เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: การทบทวนวรรณกรรม

ณรงค์ พลีรักษ์
มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญต่อมนุษย์ในทุกประเทศทั่วโลก ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สุขภาพ และความปลอดภัย การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและยุ่งยาก การนำความรู้ในด้านต่างๆ มาใช้ในการจัดการปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วย ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากในการวิเคราะห์และจัดการปัญหาที่รุนแรงและซับซ้อนนี้ได้ ในบทความนี้ส่วนแรกเป็นบทนำกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ส่วนที่สองเป็นการนำแนวคิดทางภูมิศาสตร์มาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ส่วนที่สามเกี่ยวกับการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในด้านต่างๆ ส่วนที่สี่เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัดของการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และส่วนสุดท้ายได้แก่ ข้อสรุปและแนวโน้มการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

คำสำคัญ : เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ / การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ / ผลกระทบ

* *Corresponding author : E-mail : narong__p@buu.ac.th*
อาจารย์ คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์

Geoinformation Technology for Climate Change Study: A Literature Review

Narong Pleerux

Burapha University, Muang, Chon Buri 20131

Abstract

Climate change is a serious problem for humanity in such areas as environment, economics, health and public safety. Climate change is a complex and difficult issue and related knowledge is needed to address this serous issue. Geoinformation technology, which consists of Geographic Information System (GIS), Remote Sensing (RS) and Global Positioning System (GPS) is regarded as one of the most effective mechanisms to analyze and resolve the issue. In this paper, an introduction to climate change and geoinformation technology is first presented. This is followed by a discussion on a geographic approach as applied to climate change study. Some applications of Geoinformation technology in related fields are then reviewed and discussed. The limitations of Geoinformation technology in climate change are mentioned. Finally, conclusions and future applications of Geoinformation technology in climate change are outlined.

Keywords : Climate change / Geoinformation technology / Impact

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

Lecturer Faculty of Geoinformatics.

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change) เป็นปัญหาสำคัญระดับโลกที่ส่งผลกระทบหลายประการต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น วิถีชีวิตความเป็นอยู่ สุขภาพอนามัย เกษตรกรรม และระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของอากาศเฉลี่ยในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ยหมายความรวมถึงลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน และลม เป็นต้น [1] นำไปสู่ความผันผวนของอุณหภูมิ ฝน และปัจจัยอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีสาเหตุหลักมาจากมนุษย์นั่นคือ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล [2] และอีกส่วนหนึ่งมาจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติเอง ในปัจจุบันสภาพภูมิอากาศของโลกมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ รุนแรง และหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ การเลื่อนขึ้นลงของฤดูกาล น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น และเกิดภัยพิบัติที่รุนแรงขึ้น เป็นต้น [1]

ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Geoinformatics) ซึ่งประกอบด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเทคโนโลยี 3S จัดเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ ภัยธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม การนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิอากาศ และแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ประหยัดเวลา งบประมาณ และได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

GIS เกี่ยวข้องกับ 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ภูมิศาสตร์ (Geography) คือ สิ่งที่ปรากฏอยู่จริงบนโลก สารสนเทศ (Information) คือ ข้อมูลและสารสนเทศ และระบบ (System) คือ ระบบคอมพิวเตอร์ รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ [3] GIS เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ (Storage) จัดการ (Management) สอบถาม (Query) วิเคราะห์ (Analysis) และแสดงผล (Display) ข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ มีการนำ GIS มาใช้กันอย่างแพร่หลายและสามารถประยุกต์ได้ในหลากหลายสาขา [4] เช่น การจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร การศึกษาและจัดการภัยพิบัติ การวางแผนด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ และการจัดการด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น ส่วน RS เป็นเทคนิคในการบันทึก (Recording) การสังเกต (Observing) และการรับรู้ (Sensing) เกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ที่ห่างไกล (Remote) โดยมิได้เข้าไปสัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย [5] เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ การนำ RS มาใช้งานขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความถูกต้องของผลลัพธ์ เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบันมีหลายแบบทั้งรายละเอียดต่ำ ปานกลาง และสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพถ่ายดาวเทียมแบบเรดาร์ที่มีสมบัติพิเศษในการเก็บบันทึกภาพในช่วงที่มีเมฆได้ จึงนิยมนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและภัยพิบัติ และองค์ประกอบสุดท้ายของเทคโนโลยี 3S คือ GPS เป็นระบบที่ใช้บอกตำแหน่ง นำทาง และเวลา GPS ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนอวกาศหรือดาวเทียม ส่วนสถานีควบคุม และส่วนผู้ใช้ [6] GPS มีความสำคัญมากในการเก็บข้อมูลค่าพิกัดในภาคสนาม รวมทั้งเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการติดตามปรากฏการณ์ต่างๆ ได้

2. แนวคิดทางภูมิศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศถือเป็นปัญหาทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ การตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์ต้องทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโลก ตลอดจนความสัมพันธ์ของมนุษย์กับตำแหน่งที่ตั้ง เทคโนโยลีภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ นักนโยบาย วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น [7, 8] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์หลายด้าน ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสนใจศึกษาและวิจัยถึงผลกระทบที่มนุษย์ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนแนวทางแก้ไขและ

รูปแบบการรับมือต่อผลกระทบดังกล่าว มีการพัฒนาเทคนิค วิธีการ และเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการศึกษาและวิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตั้งแต่ระดับชุมชน ภูมิภาค ประเทศ และโลก

