึงได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จำนวน 8 เรื่อง ประกอบด้วยงานวิจัยของ Ferdous Ahmed (2024) เรื่อง "การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS เพื่อสร้างฉากทัศน์ฟ้าผ่าในบังคลาเทศ" วิเคราะห์ข้อมูลใช้ ArcGIS เพื่อวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ และสรุปว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติฟ้าผ่ามากที่สุด ในทางตรงกันข้าม พื้นที่ทางตอนใต้มีความอ่อนไหวต่อเหตุการณ์ดังกล่าว น้อยกว่า โดยพื้นที่ Sunamganj, Habiganj and Naogaon รายงานจำนวนผู้เสียชีวิตสูงสุด กล่าวคือ Sunamganj มีอัตราการเสียชีวิตสูงสุดที่ 6.49, Habiganj ที่ 5.88, และ Chapai Nawabganj ที่ 4.33 ต่อประชากรหนึ่งล้านคน

เรื่องที่สองเป็นงานวิจัยของ Shadrec Mpanga (2024) เรื่อง "ความแปรผันเชิงพื้นที่และเวลาของฟ้าผ่าแฉมเปียสำหรับการออกแบบการป้องกันฟ้าผ่าของโครงสร้างพื้นฐาน" การวิจัยนี้นำเสนอวิธีการใช้ข้อมูล Lightning จาก GLD360 เพื่อประมาณค่าความหนาแน่นของแสงวาบภาคพื้นดินและการวิเคราะห์ปัจจัยทางภูมิศาสตร์และ

สภาพอากาศที่มีผลต่อฟ้าผ่า โดยใช้ Thunderstorm Manager จาก Vaisala Inc. เพื่อศึกษาพายุฝนฟ้าคะนองใน แชนเบีย เพื่อเสนอวิธีการป้องกันและประเมินความเสี่ยงจากฟ้าผ่าในภูมิภาคนี้

เรื่องที่สามเป็นงานวิจัยของ Manoranjan Mishra (2022) “การทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงหลักของการเสียชีวิต จากฟ้าผ่าระหว่างปี 2000 ถึง 2020 ในรัฐโอริสสา (อินเดีย): วิธีการวินิจฉัยเพื่อลดการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าโดยใช้การ วิเคราะห์ทางสถิติและกาลเทศะ” การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ความแปรผันเชิงปริภูมิและเวลาของสายฟ้าแลบและการ เสียชีวิตจากฟ้าผ่าจำนวนแฟลชทั้งหมด 2,173,544 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 5,706 รายในเขตต่างๆ ของรัฐโอริสสาในช่วง ที่วิเคราะห์ ซึ่งเขตชายฝั่งของ Mayurbhanj, Sundergarh and Keonjhar ได้รับผลกระทบมากที่สุดจากฟ้าผ่าบน เมฆ ในขณะที่เขตชายฝั่งของ Ganjam, Dhenkanal and Cuttack ก็ได้รับผลกระทบหนัก การเพิ่มขึ้นของ เหตุการณ์ฟ้า

เรื่องที่สี่เป็นงานวิจัยของ Isabell Stucke (2024) เรื่อง “การวินิจฉัยฟ้าผ่าขาขึ้นจากวัดสูงจาก สภาพแวดล้อมที่มีพายุฝนฟ้าคะนอง” จำลองฟอเรนส์ที่ใช้ตัวแปรอนุกรมเท่านั้นสามารถวินิจฉัยฟ้าผ่าที่หอคอย Gaisberg ได้อย่างสำเร็จ โดยมีประสิทธิภาพมากที่สุดในฤดูหนาวและช่วงเปลี่ยนผ่าน และยังเห็นได้ว่ามี ความสำเร็จในการวินิจฉัยฟ้าผ่าในภูมิภาคอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งเป็นการท้าทายสำคัญสำหรับการประเมินความเสี่ยง จากฟ้าผ่าที่แม่นยำขึ้นในอนาคต

เรื่องที่ห้าเป็นงานวิจัยของ Yeng, Weng and Leong (2024) เรื่อง “การสังเกตการณ์ 3 ปีในการ วิเคราะห์ฟ้าผ่าจากเมฆสู่พื้นในคาบสมุทรมาเลเซียโดยใช้ทฤษฎีกราฟ” บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงบวกที่แข็งแกร่ง ระหว่างกราฟกำกับที่สร้างขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ซึ่งบ่งบอกถึงพฤติกรรมการโจมตี CGL ที่สอดคล้องกันในบาง ภูมิภาคของมาเลเซีย วิธีการที่นำเสนอในรูปแบบของขอบโดยตรงจะช่วยลดความซับซ้อนในการคำนวณดังนั้นจึง ทำให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบทำนายฟ้าผ่าที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรื่องที่หกเป็นงานวิจัยของ Chandima Gomes (2012) เรื่อง “ช่วยสัตว์เลี้ยงปศอภัยจากฟ้าผ่า” บทความนี้มีเนื้อหาสำคัญเกี่ยวกับอันตรายจากฟ้าผ่าที่ เกิดกับสัตว์ โดยเน้นความปลอดภัยของสัตว์ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อฟ้าผ่า เช่น โค กระบือ แกะ แพะ รวมถึงสัตว์ที่ มีมูลค่าสูงอย่างช้าง ม้า และยีราฟ สัตว์เหล่านี้เสี่ยงต่ออันตรายจากฟ้าผ่าเมื่ออยู่ในที่โล่ง ซึ่งฟ้าผ่าก่อให้เกิดอาการ บาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ บทความวิเคราะห์กลไกการบาดเจ็บต่าง ๆ เช่น ฟ้าผ่าตรง การกระแสผ่านตัว การไหลของ ไฟฟ้าในดิน และความเสี่ยงจากการสัมผัสวัตถุที่ถูกฟ้าผ่า นอกจากนี้ยังเสนอแนวทางป้องกันเชิงวิศวกรรมสำหรับ ฟาร์มและพื้นที่เลี้ยงสัตว์เพื่อลดความเสี่ยง

ขณะที่เรื่องที่เจ็ดเป็นงานวิจัยของ Ronald L. Holle (2016) เรื่อง “จำนวนสายฟ้าทั่วโลกที่ได้รับการ บันทึกไว้ผู้เสียชีวิต” สรุปสถิติการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าทั่วโลก โดยพบว่าอัตราการเสียชีวิตสูงในประเทศที่พัฒนาน้อย กว่าเมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาสูงกว่าหลายเท่า ทั้งนี้ บทความยังประเมินจำนวนการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในหลาย ประเทศ และตั้งข้อสังเกตว่าอัตราการเสียชีวิตในบางประเทศ เช่น มาลาวี อาจบ่งชี้ถึงการมีผู้เสียชีวิตจากฟ้าผ่าใน ประเทศที่พัฒนาได้น้อยที่มากกว่ารายงาน และสุดท้ายเป็นงานวิจัยของกิตติพัฒน์ บัญทลนพรัตน์ และจันทร์เพ็ญ ปริกานต์ (2024) เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและพื้นที่ของความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าและ กระแสไฟฟ้าสูงสุดของลำฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทย” ในการศึกษาฟ้าผ่าในประเทศไทย พบว่าการเกิดฟ้าผ่ามี ความหนาแน่นต่างกันในแต่ละภูมิภาค โดยมีการสังเกตเป็นพิเศษในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ ส่วน กระแสไฟฟ้าสูงสุดของลำฟ้าผ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 61.1 kA โดยมีค่าเฉลี่ยของการเกิดฟ้าผ่าสูงสุดในช่วงเดือนมีนาคมถึง

