

ความน่าเชื่อถือของการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรของละอองลอยในชั้น
บรรยากาศโทรโพสเฟียร์โดยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี

ปริญญานิพนธ์

ของ

อัมพร รุ่งแจ้ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

กุมภาพันธ์ 2552

ความน่าเชื่อถือของการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรของละอองลอยในชั้น
บรรยากาศโทรโพสเฟียร์โดยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี

ปริญญานิพนธ์

ของ

อัมพร รุ่งแจ้ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

กุมภาพันธ์ 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ความน่าเชื่อถือของการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรของละอองลอยในชั้นบรรยากาศ
โทรโพสเฟียร์โดยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี

บทคัดย่อ

ของ

อัมพร รุ่งแจ้ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

กุมภาพันธ์ 2552

อัมพร รุ่งแจ้ง. (2551). *ความน่าเชื่อถือของการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรของ
ละอองลอยในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์โดยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี.*

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (ฟิสิกส์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์อรุณีย์ อินทศร, อาจารย์ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์.

ได้มีการหาโพไฟล์แนวตั้งของสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรเนื่องจากละอองลอย
ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ในจังหวัดสุโขทัย ($17^{\circ} 9' 53''$ N, $99^{\circ} 51' 43''$ E) และจังหวัด
นครราชสีมา ($15^{\circ} 13' 14''$ N, $102^{\circ} 29' 9''$ E) ด้วย 2 วิธี คือ วิธีแบบความชันตัดแปลงและวิธีแบบ
เฟอร์นันด์โดยใช้สมมติฐาน $S_a=35$ sr , $S_m=8\pi/3$ sr และ $\beta_m(z)=\beta_m(z_c)$ เมื่อ z_c คือความสูง
วิกฤตที่ 15,000 เมตร (ระดับที่ปราศจากละอองลอย) โดย $\beta_a(z)$ มีค่าคงที่ทุกความสูง 6 เมตร ผลที่ได้
พบว่าด้วยค่าสมมติฐานข้างต้นค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรเนื่องจากละอองลอยที่หา
ด้วยวิธีความชันตัดแปลงสูงกว่าค่าที่หาได้จากวิธีแบบเฟอร์นันด์ประมาณ 10^2 เท่า และวิธีแบบเฟอร์
นันด์ยังคงเป็นที่ยอมรับได้และมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากสามารถบ่งชี้แนวโน้มของละอองลอย
และเมฆได้อย่างชัดเจน

RELIABILITY OF TROPOSPHERIC AEROSOL VOLUME BACKSCATTERING COEFFICIENT
DETERMINATION USING MIE SCATTERING LIDAR

AN ABSTRACT

BY

AMPORN RUNGCHANGE

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education degree in Physics

At Srinakharinwirot University

February 2009

Amporn Rungchange. (2008). *Reliability of Tropospheric Aerosol Volume Backscattering Coefficient Determination Using MIE Scattering Lidar*.

Master thesis, M.Ed. (Physics). Bangkok: Graduate school, Srinakharinwirot

University. Advisor Committee: Associate. Prof. Arunee Intasorn, Lecturer Siriluk Ruangrungrrote.

The vertical profile of tropospheric aerosol volume backscattering coefficients in Sukhothai Province (17° 9' 53" N, 99° 51' 43" E) and Nakornrachasima Province (15° 13' 14" N, 102° 29' 9" E) of Thailand were obtained from two approaches as modified slope method and Fernald method with assumptions of $S_a=35$ sr $S_m=8\pi/3$ sr and also $\beta_m(z) = \beta_m(z_c)$, where z_c is at 15,000 m (aerosol – free layer) and is constant for every 6 m high. Results reveal that, the different values of volume backscattering coefficient retrieved by modified slope method are 10^2 time of one obtained by Fernald method in approximate. And Fernald method is still validated and more effective since it can evidently indicate aerosol and cloud trends.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ความน่าเชื่อถือของการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเชิงปริมาตรของละอองลอยในชั้นบรรยากาศ

โทรโพสเฟียร์โดยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี

ของ

อัมพร รุ่งแจ้ง

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์อรุณีย์ อินทศร)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริกุล รัตนธรรมพันธ์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์)

(รองศาสตราจารย์อรุณีย์ อินทศร)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นาคะผดุงรัตน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์อรุณีย์ อินทสร ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจทานแก้ไข ตลอดจนช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริกุล รัตนธรรมพันธ์ และผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นาคะผดุงรัตน์ ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้คำแนะนำ ต่างๆ ที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ภาควิชาธรณีวิทยา สาขาโลกศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบัน NIES (National Institute of Environment) ประเทศญี่ปุ่น ที่เอื้อเพื่อข้อมูลสำคัญในการทำวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อัคนีวุธ ชะบางบอน ภาควิชาธรณีวิทยา คณะ วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอด ระยะเวลาการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตร การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยรู้ว่าการศึกษาระดับปริญญาโทของผู้วิจัยนั้น มิได้สิ้นสุดลงเพียงการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้ หากแต่ผู้วิจัยได้ซึมซับกระบวนการ เรียนรู้ที่ผ่านมา ให้กลายเป็นการเรียนรู้ที่ต้องสืบเนื่องต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด และจะต้องนำความรู้ นั้น ไปยังประโยชน์แก่ผู้อื่นต่อไป

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะผู้ใหญ่ คณะครู โรงเรียนหัวหินวิทยาลัยทุกท่าน ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยช่วยเหลือและเป็น กำลังใจในการทำวิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอน้อมรำลึกพระคุณของบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่ให้กำลังใจและการ สนับสนุนในการศึกษาของข้าพเจ้า จนสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

อัมพร รุ่งแจ้ง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	5
บรรยากาศของโลก.....	5
ละอองลอย (Aerosol)	10
โพลาไรเซชันของแสง (Polarization of light)	13
เลเซอร์ (Laser).....	21
ทฤษฎีไลดาร์และการประยุกต์ (Lidar theory and applications)	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
3 วัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	43
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	43
สถานที่ดำเนินงานวิจัย.....	45
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	47
4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	51
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของตัวแปร.....	72
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	74
สรุปผลการทดลอง.....	74

สารบัญ

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
อภิปรายผลการทดลอง.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	75
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	82
ภาคผนวก ก กราฟโพรไฟล์ตามแนวตั้งของค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอย.....	83
ภาคผนวก ข ภาคตัดขวาง (Cross section) การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและความสูงของ ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอย.....	113
ภาคผนวก ค บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนา มจร.....	122
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	134

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 การแบ่งรูปร่างของอนุภาคตามร้อยละของค่าอัตราส่วนดีโพลาร์ไรเซชัน (δ).....39
- 2 คุณสมบัติหลักของไลดาร์การกระเจิงแบบมีที่ใช้ในการวิจัย.....45
- 3 ตัวอย่างข้อมูลของละอองลอยที่วัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี และค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
กับข้อมูลละอองลอยในวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547 เวลา 03.00 น. ณ สถานีวิจัยตรวจวัด
การแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย.....52
- 4 ตัวอย่างข้อมูลของละอองลอยที่วัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี และค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
กับข้อมูลละอองลอยในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 เวลา 08.00 น. ณ สถานีวิจัยในชั้น
บรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....53
- 5 ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากโมเลกุลในบรรยากาศ (β_m) ในเดือนมกราคม พ.ศ.
2547 ณ สถานีวิจัยตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย.....54
- 6 ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากโมเลกุลในบรรยากาศ (β_m) ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.
2548 ณ สถานีวิจัยในชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....55

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 โครงสร้างชั้นบรรยากาศที่กำหนดโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก.....	8
2 ส่วนประกอบและทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	13
3 การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าของแสง.....	14
4 กราฟส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้า.....	15
5 กระบวนการโพลาไรเซชันโดยการดูดกลืน.....	17
6 กระบวนการโพลาไรเซชันโดยการสะท้อน.....	17
7 เวกเตอร์สนามไฟฟ้าที่เกิดจากการกระเจิงแสง.....	19
8 การหักเหสองแนวเมื่อแสงผ่านตัวกลางหักเหสองแนว.....	20
9 หน้าคลื่นในตัวกลางหักเหสองแนว.....	21
10 อันตรกิริยาของโฟตอนกับอะตอม.....	22
11 องค์ประกอบของเลเซอร์โดยทั่วไป.....	25
12 การบานออกของลำแสงเลเซอร์ (Beam divergence).....	27
13 ระบบการทำงานของไลดาร์.....	28
14 กระบวนการเกิดอันตรกิริยาเชิงแสงบรรยากาศ.....	32
15 กระบวนการเกิดการกระเจิงแบบวาวแสง.....	33
16 ระบบการทำงานของเครื่องไลดาร์.....	43
17 เครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมีที่ใช้ในการวิจัย.....	44
18 แผนที่แสดงที่ตั้งของสถานีวิจัยรังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย และที่ตั้ง สถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....	46
19 สถานีวิจัยรังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย และสถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....	46
20 ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากโมเลกุล (β_m) ในบรรยากาศใน วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547.....	56
21 กราฟโปรไฟล์ตามแนวตั้งของของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547 ณ สถานีวิจัยตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย.....	57

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

22 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ณ สถานีวิจัยในชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....	59
23 ภาคตัดขวาง (Cross section) การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและความสูงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยตามสเกลของระดับสี (Color Scale) ของวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547 ณ สถานีวิจัยตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย	65
24 ภาคตัดขวาง (Cross section) การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและความสูงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยตามสเกลของระดับสี (Color Scale) ของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ณ สถานีวิจัยในชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา.....	68
25 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2547	84
26 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2547	85
27 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2547	86
28 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2547	87
29 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2547	88
30 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2547	89
31 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2547	90
32 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2547 และวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2547	91

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

[illegible]

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

46 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	105
47 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	106
48 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	107
49 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	108
50 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	109
51 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	110
52 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	111
53 กราฟโพรไฟล์ตามแนวดิ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยของวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.	
2548 และวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548	112
54 ภาคตัดขวาง (Cross section) การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและความสูงของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับละอองลอยตลอดเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 (ข้อมูลจากสถานีวิจัยตรวจวัดการแผ่รังสีใน ชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย)	114
55 ภาคตัดขวาง (Cross section) การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและความสูงของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับละอองลอยตลอดเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 (ข้อมูลจากสถานีวิจัยในชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา)	118

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

อากาศสะอาด (Clean air) เป็นเงื่อนไขพื้นฐานของการมีสุขภาพที่ดี อากาศที่มีอนุภาคปนเปื้อนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เป็นสาเหตุของการเพิ่มจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด ตลอดจนโรคเกี่ยวกับความบกพร่องของภูมิคุ้มกันร่างกาย สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ เรียกว่า มลภาวะทางอากาศ (Air pollution) โดยมีมลภาวะทางอากาศเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศในปัจจุบันดังปรากฏในช่วงระยะเวลา 5-10 ปีที่ผ่านมา และภัยพิบัติทางธรรมชาติอีกมากมายซึ่งสร้างความเสียหายต่อมนุษยชาติ

ชั้นบรรยากาศที่ใกล้ผิวโลกมากที่สุดได้แก่ชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก เนื่องจากบรรยากาศชั้นนี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยอิทธิพลจากธรรมชาติและการทำงานของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะการดำเนินกิจกรรมในการดำรงชีพของมนุษย์ซึ่งทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณความร้อนของโลกที่สามารถแพร่กระจายจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่งได้อย่างรวดเร็วตามกระแสอากาศ โดยไม่สามารถป้องกันการแพร่กระจายได้ ทำให้เกิดผลกระทบทั่วทุกภูมิภาคของโลก

อนุภาคละอองลอย (Aerosols)¹ ในอากาศถูกใช้เป็นที่เกาะและสะสมตัวของละอองน้ำที่เกิดจากกระบวนการควบแน่นในอากาศ ไอน้ำจะคายความร้อนจำนวนมากออกมาจากกระบวนการนี้ ก่อนจะรวมตัวเกิดเป็นเมฆและหมอก บดบังทัศนวิสัย ความร้อนจะถูกสะสมไว้ในบรรยากาศชั้นล่าง อุณหภูมิผิวโลกจึงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความร้อนนี้ถูกถ่ายทอดต่อไปยังน้ำที่อยู่บนผิวโลกและน้ำใต้ดินซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิตามไปด้วย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เปลือกโลก นอกจากนี้ละอองลอยส่วนมากยังมีความสามารถในการดูดกลืนและสะท้อนแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี จึงอาจเป็นตัวปิดกั้นแสงอาทิตย์ไม่ให้ลงมาถึงพื้นโลกได้ ส่งผลกระทบต่อสมดุลของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

การศึกษาข้อมูลละอองลอยในชั้นบรรยากาศนี้ต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถตรวจวัดข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ไลดาร์ (Light detection and ranging : LIDAR) หรือเลเซอร์เรดาร์ (Laser radar) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ยิมนำมาใช้เก็บข้อมูลของละอองลอย แล้วนำข้อมูลดิบที่ได้มาทำการ

¹Weisberg, J.S. (1999). *Meteorology: The Earth and Its Weather*. p. 101. วิเคราะห์เพื่ออธิบายการกระจายตัวของละอองลอยซึ่งมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับละอองลอยมีหลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องมือและสิ่งที่ต้องการศึกษา

สำหรับประเทศไทยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับละอองลอยยังอยู่ในระยะเริ่มต้น โดยมีการติดตั้งเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR) ณ สถานีวิจัยรังสีในชั้นบรรยากาศอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา และในปี พ.ศ. 2548 ได้ย้ายมาติดตั้งที่สถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งสถานีวิจัยทั้ง 2 แห่ง เป็นสถานีวิจัยที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสถาบัน NIES (National Institute of Environment) ประเทศญี่ปุ่นให้การสนับสนุนในการติดตั้งเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี ทั้งนี้ด้วยความร่วมมือกับกรมอุตุนิยมวิทยา สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมอบหมายให้ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้ดูแลและดำเนินการตรวจวัด

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลดิบที่วัดจากเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี จากภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยจากข้อมูลดิบที่ได้จากสถานีวิจัยรังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 และสถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ข้อมูลดิบที่วัดได้จากเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมีนั้น มีค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรด้วยกัน การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อความละเอียดและน่าเชื่อถือของข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำความรู้พิลึกส์มาใช้ในการวิเคราะห์และหาความน่าเชื่อถือของวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับละอองลอยจากสัญญาณการกระเจิงกลับ เพื่อนำไปสู่การเลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสมรวมถึงการหาค่าและผลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยด้านนี้ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลละอองลอยในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ของประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR)

3. เพื่อสามารถประยุกต์หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประโยชน์ในการอธิบายเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศ ละอองลอย และหลักการทำงานของเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR)

2. ศึกษาวิธีการวัดข้อมูลดิบและประสิทธิภาพของการวัดสัญญาณการกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยในชั้นบรรยากาศด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR) ของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณสถานีตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 และบริเวณสถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับละอองลอยที่ศึกษา ได้แก่ สัญญาณการแก้ไขพิสัย (Range corrected signal) อัตราส่วนดีโพลาไรเซชัน (Depolarization ratio) และค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient) เพื่อใช้ในการพิจารณาการกระจายตัวของละอองลอยในบรรยากาศ โดยใช้วิธีการคำนวณ 2 วิธี ได้แก่ วิธีแบบเฟอร์นัลด์ (Fernald method) และวิธีแบบความชันดัดแปลง (Modified Slope method) พร้อมแสดงผลในรูปแบบของไฟล์แนวดิ่งระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

4. เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient) สำหรับละอองลอย จากวิธีการคำนวณทั้ง 2 วิธี และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของค่าที่ได้จากการคำนวณในวิจัยนี้ โดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยทั่วไปที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แสดงผลประสิทธิภาพของการวัดสัญญาณการกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยในชั้นบรรยากาศด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR) ซึ่งตั้งอยู่ที่สถานีตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้นบรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย และสถานีวิจัยชั้นบรรยากาศ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

2. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยได้แนวทางการคำนวณค่าสัญญาณการแก้ไขพิสัย (Range corrected signal) ค่าอัตราส่วนดีโพลาไรเซชัน (Depolarization ratio) และค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient) สำหรับละอองลอยในระดับความสูงต่างๆ ของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์

3. ได้แสดงความน่าเชื่อถือของค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient) สำหรับละอองลอย จากการคำนวณทั้ง 2 วิธี คือ วิธีแบบเฟอร์นัลด์ (Fernald method) และวิธีแบบความชันดัดแปลง (Modified Slope method) เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดต่อไป

4. ได้นำความรู้หลักการทางฟิสิกส์ไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายผลจากการวิจัย ก่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ละอองลอย (Aerosol)** หมายถึง อนุภาคขนาดเล็กที่ลอยค้างอยู่ในอากาศ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.001 – 10 ไมโครเมตร

2. **เครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie Scattering LIDAR)** หมายถึง เครื่องไลดาร์ที่ใช้สำหรับวัดข้อมูลเกี่ยวกับละอองลอยโดยใช้หลักการการกระเจิงแบบมี ของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **วิธีแบบความชัน (Slope method)** หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี ซึ่งตั้งสมมติฐานให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ ($\beta(z)$) และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) เนื่องจากอนุภาคในบรรยากาศคงที่ตลอดแนวระนาบที่ใกล้ผิวโลก

4. **วิธีแบบความชันดัดแปลง (Modified Slope method)** หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมีดัดแปลงจากวิธีแบบความชัน โดยตั้งสมมติฐานให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ ($\beta(z)$) และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) เนื่องจากอนุภาคในบรรยากาศคงที่ในช่วงความสูงทุกๆ 6 เมตร

5. **ความสูงวิกฤติ (Critical height : z_c)** หมายถึง ระดับความสูงในบรรยากาศที่ตั้งสมมติฐานให้เหนือความสูงตรงระดับนี้ขึ้นไปไม่มีละอองลอย

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. บรรยากาศของโลก
2. ละอองลอย (Aerosol)
3. โพลาไรเซชันของแสง (Polarization of light)
4. เลเซอร์ (Laser)
5. ทฤษฎีไลดาร์และการประยุกต์ (Lidar theory and applications)

1 บรรยากาศของโลก

บรรยากาศ (Atmosphere)¹ เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตบนโลกจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต้องอาศัยความสมดุลของสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ดังนั้นถ้าอากาศที่ห่อหุ้มโลกเปลี่ยนแปลงมากจนเกิดความแปรปรวนของบรรยากาศ ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างร้ายแรง

บรรยากาศโลกประกอบไปด้วยโมเลกุลของแก๊ส ไอน้ำ และฝุ่น โดยสามารถแบ่งส่วนประกอบของบรรยากาศออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ส่วนประกอบที่มีปริมาณคงที่

ส่วนประกอบของบรรยากาศที่มีปริมาณคงที่ประกอบด้วยโมเลกุลของแก๊สต่างๆ ดังนี้

- ไนโตรเจน (N_2) เป็นแก๊สที่มีอยู่ในบรรยากาศมากที่สุด แก๊สชนิดนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส เป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีนซึ่งเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต การสร้างไนโตรเจนไม่สามารถทำได้โดยตรง ต้องอาศัยพืชช่วยสร้างวัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle) เมื่อไนโตรเจนในบรรยากาศรวมตัวกับธาตุอื่นๆ จะช่วยเจือจางออกซิเจนในบรรยากาศ ลดการสันดาปในบรรยากาศได้

- ออกซิเจน (O_2) แก๊สชนิดนี้เป็นผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงของพืช สาหร่าย แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิต มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับสารอื่น มีสมบัติช่วยให้ไฟติด ดังนั้นถ้าปริมาณของ

¹ทรงกต ทศานนท์. (2542). *หลักอุตุวิทยามหาวิทยาลัย*. หน้า 9-11.

ออกซิเจนในบรรยากาศมีมากกว่า 35% โลกทั้งโลกจะลูกไหม้ นอกจากนี้ ออกซิเจนยังเป็นส่วนประกอบของน้ำ โดยมีอยู่ในน้ำ 89% โดยน้ำหนัก สามารถรวมตัวกับธาตุอื่นๆ ได้เกือบทุกชนิด ทำให้เกิดสารประกอบออกไซด์ขึ้น ออกไซด์ของสารประกอบบางชนิดจัดเป็นสารมลพิษ (Pollution) เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นต้น

- อาร์กอน (Ar) เป็นแก๊สเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น เกิดจากการสลายตัวของธาตุโพแทสเซียมภายในโลก

1.2 ส่วนประกอบที่มีปริมาณไม่คงที่¹ ได้แก่

- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แก๊สนี้ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหายใจออกของสิ่งมีชีวิต การเผาเปื้อนของอินทรีย์สารในดิน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเกิดจากน้ำพุร้อนและการระเบิดของภูเขาไฟ พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงประมาณ 3% ของทั้งหมด คาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนจะละลายในมหาสมุทร กลายเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างสัตว์ทะเล แก๊สนี้ยังสามารถก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกได้ แม้มีอยู่ในบรรยากาศเพียง 0.036% แต่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็มีความสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบในการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิตสำคัญในระบบนิเวศ

- ไอน้ำ โมเลกุลของไอน้ำจะแทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลของอากาศ เข้าสู่บรรยากาศโดยกระบวนการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ รวมถึงกระบวนการคายน้ำของพืช ซึ่งมีปริมาณไม่คงที่ แต่มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศอย่างมาก ในทางอุตุนิยมวิทยาไอน้ำมีความสำคัญต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ดังนี้

- ก. เป็นต้นกำเนิดน้ำฟ้า (Precipitation) อันได้แก่ เมฆ หมอก ฝน หิมะ ลูกเห็บ

- ข. เป็นบ่อเกิดของความร้อนแฝง (Latent heat) ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในไอน้ำ เมื่อไอน้ำควบแน่น ก็จะคายพลังงานความร้อนที่ออกมา

- ค. ช่วยในการดูดกลืนความร้อน ทำให้อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างคงที่

- อนุภาคฝุ่น (Dust particle) เป็นอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ การบอกปริมาณฝุ่นมีหลายวิธี เช่น การบอกจำนวนอนุภาคฝุ่นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ หรือบอกในรูปของทัศนวิสัย (Visibility) และสภาพความขุ่นมัว (Turbidity) ของบรรยากาศ เป็นต้น

¹Pidwirny, M. (2006). *Fundamentals of physical Geography*. pp 150-153.