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจัดเป็นปัญหาทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและสัมพันธ์กับมนุษย์เชิงพื้นที่ ส่วนเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศนั้นเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ เมื่อรวมหลักการทั้งสองเข้าด้วยกันจึงสามารถกำหนดเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกเป็นการตั้งคำถาม คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร และอยู่ที่ใด โดยนำหลักการทางภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อบ่งบอกตำแหน่งของปัญหานั้น ขั้นตอนที่สอง คือ การได้มาของข้อมูลที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ ประเภทของข้อมูลและขอบเขตทางภูมิศาสตร์ช่วยให้สามารถกำหนดรูปแบบการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลได้ ขั้นตอนที่สามเป็นการทดสอบข้อมูล โดยการพิจารณารูปแบบของข้อมูล ความเหมือนหรือต่างจากข้อมูลอื่นๆ เนื่องจากการได้มาของข้อมูลอาจมีต้นทุนสูงและใช้เวลามาก ดังนั้นจึงต้องกำหนดและคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น ขั้นตอนที่สี่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำผลลัพธ์ไปใช้งาน รวมทั้งการนำเสนอในรูปแบบของรายงาน แผนที่ ตาราง และแผนภูมิ ผ่านการพิมพ์หรือเว็บไซต์ [7]

ดังนั้นในการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำความรู้ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และเครื่องมือที่เหมาะสมนั่นคือ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

3. การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ด้วยประสิทธิภาพของ GIS, RS และ GPS จึงกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดในการนำมาสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ในหลายรูปแบบ เช่น การสร้างแบบจำลองการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การสร้างแบบจำลองการใช้ที่ดินที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน การสร้างข้อมูลและแผนที่ทางด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อให้นักวางแผน นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องในหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาคเอกชนและภาครัฐนำข้อมูลเหล่านั้นได้ไปใช้ในการศึกษาวิจัย แก้ไขปัญหา และสนับสนุนการตัดสินใจ [9] การนำความรู้และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการศึกษาและวิจัยปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1 ทรัพยากรน้ำ

จากรายงานของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) มีหลักฐานเพียงพอที่กล่าวได้ว่าทรัพยากรน้ำบนโลกกำลังอยู่ในสภาวะเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ [10] จากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นได้ส่งผลกระทบและทำให้วัฏจักรน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง [11] โดยทำให้ปริมาณฝนน้อยลงหรือมากขึ้นในบางพื้นที่ [12] สำหรับในประเทศไทย ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้สามารถพบได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ด้วยอิทธิพลของลมมรสุมทำให้ปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้นในภาคใต้ตอนล่างและบางส่วนของจังหวัดจันทบุรีและตราด ในขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศปริมาณน้ำฝนลดลง ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ตอนบน นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในแง่ของคุณภาพ กล่าวคือ เมื่อปริมาณฝนในบางพื้นที่มีมากขึ้นจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการกัดเซาะหน้าดิน เกิดตะกอนและสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น และยังส่งผลทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นจนเกิดน้ำทะเลหนุนเข้าไปในแผ่นดินและเส้นทางน้ำ สร้างความเสียหายให้กับประชาชนในพื้นที่และเกิดการปนเปื้อนน้ำเค็มในแหล่งน้ำจืด [13]

การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำเชิงปริมาณโดยใช้แบบจำลองสมดุลน้ำ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมดุลน้ำ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณการคายระเหยน้ำของ

พืช และปริมาณน้ำในดิน และส่วนใหญ่คำนวณโดยใช้ GIS แบบแรสเตอร์ ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบปริมาณน้ำในระดับกริดหรือพิกเซล [14, 15] ในขณะเดียวกันมีการใช้สมการสมดุลน้ำร่วมกับ GIS เพื่อศึกษาทรัพยากรน้ำเชิงปริมาณและคุณภาพโดยใช้แบบจำลองแบบคงที่ (Stationary model: GeoImpress) และแบบไม่คงที่ (Non-stationary model: Practical) โดยแบบแรกใช้ประเมินคุณภาพของน้ำ ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณบีโอดี ส่วนแบบที่สองใช้ประเมินปริมาณน้ำ ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณการคายระเหย [16]

ในประเทศไทยมีการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำชี โดยสร้างแบบจำลองและแสดงผลการวิเคราะห์เป็นแผนที่ด้วย GIS จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่อยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการใช้น้ำของพืชที่เป็นผลมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานขึ้น ในการศึกษานี้ได้ทำการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชไร่ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง และป่าไม้ ผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีระหว่างปี ค.ศ. 2010-2039 เพิ่มขึ้นประมาณ 3% เมื่อเปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 1980-2009 ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำของพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 2% นั่นแสดงว่าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในอนาคตนั้นเพียงพอที่จะชดเชยการใช้น้ำของพืช แต่พื้นที่และชนิดพืชจะต้องคงอยู่ในรูปแบบเดิม [17]

3.2 เกษตรกรรม

จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการทำเกษตรกรรม [18, 19] เนื่องจากบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของโลกต้องอาศัยน้ำฝน ดังนั้นหากปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นหรือลดลงย่อมส่งผลกระทบต่อน้ำต้นทุนที่ใช้สำหรับการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต [20, 21] สำหรับประเทศไทยพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลักเช่นกัน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในรูปแบบต่างๆ ขึ้น เช่น ปริมาณหรือการกระจายตัวของฝนเพิ่มขึ้นหรือลดลง และอุณหภูมิเพิ่มหรือลดลง การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการทำเกษตรกรรมนั้นมีการนำแบบจำลองต่างๆ มาใช้เพื่อคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นร่วมกับเทคนิคทาง GIS และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น แบบจำลอง Decision Support System for Agro Technology Transfers (DSSAT) และแบบจำลอง Climate Change Adaptation Strategy Assessment Tool (CCASAT) เป็นต้น

การวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง DSSAT ร่วมกับแบบจำลองภูมิอากาศอื่นๆ เช่น แบบจำลอง CANEGRO เพื่อจำลองปริมาณความต้องการใช้น้ำรายปีของอ้อยและผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ [22] หรือเป็นการนำแบบจำลอง DSSAT มาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองภูมิอากาศ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) เพื่อคำนวณผลผลิตข้าวและพืชไร่ในอนาคตโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน รังสีจากดวงอาทิตย์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [23] สำหรับตัวอย่างการใช้แบบจำลอง CCASAT ในการศึกษาผลกระทบทางด้านการเกษตร เช่น การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี โดยพบว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำในช่วงการเพาะปลูกในแต่ละฤดูกาลมีผลต่อการออกดอกของข้าวสาลี [24] นอกจากนี้มีการจัดทำภาพฉายอนาคต (Scenario) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด บริเวณลุ่มน้ำชี-มูล ผลการวิเคราะห์ได้ภาพฉายอนาคต 4 แบบ ได้แก่ การผลิตที่เป็นอยู่ (Business as usual) การผลิตพืชอาหาร (Food bowl) การผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel) และการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming) [25]

การทำงานร่วมกันของ GIS และ RS ในการติดตามผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเกษตรนั้นทำให้ได้ผลการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยการแปลภาพถ่ายดาวเทียม 2 ช่วงเวลาขึ้นไป จากนั้นจึงวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโดยใช้เทคนิคการซ้อนทับ เช่น การนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลอุณหภูมิ และสถิติการปลูกข้าว มาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิกับพื้นที่ปลูกข้าว โดยการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม จากนั้นทำการแปลงข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลแรสเตอร์ให้เป็นข้อมูลเวกเตอร์แล้วนำ

มาซ้อนทับกับข้อมูลอุณหภูมิเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกข้าวซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป [26]

3.3 ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลทางภูมิอากาศมักถูกจัดเก็บในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูล GIS ข้อมูลดังกล่าวมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและหลากหลายสาขา โดยเฉพาะนำไปใช้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา [27, 28, 29, 30] เช่น การนำค่าปริมาณการคายระเหยมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับลักษณะภูมิประเทศและดัชนีพืชพรรณโดยใช้เทคนิค GIS ในการเตรียมและเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลให้มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป [31] ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการจัดทำภาพฉายอนาคตโดยกำหนดเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งไว้ เช่น การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) [32] มาจำลองสภาพภูมิอากาศและคำนวณสภาพอากาศรายวัน โดยกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้เพิ่มสูงขึ้น ผลจากการจำลองสถานการณ์สามารถแสดงให้อยู่ในรูปของแผนที่ซึ่งง่ายต่อการแปลผลและการนำไปใช้งาน [33]

การประยุกต์ GIS ในการประเมินความเสี่ยงของป่าไม้จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยทำการประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลานาน ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบจำลองพื้นผิว ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณความเป็นกรดของดิน จากการสร้างแบบจำลองนี้ทำให้ทราบถึงระดับการปรับตัวของต้นไม้ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นพบว่า ต้นไม้มีความสามารถในการปรับตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น [34] จากคุณลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของ GIS คือ สามารถแสดงผลในรูปของกราฟฟิกได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ จึงนำ GIS มาใช้ในการแสดงผลการฉายภาพอนาคตของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์โดยใช้แบบจำลอง Climate and Land Use Allocation Model (CLUAM) และแสดงผลแบบจำลองด้วยโปรแกรม Visual Nature Studio (VNS) ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลค่าความสูง ข้อมูลภูมิประเทศ และข้อมูลภูมิอากาศ [35]

การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมพบได้ในหลายลักษณะ โดยเฉพาะการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงแหล่งน้ำ เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผิวน้ำโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบไมโครเวฟ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ลักษณะและรายละเอียดเชิงพื้นที่ อุณหภูมิบนพื้นผิวน้ำ พลังงาน และวัฏจักรคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [36] หรือการติดตามการเปลี่ยนแปลงของทะเลสาบในช่วงที่เป็นน้ำแข็งโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม NOAA/AVHRR, MetOp/AVHRR, MODIS, MERIS และ SPOT/VGT เป็นต้น [37] นอกจากนี้ยังสามารถนำภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ศึกษาเกี่ยวกับระบบเมืองที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนี้ช่วยให้มองเห็นลักษณะเชิงพื้นที่ของเมืองได้เป็นอย่างดี นำมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่ดินหรือเกาะความร้อน (Heat island) ที่มักเกิดขึ้นในเขตเมือง [38, 39]

3.4 ภัยพิบัติ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลทำให้เกิดภัยพิบัติบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้น ตลอดจนพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบขยายวงกว้างมากขึ้นเช่นกัน การลดความเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้ต้องมีการนำเทคโนโลยีเชิงพื้นที่ประกอบด้วย RS, GIS และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ผลการศึกษาที่ได้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารหรือนักนโยบายใช้จัดการภัยพิบัติต่างๆ ได้แก่ อุทกภัย ภัยแล้ง วาตภัย และแผ่นดินไหว เป็นต้น [40, 41] รวมถึงการวางแผนป้องกันตั้งแต่ก่อนการเกิดภัยพิบัติ ขณะเกิดภัยพิบัติ และหลังการเกิดภัยพิบัติ [42]