พฤษภาคม เช่นกัน การศึกษานี้จึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำมาใช้ในการวางแผนและจัดการฟ้าผ่าในอนาคตของประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

จากงานวิจัยที่ได้ทำการทบทวนมาทั้งหมด ประกอบกับองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมมา ทำให้สามารถเขียนเป็นกรอบแนวความคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 1 ต่อไปนี้



**กรอบแนวคิดงานวิจัย**

ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดงานวิจัย

**ระเบียบวิธีวิทยา**

**1. ข้อมูลผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่า**

- ข้อมูลผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่า ทำการสืบค้นข่าวจากหนังสือพิมพ์ออนไลน์ ในรอบ 40 ปีย้อนหลัง
  - ข้อมูลจากแหล่งข่าวที่น่าเชื่อถือ หนังสือพิมพ์มักมีมาตรการในการคัดกรองข้อมูลและข่าวที่เผยแพร่ ทำให้ข้อมูลจากแหล่งนี้มีความน่าเชื่อถือสูงและสามารถอ้างอิงได้ในงานวิจัย
  - ให้รายละเอียดเกี่ยวกับบริบททางสังคมและเศรษฐกิจ ข่าวฟ้าผ่าในหนังสือพิมพ์มักกล่าวถึงบริบททางสังคมและผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยให้เราเข้าใจผลกระทบในเชิงกว้างมากขึ้น
  - มีแหล่งอ้างอิงชัดเจน ข่าวที่มาจากหนังสือพิมพ์มักระบุแหล่งข้อมูลและบุคคลที่เกี่ยวข้อง ช่วยให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้สะดวก
  - มีการบันทึกอย่างเป็นระบบ หนังสือพิมพ์มักเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถอ้างอิงย้อนหลังได้ง่ายโดยใช้ชื่อหนังสือพิมพ์ วันที่ และเลขหน้า
- นอกจากนี้ ยังได้สืบค้นเพิ่มเติมจากฐานข้อมูลของศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา
- ความเชี่ยวชาญและมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยามีการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และประเมินตามมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัย ทำให้มีความถูกต้องสูงและเชื่อถือได้

- ข้อมูลเชิงลึกและครบถ้วน กรมอุตุนิยมวิทยามีข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศและเหตุการณ์ฟ้าผ่าที่ละเอียดและครอบคลุม ตั้งแต่ข้อมูลเชิงสถิติ สภาพภูมิอากาศในช่วงต่างๆ จนถึงการคาดการณ์แนวโน้มของฟ้าผ่า ทำให้เหมาะแก่การใช้ในงานวิจัยหรือการวิเคราะห์ในเชิงลึก
- การวิเคราะห์เชิงวิชาการ ศูนย์ภูมิอากาศจะให้ข้อมูลเชิงวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับสภาพอากาศ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดฟ้าผ่า รวมถึงแนวโน้มทางภูมิอากาศที่ช่วยให้ผู้สืบค้นเข้าใจบริบทของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น
- แหล่งอ้างอิงอย่างเป็นทางการ กรมอุตุนิยมวิทยาเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจหน้าที่ในการดูแลเรื่องภูมิอากาศของประเทศ ทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้อ้างอิงอย่างเป็นทางการในงานวิจัยและรายงานได้

## 2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นรากลำดับสอง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นรากลำดับสอง (OLS: Ordinary Least Squares) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variables) โดยมุ่งเน้นไปที่การประมาณค่าของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายค่าของตัวแปรตาม ซึ่ง OLS เป็นเทคนิคพื้นฐานในสถิติเชิงอนุมานและมักใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) โดยเป้าหมายหลักของการวิเคราะห์ OLS คือ การหาสมการเส้นตรงที่ผ่านจุดข้อมูลให้ใกล้เคียงกับจุดข้อมูลมากที่สุด ซึ่งเส้นตรงนี้คือเส้นที่มีค่า “ผลรวมของความแตกต่างยกกำลังสอง” (Sum of Squared Errors) ระหว่างค่าจริงและค่าที่คาดการณ์ไว้ต่ำที่สุด ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าคาดการณ์นี้เรียกว่า “Residual” หรือ “Error” สมการเส้นตรงใน OLS จึงมีรูปแบบ:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

การเลือกตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

- กำหนดตัวแปรตาม  $Y$  (Dependent Variable) ซึ่งอาจเป็นจำนวนครั้งฟ้าผ่าในพื้นที่ต่าง ๆ
- กำหนดตัวแปรอิสระ  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (Independent Variables) ได้แก่ ภูมิประเทศ ผลผลิตมวลรวม (GPP) และอัตราส่วนเกษตรกร
- $\beta_0$  ค่าคงที่หรือตัดแกน  $Y$  (Intercept)
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  คือค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficients) ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว
- $\varepsilon$  ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) หรือค่า Residual

OLS มีการประยุกต์ใช้ในหลายสาขา เช่น เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ และการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งการใช้ OLS มีประโยชน์ในการ

- ทำนาย ค่า  $Y$  ตามค่าของ  $X$
- ตรวจสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ หากมีการควบคุมปัจจัยที่เหมาะสม

## การเตรียมข้อมูล

- ตรวจสอบตัวแปรให้สอดคล้องกัน เช่น ค่าจำนวนครั้งฟ้าผ่า (เช่น ประเภทของภูมิภาคประเทศ), ผลผลิตมวลรวม (GPP), และอัตราส่วนเกษตรกร (เช่น สัดส่วนประชากรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม)
- แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปคำนวณได้ หากจำเป็น เช่น การกำหนดระดับขนาด หรือการแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

## การคำนวณค่า OLS

- การคำนวณค่า OLS (Ordinary Least Squares) ใน Excel สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือ Data Analysis
- ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรและค่า p-value เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

## 3. การวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ (GWR: Geographically Weighted Regression) เป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติที่พัฒนาต่อจากการถดถอยเชิงเส้นธรรมดา (OLS) ซึ่ง GWR มุ่งเน้นในการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยให้ความสำคัญกับความแตกต่างของปัจจัยในแต่ละพื้นที่อย่างละเอียด การวิเคราะห์นี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ข้อมูลด้านภูมิศาสตร์ เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อม

ใน GWR ค่าของตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จะถูกปรับน้ำหนักตามตำแหน่งเชิงพื้นที่ ซึ่งทำให้ค่าของค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งในพื้นที่ ทำให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระในแต่ละพื้นที่ได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น สมการของ GWR มีรูปแบบ:

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)X_{1i} + \beta_2(u_i, v_i)X_{2i} + \dots + \beta_n(u_i, v_i)X_{ni} + \varepsilon_i$$

โดยที่

- $Y_i$  คือตัวแปรตาม ณ จุดที่  $i$
- $(u_i, v_i)$  คือตำแหน่งเชิงพื้นที่ของจุด  $i$
- $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ni}$  คือตัวแปรอิสระในจุด  $i$
- $\beta_0(u_i, v_i), \beta_1(u_i, v_i), \dots, \beta_n(u_i, v_i)$  คือค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันไปตามตำแหน่ง
- $\varepsilon_i$  คือค่าความคลาดเคลื่อนในจุด  $i$

