# บทที่ 2
# ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. การทำเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา
3. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบ
4. การปรับตัวของการทำเกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
5. แนวคิดระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
6. การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

## ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 1. พื้นที่ ที่ตั้ง และอาณาเขต

จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด จัดอยู่ในกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก ซึ่งมียุทธศาสตร์การพัฒนาร่วมกัน ทั้งทางด้านการท่องเที่ยว อุตสาหกรรม และการเกษตร กลุ่มจังหวัดนี้ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยหรือริมฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย มีพื้นที่รวมทั้งหมด 10,670,000 ไร่ หรือ 17,073 ตารางกิโลเมตร โดยจังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ 2,726,875 ไร่ หรือ 4,363 ตารางกิโลเมตร จังหวัดระยอง มีพื้นที่ 2,220,000 ไร่ หรือ 3,552 ตารางกิโลเมตร จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ 3,961,250 ไร่ หรือ 6,338 ตารางกิโลเมตร และจังหวัดตราด มีพื้นที่ 1,761,875 ไร่ หรือ 2,819 ตารางกิโลเมตร

ทั้ง 4 จังหวัดพื้นที่ศึกษานี้ได้ถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก โดยมีอาณาเขตด้านทิศเหนือติดต่อจังหวัดฉะเชิงเทราและจังหวัดสระแก้ว กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนกลาง ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกติดต่อกับอ่าวไทย ทิศตะวันออกติดต่อกับประเทศกัมพูชา แนวเขตแดนระหว่างกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกกับประเทศกัมพูชายาวประมาณ 215 กิโลเมตร แยกเป็น จังหวัดจันทบุรี 86 กิโลเมตร จังหวัดตราด 165 กิโลเมตร แนวชายฝั่งทะเลยาว 533 กิโลเมตร แยกเป็นจังหวัดชลบุรี 160 กิโลเมตร จังหวัดระยอง 100 กิโลเมตร จังหวัดจันทบุรี 108 กิโลเมตร และจังหวัดตราด 165 กิโลเมตร

### 2. สภาพภูมิประเทศ

ในกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกทั้ง 4 จังหวัด มีลักษณะภูมิประเทศและสภาพทั่วไป ดังนี้

2.1 ป่าไม้ ภูเขาและเนินสูง เป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตรขึ้นไป ทางด้านเหนือ และตะวันออกของกลุ่มจังหวัด ภูเขาส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินแกรนิต หินดาดโซฟิลไลท์ และหินปูน บริเวณดังกล่าว เป็นเขตป่าสงวน เขตอุทยานแห่งชาติ เขต

ห้ามล่าสัตว์ป่า และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่การเกษตร ปลูกสวนผลไม้ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และพืชไร่ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น

2.2 ที่ราบสลับภูเขา อยู่ตอนกลางของกลุ่มจังหวัด เป็นพื้นที่แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร เหนือ ที่ราบลุ่มน้ำ และที่ราบชายฝั่งทะเลขึ้นไป และเป็นที่ราบลูกคลื่น และเนินเขาเตี้ย ๆ สลับกัน

2.3 ที่ราบลุ่มน้ำและที่ราบชายฝั่งทะเล อยู่ทางตอนล่างของกลุ่มจังหวัด มีลักษณะเป็นที่ราบแคบ ๆ ชายฝั่งทะเลเกิดตะกอนน้ำเค็ม และน้ำกร่อย และตะกอนจากแม่น้ำ มีภูเขาเล็กๆ สลับอยู่บางตอน ชายฝั่งทะเลมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปากแม่น้ำ หรือที่ลุ่มน้ำทะเลท่วมถึง มีป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง บางแห่งเป็นหาดทรายที่สวยงาม

2.4 เกาะต่างๆ ประกอบด้วยเกาะใหญ่น้อยอยู่ห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 2-40 กิโลเมตร มีมากกว่า 50 เกาะ เกาะขนาดใหญ่ และสำคัญมีจำนวนมากกว่า 15 เกาะ เช่น เกาะสีชัง และเกาะล้าน ในจังหวัดชลบุรี เกาะเสม็ดในจังหวัดระยอง หมู่เกาะช้างในจังหวัดตราด

**3. ลักษณะภูมิอากาศ**

ลักษณะภูมิอากาศโดยรวมเป็นแบบมรสุมเมืองร้อน (Tropical monsoon climate) อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.35 องศาเซลเซียส ภูมิอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูฝน และฤดูแล้ง สำหรับฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤศจิกายน เป็นเวลาประมาณ 9-10 เดือน ปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ย 2,534 มิลลิเมตร ต่อปี

**4. การปกครองและประชากร**

จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด แบ่งการปกครองออกเป็น 36 อำเภอ 264 ตำบล 2,120 หมู่บ้าน องค์การบริหารส่วนจังหวัด 4 แห่ง เทศบาลนคร 2 แห่ง เทศบาลเมือง 12 แห่ง เทศบาลตำบล 74 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 211 แห่ง และเมืองพัทยา ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การแบ่งเขตการปกครองของจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด (พ.ศ. 2553)

| จังหวัด | อำเภอ | ตำบล | หมู่บ้าน | อบจ. | เทศบาลนคร | เทศบาลเมือง | เทศบาลตำบล | อบต. | การปกครองพิเศษ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชลบุรี | 11 | 92 | 687 | 1 | 1 | 8 | 38 | 58 | เมืองพัทยา |
| ระยอง | 8 | 58 | 441 | 1 | 1 | 1 | 14 | 54 | - |
| จันทบุรี | 10 | 76 | 731 | 1 | - | 2 | 14 | 65 | - |
| ตราด | 7 | 38 | 261 | 1 | - | 1 | 8 | 34 | - |
| รวม | 36 | 264 | 2,120 | 1 | 2 | 12 | 74 | 211 | 1 |

ที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553)

ทั้ง 4 จังหวัดมีประชากรรวมทั้งสิ้น 2,715,210 คน แยกเป็นชาย 1,336,246 คน และหญิง 1,489,815คน จังหวัดที่มีประชากรมากที่สุด คือ จังหวัดชลบุรี เท่ากับ 1,338,656 คน รองลงมา คือ จังหวัดระยอง เท่ากับ 637,736 คน จังหวัดจันทบุรี เท่ากับ 516,855 คน และจังหวัดตราด เท่ากับ 222,013 คน และจำนวนบ้านรวมทั้งสิ้น 1,367,227 บ้าน (กรมการปกครอง, 2554)

**5. ทรัพยากรน้ำ**

5.1 แหล่งน้ำธรรมชาติ กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกมีแม่น้ำลำธารหลายสาขา ทิศทางการไหลของน้ำจากเหนือลงใต้เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงลุ่มน้ำโตนเลสาปที่ไหลจากทิศตะวันตกในพื้นที่อำเภอโป่งน้ำร้อนลงสู่ที่ราบในราชอาณาจักรกัมพูชาทางทิศตะวันออก สามารถแบ่งเขตกลุ่มน้ำตามพื้นที่บริหารจัดการเป็น 8 ลุ่มน้ำสาขา ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 แหล่งน้ำธรรมชาติในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

| ลำดับ | ชื่อลุ่มน้ำสาขา | จังหวัด | อำเภอ | จำนวนตำบล | พื้นที่ (ตร.กม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ชลบุรี | ชลบุรี | เมืองชลบุรี ศรีราชา บางละมุง สัตหีบ เกาะสีชัง | 40 | 1,684 |
| 2. | คลองหลวง | ชลบุรี | พานทอง พนัสนิคม บ่อทอง หนองใหญ่ บ้านบึง เกาะจันทร์ | 52 | 2,753 |
| 3. | คลองใหญ่+ระยองตะวันออก+ระยองตะวันตก | ระยอง | เมืองระยอง บ้านฉาง ปลวกแดง บ้านค่าย นิคมพัฒนา | 35 | 2,109 |
| 4. | ประแสร์+พังราด | ระยอง | วังจันทร์ แกลง เขาชะเมา | 23 | 1,612 |
| 5. | วังโตนด+พังราด | จันทบุรี | แก่งหางแมว นายายอาม ท่าใหม่ | 25 | 2,121 |
| 6. | โตนเลสาป | จันทบุรี | สอยดาว โป่งน้ำร้อน | 10 | 1,781 |
| 7. | จันทบุรี+เวฬุ | จันทบุรี | เมืองจันทบุรี ขลุง แหลมสิงห์ มะขาม เขาคิชฌกูฏ | 41 | 2,507 |
| 8. | ตราด+เวฬุ | ตราด | เมืองตราด เขาสมิง บ่อไร่ แหลมงอบ คลองใหญ่ เกาะช้าง เกาะกูด | 38 | 2,871 |