ปัจจุบันนี้มีการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณาการร่วมกันระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลเชิงพื้นที่ และ GIS เช่น การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองภัยแล้งด้วยการกำหนดจุดความร้อน (Hot spot) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและพื้นที่ภัยแล้ง จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจำนวน

ประชากรรายปี เพื่อดูความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างภัยแล้งกับการอพยพย้ายถิ่นของประชากร [43] การศึกษาภัยแล้งในบางครั้งมีข้อจำกัดด้านข้อมูล โดยทั่วไปแล้วมักใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นจึงมีการนำภาพถ่ายดาวเทียมไมโครเวฟมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับภัยแล้งโดยการคำนวณดัชนีภัยแล้ง ซึ่งสามารถใช้ในการศึกษาการเกิดภัยแล้งในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง [44] และเครื่องมือสำคัญที่ขาดไม่ได้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ เครื่อง GPS ที่ใช้ในการสำรวจและเก็บข้อมูล เช่น การเก็บข้อมูลตำแหน่งการเกิดแผ่นดินไหวซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเสียหายจากการเกิดแผ่นดินไหว [45]

น้ำท่วมถือเป็นภัยพิบัติที่สร้างความเสียหายให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ในการศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วมภาพถ่ายดาวเทียมถือเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างมากในการติดตามและประเมินความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพถ่ายดาวเทียมเรดาร์ที่สามารถถ่ายผ่านเมฆในช่วงฤดูฝนได้ เช่น RADARSAT, JERS-1 (L-band) และ ERS-1 (C-band) ร่วมกับเทคนิคและข้อมูล GIS และการสำรวจด้วยเครื่อง GPS ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตการเกิดน้ำท่วมและประเมินความเสียหายได้อย่างถูกต้อง นำไปสู่การกำหนดแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมได้ [46, 47] แบบจำลองความสูงเชิงเลข หรือ DEM (Digital Elevation Model) เป็นอีกหนึ่งข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม DEM ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองควรมีรายละเอียดสูงจึงทำให้แบบจำลองมีความถูกต้องสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการเกิดน้ำท่วมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสูงของพื้นที่ซึ่งถูกแสดงด้วย DEM นั่นเอง [48]

ในขณะที่ชายฝั่งทะเลถือเป็นพื้นที่เสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเช่นกัน การเพิ่มสูงขึ้นของน้ำทะเลทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งเกิดน้ำท่วมขัง ส่งผลให้ระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และภูมิทัศน์บริเวณชายฝั่งทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลง จึงได้มีการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำทะเลสูงขึ้นในอนาคต ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเล DEM สิ่งปกคลุมดิน การขึ้นลงของน้ำและระดับน้ำท่วม เงื่อนไขและนโยบายในการจัดการพื้นที่ และสิ่งปลูกสร้าง [49, 50]

3.5 มนุษย์และสุขภาพอนามัย

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์ เมื่ออากาศอุ่นขึ้น พาหะของโรคบางชนิดมีการขยายพันธุ์ได้ดี เช่น ยุง และหนู ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก มาลาเรีย และฉี่หนู นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบทางอ้อม คือ ภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ผลผลิตลดลง จึงต้องมีการนำสารเคมีมาใช้เพื่อคงไว้ซึ่งระดับผลผลิต ทำให้สารเคมีต่างๆ ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมและผลผลิต เมื่อมนุษย์นำมาบริโภคก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ [13]

เทคนิคและข้อมูล GIS และ RS ถูกนำมาใช้ในการศึกษาด้านสุขภาพอนามัยในลักษณะของการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น การสร้างแผนที่การเกิดโรค การสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรค [51] การประเมินรูปแบบการเกิดโรคที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม การตรวจวัดการแพร่กระจายของเชื้อโรคเชิงพื้นที่ และในปัจจุบัน WebGIS ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ติดตาม และแสดงผลมากขึ้น [52] ในการศึกษาด้านสุขภาพและอนามัยนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ข้อมูลประชากร ความยากจน สภาพสังคมและการปกครอง และเทคโนโลยี เป็นต้น [53]

จากอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยเฉพาะประชากรที่อาศัยในเขตเมือง จากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้เกิดคลื่นความร้อนซึ่งมีแนวโน้มของการเกิดถี่และรุนแรงขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการแพร่กระจายของฝุ่นและมลพิษ การนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ (Geo-statistical data analysis) ใน GIS มาใช้ในการกำหนดจุดความร้อนทำให้ทราบแนวโน้มพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค [54] การแพร่กระจายของเชื้อโรคในแหล่งน้ำถือเป็นประเด็นสำคัญเช่นกัน จึงนำ GIS มาใช้เก็บฐานข้อมูลคุณภาพน้ำดิบ ปริมาณน้ำดิบ และปริมาณการบริโภค เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อโรคทางแหล่งน้ำโดยเฉพาะน้ำดื่ม [55]

