หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

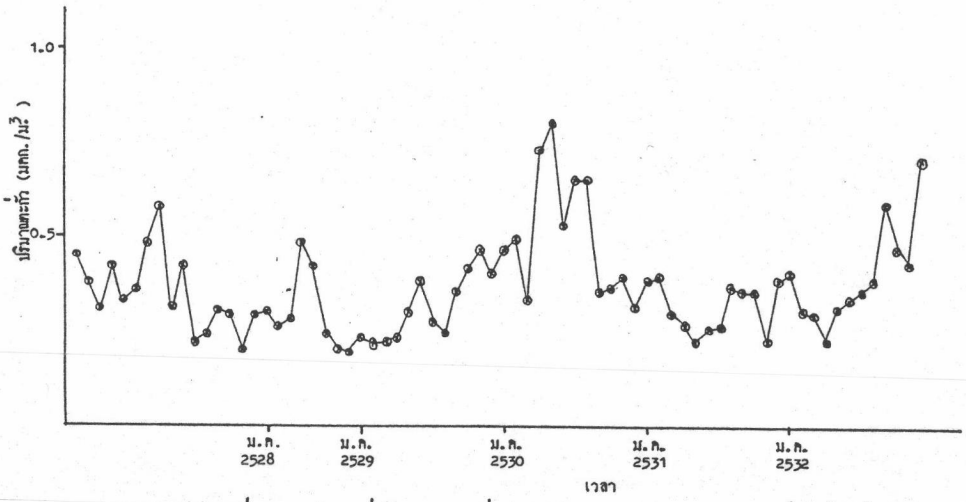
4.1 การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

ผลจากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ ของกรุงเทพมหานครจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ซึ่งดำเนินการโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข รวม 10 แห่ง พบว่า ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดไม่เกิน 2 ไมโครกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำข้อมูลปริมาณตะกั่วที่ได้ในแต่ละเดือน มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต จะได้ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของแต่ละสถานี และเมื่อนำข้อมูลของทุกสถานีมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือน ในภาพรวมของกรุงเทพมหานคร เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟ จะได้กราฟทั้งหมด 11 รูป โดยที่กราฟ 10 รูปแรก จะแสดงแนวโน้มของปริมาณตะกั่วในแต่ละสถานีและกราฟรูปที่ 11 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วโดยรวมของกรุงเทพมหานคร ซึ่งกราฟดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 3.1 - 3.11 จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือน ดังรูปทั้ง 11 รูปนี้ แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงประการหนึ่ง คือ เมื่อพิจารณาดูปริมาณตะกั่วในแต่ละช่วงปี จะพบว่า ปริมาณตะกั่วแต่ละเดือน จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้น - ลงไม่คงที่เกือบตลอดทั้งปี และเกิดขึ้นทุกปี จึงทำการศึกษาว่า ในช่วงปีมีการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศอย่างไร (ศึกษา Annual variation) โดยการนำข้อมูล ปริมาณตะกั่วในเดือนเดียวกันของแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 - 2532 (ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา) มาหาค่าเฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยที่ได้นั้นมาเขียนกราฟ จะได้กราฟทั้งหมด 10 รูป คือกราฟรูปที่ 4 โดยกราฟ 9 รูปแรก เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกั่วในแต่ละเดือนของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแต่ละแห่ง (ยกเว้นของสถานีลาดกระบัง ซึ่งมีข้อมูลไม่เพียงพอ) และรูปที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกั่วในแต่ละเดือนโดยรวมของกรุงเทพมหานคร

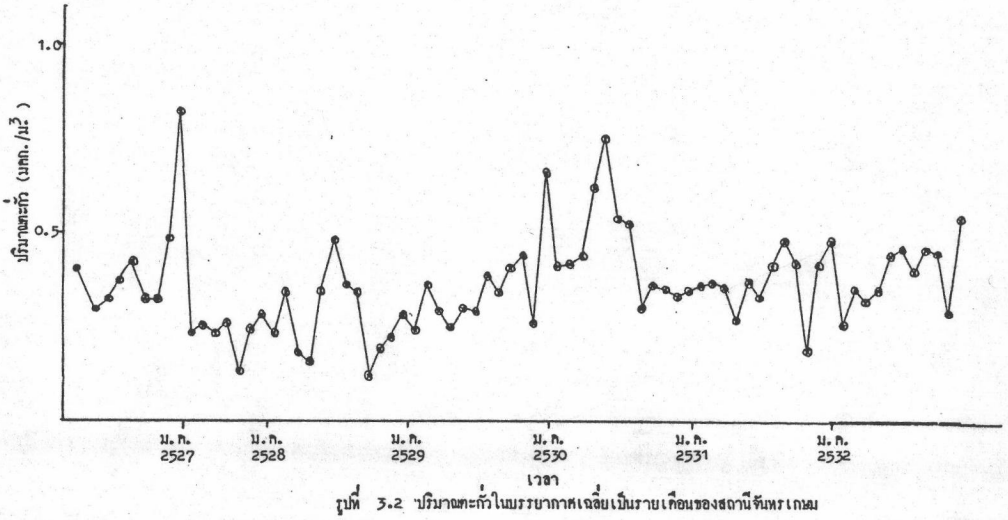
จากกราฟรูปที่ 4 ทั้ง 10 รูป แสดงให้เห็นว่า ในช่วงปีปริมาณตะกั่วในบรรยากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า Annual variation เกิดขึ้นจริง โดยที่รูปแบบของการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานี จะมีลักษณะที่ค่อนข้างเฉพาะตัว แต่สิ่งที่จะพบเสมอในทุกสถานี คือในช่วงเดือนมกราคม ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศจะสูง และลดลงในเดือนกุมภาพันธ์ และในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีแนวโน้มของปริมาณตะกั่วที่ลดลงต่อเนื่องมาจากเดือนกันยายน และตุลาคม แต่เมื่อถึงช่วงเดือนธันวาคมปริมาณตะกั่วกลับมีแนวโน้มสูงขึ้น

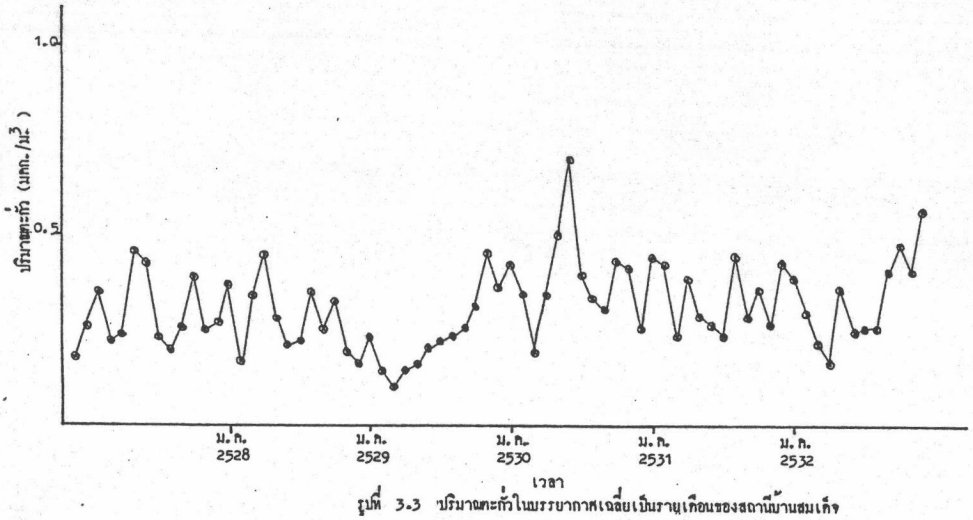
และในการศึกษาว่า ในแต่ละปีที่เราทำการศึกษานั้น มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเกิดขึ้นในลักษณะใด จึงได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในแต่ละปี ในลักษณะที่เรียกว่า Interannual variation โดยนำข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ ซึ่งเฉลี่ยในแต่ละปีมาเขียนกราฟ จะได้กราฟรูปที่ 5 ซึ่งแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วของสถานีแต่ละแห่งทั้งหมด 9 แห่ง และการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกั่วโดยรวมของกรุงเทพมหานคร รวม 10 รูป จากกราฟดังกล่าวจะเห็นว่าในปีพ.ศ.2530 ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศจะสูงกว่าในปีอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด และกลับลดลงในปี พ.ศ.2531 อีก จากผลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ ทั้งในลักษณะของ Annual และ Interannual variation นี้ ทำให้ต้องทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไปโดยมีสมมติฐานว่า น่าจะเกิดจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการแพร่กระจายของตะกั่วในบรรยากาศ ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งกำเนิดของตะกั่วมิได้ลดลงแต่อย่างใด



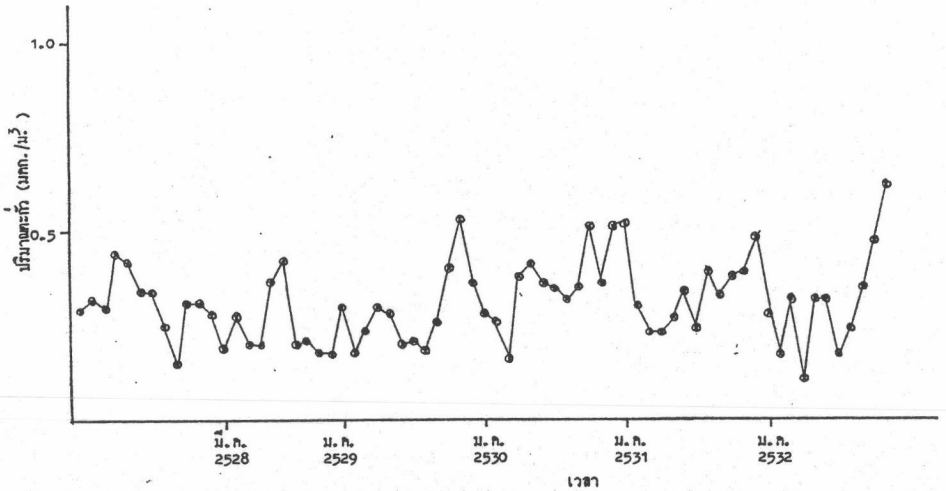
รูปที่ 3.1 ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ



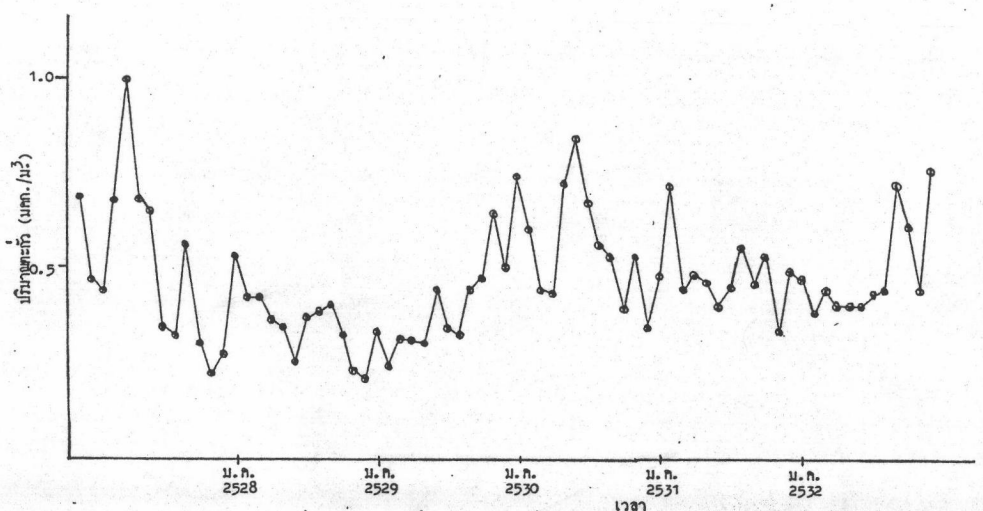
รูปที่ 3.2 ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีจันทรเกษม



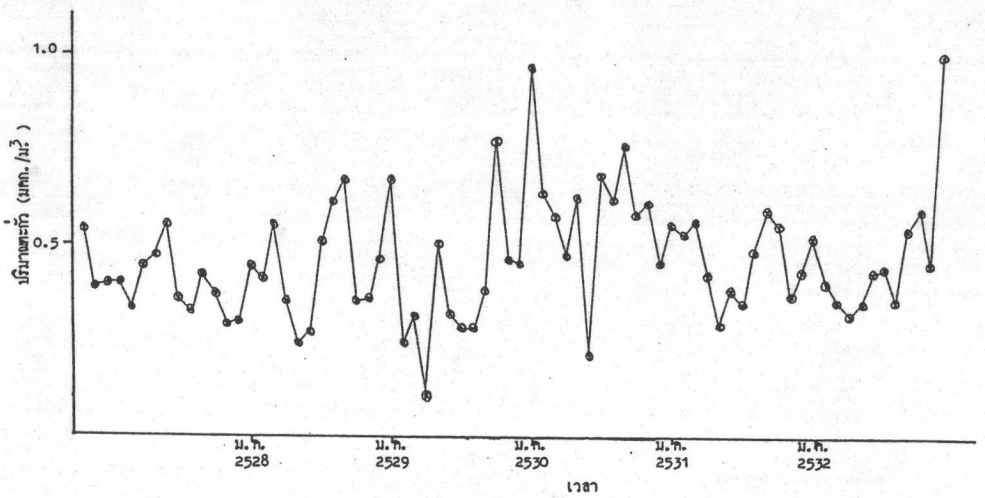
รูปที่ 3.3 ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีบ้านสมเด็จ