อนุภาคฝุ่นแบ่งได้ 2 ประเภท¹ ได้แก่

ก. อนุภาคฝุ่นประเภทอินทรีย์สาร เป็นอนุภาคฝุ่นที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เกสรดอกไม้ สปอร์พืช แบคทีเรีย และเมล็ดพืชขนาดเล็ก

ข. อนุภาคฝุ่นประเภทอนินทรีย์สาร ได้แก่ ฝุ่นภูเขาไฟ ฝุ่นจากการแตกกระจายของหิน เหม้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

- โอโซน เป็นแก๊สสีฟ้าอ่อน กลิ่นฉุน ไม่เสถียร แตกตัวง่าย เกิดจากแก๊สออกซิเจนดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้แยกออกเป็นอะตอมออกซิเจนเดี่ยวๆ แล้วรวมกันกลายเป็นโอโซน (O_3) ดังนั้นโอโซนจึงมีปริมาณน้อยมากบริเวณใกล้ผิวโลก แต่จะมีมากในส่วนล่างของบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ (Lower stratosphere) โอโซนจะทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตไว้จำนวนหนึ่งเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก

ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกมีการเปลี่ยนแปลงตามตัวแปรต่างๆ² ดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงตามความสูง ในบรรยากาศชั้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 80 กิโลเมตรขึ้นไป พบว่าเกือบจะไม่มีไอน้ำอยู่เลย แต่มีไฮโดรเจน และฮีเลียมอยู่มาก ทั้งนี้เพราะไอน้ำในบรรยากาศเกิดจากการระเหยของน้ำบนพื้นโลก และการคายน้ำของพืช เมื่อพัดขึ้นที่สูงจะเกิดการเย็นตัวลง กลั่นเป็นหยดน้ำ นอกจากนี้ที่ระดับความสูงประมาณ 15-32 กิโลเมตร จะพบโอโซนในบรรยากาศมาก แต่ที่ความสูงมากขึ้น โอโซนก็จะถูกทำลายโดยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้บริเวณนั้นมีปริมาณโอโซนน้อยลง

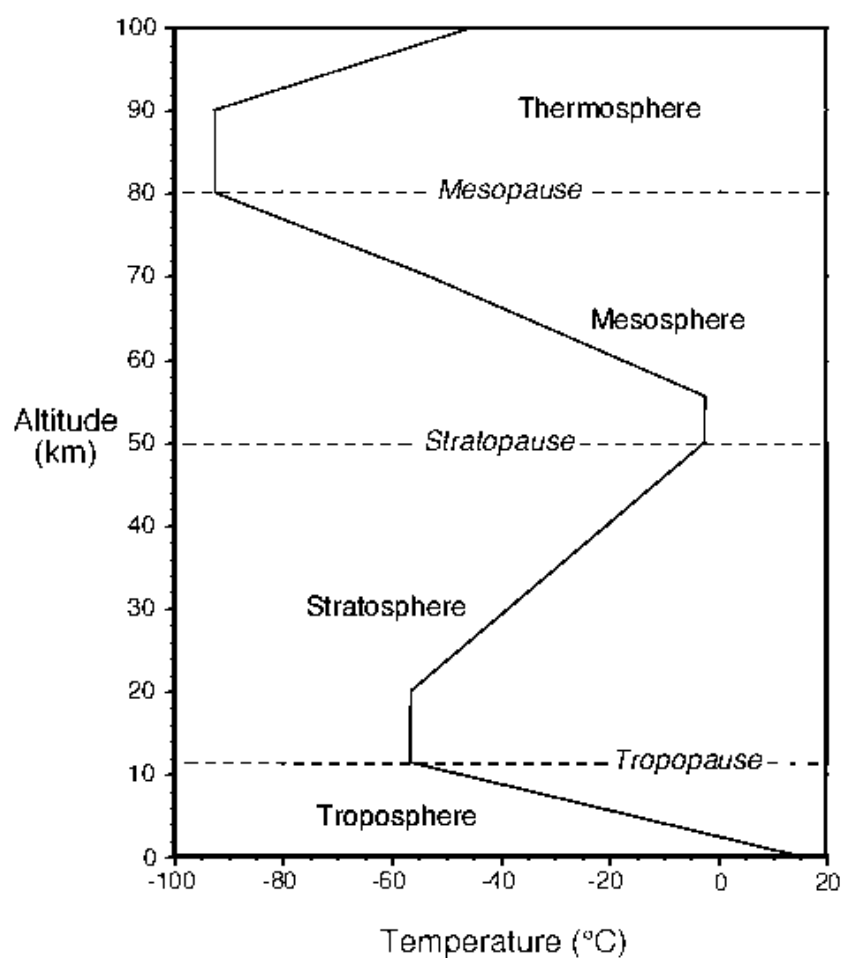
ข. การเปลี่ยนแปลงตามละติจูดและฤดูกาล บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีปริมาณโอโซนน้อยกว่าที่บริเวณละติจูด 50° เหนือ ขึ้นไป ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปริมาณโอโซนมาก ปริมาณไอน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมินั้น ทำให้ฤดูร้อนบริเวณที่มีละติจูดต่ำจะมีปริมาณไอน้ำมากยกเว้นในเขตทะเลทราย ส่วนในบริเวณละติจูดสูงจะมีไอน้ำน้อย

¹Haywood, J.,and Boucher, O. (2000, November). *Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: a review*. Reviews of geophysical. 38(4): 513-543.

²Lutgens, Frederick K. (2006). *The Atmosphere: An introduction to meteorology*. 10th ed. USA: Prentice-Hall, Inc. pp.5 -25.

ค. การเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา การเปลี่ยนแปลงนี้มีบทบาทสำคัญต่อรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก แก๊สและองค์ประกอบต่างๆของบรรยากาศมีผลต่อการดูดกลืนและ/หรือถ่ายเทรังสีความร้อนจากพื้นโลกสู่บรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิของพื้นโลกสูงขึ้นหรือเย็นลง ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบแบบอื่นๆ ของอากาศ

เนื่องจากบรรยากาศโลกมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างบรรยากาศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO : World Meteorological Organization) จึงได้กำหนดโครงสร้างบรรยากาศในแนวดิ่ง ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างชั้นบรรยากาศที่กำหนดโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก

ที่มา : Pidwirny, M. (2006). *Fundamentals of physical Geography*. p 157.

โครงสร้างบรรยากาศในแนวดิ่งซึ่งกำหนดโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก มีการแบ่งชั้นบรรยากาศออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยที่บริเวณละติจูดกลางประมาณ 10-12 กิโลเมตร บรรยากาศชั้นนี้เป็นชั้นที่เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความสำคัญทางอุตุนิยมวิทยาสูง เพราะมีความหนาแน่นของอากาศร้อยละ 80 ของมวลบรรยากาศ รวมถึงปริมาณไอน้ำเกือบทั้งหมดของบรรยากาศอยู่ในบรรยากาศชั้นนี้ นอกจากนี้ อากาศในชั้นนี้มีการเคลื่อนที่ทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง ในตอนบนของชั้นกระแสลมจะพัดอย่างรุนแรง เรียกว่า ลมกรด (Jet stream) มีความเร็วลมมากกว่า 80 เมตรต่อวินาที ความสูงของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ในแต่ละพื้นที่จึงแปรผันตามการยกตัวของอากาศเนื่องจากอุณหภูมิและความกดอากาศโดยสัมพันธ์กับละติจูด ฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศในแต่ละวัน แนวเขตขอบบนสุดของชั้นโทรโพสเฟียร์ที่เชื่อมต่อกับชั้นที่อยู่ถัดไป เรียกว่า โทรโปพอส (Tropopause)

2. ชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไป ขอบบนสุดของชั้นสตราโตสเฟียร์ที่เชื่อมต่อกับชั้นที่อยู่ถัดไป เรียกว่า สตราโตพอส (Stratopause) อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50 กิโลเมตร มีความหนาแน่นของไอโซนอยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 19 - 34 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล ไอโซนจะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตไว้บางส่วน โดยกระบวนการเกิดไอโซนนั่นจะมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาทำให้บรรยากาศชั้นนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนจะถ่ายเทสู่บรรยากาศชั้นล่างและชั้นบน อุณหภูมิของชั้นสตราโตสเฟียร์จึงมีการเปลี่ยนแปลง 3 ลักษณะ คือ ที่ระดับโทรโปพอสจนถึงระดับความสูงประมาณ 20 กิโลเมตรจากพื้นโลก อุณหภูมิจะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามความสูง เรียกว่า ชั้นไอโซเทอร์มอล (Isothermal layer) ที่ระดับความสูง 20 กิโลเมตรขึ้นไป อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งความสูง 32 กิโลเมตร อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น สภาพลักษณะของอากาศในชั้นสตราโตสเฟียร์มีทัศนวิสัยดี เพราะอากาศระดับบนมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับล่างทำให้เกิดการยกตัวของอากาศ รวมทั้งในบรรยากาศชั้นนี้ไม่มีไอน้ำอยู่เลย การเกิดเมฆหรือฝนจึงมีน้อย

3. ชั้นมีโซสเฟียร์ (Mesosphere) อยู่สูงเหนือชั้นสตราโตสเฟียร์ขึ้นไประหว่างความสูงที่ 50-80 กิโลเมตร ขอบบนสุดของชั้นนี้ เรียกว่า มีโซพอส (Mesopause) ซึ่งอุณหภูมิลดต่ำลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น อุณหภูมิโดยเฉลี่ย -90°C อากาศในชั้นนี้มีการเคลื่อนตัวทั้งในแนวนอนและแนวดิ่งปริมาณไอน้ำมีน้อยและจะกลั่นตัวเป็นผลึกน้ำแข็งบนอนุภาคฝุ่น ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆสีเทาเงิน มีลักษณะคล้ายเมฆขนนกที่ละติจูดสูงในช่วงเวลาใกล้อาทิตย์ตกดิน

4. ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere) เป็นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากบรรยากาศชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไป จนถึงระดับความสูงประมาณ 800 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล ความสูงของชั้นนี้จะแปรผันตามความแรงของปฏิกิริยาบดดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นตามความสูง ปฏิกิริยาทางเคมีของรังสีจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดต่างๆ แยกตัวเป็นไอออน การแตกตัวของไอออนนี้เกิดจากอะตอมของออกซิเจนและไนโตรเจนที่อยู่ในชั้นเทอร์โมสเฟียร์ดูดกลืนรังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต ส่งผลให้อะตอมของแก๊สสูญเสียอิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนบวก อิเล็กตรอนอิสระที่หลุดออกมาจะเคลื่อนที่ ทำให้บริเวณนั้นมีสภาพนำไฟฟ้าสูง ซึ่งความเข้มข้นของไอออนและความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระจะแปรผันตามวัน เวลาและฤดูกาล ส่วนบรรยากาศชั้นที่สูงกว่าชั้นเทอร์โมสเฟียร์ขึ้นไปจะเป็นชั้นบรรยากาศที่มีแก๊สฮีเลียมและแก๊สไฮโดรเจนซึ่งจะค่อยๆ ผสมกลมกลืนเข้ากับแก๊สระหว่างดาว (Interstellar gas) ทำให้กำหนดขอบเขตได้ยาก

2 ละอองลอย (Aerosols)

ละอองลอย คือ อนุภาคขนาดเล็กที่ลอยค้างอยู่ในอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลางของละอองลอยมีขนาดประมาณ 0.001 – 10 ไมโครเมตร อาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ละอองลอยจะทำหน้าที่เป็นแกนให้ละอองน้ำจับตัวกัน และสามารถดูดกลืนและสะท้อนแสงอาทิตย์ จึงมีอิทธิพลในการควบคุมอุณหภูมิของพื้นโลก

2.1 ประเภทของละอองลอย

การจำแนกประเภทของละอองลอยสามารถจำแนกได้ 2 แบบ คือ

จำแนกตามแหล่งกำเนิด สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ละอองลอยปฐมภูมิ (Primary aerosols) เป็นละอองลอยที่จะเข้าสู่บรรยากาศได้โดยตรงจากแหล่งกำเนิด เช่น ฝุ่น เกลือทะเล ควีนไฟ เป็นต้น

2. ละอองลอยทุติยภูมิ (Secondary aerosols) เป็นละอองลอยที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ระหว่างแก๊สและของเหลว เช่น ละอองลอยซัลเฟตที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เป็นต้น

จำแนกตามชนิดของอนุภาค แบ่งละอองลอยได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ละอองลอยที่เป็นอนุภาคของแข็ง (Aerosol of solid particle) ได้แก่ อนุภาคของถ่านหรือเขม่า ซึ่งมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบหลัก พบทั่วไปในบรรยากาศที่มีการสันดาปหรือเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยเฉพาะเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ถ่านหิน ถ่านไม้ หรือเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันดิบ (Crude oil) หรือน้ำมันเหลือจากการกลั่น (Residual distilled oil) หรือเกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมทำหมึก อุตสาหกรรมผลิตยาง อุตสาหกรรมพลาสติก

บางอย่างนอกจากนี้ยังรวมถึงละอองจากเกลือและออกไซด์ของโลหะ เกลืออนินทรีย์ และละอองไอของโลหะ

2. ละอองลอยที่เป็นอนุภาคของเหลว (Aerosol of liquid particle) เป็นละอองลอยที่มีขนาดของอนุภาคประมาณ 0.001 – 1 ไมโครเมตร ได้แก่

ก. ละอองกรดหรือหยดกรด กรดในบรรยากาศส่วนใหญ่เกิดจากกรดอนินทรีย์จึงจัดเป็นสารพิษประเภททุติยภูมิ (Secondary pollutant) แหล่งกำเนิด ได้แก่ กระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตโลหะ โรงงานชุบโลหะ ฯลฯ หรือโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า หรือเตาเผามูลฝอย หรือท่อไอเสียของรถยนต์ ซึ่งกรดอนินทรีย์ที่สำคัญที่พบในบรรยากาศ ได้แก่

- กรดไนตริก (Nitric acid, HNO_3) เป็นกรดแก่ชนิดหนึ่ง เป็นของเหลวไม่มีสี มีฤทธิ์กัดกร่อน มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 86 °C เป็นตัวออกซิไดส์อย่างรุนแรง จะเกิดเป็นควันเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ ทำปฏิกิริยากับโลหะหรือสารอื่นเกิดควันของไนโตรเจนไดออกไซด์และเกลือของไนเตรต โลหะบางชนิด เช่น กำมะถันและฟอสฟอรัส ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกให้กรดออกซี เป็นกรดซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมเคมี กรดไนตริกส่วนใหญ่เป็นสารมลพิษทุติยภูมิซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของไนโตรเจนกับน้ำหรือไอน้ำ

- กรดกำมะถัน (Sulfurous acid, H_2SO_3 or Sulfuric acid, H_2SO_4) เป็นได้ทั้งกรดแก่และกรดอ่อน กรดแก่คือ กรดซัลฟิวริก ส่วนกรดอ่อนคือ กรดซัลฟิวรัส มีคุณสมบัติในการเป็นตัวรีดิวซ์ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน เป็นสารมลพิษประเภททุติยภูมิที่เกิดจากออกไซด์ของซัลเฟอร์ทำปฏิกิริยากับน้ำ

- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) เป็นของเหลวไม่มีสี เมื่อปล่อยทิ้งไว้ในอากาศจะเป็นควัน เมื่อผ่านไฮโดรเจนคลอไรด์ลงในน้ำเป็นกรดแก่ แตกตัวได้ดี มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนที่รุนแรงทำปฏิกิริยากับคาร์บอนเนตให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำปฏิกิริยากับโลหะให้ก๊าซไฮโดรเจน ถูกนำมาใช้ทำสีย้อมผ้า สารเคมีเกี่ยวกับการถ้ายรูป ใช้แซ่โลหะ ใช้ในอุตสาหกรรมเคมี

- กรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric acid, HF) เป็นของเหลวไม่มีสี มีควัน มีพิษสูงมาก มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนรุนแรง ได้จากการละลายไฮโดรเจนฟลูออไรด์ในน้ำ เป็นกรดอ่อน

- กรดไฮโดรโบรมิก (Hydrobromic acid) เป็นของเหลวไม่มีสี เกิดจากการเติมไฮโดรโบรม์ลงไปในน้ำ เป็นกรดแก่ เป็นตัวรีดิวซ์ที่รุนแรง

ข. ละอองน้ำมันหรือหยดน้ำมัน มีองค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ มีน้ำหนักโมเลกุลมาก เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงจากแหล่งต่างๆ พบมากที่สุดจากเครื่องยนต์ของรถยนต์ หรืออาจเกิดจากอุตสาหกรรมที่มีการสันดาบน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ เช่น อุตสาหกรรมทำน้ำมันดิบ อุตสาหกรรมยางมะตอย และอุตสาหกรรมกระเบื้องปูพื้นหรือกระเบื้องมุงหลังคา

2.2 ผลกระทบจากละอองลอย

ละอองลอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ¹ ดังนี้

1. อิทธิพลโดยตรง (Direct effect) คือ การทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมายังพื้นผิวโลกลดลง เมื่อรังสีดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มายังบรรยากาศโลก รังสีส่วนหนึ่งจะถูกละอองลอยดูดกลืน (Absorption) และกระเจิง (Scattering) ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งรังสีดวงอาทิตย์ที่มาถึงพื้นโลกจะมีปริมาณลดลง ส่วนรังสีดวงอาทิตย์อีกส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับ (Reflection) กลับไปสู่อวกาศ ส่งผลกระทบต่อสมดุลพลังงานของโลก เนื่องจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่ออัตราการระเหยของน้ำ การสังเคราะห์แสงของพืช และอุณหภูมิของพื้นผิวโลกจากรายงานของสถาบัน IPCC² (Intergovernmental Panel on Climate Change) พบว่าละอองลอยที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลจะมีผลทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศลดลง แต่ละอองลอยที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมและยานยนต์จะดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศเพิ่มขึ้น และทำให้อุณหภูมิของพื้นผิวโลกลดลง การเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้อัตราการระเหยของน้ำลดลง ซึ่งทำให้การกักตัวของเมฆลดลงด้วย

นอกจากนี้ละอองลอยที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟยังสามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวโลกจากการสะสมความร้อนที่เกิดจากการระเบิด ซึ่งละอองลอยประเภทนี้จะสามารถลอยค้างในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ได้นานหลายปี

2. อิทธิพลโดยอ้อม (Indirect effect) ละอองลอยมีความสำคัญต่อกระบวนการหมุนเวียนของน้ำอย่างมาก เพราะละอองลอยทำหน้าที่เป็นแกนการกลั่นตัวของไอน้ำ เรียกว่าไฮโดรอสคอปิก นิวคลีโอ (Hydroscopic nuclei) ทำให้เกิดเมฆ หมอก และน้ำฟ้า ในเขตที่มีความกดอากาศต่ำจะมีปริมาณละอองลอยในอากาศมาก เนื่องจากการไหลเวียนของอากาศร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้นนำพาละอองลอย เช่น ฝุ่นละออง เขม่าควัน จากพื้นดินขึ้นไปแขวนลอยในอากาศ ถ้ามีปริมาณของละอองลอยในอากาศมากก็จะทำให้เกิดหมอกแดด (Haze) หรือสภาพฟ้าหลัว ทำให้ทัศนวิสัยต่ำ แสงแดดกระทบพื้น

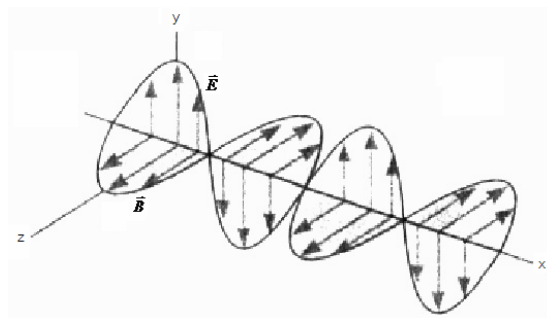
¹Haywood, J. M.; & Boucher, O. (2000, November). *Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: A Review*. The Geophysics. 38(4): 515, 528.

²Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. (2007). *Climate change 2007. The Physical Science Basis*.

ได้น้อย ส่วนในเขตที่มีความกดอากาศสูง อากาศเย็นจะจมตัวลงส่งผลให้ละอองลอยไม่สามารถลอยขึ้นไปในอากาศได้ ท้องฟ้าจึงปลอดโปร่ง

3 โพลาริเซชันของแสง (Polarization of light)

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า¹ (Electromagnetic wave) ประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic field: $\vec{B}$) และสนามไฟฟ้า (Electric field: $\vec{E}$) ที่สั่นตั้งฉากกันในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศการแผ่ของคลื่น ซึ่งทิศของโพลาริเซชันจะถูกกำหนดด้วยทิศการสั่นของสนามไฟฟ้า จากภาพประกอบ 2 แสดงเวกเตอร์สนามไฟฟ้า (Electric field: $\vec{E}$) ในแนวแกน y และเวกเตอร์สนามแม่เหล็ก (Magnetic field: $\vec{B}$) ในแนวแกน z เมื่อคลื่นแสงเคลื่อนที่ตามแนวแกน x

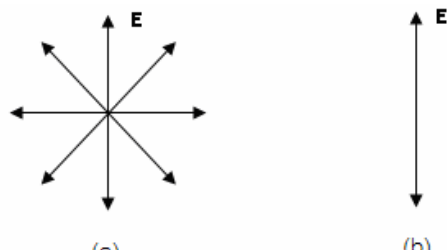


ภาพประกอบ 2 ส่วนประกอบและทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1225.