## วิธีการทำงานของ GWR

- การถ่วงน้ำหนักตามพื้นที่ GWR ใช้ระยะห่างทางภูมิศาสตร์ระหว่างจุดข้อมูลเพื่อคำนวณน้ำหนัก โดยจุดที่อยู่ใกล้จะได้รับน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกล ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ตามตำแหน่ง
- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะที่ สำหรับแต่ละจุดข้อมูล GWR จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระที่ต่างกัน ทำให้เราสามารถมองเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของความสัมพันธ์

## ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับ GWR

- เตรียมข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ข้อมูล X และ Y ต้องมีพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์ตามพื้นที่ได้ เช่น พิกัดละติจูดและลองจิจูด
- ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่นเดียวกับ OLS คุณควรตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่ใน GWR คุณจะต้องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ด้วย

การคำนวณ GWR จะใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะที่รองรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เช่น ArcGIS หรือ QGIS

- เปิดเครื่องมือ GWR จากหมวด Spatial Statistics > Modeling Spatial Relationships
- ระบุค่าตัวแปรอิสระ (เช่น ฟ้าผ่า ภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม อัตราส่วนเกษตรกร) และตัวแปรตาม (เช่น จำนวนผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บ)
- เลือกพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น วิธีการคำนวณน้ำหนัก และระยะของเพื่อนบ้านที่มีอิทธิพลต่อจุดที่กำลังคำนวณ
- ตรวจสอบผลลัพธ์ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์เชิงพื้นที่ (Spatial Coefficients) และค่า AIC (Akaike Information Criterion) เพื่อประเมินคุณภาพของโมเดล

## 4. การใช้ SPSS ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย

การเสียชีวิตจากฟ้าผ่าเป็นประเด็นที่น่าสนใจซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการศึกษาปัจจัยทางภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อม เพื่อทำความเข้าใจและลดความเสี่ยงจากเหตุการณ์ทางธรรมชาติ การวิจัยของเรามีเป้าหมายที่จะสำรวจปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา และสามารถระบุปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในระดับประเทศได้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ โปรแกรม SPSS ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าและตัวแปรทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ ภูมิภาค ระดับความเป็นเมือง และอาชีพทางการเกษตร ตัวแปรเหล่านี้ถูกเลือกเข้ามาเนื่องจากมีความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมและความเสี่ยงในการถูกฟ้าผ่าของประชาชนในพื้นที่ต่างๆ ตัวแปร "อัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่า" ถูกกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ขณะที่ตัวแปรทางภูมิศาสตร์ดังกล่าวทั้งสิ้นตัว ถูกกำหนดเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables)



## ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ เราเริ่มต้นด้วยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นธรรมดา (OLS: Ordinary Least Squares) ผ่านโปรแกรม SPSS เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรอิสระกับอัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่า ขั้นตอนการวิเคราะห์นี้สามารถช่วยให้เข้าใจถึงความเชื่อมโยงของปัจจัยต่างๆ ในภาพรวมได้อย่างชัดเจนมากขึ้น โปรแกรม SPSS จะสร้างสมการเส้นตรงที่สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ โดยมีการประมวลผลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Coefficients) ของตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยนั้นๆ ต่อการเสียชีวิต

### การตีความผลลัพธ์

ผลการวิเคราะห์ใน SPSS ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการแปรผันของอัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย โดยมีปัจจัยหลักที่ส่งผลอย่างชัดเจน ได้แก่ ค่า  $R_2$  ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ในการอธิบายความผันแปรของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ( $\beta$ ) ของแต่ละตัวแปรสะท้อนถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านี้ต่ออัตราการเสียชีวิต และค่า  $p$  ช่วยให้เราสามารถพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยแต่ละตัว โดยทั่วไป หากค่า  $p$  มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการเสียชีวิตจากฟ้าผ่า ซึ่งจะถูกนำมาพิจารณาเป็นปัจจัยสำคัญในการวิจัย

### ผลลัพธ์การวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่า วิเคราะห์โดยใช้จำนวนครั้งฟ้าผ่า โดยวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ เช่น ภูมิภาค ผลผลิตมวลรวมต่อหัวประชากรและสัดส่วนของประชากรที่มีอาชีพเป็นเกษตรกร ด้วยวิธี OLS และ GWR

## 1. การเสียชีวิตจากฟ้าผ่ารอบ 40 ปี แบ่งตามภูมิภาค และเป็นตามช่วงเวลา

จากข้อมูลที่ได้ทำให้เห็นการกระจายของการเสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าแบ่งตามภูมิภาคของประเทศไทย รอบ 40 ปี โดยพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บมากที่สุด 188 ราย คิดเป็นร้อยละ 49.73 ของผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าทั้งหมด รองลงมาเป็นภาคตะวันออก 62 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.40 ของผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าทั้งหมด ขณะที่ภาคเหนือมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ 56 ราย ภาคกลางมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ 35 ราย ภาคใต้มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ 35 ราย และภาคตะวันตกมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บเพียง 2 ราย

ทั้งนี้ ผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าส่วนใหญ่ถูกฟ้าผ่ากลางแจ้ง จำนวน 95 ราย คิดเป็นร้อยละ 27.13 ใต้ต้นไม้ 58 ราย คิดเป็นร้อยละ 15.34 เสียชีวิตที่หลบฝน 49 ราย คิดเป็นร้อยละ 12.92 และมีเพียง 2 รายเท่านั้นเสียชีวิตภายในอาคาร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.53 โดยมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าอีกร้อยละ 53.97 สถิติที่เก็บรวบรวมมาไม่ได้ระบุสถานที่

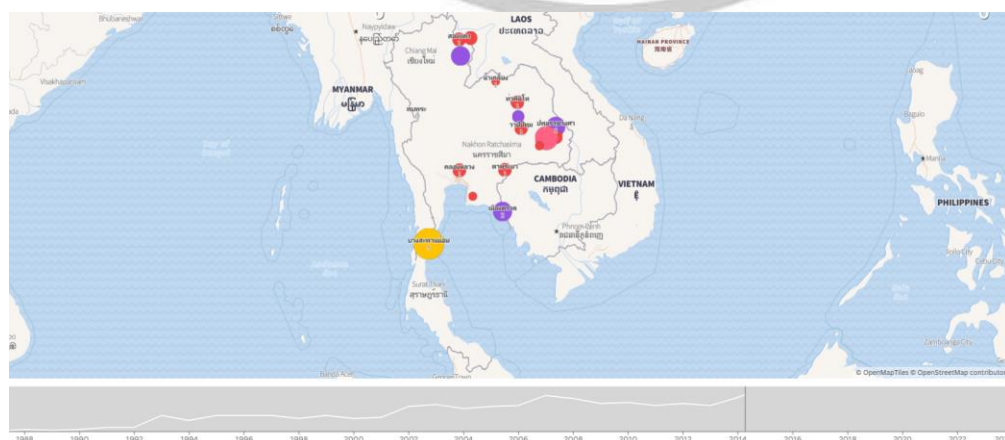
ตารางที่ 1 การกระจายของการเสียชีวิตและบาดเจ็บจากฟ้าผ่าแบ่งตามภูมิภาคของประเทศไทย รอบ 40 ปี