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศกำลังเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกสนใจ เพราะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน การติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือรอยเท้าคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เช่น การศึกษาและทำแผนที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมหลักของมนุษย์ 2 ประเภท ได้แก่ กิจกรรมการใช้พลังงานและการบริโภค ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ได้แก่ การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถยนต์ [56] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับความเปราะบางในการดำรงชีวิตที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยทำการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางในการดำรงชีวิต (The Livelihood Vulnerability Index: LVI) [57] การสร้างแบบจำลองนี้ดำเนินการและแสดงผลเป็นแผนที่ใน GIS [58, 59] และสุดท้ายเป็นการนำ GEMSS (Geospatial Emergency Management Support System) ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายการเก็บและให้บริการข้อมูลซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการติดตามและประเมินผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลต่อมนุษย์ เจ้าหน้าที่ได้รับข้อมูลผลกระทบที่เกิดขึ้นและนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันและแก้ไขและติดตามผลการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ [60]

4. ข้อจำกัดในการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ในการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น สิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ ช่วงเวลาและพื้นที่ของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล และการทำงานร่วมกันของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากกระบวนการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนี้ใช้เวลายาวนาน เช่นเดียวกับการรวบรวมและเก็บข้อมูลภูมิอากาศ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ ก็ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมยาวนานเช่นกัน ดังนั้นในการศึกษา วิเคราะห์ ติดตาม และการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ข้อมูลครอบคลุมช่วงเวลาที่ศึกษา จึงจะสามารถคาดการณ์และนำผลลัพธ์จากการสร้างแบบจำลองไปใช้ได้ เช่น การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน ควรใช้ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่มีระยะเวลายาวนานมากพอที่จะสามารถคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น 10, 20 หรือ 30 ปี ถ้าหากใช้ข้อมูลเพียง 1 หรือ 2 ปี จะไม่สามารถวิเคราะห์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนได้ เนื่องจากช่วงเวลาของข้อมูลที่นำมาใช้นั้นมีน้อยเกินไป และข้อจำกัดที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การขาดข้อมูลหรือไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีข้อจำกัดของรอบในการบันทึกภาพที่แน่นอน อาจทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงที่บันทึกไว้ไม่ตรงกับความต้องการ เช่น การติดตามและประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม หากไม่มีภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมอาจทำให้ผลการติดตามและการประเมินความเสียหายไม่ตรงกับความเป็นจริง นอกจากนี้ภาพถ่ายดาวเทียมอาจถูกบดบังด้วยเมฆหรือหมอกในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกภาพซึ่งไม่สามารถนำไปใช้งานได้ อย่างไรก็ตามสามารถเปลี่ยนไปใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบเรดาร์ได้ แต่ราคาของภาพถ่ายดาวเทียมประเภทนี้จะมีราคาสูง

นอกจากนี้ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาต้องเป็นข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่นั้นๆ หากนำข้อมูลจากพื้นที่อื่นมาใช้อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง [61] ในขณะเดียวกันความทันสมัยของข้อมูลก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับชุมชน ภูมิภาค และโลกได้ดียิ่งขึ้น [7] ความถูกต้องของข้อมูลเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ความถูกต้องแม่นยำของผลลัพธ์จากการสร้างแบบจำลองขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูล ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีคุณภาพและความถูกต้องสูงนั้นต้องมีวิธีการเก็บ แก้ไข และจัดการที่ดี เครื่องมือและซอฟท์แวร์ต้องได้มาตรฐาน รวมทั้งแหล่งที่มาของข้อมูล และหน่วยงานที่เป็นผู้จัดทำข้อมูลต้องมีมาตรฐานและเชื่อถือได้

การทำงานร่วมกันของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะ GIS, RS, และ GPS ซึ่ง GIS ถือเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมากในการจัดการ จัดเก็บ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วน RS เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ช่วยให้

เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ในอนาคตอันใกล้นี้การติดตามปรากฏการณ์พื้นผิวโลกผ่านข้อมูลจากระยะไกลจะไม่ใช่เรื่องไกลตัวอีกต่อไป แต่จะกลายเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญในศึกษากระบวนการการเปลี่ยนแปลงของโลกและภูมิอากาศ การนำข้อมูล GIS มาใช้ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นสามารถอำนวยความสะดวกในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิตอล สามารถทำการวิเคราะห์และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา ในการบริหารจัดการน้ำที่มีมากกว่าปกติจำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายประเภทและหลายหน่วยงานร่วมกัน ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีอยู่ยังไม่เป็นปัจจุบันและขาดคุณภาพโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบซึ่งยังไม่มีข้อมูล DEM ที่ละเอียดสูงเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการบริหารและจัดสรรน้ำได้ เพื่อให้การติดตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภัยธรรมชาติได้ผลดีและถูกต้องมากยิ่งขึ้นนั้น ข้อมูลที่นำมาใช้ต้องครอบคลุมช่วงเวลา พื้นที่ศึกษา และสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา สิ่งแวดล้อม การเกษตร และประชากร เป็นต้น

5. สรุป

ในอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะมีรูปแบบและแนวโน้มที่รุนแรงและขยายวงกว้างมากขึ้น หากต้องการจัดการและแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ ข้อมูล และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ การนำแนวความคิดทางภูมิศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนโลก สามารถระบุตำแหน่งของปัญหาและปรากฏการณ์ได้ ดังนั้นเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ได้แก่ GIS, RS, GPS รวมถึงเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากเช่นกันก็คือ ข้อมูลและสารสนเทศทางด้านภูมิอากาศที่ต้องมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งสูง ครอบคลุมระยะเวลาที่ใช้ศึกษา และรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลควรเป็นรูปแบบเดียวกันจะส่งผลให้เกิดการบูรณาการระหว่างเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและข้อมูลที่มีความถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการจัดการและแก้ไขปัญหาอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

