

บทที่ 4

บทวิจารณ์

ในการวิจัยนี้ได้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการศึกษาการตกสะสมกรดบริเวณพื้นที่จังหวัดสงขลาจากข้อมูลการตรวจวัดจริงตั้งแต่ 1 เมษายน 2546 ถึง 31 มีนาคม 2547 และส่วนของการประเมินค่าปริมาณการตกสะสมกรดบริเวณพื้นที่จังหวัดสงขลาในปี 2544 ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ATMOS2 เปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการวิจัยเป็นดังต่อไปนี้ คือ

1. ผลการศึกษาการตกสะสมกรดจากข้อมูลการตรวจวัดจริง

การตกสะสมกรดจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลก แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การตกสะสมกรดเปียก และการตกสะสมกรดแห้ง ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้ คือ

1.1 การตกสะสมกรดเปียก

การตกสะสมกรดเปียก คือ การตกลงสู่พื้นโลกของสารกรดโดยการปนเปื้อนมาพร้อมกับน้ำในรูปแบบต่างๆ สำหรับการวิจัยนี้ได้ศึกษาการตกสะสมกรดเปียกในรูปแบบของการปนเปื้อนมาพร้อมกับน้ำฝน เนื่องจากพื้นที่จังหวัดสงขลาซึ่งกำหนดเป็นพื้นที่ตัวแทนการศึกษาการตกสะสมกรดในภาคใต้ของประเทศไทย เป็นพื้นที่ในเขตร้อนและมีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ดังนั้นการตกสะสมกรดเปียกที่เกิดขึ้นจึงอยู่ในรูปแบบของการปนเปื้อนมาพร้อมกับน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ มีผลการศึกษาคงต่อไปนี้ คือ

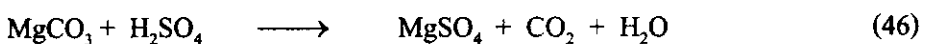
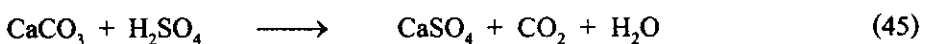
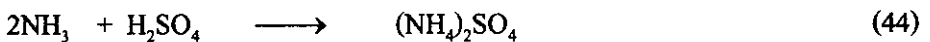
1.1.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำฝน

1.1.1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

โดยปกติแล้วในบรรยากาศมี CO_2 อยู่ตามธรรมชาติ เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดอ่อน น้ำฝนตามธรรมชาติจึงมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.6 – 5.7 ดังนั้นถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 5.6 จะถือว่าเป็นฝนกรด จากการวิจัย พบว่าค่า pH ของตัวอย่างน้ำฝนมีค่าอยู่ในช่วง 3.95 – 6.60 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมตลอดทั้งปีเท่ากับ 5.59 แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมแล้วน้ำฝนในพื้นที่ภาคใต้เริ่มมีสภาพความเป็นฝนกรดเกิดขึ้น ซึ่งในการวิจัยนี้พบว่า ตัวอย่างน้ำฝนมีค่า pH ต่ำกว่า 5.6 มากถึง 45% จากตัวอย่างน้ำฝนทั้งหมด 110 ตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาค่า pH เฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่า ค่า pH เฉลี่ยมีค่าต่ำกว่า 5.6 ในช่วงระหว่างเดือน

เมษายน - กรกฎาคม 2546 และมกราคม - มีนาคม 2547 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน และมีค่า pH สูงกว่า 5.6 ในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม - ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีปริมาณวันฝนตกน้อย อาจมีอนุภาคสารกรดต่างๆ สะสมอยู่ในบรรยากาศในปริมาณมาก เมื่อฝนตกลงมาจะพาเอาสารกรดเหล่านี้ตกลงมาสู่พื้นโลกด้วย ทำให้น้ำฝนมีค่าสภาพความเป็นกรดสูงกว่าในฤดูฝน ส่วนในฤดูฝนจะมีปริมาณวันฝนตกมาก สารกรดจะตกลงสู่พื้นโลกพร้อมน้ำฝน ทำให้มีสารกรดต่างๆ สะสมอยู่ในบรรยากาศในปริมาณน้อย ดังนั้นน้ำฝนจึงมีค่าสภาพความเป็นกรดต่ำกว่าในฤดูร้อน

ในบรรยากาศนอกจากจะประกอบด้วยสารกรด เช่น ซัลเฟต และไนเตรต ยังประกอบด้วยสารประกอบซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ เช่น แอมโมเนียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการช่วยปรับสภาพความเป็นกรดของน้ำฝน สามารถเห็นได้ชัดเจนในฤดูฝน ซึ่งพบว่าตัวอย่างน้ำฝนส่วนใหญ่จะมีค่า pH สูงกว่า 5.6 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.83 ในเดือนสิงหาคม 2546 เนื่องจากบริเวณพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างมีโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางตั้งอยู่โดยรอบ และสำหรับการทำน้ำยางชั้น ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องปั่นแยกน้ำยางชั้น (Centrifuging process) และรักษาสภาพน้ำยางชั้นด้วยแอมโมเนียความเข้มข้นสูง (High ammonia : HA) โดยใช้แอมโมเนียถึง 0.2% ของน้ำหนัก ส่วนหางน้ำยางที่ถูกแยกโดยเครื่องปั่น ก็จะถูกนำไปทำเป็นแท่งยางสกิม จะต้องทำการไล่แอมโมเนียออกในขณะการขึ้นรูป ซึ่งมีแอมโมเนียเป็นส่วนประกอบถึง 0.2 - 0.4 % ทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียขึ้นเป็นปริมาณมาก นอกจากนั้นบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ ในกระบวนการนำเปลือกและย่อยสลายของซากพืชเหล่านี้ตามวัฏจักรไนโตรเจน จะเกิดเป็นก๊าซแอมโมเนียซึ่งจะถูกปล่อยเข้าสู่บรรยากาศอีกด้วย ปฏิกริยาทางเคมีระหว่างบัฟเฟอร์กับสารกรดเป็นดังนี้ คือ



เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างบัฟเฟอร์และสารกรด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27 จะเห็นได้ว่า ทั้งค่าความเข้มข้นไอออนและค่าฟลักซ์การตกสะสมกรด มีค่าอัตราส่วนของบัฟเฟอร์สูงกว่าสารกรดประมาณ 2 เท่า แสดงให้เห็นว่า สารประกอบบัฟเฟอร์เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยปรับสภาพน้ำฝนให้มีความเป็นกลาง ทำให้น้ำฝนมีสภาพความเป็นกรดต่ำ

1.1.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

ค่าการนำไฟฟ้า จะแสดงถึงปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total dissolved solid) จากการวิจัยพบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.13 – 8.89 mS/m มีค่าเฉลี่ยโดยรวมตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่างเท่ากับ 0.61 mS/m โดยค่าการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ในแต่ละวันมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับค่าปริมาณไอออนที่ละลายอยู่ในตัวอย่างน้ำฝน จะเห็นได้ว่าในวันที่ปริมาณน้ำฝนน้อยจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง เนื่องจากมีความเข้มข้นของไอออนต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำฝนในปริมาณสูง และในทางกลับกันสำหรับวันที่มีปริมาณน้ำฝนมากจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ เนื่องจากจะมีค่าความเข้มข้นของไอออนต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำฝนในปริมาณต่ำ ดังตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ตัวอย่างน้ำฝนลำดับที่ 87 มีค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 288.0 mm มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ มีค่าเท่ากับ 0.26 mS/m ในขณะที่ตัวอย่างน้ำฝนลำดับที่ 94 มีค่าปริมาณน้ำฝนเพียง 1.4 mm กลับมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด มีค่าเท่ากับ 8.89 mS/m

1.1.1.3 ค่าความเข้มข้นของไอออน

ก. ค่าความเข้มข้นไอออนลบ

ผลจากการตรวจวัดค่าความเข้มข้นไอออนลบ ได้แก่ ซัลเฟต ไนเตรต และคลอไรด์ พบว่า คลอไรด์มีค่าความเข้มข้นสูงสุด มีผลจากการที่พื้นที่จังหวัดสงขลาตั้งอยู่ติดชายฝั่งทะเลตะวันออก คือ อ่าวไทย จึงทำให้ได้รับอิทธิพลจากเกลือทะเลอยู่ตลอดเวลา โดยจะมีค่าน้อยในช่วงแรก คือ ช่วงระหว่างเดือนเมษายน – ตุลาคม 2546 ซึ่งอยู่ในช่วงปลอดจากลมมรสุม และช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดผ่านเทือกเขาสันกาลาศีรีเข้ามาจากฝั่งทะเลอันดามัน ทำให้มีการพัดพาคลอไรด์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเกลือทะเล เข้าสู่พื้นที่จังหวัดสงขลาในปริมาณต่ำ แต่จะมีค่าสูงขึ้นมากในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2546 – มีนาคม 2547 อันเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดผ่านมาทางอ่าวไทย พัดพาเกลือทะเลเข้ามาสู่พื้นที่จังหวัดสงขลาในช่วงฤดูฝน

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในแต่ละเดือนของไอออนสารกรด พบว่า ซัลเฟต จะมีค่ามากกว่าไนเตรตในเกือบทุกเดือน ดังตารางที่ 27 ซึ่งแสดงค่าอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของไนเตรตต่อซัลเฟต มีค่าอัตราส่วนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นว่า สาเหตุหลักของการเกิดการตกสะสมกรดในพื้นที่จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เกิดจากสารประกอบของซัลเฟอร์มากกว่าสารประกอบไนโตรเจน สอดคล้องกับข้อมูลแหล่งปล่อยสารมลพิษ ซึ่งพบว่า มีโรงงานผลิตกรดซัลฟิวริกตั้งอยู่ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างไปทางทิศตะวันตก เพียงประมาณ 10 กิโลเมตรเท่านั้น เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มปริมาณความเข้มข้นของสารกรดตลอดระยะเวลา 1 ปี จากกราฟในรูปที่ 25 จะเห็นได้ว่า ทั้งซัลเฟตและไนเตรตจะมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าคลอไรด์ในช่วงแรก