เมื่อพิจารณาเฉพาะเวกเตอร์สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ซึ่งเกิดจากการสั่นของอะตอมหรือโมเลกุลของแหล่งกำเนิดแสง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในระนาบต่างๆ ตลอดเวลา เรียกแสงในลักษณะนี้ว่า แสงไม่โพลาไรซ์ (Unpolarized light) ดังภาพประกอบ 3 (a) แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงเวกเตอร์สนามไฟฟ้าอยู่ในระนาบเดียวตลอดเวลา เรียกแสงในลักษณะนี้ว่า แสงโพลาไรซ์ (Polarized light) ดังภาพประกอบ 3 (b)

¹Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1225.



ภาพประกอบ 3 (a) การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าของแสงที่ไม่โพลาไรซ์
(b) การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าของแสงโพลาไรซ์

ที่มา : Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1226.

ดังนั้นถ้าพิจารณาสนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ที่กำลังเคลื่อนที่ไปในทิศ z สามารถเขียนส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ในทิศ x และ y ซึ่งตั้งฉากกันแทนด้วยสมการ (1)¹

$$\vec{E} = \hat{e}_x E_{0x} \cos(kz - \omega t) + \hat{e}_y E_{0y} \cos(kz - \omega t + \phi) \quad (1)$$

เมื่อ ϕ แทนความต่างเฟสสัมพัทธ์ (Relative phase difference)

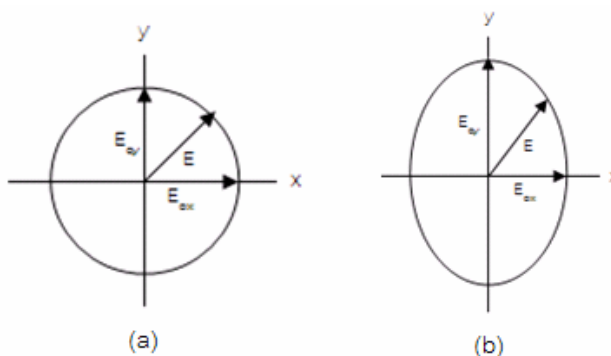
จากสมการ (1) พบว่าการเปลี่ยนแปลงความต่างเฟสสัมพัทธ์ (ϕ) ของส่วนประกอบเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในทิศ x และ y ทำให้การสั่นของสนามไฟฟ้าสัมพันธ์กับทิศของโพลาไรเซชันที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น โพลาไรเซชันจึงมีลักษณะต่างกันตามความต่างเฟสสัมพัทธ์ของส่วนประกอบเวกเตอร์สนามไฟฟ้า² ดังนี้

ก. กรณีที่การเปลี่ยนแปลงเวกเตอร์สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) อยู่ในระนาบเดียวตลอดเวลา ($\phi = 2m\pi$ หรือ $\phi = (2m+1)\pi$ โดย $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) ขนาดและทิศของแอมพลิจูดคงที่ เรียกแสงโพลาไรซ์ในลักษณะนี้ว่า แสงโพลาไรซ์เชิงเส้น (Linearly polarized light) หรือแสงโพลาไรซ์เชิงระนาบ (Plane-polarized light)

¹Eugene, H. (1998). *Optics*. pp. 98-105.

²*Polarization*. (1998, 14 September). GAG. pp 1-3.

ข. กรณีที่ส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้ามีขนาดแอมพลิจูดเท่ากัน ($E_{0x} = E_{0y}$) แต่เฟสต่างกัน 90° ($\phi = \pm \frac{\pi}{2}$) ถ้าเขียนกราฟส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในระนาบ x และ y ตามสมการ (1) โดยใช้เงื่อนไขดังกล่าว พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าจะหมุนไปรอบทิศการแผ่ของคลื่นเป็นวงกลม ดังภาพประกอบ 4(a) เรียกแสงโพลาไรซ์ลักษณะนี้ว่า แสงโพลาไรซ์วงกลม (Circularly polarized light)



ภาพประกอบ 4 กราฟส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในระนาบ x และ y ซึ่งมีเฟสต่างกัน 90°

ที่มา : *Polarization*. (1998, 14 September). GAG. p. 2.

ค. กรณีที่ส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้ามีขนาดแอมพลิจูดไม่เท่ากัน ($E_{0x} \neq E_{0y}$) และการเปลี่ยนแปลงเวกเตอร์สนามไฟฟ้าไม่คงที่ ($\phi \neq 2m\pi$ หรือ $\phi \neq (2m+1)\pi$ โดย $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) แล้ว ถ้าเขียนกราฟส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในระนาบ x และ y ตาม สมการ (1) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าหมุนไปรอบทิศการแผ่ของคลื่นแบบวงรี ดังภาพประกอบ 4(b) เรียกแสงโพลาไรซ์ลักษณะนี้ว่า แสงโพลาไรซ์วงรี (Elliptically polarized light)

เนื่องจากแสงธรรมชาติเป็นแสงไม่โพลาไรซ์¹ การสร้างแสงโพลาไรซ์จากแสงธรรมชาติจึงต้องอาศัยกระบวนการที่ทำให้เกิดการโพลาไรเซชัน² ดังนี้

¹Goldstein, D. (2003). *Polarized Light*. New York: Marcel Dekker. p. 85.

²Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1226-1231.

1. การโพลาไรเซชันโดยการเลือกดูดกลืน (Polarization by selective absorption)

แสงที่ไม่โพลาไรซ์เป็นแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงเวกเตอร์สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ในระนาบต่างๆ ตลอดเวลา ดังนั้นการทำให้แสงในลักษณะนี้เป็นแสงโพลาไรซ์จึงต้องใช้สารบางชนิดที่มีสมบัติยอมให้เวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าซึ่งสั่นในระนาบที่ขนานกับแกนส่งผ่าน (Transmission axis) หรือแกนโพลาไรเซชัน (Polarization axis) เท่านั้นผ่านได้ และดูดกลืนสนามไฟฟ้าที่สั่นอยู่ในอีกระนาบหนึ่งซึ่งตั้งฉากกับระนาบที่ผ่านไปได้ จากภาพประกอบ 5 แสงธรรมชาติซึ่งเป็นแสงที่ไม่โพลาไรซ์ตกกระทบตัวทำแสงโพลาไรซ์ (Polarizer) จะมีเฉพาะแสงโพลาไรซ์ตามแกนโพลาไรเซชันของตัวทำแสงโพลาไรซ์ เท่านั้นที่ผ่านได้ โดยมีความเข้มแสงเท่ากับ I_0 และมีขนาดแอมพลิจูดสนามไฟฟ้าเท่ากับ E_0 แสงโพลาไรซ์นี้จะผ่านออกไปสู่ตัววิเคราะห์ (Analyzer) ถ้าแกนโพลาไรเซชันของตัววิเคราะห์ขนานกับแกนโพลาไรเซชันของตัวทำแสงโพลาไรซ์ แสงโพลาไรซ์ที่ผ่านตัวทำแสงโพลาไรซ์ ก็将通过ตัววิเคราะห์ไปได้

นอกจากนี้ การบิดแนวแกนโพลาไรเซชันของตัววิเคราะห์ทำมุม ϕ กับแนวแกนโพลาไรเซชันของตัวทำแสงโพลาไรซ์สามารถลดความเข้มแสงโพลาไรซ์ได้ เพราะเมื่อบิดแนวแกนโพลาไรซ์ขนาดแอมพลิจูดสนามไฟฟ้าที่ผ่านตัววิเคราะห์จะมีค่าลดลง ดังสมการ (2)

$$E = E_0 \cos \phi$$

(2)

เมื่อ E แทนขนาดแอมพลิจูดสนามไฟฟ้าที่ผ่านตัววิเคราะห์
 ϕ แทนมุมระหว่างแนวแกนโพลาไรเซชันของตัววิเคราะห์กับแนวแกนโพลาไรเซชันของตัวทำแสงโพลาไรซ์

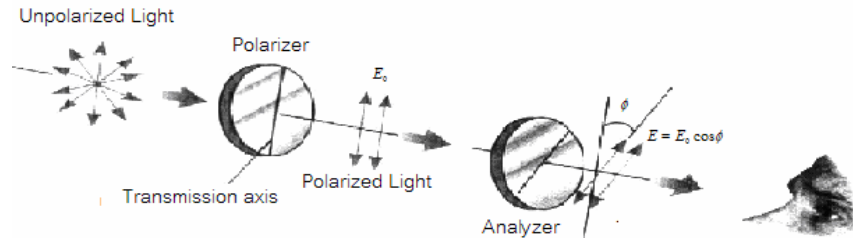
เมื่อขนาดแอมพลิจูดสนามไฟฟ้าที่ผ่านตัววิเคราะห์มีค่าลดลงทำให้ความเข้มแสงโพลาไรซ์ลดลงด้วย ตามกฎมอลส์ (Malus's law) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับค่าความเข้มของแสงที่เป็นสัดส่วนกับกำลังสองของค่าแอมพลิจูดสนามไฟฟ้า ($I_0 \propto E_0^2$) ดังนั้นความเข้มแสงที่ผ่านตัววิเคราะห์ออกมา มีความสัมพันธ์ตามสมการ (3)

$$I = E_0^2 \cos^2 \phi$$

หรือ

$$I = I_0 \cos^2 \phi$$

- (3) เมื่อ I แทนความเข้มแสงโพลาไรซ์ที่ผ่านตัววิเคราะห์
 E แทนขนาดแอมพลิจูดสนามไฟฟ้าที่ผ่านตัววิเคราะห์

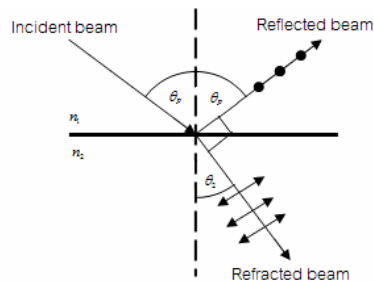


ภาพประกอบ 5 กระบวนการโพลาไรเซชันโดยการดูดกลืน

ที่มา : Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1226.

2. การโพลาไรเซชันโดยการสะท้อน (Polarization by reflection)

กระบวนการโพลาไรเซชันเนื่องจากการสะท้อนแสงนั้น เกิดเมื่อแสงที่ไม่โพลาไรซ์ตกกระทบผิวตัวกลาง ทำให้แสงสะท้อนเป็นแสงโพลาไรซ์บางส่วน



ภาพประกอบ 6 กระบวนการโพลาไรเซชันโดยการสะท้อน

ที่มา : Serway, R. A.; & Jewett, John W. (2004). *Physics for scientists and Engineers*. p. 1228.

จากภาพประกอบ 6 ถ้าแสงไม่โพลาไรซ์ตกกระทบผิวตัวกลางด้วยมุมตกกระทบค่าหนึ่ง ส่วนประกอบของเวกเตอร์สนามไฟฟ้า ($\vec{E}$) ที่อยู่บนระนาบตั้งฉากกับทิศการแผ่ของคลื่นนั้น พบว่า สนามไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะมีทิศขนานกับผิววัตถุซึ่งจะสะท้อนได้มากกว่าสนามไฟฟ้าส่วนที่มีทิศตั้ง

ฉากกับผิววัตถุ ทำให้รังสีสะท้อนและรังสีหักเหเป็นแสงโพลาไรซ์บางส่วน แต่ถ้าเปลี่ยนค่ามุมตกกระทบไปเรื่อย ๆ จนรังสีสะท้อนตั้งฉากกับรังสีหักเห พบว่าแสงสะท้อนเป็นแสงโพลาไรซ์สมบูรณ์ โดยจะมีสนามไฟฟ้าเฉพาะในแนวขนานกับผิววัตถุเท่านั้น ในขณะที่แสงหักเหจะเป็นแสงโพลาไรซ์บางส่วน และสามารถคำนวณหาค่ามุมตกกระทบ (θ_p) ซึ่งเรียกว่า มุมโพลาไรซ์ (Polarizing angle) หรือ มุมบรีวสเตอร์ (Brewster angle) ของตัวกลางที่สัมพันธ์กับค่าดัชนีหักเหแสงของตัวกลางนั้น โดยใช้กฎของสเนลล์ (Snell's law) ได้ดังนี้

$$\text{จากกฎของสเนลล์ แทนด้วยสมการ} \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\text{ซึ่งจากภาพประกอบ 6 จะได้สมการ} \quad n_1 \sin \theta_p = n_2 \sin(90 - \theta_p)$$

$$\text{เมื่อ} \quad \sin(90 - \theta_p) = \cos \theta_p \quad \text{ดังนั้น} \quad n_2 = n_1 \left[\frac{\sin \theta_p}{\cos \theta_p} \right]$$

$$\text{หรือ} \quad \theta_p = \tan^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

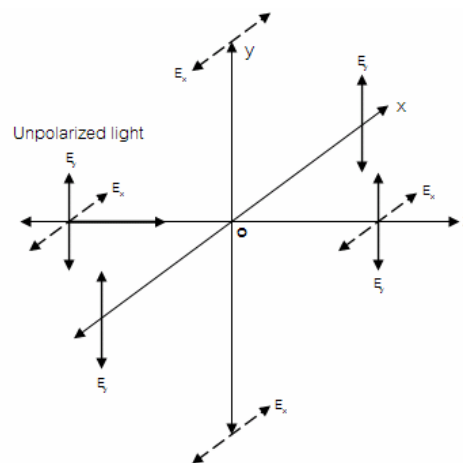
(4) ความสัมพันธ์ในสมการ (4) นี้ เรียกว่า กฎของบรีวสเตอร์ (Brewster's law)

3. การโพลาไรเซชันโดยการกระเจิง (Polarization by scattering)

กระบวนการโพลาไรเซชันเนื่องจากการกระเจิงของแสง¹ (Scattering of light) เกิดเมื่อแสงที่ไม่โพลาไรซ์ซึ่งประกอบด้วยเวกเตอร์สนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแสงตกกระทบอนุภาค ทำให้อิเล็กตรอนในอนุภาคกระเจิงแสงออกมาในทุกทิศทาง โดยแสงบางส่วนถูกกระเจิงออกมาในทิศเดียวกับเวกเตอร์สนามไฟฟ้าของแสงที่ตกกระทบอนุภาค ทำให้แสงนั้นเป็นแสงโพลาไรซ์ จากภาพประกอบ 7 พิจารณาแสงที่ไม่โพลาไรซ์ซึ่งมีทิศการเคลื่อนที่ตามแนวแกน z ตกกระทบโมเลกุลของอากาศที่จุด O ทำให้เกิดการกระเจิงแสงในทุกทิศทาง ดังนั้นแสงกระเจิงที่มีทิศเดียวกับเวกเตอร์สนามไฟฟ้าในแนวแกน y และในแนวแกน x จึงเป็นแสงโพลาไรซ์

¹Polarization. (1998, 14 September). GAG. p 4.

การกระเจิงของแสงขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสง โดยอนุภาคที่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น เช่น โมเลกุลของอากาศ จะกระเจิงแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยได้ดีกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นมาก ทำให้แสงสีฟ้าและแสงสีม่วงจึงถูกกระเจิงได้มากกว่าแสงสีแดงหรือแสงสีแสด ดังนั้นแสงที่มองเห็นจากท้องฟ้าที่ไม่มีเมฆจึงเป็นแสงที่เกิดจากการกระเจิงจากโมเลกุลของอากาศ

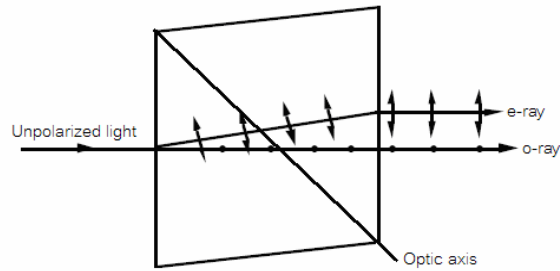


ภาพประกอบ 7 เวกเตอร์สนามไฟฟ้าที่เกิดจากการกระเจิงแสง

ที่มา : *Polarization*. (1998, 14 September). GAG. p. 4.

4. การโพลาไรเซชันโดยการหักเหซ้อน (Polarization by double refraction)

กระบวนการโพลาไรเซชันเนื่องจากการหักเหซ้อนเกิดเมื่อแสงที่ไม่โพลาไรซ์ตกกระทบสารแอนไอโซทรอปิก (Anisotropic materials) ซึ่งเป็นสารที่มีดัชนีหักเหของแสงสีเดียวกันมากกว่า 1 ค่า เช่น ผลึกแคลไซต์ ผลึกควอตซ์ เป็นต้น ทำให้ความเร็วของแสงในตัวกลางในทิศทางต่างกันมีค่าไม่เท่ากัน แสงที่ตกกระทบตัวกลางประเภทนี้จะเกิดการหักเห 2 แนว จึงเรียกตัวกลางชนิดนี้ว่า ตัวกลางหักเหสองแนว (Birefringent หรือ double-refracting medium)



ภาพประกอบ 8 การหักเหสองแนวเมื่อแสงผ่านตัวกลางหักเหสองแนว

ที่มา : *Polarization*. (1998, 14 September). GAG. p 7.

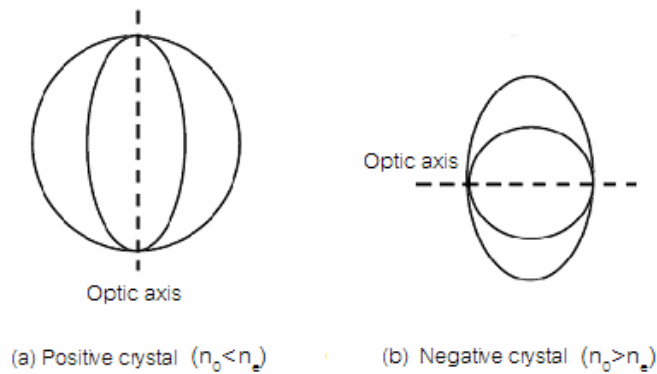
จากภาพประกอบ 8 กำหนดให้ลำแสงไม่โพลาไรซ์ลำแสงหนึ่งตกกระทบตัวกลางหักเหสองแนว พบว่าลำแสงนี้แยกออกเป็น 2 แนว ซึ่งมีความเร็วต่างกัน โดยรังสีหักเหของแสงทั้งสองเป็นแสงโพลาไรซ์ทั้งคู่ และมีทิศของโพลาไรเซชันตั้งฉากกัน รังสีหนึ่งเรียกว่า รังสีปกติ (Ordinary ray :o-ray) มีดัชนีหักเหแสงที่มีค่าคงตัว (n_o) ไม่ขึ้นกับทิศการแผ่ของคลื่น ถ้านำแหล่งกำเนิดแสงไปไว้ในตัวกลาง รังสีปกติที่เกิดขึ้นจะให้หน้าคลื่นวงกลมออกมา แสดงว่าอัตราเร็วของแสงตามรังสีนี้มีค่าเท่ากันในทุกทิศทาง

ส่วนรังสีหักเหอีกเส้นหนึ่งเรียกว่า รังสีพิเศษ (Extraordinary ray :e-ray) จะเดินทางด้วยอัตราเร็วของแสงในแต่ละทิศทางไม่เท่ากัน ดัชนีหักเหแสง (n_e) จะเปลี่ยนไปตามทิศการแผ่ของคลื่น ซึ่งถ้านำแหล่งกำเนิดแสงไปไว้ในตัวกลาง รังสีพิเศษที่เกิดขึ้นจะให้หน้าคลื่นวงรีออกมา

ในกรณีที่ n_o และ n_e มีค่าเท่ากันในทิศทางหนึ่ง ทำให้รังสีปกติและรังสีพิเศษมีอัตราเร็วเท่ากัน เรียกทิศทางนั้นว่า แกนทัศน (Optic axis) โดยทิศที่ตั้งฉากกับแกนทัศนจะมีค่า n_o และ n_e ต่างกันมากที่สุด ซึ่งแสดงว่าความเร็วของรังสีทั้งสองมีความแตกต่างกันมากที่สุด ในแนวนี้ ค่า $n_o - n_e$ จะเป็นค่าบวกหรือลบขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวกลางแต่ละชนิด¹

จากภาพประกอบ 9 (a) แสดงหน้าคลื่นในตัวกลางหักเหสองแนวที่มีค่า $n_o < n_e$ ทุกทิศทางยกเว้นแกนทัศน ความเร็วของรังสีปกติจะมากกว่าความเร็วของรังสีพิเศษ เรียกผลึกของตัวกลางที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า ผลึกบวก (Positive crystal) ส่วนตัวกลางหักเหสองแนวที่มีค่า $n_o > n_e$ ทุกทิศทางยกเว้นแกนทัศน ความเร็วของรังสีพิเศษจะมากกว่าความเร็วของรังสีปกติ เรียกผลึกของตัวกลางที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า ผลึกลบ (Negative crystal) มีหน้าคลื่นดังภาพประกอบ 9 (b)

¹*Polarization*. (1998, 14 September). GAG. pp 5 -7.



ภาพประกอบ 9 หน้าคลื่นในตัวกลางหักเหสองแนว

ที่มา : *Polarization*. (1998, 14 September). GAG. pp 7.

4 เลเซอร์ (LASER)

เลเซอร์ (LASER) ย่อมาจากคำว่า Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation เกิดจากกระบวนการกระตุ้นให้เกิดการเปล่งแสง (Stimulated emission) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้น (Light amplification)

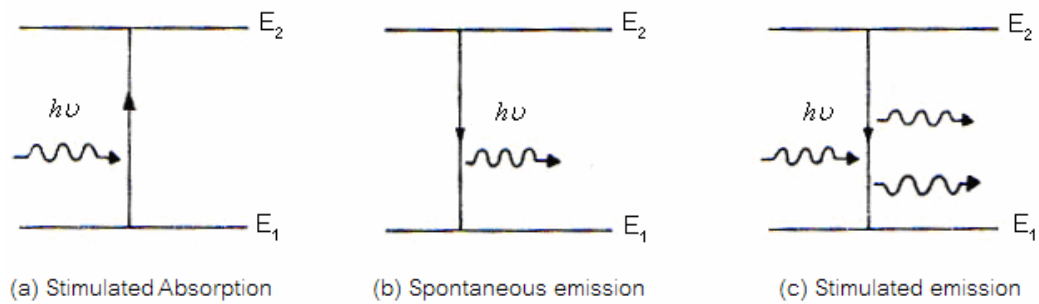
ในปี พ.ศ. 2497 ทาวน์ส์ (Townes, C. H.) ได้เสนอทฤษฎีเลเซอร์ ทำให้เขาได้รับรางวัลโนเบลในปี พ.ศ. 2507 เพื่อเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีของทาวน์ส์ เมแมน (Maiman, T.) ได้ประดิษฐ์เลเซอร์จากทับทิม (Ruby Laser) ซึ่งเป็นเลเซอร์ของแข็งตัวแรกสำเร็จในปี พ.ศ. 2503 และในปีเดียวกันจาแวน (Javan, A.) ก็ได้ประดิษฐ์เลเซอร์ที่ทำจากแก๊สฮีเลียมผสมนีออนได้สำเร็จเช่นกัน ทั้งหมดยกเว้นว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาประสิทธิภาพของเลเซอร์

4.1 หลักการเบื้องต้นของเลเซอร์¹

4.1.1 กระบวนการปล่อยโฟตอนของอะตอม

ในปี พ.ศ. 2460 ไอน์สไตน์ (Einstein, A.) ได้เสนอกระบวนการปล่อยโฟตอนของอะตอม โดยพิจารณาอันตรกิริยาของโฟตอนกับอะตอม 3 แบบ ได้แก่ การดูดกลืนแบบกระตุ้น (Stimulated Absorption) การปลดปล่อยโฟตอนแบบธรรมชาติ (Spontaneous emission) การปลดปล่อยโฟตอนแบบกระตุ้น (Stimulated emission)

¹ Svelto, O. (2005). *Principle of Lasers*. pp. 2-14.