อย่างไรก็ดีสำหรับในประเทศไทยข้อมูลภูมิอากาศและข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องยังขาดทั้งในด้านคุณภาพ ปริมาณ และเอกภาพ จึงกลายเป็นข้อจำกัดที่นักวิชาการหรือนักวิจัยต้องสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สำคัญเหล่านี้เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จากเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 เนื่องจากขาดข้อมูลสำคัญจึงไม่สามารถบริหารและจัดการน้ำได้อย่างทันท่วงที ดังนั้นการสร้างคลังข้อมูลภูมิอากาศ (Climate data infrastructure) สำหรับเก็บฐานข้อมูลภูมิอากาศ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ รวมทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เช่น DEM และภาพถ่ายดาวเทียม จึงเป็นสิ่งสำคัญมากทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพื่อสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการ แก้ไข และจัดเก็บข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ข้อมูลเหล่านี้ถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองและดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อไป

จากข้อมูลและเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ อาจกล่าวได้ว่าเป็นเพียงปัจจัยเริ่มต้นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ซับซ้อนเท่านั้น หากต้องการที่จะติดตาม วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ การนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้จึงเป็นโอกาสที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในระบบและกลไกของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และใกล้เคียงกับการเกิดขึ้นจริงบนโลก การสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่จากเครื่องมือที่ทันสมัยและเหมาะสมสามารถนำมาใช้จัดการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งเป็นปัญหาทางภูมิศาสตร์ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามข้อมูลจะต้องมีความถูกต้อง ครอบคลุมเชิงพื้นที่และเวลา และทุกสาขาจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างยั่งยืน

6. อ้างอิง

1. Thai Meteorological Department., 2007, “Climate Change”, *Retrieved June* 16, 2012, fromhttp://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86 (In Thai)

2. Houghton, J.T., Jenkins, G.J. and Ephraums, J.J. (Editors), 1990, “Climate Change”, *The IPCC*

Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.

3. David, B.E. 2001, *GIS A Visual Approach (2nd Edition)*, Thomson Learning, Canada, pp. 13-15.

4. Chang K. 2002, *Introduction to Geographic Information Systems*, McGraw-Hill, New York, pp. 2-3.

5. Sangawongse, S. 2009, *Remote Sensing for Land-Use/Land-Cover Monitoring and Application*, Chula Press, Bangkok, pp. 1-2.

6. GPS.gov., 2013, "GPS Overview", *Retrieved March 15*, 2013, from http://www.gps.gov/systems/gps/

7. Dangermond, J., and Baker, J., 2010, "GIS Best Practice: GIS for Climate Change'', USA. *Retrieved on July 2, 2012* from http://www.esri.com/library/bestpractices/climate-change.pdf

8. Dangermond, J., and Baker, J., 2010, "Climate Change Is a Geographic Problem: The geographic approach to climate change", *Retrieved on July 2, 2012* from http://www.esri.com/library/ebooks/climate-change.pdf

9. ESRI., 2012, "Climate Change", *Retrieved on June 26, 2012* from http://esri.com/events/user-conference/industry-focus/climate-change.html

10. Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu. S., and Palutikof, J.P., 2008, "Climate Change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change'', *IPCC Secretariat*, Geneva, p. 210.

11. Quevauviller, P., 2011, "Adapting to Climate Change: Reducing Water-Related Risks in Europe-EU Policy and Research Considerations'', *Environmental Science & Policy*, Vol. 14, No. 7, pp. 722-729.

12. Thomas, R.J., 2008, "Opportunities to Reduce the Vulnerability of Dryland Farmers in Central and West Asia and North Africa to Climate Change'', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 126, No. 1-2, pp. 36-45.

13. Snidvongs, A., 2011, "Coping with Climate Change in Community'', *Retrieved June 15, 2012*, from http://climatelinks2011.blogspot.com/2011/02/blog-post__3993.html

14. Guo, S., Wang, J., Xiong, L., Ying, A., and Li, D., 2002, "A Macro-Scale and Semi-Distributed Monthly Water Balance Model to Predict Climate Change Impacts in China", *Journal of Hydrology*, Vol. 268, No. 1-4, pp. 1-15.

15. Yang, Y., Feng, Z., Huang, H.Q., and Lin, Y., 2008, "Climate-Induced Changes in Crop Water Balance During 1960–2001 in Northwest China'', *Agriculture, Ecosystems and Environmen*t, Vol. 127, No. 1-2, pp. 107–118.

16. Ferrer, J., Pérez-Martín, M. A., Jiménez, S., Estrela, T., and Andreu, J., 2012, "GIS-Based Models for Water Quantity and Quality Assessment in the Júcar River Basin, Spain, Including Climate Change Effects,'' *Science of the Total Environment*, Vol. 440, No. 1, pp. 42–59.

17. Maneesaeng, C., 2009, "Impact of Climate Change on Water Availability in Chi Basin,'' *KKU Res J*, Vol. 14, No. 7, pp. 501-610. (In Thai)

18. Rosenzweig, C., Strzepek, K.M., Major, D.C., Iglesias, A., Yates, D.N., McCluskey, A., and Hillel, D., 2004, "Water Resources for Agriculture in a Changing Climate: International Case Studies", *Global Environmental Change*, Vol. 14, No. 4, pp. 345–360.