คือ ตั้งแต่เดือนเมษายน – กันยายน 2546 หลังจากนั้นจะมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าคลอไรด์ แต่ไอออนทั้งสองจะมีค่าแตกต่างกันไม่มากนักตลอดทั้งปี แสดงให้เห็นว่า ค่าความเข้มข้นของซัลเฟตและไนเตรดไม่ได้ขึ้นกับอิทธิพลของลมมรสุมเช่นเดียวกับคลอไรด์ แหล่งที่มาของสารมลพิษที่ก่อให้เกิดซัลเฟตและไนเตรด ส่วนใหญ่แล้วมาจากแหล่งปลดปล่อยภายในบริเวณพื้นที่โดยรอบ และพื้นที่ใกล้เคียงจังหวัดสงขลา และเมื่อพิจารณาต่อไปจะพบว่า ไอออนลบทั้ง 3 ตัวนี้ จะมีค่าความเข้มข้นในช่วงฤดูฝน คือ ระหว่างเดือนสิงหาคม – ธันวาคม 2546 ต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน สอดคล้องกับผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าและค่า pH ที่ว่า ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณฝนตกเยอะ จึงมีสารกรดต่างๆ สะสมอยู่ในบรรยากาศในปริมาณน้อย เมื่อฝนตกชะสารเหล่านี้ลงมาสู่พื้นโลก ความเข้มข้นของสารเหล่านี้ในน้ำฝนจึงมีปริมาณต่ำ ทำให้น้ำฝนในฤดูฝนมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และมีค่า pH สูงกว่าในช่วงฤดูร้อน

ข. ค่าความเข้มข้นของไอออนบวก

ผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของไอออนบวก ได้แก่ โซเดียม

แอมโมเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม พบว่า โซเดียมมีค่าความเข้มข้นสูงสุด มีปริมาณและแนวโน้มเช่นเดียวกับคลอไรด์ สามารถอธิบายถึงสาเหตุและที่มาของค่าปริมาณความเข้มข้นในแต่ละช่วงเวลาใน 1 ปี ได้ในทำนองเดียวกัน ส่วนค่าความเข้มข้นของไอออนอื่นๆ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยเป็นดังนี้ คือ แคลเซียม แอมโมเนียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 26 พบว่า ค่าความเข้มข้นไอออนบวกเหล่านี้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับไอออนลบ คือ มีค่าความเข้มข้นในช่วงฤดูฝนต่ำกว่าช่วงฤดูร้อน เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นตลอดทั้งปีของแมกนีเซียม จะเห็นว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับโซเดียม แต่จะมีค่าต่ำกว่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแหล่งที่มาของแมกนีเซียมที่ตกสะสมลงสู่พื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่แล้วน่าจะได้รับอิทธิพลมาจากเกลือทะเลเช่นกัน และเมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นของแคลเซียมและโพแทสเซียม จะเห็นว่าถึงแม้ว่าแคลเซียมจะมีค่าความเข้มข้นมากกว่าโพแทสเซียมมากในทุกเดือน แต่เมื่อพิจารณาไอออนทั้งสองแยกสำหรับแต่ละตัวแล้ว จะพบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของไอออนทั้งสองมีค่าแตกต่างกันไม่มากนักตลอดทั้งปี และมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าแหล่งที่มาของไอออนทั้งสอง ไม่น่าจะมาจากอิทธิพลของลมทะเล หรือได้รับอิทธิพลจากเกลือทะเลในปริมาณต่ำ แต่แหล่งที่มาสำคัญน่าจะเกิดมาจากการพัดพาเอาดินหรือฝุ่นละอองต่างๆ ภายในบริเวณโดยรอบที่กระจายเข้าสู่บรรยากาศ แล้วจึงเกิดการตกสะสมลงสู่พื้นที่ศึกษา

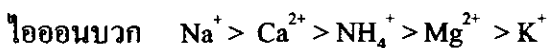
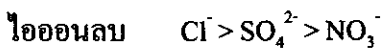
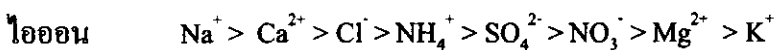
เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างบัพเฟอร์ คือ แอมโมเนียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสารกรด คือ ซัลเฟต ไนเตรด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27 พบว่า ค่าอัตราส่วนของบัพเฟอร์สูงกว่าสารกรดประมาณ 2 เท่า แสดงให้เห็นว่า สารประกอบบัพเฟอร์เหล่านี้เป็นปัจจัย

สำคัญที่ช่วยปรับสภาพน้ำฝนให้มีสภาพความเป็นกลางหรือเป็นด่าง ดังเคยกล่าวไว้แล้วว่าบริเวณโคจรอบพื้นที่ศึกษามีแหล่งปลดปล่อยแอมโมเนียมออกสู่อากาศในปริมาณมาก ทั้งจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งแอมโมเนียมนี้เมื่อรวมกับสารกรด เช่น ซัลเฟต จะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟต หรือแอมโมเนียมไบซัลเฟต ทำให้ค่าความเป็นกรดของน้ำฝนลดลง ส่วนแคลเซียมซึ่งตรวจพบว่ามีปริมาณสูงกว่าแอมโมเนียมในเกือบทุกเดือน และแมกนีเซียมซึ่งถึงแม้ว่าจะตรวจพบในปริมาณไม่สูงมากนัก แต่ไอออนทั้งสองก็เป็นปัจจัยสำคัญทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ทำให้เกิดการใช้ไฮโดรเจนไอออน ทำให้ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำฝนลดลง ทำให้ค่า pH ซึ่งมีค่าเท่ากับ $-\log[H^+]$ มีค่าสูงขึ้น จึงช่วยปรับสภาพความเป็นกรด ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีสภาพเป็นกลางมากขึ้นเช่นเดียวกัน