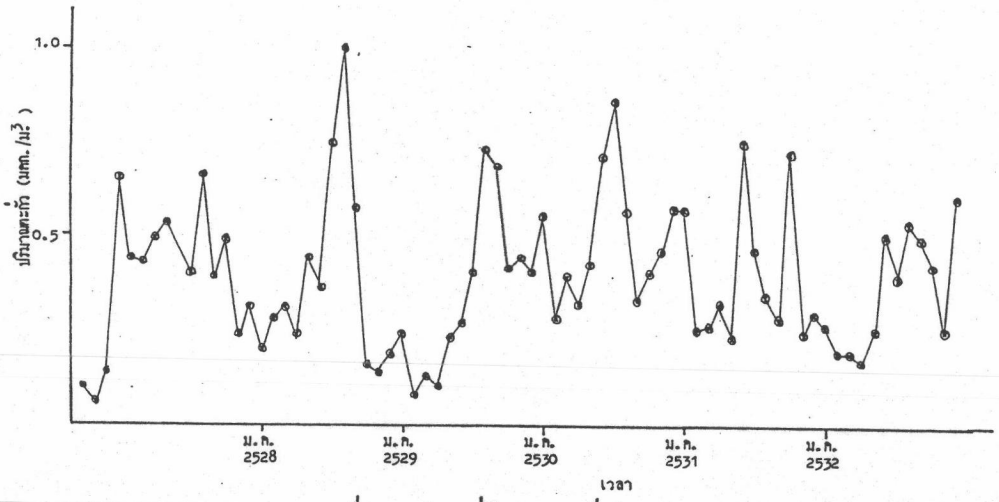
รูปที่ 3.4 ปริมาณฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีราษฎร์บูรณะ



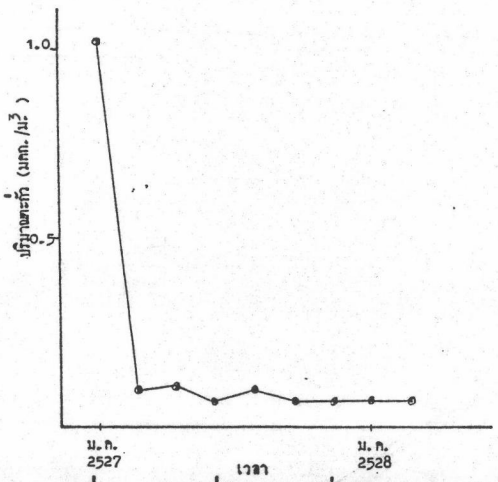
รูปที่ 3.5 ปริมาณฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีเสาวภา



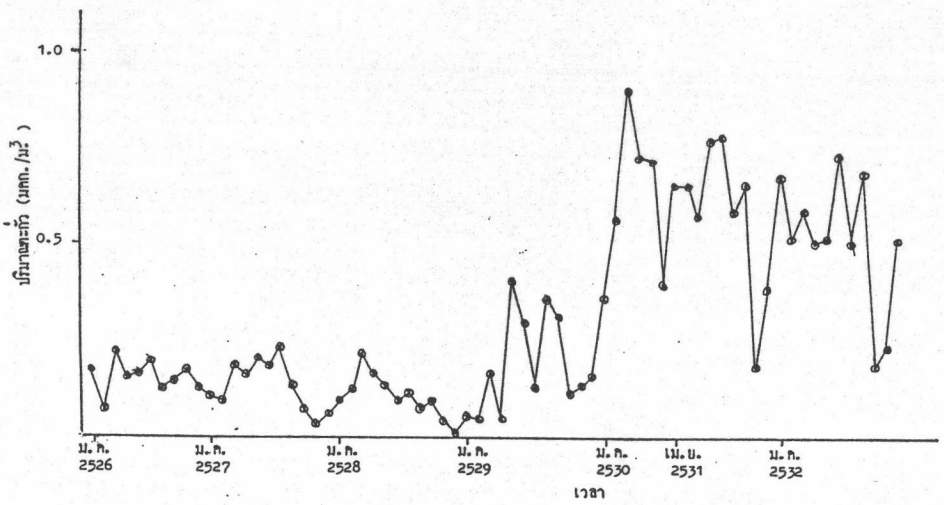
รูปที่ 3.6 ปริมาณฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีสุขุมวิท



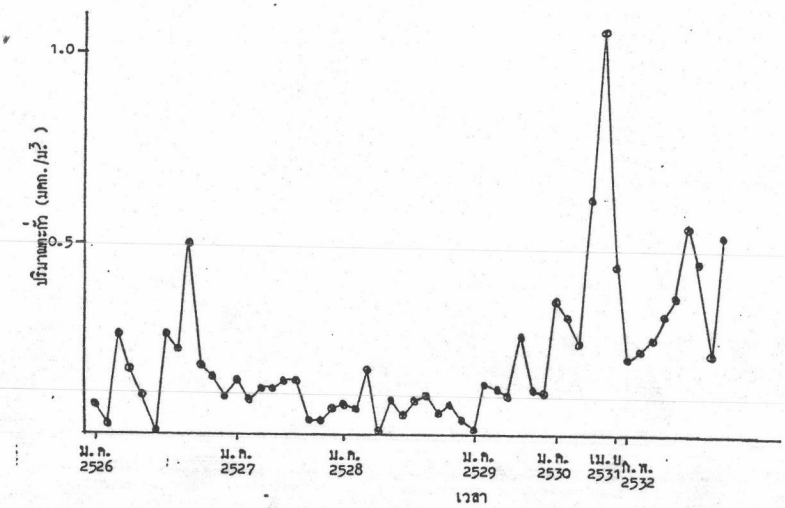
รูปที่ 3.7 ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีบางนา



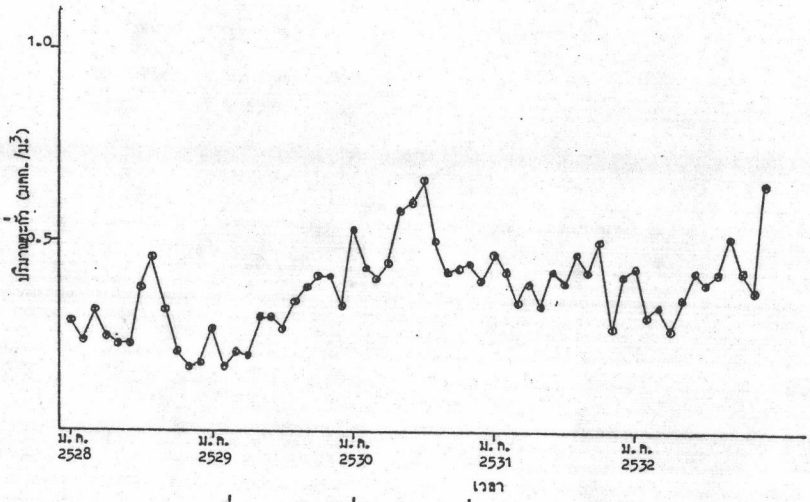
รูปที่ 3.8 ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีลาดกระบัง



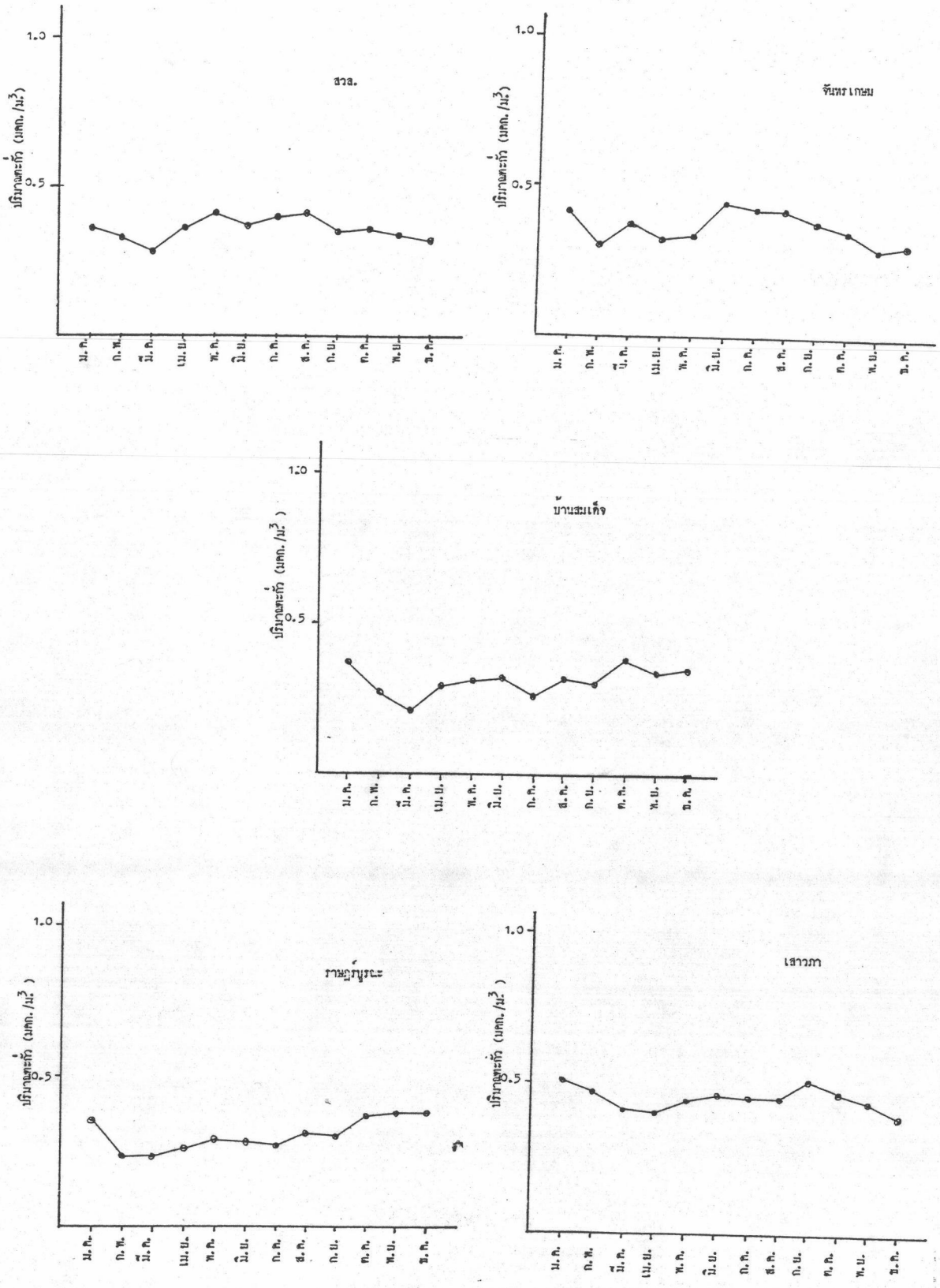
รูปที่ 3.9 ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีลาดหญ้า



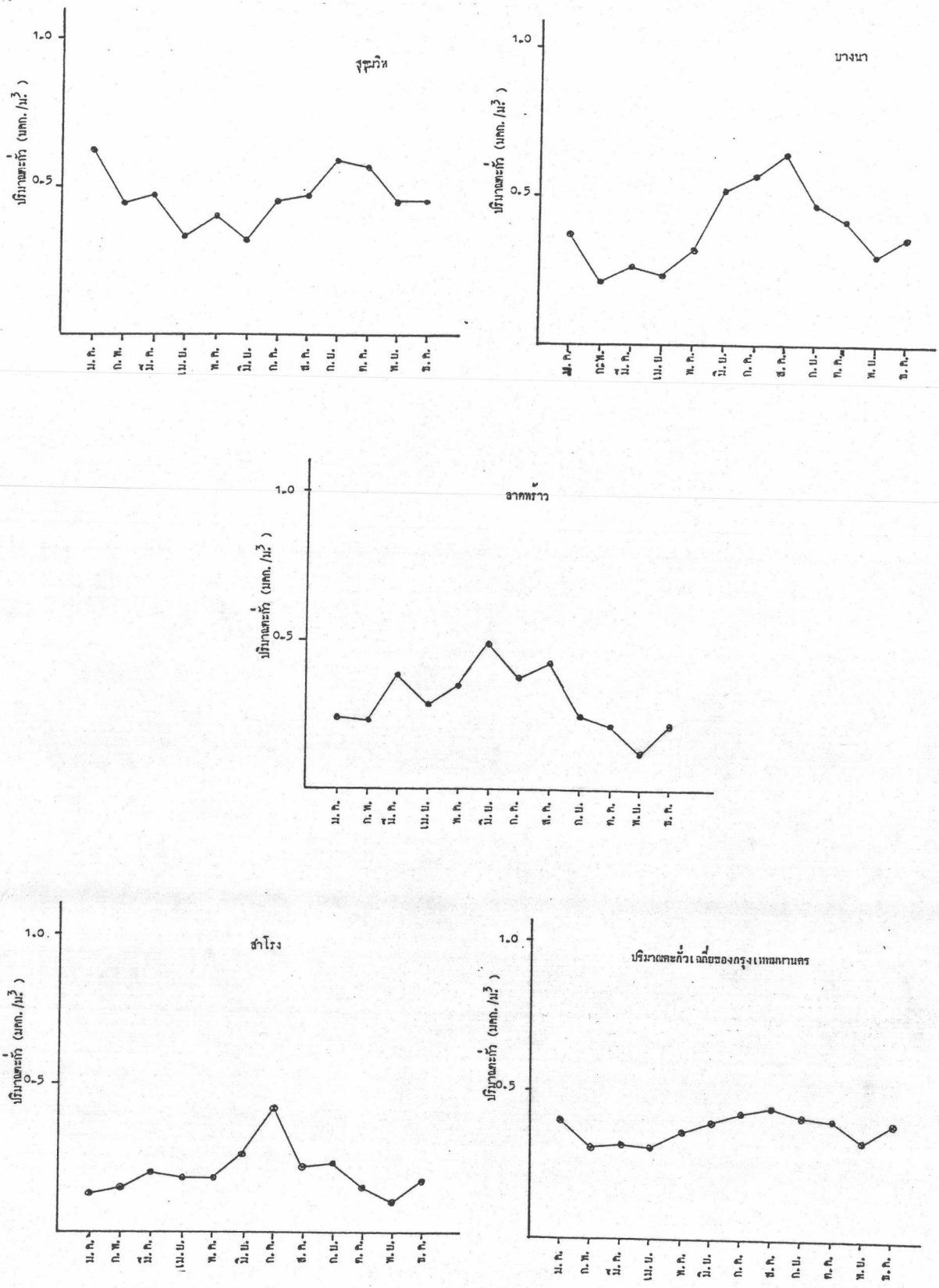
รูปที่ 3.10 ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของสถานีสำโรง



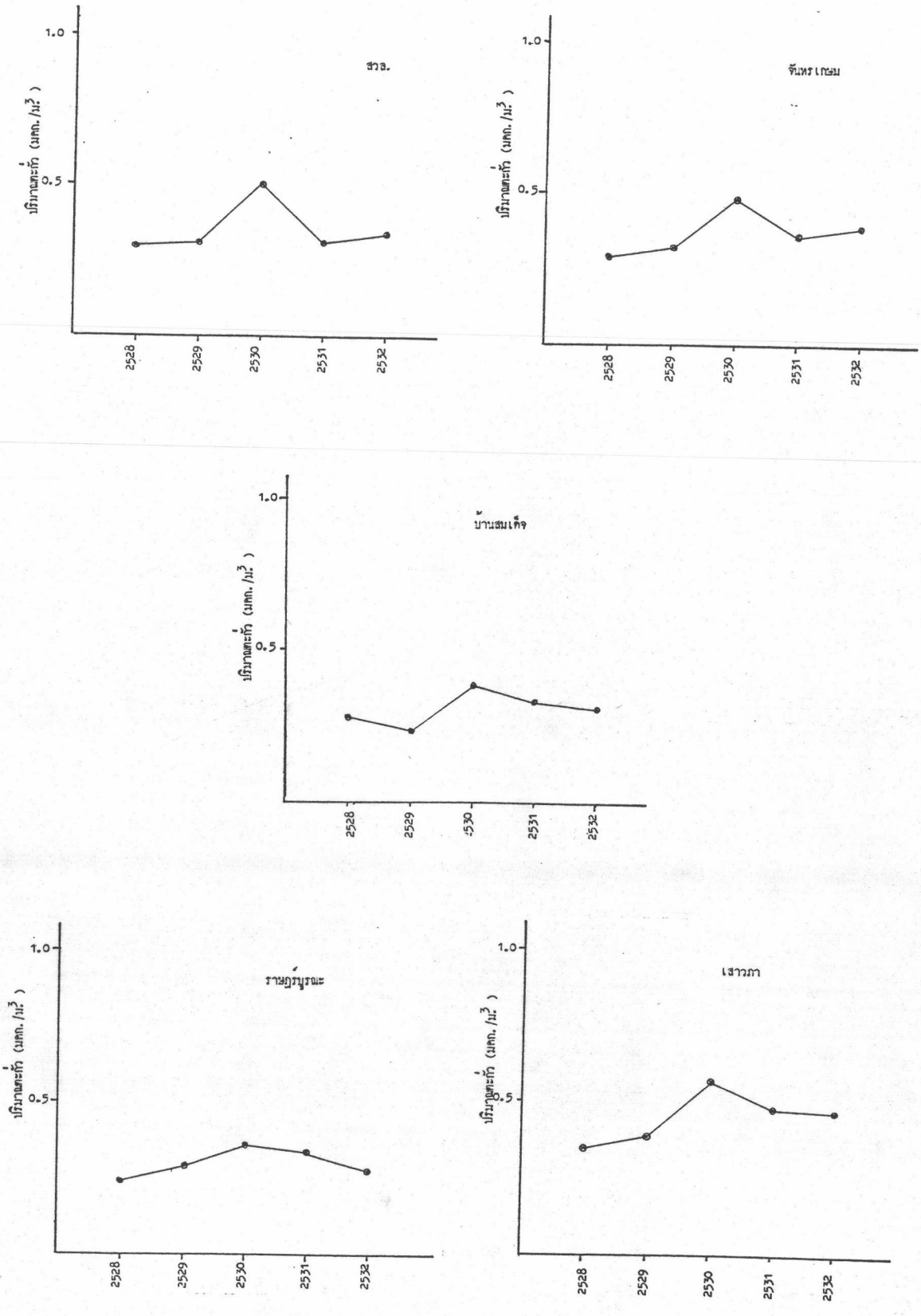
รูปที่ 3.11 ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยของทุกสถานีในกรุงเทพมหานครเป็นรายเดือน



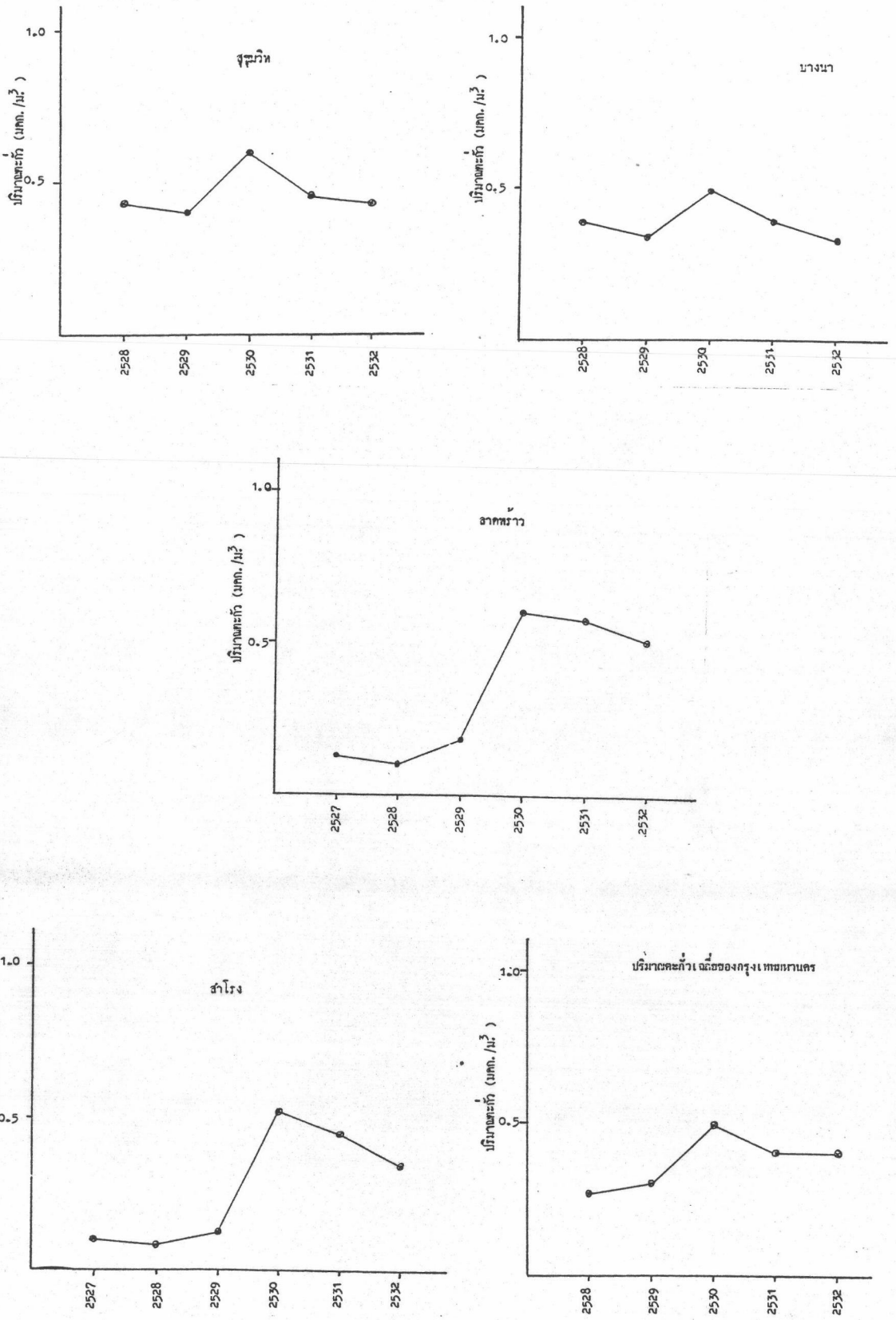
รูปที่ 4 ปริมาณตะกั่วในแต่ละเดือนของปี ของสถานีต่าง ๆ และปริมาณตะกั่วเฉลี่ยของทุกสถานีในเขตกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 4(ต่อ) ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในแต่ละเดือนของปี ของสถานีต่าง ๆ และปริมาณตะกั่วเฉลี่ยของทุกสถานีในเขตกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5 ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในแต่ละปีของสถานีต่าง ๆ และปริมาณตะกั่วเฉลี่ยของทุกสถานี ในกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5 (ต่อ) ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในแต่ละปีของสถานีต่าง ๆ และปริมาณตะกั่วเฉลี่ยของทุกสถานีในกรุงเทพมหานคร

4.2 <u>การศึกษาปัจจัยของการบนเบื้องของตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร</u>

4.2.1 การศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการบนเบื้องของตะกั่วในบรรยากาศ

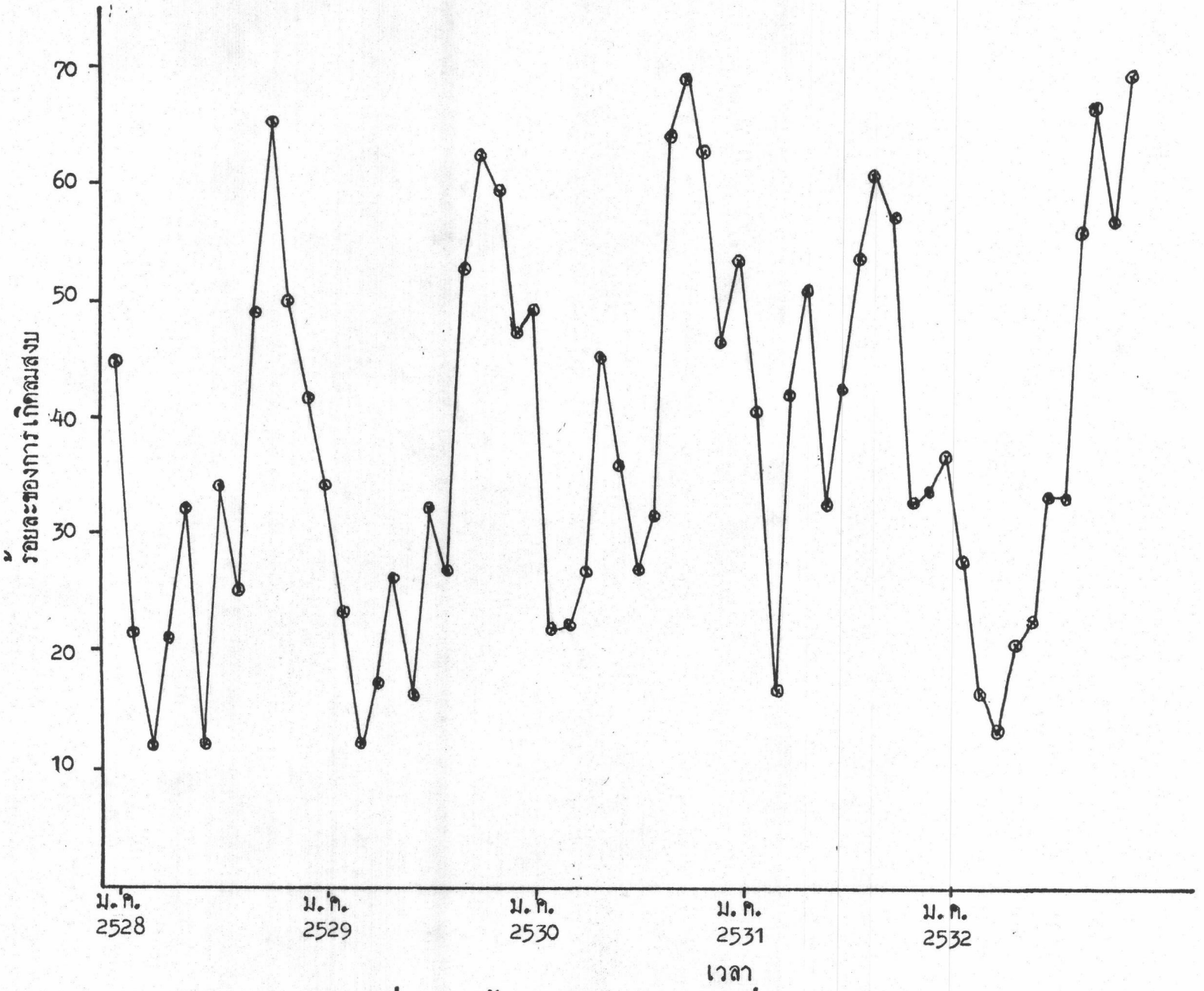
ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาว่า เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการบนเบื้องของตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานครหรือไม่ ได้แก่ ข้อมูลด้านความเร็วลม และการเกิดลมสงบ

4.2.1.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม กับปริมาณตะกั่วที่บนเบื้องในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