ที่มา : สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก (2553)

5.2 แหล่งเก็บกักน้ำ ใน 4 จังหวัดมีแหล่งเก็บกักน้ำของกรมชลประทาน รวม 24 แห่ง ความจุเก็บกัก 896.90 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ยังมีอ่างเก็บน้ำของกระทรวงพลังงานที่สำคัญ

ได้แก่ อ่างเก็บน้ำเขื่อนคีรีธาร ความจุเก็บกักน้ำ 76 ล้านลูกบาศก์เมตร อ่างเก็บน้ำพลวง ความจุเก็บกักน้ำ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, 2553)

**6. ลักษณะทั่วไปของจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด**

6.1 จังหวัดชลบุรี

6.1.1 สภาพทั่วไป

จังหวัดชลบุรีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยหรือริมฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย ห่างจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 (ถนนสายบางนา-ตราด) ประมาณ 81 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีเส้นทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 หรือ Motorway (กรุงเทพฯ-ชลบุรี) ระยะทาง 79 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาในการเดินทางประมาณ 45 นาที จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ 2,726,875 ไร่ หรือ 4,363 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ประเทศไทย (พื้นที่ของประเทศไทยประมาณ 320,696,875 ไร่ หรือ 513,115 ตารางกิโลเมตร)

6.1.2 ภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรีมีการผสมผสานกันมากถึง 5 แบบ ทั้งที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง พื้นที่สูงชันและภูเขา รวมถึงเกาะน้อยใหญ่อีกมากมาย ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขาของชลบุรีพบได้ทางด้านตะวันออกของจังหวัดในเขตอำเภอบ้านบึง พนัสนิคม หนองใหญ่ ศรีราชา บางละมุง สัตหีบ และบ่อทอง ปัจจุบันพื้นที่นี้ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการปลูกมันสำปะหลัง สำหรับที่ราบชายฝั่งทะเลนั้นพบตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงถึงอำเภอสัตหีบ เป็นที่ราบแคบ ๆ ชายฝั่งทะเล มีภูเขาลูกเล็กสลับเป็นบางตอน ถัดมา คือ พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง มีลำน้ำคลองหลวงยาว 130 กิโลเมตร ต้นน้ำอยู่ที่อำเภอบ่อทองและบ้านบึง ผ่านพนัสนิคม ไปบรรจบเป็นคลองพานทองไหลลงสู่แม่น้ำบางปะกง โดยดินตะกอนอันอุดมสมบูรณ์จากการพัดพาของแม่น้ำบางปะกงนี้เองได้ก่อให้เกิดที่ราบลุ่มเหมาะสมต่อการเกษตรกรรม ส่วนพื้นที่สูงชันและภูเขานั้นอยู่ตอนกลางและตะวันออกของจังหวัด ตั้งแต่อำเภอเมือง บ้านบึง ศรีราชา หนองใหญ่ และบ่อทอง ที่อำเภอศรีราชานั้นเป็นต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ แหล่งน้ำอุปโภคบริโภคหลักแห่งหนึ่งของชลบุรี

จังหวัดชลบุรีมีชายฝั่งทะเลยาวถึง 160 กิโลเมตร เว้าแหว่งคดโค้งสวยงาม เกิดเป็นหน้าผาหิน หาดทรายทอดยาว ป่าชายเลน ป่าชายหาด ซึ่งอ่าวหลายแห่งสามารถพัฒนาไปเป็นท่าจอดเรือกำบังคลื่นลมได้เป็นอย่างดี เช่น ท่าจอดเรือรบที่อำเภอสัตหีบ สำหรับเกาะสำคัญ ๆ มีอยู่ไม่น้อยกว่า 46 เกาะ เช่น เกาะสีชัง เกาะไผ่ เกาะลอย เกาะล้าน เกาะขาม และเกาะคราม ที่อยู่ในเขตทหารเรือของอำเภอสัตหีบ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลเต่าทะเลที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ของไทย โดยเกาะเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นปราการธรรมชาติ ช่วยป้องกันคลื่นลม ทำให้ชลบุรีไม่ค่อยมีคลื่น

ขนาดใหญ่ ต่างจากจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ซึ่งมักมีคลื่นใหญ่กว่า ด้วยเหตุนี้เองชายฝั่งของชลบุรีจึงเต็มไปด้วยท่าจอดเรือประมง และเหมาะแก่การสร้างท่าจอดเรือพาณิชย์ขนาดใหญ่ เช่น ท่าเรือแหลมฉบัง เป็นต้น

ภูมิประเทศอันหลากหลายดังกล่าว หล่อหลอมให้ชลบุรีสามารถพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นด้านการเกษตร อุตสาหกรรม การพาณิชย์ การท่องเที่ยว และการคมนาคมที่สะดวกสบาย

6.1.3 ภูมิอากาศ

จังหวัดชลบุรีมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical climate) โดยได้รับอิทธิพลจากทั้งลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน -กุมภาพันธ์ ส่งผลให้จังหวัดชลบุรีมีฤดูกาลแตกต่างกันอย่างชัดเจน 3 ฤดู ได้แก่

ฤดูร้อน เดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม อากาศค่อนข้างอบอ้าวแต่ไม่ถึงกับร้อนจัด

ฤดูฝน เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม มีฝนตกกระจายทั่วไป โดยมักตกหนักในเขตป่าและภูเขา

ฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ อากาศไม่หนาวจัด ทว่าเย็นสบาย ท้องฟ้าสดใส ปลอดโปร่ง และมีแดดตลอดวัน นับเป็นช่วงเวลาซึ่งชายหาดจะคึกคักไปด้วยนักท่องเที่ยว ส่วนภาคเกษตรในฤดูนี้เป็นเวลาที่ค่อนข้างแล้ง เพราะฝนทิ้งช่วงหลายเดือน

6.2 จังหวัดระยอง

6.2.1 สภาพทั่วไป

จังหวัดระยองมีพื้นที่ 2,220,000 ไร่ หรือ 3,552 ตารางกิโลเมตร มีระยะทางห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 179 กิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ทิศใต้ ติดต่อกับอ่าวไทย โดยมีชายฝั่งยาวมากกว่า 100 กิโลเมตร

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

6.2.2 ภูมิประเทศ

เป็นที่ราบชายฝั่งที่เกิดจากการทับถมของตะกอนบริเวณแอ่งลุ่มน้ำระยองและที่ลาดสลับเนินเขาและภูเขา มีลักษณะเป็นลอนลูกคลื่นสูงต่ำสลับกันไป โดยมีพื้นที่ ทิวเขา 2 แนว

คือ ทิวเขาชะเมาทางทิศตะวันออก ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 1,035 เมตร และทิวเขาที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของตัวจังหวัดเป็นแนวยาวจากอำเภอเมืองระยองขึ้นไปทางเหนือจนสุดเขตจังหวัด มีแม่น้ำสายสั้น ๆ ซึ่งเกิดจากเทือกเขาจันทบุรีและเทือกเขาบรรทัดไหลลงสู่อ่าวไทย แม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำบางประกง แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำระยอง เป็นต้น ลักษณะชายฝั่งทะเลมีหาดทรายสวยงามและมีเกาะใหญ่น้อยเรียงรายเลียบตามแนวชายฝั่ง นับเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ

6.2.3 ภูมิอากาศ

จังหวัดระยองมีลักษณะภูมิอากาศ แบบมรสุมเขตร้อน ลมทะเลพัดผ่านตลอดปี อากาศอบอุ่น ไม่ร้อนจัด บริเวณชายฝั่งทะเลเย็นสบาย ในฤดูฝนจะมีฝนตกชุกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมของทุกปี

6.3 จังหวัดจันทบุรี

6.3.1 สภาพทั่วไป

จังหวัดจันทบุรี ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย มีพื้นที่ 3,961,250 ไร่ หรือ 6,338 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 235 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดจังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดสระแก้ว

ทิศตะวันออก ติดจังหวัดตราด และราชอาณาจักรกัมพูชา

ทิศใต้ ติดอ่าวไทย

ทิศตะวันตก ติดจังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรี

6.3.2 ภูมิประเทศ

สภาพโดยทั่วไปของจังหวัดจันทบุรี ด้านทิศเหนือและทิศตะวันออก เป็นป่าไม้ ภูเขา และที่เนินสูงเป็นส่วนใหญ่ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 30-150 เมตร ส่วนด้านทิศใต้เป็นชายฝั่งมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มซึ่งบางแห่งเป็นอ่าว แหลมและหาดทราย สูงจากระดับน้ำทะเล 1-5 เมตร

6.3.3 ภูมิอากาศ

ภูมิอากาศโดยทั่วไปของจังหวัดจันทบุรี มีฝนตกชุกนานประมาณปีละ 5 เดือน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 3,509 มิลลิเมตร มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 24.7 องศาเซลเซียส

6.4 จังหวัดตราด

6.4.1 สภาพทั่วไป

จังหวัดตราด เป็นจังหวัดสุดท้ายที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 1,761,875 ไร่ หรือ 2,819 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.42 ของพื้นที่ประเทศ จังหวัดตราดอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท)เป็นระยะทางประมาณ 385 กิโลเมตร หรือตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 37 (สายบางนา-ชลบุรี-บ้านบึง-แกลง-จันทบุรี-ตราด) เป็นระยะทางประมาณ 315 กิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับราชอาณาจักรกัมพูชา และจังหวัดจันทบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับราชอาณาจักรกัมพูชา

ทิศใต้ ติดต่อกับชายฝั่งทะเลทางอ่าวไทย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดจันทบุรี

6.4.2 ภูมิประเทศ

จังหวัดตราด เป็นจังหวัดชายแดนติดต่อกับประเทศกัมพูชา มีทิวเขาบรรทัดยาว 156 กิโลเมตรเป็นพรมแดนด้านตะวันออก ด้านตะวันตกมีชายฝั่งทะเลยาว 156.5 กิโลเมตร มีเกาะ 52 เกาะ เกาะช้างเป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุด (มีเนื้อที่ 650 ตารางกิโลเมตร) สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีความยาวมากกว่าความกว้าง ตอนบนและตอนกลางมีความยาวใกล้เคียงกัน ตอนใต้มีลักษณะเรียวทอดยาวลงไป จังหวัดตราดมีสัณฐานคล้ายหัวช้าง ส่วนกว้างที่สุดของจังหวัด จากตำบลแสนตุ้ง อำเภอเขาสมิง ถึงแนวเทือกเขาบรรทัด ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมืองตราด เป็นระยะทาง 49 กิโลเมตร ส่วนที่ยาวที่สุดจากทิศเหนือของตำบลหนองบอน อำเภอบ่อไร่ ถึงตอนใต้สุดของตำบลหาดเล็ก อำเภอคลองใหญ่ เป็นระยะทางประมาณ 125 กิโลเมตร และส่วนที่แคบที่สุดวัดจากบ้านโขดทราย ตำบลหาดเล็ก อำเภอคลองใหญ่ จากฝั่งทะเลตะวันตกถึงแนวเทือกเขาบรรทัดมีระยะเพียง 500 เมตร จังหวัดตราดมีภูมิประเทศคล้ายคลึงกับจังหวัดใกล้เคียง เช่น จันทบุรี ระยอง และชลบุรี พื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นหรือลูกฟูก และเนินเขาเตี้ย ๆ ทางตอนบนของจังหวัดเป็นภูเขาและที่สูง ในตอนกลางมีที่ราบแคบ ทางตอนบนบางแห่งและชายฝั่งทะเลตอนใต้ช่วง เทือกเขาบรรทัดติดกับจังหวัดจันทบุรี เป็นเทือกเขาหินแกรนิตมีความแข็งแกร่ง

6.4.3 ภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศ จังหวัดตราดมีอากาศไม่ร้อนจัด หรือหนาวจนเกินไป แต่มีฝนตกชุกมาก เพราะมีพื้นที่ติดทะเลและภูเขาโอบล้อม จึงทำให้รับอิทธิพลของลมมรสุม แบ่งออกเป็น 3 ฤดู

ฤดูหนาว เป็นเพียงระยะเวลาสั้นๆ ช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ อากาศไม่หนาวมากนัก อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 20 องศาเซลเซียส

ฤดูร้อน เป็นช่วงระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน อุณหภูมิโดยเฉลี่ยไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส

ฤดูฝน เกิดจากอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านทะเลอ่าวไทย ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมของทุกปี ทำให้มีฝนตกชุกในเกือบทุกพื้นที่ โดยเฉลี่ยจะมีปริมาณน้ำฝน 4,000 มิลลิเมตรต่อปี

**ฐานข้อมูลเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา**

**1. ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ**

ในปี พ.ศ. 2553 จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด มีมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมเท่ากับ 1,236,064 ล้านบาท อยู่ในภาคเกษตร 69,793 ล้านบาท หรือร้อยละ 5.65 ภาคเกษตรมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราดเป็นอย่างมาก โดยจังหวัดจันทบุรีภาคเกษตรมีสัดส่วนร้อยละ 37.23 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัด และจังหวัดตราดภาคเกษตรมีสัดส่วนร้อยละ 46.53 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัด ส่วนจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยองภาคเกษตรทำรายได้มากกว่าอีกสองจังหวัดแต่มีสัดส่วนไม่ถึงร้อยละ 5 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัด ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 มูลค่าผลิตภัณฑ์ของจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

| ภาคการผลิต | ชลบุรี | ระยอง | จันทบุรี | ตราด | รวม | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ภาคเกษตร | 22,252 | 19,961 | 16,267 | 11,313 | 69,793 | 5.65 |
| นอกภาคเกษตร | 510,713 | 615,135 | 27,425 | 12,999 | 1,166,272 | 94.35 |
| รวม | 532,965 | 635,096 | 43,692 | 24,312 | 1,236,065 | |
| ร้อยละ | 43.12 | 51.38 | 3.53 | 1.97 | | |

ที่มา : สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก (2553)

**2. ผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ**

จังหวัดชลบุรีมีพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ในปี พ.ศ. 2553 มีผลผลิตจากข้าวนาปี ข้าวนาปรัง มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน สับปะรด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และอ้อยคั้นน้ำ จากพื้นที่เพาะปลูก 691,862 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 2,903,485,584 กิโลกรัม ไม้ผลไม้ยืนต้นจำพวกขนุนหนัง มะม่วง มะม่วงหิมพานต์ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ยางพารา จากพื้นที่เพาะปลูก 439,138 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 412,488,823 กิโลกรัม มีพื้นที่ปลูกพืชผักสวนครัว 8,973 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 13,246,735 กิโลกรัม มีพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ 571 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 331,450 กิโลกรัม

จังหวัดระยองมีพืชเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2553 ได้แก่ ข้าวนาปี สับปะรด มันสำปะหลัง ลองกอง อ้อย ทุเรียน มะม่วง เงาะ ขนุน มังคุด มะพร้าว ยางพารา และปาล์มน้ำมัน จากพื้นที่เกษตรที่ให้ผลผลิต 797,940 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 1,105,340.01 ตัน

จังหวัดจันทบุรีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน เงาะ มังคุด สละ ลองกอง ลำไย พริกไทย มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ยางพารา และข้าวนาปี ในปีพ.ศ. 2553 มีพื้นปลูกที่ให้ผลผลิต 1,583,941 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 2,173,258 ตัน

จังหวัดตราดพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน เงาะ มังคุด และลองกอง มีพื้นที่เพาะปลูกให้ผล 118,827 ไร่ ผลผลิตรวม 137,584 ตัน

ผลผลิตด้านปศุสัตว์ กลุ่มจังหวัดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ไก่ เป็ด หมู วัวนม และวัวเนื้อ รวม 35,146,266 ตัว ทั้งประเทศเลี้ยง 365,541,130 ตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 9.61 โดยจังหวัดชลบุรีเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 7.87 ของทั้งประเทศ กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเลี้ยงไก่ร้อยละ 10.36 และเลี้ยงหมู ร้อยละ 11.85 ของทั้งประเทศ (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, 2553)

**3. ครัวเรือนในภาคเกษตร**

เกษตรกรรมเป็นอาชีพที่ได้รับความนิยม ในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราดมีครัวเรือนเกษตรถึง 155,261 ครัวเรือน จากทั้งหมด 1,331,271 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 11.66 ภาคเกษตรในจังหวัดชลบุรีและระยองใช้แรงงานเกษตรน้อยกว่าจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราดแต่มีมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัดด้านเกษตรสูงกว่า เนื่องจากมีเทคโนโลยีการผลิต ทรัพยากรที่เหมาะสมต่อการทำเกษตร อาจสะท้อนถึงที่ดินหรือทรัพยากรน้ำหรือชนิดสินค้าเกษตรที่ผลิตทำรายได้มากกว่าก็ได้ โดยในจังหวัดชลบุรีมีครัวเรือเกษตร 39,757 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 5.53 จังหวัดระยองมีครัวเรือนเกษตร 42,047 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 13.02 จังหวัดจันทบุรีมีครัวเรือนเกษตร 52,507 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 26.54 และจังหวัดตราดมีครัวเรือนเกษตร 20,950 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 23.05 (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, 2553)

**4. แรงงานในภาคเกษตร**

เมื่อปี พ.ศ. 2553 ไตรมาส 4 ผู้ที่อยู่ในกำลังแรงงานและเป็นผู้ที่มีงานทำ ใน 4 จังหวัดมี 1,530,404 คน เป็นเพศชาย 842,539 คน และเพศหญิง 687,863 คน อยู่ในภาคเกษตร ร้อยละ 26 มีสัดส่วนเพศชายทำงานในสาขาการประมงมากกว่าเพศหญิง ส่วนสาขาเกษตรกรรม การล่าสัตว์และการป่าไม้ มีสัดส่วนพอ ๆ กัน (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, 2553)

**5. ข้อมูลด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม**

ในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราดมีการใช้ที่ดินเพื่อการทำเกษตรรวมร้อยละ 57.28 ไม่ว่าจะเป็น นา ไร่ สวน เลี้ยงสัตว์ และประมง โดยจังหวัดชลบุรีมีการใช้ที่ดินสำหรับเกษตรกรรมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 61.91 รองลงมา ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด เท่ากับ 61.25, 60.61

และ 57.28 ตามลำดับ พื้นที่การทำเกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นการทำสวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด

ส่วนแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อเกษตรกรรมพบว่า มีพื้นที่ร้อยละ 91.37 ต้องอาศัยน้ำฝน มีเพียงร้อยละ 2.33 อยู่ในเขตชลประทาน และพื้นที่ที่ทำการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าร้อยละ 6.3 (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออก, 2553)

**การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบ**

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายความรวมถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของอากาศซึ่งอาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อันทำให้ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับภาวะโลกร้อน (Global warming) และภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) ได้มีการศึกษาและสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change scenario) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) เพื่อเลียนแบบการถ่ายทอดพลังงานความร้อนระหว่างส่วนประกอบหลักของภูมิอากาศโลกที่สำคัญห้าส่วน ได้แก่ บรรยากาศ พื้นธรณี พื้นน้ำ ชีวภพ และพื้นน้ำแข็ง เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป เช่น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นย่อมมีผลต่อการดูดกลืนและถ่ายทอดความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดย Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ได้สังเคราะห์ผลการศึกษาจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกและรายงานใน IPCC Third Assessment Report (TAR) ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลกจะเพิ่มขึ้น 1.4-5.8 องศาเซลเซียส และระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้น 0.09-0.88 เมตรภายในศตวรรษที่ 21 นี้ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในอนาคตจะเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของโลกที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2550)

ภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นอีกหนึ่งผลกระทบอันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน ไม่ว่าจะเป็นแผ่นดินไหว คลื่นยักษ์สึนามิ พายุถล่ม น้ำท่วม และไฟป่า ซึ่งนับวันจะมีความถี่ของการเกิดและทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น เช่น การเกิดเหตุแผ่นดินไหวขนาด 9.2 ริกเตอร์ (เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547) ทางตอนเหนือของเกาะสุมาตราและในท้องทะเลอันดามัน ทำให้เกิดคลื่นยักษ์สึนามิคร่าชีวิตผู้คนหลายแสนคนและสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจมากมาย จากนั้นเกิดเหตุแผ่นดินไหวตามมาอีกหลายร้อยครั้งจนกลายเป็นเหตุหายนะรายวันทั้งในประเทศไทย อินโดนีเซีย อิหร่าน ญี่ปุ่น อเมริกา ชิลี เปรู และโบลิเวีย และเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งร้ายแรงของญี่ปุ่นในวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2554 ที่มีขนาดความรุนแรง 9 ริกเตอร์ ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินไปอย่างมหาศาล ยังมีเหตุการณ์ภัยพิบัติร้ายแรงเกิดขึ้นตามมาอีกหลายครั้ง ทั้งสภาพอากาศวิปริตอย่างหนักในอินเดีย ปากีสถาน

อัฟกานิสถาน ญี่ปุ่น อเมริกา ชิลี และบริเวณตอนเหนือของยุโรป ทั้งพายุหิมะ ฝนตกหนัก และอากาศหนาวเย็นจนอุณหภูมิติดลบ ทำให้ประชาชนล้มตายหลายพันคน ต่อมาเกิดคลื่นความร้อน (Heat wave) แผ่ปกคลุมทั้งจีน อินเดีย บังคลาเทศ ปากีสถาน โปรตุเกส ฝรั่งเศส สเปน และอิตาลี ทำให้ผู้คนตายอีกหลายร้อยคนจากโรคลมแดดและขาดน้ำจนเสียชีวิต รวมทั้งหลายประเทศเกิดไฟป่าอย่างรุนแรงจากอากาศที่แห้งแล้งอย่างหนัก ประเทศอเมริกาต้องผชิญหน้ากับพายุเฮอริเคนนับสิบลูก ที่รุนแรงที่สุด คือ พายุเฮอริเคนแคทรีนา สร้างความเสียหายให้กับเมืองนิวออร์ลีนส์ รัฐหลุยเซียนา และเมืองไบลอกซี รัฐมิสซิสซิปปี และยังได้รับความเสียหายจากพายุเฮอริเคนอีก 2 ทำให้ประชาชนเสียชีวิตนับพันคน ไร้ที่อยู่อาศัยอีกนับล้านคน รวมทั้งสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างมาก