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการตกสะสมของกรดเปียก

ค่าปริมาณการตกสะสมกรดเปียก มีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นสารกรดและค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นที่รองรับ ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษ จากกราฟในรูปที่ 35 และรูปที่ 36 เมื่อพิจารณาค่าฟลักซ์การตกสะสมไอออนต่างๆ ในหน่วยไมโครกรัมสมมูลต่อตารางเมตรต่อเดือน พบว่า ค่าฟลักซ์การตกสะสมของสารกรดในระยะเวลา 1 ปี มีแนวโน้มเหมือนกันทั้งไอออนบวกและไอออนลบ โดยจะมีค่ามากในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากและมีค่าความเข้มข้นไอออนในตัวอย่งน้ำฝนมาก จากกราฟจะพบว่า ค่าฟลักซ์การตกสะสมสารกรดมีค่ามากอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม 2546 และช่วงเดือนตุลาคม 2546 – มกราคม 2547 ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ จึงทำให้มีปริมาณฝนตกมาก แต่จะมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนและเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณการตกสะสมของไอออนต่างๆ ที่ทำการตรวจวัดจากตัวอย่างน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 37 พบว่า ค่าปริมาณการตกสะสมเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยเป็นดังนี้ คือ



ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณไอออนที่มีการตกสะสมมากในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โซเดียม แคลเซียม คลอไรด์ และแอมโมเนียม มีสาเหตุมาจากอิทธิพลของกลุ่มเกลือทะเล เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิอากาศ ตลอดจนอิทธิพลของแหล่งปลดปล่อยสารต่างๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตรกรรม ในบริเวณโดยรอบจุดเก็บตัวอย่าง ดังกล่าวรายละเอียดไว้ในเบื้องต้น

เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนการตกสะสมสารกรดหลัก คือ ซัลเฟต และไนเตรต พบว่าอัตราส่วนของไนเตรตต่อซัลเฟตมีค่าน้อยกว่า 1 ในเกือบทุกเดือน มีค่าอัตราส่วนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 และมีค่าปริมาณการตกสะสมตลอดระยะเวลา 1 ปี ของซัลเฟต และไนเตรต เท่ากับ 1.33 และ 1.06 $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ ตามลำดับ ดังแสดงค่าปริมาณการตกสะสมไอออนต่างๆ ไว้ในตารางที่ 28 และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการตกสะสมของซัลเฟตและไนโตรเจน พบว่า มีค่าเท่ากับ 442 และ 240 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การตกสะสมกรดในพื้นที่จังหวัดสงขลาเกิดขึ้นเนื่องจากการตกสะสมของซัลเฟตมากกว่าการตกสะสมของไนโตรเจน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกสะสมกรดในแต่ละฤดู พบว่า ในฤดูฝนมีตัวอย่างน้ำฝนทั้งหมด 72 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณการตกสะสมของซัลเฟตและไนโตรเจน เท่ากับ 226 และ 86 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ ในขณะที่ในฤดูแล้งมีตัวอย่างน้ำฝนทั้งหมด 38 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณการตกสะสมของซัลเฟตและไนโตรเจน เท่ากับ 216 และ 154 $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าในฤดูฝนจะมีค่าปริมาณการตกสะสมของซัลเฟตเกิดขึ้นมากกว่าฤดูร้อน แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณการตกสะสมเฉลี่ยสำหรับแต่ละตัวอย่างแล้ว จะพบว่า ค่าปริมาณการตกสะสมของซัลเฟตในฤดูร้อนกลับมีค่ามากกว่าในฤดูฝนถึง 1.8 เท่า ส่วนเมื่อพิจารณาค่าปริมาณการตกสะสมของไนโตรเจนซึ่งตรวจวัดได้ จะพบว่า ค่าปริมาณการตกสะสมในฤดูร้อนมีค่ามากกว่าในฤดูฝน และเมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณการตกสะสมเฉลี่ยสำหรับแต่ละตัวอย่างแล้ว จะพบว่า ค่าปริมาณการตกสะสมของไนโตรเจนในฤดูร้อนมีค่ามากกว่าในฤดูฝนถึง 3.4 เท่า เลขที่เดียว ซึ่งหมายความว่า ในฤดูร้อนจะมีค่าความเข้มข้นของสารกรดในน้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นโลกมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณฝนตกน้อยกว่า จึงมีการสะสมของสารกรดต่างๆ ในบรรยากาศในปริมาณมากและถูกชะลงสู่พื้นโลกพร้อมกับน้ำฝนนั่นเอง

1.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล

ผลจากการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล ด้วยการทำสมดุลของไอออนบวกและลบ R_1 และการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าที่คำนวณได้กับค่าที่วัดได้ R_2 พบว่า ค่า R_1 มีจำนวนค่าที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ยอมรับได้ในปริมาณค่อนข้างต่ำ มีค่าที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ยอมรับได้เพียง 22% ของตัวอย่างน้ำฝนทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นรวมทั้งหมดของไอออนบวกมีค่ามากกว่าปริมาณความเข้มข้นรวมทั้งหมดของไอออนลบ ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากในตัวอย่างน้ำฝนมีค่าไอออนลบอื่นๆ ซึ่งมีสภาพเป็นกรดอ่อน ที่ไม่ได้ทำการตรวจวัด เช่น HCO_3^- , HCOO^- , CH_3COO^- , NO_2^- , F^- , PO_4^{2-} ละลายอยู่ด้วย ทำให้การคำนวณสมดุลของไอออนเกิดความคลาดเคลื่อน

จึงทำให้มีค่า R_1 อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ในปริมาณต่ำ ส่วนในการคำนวณค่า R_2 มีจำนวนค่าที่ยอมรับได้สูงถึง 85% ของตัวอย่างน้ำฝนทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำฝนนี้สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณการตกสะสมของกรด ซึ่งทำการตรวจวัด ณ สถานีติดตามตรวจสอบการตกสะสมกรดอื่นๆ ได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ รายละเอียดอื่นๆ ของการวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ข