ภาพประกอบ 10 อันตรกิริยาของโฟตอนกับอะตอม

ที่มา : Svelto, O. (2005). *Principle of Lasers*. p. 4.

การดูดกลืนแบบกระตุ้น (Stimulated Absorption)

การดูดกลืนแสงเกิดขึ้นภายในโครงสร้างของอะตอม จากภาพประกอบ 10 (a) เมื่อพิจารณาระดับพลังงาน (Energy level) ของอิเล็กตรอน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับพลังงานในสถานะพื้น (Ground state: E_1) และระดับพลังงานในสถานะกระตุ้น (Excited state: E_2) ถ้าอิเล็กตรอนถูกกระตุ้นด้วยโฟตอนจากภายนอกที่มีพลังงานเท่ากับผลต่างของระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ดังสมการ (5)

$$h\nu = E_2 - E_1$$

(5)

โดย h แทนค่าคงที่ของพลังค์ (Planck's constant)

ν แทนความถี่ของโฟตอนที่ถูกดูดกลืน

อิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะพื้นจะดูดกลืนโฟตอนที่มาตกกระทบ ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นซึ่งมีค่าพลังงานเป็น E_1 ไปอยู่ในสถานะกระตุ้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่าซึ่งมีค่าพลังงานเป็น E_2 กระบวนการนี้ เรียกว่า กระบวนการดูดกลืนแสงแบบกระตุ้น

การปล่อยโฟตอนแบบธรรมชาติ (Spontaneous emission)

จากภาพประกอบ 10 (b) เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานขึ้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้น (E_2) โดยกระบวนการดูดกลืนแบบกระตุ้นแล้ว อิเล็กตรอนจะอยู่ในระดับพลังงานนี้ได้เพียงเวลาประมาณ $10^{-4} - 10^{-8}$ วินาที ก็จะปล่อยโฟตอนซึ่งมีพลังงานเท่ากับพลังงานของโฟตอนที่

ดูดกลืนไปออกมา ทำให้อิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้น (E_1) กระบวนการปล่อยโฟตอนลักษณะนี้ เรียกว่า กระบวนการปล่อยโฟตอนแบบธรรมชาติ

การปล่อยโฟตอนแบบกระตุ้น (Stimulated emission)

จากภาพประกอบ 10 (c) กรณีที่อิเล็กตรอนอยู่ในสถานะกระตุ้น (E_2) และมีโฟตอนจากภายนอกที่มีพลังงานเท่ากับ $E_2 - E_1$ ผ่านเข้ามาและออกไป โดยจะไปกระตุ้นอิเล็กตรอนที่สถานะกระตุ้นให้กลับสู่สถานะพื้น กระบวนการปล่อยโฟตอนในลักษณะนี้ เรียกว่า กระบวนการปล่อยโฟตอนแบบกระตุ้น

ลักษณะการปล่อยโฟตอนแบบกระตุ้นนี้ถูกนำมาใช้ในการสร้างเลเซอร์ เพราะโฟตอนที่ปล่อยออกมามีความยาวคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่เหมือนกัน ทำให้แสงเลเซอร์มีเฟสเดียวกัน

4.1.2 การผันกลับของจำนวนอิเล็กตรอน (Population inversion)

ถ้ากำหนดให้จำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะพื้นซึ่งมีค่าพลังงานเป็น E_1 และจำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะกระตุ้นซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากับ E_2 มีค่าเท่ากับ N_1 และ N_2 ตามลำดับ ที่สภาวะสมดุลเชิงความร้อน (Thermal equilibrium) สัดส่วนของจำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละระดับชั้นพลังงานจะเป็นไปตามหลักการแจกแจงของโบลซ์มาน (Boltzman) ตามสมการ (6)

$$N_2 = N_1 \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{kT}\right] \quad (6)$$

โดย k แทนค่าคงที่ของโบลซ์มาน (Boltzman's constant)
 T แทนอุณหภูมิสัมบูรณ์ของระบบ

จากสมการ (6) จะเห็นว่าอิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะกระตุ้นมีจำนวนลดลงจากจำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะพื้นแบบเอ็กโพเนนเชียล ซึ่งแสดงว่าเมื่อมีโฟตอนจากภายนอกตกกระทบอิเล็กตรอน การดูดกลืนโฟตอนของอิเล็กตรอนจึงเกิดได้มากกว่าการปล่อยโฟตอนออกมา

การทำให้อิเล็กตรอนในสถานะกระตุ้นมีมากกว่าในสถานะพื้นจึงต้องมีการรบกวนระบบให้สูญเสียสภาพสมดุลของอุณหภูมิ โดยการเพิ่มพลังงานให้แก่อิเล็กตรอน เพื่อให้อิเล็กตรอนขึ้นไปสู่สถานะกระตุ้นอย่างรวดเร็ว เรียกกระบวนการนี้ว่า การผันกลับของจำนวนอิเล็กตรอน

4.2 องค์ประกอบของเลเซอร์¹

การทำให้เกิดแสงเลเซอร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

สารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์ (Laser medium) เป็นสารที่ต้องการกระตุ้นให้เกิดการปล่อยแสงเลเซอร์ ซึ่งการจำแนกชนิดของเลเซอร์นิยมจำแนกตามชนิดของสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์

แหล่งจ่ายพลังงาน (Energy pumping) เป็นแหล่งที่ให้พลังงานเพื่อให้เกิดกระบวนการผันกลับของจำนวนอิเล็กตรอน (Population Inversion) ในสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์ กระตุ้นให้สารที่เป็นตัวกลางของเลเซอร์ปล่อยพลังงานออกมา การป้อนพลังงานแก่สารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์มีวิธีการ ดังนี้

การป้อนพลังงานแสง (Optical pumping) โดยใช้หลอดไฟกำลังสูง เช่น หลอดแฟลช (Flash lamp) สำหรับเลเซอร์ทึบทึม หรือใช้แหล่งกำเนิดเลเซอร์เป็นตัวป้อนพลังงานให้แก่เลเซอร์อีกชนิดหนึ่ง เช่น การใช้เลเซอร์ไนโตรเจนในการป้อนพลังงานให้แก่เลเซอร์ของเหลว เป็นต้น

การป้อนพลังงานไฟฟ้า (Electrical pumping) โดยการใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงในกรณีที่สารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์มีสภาพเป็นแก๊ส

การป้อนพลังงานด้วยลำอิเล็กตรอน (Electron beam pumping) โดยใช้ลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงยิงเข้าไปกระตุ้นให้โมเลกุลของแก๊สเกิดภาวะกระตุ้น (Excitation)

โพรงแสง (Optical cavity) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณแสง ซึ่งการเดินทางของแสงจะต้องผ่านตัวกลางในโพรงแสง โพรงแสงจะสะท้อนเฉพาะแสงที่มีความยาวคลื่นสัมพันธ์กับความยาวของโพรงแสง ดังสมการ (7)

$$L = \frac{N\lambda}{2n}$$

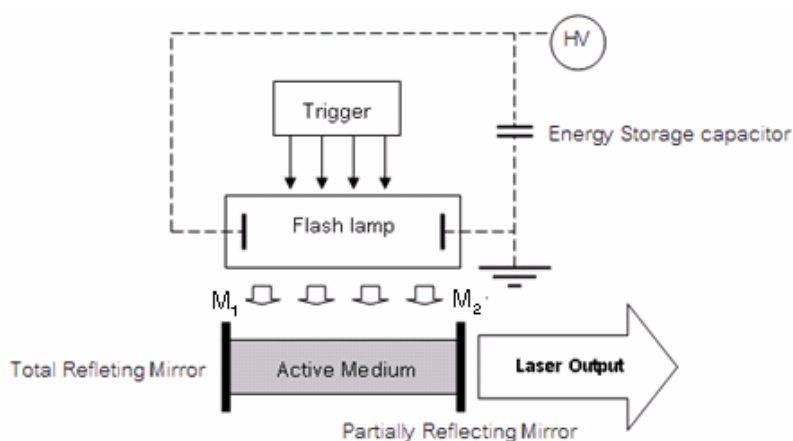
(7)

โดย	L	แทนค่าความยาวโพรงแสง
	λ	แทนค่าความยาวคลื่นแสงเลเซอร์
	N	แทนจำนวนเต็มใด ๆ
	n	แทนดัชนีหักเหแสงของตัวกลางเลเซอร์

¹Fujii, T.; & Fukuchi, T. (2005). *Laser Remote Sensing*. pp. 1-36.

จากภาพประกอบ 11 โพรงแสงจะประกอบด้วยกระจก 2 บาน วางขนานกัน โดยกระจกที่อยู่ด้านหน้า (M_2) และกระจกที่อยู่ด้านหลัง (M_1) ของสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์ จะมีการสะท้อนแสงไม่เท่ากัน คือ กระจกด้านหน้ามีการสะท้อนอยู่ระหว่าง 60 - 99 % ส่วนกระจกด้านหลังมีการสะท้อน 100 %

กระจกที่ใช้จะต้องเคลือบด้วยสารไดอิเล็กตริก (Dielectric) หรือโลหะเพื่อสะท้อนลำแสงเลเซอร์เฉพาะความยาวคลื่นที่ต้องการเท่านั้น ดังนั้นเลเซอร์แต่ละชนิดจึงใช้กระจกแตกต่างกัน เช่น ฮีเลียม-นีออนเลเซอร์ ที่ต้องการแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร ก็จะต้องเคลือบกระจกที่อยู่ด้านหลัง (M_1) ให้สะท้อนแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นนี้ได้ 100 % และกระจกที่อยู่ด้านหน้า (M_2) ให้สะท้อนแสงสีแดงได้ 98 %



ภาพประกอบ 11 องค์ประกอบของเลเซอร์โดยทั่วไป

ที่มา : Fujii, T.; & Fukuchi, T. (2005). *Laser Remote Sensing*. p.13.

4.3 กระบวนการเกิดเลเซอร์

แสงเลเซอร์เป็นแสงที่เกิดจากการจ่ายพลังงานให้แก่อะตอมของสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์ ทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมตัวกลางถูกกระตุ้นจากสถานะพื้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้น เมื่ออิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้นก็จะปล่อยโฟตอนออกมา ซึ่งเป็นการปล่อยโฟตอนแบบธรรมชาติ (Spontaneous emission)

โฟตอนที่ถูกปล่อยออกมาจากสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์นั้นจะเคลื่อนที่ในหลายทิศทาง เมื่อโฟตอนที่มีทิศการเคลื่อนที่ขนานกับแกนของสารตัวกลางตกกระทบกับกระจกในโพรงแสงแล้ว จะเกิดการสะท้อนกลับเข้าไปในสารที่ใช้เป็นตัวกลางเลเซอร์ กระตุ้นอิเล็กตรอนซึ่งอยู่ในสถานะ

กระตุ้นให้เกิดการปล่อยโฟตอนแบบกระตุ้น (Stimulated emission) การสะท้อนของโฟตอนเนื่องจากกระจกกลับไปกลับมา นี้มีผลทำให้จำนวนโฟตอนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยจำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในสารตัวกลางต้องอยู่ในสภาวะที่เกิดการผันกลับของจำนวนอิเล็กตรอน

4.4 คุณสมบัติของแสงเลเซอร์

คุณสมบัติของแสงเลเซอร์ที่ทำให้แสงเลเซอร์ต่างจากแสงทั่วไป ได้แก่

แสงเลเซอร์มีลักษณะเป็นแสงอาพันธ์ (Coherent) คือ แสงเลเซอร์จะมีความเป็นระเบียบของคลื่นแสง โดยคลื่นแสงเลเซอร์จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน มีเฟสตรงกัน ลำแสงเลเซอร์จึงสามารถเดินทางได้เป็นระยะทางไกล ๆ โดยที่ลำแสงจะบานออกน้อยมาก

แสงเลเซอร์มีลักษณะเป็นแสงสีเดียว (Monochromatic) เนื่องจากแสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีความถี่แสงแน่นอนตามผลต่างของระดับชั้นพลังงาน และมีการขยายสัญญาณแสงด้วยโพรงแสงทำให้เกิดแสงที่มีความถี่เดียวกันจำนวนมาก แสงเลเซอร์มีลักษณะเป็นแสงสีเดียว คุณสมบัตินี้มีประโยชน์ในการแยกแสงเลเซอร์จากแสงรบกวนอื่น ๆ ได้

แสงเลเซอร์มีทิศทางที่แน่นอน (Directionality) เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ให้แสงที่มีลักษณะเป็นลำขนาน ซึ่งลำแสงบานออกน้อยมาก ดังสมการ (8)

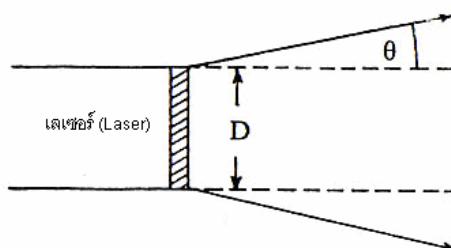
$$\theta = \frac{\lambda}{D} \quad (8)$$

โดย D แทนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำแสงเลเซอร์

λ แทนค่าความยาวคลื่นแสงเลเซอร์

θ แทนมุมของลำแสงที่บานออก (Beam divergence)

การที่ลำแสงเลเซอร์บานออกมีสาเหตุมาจากการเลี้ยวเบนของแสงเนื่องจากกระจก ดังแสดงในภาพประกอบ



ภาพประกอบ 12 การบานออกของลำแสงเลเซอร์ (Beam divergence)

ที่มา : สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. (2542). เลเซอร์. หน้า 33.

4. แสงเลเซอร์มีความเข้มสูง (Brightness) เนื่องจากแสงเลเซอร์ประกอบด้วยโฟตอนที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน ดังนั้นภายในโพรงแสงซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดน้อย จำนวนโฟตอนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จึงมีค่าสูงมาก ทำให้แสงเลเซอร์มีความเข้มสูงมาก

5 ทฤษฎีไลดาร์และการประยุกต์ (Lidar theory and application)

5.1 หลักพื้นฐานของไลดาร์¹ (Lidar principle)

ไลดาร์ (Lidar : light detection and ranging) หรือ เลเซอร์-เรดาร์ (Laser-radar) เป็นเครื่องมือที่ใช้เทคนิคเชิงออปติคอลลีโมทเซนซิง (Optical remote sensing techniques) ในการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ปริมาณละอองลอย อะตอมและโมเลกุลของอากาศ รวมถึงคุณสมบัติของเมฆในชั้นบรรยากาศ โดยไลดาร์มีหลักการทำงาน คือ การส่งลำแสงที่เกิดจากการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ และวัดสัญญาณการกระเจิงกลับของลำแสงผ่านเครื่องมือ ซึ่งสัญญาณการกระเจิงกลับที่วัดได้สามารถนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวกลางที่ลำแสงตกกระทบแล้วเกิดการกระเจิงกลับมา

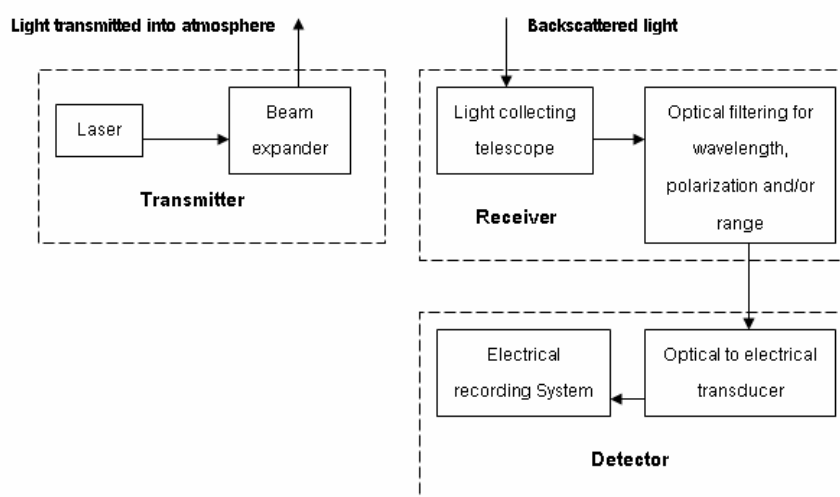
การนำเสนอการใช้งานไลดาร์นั้น เริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2473 โดยการเสนอของฟิออคโค และคณะ (Fiocco, G., et al.) แห่งสถาบันเอ็ม ไอ ที (MIT) ได้นำเสนอการใช้งานไลดาร์ทับทิมเพื่อวัดระดับความสูงของละอองลอยในชั้นสตราโตสเฟียร์และมีโซสเฟียร์ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ไลดาร์ (LIDAR) ครั้งแรก ในระยะแรกไลดาร์ถูกนำไปใช้วัดข้อมูลโครงร่างความหนาแน่นบรรยากาศในแนวตั้งด้วยการ

¹Argall, P. S.; & Sica R. J. (2003). *Atmospheric Sounding Introduction*. The Elsevier Science Ltd. pp.1169-1176.

ตรวจรับสัญญาณการกระเจิงจากลำแสงที่ส่งไปในชั้นบรรยากาศ แต่ประสบปัญหาคือไลดาร์ทับทิมนั้นมีพัลส์สัญญาณขนาดใหญ่ทำให้มีประสิทธิภาพการวัดต่ำ ทั้งยังสามารถวัดได้เฉพาะระดับความสูงที่จำกัดเท่านั้น และต้องใช้ร่วมกับควิสวิตช์ (Q-switched) เพื่อตัดพัลส์สัญญาณให้สั้นลง ดังนั้นเมื่อมีการค้นพบเลเซอร์ซึ่งมีพลังงานสูง ความยาวคลื่นสั้น จึงนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับไลดาร์ เพื่อวัดปริมาณละอองลอยในอากาศ และแก้ปัญหาที่เกิดจากไลดาร์ทับทิม

5.2 โครงสร้างพื้นฐานของไลดาร์

ไลดาร์ประกอบด้วยระบบการทำงาน 3 ส่วน คือ ส่วนส่งสัญญาณ (Transmitter) ส่วนรับสัญญาณ (Receiver) และส่วนการวัดและบันทึกข้อมูล (Detection and recording) ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ระบบการทำงานของไลดาร์

ที่มา : Argall, P. S.; & Sica R. J. (2003). *Atmospheric Sounding Introduction*. The Elsevier Science Ltd. p.1170.