ส่วนผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประเทศไทยมีอยู่หลายประการเช่นกัน ได้แก่ ระดับน้ำทะเลขึ้นสูง มีการคาดการณ์ว่าระดับน้ำทะเลอาจสูงขึ้นอีกถึง 90 เซนติเมตรในอีกหนึ่งร้อยปีข้างหน้า ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยได้รับผลกระทบทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพหลายประการ นอกจากนี้ยังมีการประเมินว่ามีสิ่งชี้ชัดในเรื่องความเป็นไปได้ของภาวะขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ และอุทกภัยที่ถี่ขึ้นและรุนแรงยิ่งขึ้นในพื้นที่ราบลุ่ม โดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งของกรุงเทพมหานครที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และอยู่เหนือระดับน้ำทะเลเพียง 1 เมตร โดยระดับการรุกของน้ำเค็มจะเข้ามาในพื้นที่แม่น้ำเจ้าพระยาถึง 40 กิโลเมตร ส่งผลกระทบรุนแรงต่อพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความอ่อนไหวต่อความสมดุลของน้ำจืดและน้ำเค็ม ส่วนพื้นที่ชายฝั่งจะได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน เช่น พื้นที่ชายฝั่งที่เป็นหน้าผา อาจมีการยุบตัวเกิดขึ้นกับหินที่ไม่แข็งตัวพอ แต่กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่วนชายหาดจากเพชรบุรีถึงสงขลาซึ่งมีลักษณะชายฝั่งที่แคบจะหายไป และชายหาดจะถูกร่นเข้ามาถึงพื้นที่ราบริมทะเล พื้นที่ป่าชายเลนจะมีความหนาแน่นของพรรณไม้ลดลง เนื่องจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นจะทำให้พืชตาย แอ่งน้ำเค็มลดลงและถูกแทนที่ด้วยหาดเลน ในขณะที่ปากแม่น้ำจะจมลงใต้น้ำทำให้เกิดการชะล้าง พังทลายของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งน้ำชายฝั่งจะมีพื้นที่เพิ่มขึ้นและอาจมีน้ำเค็มรุกเข้ามามากขึ้น

นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อภูมิอากาศที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวร้ายมากขึ้น อากาศที่ร้อนขึ้น และความชื้นที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ภัยธรรมชาติต่าง ๆ เกิดบ่อยครั้งและรุนแรง ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองบ่อยครั้งขึ้นและไม่เป็นไปตามฤดูกาล โดยภาคใต้ของประเทศซึ่งเคยมีพายุไต้ฝุ่นพัดผ่านจะเกิดพายุมากขึ้น และความรุนแรงของพายุไต้ฝุ่นก็จะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงอัตราเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของแนวโน้มอุทกภัยแบบฉับพลันด้วยเช่นเดียวกัน ส่งผลให้ประชาชนจำนวนมากไร้ที่อยู่อาศัย และก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบนิเวศ ภัยธรรมชาติอีกอย่างหนึ่งที่คาดการณ์ว่าจะรุนแรงขึ้น ได้แก่ ภาวะภัยแล้ง จากปรากฏการณ์ เอล นินโญ่ ที่เชื่อกันว่าอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้อาจมีการเกิดไฟป่าบ่อยครั้งขึ้นเนื่องมาจากภาวะภัยแล้ง ผลกระทบที่สำคัญอีกประการ คือ ปัญหาสุขภาพและอนามัยของประชาชน จากอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นและเหตุการณ์ตามธรรมชาติที่รุนแรงและเกิดบ่อยครั้งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและอนามัยของคนไทย โรคระบาด

ที่สัมพันธ์กับการบริโภคอาหารและน้ำดื่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น เช่น ภาวะน้ำท่วมทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรคในแหล่งน้ำ ได้แก่ โรคบิด ท้องร่วง และอหิวาตกโรค เป็นต้น โรคติดต่อในเขตร้อนก็มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้น และจะคร่าชีวิตผู้คนเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะไข้มาลาเรีย ซึ่งมียุงลายเป็นพาหะ เนื่องจากการขยายพันธุ์ของยุงมากขึ้นในสภาวะแวดล้อมที่ร้อนขึ้นและฤดูกาลที่ไม่แน่นอน และจากแนวโน้มของผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลงจากภัยธรรมชาติ อาจนำไปสู่ภาวะขาดแคลนอาหาร และความอดอยาก ทำให้เกิดภาวะขาดสารอาหาร และภูมิต้านทานร่างกายต่ำ โดยเฉพาะในเด็กและคนชรา

จากปัญหาผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่มีต่อประเทศไทยในทางกายภาพ หากแต่ยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่อความมั่นคงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศชาติเช่นเดียวกันกล่าวคือ การยุบตัวของพื้นที่ชายฝั่ง ภูมิอากาศแปรปรวน โรคระบาดรุนแรง และผลกระทบอื่น ๆ ส่งผลให้มีประชากรบาดเจ็บล้มตาย ทิ้งที่ทำกิน และไร้ที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ประชาชนยังจะได้รับความเดือดร้อนจากการขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะระหว่างภาวะน้ำท่วม และความเสียหายที่เกิดกับระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ซึ่งโดยมากผู้ที่จะได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุดจะเป็นประชาชนที่มีความยากจน และไม่มีทุนทรัพย์พอที่จะป้องกันผลกระทบได้ เช่น การป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มในพื้นที่ทำกิน อาจทำได้โดยการสร้างเขื่อน และประตูน้ำป้องกันน้ำเค็ม แต่วิธีการนี้ต้องลงทุนสูง ดังนั้นเมื่อราคาของการป้องกันสูงเกินกว่าที่ชาวนาจะสามารถรับได้ การทิ้งพื้นที่ทำกินในบริเวณที่ให้ผลผลิตต่ำจึงเป็นทางออกที่คาดว่าจะเกิดขึ้น นอกจากนี้ความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญตามแนวชายฝั่งที่ยุบตัว ภัยธรรมชาติ และความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติที่รุนแรงล้วนส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตรซึ่งเป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศมีปริมาณลดลง พื้นที่ที่คุ้มค่าแก่การป้องกันในเชิงเศรษฐกิจ และพื้นที่ที่มีการพัฒนาสูงอาจได้รับการป้องกันล่วงหน้า เช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำต้องมีโครงสร้างป้องกันกระแสคลื่นซึ่งจะรุนแรงขึ้นเมื่อน้ำทะเลสูงขึ้น หรือการสร้างกำแพงกั้นน้ำทะเลหรือเขื่อน เพื่อป้องกันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางการเกษตร และการทำนาเกลือ การป้องกันดังกล่าวนั้นต้องใช้งบประมาณจำนวนมหาศาล ดังนั้นในพื้นที่ที่ไม่คุ้มค่าที่จะป้องกันในเชิงเศรษฐกิจจะถูกละทิ้งไป ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกิดปัญหาเศรษฐกิจและสังคมมากที่สุด เช่น การช่วยเหลือชาวนา ซึ่งจำเป็นที่จะต้องย้ายไปอยู่ที่ที่สูงขึ้นเนื่องจากน้ำทะเลรุก เป็นต้น (คลังปัญญาไทย, 2554)

**การปรับตัวของการทำเกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

ในภาวะปัจจุบันที่ภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่แย่ลงและรุนแรงมากขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่มนุษยจะต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การปรับตัวเพื่อการดำรงชีพอยู่ได้อย่างปลอดภัยและได้รับผลกระทบน้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบในทางลบต่อมนุษย์ในหลายด้านดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อีกหนึ่งผลกระทบสำคัญที่อาจส่งผลต่อประชากรจำนวนมากทั้งในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก คือ ผลกระทบทางด้าน

เกษตรกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากอาหารที่มนุษย์ใช้บริโภคทั่วโลกนั้นมาจากการผลิตในภาคเกษตรกรรมทั้งสิ้น หากยังไม่มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและป้องกัน ในอนาคตประเทศไทยและนานาประเทศต้องได้รับผลกระทบอย่างแน่นอน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีหลายแบบ เช่น อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้วัฏจักรน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยทำให้ปริมาณฝนน้อยลงหรือมากขึ้นในบางพื้นที่ (Thomas, 2008) เป็นต้น