1.2 การตกสะสมกรดแห้ง

การตกสะสมกรดแห้ง คือ การตกสะสมของสารกรดลงสู่พื้นโลก โดยไม่มีการปนเปื้อนกับน้ำ สามารถแบ่งรูปแบบการตกสะสมแบบแห้งได้ 2 ลักษณะ คือ การตกลงมาในรูปของอนุภาคสารกรด (Acid aerosols) และการตกลงมาในรูปของก๊าซ ผลการศึกษาการตกสะสมกรดแห้ง เป็นดังต่อไปนี้ คือ

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นสารกรดแห้งในบรรยากาศ

1.2.1.1 ค่าความเข้มข้นของอนุภาคสารกรดในบรรยากาศ

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นของไอออนต่างๆ ในตัวอย่างอากาศที่ทำการตรวจวัด ในหน่วยนาโนกรัมสมมูลต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในกราฟรูปที่ 38 และ 39 พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าความเข้มข้นของไอออนที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างน้ำฝน จึงสามารถอธิบายถึงสาเหตุและที่มาของไอออนต่างๆ เหล่านี้ได้ทำนองเดียวกัน แต่จะเห็นได้ว่า ค่าความเข้มข้นของไอออนที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างอากาศมีค่าต่ำกว่าที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างน้ำฝนมากถึงประมาณ 10^{-3} เท่า ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เป็นเพราะลักษณะภูมิอากาศที่มีฝนตกตลอดทั้งปี จึงมีการชะเอาสารต่างๆ ในบรรยากาศลงมากับน้ำฝนเสียมาก ดังนั้นจึงมีการสะสมของสารต่างๆ อยู่ในบรรยากาศและตกสะสมในรูปกรดแห้งในปริมาณไม่มากนัก

เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของสารกรดหลัก คือ ความเข้มข้นของไนเตรตต่อซัลเฟต พบว่า มีค่าอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยรวมตลอดระยะเวลา 12 เดือนเท่ากับ 0.64 และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนของความเข้มข้นระหว่างไอออนของบิฟเพอร์และไอออนของสารกรด พบว่า ส่วนใหญ่แล้วค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของบิฟเพอร์ต่อสารกรดในแต่ละเดือนจะมีค่ามากกว่า 1 และมีค่าอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยรวมตลอดระยะเวลา 12 เดือนเท่ากับ 2.73 ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 32 ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำฝนเช่นกัน

1.2.1.2 ค่าความเข้มข้นของสารกรดสถานะก๊าซในบรรยากาศ

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดทั้งปีของก๊าซต่างๆ ซึ่งตรวจวัดได้จากตัวอย่างอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 45 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า NH_3 มีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ HCl , SO_2 , HNO_3 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายถึงที่มาได้เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำฝน คือ NH_3 มีค่ามากเพราะมีแหล่งปลดปล่อยอยู่โดยรอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางและการเกษตรกรรม เช่น การทำสวนยางพารา HCl มีค่ามาก รองลงมา เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของเกลือทะเล ส่วน SO_2 และ HNO_3 ก็มีผลเนื่องมาจากแหล่งปลดปล่อยโดยรอบจุดเก็บตัวอย่าง ส่วนการที่มีค่าความเข้มข้นในอากาศมากหรือน้อยแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายอย่าง ทั้งจากลักษณะความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศ และจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของก๊าซต่างๆ ซึ่งมีผลให้มีการตกสะสมลงสู่พื้นโลกด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการตกสะสมของกรดแห้ง

การตกสะสมของกรดแห้งขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ค่าความเร็วการตกสะสมของสารกรดจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลก และค่าความเข้มข้นของสารกรดในบรรยากาศ

ค่าความเร็วการตกสะสมของสารกรดจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลก ขึ้นอยู่กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ระดับความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศ ฤดูกาล อุณหภูมิ ความเร็วลม ทิศทางลม ความชื้น ปริมาณเมฆ ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ชนิดของสารกรด และลักษณะของพื้นผิวรองรับ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันสำหรับสารกรดแต่ละชนิด สามารถคำนวณได้จาก Resistance model รายละเอียดในการคำนวณอธิบายไว้ในภาคผนวก ข และจากตารางที่ 33 เมื่อพิจารณาค่าความต้านทานของการตกสะสมกรดจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลก r_a , r_b และ r_c จะพบว่าค่า r_c มีอิทธิพลมากที่สุดต่อค่าความเร็วการตกสะสมของก๊าซต่างๆ คือ ยิ่งค่า r_c ของก๊าซใดมีค่าต่ำมาก ก็จะมีค่าความเร็วการตกสะสมของก๊าซนั้นมากด้วย ดังตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ HNO_3 จากการศึกษพบว่า ค่าความเร็วการตกสะสมของ HNO_3 มีค่ามากกว่า SO_2 ในทุกเดือน และเมื่อพิจารณาค่าความเร็วการตกสะสมโดยเฉลี่ยของก๊าซต่างๆ พบว่า ค่าความเร็วการตกสะสมก๊าซจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลกเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยเป็นดังนี้ คือ $\text{HNO}_3 > \text{HCl} > \text{SO}_2 > \text{NH}_3$ โดยมีค่าเท่ากับ $0.438 > 0.375 > 0.252 > 0.251 \text{ cm/s}$ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณการตกสะสมของสารกรดในสถานะก๊าซ พบว่า ค่าฟลักซ์การตกสะสมเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ $\text{NH}_3 > \text{HCl} > \text{SO}_2 > \text{HNO}_3$ มีค่าเท่ากับ 21.407, 2.022, 0.759 และ 0.531 $\text{mmol/m}^2\cdot\text{yr}$ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าความเข้มข้นของก๊าซ จะสามารถวิเคราะห์ได้ว่า การที่ NH_3 มีค่าปริมาณการตกสะสมมากที่สุด และมีปริมาณมากกว่าก๊าซอื่นๆ มาก เป็นผลเนื่องจากการมีแหล่งปลดปล่อยปริมาณมากอยู่โดยรอบพื้นที่ศึกษา จึงมีการสะสม