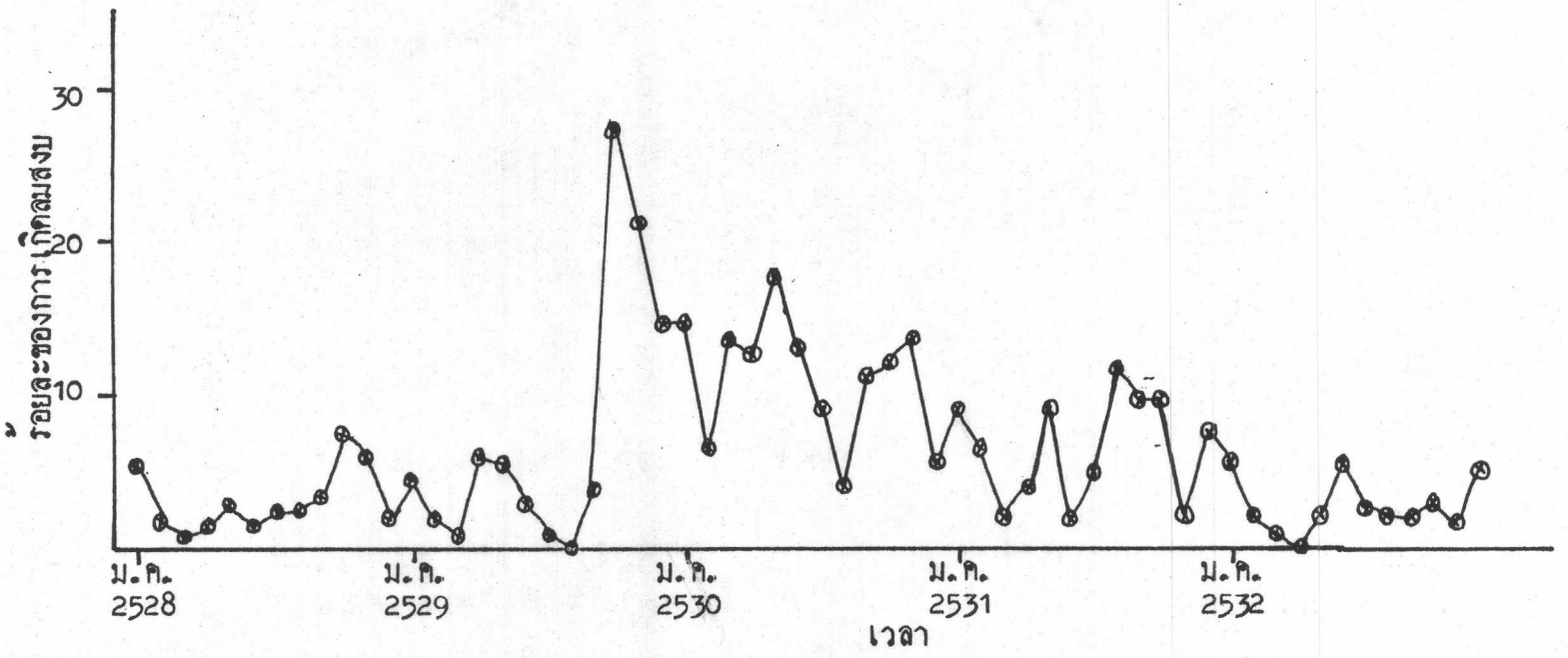
จากข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยเป็นรายเดือน ที่ทำการวัดจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา 2 แห่ง คือ สถานีตรวจอากาศสุขุมวิท และสถานีตรวจอากาศดอนเมือง และข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยจากทุกสถานีของกรุงเทพมหานคร เป็นรายเดือน (ตารางที่ 8 และ 9 ในภาคผนวก) ได้นำมาเขียนกราฟและหาความสัมพันธ์ จะได้กราฟดังรูปที่ 7.1 และ 7.2 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศและความเร็วลมเฉลี่ยของสถานีสุขุมวิทและดอนเมืองมีค่าเท่ากับ -0.2207 และ -0.1924 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นลบ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศและความเร็วลมมีความสัมพันธ์กันในทิศทางที่ตรงข้ามกัน กล่าวคือ เมื่อความเร็วลมมีค่ามาก ปริมาณตะกั่วที่วัดได้ในบรรยากาศจะมีค่าน้อย และจากระดับของความสัมพันธ์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำนั้น อาจเป็นไปได้ว่า ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ และความเร็วลม มิได้มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง แต่มีความสัมพันธ์ในลักษณะอื่น ทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ใช้การศึกษาความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็น ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง ที่เรียกว่า Linear Correlation เท่านั้น

4.2.1.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเกิดลมสงบกับปริมาณตะกั่วที่บนเบื้องในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

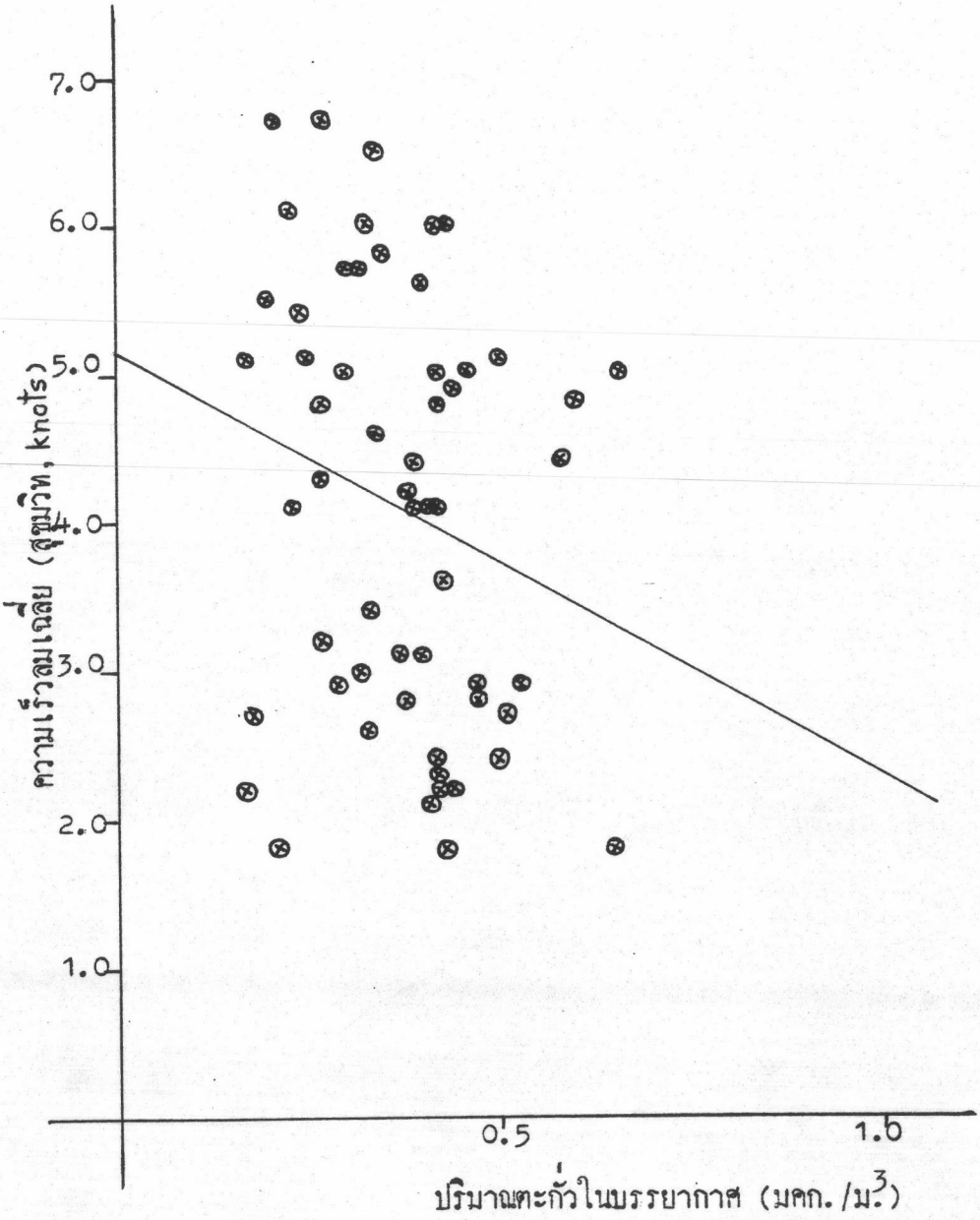
ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ศึกษาหาความสัมพันธ์ กับปริมาณตะกั่วในบรรยากาศอีกปัจจัยหนึ่งคือ การเกิดลมสงบในแต่ละเดือน ซึ่งคิดออกมาเป็นร้อยละ สำหรับการพิจารณาว่าเกิดลมสงบหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากค่าความเร็วของลม ซึ่งถ้าค่าความเร็วของลมที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า 1 น็อต (knot) หรือ 0.6 เมตรต่อวินาที จะถือว่าเกิดลมสงบ จากข้อมูลร้อยละของการเกิดลมสงบเป็นรายเดือน ที่ทำการวัดจาก สถานีตรวจอากาศสุขุมวิท และสถานีตรวจอากาศดอนเมือง และข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยของกรุงเทพมหานคร



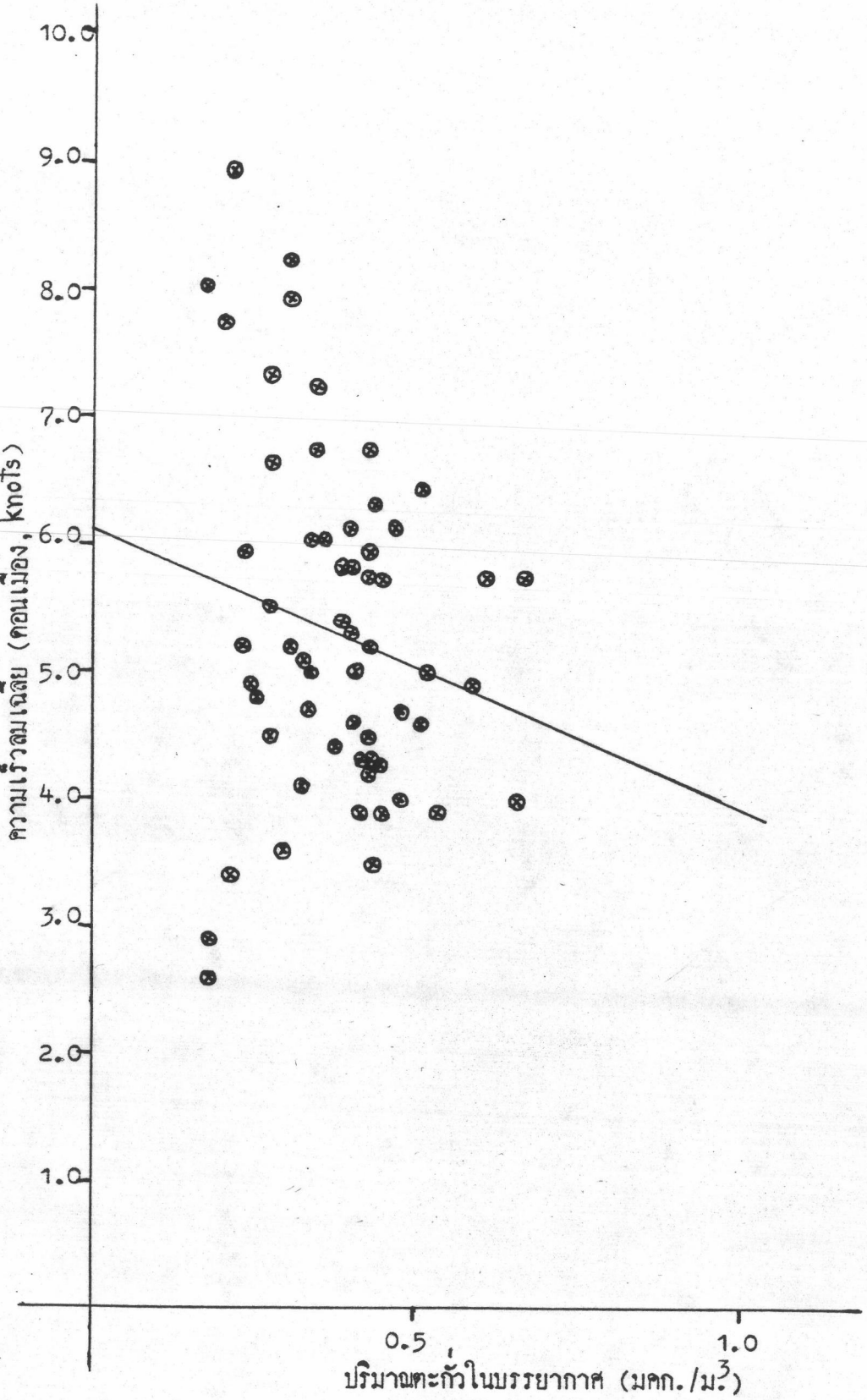
รูปที่ 6.1 ร้อยละของการเกิดลมสงบในแต่ละเดือน ของสถานีสุขุมวิท



รูปที่ 6.2 ร้อยละของการเกิดลมสงบในแต่ละเดือน ของสถานีดอนเมือง



รูปที่ 7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร กับความเร็วลมเฉลี่ยที่สถานีตรวจอากาศสุขุมวิท

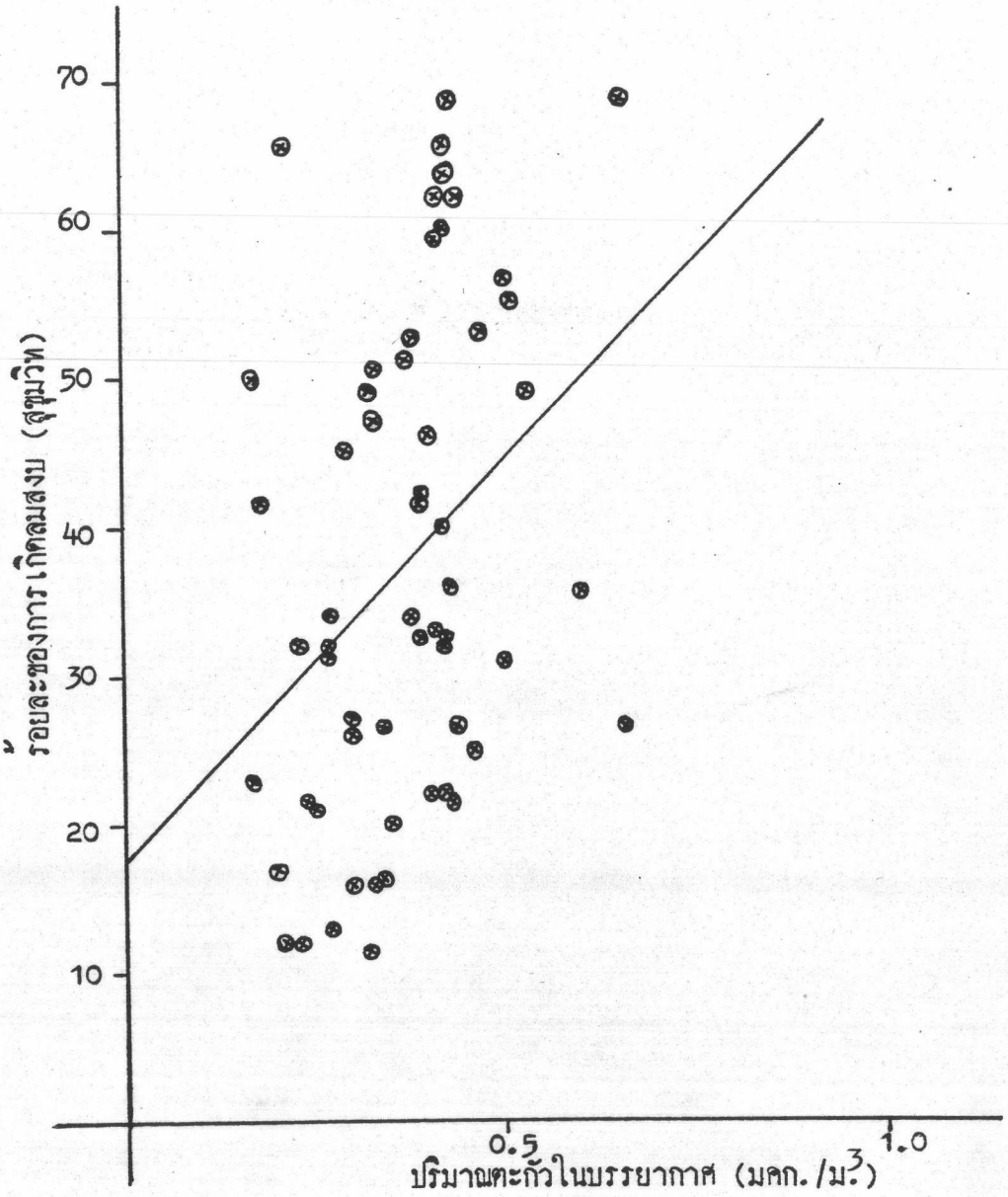


รูปที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร กับความเร็วลมเฉลี่ยที่สถานีตรวจอากาศดอนเมือง