ระบบการทำงานของไลดาร์ทั้ง 3 ส่วน มีหลักการทำงานดังนี้

ส่วนส่งสัญญาณ (Transmitter) เป็นส่วนที่ปล่อยพัลส์เลเซอร์ (Pulse laser) ขึ้นสู่บรรยากาศ เพื่อให้สัญญาณเลเซอร์ทำอันตรกิริยากับอนุภาคที่ปนอยู่ในชั้นบรรยากาศ ในส่วนของภาคส่งสัญญาณนี้ ประกอบด้วย

แหล่งจ่ายกำลังเลเซอร์ (Laser power supply) ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับตัวกำเนิดแสงเลเซอร์รวมถึงควบคุมกำลังงานของพัลส์เลเซอร์ที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดเลเซอร์

ตัวขยายลำเลเซอร์ (Laser beam expander) พัลส์เลเซอร์ที่ถูกส่งออกมาจากแหล่งจ่ายกำลังเลเซอร์จะถูกส่งมายังตัวขยายสัญญาณซึ่งจะทำการขยายสัญญาณและช่วยให้ลำแสงเลเซอร์แยกออกน้อย นอกจากนี้ยังเป็นการลดการรบกวนของแสงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น แสงจากดวงดาว แสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนี้พัลส์เลเซอร์จะมี

การสะท้อนกลับน้อยเมื่อผ่านตัวกรองแสงของตัวรับสัญญาณที่สามารถกรองแสงได้ดี โดยตัวกรองแสงจะมีการเลือกโฟตอนที่มีความยาวคลื่นสัมพันธ์กับตัวกรองการแทรกสอดของแสง (Interference filter) เท่านั้น ทำให้ลดการรบกวนสัญญาณของแสงจากแหล่งกำเนิดอื่นได้อีกทางหนึ่ง จากนั้นลำแสงเลเซอร์นี้ก็จะถูกส่งต่อไปยังกระจกเพื่อสะท้อนสัญญาณขึ้นไปยังบรรยากาศในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน

ตัวทำขนาน (Collimator) ทำหน้าที่ทำให้ลำแสงเป็นแนวขนานเดียวกัน จากนั้นส่งขึ้นสู่บรรยากาศ พลังงานของเลเซอร์จะทำอันตรกิริยากับอนุภาคที่ปนอยู่ในบรรยากาศ เกิดการกระเจิงกลับ (Backscattering) ของสัญญาณ มาสู่ส่วนรับสัญญาณ

ส่วนรับสัญญาณ (Receiver) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับสัญญาณที่กระเจิงกลับจากการชนกันระหว่างอนุภาคกับสัญญาณที่ส่งขึ้นไปโดยส่วนส่งสัญญาณเข้าสู่ห้ววัด เพื่อนำมาแปลผล ซึ่งภาครับสัญญาณประกอบด้วยกล้องโทรทรรศน์รับสัญญาณ (Receiving telescope) ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณที่กระเจิงกลับจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ภายในกล้องโทรทรรศน์ประกอบด้วยกระจกโค้ง 2 บาน ทำหน้าที่รวบรวมแสงเข้าสู่จุดโฟกัส แล้วนำสัญญาณที่รับได้มาจะถูกแยกโดยตัวทำแสงโพลาไรซ์ (Polarizer) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับละอองลอยที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศ

ส่วนการวัดและบันทึกข้อมูล (Detection and recording system) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดสัญญาณที่กลับมาที่ตัวรับสัญญาณและทำการบันทึกสัญญาณก่อนส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป ในส่วนนี้จะใช้หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (Photomultiplier tubes : PMTs) เป็นตัววัดสัญญาณ หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้รับ โดยการนับจำนวนโฟตอนที่กระเจิงกลับมา จากนั้นจะเปลี่ยนพลังงานโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อบันทึกสัญญาณ ซึ่งระบบไลดาร์นี้จะใช้หลอด PMTs 2 ตัว เพื่อรับสัญญาณแสงโพลาไรซ์ 2 แนว ได้แก่ สัญญาณแสงโพลาไรซ์ในแนวตั้งฉากและสัญญาณแสงโพลาไรซ์ในแนวขนานกับแนวโพลาไรซ์ของแสงที่ส่งออกไปตอนเริ่มต้น

5.3 อันตรกิริยาเชิงแสง (Optical interaction)

การกระเจิงของแสง (Scattering of light) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นแสงเคลื่อนที่ไปตกกระทบโมเลกุลหรืออนุภาคต่าง ๆ ในบรรยากาศ แล้วเกิดการกระเจิงออกมา โดยแสงจะมีการกระเจิงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลหรืออนุภาคที่คลื่นแสงไปตกกระทบ ลักษณะของการกระเจิงของแสงสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

การกระเจิงแบบยืดหยุ่น (Elastic scattering) คือ การกระเจิงที่พลังงานของแสงก่อนเกิดการกระเจิงเท่ากับพลังงานของแสงหลังเกิดการกระเจิง

การกระเจิงแบบไม่ยืดหยุ่น (Non-Elastic scattering) คือ การกระเจิงที่พลังงานของแสงก่อนเกิดการกระเจิงกับพลังงานของแสงหลังการกระเจิงไม่เท่ากัน โดยมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนให้กับสิ่งที่ชนซึ่งส่งผลให้แสงที่กระเจิงออกมามีความถี่เปลี่ยนไป

ลักษณะการกระเจิงของแสงได้ถูกนำมาใช้ในระบบไลดาร์ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทไลดาร์ตามการกระเจิงของสัญญาณแสงเลเซอร์ได้ 2 ประเภท คือ

ไลดาร์แบบยืดหยุ่น (Elastic lidar) เป็นไลดาร์ที่รับสัญญาณที่เกิดจากการชนกันระหว่างคลื่นที่ส่งออกไปกับอนุภาคที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศ โดยการชนกันจะเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ คือ ไม่มีการสูญเสียพลังงาน ดังนั้นสัญญาณที่ไลดาร์รับได้จึงมีความถี่เดียวกันกับสัญญาณที่ส่งขึ้นไป

ไลดาร์แบบไม่ยืดหยุ่น (Non-elastic Lidar) เป็นไลดาร์ที่สัญญาณที่รับได้มีความถี่ต่างกับสัญญาณที่ส่งขึ้นไป เนื่องจากการสูญเสียพลังงานในการชนกันระหว่างสัญญาณเลเซอร์ที่ส่งไปจากแหล่งกำเนิดกับอนุภาคที่อยู่ในบรรยากาศ โดยการชนเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น อนุภาคที่ชนจะมีการถ่ายเทพลังงาน อะตอมหรือโมเลกุลของแก๊สดูดกลืนพลังงานบางส่วนและปล่อยพลังงานส่วนที่เหลือออกมาที่ความยาวคลื่นมากขึ้น หรืออาจดูดกลืนพลังงานแล้วคายพลังงานที่ความยาวคลื่นนั้นออกมา เนื่องจากคุณสมบัติของอะตอมหรือโมเลกุลได้รับพลังงานกระตุ้น ก็จะมีการเปลี่ยนระดับพลังงานและคายพลังงานตามคุณสมบัติของอะตอมนั้นๆ

นอกจากนี้ การกระเจิงของแสงเนื่องจากโมเลกุลหรืออนุภาคในชั้นบรรยากาศยังสามารถบอกคุณสมบัติของโมเลกุลหรืออนุภาคในชั้นบรรยากาศได้ โดยจำแนกตามอันตรกิริยาเชิงแสงเนื่องจากแสงเลเซอร์กับโมเลกุลหรืออนุภาคที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศ ดังนี้

การกระเจิงแบบเรย์ลีย์ (Rayleigh scattering)

เป็นการกระเจิงแบบยืดหยุ่นโดยอะตอม โมเลกุลและอนุภาคที่มีขนาดรัศมี $r < \frac{\lambda_0}{2\pi}$ เมื่อ λ_0 เป็นความยาวคลื่นแสงเลเซอร์ ซึ่งเรย์ลีย์ (Rayleigh, J.) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการกระเจิงของโมเลกุลขนาดเล็กนี้ในปี พ.ศ. 2385 ถึง 2462 จนสามารถสรุปเกี่ยวกับการกระเจิงแสงของโมเลกุลขนาดเล็กได้ว่า “ความเข้มของแสงที่กระเจิงเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสี่ของความยาวคลื่นของแสง”

จากภาพประกอบ 14 (a) แสดงการกระเจิงแบบเรย์ลีย์ ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเรย์ลีย์ไลดาร์ (Rayleigh lidar) เพื่อหาความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศ ด้วยการวัดสัญญาณการกระเจิงกลับของแสงเนื่องจากโมเลกุลในชั้นบรรยากาศ ในช่วงความสูงระหว่าง 30 - 100 กิโลเมตร ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาโปรไฟล์ของความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density profiles) และโปรไฟล์ของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute temperature profiles)

การกระเจิงแบบมี (Mie scattering)

เป็นการกระเจิงแบบยืดหยุ่น ซึ่งสัญญาณที่กระเจิงกลับมาจากชั้นบรรยากาศจะมีขนาดของความยาวคลื่น (λ) เท่ากับความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ (λ_0) ที่ส่งออกไป และไม่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่หลังการกระเจิง

จากภาพประกอบ 14 (b) แสดงการกระเจิงแบบมี โดยเป็นการกระเจิงที่เกิดจากอนุภาคที่เป็นของแข็งและของเหลวในชั้นบรรยากาศ จึงมีการนำหลักการกระเจิงแบบนี้มาใช้ในไลดาร์การกระเจิงแบบมี (Mie scattering lidar หรือ Aerosol lidar) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับละอองลอย และเมฆในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์

การกระเจิงแบบรามาน (Raman scattering)

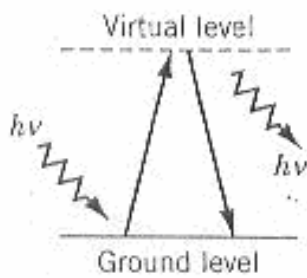
เป็นการกระเจิงแบบไม่ยืดหยุ่นของเลเซอร์จากโมเลกุล ซึ่งแสงที่กระเจิงโดยโมเลกุลจะมีความถี่เปลี่ยนแปลงไป หลังการกระเจิงโดยคลื่นแสงจะมีพลังงานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมขึ้นอยู่กับลักษณะของโมเลกุล

จากภาพประกอบ 14 (c) แสดงการกระเจิงแบบรามาน ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้ในรามานไลดาร์ (Raman lidar) เพื่อการวัดชนิดและความหนาแน่นของโมเลกุล ความชื้น อุณหภูมิและความดันในบรรยากาศ

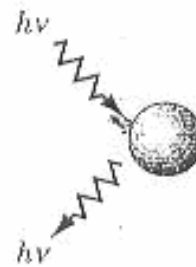
การดูดกลืน (Absorption)

เมื่อแสงตกกระทบบิเล็คตรอนในอนุภาคซึ่งอยู่ในชั้นบรรยากาศ อิเล็คตรอนจะถูกกระตุ้นให้เปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้น (Ground state) ไปสู่สถานะกระตุ้น (Excited state) ดังภาพประกอบ 14 (d) แสงที่มีพลังงานเท่ากับพลังงานกระตุ้นจะถูกดูดกลืนจากอนุภาคในบรรยากาศ และปล่อยพลังงานออกมาเพื่อกลับสู่สถานะพื้น

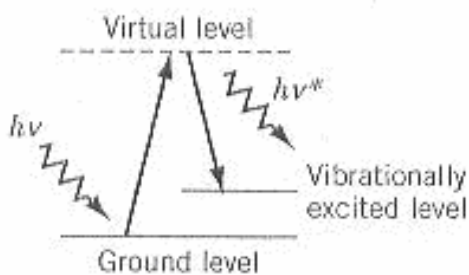
กระบวนการการดูดกลืนนี้ถูกใช้ในไลดาร์ประเภท DIAL (Differential-Absorption lidar) ซึ่งใช้สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของชั้นบรรยากาศ โดยสัญญาณที่ส่งขึ้นไปในชั้นบรรยากาศของไลดาร์ประเภท DIAL นี้ จะมีความยาวคลื่น 2 ค่า เหมาะสำหรับการวัดปริมาณโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์



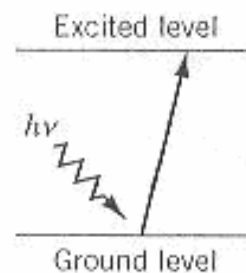
(a) Rayleigh Scattering



(b) Mie Scattering



(c) Raman Scattering



(d) Absorption

ภาพประกอบ 14 กระบวนการเกิดอันตรกิริยาเชิงแสงในบรรยากาศ

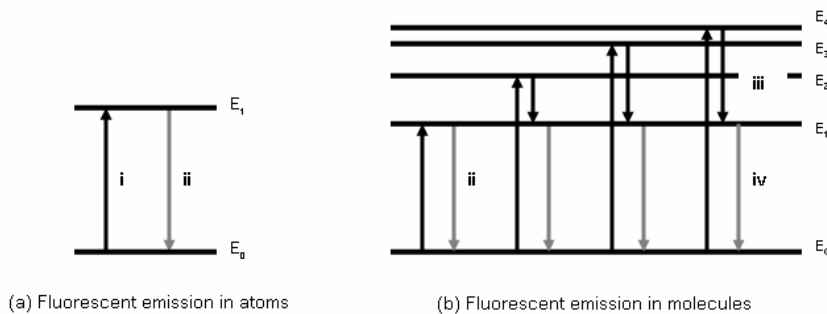
ที่มา : Schoulepnikoff, L.; Van Den Bergh, H.; & Calpini, B. (1990). *Tropospheric air pollution monitoring lidar*. p. 4874.

การกระเจิงแบบฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence scattering)¹

การกระเจิงแบบฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence scattering) เกิดเมื่ออะตอมถูกกระตุ้นด้วยแสงให้เปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้น (Ground state) ไปสู่สถานะกระตุ้น (Excited states) ทำให้อะตอมบางชนิดคายพลังงานส่วนเกินออกมาซึ่งมีความถี่เดียวกับพลังงานที่เข้ามากกระตุ้นในรูปแบบของพลังงานแสง

¹Ohara, P. B.;

Engelson, C.; & Peter, W.S. (2005, January). *Turning on the Light: Lessons from Luminescence*. Journal of Chemical Education. 82(1): 49-52.



ภาพประกอบ 15 กระบวนการเกิดการกระเจิงแบบวาวแสง

ที่มา : Ohara, P. B.; Engelson, C.; & Peter, W.S. (2005, January). *Turning on the Light: Lessons from Luminescence*. Journal of Chemical Education. 82(1): 50.

จากภาพประกอบ 15(a) แสดงการวาวแสงโดยตรง (Direct fluorescence) ถูกสร้างขึ้น (i) แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงจากสถานะพื้น (E_0) ขึ้นไปสู่สถานะกระตุ้น (E_1) และถูกสร้างขึ้น (ii) แสดงการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนจากสถานะกระตุ้นสู่สถานะพื้นในช่วงเวลาต่อมา โดยอิเล็กตรอนจะปล่อยพลังงานเท่ากับพลังงานที่ไปกระตุ้นในรูปแบบของแสงออกมา

สำหรับภาพประกอบ 15(b) แสดงการวาวแสงในโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยระดับพลังงานย่อยหลายระดับ ทำให้เกิดการวาวแสงทั้งที่เป็นแบบโดยตรงให้พลังงานออกมาเท่ากับพลังงานแสงที่กระตุ้นและแบบที่ให้พลังงานต่ำกว่าพลังงานที่ไปกระตุ้นเนื่องจากการสูญเสียพลังงานหนึ่งเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ในบรรยากาศเมื่อสัญญาณแสงที่ส่งขึ้นไปจากเครื่องไลดาร์ชนกับโมเลกุลของอากาศจะทำให้การวาวแสงที่ได้มีพลังงานน้อยกว่าพลังงานแสงกระตุ้น ดังนั้นการกระเจิงแบบวาวแสงนี้จึงใช้วัดความหนาแน่นของโมเลกุลในบรรยากาศชั้นล่าง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายทะเล (Chlorophyll algae) และแผ่นคราบน้ำมันในน้ำอีกด้วย ซึ่งการกระเจิงแบบวาวแสงจะหยุดทันทีที่หยุดให้พลังงานกระตุ้น

5.4 วิเคราะห์ข้อมูลไลดาร์ (Lidar analysis methods)

จากหลักพื้นฐานของไลดาร์ ไลดาร์ส่งสัญญาณขึ้นไปในชั้นบรรยากาศในลักษณะสัญญาณแบบพัลส์เลเซอร์ (Pulse laser) เมื่อสัญญาณพัลส์เลเซอร์ที่ส่งออกไปตกกระทบกับ

อนุภาคในชั้นบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ สัญญาณพัลส์เลเซอร์จะเกิดการกระเจิงกลับมาเข้าสู่ผู้ภาครับสัญญาณ ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ของสัญญาณพัลส์เลเซอร์ที่ส่งออกไปกับสัญญาณพัลส์เลเซอร์ที่กระเจิงกลับได้จากสมการ (9)¹

$$P(z) = P_0 K \frac{c\tau}{2} \frac{A}{z^2} \beta(z) T^2(z) \quad (9)$$

เมื่อ $P(z)$ แทนสัญญาณพัลส์เลเซอร์ที่กระเจิงกลับจากระดับความสูง z
 P_0 แทนสัญญาณพัลส์เลเซอร์ที่ส่งออกไป
 K แทนค่าคงที่ของประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ได้จากการทดลอง
 c แทนความเร็วของพัลส์เลเซอร์ (m/s)
 τ แทนระยะเวลาที่พัลส์เลเซอร์ใช้ (s)
 A/z^2 แทนมุมตัน (Solid angle) ของการรวบรวมสัญญาณภายในพื้นที่ A ของกล้องโทรทรรศน์ (sr)
 z แทนความสูงของชั้นบรรยากาศเหนือพื้นดิน (m)
 $\beta(z)$ แทนสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient) ของโฟตอนที่กระเจิงกลับมา ณ ความสูง z ($m^{-1} sr^{-1}$)
จำนวน $T(z)$ แทนความสามารถในการผ่านในบรรยากาศ (Transmissibility) จากพื้นดินถึงระยะความสูง z

ในเทอมของ $T(z)$ มีการลดทอนแบบฟังก์ชันเอ็กโพเนนเชียล จากกฎของเบียร์ แลมเบิร์ต (Bouguer – Lambert Law) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความลึกเชิงทัศนศาสตร์ (Optical depth) ดังสมการ (10)

$$T(z) = e^{-\tau(z)}$$

หรือ $T(z) = e^{-\int \alpha(z') dz'}$

(10)

¹Biral, A. R. (2003). *Analysis of The 2002 Malargue LIDAR Data through Fernald's Method*. Research Report. UNICAMP.Brazil. p.5.

เมื่อ $\tau(z)$ แทนค่าความลึกเชิงทัศนศาสตร์ (Optical depth) ซึ่งเกี่ยวกับความขุ่นมัวของบรรยากาศตลอดความสูง z

$\alpha(z')$ แทนค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (Linear attenuation coefficient) ของสัญญาณบรรยากาศที่ความสูงระหว่าง 0 ถึง z (m^{-1})

จะเห็นได้ว่า การลดลงของสัญญาณเชิงเรขาคณิตขึ้นกับความสูงกำลังสอง (Signal geometrical decreasing : z^2) และมีตัวแปรหลายตัวในสมการ (9) ที่เป็นค่าคงตัว โดยทั่วไปสามารถเขียนแทนได้ในเทอมของสัญญาณการแก้ไขพิสัย (Range corrected signal หรือ Range normalized signal) ได้ดังสมการ (11)

$$X(z) = P(z)z^2 = C\beta(z)e^{-2\int_0^z \alpha(z')dz'} \quad (11)$$

เมื่อ $X(z)$ แทนสัญญาณการแก้ไขพิสัย (m^2)

C แทนค่าคงที่เครื่องมือ (Lidar system calibration factor) หน่วยเป็น $\text{m}^3/\text{sr}^{-1}$

จากสมการ (11) พบว่าสัญญาณการแก้ไขพิสัย ($X(z)$) มีความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (Backscattering coefficient : $\beta(z)$) และสัมประสิทธิ์การลดทอน (Attenuation Coefficient : $\alpha(z)$) ของสัญญาณพัลส์เลเซอร์ ดังนั้นการคำนวณสัญญาณแก้ไขพิสัยของสัญญาณพัลส์เลเซอร์จึงสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของละอองลอยและเมฆในชั้นบรรยากาศได้

5.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลไลดาร์ด้วยวิธีแบบเฟร์นัลด์ (Fernald method)¹

ในปี พ.ศ. 2527 เฟร์นัลด์ (Fernald, F.G.) ได้เสนอวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับจากสัญญาณพัลส์เลเซอร์ของไลดาร์ ดังสมการ (12)

$$\beta_a(z) + \beta_m(z) = \frac{X(z)C(z)}{\frac{X(z_c)}{\beta_a(z_c) + \beta_m(z_c)} + 2S_a \int_z^{z_c} X(z')C(z')dz'} \quad (12)$$

¹ Biral, A. R. (2003). *Analysis of The 2002 Malargue LIDAR Data through Fernald's Method*. Research Report. UNICAMP.Brazil. p.8.

โดย
$$C(z) = \exp[2(S_a - S_m) \int_z^{z_c} \beta_m(z') dz']$$

(13)

เมื่อ S_a แทนอัตราส่วนไลดาร์ (Lidar ratio) สำหรับละอองลอย (sr)
 S_m แทนอัตราส่วนไลดาร์ (Lidar ratio) สำหรับโมเลกุล (sr)
 z_c แทนความสูงวิกฤติ (Critical height หรือ Boundary height) มีหน่วยเป็นเมตร (m) โดยตั้งสมมติฐานว่าเหนือความสูงตรงระดับนี้ขึ้นไปไม่มีละอองลอย

ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของโมเลกุล (S_m) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากโมเลกุล (β_m) กับค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเนื่องจากโมเลกุล (α_m) ซึ่งมีค่าคงที่ ดังสมการ (14)

$$S_m = \frac{\alpha_m(z)}{\beta_m(z)} = \frac{8\pi}{3} \text{ sr}$$

(14)

แต่ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอย (S_a) นั้น จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของละอองลอย รวมถึงค่าดัชนีหักเหแสงของละอองลอย ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอยจึงมีค่าเฉพาะในแต่ละสถานีวิจัย

ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอยจะมีค่าระหว่าง 10 -100 sr ในสถานที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอยจะมีค่าน้อย แต่ในที่ที่อากาศมีมลภาวะอยู่มากค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอยจะมีค่าสูงกว่า 40 sr¹

5.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลไลดาร์ด้วยวิธีแบบความชัน (Slope method)²

วิธีแบบความชัน (Slope Method) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลไลดาร์ โดยตั้งสมมติฐานว่าในบริเวณของบรรยากาศมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ของค่าสัมประสิทธิ์

¹ Biral, A. R. (2003). *Analysis of The 2002 Malargue LIDAR Data through Fernald's Method*. Research Report. UNICAMP.Brazil. p.8.

²Reagan, J. A.; McCormick, M. P.; & Spinhirne, J. D. (1989). *LIDAR Sensing of*

Aerosols and Clouds in the Troposphere and Stratosphere. The IEEE. 77(3): 436.