ของก๊าซนี้อยู่ในบรรยากาศเป็นปริมาณมากกว่าก๊าซอื่นๆ มาก ดังแสดงในรูปที่ 45 ดังนั้นถึงแม้ว่า NH_3 จะมีค่าความเร็วการตกสะสมต่ำสุด แต่กลับมีค่าปริมาณการตกสะสมลงสู่พื้นที่ศึกษามากที่สุดได้ ส่วน HCl ซึ่งมีค่าปริมาณการตกสะสมมากเป็นอันดับสอง เป็นผลเนื่องจากการมีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศมากเป็นอันดับสอง และยังมีค่าความเร็วการตกสะสมมากเป็นอันดับสองอีกด้วย ส่วนสำหรับ SO_2 และ HNO_3 ถึงแม้ว่า SO_2 จะมีค่าความเร็วการตกสะสมน้อยกว่า HNO_3 แต่เนื่องจากมี SO_2 สะสมอยู่ในบรรยากาศในปริมาณมากกว่า ดังนั้นจึงมีการตกสะสมของ SO_2 ลงสู่พื้นที่ศึกษามากกว่า HNO_3

เมื่อพิจารณาปริมาณการตกสะสมของซัลเฟอร์ในรูปของก๊าซและอนุภาค พบว่า มีการตกสะสมในรูปของก๊าซมากกว่าอนุภาคในทุกเดือน เมื่อพิจารณาการตกสะสมของไนโตรเจนในรูปของก๊าซและอนุภาค จะพบว่า ส่วนใหญ่แล้วในแต่ละเดือนจะมีการตกสะสมในรูปของก๊าซเท่ากับหรือมากกว่าอนุภาคเช่นกัน ยกเว้นในบางเดือน เช่น เดือนมกราคมและมีนาคม 2547 ซึ่งมีการตกสะสมในรูปของอนุภาคมากกว่าการตกสะสมในรูปของก๊าซมาก จนทำให้ค่าปริมาณการตกสะสมรวมของไนโตรเจนในรูปของอนุภาคมีค่ามากกว่าการตกสะสมในรูปของก๊าซ ดังผลการตรวจวัดที่แสดงไว้ในรูปที่ 46 และ 47 และตารางที่ 37 แต่เมื่อพิจารณาจากสถานการณ์โดยรวม จะสามารถสรุปได้ว่า มีการตกสะสมสารกรดในรูปของก๊าซมากกว่าการตกสะสมในรูปของอนุภาค ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเกิดการตกสะสมลงสู่พื้นโลกในรูปของกรดเปียกพร้อมน้ำฝน และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของฤดูกาลต่อการตกสะสมกรดแห้ง พบว่า ทั้งการตกสะสมของซัลเฟอร์และไนโตรเจนจะมีค่าปริมาณการตกสะสมในฤดูฝนมากกว่าในฤดูร้อน ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ 40

เมื่อพิจารณาปริมาณการตกสะสมรวมของซัลเฟอร์และไนโตรเจน ทั้งจากก๊าซและอนุภาคสารกรด พบว่า มีค่าเท่ากับ 35 และ 22 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การตกสะสมกรดแห้งในพื้นที่จังหวัดสงขลา เกิดขึ้นเนื่องจากการตกสะสมของซัลเฟอร์ มากกว่าการตกสะสมของไนโตรเจนเช่นเดียวกับการตกสะสมกรดเปียก แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกสะสมของกรดเปียกและกรดแห้ง จะพบว่า มีค่าปริมาณการตกสะสมกรดในรูปของกรดเปียกมากกว่ากรดแห้งมากถึงประมาณ 10 เท่าเลยทีเดียว ซึ่งมีความหมายว่า การตกสะสมกรดส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในรูปแบบของการตกสะสมลงสู่พื้นโลกพร้อมน้ำฝน หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ “ฝนกรด” นั่นเอง

1.3 การเปรียบเทียบปริมาณการตกสะสมกรดกับแหล่งตรวจวัดอื่นๆ

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสภาพความเป็นกรดของตัวอย่างน้ำฝนและปริมาณการตกสะสมของสารกรดบริเวณพื้นที่จังหวัดสงขลา ที่ทำการตรวจวัดในระหว่างปี 2546 - 2547 กับข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้ในอดีต (เนาวรัตน์, 2544) พบว่า ค่า pH เฉลี่ย มีค่าลดลงจาก 5.64 เป็น 5.59 และจากตารางแสดงค่าปริมาณการตกสะสมกรดที่ตรวจวัดได้ในปัจจุบันและในอดีตในตารางที่ 39 และ 42