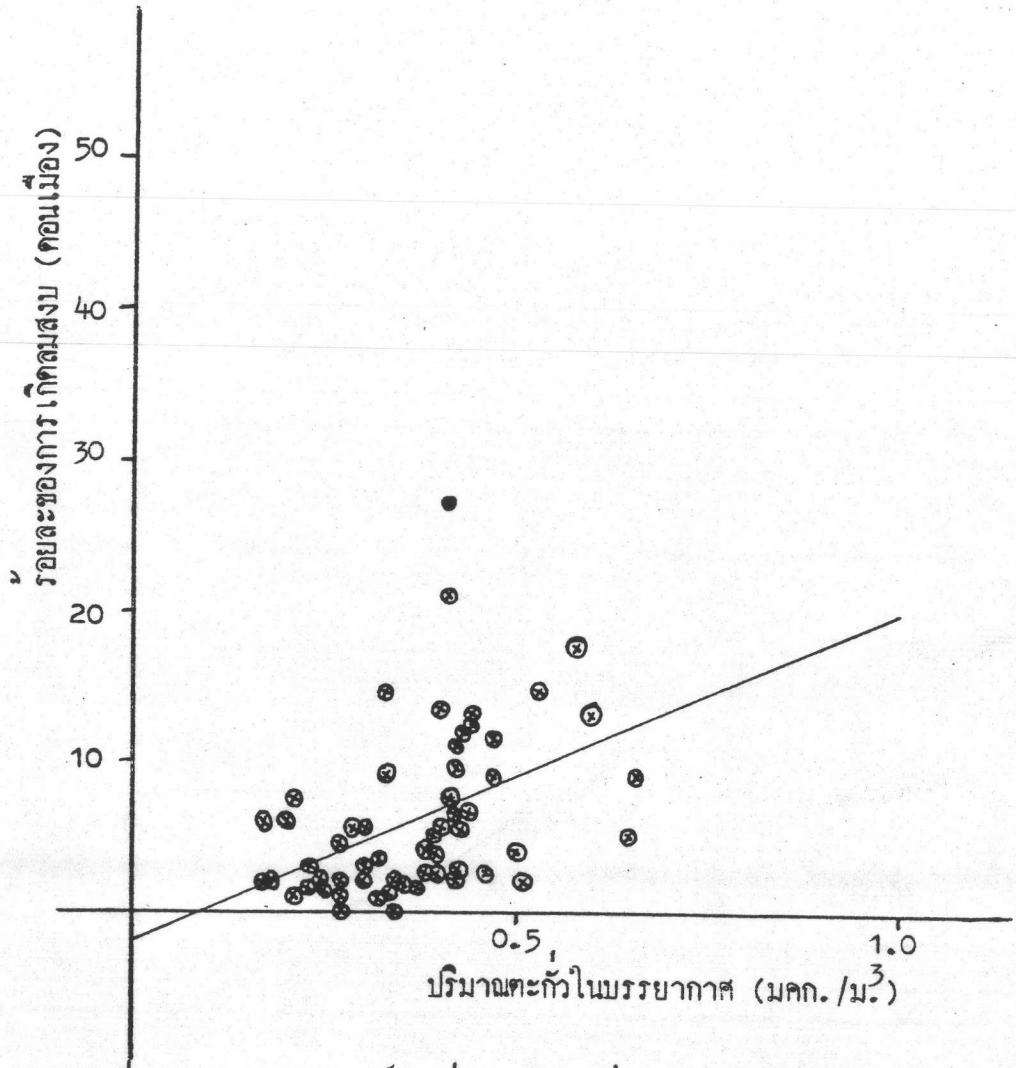
เป็นรายเดือน (ตารางที่ 8 และ 9 ในภาคผนวก) เมื่อนำมาเขียนกราฟและหาความสัมพันธ์ จะได้กราฟดังรูปที่ 8.1 และ 8.2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.3677 และ 0.4478 สำหรับสถานีตรวจอากาศสุขุมวิท และ ดอนเมืองตามลำดับ จากค่าความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นบวก แสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ และลมสงบ มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อเกิดลมสงบมากปริมาณตะกั่วในบรรยากาศจะมีค่ามากด้วย โดยมีระดับของความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

จากการศึกษาในข้อ 4.2.1 นี้ พอจะกล่าวได้ว่าสภาพทางอุตุนิยมวิทยา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพล หรือมีผลต่อการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ โดยที่ทั้งความเร็วลม และการเกิดลมสงบ มีผลในแง่ของการกระจายตัวของตะกั่วรวมทั้งมลสารอื่น ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ ดังจะเห็นว่าเมื่อใดที่มีความเร็วลมสูง ลมจะเป็นตัวพาให้มลสารกระจายไปได้ไกล ๆ ไม่สะสมอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยเฉพาะปริมาณตะกั่วที่ตรวจวัดได้ในบริเวณนั้น ๆ จะมีค่าต่ำ แต่เมื่อใดที่ความเร็วลมต่ำหรือเกิดลมสงบ มลสารจะสะสมตัวในบริเวณหนึ่ง ๆ มาก ปริมาณมลสารจะสูงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาข้อ 4.1 ที่พบว่า ในช่วงเดือนธันวาคม - มกราคม ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศมีค่าสูง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าว เป็นช่วงเวลาของฤดูหนาว ซึ่งสภาพอากาศค่อนข้างนิ่ง จึงทำให้การกระจายของตะกั่วในบรรยากาศมีน้อยนั่นเอง หรือเมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในช่วงปีต่าง ๆ ดังรูปที่ 5 และกราฟรูปที่ 6.1 และ 6.2 ที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการเกิดลมสงบ จะพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2530 เป็นช่วงที่มีการเกิดลมสงบมากกว่าในช่วงปีอื่น ๆ ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในช่วงปีเดียวกันนี้ก็มีปริมาณที่สูงกว่าปีอื่น ๆ เช่นกัน

สำหรับปัจจัยที่นำมาศึกษาอีกปัจจัยหนึ่ง คือ ปัจจัยด้านปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินในรถยนต์ ซึ่งจะศึกษาในรูปของปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยออกจากรถยนต์สู่บรรยากาศ ดังผลการศึกษาข้อ 4.2.2 ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้



รูปที่ 8.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร กับร้อยละของการเกิดลมสงบที่สถานีตรวจอากาศสุขุมวิท



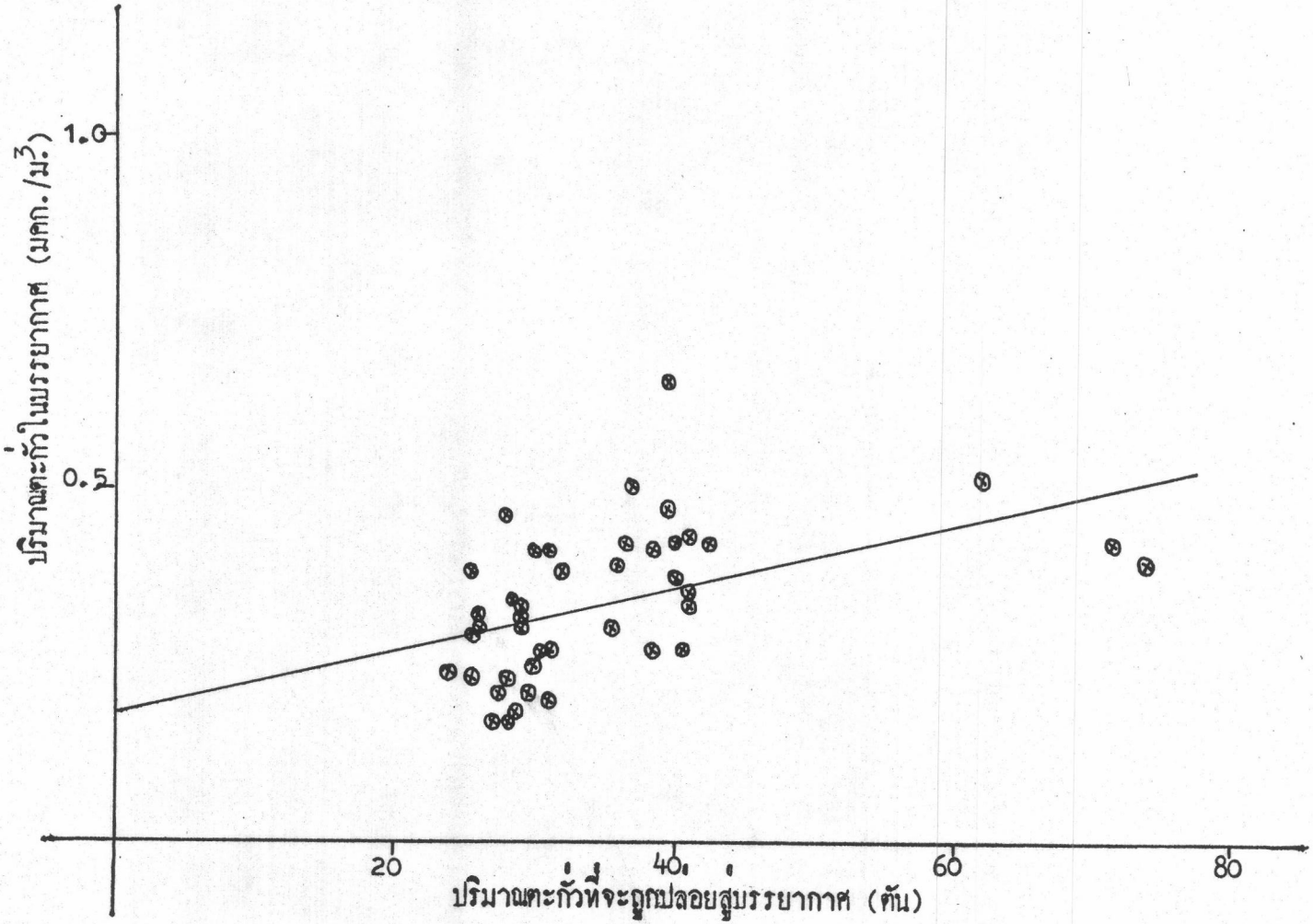
รูปที่ 8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร กับร้อยละของการเกิดลมสงบที่สถานีตรวจอากาศดอนเมือง

4.2.2 การศึกษาปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยออกจากรถยนต์ ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ที่มีผลต่อการบนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

จากการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้ ในเขตกรุงเทพมหานคร และข้อมูลปริมาณตะกั่วที่เติมลงในน้ำมันเบนซินในช่วงเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 - 2532 ของกรมทะเบียนการค้า ทำให้สามารถคิดคำนวณ ปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยออกจากรถยนต์สู่บรรยากาศได้ ดังแสดงในตารางที่ 9 (ในภาคผนวก) และเมื่อนำข้อมูลปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยจากรถยนต์และข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเฉลี่ยมาจากทุกสถานี เป็นรายเดือน มาเขียนกราฟและหาความสัมพันธ์ จะได้กราฟดังรูปที่ 9 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.4752 จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้นี้จัดว่า ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ และปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยออกจากรถยนต์ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง และลักษณะของความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยจากรถยนต์มีมาก ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศที่ตรวจพบจะมีค่ามากด้วย ซึ่งปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยจากรถยนต์นี้ เป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้กันอยู่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เมื่อมีการใช้น้ำมันเบนซินมาก ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศจะมากตามไปด้วย หรืออีกนัยหนึ่งคือ การใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของตะกั่วที่บนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

4.3 <u>การศึกษาปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในบริเวณที่มีการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมที่แตกต่างกัน</u>

จากการจำแนกประเภทของกิจกรรมที่กระทำในพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร สามารถแบ่งได้เป็น ย่านที่อยู่อาศัย ย่านธุรกิจการค้า และย่านอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อเลือกจับคู่สถานีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการทำกิจกรรมต่างกัน แล้วนำค่าปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือน ของสถานีที่จับคู่ไว้ดังกล่าว มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Z (Z-test) ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3 จากค่า Z ที่คำนวณได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่า Z จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ ในการศึกษาครั้งนี้ในระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งค่า Z จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่นนี้มีค่าเท่ากัน 1.9600 ซึ่งผลการศึกษานี้มิได้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าสถานีที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีกิจกรรมต่างกัน มีปริมาณการบนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน สำหรับสถานีต่าง ๆ นั้นไม่ชัดเจนอยู่แล้ว