	สถานที่ฟ้าผ่า					รวม
	กลางแจ้ง	ที่หลบฝน	ต้นไม้	อาคาร	ระบุไม่ได้	
ภาคเหนือ	8	0	26	1	21	56
ภาคกลาง	10	1	11	1	12	35
ภาคอีสาน	38	36	8	0	106	188
ภาคตะวันออก	31	4	5	0	22	62
ภาคใต้	8	8	6	0	13	35
ภาคตะวันตก	0	0	2	0	0	2
รวม	95	49	58	2	174	378

พิจารณาเฉพาะการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์ และสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตารางที่ 2 ข้างล่าง พบว่า ในรอบ 40 ปี การเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย จำนวน 216 ราย บาดเจ็บ จำนวน 162 ราย เฉลี่ยแล้วประชาชนชาวไทยเสียชีวิตจากฟ้าผ่า ปีละ 5.4 ราย โดยมีสัดส่วนผู้เสียชีวิต/ผู้บาดเจ็บ 1.333 ซึ่งสถิติเหล่านี้ได้นำไปแสดงพื้นที่และช่วงเวลาของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าเป็นแผนที่แอนิเมชัน ดังภาพที่ 2 ข้างล่าง

ตารางที่ 2 สถิติการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย รอบ 40 ปี

ผู้เสียชีวิตจากฟ้าผ่า 40 ปี	216 ราย
บาดเจ็บ 40 ปี	162 ราย
โดยเฉลี่ยเสียชีวิตปีละ	5.4 ราย
สัดส่วนผู้เสียชีวิต/ผู้บาดเจ็บ	1.333



ภาพที่ 2 การกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าแบ่งตามช่วงเวลาของประเทศไทย รอบ 40 ปี  
 ลิงค์แผนที่แอนิเมชัน: <https://public.flourish.studio/visualisation/19466822/>

ตารางที่ 3 การกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าแบ่งตามช่วงเวลาของประเทศไทย รอบ 40 ปี

ช่วงเวลา	เสียชีวิต (ราย)	บาดเจ็บ (ราย)
<1992	10	0
1993-1997	28	6
1998-2002	20	9
2003-2007	26	22
2008-2012	24	18
2013-2017	49	56
>2018	59	51
รวม	216	162

จากข้อมูลที่รวบรวมมาระหว่างปี 2013-2017 พบว่า มีผู้เสียชีวิตมากกว่าช่วงก่อนทุกช่วงถึง 1 เท่าตัวโดยช่วงปี 1993-2012 มีผู้เสียชีวิตช่วงละ 20-28 รายทำนั้นแต่ช่วง 2013-2017 และช่วง2018เป็นต้นมามีผู้เสียชีวิต 49 และ 59 รายตามลำดับ

## 2. ผลการวิเคราะห์ด้วย OLS

จำนวนครั้งฟ้าผ่า ผู้เสียชีวิตสูงสุด ผู้เสียชีวิต ผู้บาดเจ็บ และจำนวนผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง Multiple R แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ยิ่งค่าสูงแสดงถึงความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่ง โดยจำนวนครั้งฟ้าผ่ามีค่า Multiple R สูงสุด (0.5889) R Square แสดงสัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรตามที่อธิบายได้โดยตัวแปรอิสระ โดยจำนวนครั้งฟ้าผ่าอธิบายได้สูงสุดที่ 34.68% Adjusted R Square ปรับปรุง R Square ให้แม่นยำขึ้นหลังคำนึงถึงจำนวนตัวแปร โดยจำนวนครั้งฟ้าผ่ามีค่าสูงสุด (0.3199) Standard Error แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ จำนวนครั้งฟ้าผ่ามีคลาดเคลื่อนต่ำสุด (2.05661) Observations ข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด 77 จังหวัด F และ Significance F ทดสอบความสำคัญของโมเดล ซึ่งโมเดลทั้งหมดมีความสำคัญทางสถิติ (Significance F < 0.05)

การวิเคราะห์ OLS นี้ ตัวแปรถูกตัดออกไปจากสมการ 1 ตัว คือ สัดส่วนความเป็นเมือง เนื่องจากมีระดับนัยสำคัญต่ำกว่าที่กำหนดเอาไว้ ทำให้คงเหลือตัวแปรที่นำมาแสดงในสมการวิเคราะห์เพียง 3 ตัว คือ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรอิสระบางตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในระดับที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวแปรอิสระ X Variable 2 และ X Variable 3 มักมีผลเชิงบวกที่ชัดเจน ในขณะที่ X Variable 1 มีผลลบต่อจำนวนครั้งฟ้าผ่าและจำนวนผู้เสียชีวิต

ตารางที่ 4 SUMMARY OUTPUT ของการวิเคราะห์การเสียชีวิตจากฟ้าผ่าที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรทั้งสาม

Regression Statistics	จำนวนครั้ง ฟ้าผ่า	ผู้เสียชีวิตสูงสุด	ผู้เสียชีวิต	ผู้บาดเจ็บ	จำนวนผู้ได้รับ ผลกระทบโดยตรง
Multiple R	0.588905	0.48566	0.510742	0.505795	0.535766
R Square	0.346809	0.265865	0.260857	0.255829	0.287045
Adjusted R Square	0.319966	0.204462	0.230482	0.225247	0.257746
Standard Error	2.05661	1.044026	2.991423	3.194109	5.600238
Observations	77	77	77	77	77
F	12.91969	7.510964	8.587695	8.365243	9.79692
Significance F	7.37E-07	0.00019	5.89E-05	7.48E-05	1.65E-05

ตารางที่ 5 Coefficients ของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรทั้งสาม

	จำนวนครั้งฟ้าผ่า		ผู้เสียชีวิตสูงสุด		ผู้เสียชีวิต		ผู้บาดเจ็บ		จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ โดยตรง	
	Coefficients	P-value	Coefficients	P-value	Coefficients	P-value	Coefficients	P-value	Coefficients	P-value
Intercept	-1.386948845	0.239310828	1.076887	0.073693	-0.17451	0.918579	-3.35961	0.068443	-3.53412	0.270803
X Variable 1	-0.77849674	0.018323052	-0.57795	0.000726	-1.26944	0.008368	-0.61145	0.225363	-1.8809	0.03526
X Variable 2	0.094966869	2.79744E-05	0.018541	0.089758	0.090717	0.004319	0.143734	4.03E-05	0.234451	0.000119
X Variable 3	0.090456928	1.19058E-05	0.022801	0.022335	0.097404	0.000869	0.104831	0.000796	0.202235	0.00025

ผลลัพธ์ที่ได้ที่แสดงตารางที่ 5 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ Regression Coefficients ของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่า - จำนวนครั้งฟ้าผ่า ที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรทั้งสาม คือ Coefficients ของ X Variable 1 ภูมิภาค = -0.77849674 มีระดับนัยยะสำคัญ = 0.018323052 Coefficients ของ X Variable 2 ผลผลิตมวลรวม = 0.094966869 มีระดับนัยยะสำคัญ 2.79744E-05 และ Coefficients ของ X Variable 3 สัตว์ส่วนประชาชนที่มีอาชีพทางการเกษตร = 0.090456928 มีระดับนัยยะสำคัญ 1.19058E-05