พบว่า มีค่าปริมาณการตกสะสมกรดเนื่องจากการตกสะสมของซัลเฟตและไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น สำหรับการตกสะสมเปียก แต่มีค่าลดลงสำหรับการตกสะสมแห้ง ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าในปี ปัจจุบันมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า และมีการตกสะสมกรดในรูปของกรดเปียกมากกว่ากรดแห้งมาก แต่อย่างไรก็ตาม สามารถสรุปได้ว่าปัจจุบันการตกสะสมกรดของพื้นที่จังหวัดสงขลามีปริมาณเพิ่มมากขึ้นกว่าในอดีต และเริ่มมีสภาพความเป็นฝนกรดเกิดขึ้นอีกด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า pH และค่าปริมาณการตกสะสมกรดของน้ำฝนที่ทำการตรวจวัดในพื้นที่จังหวัดสงขลา กับสถานีติดตามตรวจสอบการตกสะสมกรดอื่นๆ ในประเทศไทย ในที่นี้ ได้ทำการเปรียบเทียบกับ 4 สถานี ได้แก่ PCD (กรุงเทพฯ), ERTC (ปทุมธานี) ซึ่งเป็นเขตชุมชนเมือง, CMU (เชียงใหม่) และ VLK (กาญจนบุรี) ซึ่งเป็นเขตชนบท ดังค่าซึ่งแสดงในตารางที่ 15 และ 16 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) พบว่า ค่า pH ของตัวอย่างน้ำฝนในจังหวัดสงขลามีค่าสูงกว่าค่า pH ของตัวอย่างน้ำฝนที่ทำการตรวจวัดที่สถานีต่างๆ โดยที่สถานีซึ่งเป็นเขตชุมชนเมืองจะมีค่า pH ต่ำกว่าสถานีซึ่งเป็นเขตชนบท และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการตกสะสมกรดของซัลเฟตและไนเตรต พบว่า พื้นที่จังหวัดสงขลามีค่าปริมาณการตกสะสมของทั้งซัลเฟตและไนเตรตต่ำกว่าสถานีตรวจวัดซึ่งเป็นเขตชุมชนเมืองทั้ง 2 สถานี แต่จะมีค่าปริมาณการตกสะสมสูงกว่าสถานีตรวจวัดซึ่งเป็นเขตชนบททั้ง 2 สถานีเช่นกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าพื้นที่โดยรอบของสถานีในเขตชนบททั้ง 2 ยังเป็นพื้นที่ธรรมชาติ ที่มีแหล่งปล่อยสารมลพิษน้อยกว่า หรืออาจจะตั้งอยู่ห่างจากแหล่งปล่อยสารมลพิษมากกว่า จากข้อมูลดังกล่าวมาเบื้องต้นทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า น้ำฝนในพื้นที่จังหวัดสงขลามีสภาพความเป็นกรดน้อยกว่าสถานีอื่นๆ และมีสภาพค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงน้ำฝนปกติ มีปริมาณการตกสะสมกรดในระดับที่ไม่สูงมาก แต่ก็มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในอนาคต

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า pH และค่าปริมาณการตกสะสมกรดของน้ำฝนที่ทำการตรวจวัดในพื้นที่จังหวัดสงขลา กับประเทศต่างๆ ซึ่งเป็นสมาชิกในโครงการ EANET (Network Center for EANET, 2001) ดังตาราง 9 พบว่า น้ำฝนในพื้นที่จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 5.59 มีค่าปริมาณความเข้มข้นของสารกรดหลัก คือ ซัลเฟต และไนเตรต เท่ากับ 5.9 และ 7.3 $\mu\text{mol/l}$ มีค่า pH สูงกว่าเกือบทุกสถานีตรวจวัด ยกเว้นสถานี Ulaanbaatar ของประเทศมองโกเลียเท่านั้น และมีค่าปริมาณความเข้มข้นสารกรดหลักน้อยกว่าทุกประเทศ เมื่อพิจารณาถึงสถานี Ulaanbaatar ซึ่งมีค่า pH ของน้ำฝนสูงกว่า ทั้งที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นสารกรดสูงกว่า พบว่า เป็นผลเนื่องมาจากค่าแอมโมเนียและแคลเซียมซึ่งเป็นสารบัฟเฟอร์มีปริมาณความเข้มข้นสูงมาก จึงทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกลาง จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า สถานการณ์การตกสะสมกรดในพื้นที่

จังหวัดสงขลานั้นยังอยู่ในระดับต่ำมากเมื่อเทียบกับสถานการณ์การตกสะสมกรดประเทศอื่นๆ ทั้งที่ข้อมูลซึ่งนำมาเปรียบเทียบเหล่านี้ เป็นข้อมูลที่ทำการตรวจวัดผ่านมา 3 ปีแล้ว

2. ผลการศึกษาการตกสะสมกรดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ATMOS2