การกระเจิงกลับ ($\beta(z)$) และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) เนื่องจากอนุภาคในบรรยากาศมีค่าคงที่ในช่วงความสูงนั้นๆ ซึ่งสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) ได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$D(z) = \ln X(z) = \ln C\beta(z) - \left[2 \int_0^z \alpha(z') dz' \right] \quad (15)$$

$$\frac{dD(z)}{dz} = \frac{1}{\beta(z)} \frac{d\beta(z)}{dz} - 2\alpha(z) \quad (16)$$

เมื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $D(z)$ กับความสูง (z) ภายใต้เงื่อนไขความเป็นเอกพันธ์(Homogeneous)ของค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ($\beta(z)$)และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) เนื่องจากอนุภาคในบรรยากาศ ความชันของกราฟที่ได้จะมีค่าเท่ากับ $\alpha(z) = -\frac{1}{2}$ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนแทนด้วยสมการ (17)

$$\alpha(z) = -\frac{1}{2} \frac{dD}{dz} \quad (17)$$

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ ($\beta(z)$) และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน ($\alpha(z)$) ด้วยวิธีแบบความชันไม่ต้องใช้ค่าคงที่ของเครื่องมือ (Lidar system calibration factor : C) ทำให้ลดความยุ่งยากในการวิเคราะห์ค่าตัวแปร แต่ค่าตัวแปรที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วค่าตัวแปรทั้งสองไม่คงที่ตามความสูง วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่วัดโดยไลดาร์ในแนวระดับเท่านั้น

5.4.3 อัตราส่วนดีโพลาไรเซชัน (Depolarization Ratio)¹

อัตราส่วนดีโพลาไรเซชัน คือ อัตราส่วนของสัญญาณแสงโพลาไรซ์ที่กระเจิงกลับมาในแนวตั้งฉาก ($P_{\perp}$) กับแนวนอน ($P_{\parallel}$) กับแนวโพลาไรซ์ของแสงที่ส่งออกไป ตามสมการ (18)

¹Piironen, A.K.; & Eloranta, E.W. (1996). *Three-dimensional images of cirrus clouds, Advances in Atmospheric Remote Sensing with lidar*. New York: Berlin, Heidelberg.

$$\delta = \frac{P_{\perp}}{P_{//}} \quad (18)$$

เมื่อ $P_{\perp}$ แทนสัญญาณแสงโพลาไรซ์ที่กระเจิงในแนวตั้งฉากกับแนวโพลาไรซ์ของแสงที่ส่งออกไป

$P_{//}$ แทนสัญญาณแสงโพลาไรซ์ที่กระเจิงในแนวตั้งขนานกับแนวโพลาไรซ์ของแสงที่ส่งออกไป

อัตราส่วนดีโพลาไรเซชันใช้ในการอธิบายรูปร่างของอนุภาคต่าง ๆ โดยพิจารณาการกระเจิงของแสงที่กลับมา การกระเจิงเนื่องจากอนุภาครูปทรงกลม โพลาไรเซชันของแสงที่วัดได้จะมีแต่แสงโพลาไรซ์ในแนวขนานเท่านั้น ดังนั้นค่า $\delta = 0$

ส่วนการกระเจิงของแสงเนื่องจากอนุภาครูปปร่างไม่เป็นทรงกลม สัญญาณการกระเจิงกลับอาจมีการกระเจิงทวีคูณรวมอยู่ด้วย (Multiple scattering) ทำให้สัญญาณการกระเจิงกลับมีค่า $0 < \delta < 1$

ข้อมูลละเอียดในการกำหนดค่าอัตราส่วนดีโพลาไรเซชันเป็นค่าร้อยละ ในการพิจารณารูปร่างของอนุภาคตามค่าอัตราส่วนดีโพลาไรเซชัน¹โดยแบ่งได้ดังตาราง 1

¹Jixia, Z. (1996). *Lidar Observation in Shapotou of China desert*. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Institute, Chinese Academy of sciences, China.

ตาราง 1 การแบ่งรูปร่างของอนุภาคตามร้อยละของค่าอัตราส่วนดีโพลาร์ไรเซชัน (δ)

ร้อยละของค่าอัตราส่วนดีโพลาร์ไรเซชัน (δ)	รูปร่างของอนุภาค
0	อนุภาคทรงกลม (Spherical particle)
0 – 10	อนุภาคนาขนาดเล็กมาก มีรูปร่างใกล้เคียงทรงกลม เช่น ละอองลอยมลพิษทางอากาศ เป็นต้น
10 – 30	อนุภาคที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม เช่น ฝุ่น ละอองลอยที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล ผลึกน้ำแข็ง เป็นต้น
30 ขึ้นไป	อนุภาคที่ทำให้เกิดการกระเจิงทวีคูณ (Multiple Scattering) เช่น เมฆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พ.ศ.2542 การ์ยัมพูติ และคณะ (Karyampudi, V. M.; et al. 1999: 1050) ได้นำเสนอผลการศึกษาในโครงการ LITE (Lidar In-space Technology Experiment) พบว่าในช่วงความสูง 6 -15 กิโลเมตร จากพื้นโลก การกระเจิงกลับของสัญญาณพัลส์เลเซอร์เนื่องจากละอองลอยมีเพียง 3% ซึ่งเป็นค่าน้อยมาก จึงตั้งสมมติฐานว่าไม่มีละอองลอยในช่วงความสูงนี้

พ.ศ.2544 พินันดิโต และคณะ (Pinandito, M., et al. 2000: 205-216) ได้ใช้เครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมีในการสังเกตโพรไฟล์แนวตั้ง (Vertical Profiles) ของละอองลอยที่กรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย โดยติดตั้งเครื่องมือไว้ในบริเวณที่แตกต่างกัน 3 แห่ง คือ บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณศูนย์กลางเมือง และบริเวณที่เป็นแผ่นดินรอบๆ ในกลางเมืองจาการ์ตา ทำให้สามารถศึกษาการพัดพาและการไหลเวียนของลมในแต่ละฤดูได้ และข้อมูลที่ได้ของละอองลอยในแต่ละระดับความสูงของบรรยากาศในบริเวณต่างๆ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่และการกระจายตัวของละอองลอยที่เกิดจากไฟป่าในช่วงเวลานั้น

พ.ศ.2546 เปปปาลาร์โด และคณะ (Pappalardo, G., et al. 2003: 1760-1762) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนไลดาร์ของจากละอองลอย (S_d) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอย (β_d) และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเนื่องจากละอองลอย (α_d) ที่วิเคราะห์ข้อมูลจากระบบไลดาร์ซึ่งทำการวัดข้อมูลในเมืองติโต สคาโล (Tito Scalò) ประเทศอิตาลี พบว่าค่าอัตราส่วนไลดาร์ของละอองลอยที่ได้จากฐานเมฆและยอดเมฆมีค่าเฉลี่ย 48 sr

ส่วนค่าอัตราส่วนไวดาร์ของละอองลอยที่ได้จากภายในเมฆมีค่าเฉลี่ย 11 sr โดยที่ความสูงประมาณ 3,500 เมตร ถึง 4,500 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยมีค่าประมาณ $1 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$

นอกจากนี้ โมโตเอคิ และคณะ (Motoaki, Y., et al. 2002: 233-242) ได้รายงานผลการวิจัยการสังเกตการณ์ละอองลอยในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์โดยใช้เครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี (MIE Scattering Lidar) บริเวณเขตแห้งแล้งของจีน พบการกระจายตัวของละอองลอยหนาแน่นที่ระดับความสูง 2,000 – 3,000 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยที่ได้มีค่าในอันดับ $10^{-5} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ และบางเวลาก็ได้ค่ามากในอันดับ $10^{-4} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ที่ระดับความสูงประมาณ 4,000 เมตร

พ.ศ.2547 ทาทาโรฟ และคณะ (Tatarov, B., Sugimoto, N., Shimizu, A. 2004 : 329-332) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับค่าอัตราส่วนไวดาร์สำหรับละอองลอยและเมฆในบรรยากาศเหนือเมืองสีคุบา ประเทศญี่ปุ่น พบว่าอัตราส่วนไวดาร์สำหรับเมฆจะมีค่าระหว่าง 10 -30 sr และอัตราส่วนไวดาร์สำหรับละอองลอยจะมีค่าระหว่าง 30 – 60 sr ซึ่งอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) ที่มีค่าน้อยกว่า 10% เกิดจากการกระเจิงกลับของสัญญาณเนื่องจากอนุภาคขนาดเล็ก เช่น ละอองลอย ส่วนอัตราส่วนดีโพลาริเซชันที่มีค่าระหว่าง 10 - 30% เกิดจากการกระเจิงกลับของสัญญาณเนื่องจากอนุภาคที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม เช่น ผลึกน้ำแข็ง ฝุ่นละออง (Dust) และค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชันมากกว่า 30% เกิดจากการกระเจิงกลับของสัญญาณเนื่องจากเมฆสอดคล้องกับงานวิจัยของการ์ยัมพูติ และคณะ (Karyampudi, V. M., et al. 1999: 1050) ที่ได้เสนอค่าอัตราส่วนไวดาร์สำหรับละอองลอยโดยมีค่าประมาณ 25- 35 sr

พ.ศ.2548 ไอโอบีเบะ และคณะ (Iokibe, K., et al. 2005: 93-101) ได้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยสำหรับเมฆฝนที่อยู่ต่ำกว่า 6 กิโลเมตร มีค่าระหว่าง $10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ถึง $3.2 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ส่วนเมฆที่อยู่สูงกว่า 6 กิโลเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยจะมีค่าลดลงเมื่อค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอย (β_a) ของพีไอโรเนน และคณะ (Piironen, P., et al. 1996) โดยพบว่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยของเมฆเซอร์รัสมีค่าอยู่ในช่วงอันดับ $10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ส่วนสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยของเมฆฝนจะมีค่าอยู่ในช่วงอันดับ $10^{-4} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ สำหรับบริเวณที่บรรยากาศปลอดโปร่ง ไม่มีเมฆ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับเนื่องจากละอองลอยอยู่ในช่วงอันดับ $10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ถึง $10^{-7} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$

และในปีเดียวกันนี้ มิติฟ และคณะ (Mitev, V.; et al. 2005: 663-669) ได้รายงานผล การศึกษาการสังเกตการณ์ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยในบรรยากาศชั้นล่าง ระหว่างช่วงที่มีลมหนาวพัดผ่านเหนือประเทศสวีเดน พบว่าที่ความสูง 1,500 เมตร ค่า สัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยมีค่าระหว่าง $1.2 \times 10^{-6} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ถึง $7 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ส่วนที่ระดับความสูง 2,500 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับของละอองลอยมีค่าระหว่าง $4 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ถึง $9 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$

พ.ศ.2550 เวอร์ลินเด และคณะ (Verlinde, J., et al. 2007: 205-221) ได้รายงานผล การศึกษาค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงเฟสของเมฆในช่วงการเปลี่ยนฤดู บริเวณขั้วโลกเหนือ โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้จากระบบเรดาร์ (Radar) ร่วมกับระบบไลดาร์ (Lidar) พบว่า ค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) ของเมฆฝนมีค่าประมาณศูนย์ ในขณะที่ค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) ของเมฆซึ่งเป็นเกล็ดน้ำแข็งจะมีค่าสูงกว่า

ในประเทศไทย ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์ และคณะ (Ruangrungle, S., et al. 2007: 25-30) ได้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณการกระเจิงกลับของพัลส์เลเซอร์เนื่องจาก อนุภาคในบรรยากาศที่วัดด้วยเครื่องไลดาร์การกระเจิงแบบมี ณ สถานีตรวจวัดการแผ่รังสีในชั้น บรรยากาศ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย พบว่าสามารถแยกสัญญาณการกระเจิงกลับของพัลส์ เลเซอร์เนื่องจากเมฆกับละอองลอยได้ โดยวิเคราะห์จากค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) สอดคล้องกับรายงานผลการวิจัยของโมโตเอคิ และคณะ (Motoaki, Y., et al. 2005: 149-171) ซึ่ง รายงานผลการสังเกตการณ์ของไลดาร์บริเวณเมืองชะปอตู (Shapotou) ในเขตทะเลทราย ประเทศจีน พบว่าค่าอัตราส่วนดีโพลาริเซชัน (δ) แสดงรูปร่างของอนุภาค ถ้ามีค่ามาก อนุภาคที่ พบมีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม เช่น ผุ่นจากแร่ธาตุ เป็นต้น หรือเป็นค่าที่เกิดจากการกระเจิงทวีคูณ (Multiple Scattering) ในเมฆ ถ้ามีค่าน้อยเข้าใกล้ศูนย์อนุภาคที่พบมีรูปร่างเป็นทรงกลม เช่น หยดน้ำ ละอองลอยมลพิษทางอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้ค่าสัญญาณการแก่งพิสัย ($X(z)$) ยัง มีความสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงกลับ (β) ซึ่งแปรตามความหนาแน่นของละออง ลอย ทำให้สามารถแยกสัญญาณที่เกิดจากเมฆและละอองลอยได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิง กลับ (β) ที่มีค่ามากจะแสดงสัญญาณที่เกิดจากการกระเจิงทวีคูณจากเมฆ และค่าสัมประสิทธิ์ การกระเจิงกลับ (β) ที่มีค่าน้อยแสดงสัญญาณที่เกิดจากละอองลอย

และในปีเดียวกันนี้ วิทยา เครือคำ และคณะ (Khruakham, W., et al. 2007: 18-20) ได้ ทำการทดลองตรวจวัดการกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) โดยใช้ข้อมูลดิบที่ได้ จากการวัดด้วยเครื่องไลดาร์แบบรามาน (Raman lidar) ซึ่งติดตั้งที่ภาควิชาฟิสิกส์ คณะ วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าระบบไลดาร์แบบรามานนี้ สามารถใช้วัดหาปริมาณของ

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ได้ในระยะทางประมาณ 12 km จากจุดที่ติดตั้งเครื่องมือ ซึ่งปิยชาติ วังมูล (Wangmool, P. 2005) ได้ทดลองพัฒนาโปรแกรมควบคุมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องไลดาร์แบบเรย์ลีห์ (Rayleigh lidar) ที่ติดตั้ง ณ สถานที่เดียวกัน พบว่าระบบไลดาร์แบบเรย์ลีห์ที่ได้รับการพัฒนานี้สามารถใช้ตรวจวัดข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบรรยากาศชั้นล่างได้ดี

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความรู้เรื่อง“การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร” โดยมีการดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1. ประชากร (Population)

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ทั้งชายและหญิงที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร 50 เขต โดยมีจำนวนเฉลี่ย 5,716,248 คน ซึ่งแบ่งเป็นชาย 2,727,574 คน (47.72%) และหญิง 2,988,674 คน (52.28%) (สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง. ออนไลน์: 2551.)

1.2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sample)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งคำนวณได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง กรณีทราบจำนวนประชากร (Taro Yamane, 1976 อ้างถึงใน ยุทธพงษ์ กัวยวรรณ์, 2543) แสดงดังนี้

$$\begin{aligned}n &= \frac{N}{1+Ne^2} \\&= \frac{5,716,248}{1+ (5,716,248 *(0.05)^2)} \\&= 399.97 \text{ คน ประมาณ } 400 \text{ คน}\end{aligned}$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง

ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ในการประมาณค่าตัวแทนของประชากร ความผิดพลาดไม่เกิน 5% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบบไม่ใส่คืน (Simple Random - Sampling Without Replacement)

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ทำการแบ่งเขตการปกครองของกรุงเทพมหานครเป็น 3 กลุ่มเขตจากจำนวนเขตพื้นที่ 50 เขต ดังนี้ (สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง, 2543)

1. กลุ่มเขตเมือง มี 14 เขต คือ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตพญาไท เขตธนบุรี เขตห้วยขวาง เขตคลองสาน เขตดินแดง เขตบางซื่อ เขตวังทองหลาง และเขตราชเทวี

2. กลุ่มเขตต่อเมือง มี 26 เขต คือ เขตบางเขน เขตบางกะปิ เขตพระโขนง เขตสายไหม เขตบางกอกน้อย เขตภาษีเจริญ เขตราษฎร์บูรณะ เขตบางพลัด เขตบึงกุ่ม เขตสาทร เขตจตุจักร เขตบางคอแหลม เขตประเวศ เขตคลองเตย เขตสวนหลวง เขตดอนเมือง เขตลาดพร้าว เขตวัฒนา เขตยานนาวา เขตบางกอกใหญ่ เขตบางแค เขตหลักสี่ เขตคันนายาว เขตสะพานสูง เขตบางนา และเขตทุ่งครุ

3. กลุ่มเขตชานเมือง มี 10 เขต คือ เขตหนองจอก เขตมีนบุรี เขตลาดกระบัง เขตตลิ่งชัน เขตบางขุนเทียน เขตหนองแขม เขตจอมทอง เขตบางบอน เขตทวีวัฒนา และเขตคลองสามวา

ขั้นตอนที่ 2 ในแต่ละกลุ่มเขต จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบบไม่ใส่คืน (Simple Random Sampling Without Replacement) โดยทำการจับฉลากเขตการปกครองจากทั้ง 3กลุ่มเขต มากกลุ่มเขตละ 30% ซึ่งได้แก่ กลุ่มเขตเมือง 4 เขต กลุ่มเขตต่อเมือง 8 เขต และกลุ่มเขตชานเมือง 3 เขต รวมเป็น 15 เขต ซึ่งได้ผลดังนี้

1. กลุ่มเขตเมือง 4 เขต ได้แก่ เขตราชเทวี เขตบางซื่อ เขตห้วยขวาง และเขตพญาไท

2. กลุ่มเขตต่อเมือง 8 เขต ได้แก่ เขตจตุจักร เขตบางนา เขตบางกะปิ เขตสาทร เขตดอนเมือง เขตภาษีเจริญ เขตสวนหลวง และ เขตลาดพร้าว

3. กลุ่มเขตชานเมือง 3 เขต ได้แก่ เขตลาดกระบัง เขตตลิ่งชัน และเขตบางบอน
โดยทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตามสถานที่ต่างๆ เช่น สถานที่ราชการ/รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานเอกชน สถาบันการศึกษา ห้างสรรพสินค้าและในย่านชุมชนที่อยู่อาศัยต่างๆ ทั้ง 15 เขต เขตละ 26 - 27 คนจนครบจำนวน 400 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (E-Government) เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม
2. สร้างแบบสอบถามที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย
3. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ได้ข้อคำถามที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย
4. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบและแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้
5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของชุดคำถามของแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficiency) ของ Cronbach (กัลยา วาณิชยปัญญา. 2544: 449) เพื่อทดสอบความคงที่ภายในของชุดคำถาม
6. นำแบบสอบถามที่ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นไปเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามซึ่งสร้างขึ้นจากการรวบรวมทฤษฎีเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างเป็นคำถามในแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน เป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-Ended Question) แบบมี 2 ทางเลือก โดยเลือกตอบเพียง 1 คำตอบ (Dichotomous) จำนวน 1 ข้อ และแบบมีหลายทางเลือก โดยเลือกตอบเพียง 1 คำตอบ (Multiple Choices) จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อของคำถามมีระดับการวัดข้อมูลประเภทต่างๆ ดังนี้

เพศ เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ(Nominal Scale)
 อายุ เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทเรียงลำดับ (Ordinal Scale)
 ระดับการศึกษา เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทเรียงลำดับ (Ordinal Scale)
 อาชีพ เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
 รายได้ต่อเดือน เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทเรียงลำดับ (Ordinal Scale)

ส่วนที่ 2 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งเป็น 5 ข้อ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และ การรับรู้ในด้านกระบวนการ โดยใช้แบบสอบถามแบบ Likert Scale โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาค (Interval Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ มีจำนวน 31 ข้อ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ จำนวน 5 ข้อ การรับรู้ในด้านราคา จำนวน 3 ข้อ การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย จำนวน 9 ข้อ การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด จำนวน 10 ข้อ การรับรู้ในด้านกระบวนการ จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับการรับรู้	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1
ไม่รับรู้	0

การกำหนดเกณฑ์เฉลี่ยในการอธิบายโดยอาศัยสูตรคำนวณช่วงกว้างของชั้น (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544: 25) ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อันตรภาคชั้น (Interval)} &= \frac{\text{พิสัย (Range)}}{\text{จำนวน (Class)}} \\
 &= \frac{5-0}{5} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

ดังนั้นการอธิบายในส่วนของ Descriptive ผลการวิจัยของลักษณะแบบสอบถามที่ใช้วัดระดับการรับรู้ ซึ่งเป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาคชั้น (Interval Scale) ผู้วิจัยใช้เกณฑ์เฉลี่ยดังนี้

<u>ค่าเฉลี่ย</u>		<u>ระดับการรับรู้</u>
0 – 1.00	หมายถึง	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับน้อยที่สุด
1.01 – 2.00	หมายถึง	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับน้อย
2.01 – 3.00	หมายถึง	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับปานกลาง
3.01 – 4.00	หมายถึง	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับมาก
4.01 – 5.00	หมายถึง	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับมากที่สุด

และในการทดสอบสมมติฐานจะใช้เกณฑ์แบ่งระดับข้อมูลเป็น 3 กลุ่ม โดยจะใช้ข้อมูลเป็นประเภทเรียงลำดับ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์เฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 0 - 1.67	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.68 - 3.35	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.36 - 5.00	ประชาชนมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐในระดับมาก

ส่วนที่ 3 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ พฤติกรรมการใช้บริการ ประเภทการบริการ ระยะเวลาที่ใช้บริการ ผู้แนะนำให้ใช้บริการ สาเหตุที่ใช้บริการ การแนะนำหรือบอกต่อแนวโน้มการใช้บริการในอนาคต และ สาเหตุที่ไม่ใช้บริการ

เป็นแบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-Ended Question) แบบมี 2 ทางเลือก โดยเลือกตอบเพียง 1 คำตอบ (Dichotomous) จำนวน 3 ข้อ และแบบมีหลายทางเลือก โดยเลือกตอบเพียง 1 คำตอบ (Multiple Choices) จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อของคำถามมีระดับการวัดข้อมูลประเภทต่าง ๆ ดังนี้

พฤติกรรมการใช้บริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
ประเภทการบริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
ระยะเวลาที่ใช้บริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทเรียงลำดับ (Ordinal Scale)
ผู้แนะนำให้ใช้บริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
สาเหตุที่ใช้บริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
การแนะนำหรือบอกต่อ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
แนวโน้มการใช้บริการในอนาคต	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)
สาเหตุที่ไม่ใช้บริการ	เป็นระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1. หนังสือพิมพ์ วารสารต่าง ๆ
2. หนังสือวิชาการ บทความที่เกี่ยวข้องกับการบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (E-Government)
3. ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับการบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (E-Government)
4. รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (E-Government)

3.2. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

ได้จากการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามตามสถานที่ที่กำหนดไว้ โดยเริ่มเก็บข้อมูลในเดือนกันยายน – ตุลาคม 2551จนได้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การจัดการทำข้อมูล

หลังจากการรวบรวมแบบสอบถามทั้งหมดที่ทำการตอบแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำแบบสอบถามทั้งหมดมาดำเนินการดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูล (Editing) ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของแบบสอบถาม และทำการแยกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก

2. การลงรหัส (Coding) นำแบบสอบถามที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วมาลงรหัสตามที่กำหนดรหัสไว้ล่วงหน้า

3. การประมวลผลข้อมูล ข้อมูลที่ลงรหัสแล้ว จะนำมาทำการบันทึกโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลซึ่งใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป เพื่อทำการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistic Package for Social Sciences หรือ SPSS) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในส่วนที่ 1 คือ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน โดยหาความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ในส่วนที่ 2 โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviations)