การวิจัยของ Pittman et al. (2011) ได้นำกลยุทธ์ Bottom up มาใช้ในการศึกษากระบวนการของการปรับตัว โดยมีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ ข้อมูลระบบชลประทาน ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น ร่วมกับการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรม ปัญหาที่พบในอดีตและปัจจุบัน รูปแบบการปรับตัวที่ดำเนินการในอดีตและปัจจุบัน การมองถึงสภาพปัญหาของการทำเกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทิศทางการปรับตัวและแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อลดผลกระทบที่ได้รับในอนาคต และความช่วยเหลือจากหน่วยงาน และข้อจำกัดในการปรับตัว จากการวิจัยนี้พบว่า การชลประทานมีความสำคัญมากในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและฝนแล้ง แต่ด้วยปัญหาทางเศรษฐกิจ เงื่อนไขของระบบและสังคม และค่านิยมท้องถิ่น เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การชลประทานในพื้นที่ไม่สามารถพัฒนาได้เต็มประสิทธิภาพ และรูปแบบการปรับตัวที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การนำเกษตรกรรมรูปแบบใหม่มาใช้ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ ในขณะที่ Reidsma et al. (2010) ได้วิเคราะห์การปรับตัวของเกษตรกรจากการเปลี่ยนแปลงและความเปราะบางของภูมิอากาศ โดยทำการเปรียบเทียบผลผลิตกับรายได้ของเกษตรกร ความเปราะบางของภูมิอากาศเชิงพื้นที่กับความเปราะบางของภูมิอากาศเชิงเวลา การตอบสนองในระดับไร่นากับระดับภูมิภาค และผลกระทบของภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้น (โดยใช้ Crop model) กับผลกระทบของภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจริง (โดยใช้ของมูลจากเกษตรกร) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าผลกระทบต่อผลผลิตไม่สามารถแปลงไปสู่ผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรโดยตรง เนื่องจากเกษตรกรจะปรับตัวโดยการปลูกพืชหมุนเวียนชนิดอื่นแทน ส่วนความเปราะบางของภูมิอากาศเชิงพื้นที่ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างจากผลกระทบจากความเปราะบางของภูมิอากาศเชิงเวลา นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงและความเปราะบางของภูมิอากาศยังส่งผลกระทบอย่างมากต่อการจัดการและการปรับตัวในระดับไร่นาอีกด้วย รูปแบบการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของเกษตรกรมีหลากหลาย ทั้งการยืดช่วงเวลาการเพาะปลูกออกไป และการเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูก การใช้กลยุทธ์ทางเศรษฐกิจและการตลาด โดยรูปแบบการปรับตัวเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นป่าไม้ ดิน หรือน้ำ (Paavola, 2008)

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถรูปแบบการปรับตัวของการทำเกษตรกรรมจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสามารถสรุปได้ดังนี้ (1) การเลื่อนเวลาการเพาะปลูก โดยอาจเป็นการเลื่อนเข้ามาให้เร็วขึ้น หรือการเลื่อนออกไปให้ช้าลง (2) การจัดการแปลงเพาะปลูก เช่น การปรับปรุงคุณภาพดินโดยการใส่ธาตุอาหารที่เหมาะสมกับพืช หรือการเพิ่มระยะห่างระหว่างต้นพืช

ในแปลงหรือสวนเพื่อประหยัดน้ำ หรือเพิ่มการปลูกพืชในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว เนื่องจากดินเหนียวมีการกักเก็บน้ำสูง (3) การเปลี่ยนพันธุ์พืช เช่น การปลูกพันธุ์ข้าวที่มีอายุสั้นลง เพื่อลดผลกระทบจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง (4) การเปลี่ยนพืชชนิดใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ โดยการทำภาพฉายอนาคต (Scenario planning) สำหรับนำมาเป็นทางเลือกในการปลูกพืช เช่น การศึกษาศักยภาพการผลิตพืชไร่ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดในเขตลุ่มน้ำชี-มูล และทำการสร้าง Scenario 4 แบบ ประกอบด้วย การผลิตแบบที่เป็นอยู่ (Business as usual) การผลิตพืชอาหาร (Food bowl) การผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel) และการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming) เพื่อการพัฒนาให้เป็นไปตามความต้องการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต (5) การป้องกันโรคและศัตรูพืช เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้นและปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ทำให้โรคพืชหรือสัตว์ที่เป็นศัตรูพืชเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ยาป้องกันโรคพืชหรือสัตว์ให้เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา (6) การประกันภัยผลผลิต เป็นเครื่องมือการป้องกันผลกระทบจากภัยธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพมาก โดยเกษตรกรต้องจ่ายค่าเบี้ยประกันเพื่อรับความคุ้มครองในกรณีที่เกิดภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม หรือภัยแล้ง เป็นต้น (7) การจัดการน้ำและชลประทาน เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ใช้รับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในพื้นที่เกษตรกรรมที่อุณหภูมิสูง และฝนไม่ตกตามฤดูกาล หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องจัดการน้ำและระบบชลประทานให้สอดคล้องกับการเพาะปลูกพืชในช่วงเวลานั้น (8) การลดพื้นที่เพาะปลูกตามสภาพภูมิอากาศ จากนั้นจึงเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกทีละน้อย ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล และ (9) การเปลี่ยนอาชีพใหม่หรืออาชีพเสริม เช่น การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในชุมชนเกษตรกรรมชายฝั่งบ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ ซึ่งมีการทำนาปี โดยในบางปีได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลท่วมเข้าสู่พื้นที่นา เกิดดินเค็ม และผลผลิตข้าวลดลง จึงมีการศึกษาเพื่อลดผลกระทบและเสนอแนะทางเลือกที่ได้จากการศึกษา คือ การเปลี่ยนอาชีพจากการทำนาปีมาทำบ่อปูทะเล (พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง, ศุภกร ชินวรรโณ, จุฑาทิพย์ ธนกิตติ์เมธาวุฒิ และวิเชียร เกิดสุข, 2552; ศุภกร ชินวรรโณ, ม.ป.ป.; Molua, 2009; Crane, Roncoli, and Hoogenboom, 2011; Olesen et al., 2011; Lybbert & Sumner, 2012)

**แนวคิดระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System (GIS) สามารถให้คำจำกัดความอย่างง่าย คือ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงและวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยทั่วไป GIS จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลัก ได้แก่ การจัดการฐานข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการแสดงผลเชิงรูปภาพ

GIS เกี่ยวข้องกับ 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ภูมิศาสตร์ (Geography) คือ สิ่งที่ปรากฏอยู่จริงบนโลก สารสนเทศ (Information) คือ ข้อมูลและสารสนเทศ และระบบ (System) คือ ระบบคอมพิวเตอร์รวมถึงองค์ประกอบอื่น ๆ (David, 2001) GIS เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ

(Storage) จัดการ (Management) สอบถาม (Query) วิเคราะห์ (Analysis) และแสดงผล (Display) ข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ GIS มีการพัฒนาและถูกใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 จนกระทั่งในปัจจุบันมีการนำ GIS มาใช้กันอย่างแพร่หลายและหลากหลายสาขา (Chang, 2002) เช่น การจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร การศึกษาและจัดการภัยพิบัติ การวางแผนด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ การจัดการด้านการท่องเที่ยว การวางแผนและป้องกันอาชญากรรมและความปลอดภัย

GIS ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟท์แวร์ (Software) ข้อมูล (Data) วิธีการ (Methods) และบุคลากร (People) ในการดำเนินงานจะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังที่กล่าวร่วมกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนหรือตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมทางด้าน GIS (GIS software) ที่มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีทั้งโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์และไม่มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานและงบประมาณ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศถือเป็นปัญหาทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ การตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์ต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโลก ตลอดจนความสัมพันธ์ของมนุษย์กับตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่ง GIS เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ นักนโยบาย วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น (Dangermond & Baker, 2010a, b) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์ในหลายด้าน ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสนใจศึกษาและวิจัยถึงผลกระทบที่มนุษย์ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ตลอดจนแนวทางแก้ไขและรูปแบบการรับมือต่อผลกระทบดังกล่าว มีการพัฒนาเทคนิค วิธีการ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในการศึกษาและวิจัย GIS ถือเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีเชิงพื้นที่ที่มีประโยชน์อย่างมากในการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ระดับชุมชน เมือง ภูมิภาค ประเทศ จนถึงระดับโลก