จากการประเมินสถานการณ์การตกสะสมกรดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ATMOS2 เปรียบเทียบกับค่าปริมาณการตกสะสมกรดจริงจากการตรวจวัดของพื้นที่จังหวัดสงขลา ด้วยข้อมูลในปี 2544 ดังผลการศึกษาที่แสดงไว้ในตารางที่ 41 เปรียบเทียบกับค่าปริมาณการตกสะสมกรดจริงในตารางที่ 42 พบว่า ปริมาณการตกสะสมกรดมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งการตกสะสมกรดเปียก และการตกสะสมกรดแห้ง คือ ปริมาณการตกสะสมกรดเปียกจากซัลเฟอร์ที่ประเมินได้จากแบบจำลอง ATMOS2 มีค่าเท่ากับ $348.0 \text{ mg/m}^2\cdot\text{yr}$ ในขณะที่มีค่าการตรวจวัดจริงเท่ากับ $349.4 \text{ mg/m}^2\cdot\text{yr}$ และปริมาณการตกสะสมกรดแห้งจากซัลเฟอร์ที่ประเมินได้จากแบบจำลอง ATMOS2 มีค่าเท่ากับ $59.1 \text{ mg/m}^2\cdot\text{yr}$ ในขณะที่มีค่าการตรวจวัดจริงเท่ากับ $61.5 \text{ mg/m}^2\cdot\text{yr}$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ค่าปริมาณการตกสะสมกรดจากซัลเฟอร์ที่ประเมินได้จากแบบจำลอง ATMOS2 มีความถูกต้องและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในการประเมินการตกสะสมกรดด้วยแบบจำลอง ATMOS2 นี้ ได้ใช้ข้อมูลพื้นฐาน คือ ข้อมูลการ Emission และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ค่อนข้างละเอียดมาก คือ ใช้ข้อมูล Emission ของทั่วทั้งทวีปเอเชีย และใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ความละเอียดกริด $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ เนื่องจากมลพิษทางอากาศมีลักษณะเป็น Transboundary pollution การเกิดการตกสะสมของกรด ณ พื้นที่ใดๆ อาจมีผลเนื่องมาจากการปลดปล่อยสารมลพิษที่เกิดจากบริเวณโดยรอบของพื้นที่นั้นๆ หรืออาจเกิดจากการแพร่กระจายของสารมลพิษมาจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ที่อยู่ห่างไกล ดังนั้นการใช้ข้อมูลพื้นฐานที่มีความสมบูรณ์และครอบคลุมพื้นที่แหล่งกำเนิดสารมลพิษดังกล่าว จึงเป็นส่วนหนึ่งซึ่งทำให้ผลการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ATMOS2 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ประเมินสถานการณ์การตกสะสมกรดในทวีปเอเชีย มีความถูกต้องและใกล้เคียงสถานการณ์จริงมากที่สุด

เมื่อทำการพิจารณาถึงอิทธิพลของพื้นที่แหล่งกำเนิด Emission ที่มีผลกระทบต่อกรดสะสมกรดลงสู่พื้นที่ศึกษา พบว่า เมื่อประเมินค่าปริมาณการตกสะสมกรดเนื่องจากซัลเฟอร์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ATMOS2 โดยใช้ข้อมูลแหล่งกำเนิด Emission ที่ระยะห่างต่างๆ จากพื้นที่ศึกษาโดยแบ่งพื้นที่แหล่งกำเนิด Emission ออกเป็น 3 พื้นที่ คือ พื้นที่จังหวัดสงขลา พื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย และพื้นที่ภาคใต้และพื้นที่ติดต่อกันของประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย ในระยะรัศมีประมาณ 500 กิโลเมตรจากพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับการประเมินค่าปริมาณการตกสะสมกรดโดยใช้ข้อมูล Emission ของทั้งทวีปเอเชีย พบว่า ค่าปริมาณการตกสะสมกรดที่ได้มี

ขนาดเท่ากับ 67% , 86% และ 99% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตกสะสมกรดลงสู่พื้นที่ศึกษา นั้นส่วนใหญ่แล้วได้รับอิทธิพลมาจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษภายในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา แต่ แหล่งกำเนิดสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดพื้นที่อื่นๆ ที่อยู่ห่างออกไป ก็มีอิทธิพลต่อการตกสะสม กรดด้วยเช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาการประเมินค่าการตกสะสมกรดโดยใช้ข้อมูล Emission ในระยะรัศมีประมาณ 500 กิโลเมตร จากพื้นที่ศึกษา จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณการตกสะสมของกรดมี ค่าเกือบจะเท่ากับการใช้ข้อมูล Emission ของทั่วทั้งทวีปเอเชีย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าการ แพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศจะเป็นแบบ Transboundary pollution ดังที่กล่าวข้างต้น แต่เมื่อเกิดการแพร่กระจายออกไปแล้ว สารมลพิษเหล่านี้ก็ต้องตกลงสู่พื้นโลกในที่สุด ดังนั้น สารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดที่ไกลจากพื้นที่ศึกษามากๆ จึงมีอิทธิพลต่อการตกสะสม กรดลงสู่พื้นที่ศึกษาน้อยมากหรือแทบจะไม่มีผลกระทบเลย ดังนั้นในการใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์มาประเมินสถานการณ์การตกสะสมของกรด ณ พื้นที่ศึกษาใดๆ จะสามารถเลือกใช้ ข้อมูลการ Emission เฉพาะภายในบริเวณพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อการตกสะสมกรด ณ พื้นที่นั้นๆ ใน ระยะที่เหมาะสมได้ ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการประมวลผลของแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์สั้นลงอย่างมาก ดังตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น การประเมินค่าการตกสะสมกรดโดยใช้ ข้อมูล Emission ของทั่วทั้งทวีปเอเชีย จะใช้เวลาในการประมวลผลโดยเฉลี่ย 3 ชั่วโมง/เดือน ในขณะที่การประเมินค่าการตกสะสมกรดโดยใช้ข้อมูล Emission ในระยะรัศมีประมาณ 500 กิโลเมตร จากพื้นที่ศึกษา จะใช้เวลาในการประมวลผลโดยเฉลี่ยเพียง 3 นาที/เดือน ในขณะที่มี ความถูกต้องสูงถึง 99% ซึ่งจะสามารถช่วยในการประหยัดทั้งระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการ ดำเนินการให้น้อยลงได้