19. Guo-yu Q., YIN, J., and Geng, S., 2012, "Impact of Climate and Land-Use Changes on Water Security for Agriculture in Northern China", *Journal of Integrative Agriculture*, Vol. 11, No. 1, pp. 144–150.

20. Chikozho, C., 2010, "Applied Social Research and Action Priorities for Adaptation to

Climate Change and Rainfall Variability in the Rainfed Agricultural Sector of Zimbabwe", *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 35, No. 13-14, pp. 780-790.

21. Vermeulen, S.J., Aggarwal, P.K. Ainslie, A., Angelone, C., Campbell, B.M., Challinor, A.J., Hansen, J.W., Ingram, J.S.I., Jarvis, A., Kristjanson, P., Lau, C., Nelson, G.C., Thornton, P.K., and Wollenberg, E., 2012, "Options for Support to Agriculture and Food Security Under Climate Change'', *Environmental Science & Policy*, Vol. 15, No. 1, pp. 136-144.

22. Knox, J.W., Rodríguez Díaz, J.A., Nixon, D.J., and Mkhwanazi, M., 2010, "A Preliminary Assessment of Climate Change Impacts on Sugarcane in Swaziland", *Agricultural Systems*, Vol. 103, No. 2, pp. 63-72.

23. SEA START RC., 2011, "The Study of Climate Change Impact and Vulnerability and Adaptation of Key Systems and Sectors to Future Climate Variability and Change'', *Retrieved June 15, 2012*, from http://startcc.iwlearn.org/doc/Doc__thai__22.pdf (In Thai)

24. Liu, D.L., Mob, J., Fairweatherc, H., and Timbald, B., 2009, "A GIS Tool to Evaluate Climate Change Impact: Functionality and Case Study'', *18th World IMACS / MODSIM Congress, Cains*, pp. 1936-1942.

25. Saipothong, P., Chinvanno, S., Tanakitmetawit, J., and Kerdsuk, V., 2009, "Scenario Planning for Agricultural Land-Use Change in Chi-Mun River Basin, Northeast of Thailand'', *KKU Research Journal*, Vol. 14, No. 7, pp. 650-665. (In Thai)

26. Gao, J., and Lui, Y., 2011, "Climate Warming and Land Use Change in Heilongjiang Province, Northeast China", *Applied Geography*, Vol. 31. No. 2, pp. 476-482.

27. Dyras, I., Dobesch, H., Grueter, E., Perdigao, A., Tveito, O.E., Thornes, J.E., van der Well, F., and Bottai, L., 2005, "The Use of Geographycal Information Systems in Climatology and Meteorology: COST 719,'' *Meteorological Applications*, Vol. 12, No. 10, pp. 1–5.

28. Thornes, J., 2005, "*Editorial: Special Issue on the Use of GIS in Climatology and Meteorology*,'' *Meteorological Applications*, Vol. 12, No. 1, pp. 1-3.

29. Attorre, F., Alfo, M., De Sanctis, M., Francesconi, F., and Bruno, F., 2007, "Comparison of Interpolation Methods for Mapping Climatic and Bioclimatic Variables at Regional Scale'', *International Journal of Climatology*, Vol. 27, No. 13, pp. 1825–1843.

30. Castoldi, N., Bechini, L., and Stein, A., 2009, "Evaluation of the Spatial Uncertainty of Agro-Ecological Assessments at the Regional Scale: The Phosphorus Indicator in Northern Italy'', *Ecological Indicators*, Vol. 9, No. 5, pp. 902–912.

31. Diodato, N., Ceccarelli, M. and Bellocchi, G., 2010, "GIS-Aided Evaluation of Evapotranspiration at Multiple Spatial and Temporal Climate Patterns Using Geoindicators'', *Ecological Indicators*, Vol. 10, No. 5, pp. 1009-1016.

32. McGregor, J.L., and Dix, M.R., 2001. "The CSIRO Conformal-Cubic Atmospheric GCM. *IUTAM Symposium on Advance in Mathematical Modelling of Atmosphere and Ocean Dynamics*'', pp. 197-202.

33. Chinvanno, S., n.d., "Future Climate Change in Thailand'', *Retrieved June 15, 2012*, from http://startcc.iwlearn.org/doc/Doc__thai__4.pdf (In Thai)

34. Kienast, F., Brzeziecki, B. and Wildi, O., 1996, "Long-Term Adaptation of Central European Mountain Forest to Climate Change: a GIS-Assisted

Sensitivity Assessment'', *Forest Ecology and Management*, Vol. 80, No. 1-3, pp. 133-153.

35. Dockerty, T., Lovett, A., Sunnenberg, G., Appleton, K., and Parry, M., 2005, "Visualising the Potential Impacts of Climate Change on Rural Landscapes'', *Computers, Environment and Urban System*, Vol. 29, No. 3, 297-320.

36. Watts, J.D., Kimball, J.S., Jones, L.A., Schroeder, R., and McDonald, K.C., 2012, "Satellite Microwave Remote Sensing of Contrasting Surface Water Inundation Changes Within the Arctic–Boreal Region", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 127, pp. 223–236

37. Latifovic, R., and Pouliot, D., 2007, "Analysis of Climate Change Impacts on Lake Ice Phenology in Canada Using the Historical Satellite Data Record", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 106, No. 4, pp. 492–507.

38. Voogt, J.A., and Oke, T.R., 2003, "Thermal Remote Sensing of Urban Climates", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 86, No. 3, pp. 370–384

39. Seto, K.C., and Christensen, P., 2013, "Remote Sensing Science to Inform Urban Climate Change Mitigation Strategies", *Urban Climate*, In Press.