อย่างไรก็ตาม GIS อาจเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ แต่สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากเช่นกันก็คือ ข้อมูลและสารสนเทศทางด้านภูมิอากาศที่ต้องมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งสูง และครอบคลุมระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา รวมทั้งการจัดเก็บข้อมูลควรมีรูปแบบเดียวกัน จะส่งผลให้เกิดการบูรณาการระหว่างเครื่องมือ (GIS) ที่มีประสิทธิภาพ และข้อมูลที่มีความถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศถือเป็นปัญหาทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก และมีความสัมพันธ์กับมนุษย์เชิงพื้นที่ ส่วน GIS นั้นเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ เมื่อรวมหลักการทั้ง 2 เข้าด้วยกันจึงสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (Dangermond & Baker, 2010b)

1. Ask: การตั้งคำถาม การนำไปสู่การแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นมักมีคำถามที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งและพื้นที่นั่นคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร และอยู่ที่ใด การที่จะได้คำตอบนั้นจะต้องนำหลักการทางภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อบ่งบอกตำแหน่งของปัญหานั้น และเริ่มต้นการแก้ไขปัญหา ณ พื้นที่ที่เกิดปัญหา

2. Acquire: การได้มา เมื่อกำหนดปัญหาและทราบตำแหน่งของปัญหาแล้ว ต่อมาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญต่อการวิเคราะห์ และแน่ใจว่าสามารถหาข้อมูลได้ ประเภทของข้อมูลและขอบเขตทางภูมิศาสตร์ช่วยให้สามารถกำหนดรูปแบบการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ได้ หากต้องการข้อมูลที่มีรายละเอียดสูง อาจจำเป็นต้องสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่

3. Examine: การทดสอบ ข้อมูลที่ได้มามีความเหมาะสมกับการนำมาใช้เพียงใดต้องมีการทดสอบข้อมูลเหล่านั้นก่อน เริ่มด้วยการพิจารณาว่าข้อมูลมีรูปแบบอย่างไร มีความเหมือนหรือต่างจากข้อมูลอื่น ๆ อย่างไร รวมถึงกฎของโทโพโลยี (Topology rule) และที่มาข้อมูล (Metadata) ข้อมูลจริงที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นจะถูกคัดเลือกในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งขึ้นอยู่กับคำถามหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เบื้องต้น ผลลัพธ์ที่ต้องการ และการนำผลลัพธ์ไปใช้ เนื่องจากการได้มาของข้อมูลอาจมีต้นทุนสูงและใช้เวลามาก ดังนั้นจึงต้องกำหนดและคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น

4. Analyze: การวิเคราะห์ ข้อมูลที่คัดเลือกไว้นั้นจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการการวิเคราะห์ให้เป็นไปตามคำถามหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งจะใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้มา หรือในบางครั้งอาจจะต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ หรืออาจใช้ตัวแปรอื่น หรือวิธีการอื่น ตลอดจนเครื่องมืออื่น ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5. Act: การปฏิบัติ ผลลัพธ์และการนำเสนอมีความสำคัญสำหรับการแก้ไขปัญหา ผลลัพธ์ที่ได้อาจนำเสนอในรูปแบบของรายงาน แผนที่ ตาราง และแผนภูมิ ผ่านการพิมพ์หรือเวบไซต์ การนำเสนอผลลัพธ์จำเป็นที่จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจผลลัพธ์ที่ต้องการนำเสนอและนำไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลใน GIS มีหลักสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้แตกต่างจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งใน GIS นั้นจะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Non-spatial data) มาใช้ในการวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลใน GIS นั้น เป็นการนำหลักการหรือวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลหรือค่าของกริดที่มีอยู่ให้สามารถนำไปผสมผสานกับข้อมูลอื่น ๆ ในขบวนการของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความสะดวกรวดเร็วและความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น GIS มีความแตกต่างจากระบบสารสนเทศอื่น ๆ คือ สามารถทำงานและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลอาจใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายในระบบฐานข้อมูลของ GIS เพื่อให้ได้คำตอบที่อ้างอิงบนพิกัดภูมิศาสตร์ได้ แต่ในขณะที่ระบบสารสนเทศจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสถิติหรืออื่น ๆ แต่ไม่สามารถบ่งบอกตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์

ได้ ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ด้วยระบบ GIS สามารถแสดงผลในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลคำอธิบาย และเห็นภาพรวมที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือคำตอบที่ต้องนำไปใช้ในการตัดสินใจ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) เมื่อเปรียบเทียบกับการทำแผนที่ (Map) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่จะสามารถใช้ข้อมูลที่หลากหลายกว่า เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และคาดการณ์อนาคตหรือสร้างผลลัพธ์ในรูปแผนที่ที่เรายังคาดการณ์ไม่ถึง เช่น การใช้แบบจำลอง (Model) สามารถช่วยอธิบายและคาดการณ์หลังจากการวิเคราะห์ GIS (GIS2ME, 2006)

**การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

เทคโนโลยี GIS สามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นสามารถพบได้ตั้งแต่ระดับชุมชน ภูมิภาค ประเทศ และระดับโลก GIS สามารถจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ตั้งแต่พื้นที่ที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ตลอดจนรูปแบบการวิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ GIS ถือเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดในการนำมาใช้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก

ในปัจจุบันสามารถนำ GIS มาใช้ในการศึกษา วิจัย และติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ในหลายรูปแบบ อาทิ (ESRI, 2012)

3.1 การสร้างแบบจำลองปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การสร้างแบบจำลองการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและน้ำจืด การสร้างแบบจำลองการใช้ที่ดินที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและแหล่งที่อยู่อาศัย

3.2 การวิเคราะห์และวางแผนโดยให้ค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการปัญหาได้อย่างถูกต้องตามลำดับก่อนหลัง

3.3 การสร้างและแลกเปลี่ยนข้อมูลแผนที่ และข้อมูลอื่น ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมและภูมิอากาศสำหรับนักวางแผน นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.4 เกิดการเข้าถึงทรัพยากรเชิงพื้นที่ของเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ทำให้หน่วยงานดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์จากการเข้าถึงทรัพยากรเชิงพื้นที่เหล่านั้นและนำไปใช้ในการจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วปัจจัยทางด้านภูมิอากาศมักถูกจัดเก็บในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ใน GIS ข้อมูลดังกล่าวมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและในหลากหลายสาขา โดยเฉพาะนำไปใช้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา (Dyras et al., 2005; Thornes, 2005; Attorre, 2007; Castoldi, 2009) เช่น การนำค่าปริมาณการคายระเหยมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับลักษณะภูมิประเทศ และดัชนีพืชพรรณ โดยการใช้เทคนิคทางด้าน GIS ในการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลให้มีความเหมาะสมที่จะ

นำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป (Diodato et al., 2010) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมักนำแบบจำลองประเภทต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการพยากรณ์หรือการฉายภาพอนาคต (Scenario) เมื่อมีการกำหนดเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งไว้ เช่น การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ชื่อว่า Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) (McGregor and Dix, 2001) มาใช้ในการจำลองสภาพภูมิอากาศ และคำนวณสภาพอากาศรายวัน โดยกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้เพิ่มสูงขึ้น ผลจากการจำลองสถานการณ์สามารถแสดงให้อยู่ในรูปของแผนที่ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการแปลผลและการนำไปใช้งาน (Chinvanno, 2004) นอกจากนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับความเปราะบางในการดำรงชีวิตที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยทำการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางในการดำรงชีวิต (The Livelihood Vulnerability Index: LVI) (Hahn et al., 2009) การสร้างแบบจำลองนี้ดำเนินการใน GIS และแสดงผลการศึกษาในรูปของแผนที่ จากการศึกษาของ Mohan & Sinha (2009) ได้คำนวณค่า LVI จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านประชากรศาสตร์ ระบบนิเวศ เกษตรกรรม และโครงสร้างสังคมเศรษฐกิจ ในขณะที่ Heltberg & Bonch-Osolovskiy (2010) ได้ใช้ 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านเกษตรกรรม ประชากรศาสตร์ สุขภาพ ความยากจน และภัยธรรมชาติ