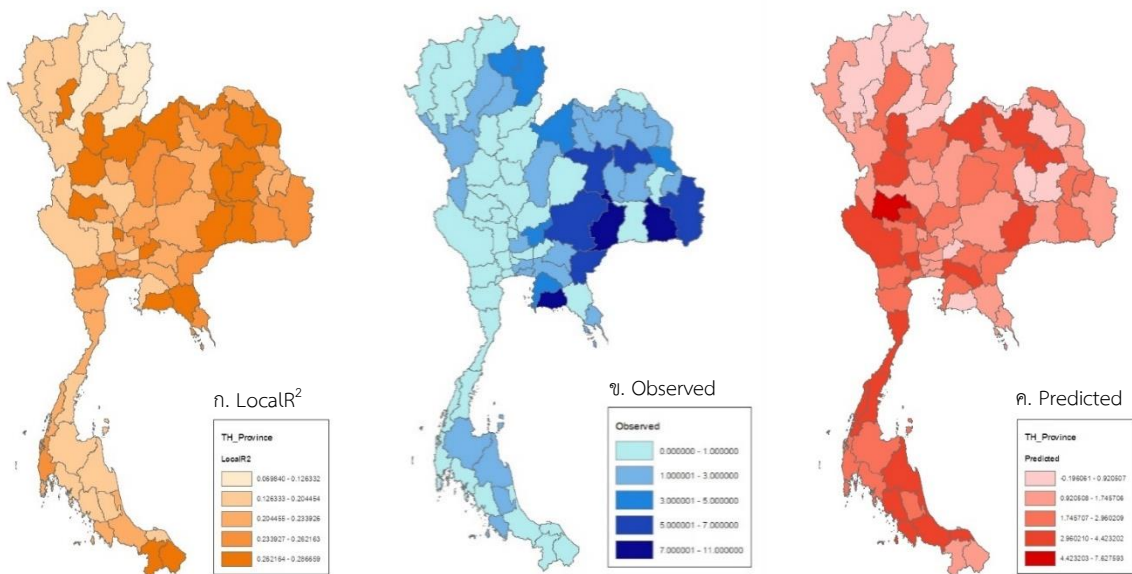
### 3. การวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

Bandwidth (ความกว้างของแถบ) ค่าที่กำหนดขอบเขตระยะห่างสำหรับการคำนวณการถดถอยเชิงพื้นที่ โดยในที่นี้ค่า Bandwidth คือ 4.9617 หมายถึงขอบเขตการคำนวณที่โมเดลจะใช้ข้อมูลรอบ ๆ จุดที่สนใจ Residual Squares (ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือ): ค่า Residual Squares คือ 321.8736 แสดงถึงผลรวมของค่าเศษเหลือ (ส่วนต่างระหว่างค่าที่คาดการณ์และค่าจริง) ยิ่งค่านี้น้อยยิ่งแสดงว่าโมเดลมีความแม่นยำมากขึ้น Effective Number (จำนวนตัวแปรที่มีประสิทธิภาพ): ค่า Effective Number คือ 9.625 แสดงจำนวนตัวแปรอิสระที่โมเดลนี้ใช้ประเมินผล ซึ่งค่านี้น่าจะช่วยให้ถึงความซับซ้อนของโมเดล Sigma (ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน): ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ 2.1857 ใช้แสดงถึงความแปรปรวนของข้อมูลในโมเดล ยิ่งค่านี้น้อยยิ่งแสดงถึงการพยากรณ์ที่แม่นยำขึ้น AICc (Akaike Information Criterion corrected): ค่า AICc คือ 348.705 ค่านี้น้อยยิ่งแสดงว่าโมเดลเหมาะสมและมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากขึ้นโดยปรับสำหรับขนาดตัวอย่างแล้ว R<sup>2</sup> (ค่าสัมประสิทธิ์กำหนด): ค่า R<sup>2</sup> คือ 0.3237 หมายถึงโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้

ประมาณ 32.37% R<sup>2</sup> Adjusted (ค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดที่ปรับปรุงแล้ว): ค่า R<sup>2</sup>Adjusted คือ 0.2371 ซึ่งปรับจาก R<sup>2</sup> โดยคำนึงถึงจำนวนตัวแปรและข้อมูล ยิ่งค่านี้สูงขึ้น โมเดลยิ่งอธิบายข้อมูลได้ดีขึ้น 8-10. Dependent Field (ตัวแปรตาม) แสดงถึงชื่อของตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ Value (0), terrain (1), GPP (2), และ proportion (3)

ตารางที่ 6 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ GWR

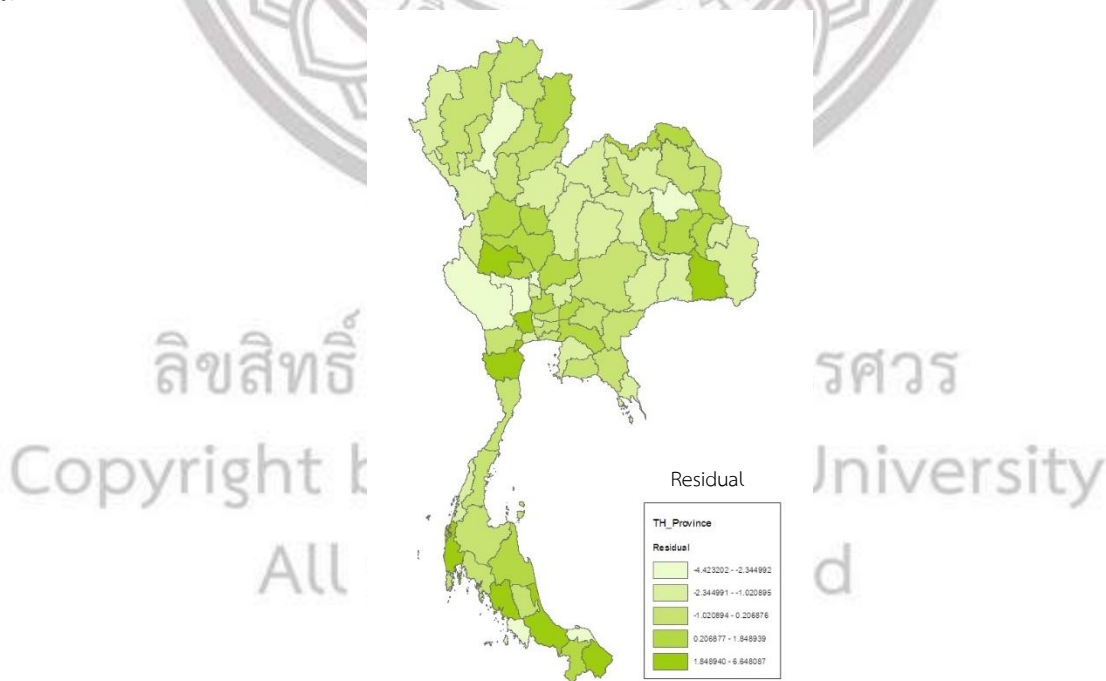
OID	Varname	Variable	Definition
0	Bandwidth	4.961726	
1	ResidualSquares	321.873553	
2	EffectiveNumber	9.625016	
3	Sigma	2.185714	
4	AICc	348.705054	
5	R2	0.323721	
6	R2Adjusted	0.237147	
7	Dependent Field	0	Value
8	Dependent Field	1	terrain
9	Dependent Field	2	GPP
10	Dependent Field	3	proportion