40. Van Westen, C.J., 2013, "3.10 Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management", *Treatise on Geomorphology*, Vol. 3, pp. 259–298.

41. Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S., Chen, G., Mitani, Y., and Duc, D.M., 2012, "Effects of Climate Change on Geo-Disasters in Coastal Zones and Their Adaptation", *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 30, pp. 24–34.

42. Luscombe, B.W., and Hassan, H.M., 1993, "Applying Remote Sensing Technologies to Natural Disaster Risk Management: Implications for Developmental Investments", *Acta Astronautica*, Vol. 29, No. 10–11, pp. 871–876.

43. McLeman, R., Herold, S., Reljic, Z., Sawada, M., and McKenney, D., 2010, "GIS-Based Modeling of Drought and Historical Population Change on the Canadian Prairies'', *Journal of Historical Geography*, Vol. 36, No. 1, pp. 43–56.

44. Zhang, A., and Jia, G., 2013, "Monitor Meteorological Drought in Semiarid Regions Using Multi-Sensor Microwave Remote Sensing Data", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 134, pp. 12–23.

45. Tralli, D.M., Blom, R.G., Zlotnicki, V., Donnellan, A., and Evans, D.L., 2005, "Satellite Remote Sensing of Earthquake, Volcano, Flood, Landslide and Coastal Inundation Hazards", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 59, No. 4, pp. 185–198.

46. Chormanski, J., Okruszko, T., Ignar, S., Batelaan, O., Rebel, K.T., and Wassen, M.J., 2011, "Flood Mapping with Remote Sensing and Hydrochemistry: A New Method to Distinguish the Origin of Flood Water During Rloods", *Ecological Engineering*, Vol. 37, No. 9, pp. 1334–1349.

47. Haq, M., Akhtar, M., Muhammad, S., Paras, S., and Rahmatullah, J., 2012, "Techniques of Remote Sensing and GIS for Flood Monitoring and Damage Assessment: A Case Study of Sindh Province, Pakistan", *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Vol. 15, No. 2, pp. 135–141.

48. Townsend, P.A., and Walsh, S.J., 1998, "Modeling Floodplain Inundation Using an Integrated GIS with Radar and Optical Remote Sensing", *Geomorphology*, Vol. 21, No. 3–4, pp. 295–312.

49. Brown, I., 2006, "Modelling Future Landscape Change on Coastal Floodplains Using a Rule-

Based GIS'', *Environmental Modelling & Software*, Vol. 21, No. 10, pp. 1479-1490.

50. Thumerer, T.A., Jones P. and Brown, D., "GIS Based Coastal Management System for Climate Change Associated Flood Risk Assessment on the East Coast of England'', *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 14, No. 3, pp. 265-281.

51. Yang, G.J., Vounatsou, P., Xiao-Nong, Z., Utzinger, J., and Tanner, M., 2005, "A Review of Geographic Information System and Remote Sensing with Applications to the Epidemiology and Control of Schistosomiasis in China", Acta Tropica, Vol. 96, No. 2–3, pp. 117–129.

52. Kistemann, T., Dangendorf, F., and Schweikart, J., 2002, "New Perspectives on the Use of Geographical Information Systems (GIS) in Environmental Health Sciences", *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 205, No. 3, pp. 169–181.

53. Ford, J.D., Berrang-Ford, L., King, M., and Furgal, C., 2010, "Vulnerability of Aboriginal Health Systems in Canada to Climate Change", *Global Environmental Change*, Vol. 20, No. 4, pp. 668–680.

54. Merbitz, H., Buttstädt, M., Michael, S., Dottb, W., and Schneider, C., 2012, "GIS-Based Identification of Spatial Variables Enhancing Heat and Poor Air Quality in Urban Areas'', *Applied Geography*, Vol. 33, pp. 94-106.

55. Kistemann, T., Herbst, S., Dangendorf, F., and Exner, M., 2001, "GIS-Based Analysis of Drinking-Water Supply Structures: A Module for Microbial Risk Assessment", *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 203, No. 4, pp. 301–310.

56. Pleerux, N., 2012, "Mapping of Carbon Dioxide Emission from Human Activities: A Case Study of Saensuk Municipality, Mueng District, Chon Buri Province'', *KKU Res. J.*, Vol. 17, No. 6, pp. 895-910.

57. Hahn, M.B., Riederer, A.M., and Foster, S.O., 2009, "The Livelihood Vulnerability Index: A Pragmatic Approach to Assessing Risks from Climate Change Variability and Change-A Case Study in Mozambique'', *Global Environmental Change*, Vol. 19, No. 1, pp. 74-88.

58. Mohan, D., and Sinha, S., 2009, "Vulnerability Assessment of People, Livelihood, and Ecosystem in the Ganga basin", *Retrieved April 20, 2012*, from http://www.cakex.org/virtual-library/3458

59. Heltberg, R., and Bonch-Osolovskiy, M., 2010, "Mapping Vulnerability to Climate Change", *Retrieved on April 20, 2012* from http://www-wds.worldbank.org

60. Houghton, A., Prudent, N., Scott, J.E., Wade, R., and Luber, G., 2012, "Climate Change-Related Vulnerabilities and Local Environmental Public Health Tracking Through GEMSS: A Web-Based Visualization Tool", *Applied Geography*, Vol. 33, pp. 36-44

61. ESRI, 2011, "GeoDesign for Climate Change Adaptation", *Retrieved January 30, 2013* from http://blogs.esri.com/esri/esri-insider/2011/11/14/geodesign-for-climate-change-adapation/