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ในส่วนที่ 3 โดยหาความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ โดยจะใช้สถิติ Chi-Square

4.3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐมีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติทดสอบคือ สถิติ Chi-Square และ Cramer's V

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) บรรยายลักษณะข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สถิติที่ใช้ได้แก่

5.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

โดยแทนค่า	P	สถิติร้อยละ
	f	ความถี่ในการปรากฏของข้อมูล
	n	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้แปลความหมายของข้อมูลด้านต่างๆ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2541: 40)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยแทนค่า	X	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย
	n	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อใช้แปลความหมายของข้อมูลด้านต่างๆ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2541: 40)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n}}$$

โดยแทนค่า	S.D.	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5.2 สถิติที่ใช้เพื่อหาความเชื่อมั่น ของแบบสอบถาม การวัดความเชื่อถือได้ของเครื่องมือโดยการหาความเชื่อมั่น ใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้สูตร (กัลยา วาณิชยปัญญา. 2551: 445)

$$\alpha = \frac{\frac{k \text{ covariance} / \text{variance}}{1 + (k - 1) \text{ covariance} / \text{variance}}}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนข้อถาม
	$\frac{\text{covariance}}{\text{variance}}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของค่าแปรปรวนร่วมระหว่างข้อต่าง ๆ
	variance	แทน	ค่าเฉลี่ยของค่าแปรปรวนของข้อถาม

5.3 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Analysis)

5.3.1 การทดสอบสมมติฐานใช้การทดสอบความความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยของตัวแปร 2 ตัว โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) โดยใช้สูตรดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2545: 182) และทำการทดสอบเพิ่มเติมเมื่อ Chi-Square มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ โดยการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยสถิติ Cramer's V

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

โดย χ^2	แทน	ค่าสถิติของการทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Test)
O_{ij}	แทน	ความถี่ที่ได้จากข้อมูลแถวที่ i และคอลัมน์ที่ j
E_{ij}	แทน	ความถี่ที่คาดหวังจากแถวที่ i และคอลัมน์ที่ j
r	แทน	จำนวนกลุ่มของตัวแปรด้านแถว
c	แทน	จำนวนกลุ่มของตัวแปรด้านคอลัมน์

5.3.2 สถิติ Cramer's V ใช้ทำการวัดขนาดความสัมพันธ์ เมื่อมีตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งหรือทั้งสองตัวแปรเป็น Nominal Scale โดยใช้สูตรดังนี้ (กัลยา วาณิชยปัญญา. 2545: 182)

$$\text{Cramer's V} = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(t-1)}}$$

โดยที่ Cramer's V	แทนค่า	ค่าสัมประสิทธิ์ Cramer V
χ^2	แทนค่า	ค่าของ χ^2 จากการทดลองความเป็นอิสระ
ต่อกัน		
n	แทนค่า	ขนาดตัวอย่าง
t	แทนค่า	จำนวนแถวหรือจำนวนสดมภ์ที่มีค่าน้อย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษา “การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร” การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
χ^2	แทน	ค่าสถิติของการทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Test)
Cramer's V	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ Cramer V
Sig. (2 tailed)	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการทดลองที่ใช้โปรแกรม SPSS คำนวณได้ ซึ่งจะใช้ในการสรุปผลสมมติฐาน
H ₀	แทน	สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis)
H ₁	แทน	สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลตามความมุ่งหมายของการวิจัย โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน ตามลำดับต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน เพื่อทดสอบสมมติฐานดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตอนที่2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐมีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน โดยนำเสนอในรูปของจำนวนและร้อยละ ดังปรากฏในตาราง

ตาราง 2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	180	45.0
หญิง	220	55.0
รวม	400	100.0

จากตาราง 2 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน แบ่งเป็นเพศหญิงจำนวน 220 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0 และเป็นเพศชาย จำนวน 180 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0

ตาราง 3 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 20 ปี	46	11.5
21-30 ปี	194	48.5
31-40 ปี	91	22.8
41-50 ปี	37	9.2
51 ปีขึ้นไป	32	8.0
รวม	400	100.0

จากตาราง 3 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ คือกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี จำนวน 194 คน คิดเป็นร้อยละ 48.5 รองลงมา คือกลุ่มอายุระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 22.8 กลุ่มอายุต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 11.5 กลุ่มอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 9.2 และ กลุ่มอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 8.0

ตาราง 4 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับการศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่าปริญญาตรี	43	10.8
ปริญญาตรี	245	61.2
สูงกว่าปริญญาตรี	112	28.0
รวม	400	100.0

จากตาราง 4 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 245 คน คิดเป็นร้อยละ 61.2 รองลงมา เป็นกลุ่มที่มีการศึกษาระดับสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 28.0 และ กลุ่มที่มีการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 10.8

ตาราง 5 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

อาชีพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักเรียน / นักศึกษา	121	30.2
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	32	8.0
พนักงานบริษัทเอกชน	182	45.5
เจ้าของกิจการ / ธุรกิจส่วนตัว	33	8.3
อื่นๆ (โปรดระบุ)	32	8.0
รวม	400	100.0

จากตาราง 5 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มที่มีอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 182 คน คิดเป็นร้อยละ 45.5 รองลงมา เป็นกลุ่มอาชีพเป็นนักเรียน / นักศึกษา จำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 30.2 กลุ่มอาชีพเจ้าของกิจการ / ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 กลุ่มอาชีพข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 8.0 และกลุ่มอาชีพอื่นๆ จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 8.0

ตาราง 6 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	106	26.5
10,001-30,000 บาท	161	40.2
30,001-50,000 บาท	71	17.8
50,001 บาทขึ้นไป	62	15.5
รวม	400	100.0

จากตาราง 6 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 10,001-30,000 บาท จำนวน 161 คน คิดเป็นร้อยละ 40.2 รองลงมา คือกลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า หรือเท่ากับ 10,000 บาท จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26.5 กลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 30,001-50,000 บาท จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 17.8 และกลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 50,001 บาทขึ้นไป จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 15.5

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐที่มีผล
ต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนใน
กรุงเทพมหานคร**

ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย การรับรู้ในกิจกรรมทางการตลาด ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/การบริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และการรับรู้ในด้านกระบวนการ

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ

ระดับการรับรู้กิจกรรมทาง การ ตลาด ภา ค รั ฐ ด ำ น ผลิ ต ภ ั ญ ฑ์ / บ ริ ก าร	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการรับรู้
การให้บริการด้านข้อมูล ข่าวสาร	2.74	1.05	ปานกลาง
การให้บริการเชิงรายการ	2.80	1.10	ปานกลาง
การให้บริการการโอนเงิน อิเล็กทรอนิกส์	2.85	1.09	ปานกลาง
การให้บริการการจัดซื้อทาง อิเล็กทรอนิกส์	2.21	1.22	ปานกลาง
การลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง ผ่านคอมพิวเตอร์ที่บ้าน	1.57	1.32	น้อย
รวม	2.43	0.86	ปานกลาง

จากตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์/บริการโดยรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการในระดับปานกลาง คือ การให้บริการการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ การให้บริการเชิงรายการ การให้บริการด้านข้อมูลข่าวสาร และการให้บริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85, 2.80, 2.74 และ 2.21 ตามลำดับ

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการในระดับน้อย คือ การลงคะแนนเสียงเลือกตั้งผ่านคอมพิวเตอร์ที่บ้าน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านราคา

ระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาด ภาครัฐด้านราคา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการรับรู้
ลดค่าใช้จ่ายในการรับบริการจาก หน่วยงานที่ให้บริการ	2.32	1.30	ปานกลาง
ลดค่าใช้จ่ายด้านเวลา	2.72	1.27	ปานกลาง
ลดค่าบริการหรือค่าธรรมเนียมอื่นๆ	2.27	1.30	ปานกลาง
รวม	2.44	1.14	ปานกลาง

จากตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านราคา ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดด้านราคาโดยรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.44 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านราคาในระดับปานกลาง คือ การลดค่าใช้จ่ายด้านเวลา การลดค่าใช้จ่ายในการรับบริการจากหน่วยงานที่ให้บริการ และการลดค่าบริการหรือค่าธรรมเนียมอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.72, 2.32 และ 2.27 ตามลำดับ

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทาง
การตลาดภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย

ระดับการรับรู้กิจกรรมทาง การตลาดภาครัฐด้านช่อง ทางการจัดจำหน่าย	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการรับรู้
ความสวยงามและความดึงดูด ใจให้น่าใช้ของเว็บไซต์	2.27	1.09	ปานกลาง
การให้บริการแบบที่เดียว เบ็ดเสร็จของเว็บไซต์	2.27	1.20	ปานกลาง
การมีข้อมูลให้ผู้ให้บริการ ติดต่อกับผู้รับผิดชอบใน เนื้อหาที่น่าเสนอ	2.27	1.15	ปานกลาง
การให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และน่าเชื่อถือ	2.52	1.14	ปานกลาง
การเผยแพร่ข้อมูลที่ควร เปิดเผยให้ผู้รับบริการได้รับรู้	2.49	1.17	ปานกลาง
การเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็น ประโยชน์ต่อการเรียนรู้	2.72	1.21	ปานกลาง
การเปิดโอกาสให้ซักถามข้อ สงสัย เสนอแนะ การปรับปรุง และแก้ไขการบริการให้ดีขึ้น	2.29	1.20	ปานกลาง
การเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการ เข้ามาแสดงความคิดเห็นและ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่ง กันและกัน	2.23	1.22	ปานกลาง
ความสะดวกรวดเร็วของ เว็บไซต์ทำ	1.96	1.45	น้อย
รวม	2.33	0.97	ปานกลาง

จากตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่ายโดยรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่ายในระดับปานกลาง คือ การเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ การให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและน่าเชื่อถือ การเผยแพร่ข้อมูลที่ควรเปิดเผยให้ผู้รับบริการได้รับรู้ การเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย เสนอแนะ การปรับปรุง และแก้ไขการบริการให้ดีขึ้น การให้บริการแบบที่เดียวเบ็ดเสร็จของเว็บไซต์ การมีข้อมูลให้ผู้ใช้บริการติดต่อกับผู้รับผิดชอบในเนื้อหาที่น่าเสนอ ความสวยงามและความดึงดูดใจให้น่าใช้ของเว็บไซต์ และ การเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการเข้ามาแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.72, 2.52, 2.49, 2.29, 2.27, 2.27 และ 2.23 ตามลำดับ

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่ายในระดับน้อย คือ ความสะดวกรวดเร็วของเว็บไซต์ทำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.96

ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทาง
การตลาดภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด

ระดับการรับรู้กิจกรรมทาง การตลาดภาครัฐด้านการ ส่งเสริมการตลาด	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการรับรู้
การรับรู้ผ่านทางโทรทัศน์	2.35	1.23	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางวิทยุ	1.99	1.12	น้อย
การรับรู้ผ่านทางหนังสือพิมพ์	2.13	1.19	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางนิตยสาร	1.86	1.15	น้อย
การรับรู้ผ่านทางป้ายโฆษณา และโปสเตอร์	2.07	1.21	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	2.50	1.25	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางแผ่นพับของ หน่วยงานรัฐ	2.05	1.23	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางโบรชัวร์ของ หน่วยงานรัฐ	2.01	1.20	ปานกลาง
การรับรู้ผ่านทางคู่มือของ หน่วยงานรัฐ	1.86	1.18	น้อย
การรับรู้จากการบอกต่อของ บุคคลรอบข้าง	2.20	1.25	ปานกลาง
รวม	2.10	0.93	ปานกลาง

จากตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้
กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ
อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้
กิจกรรมทางการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาดโดยรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 2.10 เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่า

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด
ในระดับปานกลาง คือ การรับรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต การรับรู้ผ่านทางโทรทัศน์ การรับรู้จากการ
บอกต่อของบุคคลรอบข้าง การรับรู้ผ่านทางหนังสือพิมพ์ การรับรู้ผ่านทางป้ายโฆษณาและ

โปสเตอร์ การรับรู้ผ่านทางแผ่นพับของหน่วยงานรัฐ และ การรับรู้ผ่านทางโบรชัวร์ของหน่วยงานรัฐ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, 2.35, 2.20, 2.13, 2.07, 2.05 และ 2.01 ตามลำดับ

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาดในระดับน้อย คือ การรับรู้ผ่านทางวิทยุ การรับรู้ผ่านทางคู่มือของหน่วยงานรัฐ และ การรับรู้ผ่านทางนิตยสาร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.99, 1.86 และ 1.86 ตามลำดับ

ตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านกระบวนการ

ระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านกระบวนการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการรับรู้
ความใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว	2.65	1.08	ปานกลาง
ความปลอดภัยในด้านการเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้	2.48	1.14	ปานกลาง
การเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม	2.32	1.19	ปานกลาง
ความปลอดภัยในด้านการรับและส่งข้อมูลกับเว็บไซต์ภาครัฐ	2.32	1.20	ปานกลาง
รวม	2.44	1.01	ปานกลาง

จากตาราง 11 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านกระบวนการ ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดด้านกระบวนการโดยรวมในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.44 เมื่อพิจารณาข้อพบว่า

ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐด้านการกระบวนการในระดับปานกลาง คือ ใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว ความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ การเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม และความปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูลกับเว็บไซต์ภาครัฐ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.65, 2.48, 2.32 และ 2.32 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 12 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม

พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เคยใช้	268	67.0
ไม่เคยใช้	132	33.0
รวม	400	100.0

จากตาราง 12 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ จำนวน 268 คน คิดเป็นร้อยละ 67.0 และไม่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 33.0

ตาราง 13 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับประเภทของบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ประเภทของบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการ	เลือก		ไม่เลือก	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การบริการด้านข้อมูลข่าวสาร	219	81.7	49	18.3
การบริการเชิงรายการ	96	35.8	172	64.2
การบริการการเงินอิเล็กทรอนิกส์	67	25.0	201	75.0
การบริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์	13	4.9	255	95.1
การให้บริการการลงคะแนนเสียง	3	1.1	265	98.9
เลือกตั้งผู้รับสมัครเลือกตั้งในท้องถิ่นจากคอมพิวเตอร์ที่บ้าน				

จากตาราง 13 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับประเภทของบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐทั้งหมด 268 คน สามารถแจกแจงตามประเภทของบริการจากมากไปน้อยได้ดังนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เลือกใช้บริการด้านข้อมูลข่าวสาร จำนวน 219 คน คิดเป็นร้อยละ 81.7 และ ไม่เลือกใช้บริการด้านข้อมูลข่าวสาร จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 18.3

รองลงมาผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการเชิงรายการ จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 35.8 และ ไม่เลือกใช้บริการเชิงรายการ จำนวน 172 คน คิดเป็นร้อยละ 64.2

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และ ไม่เลือกใช้บริการการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 201 คน คิดเป็นร้อยละ 75.0

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 4.9 และ ไม่เลือกใช้บริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 255 คน คิดเป็นร้อยละ 95.1

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งผู้รับสมัครเลือกตั้งในท้องถิ่นจากคอมพิวเตอร์ที่บ้าน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.1 และ ไม่เลือกใช้บริการให้บริการการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งผู้รับสมัครเลือกตั้งในท้องถิ่นจากคอมพิวเตอร์ที่บ้าน จำนวน 265 คน คิดเป็นร้อยละ 98.9

ตาราง 14 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับระยะเวลาที่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระยะเวลาที่เคยใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	158	59.0
เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	45	16.8
เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	32	11.9
เคยใช้มาเป็นเวลามากกว่า 6 ปี	33	12.3
รวม	268	100.0

จากตาราง 14 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับระยะเวลาที่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 268 คน ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มผู้เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลาภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 59.0 รองลงมา เป็นกลุ่มผู้เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลาภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 16.8 กลุ่มผู้เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลามากกว่า 6 ปี จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 12.3 และกลุ่มผู้เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลาภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 11.9

ตาราง 15 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับบุคคลที่มีผลต่อการรู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม

บุคคลที่มีผลต่อการรู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
บุคคลในครอบครัว	36	13.4
บุคคลที่ทำงาน	100	37.3
เพื่อน	67	25.0
บุคลากรจากหน่วยงานราชการ	33	12.3
อื่นๆ	32	12.0
รวม	268	100.0

จากตาราง 15 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับบุคคลที่มีผลต่อการรู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 268 คน โดยบุคคลที่มีผลต่อการรู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากที่สุดคือ บุคคลที่ทำงาน จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 37.3 รองลงมาคือ เพื่อน จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 บุคคลในครอบครัว จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 13.4 บุคลากรจากหน่วยงานราชการ จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 12.3 และอื่นๆ จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 12.0

ตาราง 16 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับสาเหตุที่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

สาเหตุที่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	เลือก		ไม่เลือก	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบที่สวยงาม ดึงดูดให้มาใช้ และใช้งานง่าย	14	5.2	254	94.8
สะดวก รวดเร็ว และประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย	205	76.5	63	23.5
เว็บไซต์ของภาครัฐมีการบริการแบบที่เดียวเบ็ดเสร็จ (One-Stop-Service)	52	19.4	216	80.6
เว็บไซต์ของภาครัฐมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล	57	21.3	211	78.7
อื่นๆ	21	7.8	247	92.2

จากตาราง 16 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับสาเหตุที่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐทั้งหมด 268 คน สามารถแจกแจงถึงสาเหตุที่เลือกใช้บริการจากมากไปน้อยได้ดังนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านสะดวก รวดเร็ว และประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย จำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 76.5 และไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 23.5

รองลงมาผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเว็บไซต์ของภาครัฐมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 21.3 และไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 211 คน คิดเป็นร้อยละ 78.7

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเว็บไซต์ของภาครัฐมีการบริการแบบที่เดียวเบ็ดเสร็จ (One-Stop-Service) จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 19.4 และไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 216 คน คิดเป็นร้อยละ 80.6

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเหตุผลอื่นๆ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 7.8 และไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 92.2

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านการ
ออกแบบอย่างสวยงาม ดึงดูดให้น่าใช้ และใช้งานง่าย จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 5.2 และ
ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 94.8

ตาราง 17 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับการแนะนำ/บอกต่อให้กับบุคคลที่ท่านรู้จักมา
ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม

การแนะนำ/บอกต่อให้กับบุคคลที่ ท่านรู้จักมาใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
บอกต่อ	238	88.8
ไม่บอกต่อ	30	11.2
รวม	268	100.0

จากตาราง 17 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับการแนะนำ/บอกต่อให้กับบุคคลที่ท่าน
รู้จักมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยใช้บริการทั้งหมด 268
คน ส่วนใหญ่ จะทำการแนะนำบอกต่อ จำนวน 238 คน คิดเป็นร้อยละ 88.8 และจะไม่ทำการ
แนะนำบอกต่อ จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 11.2

ตาราง 18 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์
ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม

แนวโน้มการให้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	334	83.5
ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	66	16.5
รวม	400	100.0

จากตาราง 18 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์
ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่ จะใช้บริการต่อ/ใช้บริการ จำนวน
334 คน คิดเป็นร้อยละ 83.5 และไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ
16.5

ตาราง 19 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับสาเหตุที่ไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของผู้ตอบแบบสอบถาม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

สาเหตุที่ไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	เลือก		ไม่เลือก	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เว็บไซต์ออกแบบไม่สวยงาม ลำโพง ไม่ดึงดูดให้ใช้งาน และใช้งานยาก	53	40.2	79	59.8
ไม่สะดวกในการใช้บริการกับภาครัฐผ่านทางอินเทอร์เน็ต	54	40.9	78	59.1
เว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีการแนะนำหรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการ	58	43.9	74	56.1
เว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีความน่าเชื่อถือและไม่ปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล	26	19.7	106	80.3
อื่นๆ	19	14.4	113	85.6

จากตาราง 19 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับสาเหตุที่ไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐทั้งหมด 132 คน สามารถแจกแจงตามสาเหตุที่ไม่เลือกใช้บริการจากมากไปน้อยได้ดังนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ จะไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีการแนะนำหรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการ จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 43.9 และ ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 56.1

รองลงมาผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านไม่สะดวกในการใช้บริการกับภาครัฐผ่านทางอินเทอร์เน็ต จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 40.9 และ ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 59.1

ผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเว็บไซต์ออกแบบไม่สวยงาม ลำโพง ไม่ดึงดูดให้ใช้งาน และใช้งานยาก จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 40.2 และ ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 59.8

ผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีความน่าเชื่อถือและไม่ปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 19.7 และ ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 80.3

ผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐด้วยเหตุผลในด้านเหตุผลอื่นๆ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 14.4 และ ไม่เลือกเหตุผลด้านนี้ จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 85.6

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานย่อยได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1.1 เพศมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

สมมติฐานที่ 1.1.1 เพศมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : เพศไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : เพศมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 20 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างเพศ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

เพศ	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
ชาย	123	57	180
หญิง	145	75	220
รวม	268	132	400

$\chi^2 = .263$

Sig. (2-tailed) = .608

จากตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ .263 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .608 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า เพศไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.1.2 เพศมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : เพศไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : เพศมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 21 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างเพศ กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

เพศ	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ ภายใน 4-5 ปี ที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็น เวลามากกว่า 6 ปี	
ชาย	71	23	15	14	123
หญิง	87	22	17	19	145
รวม	158	45	32	33	268

$\chi^2 = .724$ Sig. (2-tailed) = .868

จากตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศ กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ .724 และ ค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .868 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า เพศไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.1.3 เพศมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : เพศไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : เพศมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 22 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างเพศ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

เพศ	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		รวม
	ใช้บริการต่อ/ใช้ บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช่ บริการ	
ชาย	150	30	180
หญิง	184	36	220
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = .007$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .935$$

จากตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ .007 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .935 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า เพศไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.2 อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