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงการกระจายของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่  $LocalR^2$ , Observed & Predicted ของการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต กับภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร

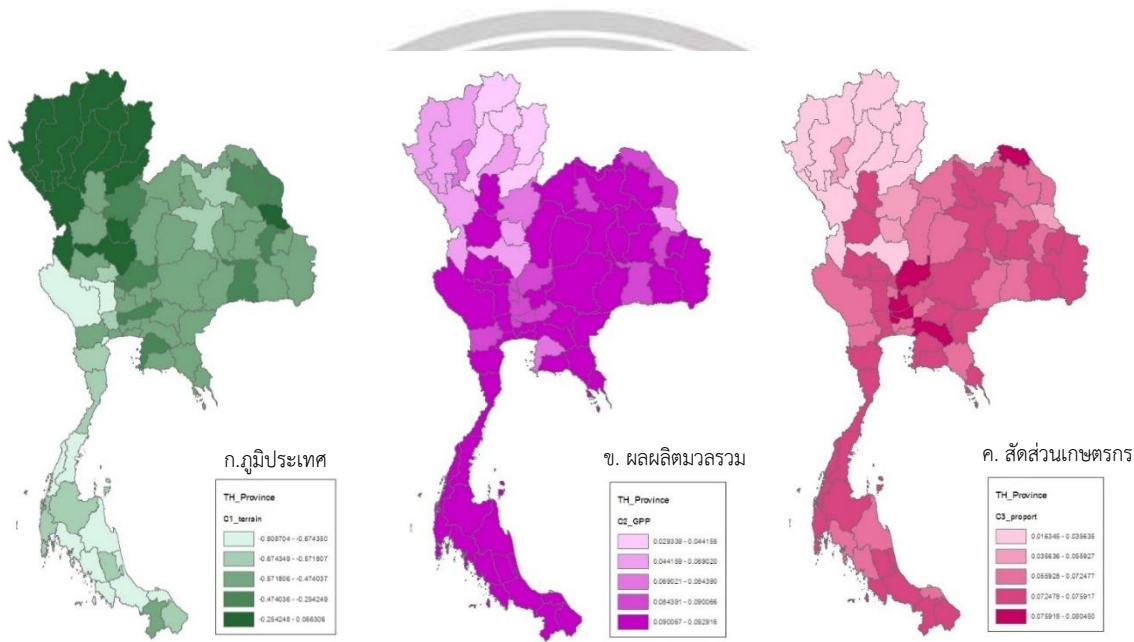
ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ GWR แสดงในภาพภาพที่ 3 ก. ข้างบน ซึ่งเป็นแผนที่แสดงการกระจายของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่  $LocalR^2$  ของการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิตกับตัวแปรทั้งสามตัว คือ ภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร โดยพบว่ามียังจังหวัดต่างๆ คิดเป็นร้อยละ 27.27 หรือ 21 จังหวัด ที่ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูงกว่าจังหวัดอื่นๆ ประกอบด้วยจังหวัดลำพูน สุโขทัย กำแพงเพชร อุทัยธานี พิษณุโลก อ่างทอง นครนายก เลย หนองคาย นครพนม สกลนคร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครนายก จันทบุรี ระยอง ยะลา และนราธิวาส ส่วนภาพที่ 3 ข. ข้างบน เป็นแผนที่แสดงการกระจายของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Observed ของการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต กับภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร โดยพบว่ามียังจังหวัดต่างๆ การกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิตเป็นจำนวนมากกว่าจังหวัดอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 18.18 เป็นจำนวน 14 จังหวัด ประกอบด้วยจังหวัดระยอง ชลบุรี สระบุรี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ อุบลราชธานี สระแก้ว นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มุกดาหาร เลย น่าน และพะเยา

และภาพที่ 3 ค. ข้างบนเป็นแผนที่การกระจายของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ Predicted ของการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต กับภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร โดยพบว่ามียังจังหวัดต่างๆ การกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิตเป็นจำนวนมากกว่าจังหวัดอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 24.68 เป็นจำนวน 19 จังหวัด ประกอบด้วยจังหวัดสุโขทัย กำแพงเพชร เลย อุตรธานี กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ ฉะเชิงเทรา อุทัยธานี กาญจนบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช สงขลา พัทลุง ปัตตานี และสตูล



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงการกระจายของ Residual ระหว่างค่าที่ Observed & Predicted ของการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต กับภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร

ผลลัพธ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของ GWR แสดงไว้ตามภาพที่ 5 ข้างบน โดยเป็นแผนที่แสดงการกระจายของความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทำนายการกระจายของฟ้าผ่าที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิต ที่มีความสัมพันธ์กับภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร โดยพบว่าร้อยละ 11.68 หรือจำนวน 9 จังหวัด ที่มีความคลาดเคลื่อนสูง ประกอบด้วยจังหวัดอุทัยธานี นครปฐม เพชรบุรี สมุทรสงคราม พังงา ตรัง สงขลา นราธิวาส และศรีสะเกษ



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงอิทธิพลของภูมิภาค ผลผลิตมวลรวม และสัดส่วนเกษตรกร ที่มีต่อพื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ GRW ที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4 ก. ข้างบน เป็นแผนที่แสดงอิทธิพลของภูมิภาคที่มีต่อพื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ภูมิภาค จะเห็นได้ว่าปัจจัยนี้มีอิทธิพลต่อการกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าของจังหวัดต่างๆ ร้อยละ 16.88 หรือ 13 จังหวัด ประกอบด้วยจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา ตาก น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ และมุกดาหาร ขณะที่ภาพที่ 4 ข. ข้างบน เป็นแผนที่แสดงอิทธิพลของผลผลิตมวลรวมที่มีต่อพื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ภูมิภาค จะเห็นได้ว่าปัจจัยนี้มีอิทธิพลต่อการกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าของจังหวัดต่างๆ ร้อยละ 41.56 เป็นจำนวน 32 จังหวัด ประกอบด้วยจังหวัดสุโขทัย กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ อุทัยธานี ชัยนาท กาญจนบุรี สุพรรณบุรี สระบุรี นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม กรุงเทพมหานคร ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง สระแก้ว จันทบุรี นครราชสีมา บุรีรัมย์ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม กาฬสินธุ์ สกลนคร อุตรดิตถ์ หนองคาย เลย ขอนแก่น และชัยภูมิ

และภาพที่ 4 ค. ข้างบน เป็นแผนที่แสดงอิทธิพลของสัดส่วนเกษตรกรรมที่มีต่อพื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ภูมิประเทศ จะเห็นได้ว่าปัจจัยนี้มีอิทธิพลต่อการกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าของจังหวัดต่างๆ ร้อยละ 54.54 เป็นจำนวน 42 จังหวัด ประกอบด้วยจังหวัดบึงกาฬ ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา นนทบุรี ฉะเชิงเทรา ปทุมธานี สุโขทัย กำแพงเพชร อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี สระบุรี นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง พังงา สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ยะลา นราธิวาส อุตรดิตถ์ หนองบัวลำภู ขอนแก่น นครราชสีมา มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ สระแก้ว ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง และตราด

## อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษา พื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทย โดยวัตถุประสงค์หลักคือการวิเคราะห์และระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดฟ้าผ่าและผลกระทบที่ตามมา รวมถึงศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงจากฟ้าผ่า เช่น ภูมิประเทศ ผลผลิตมวลรวม อัตราส่วนของประชากรที่ทำการเกษตร และสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับพื้นที่เสี่ยงและเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนเชิงนโยบายในการป้องกันและลดความสูญเสีย

การศึกษาครั้งนี้ พบว่า ฤดูกาลมีผลต่อความถี่ของฟ้าผ่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งฤดูฝนเป็นช่วงที่เกิดฟ้าผ่ามากที่สุด ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความชื้นในอากาศอาจส่งผลกระทบต่อเกิดฟ้าผ่าในแต่ละปี เนื่องจากภาคเหนือและตะวันออกของประเทศไทยมีภูมิประเทศเป็นภูเขาและที่ราบสูงหลายแห่ง ทำให้อากาศร้อนในเวลากลางวันลอยขึ้นสูงและสร้างกระแสลมหมุนที่ช่วยเพิ่มโอกาสการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและฟ้าผ่า นอกจากนี้ ภาคตะวันออกยังได้รับความชื้นจากทะเลอ่าวไทย ซึ่งทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองบ่อยในช่วงฤดูฝน ในช่วงฤดูฝน ความชื้นในอากาศที่สูงช่วยให้เกิดการสะสมของประจุไฟฟ้าในเมฆฝนฟ้าคะนองได้ดีขึ้น และเมื่อเกิดความต่างศักย์มากพอ ฟ้าผ่าจะเกิดขึ้น ทำให้ความถี่ของฟ้าผ่าเพิ่มขึ้นตามสภาพอากาศชื้นและไม่เสถียรนี้ โดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูร้อนและต้นฤดูฝนที่อากาศเริ่มขึ้นจากพายุฤดูร้อนและมรสุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติพัฒน์ บัญทลนพรัตน์จันทร์เพ็ญ ปริกานต์ (2024) ที่ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและพื้นที่ของความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดของลำฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยโดยพบว่าการเกิดฟ้าผ่ามีความหนาแน่นต่างกันในแต่ละภูมิภาค โดยมีการสังเกตเป็นพิเศษในภาคเหนือและตะวันออกของประเทศ ส่วนกระแสไฟฟ้าสูงสุดของลำฟ้าผ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 61.1 kA โดยมีค่าเฉลี่ยของการเกิดฟ้าผ่าสูงสุดในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม เช่นกัน การศึกษานี้จึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำมาใช้ในการวางแผนและจัดการฟ้าผ่าในอนาคตของประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

สำหรับพื้นที่ที่มักจะถูกฟ้าผ่าจนทำให้มีผู้เสียชีวิต พบว่า ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มและมีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร มีโอกาสเกิดฟ้าผ่ามากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากลักษณะพื้นที่เปิดโล่งและขาดสิ่งปกป้องกัน เนื่องจากพื้นที่เกษตรมักไม่มีสิ่งปลูกสร้างสูงหรือสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้สูงหรืออาคาร ซึ่งทำให้พื้นดินกลายเป็นเป้าหมายของกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าโดยตรง อีกทั้งพื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นที่ราบลุ่มซึ่งมีระดับสูงจากพื้นที่ล้อมรอบเล็กน้อยยังเพิ่มโอกาสที่กระแสไฟฟ้าจะถูกดึงดูดลงมาจากบรรยากาศ ในขณะที่การศึกษาของ Manoranjan Mishra.(2022)



เรื่อง “การทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงหลักของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าระหว่างปี 2000 ถึง 2020 ในรัฐโอริสสา (อินเดีย): วิธีการวินิจฉัยเพื่อลดการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติและกาลเทศะ” โดยวิเคราะห์ความแปรผันเชิงปริภูมิและเวลาของสายฟ้าแลบและการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าจำนวนแฟลชทั้งหมด 2,173,544 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 5,706 รายในเขตต่างๆ ของรัฐโอริสสาในช่วงที่วิเคราะห์ ซึ่งพบว่าเขตชายฝั่งของ Mayurbhanj, Sundergarh, และ Keonjhar ได้รับผลกระทบมากที่สุดจากฟ้าผ่าบนเมฆ ในขณะที่เขตชายฝั่งของ Ganjam, Dhenkanal, และ Cuttack ก็ได้รับผลกระทบหนัก การเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์ฟ้า นอกจากนั้นการศึกษาของ Ferdous Ahmed. (2024) “การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS เพื่อสร้างฉากรหัสพื้นที่ฟ้าผ่าในบังกลาเทศ” วิเคราะห์ข้อมูลใช้ ArcGIS เพื่อวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ และสรุปว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติฟ้าผ่ามากที่สุด ในทางตรงกันข้าม พื้นที่ทางตอนใต้มีความอ่อนไหวต่อเหตุการณ์ดังกล่าวน้อยกว่า โดยพื้นที่ Sunamganj, Habiganj, และ Naogaon รายงานจำนวนผู้เสียชีวิตสูงสุด กล่าวคือ Sunamganj มีอัตราการเสียชีวิตสูงสุดที่ 6.49 Habiganj ที่ 5.88 และ Chapai Nawabganj ที่ 4.33 ต่อประชากรหนึ่งล้านคน ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ปลูกข้าวหลักของประเทศ นอกจากนี้การศึกษาของ Leong et al. (2024) “การสังเกตการณ์ 3 ปีในการวิเคราะห์ฟ้าผ่าจากเมฆสู่พื้นในคาบสมุทรมาเลเซียโดยใช้ทฤษฎีกราฟ” บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงบวกที่แข็งแกร่งระหว่างกราฟกำกับที่สร้างขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ซึ่งบ่งบอกถึงพฤติกรรมการโจมตีฟ้าผ่าจากเมฆสู่พื้นที่สอดคล้องกันในบางภูมิภาคของมาเลเซีย วิธีการที่นำเสนอในรูปแบบของขอบโดยตรงจะช่วยลดความซับซ้อนในการคำนวณดังนั้นจึงทำให้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบทำนายฟ้าผ่าที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ต่างก็ใช้ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเชิงเวลา เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกิดฟ้าผ่าจากเมฆสู่พื้น และการกระจายตัวในแต่ละภูมิภาค โดยในงานของ Leong et al. ใช้การศึกษาฟ้าผ่าในคาบสมุทรมาเลเซีย ซึ่งมีความใกล้เคียงกับภูมิภาคที่ศึกษาในงานวิจัยที่เป็นประเทศไทย