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศกับปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศจากรถยนต์

ตารางที่ 3 แสดงค่า Z จากการคำนวณของสถานีที่ตั้งในบริเวณที่ทำกิจกรรมต่างกัน

สถานี	ค่า Z คำนวณ	สถานี	ค่า Z คำนวณ
สวล.(อ)-ราษฎร์บูรณะ(อุต)	2.4041	เสาวภา-สุขุมวิท(อ)	0.5795
สวล. - เสาวภา(ธ)	3.3472	เสาวภา-บางนา	1.9937
สวล. - บางนา(อุต)	0.7741	เสาวภา-ลาดพร้าว(อ)	2.3180
สวล. - สำโรง(อุต)	3.0413	เสาวภา-สำโรง	5.2193
จันทรเกษม(อช)-ราษฎร์บูรณะ	2.8300	ราษฎร์บูรณะ-เสาวภา	6.5893
จันทรเกษม-เสาวภา	4.0625	ราษฎร์บูรณะ-สุขุมวิท	6.1887
จันทรเกษม-บางนา	0.9333	ราษฎร์บูรณะ-ลาดพร้าว	1.3025
จันทรเกษม-สำโรง	3.1626	สุขุมวิท-บางนา	2.2948
บ้านสมเด็จ(อ,ธ)-ราษฎร์บูรณะ	0.1100	สุขุมวิท-สำโรง	5.3177
บ้านสมเด็จ-บางนา	2.7467	บางนา-ลาดพร้าว	0.7096
บ้านสมเด็จ-สำโรง	1.8422	ลาดพร้าว-สำโรง	2.3383

สวล. - สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(อ) - ย่านที่อยู่อาศัยในเมือง (อช) - ย่านที่อยู่อาศัยชานเมือง

(อุต) - ย่านอุตสาหกรรม (ธ) - ย่านธุรกิจการค้า

4.4 การศึกษาปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในบรรยากาศในบริเวณที่มีกิจกรรมคล้ายกัน

จากการเลือกจับคู่สถานีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการทำกิจกรรมที่คล้ายกัน ปรากฏว่าได้คู่สถานีทั้งหมด 7 คู่ เมื่อนำข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ยเป็นรายเดือนของแต่ละสถานี (ตารางที่ 8 ในภาคผนวก) ที่จับคู่กันไว้ มาหาความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และได้ทำการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ ด้วยการทดสอบค่า t (t-test) ซึ่งแสดงไว้ดังตารางที่ 4

จากค่า t ที่คำนวณได้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่าคู่สถานีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการกระทำกิจกรรมที่คล้ายกัน และมีความสัมพันธ์กันของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ สถานีสวล.-สุขุมวิท ,สถานีราษฎร์บูรณะ-บางนา และสถานีเสาวภา-บ้านสมเด็จ

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์(r) ค่า t จากการคำนวณ และค่า t จากตาราง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ของสถานีที่มีกิจกรรมที่คล้ายกัน

สถานี	r	t คำนวณ	t ตาราง (d.f.)
สวล.-สุขุมวิท (อ)	0.5402	4.7166	2.006 (54)
สวล.-ลาดพร้าว (อ)	0.2581	1.8540	2.018 (43)
ราษฎร์บูรณะ-บางนา(อุต)	0.3509	2.7790	2.005 (55)
ราษฎร์บูรณะ-สาโรง(อุต)	0.1187	0.6438	2.045 (29)
เสาวภา-บ้านสมเด็จ(อ,ธ)	0.7739	9.3065	2.002 (58)
สุขุมวิท-ลาดพร้าว (อ)	0.1183	0.8167	2.014 (47)
บางนา-สาโรง (อุต)	0.1929	0.7525	2.040 (31)

สวล. - สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

d.f. - degree of freedom (n-2 ; n=จำนวนข้อมูล)

4.5 <u>การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศระหว่างสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทุกแห่งของกรุงเทพมหานคร</u>

เพื่อทำการศึกษาว่า ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร ที่ทำการตรวจวัดนั้น มีการแพร่กระจายที่สม่ำเสมอทั่วถึงกันทุกบริเวณ (Uniform) หรือไม่ จึงนำข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของแต่ละสถานี (ตารางที่ 8 ในภาคผนวก)มาหาความสัมพันธ์กัน โดยการจับคู่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 9 แห่ง ทีละคู่จนครบแบบพบกันหมด การศึกษาความสัมพันธ์ จะศึกษาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และพิจารณาจากกราฟ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ จะนำมาทดสอบนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้การทดสอบค่า t ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่า t จากการคำนวณและค่า t จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงดังตารางที่ 5 และกราฟที่ใช้ประกอบการพิจารณา ได้แก่กราฟรูปที่ 10

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของทุกสถานี ในกรุงเทพมหานคร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง 0.09-0.77 เมื่อแบ่งตามระดับของค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ จะได้ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงกว่า 0.7 ได้แก่

สวล.-จันทรเกษม	สวล.-เสาวภา
จันทรเกษม-เสาวภา	บ้านสมเด็จ-เสาวภา
ลาดพร้าว-สำโรง	

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-0.7 ได้แก่

สวล.-บ้านสมเด็จ	สวล.-สำโรง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.6 ได้แก่

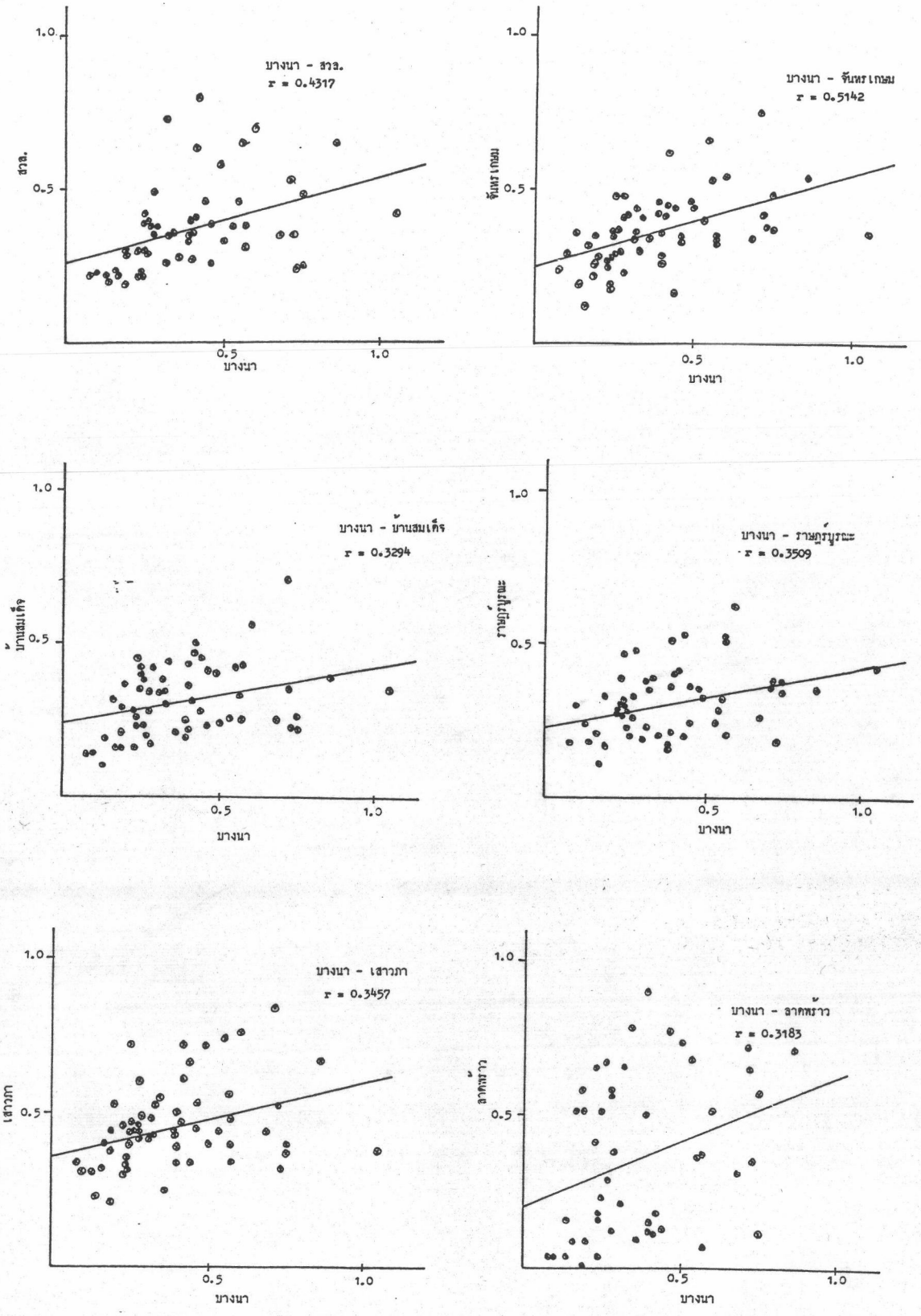
สวล.-ราษฎร์บูรณะ	สวล.-สุขุมวิท
จันทรเกษม-บ้านสมเด็จ	จันทรเกษม-บางนา
จันทรเกษม-ลาดพร้าว	จันทรเกษม-สำโรง
บ้านสมเด็จ-ราษฎร์บูรณะ	เสาวภา-สุขุมวิท

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ ค่า t จากการคำนวณ (t_{n-2}) และค่า t จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

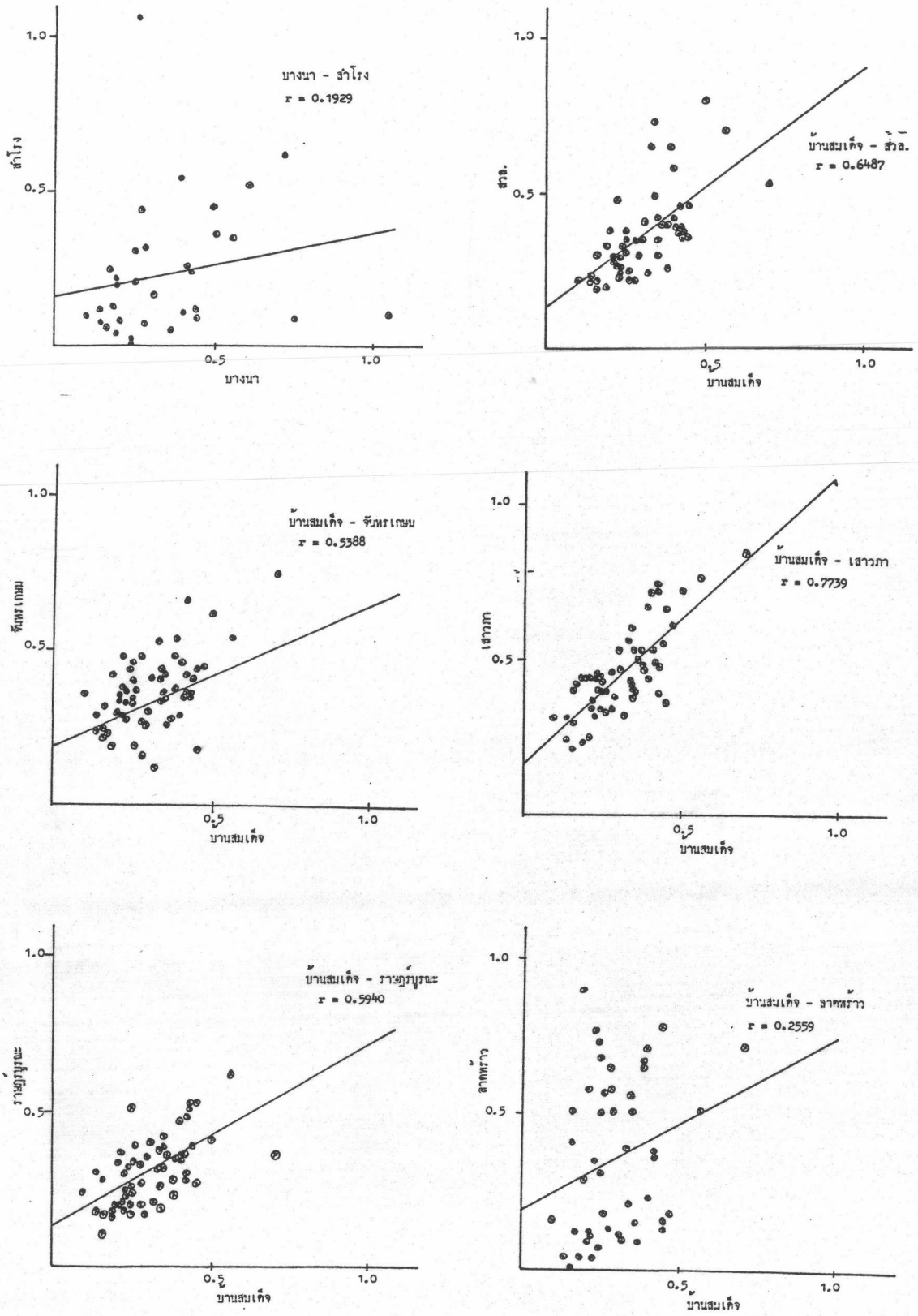
สถานี	r	$t_{(n-2)}$	t ตาราง
สวล.-จันทรเกษม	0.7256	7.7489	2.006
สวล.-บ้านสมเด็จ	0.6487	6.2641	2.006
สวล.-ราษฎร์บูรณะ	0.5074	4.2052	2.009
สวล.-เสาวภา	0.7212	7.6512	2.006
สวล.-สุขุมวิท	0.5402	4.7166	2.006
สวล.-บางนา	0.4317	3.5170	2.006
สวล.-ลาดพร้าว	0.2581	1.8540	2.018
สวล.-สาโรง	0.6368	4.2917	2.052
จันทรเกษม-บ้านสมเด็จ	0.5388	4.8711	2.002
จันทรเกษม-ราษฎร์บูรณะ	0.3455	2.7305	2.005
จันทรเกษม-เสาวภา	0.7360	8.2795	2.002
จันทรเกษม-สุขุมวิท	0.4444	3.7781	2.002
จันทรเกษม-บางนา	0.5142	4.5657	2.002
จันทรเกษม-ลาดพร้าว	0.5051	4.0120	2.014
จันทรเกษม-สาโรง	0.5621	3.7843	2.040
บ้านสมเด็จ-ราษฎร์บูรณะ	0.5940	5.4757	2.005
บ้านสมเด็จ-เสาวภา	0.7739	9.3065	2.002
บ้านสมเด็จ-สุขุมวิท	0.3835	3.1625	2.002
บ้านสมเด็จ-บางนา	0.3294	2.6568	2.002
บ้านสมเด็จ-ลาดพร้าว	0.2559	1.8148	2.014
บ้านสมเด็จ-สาโรง	0.3188	1.8728	2.040
ราษฎร์บูรณะ-เสาวภา	0.4407	3.6408	2.005