มีการศึกษาทรัพยากรน้ำเชิงปริมาณและคุณภาพจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยใช้ GIS อาทิ สร้างแบบจำลอง GIS 2 แบบ ได้แก่ แบบคงที่ (Stationary model: GeoImpress) และแบบไม่คงที่ (Non-stationary model: Practical) เพื่อประเมินปริมาณและคุณภาพของน้ำ โดยแบบแรกนั้นใช้ในการประเมินคุณภาพของน้ำ ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณบีโอดี ส่วนแบบที่สองใช้ในการประเมินปริมาณน้ำ ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณการคายระเหย จากนั้นจึงใช้สมการสมดุลน้ำในการคำนวณปริมาณน้ำ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำได้ลดลงจากปี ค.ศ. 1961-1990 ประมาณ 18% และเมื่อคำนวณปริมาณน้ำในอนาคตพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. 2010-2040 มีแนวโน้มลดลงประมาณ 19% เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 1990-2000 และในระยะยาวในปี ค.ศ. 2070-2100 นั้นคาดว่าจะมีปริมาณน้ำลดลงถึง 40-50% (Ferrer et al., 2012) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำชี โดยใช้ GIS สร้างแบบจำลองจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่อยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณน้ำที่จะสูญเสียไปเนื่องจากการใช้น้ำของพืชที่เป็นผลมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและช่วงเวลาที่มีอากาศร้อนยาวนานขึ้น ในการศึกษานี้ได้ทำการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชไร่ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง และพื้นที่ป่าไม้ ผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีระหว่างปี ค.ศ. 2010-2039 เพิ่มขึ้นประมาณ 3% เมื่อเปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 1980-2009 ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำของพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 2% นั่นแสดงว่าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในอนาคตนั้นเพียงพอที่จะชดเชยการใช้น้ำของพืชในอนาคต แต่พื้นที่และชนิดพืชจะต้องคงอยู่ในรูปแบบเดิม (Maneesaeng, 2009).

ผลกระทบที่สำคัญประการหนึ่งที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำ คือ เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝน เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของโลกอยู่ในเขตน้ำฝน จึงมีการนำ GIS มาใช้ในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อเกษตรกรรม เช่น การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี โดยใช้แบบจำลอง Climate Change Adaptation Strategy Assessment Tool (CCASAT) โดยพบว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำในช่วงการเพาะปลูกข้าวสาลีในแต่ละฤดูกาลจะมีผลต่อการออกดอกของข้าวสาลี (Liu et al., 2009a, b) สำหรับเกษตรกรรมในประเทศไทยก็ประสบกับปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากเช่นกัน ตัวอย่างเช่น Saipothong (2009) ได้จัดทำภาพฉายอนาคตเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด บริเวณลุ่มน้ำชี-มูล จากผลการวิเคราะห์นี้ทำให้ได้ภาพฉายอนาคต 4 แบบ ได้แก่ การผลิตที่เป็นอยู่ (Business as usual) การผลิตพืชอาหาร (Food bowl) การผลิตพืชพลังงาน (Bio-fuel) และการผลิตแบบระบบเกษตรผสมผสาน (Integrated farming) ข้อมูลที่ใช้ ประกอบด้วย ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน ภูมิอากาศรายวัน ปริมาณน้ำฝน และพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่แล้งซ้ำซาก ข้อมูลทั้งหมดนี้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างภาพฉายอนาคตทั้ง 4 แบบดังกล่าวข้างต้น

การนำ GIS มาใช้จัดการทางด้านภูมิทัศน์ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ด้วยคุณลักษณะเด่นประการหนึ่งของ GIS คือ สามารถแสดงผลในรูปของกราฟฟิกหรือรูปภาพได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ จึงได้นำหลักการ GIS มาใช้ในการแสดงผลการฉายภาพอนาคตของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ โดยใช้ข้อมูลค่าความสูงและข้อมูลภูมิประเทศ รวมถึงตัวแปรทางด้านภูมิอากาศ จากนั้นทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยใช้แบบจำลอง Climate and Land Use Allocation Model (CLUAM) และแสดงผลการเปลี่ยนแปลงผ่านโปรแกรม Visual Nature Studio (VNS) (Dockerty, 2005) ในขณะที่ชายฝั่งทะเลถือเป็นพื้นที่เสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเพิ่มสูงขึ้นของน้ำทะเลทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งเกิดน้ำท่วมขัง ส่งผลให้ระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และภูมิทัศน์บริเวณชายฝั่งทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลง จึงได้มีการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคต ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ แบบจำลองความสูงเชิงเลขที่มีรายละเอียดสูง หรือ Interferometric Synthetic Aperture Radar (IfSAR) สิ่งปกคลุมดิน (Land cover) การขึ้นลงของน้ำและระดับน้ำท่วม เงื่อนไขและนโยบายในการจัดการพื้นที่ และสิ่งปลูกสร้าง (Brown, 2006; Thumerer, 2000)

อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยเฉพาะประชากรที่อาศัยในเขตเมือง จากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้เกิดคลื่นความร้อนซึ่งมีแนวโน้มของการเกิดถี่และรุนแรงขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการแพร่กระจายของฝุ่น และมลพิษ การนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ (Geo-statistical data analysis) ใน GIS มาใช้ในการกำหนดจุดความร้อน (Hot

spot) ทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่มีแนวโน้มและเสี่ยงต่อการเกิดโรค (Merbitz, 2012) การกำหนดจุดความร้อนยังสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองภัยแล้ง โดยกำหนดจุดความร้อนและวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจำนวนประชากรรายปี เพื่อดูความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างภัยแล้งและการอพยพย้ายถิ่นของประชากร (McLeman, 2010) นอกจากนี้มีการประยุกต์ GIS ในการประเมินความเสี่ยงของป่าไม้จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบจำลองพื้นผิว ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณความเป็นกรดของดิน จากการสร้างแบบจำลองนี้ทำให้ทราบถึงระดับการปรับตัวของต้นไม้ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นพบว่า ต้นไม้ประมาณ 25-30% มีความสามารถในการปรับตัวลดลง สำหรับต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงตั้งแต่ 12 เซ็นติเมตรขึ้นไป ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง การปรับตัวของต้นไม้จะลดลง 5-10% แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นระดับสูง การปรับตัวของต้นไม้จะลดลง 10-30% ในขณะที่ต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 12 เซ็นติเมตร การปรับตัวจดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Kienast, 1996)

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศกำลังเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกสนใจ เพราะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงการคมนาคมขนส่ง ล้วนแล้วแต่เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น มีการศึกษาและจัดทำแผนที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยทำการคำนวณให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากกิจกรรมมนุษย์ 2 ประเภทหลัก ได้แก่ กิจกรรมการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมัน และก๊าซหุงต้ม และกิจกรรมการบริโภค ได้แก่ การรับประทานข้าว เนื้อไก่ เนื้อวัว เนื้อหมู และนม ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ได้แก่ การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถยนต์ โดยปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประชากรเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 304.21 กิโลคาร์บอน/เดือน หรือ 3,650.52 กิโลคาร์บอน/ปี โดยจัดทำปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากทุกกิจกรรมในรูปของแผนที่รายชุมชน (ณรงค์ พลีรักษ์, 2555ก)

การวิจัยนี้ได้หลักการในการคำนวณค่า LVI มาประยุกต์ร่วมกับ GIS เพื่อคำนวณค่า AVI และได้ใช้องค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ และองค์ประกอบย่อย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด องค์ประกอบด้านอุทกวิทยา ประกอบด้วย ปริมาณน้ำท่ารวมรายปี และปริมาณน้ำในดินรวมรายปี และองค์ประกอบด้านภัยธรรมชาติ ประกอบด้วย จำนวนครั้งเฉลี่ยต่อปีที่เกิดอุทกภัย ดินโคลนถล่ม วาตภัย และภัยแล้ง