การวิเคราะห์โดยใช้ OLS แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (เช่น ภูมิภาค ประเทศ ค่า GPP และสัดส่วนเกษตรกร) กับจำนวนครั้งของฟ้าผ่า การวิเคราะห์ GWR พบความแตกต่างเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ชนบทที่มีการเกษตรมากมีความเสี่ยงสูงกว่าพื้นที่เขตเมือง เนื่องจากใช้การวิเคราะห์ทั้ง OLS และ GWR การแสดงผลลัพธ์จากทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ทั้งในภาพรวมและรายละเอียดเชิงพื้นที่ ช่วยให้เข้าใจถึงผลกระทบที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ได้มากขึ้น นอกจากนี้การศึกษาของ Isabell Stucke. (2024) “การวินิจฉัยฟ้าผ่าจากวัดสูงจากสภาพแวดล้อมที่มีพายุฝนฟ้าคะนอง” จำลองฟอเรนสต์ที่ใช้ตัวแปรอุตุนิยมเท่านั้น สามารถวินิจฉัยฟ้าผ่าที่หอคอย Gaisberg ได้อย่างสำเร็จ โดยมีประสิทธิภาพมากที่สุดในฤดูหนาวและช่วงเปลี่ยนผ่าน และยังเห็นได้ว่ามีความสำเร็จในการวินิจฉัยฟ้าผ่าในภูมิภาคอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งเป็นการท้าทายสำคัญสำหรับการประเมินความเสี่ยงจากฟ้าผ่าที่แม่นยำขึ้นในอนาคตสนใจในการใช้แบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อทำนาย ความเสี่ยงจากฟ้าผ่า โดยงานของคุณใช้ GWR ในการประเมินความเสี่ยงจากฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย ในขณะที่งานของ Stucke ใช้แบบจำลองป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ซึ่งก็เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้ในงานด้านการประเมินความเสี่ยงทางภูมิศาสตร์เช่นกัน ในขณะที่การศึกษาของ Shadrec Mpanga (2024) “ความแปรผันเชิงพื้นที่และเวลาของฟ้าผ่าแวมเปียสำหรับการออกแบบการป้องกันฟ้าผ่าของโครงสร้างพื้นฐาน” การวิจัยนี้แนะนำวิธีการใช้ข้อมูล Lightning จาก GLD360 เพื่อประมาณค่าความหนาแน่นของแสงวาบภาคพื้นดินและการวิเคราะห์ปัจจัยทางภูมิศาสตร์และสภาพอากาศที่มีผลต่อฟ้าผ่า โดยใช้ Thunderstorm Manager จาก Vaisala Inc. เพื่อศึกษาพายุฝนฟ้าคะนองในแวมเปีย เพื่อเสนอวิธีการป้องกันและประเมินความเสี่ยงจากฟ้าผ่าในภูมิภาคนี้

Mpanga ใช้ GLD360 และ Thunderstorm Manager เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์พายุฝนฟ้าคะนอง โดยเน้นการออกแบบการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับโครงสร้างพื้นฐาน ในขณะที่งานวิจัยพื้นที่ที่เสียชีวิตจากฟ้าผ่าเน้นการวิเคราะห์การเสียชีวิตจากฟ้าผ่าของประชาชนตามภูมิภาคและปัจจัยทางเศรษฐกิจ-สังคม แตกต่างจากการศึกษาที่เน้นป้องกันโครงสร้างพื้นฐานของ Mpanga

## สรุปการวิจัย

การศึกษาพื้นที่ที่ประชาชนเสียชีวิตจากฟ้าผ่าในประเทศไทยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการกระจายของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่าตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยในรอบ 40 ปี และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการเสียชีวิตจากฟ้าผ่ากับปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ภูมิภาค ประเทศ สภาพเศรษฐกิจ ความเป็นเมือง และการประกอบอาชีพทางการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อความถี่ของฟ้าผ่า โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดฟ้าผ่ามากที่สุด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความชื้นในอากาศอาจส่งผลต่อการเกิดฟ้าผ่าในแต่ละปี โดยพื้นที่ที่เป็นที่ราบลุ่มและมีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร มีโอกาสเกิดฟ้าผ่ามากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากลักษณะพื้นที่เปิดโล่งและขาดสิ่งปกป้อง และการวิเคราะห์โดยใช้ OLS แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (เช่น ภูมิภาค ค่า GPP และสัดส่วนเกษตรกร) กับจำนวนครั้งของฟ้าผ่า การวิเคราะห์ GWR พบความแตกต่างเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ชนบทที่มีการเกษตรมากมีความเสี่ยงสูงกว่าพื้นที่เขตเมือง

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์ นายกสมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้เกียรติรับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางการวิจัยอย่างใกล้ชิด ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้มีความสมบูรณ์และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดนอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนทางจิตใจตลอดระยะเวลาการศึกษานี้ จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บรรณานุกรม

- กิจธนาพัฒน์ บรรดลนพรัตน์ จันทร์เพ็ญ ไพรแก่น จรัส บุญธรรมา มรกต พุทธกาล ญัฐพร อารีรัชชกุลกานต์ (2024) “การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและพื้นที่ของความหนาแน่นของการเกิดฟ้าผ่าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดของลำฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทย” สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2567 จาก [https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci\\_01/article/view/259975/177749](https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_01/article/view/259975/177749)
- Ferdous Ahmed, Sakib Hasan, I.M. Mahbubul, Muhammad Abul Kalam Mallik, M. Nafiz Hossen (2024). GIS-based spatial analysis for lightning scenario in Bangladesh. Volume 10, Issue 7, 15 April 2024 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28708>
- Gomes, C. (2012). Lightning safety of animals. International Journal of Biometeorology. doi:10.1007/s00484-011-0515-5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-011-0515-5#citeas>
- Holle, Ronald L. (2016). The Number of Documented Global Lightning Fatalities. Holle Meteorology & Photography, Oro Valley, Arizona. March 2, 2016 <https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Ron%20Holle.%20Number%20of%20Documented%20Global%20Lightning%20Fatalities.pdf>
- Isabell Stucke, Deborah Morgenstern, Achim Zeileis, Georg J. Mayr, Thorsten Simon, Gerhard Diendorfer, Wolfgang Schulz, Hannes Pichle. (2024). Diagnosing upward lightning from tall objects from meteorological thunderstorm environments. [Volume 229](https://doi.org/10.1016/j.ejpr.2024.110199), April 2024, 110199. <https://doi.org/10.1016/j.ejpr.2024.110199>
- Manoranjan Mishra, Tamoghna Acharyya, Celso Augusto Guimarães Santos, Richarde Marques da Silva, Pritam Chand, Debdeep Bhattacharyya, Sanjay Srivastava, Omvir Singh. (2022). Mapping main risk areas of lightning fatalities between 2000 and 2020 over Odisha state (India): A diagnostic approach to reduce lightning fatalities using statistical and spatiotemporal analyses. [Volume 79](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103145), September 2022, 103145. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103145>
- Shadreck Mpanga, Ackim Zulu, Mabvuto Mwanza, Ronald L. Holle. (2024) Spatial and temporal variation of Zambia lightning for designing lightning protection of infrastructure. [Volume 229](https://doi.org/10.1016/j.ejpr.2024.110188), April 2024, 110188 <https://doi.org/10.1016/j.ejpr.2024.110188>
- Yeng Weng Leong, Su Mei Goh, Chien Fat Chau, Betty Wan Niu Voon, Hang See Ong, Mohd Pauzi Yahaya, Noradlina Abdullah, Norhasliza Mohd Hatta, Mai Kai Suan Tial, Nur Fatin Sulaiman. (2024). A 3-year observation on analyzing cloud-to-ground lightning in Peninsular Malaysia using graph theory. [Volume 15, Issue 4](https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102610), April 2024, 102610. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102610>