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(r)ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ ค่า t จากการคำนวณ(t_{n-2}) และค่า t จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

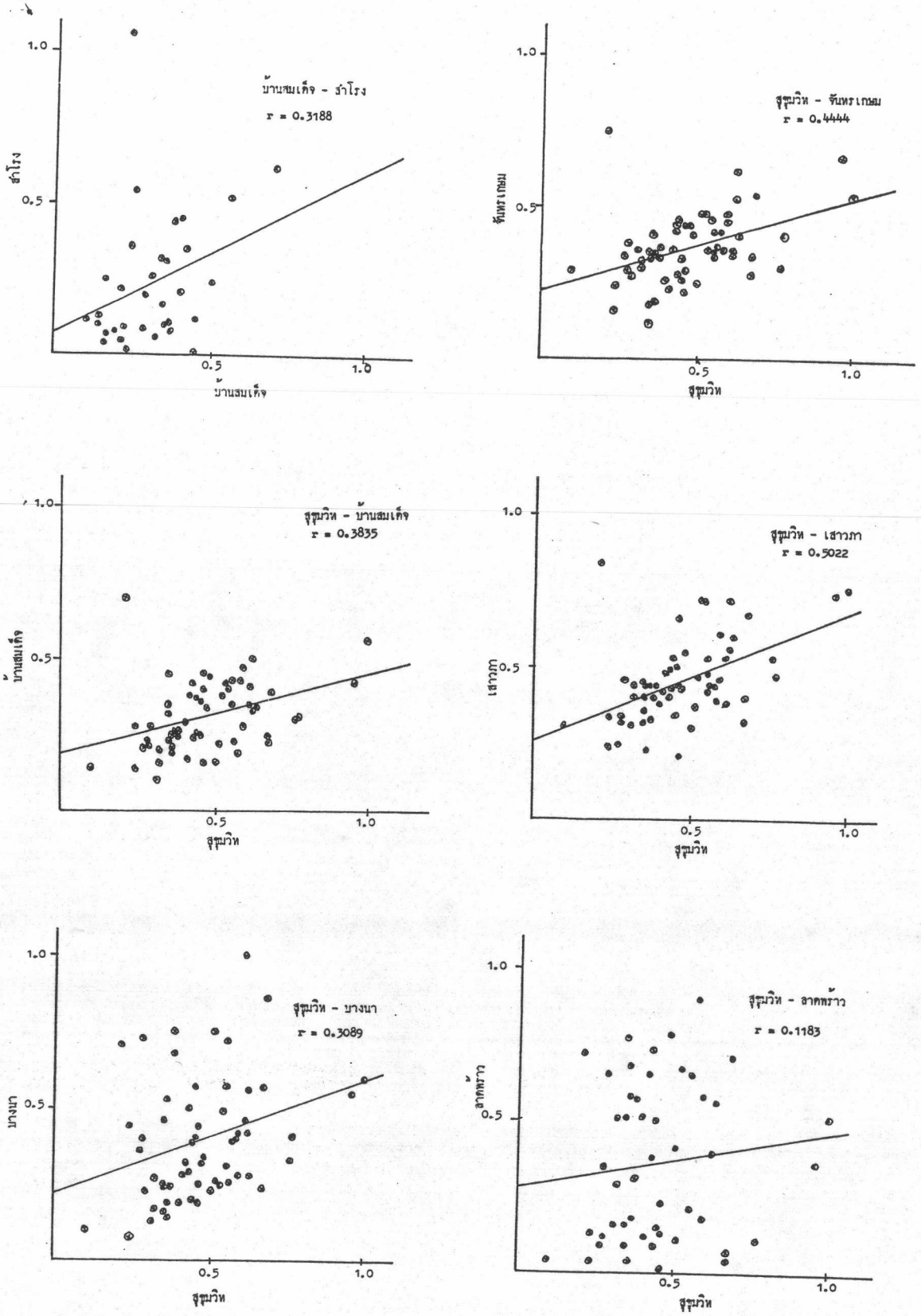
สถานี	r	$t_{(n-2)}$	t ตาราง
ราษฎร์บูรณะ-สุขุมวิท	0.4136	3.3696	2.005
ราษฎร์บูรณะ-บางนา	0.3509	2.7790	2.005
ราษฎร์บูรณะ-ลาดพร้าว	0.0949	0.6320	2.017
ราษฎร์บูรณะ-บางนา	0.3509	2.7790	2.005
ราษฎร์บูรณะ-ลาดพร้าว	0.0949	0.6320	2.017
ราษฎร์บูรณะ-สำโรง	0.1187	0.6438	2.045
เสาวภา-สุขุมวิท	0.5022	4.4225	2.002
เสาวภา บางนา	0.3457	2.8056	2.002
เสาวภา-ลาดพร้าว	0.4494	3.4489	2.014
เสาวภา-สำโรง	0.4973	3.1913	2.040
สุขุมวิท-บางนา	0.3089	2.4734	2.002
สุขุมวิท-ลาดพร้าว	0.1183	0.8167	2.014
สุขุมวิท-สำโรง	0.2565	1.4776	2.040
บางนา-สำโรง	0.3183	2.2693	2.014
บางนา-สำโรง	0.1929	0.7525	2.040
ลาดพร้าว-สำโรง	0.7435	6.0899	2.042



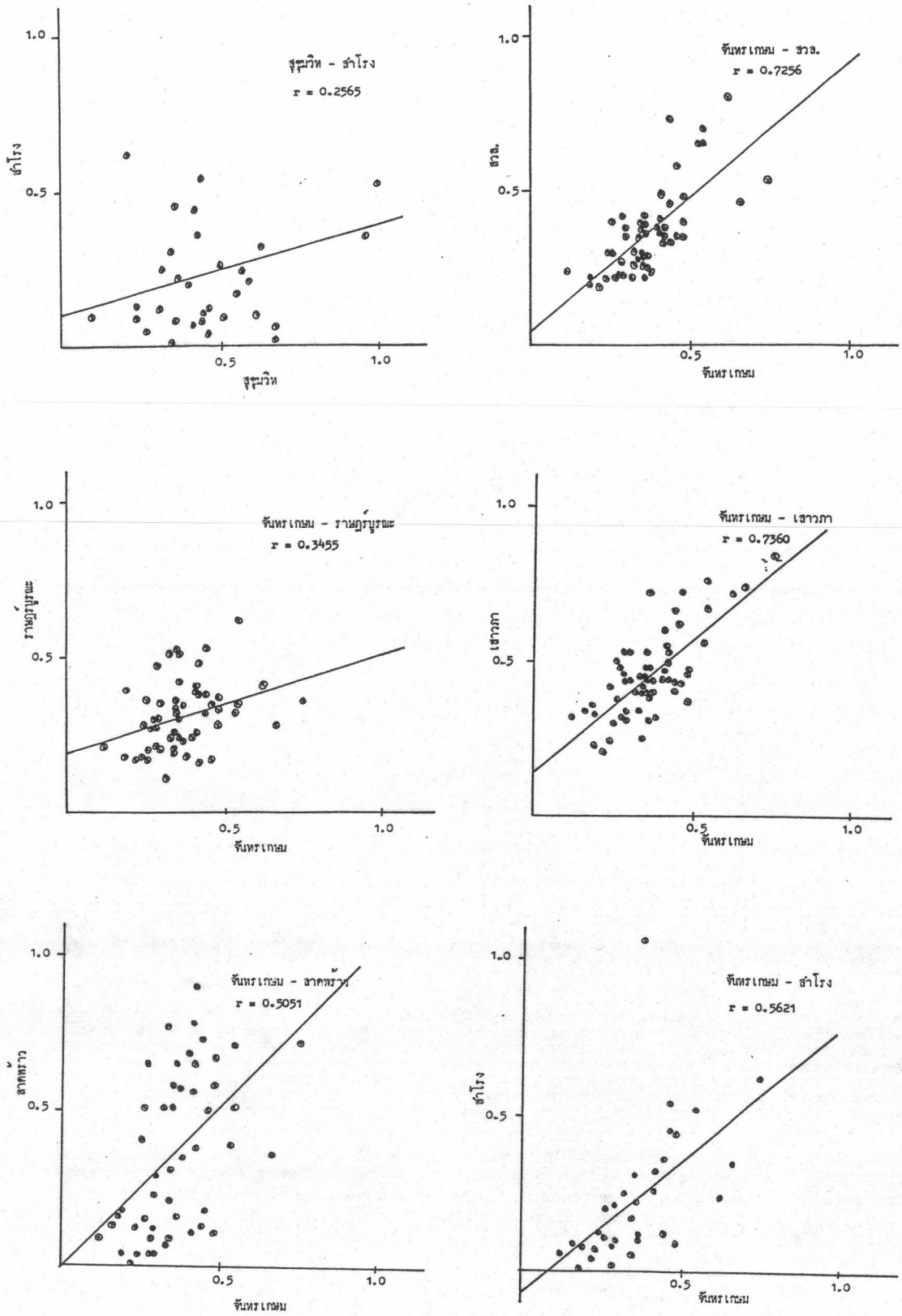
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ
(หน่วยเป็น ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)



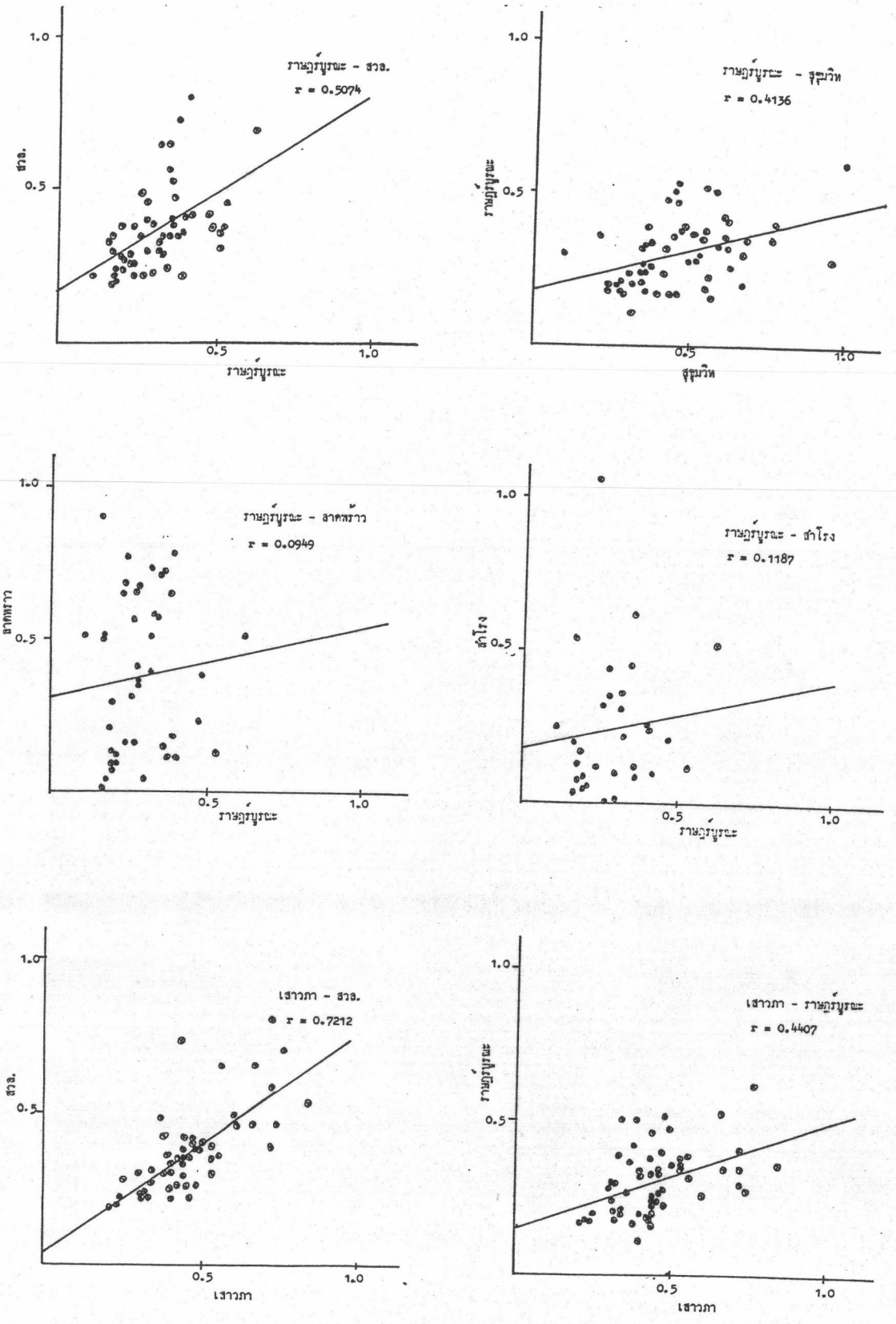
รูปที่ 10(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ



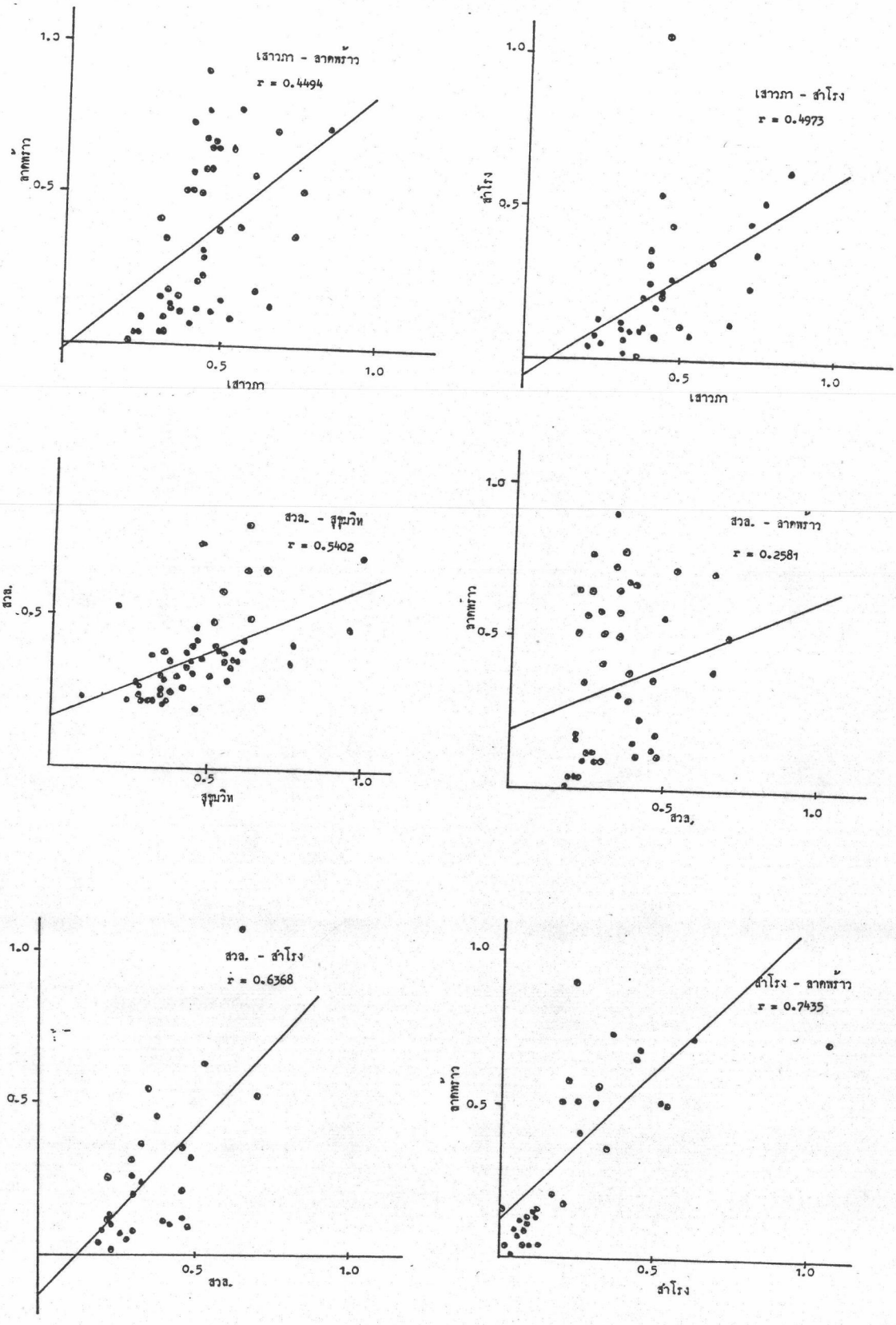
รูปที่ 10(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ



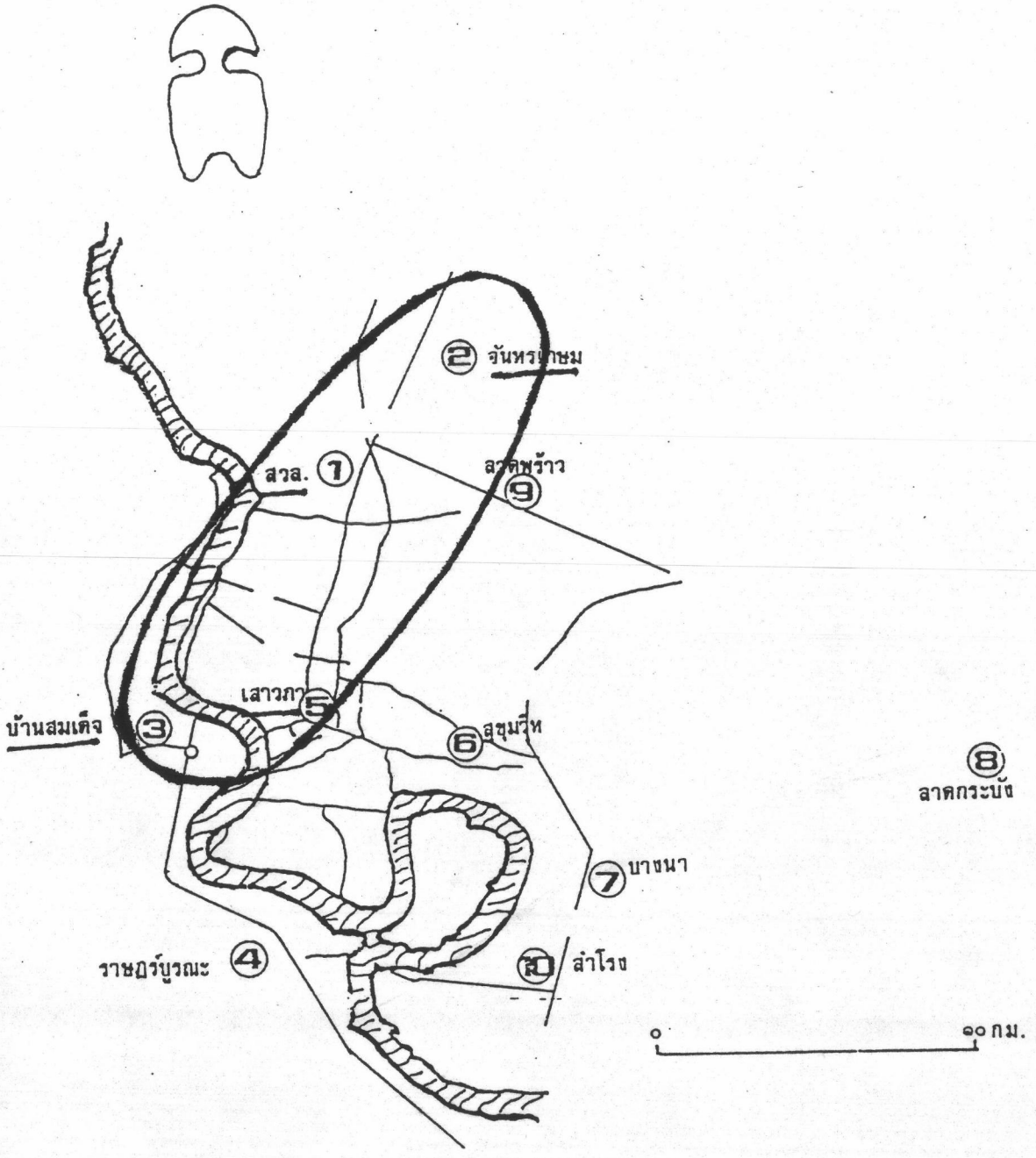
รูปที่ 10(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ



รูปที่ 10(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ



รูปที่ 10(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของสถานีต่าง ๆ



รูปที่ 11 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีการกระจายของตะกั่วในบรรยากาศระหว่างสถานีสอดคล้องกัน

จากการจำแนกคู่สถานีตรวจวัดคุณภาพตามระดับของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า สถานีที่มีความสัมพันธ์กับสถานีอื่น ๆ ในระดับค่อนข้างสูง ได้แก่ สถานีจันทรเกษม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สถานีเสาวภา และสถานีบ้านสมเด็จ และสถานีที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับสถานีอื่น ๆ ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ได้แก่ สถานีลาดพร้าว และสถานีสาธิรง แต่เมื่อมองในภาพรวมและจะพบว่า ระดับความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศระหว่างสถานีต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 11 ซึ่งแสดงจุดที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร จะพบว่าสถานี 4 แห่งที่มีระดับความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศในระดับค่อนข้างสูง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.5 ขึ้นไป)จะตั้งอยู่ในแนวที่เป็นทิศทางของลมที่พัดในเขตกรุงเทพมหานคร จึงอาจกล่าวได้ว่า ทิศทางลมเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อระดับการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ

4.6 <u>การศึกษาและวิเคราะห์หาปัจจัยที่สำคัญ ของการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร</u>

จากผลการศึกษาในข้อ 4.2 เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ พบว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและการใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ ล้วนเป็นปัจจัยของการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ จึงได้นำปัจจัยทั้งหมด มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ โดยนำข้อมูลปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเฉลี่ย ของทุกสถานีของกรุงเทพมหานคร ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ย และข้อมูลร้อยละของการเกิดลมสงบอันเป็นปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ (Multiple correlation) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้เป็นดังนี้

$R_{1.24} = 0.6141$ $\qquad$ $R_{1.2'4} = 0.5247$

$R_{1.34} = 0.6583$ $\qquad$ $R_{1.3'4} = 0.5782$

โดย R คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหูคูณระหว่างปัจจัยต่อไปนี้

1 คือ ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

2,2' คือ ความเร็วลมเฉลี่ยที่วัดจากสถานีตรวจอากาศสุขุมวิท และดอนเมืองตามลำดับ

3,3' คือ ร้อยละของการเกิดลมสงบในแต่ละเดือน ที่วัดจากสถานีตรวจอากาศสุขุมวิท และดอนเมืองตามลำดับ

4 คือ ปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยออกจากรถยนต์สู่บรรยากาศ

ซึ่งข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 และ 9 ในภาคผนวก

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยออกจากรถยนต์ อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากปัจจัยที่นำมาศึกษานี้ เข้ามาเกี่ยวข้อง หรือลักษณะของความสัมพันธ์ มิได้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง แต่เป็นความสัมพันธ์ในลักษณะที่ซับซ้อน และมีปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ แต่ไม่สามารถนำมาคิดคำนวณในเชิงปริมาณได้ นั่นคือทิศทางลม ดังที่พบแล้วว่าปัจจัยนี้มีผลต่อการแพร่กระจายของตะกั่วในบรรยากาศ ซึ่งแสดงไว้ในผลการศึกษาข้อ 4.5

4.7 <u>การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ กับแหล่งกำเนิดที่เป็นอุตสาหกรรม</u>

จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้แยกประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมไว้หลายสิบประเภทนั้น ปรากฏว่าโรงงานที่มีการใช้ หรือมีตะกั่วเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและอาจส่งผลให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศมีอยู่ 2 ประเภท คือ ประเภทโรงงานลำดับที่ 60 ซึ่งเป็นโรงงานประเภทหล่อ หลอมโลหะ และประเภทโรงงานลำดับที่ 74(5) ซึ่งเป็นโรงงานทำแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด (รายละเอียดในภาคผนวก) โดยในเขตกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการมีโรงงานอุตสาหกรรม ทั้ง 2 ประเภทนี้ รวม 25 โรง แบ่งตามประเภทดังตารางที่ 6 และสำหรับปริมาณตะกั่วที่ใช้ และปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศซึ่งผ่านการกำจัด โดยใช้ Baghouse หรือ Fabric Filter (มีประสิทธิภาพสูงกว่า 99 %) ของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 7 (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 11 ในภาคผนวก)

จากข้อมูลปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าวนใหญ่มาจาก โรงงานผลิตแบตเตอรี่ซึ่งมีการใช้ตะกั่วถึงปีละประมาณ 20,000 ตัน และจะมีตะกั่วถูกปล่อยออกมาประมาณ 20 ตันต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อยจากรถยนต์ (ตารางที่ 9 ในภาคผนวก) ซึ่งมีการปล่อยตะกั่วสู่บรรยากาศถึงเดือนละกว่า 30 ตัน หรือปีละกว่า 300 ตัน จะพบว่า ปริมาณตะกั่วจากโรงงานอุตสาหกรรมยังนับว่ามีความสำคัญ

น้อยกว่าปริมาณตะกั่วจากรถยนต์ จึงอาจกล่าวได้ว่า แหล่งกำเนิดของตะกั่วในบรรยากาศที่สำคัญ คือรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

หมายเหตุ

การคำนวณปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม จะคำนวณได้จากปริมาณตะกั่วที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ค่า Emission Factor และปริมาณตะกั่วที่จะเหลือจากการกำจัดโดยใช้เครื่องกำจัดมลสาร ซึ่งคิดจากประสิทธิภาพของเครื่องมือ ในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทหล่อหลอมตะกั่ว หรือโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ (ซึ่งมีขั้นตอนของการหล่อหลอมตะกั่วร่วมด้วย) ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้เตาหลอมแบบ Blast หรือ Cupola ซึ่งเตาประเภทนี้ จะมีการปลดปล่อยตะกั่วสู่บรรยากาศประมาณ 96.5 กิโลกรัมต่อการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบ 1 ตัน ปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศนี้เป็นปริมาณที่เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณมลสารที่เกิดจากการผลิต (หรือการสันดาปเชื้อเพลิง) ปริมาณ 1 หน่วยของอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งหรือที่เรียกว่า Emission Factor ซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่า Emission Factor ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US EPA รายละเอียดในภาคผนวก)

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม(แยกตามประเภทการผลิต) ที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ

ประเภทโรงงาน	จำนวนโรง		
	กรุงเทพมหานคร	สมุทรปราการ	รวม
หล่อ หลอมตะกั่ว	4	4	8
ทำตะกั่วบัดกรี	-	2	2
ทำแบตเตอรี่	8	7	15

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณตะกั่วที่ใช้และปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทโรงงาน	ปริมาณตะกั่วที่ใช้ (ตัน/ปี)	ปริมาณตะกั่วที่จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ (ตัน/ปี)
หล่อหลอมตะกั่ว	~350	~0.35
ทาตะกั่วบัดกรี	~60	~0.06
ทาแบตเตอรี่	~20,000	~20