สมมติฐานที่ 1.2.1 อายุมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อายุไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อายุมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 23 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอายุ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อายุ	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 20 ปี	15	31	46
21-30 ปี	130	64	194
31-40 ปี	81	10	91
41-50 ปี	23	14	37
51 ปีขึ้นไป	19	13	32
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 45.781^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอายุ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครโดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 45.781 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า อายุมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.2.2 อายุมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อายุไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อายุมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 24 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอายุ กับระยะเวลาที่ใช้บริการ
อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อายุ	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ ภายใน 4-5 ปี ที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็น เวลามากกว่า 6 ปี	
ต่ำกว่า หรือ เท่ากับ 20 ปี	13	0	2	0	15
21-30 ปี	99	23	6	2	130
31-40 ปี	31	16	19	15	81
41-50 ปี	9	5	3	6	23
51 ปีขึ้นไป	6	1	2	10	19
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 83.329^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอายุ กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 83.329 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า อายุมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.2.3 อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อายุไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 25 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอายุ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อายุ	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	รวม
ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 20 ปี	28	18	46
21-30 ปี	172	22	194
31-40 ปี	81	10	91
41-50 ปี	29	8	37
51 ปีขึ้นไป	24	8	32
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 25.236^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอายุ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 25.236 และค่า Sig. (2-tailed) ค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.3 **ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ**

สมมติฐานที่ 1.3.1 **ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ**

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : ระดับการศึกษาสูงสุดไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 26 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ระดับการศึกษาสูงสุด	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
ต่ำกว่าปริญญาตรี	16	27	43
ปริญญาตรี	175	70	245
สูงกว่าปริญญาตรี	77	35	112
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 19.588^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 19.588 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.3.2 ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : ระดับการศึกษาสูงสุดไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 27 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ระดับการศึกษา สูงสุด	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ ภายใน 4-5 ปี ที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็น เวลามากกว่า 6 ปี	
ต่ำกว่า ปริญญาตรี	12	3	0	1	16
ปริญญาตรี	105	31	22	17	175
สูงกว่า ปริญญาตรี	41	11	10	15	77
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 8.259$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .220$$

ผลจากตาราง 27 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 8.259 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .220 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า ระดับการศึกษาสูงสุดไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.3.3 ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : ระดับการศึกษาสูงสุดไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 28 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ระดับการศึกษาสูงสุด	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้ บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช่ บริการ	รวม
ต่ำกว่าปริญญาตรี	27	16	43
ปริญญาตรี	205	40	245
สูงกว่าปริญญาตรี	102	10	112
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 18.051^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 28 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างระดับการศึกษาสูงสุด กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 18.051 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.4 อาชีพมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

สมมติฐานที่ 1.4.1 อาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อาชีพไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 29 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อาชีพ	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
นักเรียน / นักศึกษา	61	60	121
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	26	6	32
พนักงาน บริษัทเอกชน	129	53	182
เจ้าของกิจการ / ธุรกิจส่วนตัว	23	10	33
อื่นๆ	29	3	32
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 27.421^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลจากตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 27.421 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า อาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.4.2 อาชีพมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อาชีพไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อาชีพมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 30 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อาชีพ	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็น เวลามากกว่า 6 ปี	
นักเรียน / นักศึกษา	50	7	4	0	61
ข้าราชการ / พนักงาน รัฐวิสาหกิจ	14	7	1	4	26
พนักงาน บริษัทเอกชน	78	29	9	13	129
เจ้าของ กิจการ / ธุรกิจส่วนตัว	10	1	5	7	23
อื่น ๆ	6	1	13	9	29
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 80.389^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 30 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 80.389 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า อาชีพมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.4.3 อาชีพมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : อาชีพไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : อาชีพมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 31 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

อาชีพ	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้	รวม
	บริการ	บริการ	
นักเรียน / นักศึกษา	99	22	121
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	26	6	32
พนักงาน บริษัทเอกชน	156	26	182
เจ้าของกิจการ / ธุรกิจส่วนตัว	27	6	33
อื่นๆ	26	6	32
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 1.199$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .878$$

จากตาราง 31 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอาชีพ กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 1.199 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .878 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า อาชีพไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.5 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

สมมติฐานที่ 1.5.1 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนไม่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 32 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 10,000 บาท	52	54	106
10,001-30,000 บาท	123	38	161
30,001-50,000 บาท	50	21	71
50,001 บาทขึ้นไป	43	19	62
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 22.398^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 32 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 22.398 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.5.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 33 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็นเวลามากกว่า 6 ปี	
ต่ำกว่า หรือ เท่ากับ 10,000 บาท	41	5	5	1	52
10,001-30,000 บาท	80	24	11	8	123
30,001-50,000 บาท	20	7	10	13	50
50,001 บาท ขึ้นไป	17	9	6	11	43
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 38.579^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 33 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 38.579 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.5.3 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

H_0 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

H_1 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ตาราง 34 แสดงการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		รวม
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	
ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 10,000 บาท	87	19	106
10,001-30,000 บาท	140	21	161
30,001-50,000 บาท	56	15	71
50,001 บาทขึ้นไป	51	11	62
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 2.725$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .436$$

จากตาราง 34 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 2.725 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .436 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือนไม่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานข้อที่ 2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และ การรับรู้ในด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสามารถเขียนสมมติฐานย่อยได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 2.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานที่ 2.1.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₀: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₁: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 35 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	35	33	68
รับรู้ปานกลาง	198	85	283
รับรู้มาก	35	14	49
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 8.977^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .011$$

$$\text{Cramer's V} = .150$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 35 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 8.977 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .011 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H₀) และยอมรับสมมติฐานรอง (H₁) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .150 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 15

สมมติฐานที่ 2.1.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 36 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็นเวลามากกว่า 6 ปี	
รับรู้น้อย	19	5	4	7	35
รับรู้ปานกลาง	118	32	26	22	198
รับรู้มาก	21	8	2	4	35
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 4.408$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .622$$

จากตาราง 36 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 4.408 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .622 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายถึง ความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.1.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 37 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	55	13	68
รับรู้ปานกลาง	236	47	283
รับรู้มาก	43	6	49
รวม	334	66	400

$\chi^2 = .985$

Sig. (2-tailed) = .611

จากตาราง 37 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ .985 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .611 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานที่ 2.2.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคาไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 38 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	51	43	94
รับรู้ปานกลาง	162	75	237
รับรู้มาก	55	14	69
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 12.144^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .002$$

$$\text{Cramer's V} = .174$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 38 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 12.144 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .002 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .174 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 17.4

สมมติฐานที่ 2.2.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 39 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็นเวลามากกว่า 6 ปี	
รับรู้น้อย	31	6	8	6	51
รับรู้ปานกลาง	89	30	20	23	162
รับรู้มาก	38	9	4	4	55
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 5.732$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .454$$

จากตาราง 39 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 5.732 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .454 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.2.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 40 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	66	28	94
รับรู้ปานกลาง	204	33	237
รับรู้มาก	64	5	69
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 17.475^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .000$$

$$\text{Cramer's V} = .209$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 40 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 17.475 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .209 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 20.9

สมมติฐานที่ 2.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานที่ 2.3.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₀: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₁: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 41 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	47	45	92
รับรู้ปานกลาง	183	75	258
รับรู้มาก	38	12	50
รวม	268	132	400

$\chi^2 = 14.171^*$

Sig. (2-tailed) = .001

Cramer's V = .188

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 41 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐช่องทางการจัดจำหน่าย กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 14.171 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึง

ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .188 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 18.8

สมมติฐานที่ 2.3.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 42 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรม ทางการตลาด ของภาครัฐด้าน ช่องทางการจัด จำหน่าย	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1- 2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3- 4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็นเวลา มากกว่า 6 ปี	
รับรู้น้อย	24	8	8	7	47
รับรู้ปานกลาง	106	33	21	23	183
รับรู้มาก	28	4	3	3	38
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 5.422$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .491$$

จากตาราง 42 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐช่องทางการจัดจำหน่าย กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 5.422 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .491 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.3.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 43 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	69	23	92
รับรู้ปานกลาง	218	40	258
รับรู้มาก	47	3	50
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 9.011^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .011$$

$$\text{Cramer's V} = .150$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 43 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 9.011 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .011 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .150 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 15

สมมติฐานที่ 2.4 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานที่ 2.4.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 44 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของ
ภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของ
ประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทาง การตลาดของภาครัฐ ด้านการส่งเสริม การตลาด	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	62	50	112
รับรู้ปานกลาง	183	74	257
รับรู้มาก	23	8	31
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 9.649^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .008$$

$$\text{Cramer's V} = .155$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 44 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาด
ของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของ
ประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า
 χ^2 มีค่าเท่ากับ 9.649 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .008 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ
สมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทาง
การตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการ
อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาด
ของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์
ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .155 ตัวแปรสองตัวมี
ความสัมพันธ์กันร้อยละ 15.5

สมมติฐานที่ 2.4.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₀: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₁: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 45 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรม ทางการตลาด ของภาครัฐด้าน การส่งเสริม การตลาด	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็น เวลามากกว่า 6 ปี	
รับรู้น้อย	38	12	5	7	62
รับรู้ปานกลาง	106	30	25	22	183
รับรู้มาก	14	3	2	4	23
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 2.541$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .864$$

จากตาราง 45 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 2.541 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .864 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H₀) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.4.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₀: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H₁: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 46 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	89	23	112
รับรู้ปานกลาง	217	40	257
รับรู้มาก	28	3	31
รวม	334	66	400

$\chi^2 = 2.535$

Sig. (2-tailed) = .282

จากตาราง 46 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 2.535 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .282 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H₀) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.5 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานที่ 2.5.1 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 47 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ	พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	เคยใช้บริการ	ไม่เคยใช้บริการ	รวม
รับรู้น้อย	45	37	82
รับรู้ปานกลาง	181	77	258
รับรู้มาก	42	18	60
รวม	268	132	400

$$\chi^2 = 6.855^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .032$$

$$\text{Cramer's V} = .131$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 47 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ กับ พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 6.855 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .032 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .131 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 13.1

สมมติฐานที่ 2.5.2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 48 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรม ทางการตลาด ของภาครัฐด้าน กระบวนการ	ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ				รวม
	เคยใช้ภายใน 1- 2 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 3- 4 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา	เคยใช้มาเป็นเวลา มากกว่า 6 ปี	
รับรู้น้อย	22	8	7	8	45
รับรู้ปานกลาง	109	30	22	20	181
รับรู้มาก	27	7	3	5	42
รวม	158	45	32	33	268

$$\chi^2 = 3.697$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .718$$

จากตาราง 48 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ กับ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 3.697 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .718 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.5.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนใน กรุงเทพมหานคร

H_0 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ ไม่มีความสัมพันธ์กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

H_1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ตาราง 49 แสดงการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของ ภาครัฐด้านกระบวนการ กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนใน กรุงเทพมหานคร

การรับรู้กิจกรรมทาง การตลาดของภาครัฐ ด้านกระบวนการ	แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ		
	ใช้บริการต่อ/ใช้ บริการ	ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้ บริการ	รวม
รับรู้น้อย	60	22	82
รับรู้ปานกลาง	219	39	258
รับรู้มาก	55	5	60
รวม	334	66	400

$$\chi^2 = 9.613^*$$

$$\text{Sig. (2-tailed)} = .008$$

$$\text{Cramer's V} = .155$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 49 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ กับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนใน กรุงเทพมหานคร โดยใช้สถิติ Chi-Square (χ^2 - test) ในการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 9.613 และค่า Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ .008 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) หมายความว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อทดสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์ Cramer's V พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .155 ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 15.5

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

ตาราง 50 แสดงสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ สมมติฐาน
สมมติฐานข้อที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชน ในกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.1 : เพศมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.1.1: เพศมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.1.2: เพศมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.1.3: เพศมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.2 : อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.2.1: อายุมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.2.2: อายุมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.2.3: อายุมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับสมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.3 : ระดับการศึกษาสูงสุดที่ต่างกันมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.3.1: ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อพฤติกรรมการใช้ บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.3.2: ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.3.3: ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการ ใช้ บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.4 : อาชีพมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.4.1: อาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.4.2: อาชีพมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.4.3: อาชีพมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการ อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.5 : รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	
สมมติฐานที่ 1.5.1: รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อพฤติกรรมการ ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.5.2: รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	สอดคล้องกับ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1.5.3: รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อแนวโน้มการใช้ บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ	ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ สมมติฐาน
สมมติฐานข้อที่ 2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และ การรับรู้ในด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	
สมมติฐานที่ 2.1 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	
สมมติฐานที่ 2.1.1: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.1.2: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.1.3: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.2 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	
สมมติฐานที่ 2.2.1: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ด้านราคา มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.2.2: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.2.3: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.3 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	
สมมติฐานที่ 2.3.1: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.3.2: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.3.3: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.4 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ สมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.4.1: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.4.2: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.4.3: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.5 : การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	
สมมติฐานที่ 2.5.1: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.5.2: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 2.5.3: การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร	สอดคล้องกับสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุปผลอภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษา “การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร” เพื่อเป็นแนวทางให้หน่วยงานภาครัฐสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ ไปปรับปรุงพัฒนาแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนให้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อันจะก่อให้เกิดความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันกับคู่แข่งชั้น (ภาคเอกชน) และเข้าถึงความต้องการของประชาชนได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาระดับการรับรู้ของประชาชนในกรุงเทพมหานครต่อกิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ในด้าน ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด และกระบวนการ
3. เพื่อศึกษาปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐและแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานของการวิจัย

1. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานครมีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
2. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐมีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1.1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ทั้งชาย และหญิง โดยมีจำนวนเฉลี่ย 5,716,248 คน (สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง. ออนไลน์: 2551.)

1.2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งคำนวณได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง กรณีทราบจำนวนประชากร (Taro Yamane, 1976 อ้างถึงใน ยุทธพงษ์ กัยวรรณ, 2543) ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 400 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบบไม่ใส่คืน (Simple Random Sampling Without Replacement)

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ทำการแบ่งเขตการปกครองของกรุงเทพมหานครเป็น 3 กลุ่มเขตจากจำนวนเขตพื้นที่ 50 เขต ได้ดังนี้ (สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง, 2543)

1. กลุ่มเขตเมือง มี 14 เขต คือ เขตพระนคร เขตดุสิต เขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตพญาไท เขตธนบุรี เขตห้วยขวาง เขตคลองสาน เขตดินแดง เขตบางซื่อ เขตวังทองหลาง และเขตราษฎร์เทพ

2. กลุ่มเขตต่อเมือง มี 26 เขต คือ เขตบางเขน เขตบางกะปิ เขตพระโขนง เขตสายไหมเขตบางกอกน้อย เขตภาษีเจริญ เขตราษฎร์บูรณะ เขตบางพลัด เขตบึงกุ่ม เขตสาทร เขตจตุจักร เขตบางคอแหลม เขตประเวศ เขตคลองเตย เขตสวนหลวง เขตดอนเมือง เขตลาดพร้าว เขตวัฒนา เขตยานนาวา เขตบางกอกใหญ่ เขตบางแค เขตหลักสี่ เขตคันนายาว เขตสะพานสูง เขตบางนา เขตทุ่งครุ

3. กลุ่มเขตชานเมือง มี 10 เขต คือ เขตหนองจอก เขตมีนบุรี เขตลาดกระบัง เขตตลิ่งชัน เขตบางขุนเทียน เขตหนองแขม เขตจอมทอง เขตบางบอน เขตทวีวัฒนา และเขตคลองสามวา

ขั้นตอนที่ 2 ในแต่ละกลุ่มเขต จะใช้วิธีการการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบบไม่ใส่คืน (Simple Random Sampling Without Replacement) โดยทำการจับฉลากเขตการปกครอง จากทั้ง 3 กลุ่มเขต มากกลุ่มเขตละ 30% ซึ่งได้แก่ กลุ่มเขตเมือง 4 เขต กลุ่มเขตต่อเมือง 8 เขต และ กลุ่มเขตชานเมือง 3 เขต รวมเป็น 15 เขต ซึ่งได้ผลดังนี้

1. กลุ่มเขตเมือง 4 เขต ได้แก่ เขตราชเทวี เขตบางซื่อ เขตห้วยขวาง และ เขตพญาไท

2. กลุ่มเขตต่อเมือง 8 เขต ได้แก่ เขตจตุจักร เขตบางนา เขตบางกะปิ เขตสาทร เขตดอนเมือง เขตภาษีเจริญ เขตสวนหลวง และ เขตลาดพร้าว

3. กลุ่มเขตชานเมือง 3 เขต ได้แก่ เขตลาดกระบัง เขตตลิ่งชัน และเขตบางบอน

โดยทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตามสถานที่ต่างๆ เช่น สถานที่ราชการ/รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานเอกชน สถาบันการศึกษา ห้างสรรพสินค้าและในย่านชุมชนที่อยู่อาศัยต่างๆทั้ง 15 เขต เขตละ 26 - 27 คนจนครบจำนวน 400 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามซึ่งสร้างขึ้นจากการรวบรวม ทฤษฎีเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างเป็นคำถามในแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน

ส่วนที่ 2 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งเป็น 5 ข้อ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และการรับรู้ในด้านกระบวนการ โดยใช้แบบสอบถามแบบ Likert Scale โดยจะใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาค (Interval Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ มีจำนวน 31 ข้อ

ส่วนที่ 3 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) และการวิจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Research) เพื่อศึกษาถึง การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยรวบรวม ข้อมูลจากแหล่งต่อไปนี้

3.1. ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าในตำราวิชาการ งานวิจัย นิติสาร วารสาร และ อินเทอร์เน็ต

3.2. ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลที่รวบรวมจากการสำรวจแบบสอบถามจากกลุ่ม ตัวอย่าง 400 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามในช่วงเดือน กันยายน – ตุลาคม 2551

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบสอบถามที่ผ่านการทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้ ค่าความเชื่อมั่น จากวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficiency) ในตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐของประชาชนใน กรุงเทพมหานคร ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.860

การรับรู้ในด้านราคา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.931

การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.979

การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.988

การรับรู้ในด้านกระบวนการ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.969

ซึ่งเมื่อเก็บแบบสอบถามรวบรวมได้ครบจำนวน 400 คน นำมาตรวจสอบความสมบูรณ์ แล้วจึงลงรหัสเพื่อประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

2. นำข้อมูลที่ลงรหัสแล้วไปบันทึกด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลโดย โปรแกรม SPSS for Window เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยการ วิเคราะห์จำนวน (ความถี่) ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2. การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Analysis) เพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ด้าน พฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ โดยสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ Chi-Square (χ^2 - test)

สมมติฐานข้อที่ 2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในการส่งเสริมการตลาด และการรับรู้ในด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ โดยสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัว คือ สถิติ Cramer's V ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด และ ด้านกระบวนการกับ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และ แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษา การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร สรุปผลได้ดังนี้

ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์

ผลจากการศึกษาพบว่า ประชาชนผู้ที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในกรุงเทพมหานคร ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 21-30 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ระหว่าง 10,001-30,000 บาท ต่อเดือน

ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ผลจากการศึกษาการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 คน โดยพิจารณารายด้านดังนี้

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครอยู่ในระดับปานกลางคือ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านกระบวนการ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ การรับรู้ในการส่งเสริมการตลาดตามลำดับ

ข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

ผลจากการศึกษาพบว่าประชาชนในกรุงเทพมหานคร ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐจำนวน 268 คน มีการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐประเภทการบริการด้านข้อมูลข่าวสารมากที่สุด มีการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลาภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา มีบุคคลที่ทำงานเป็นผู้แนะนำให้รู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ สาเหตุที่ทำให้เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ คือ ความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย โดยจะแนะนำหรือบอกต่อให้บุคคลที่รู้จักมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ รวมทั้งมีแนวโน้มที่จะใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในอนาคต และ สาเหตุที่ทำให้ไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ คือ เว็บไซต์ออกแบบไม่สวยงาม ลำสมัย ไม่ดึงดูดให้ใช้งาน และใช้งานยาก รวมทั้ง เว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีการแนะนำหรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานข้อที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ โดยแยกออกเป็นสมมติฐานย่อย 5 สมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานที่ 1.1 เพศมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเมื่อพิจารณาพบว่า เพศไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.2 อายุมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเมื่อพิจารณาพบว่า อายุมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 1.3 ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเมื่อพิจารณาพบว่า ระดับการศึกษาสูงสุดมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และด้านแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ระดับการศึกษาสูงสุดไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.3 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครเมื่อพิจารณาพบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และด้านแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับด้านระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.4 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครเมื่อพิจารณาพบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับด้านระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และด้านแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2.5 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครเมื่อพิจารณาพบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ด้านพฤติกรรมการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และด้านแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัย เรื่อง การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานครที่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 21-30 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้ต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10,001-30,000 บาทต่อ

เดือน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร บรรเจิดกิจ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ทักษะ และความต้องการอี-กอฟเวอร์นเมนต์ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 239 คน อายุระหว่าง 26-33 ปี อาชีพพนักงานบริษัท/ห้างร้านเอกชน การศึกษาระดับปริญญาตรี รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 10,001-15,000 บาท ซึ่งทั้งนี้เป็นเพราะผลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นพนักงานบริษัทเอกชน ทำหน้าที่เป็นพนักงานปฏิบัติการระดับกลางที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงาน และต้องมีการค้นหาและรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จึงทำให้มีโอกาสในการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในอาชีพอื่น

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนอยู่ในระดับปานกลาง คือ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านกระบวนการ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และการรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร บรรเจิดกิจ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ทักษะ และความต้องการอี-กอฟเวอร์นเมนต์ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ประชาชนมีการเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับอี-กอฟเวอร์นเมนต์ที่อยู่ในระดับต่ำมาก และมีความรู้เกี่ยวกับอี-กอฟเวอร์นเมนต์ที่อยู่ในระดับต่ำ มีทัศนคติกลางๆต่ออี-กอฟเวอร์นเมนต์ นั่นเป็นเพราะว่า ในปี 2551 กลุ่มตัวอย่างมีความรู้และมีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นจาก ปี 2546 ประกอบกับการที่หน่วยงานภาครัฐ มีการประชาสัมพันธ์กระตุ้นให้มีการใช้บริการทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น จึงทำให้การรับรู้และการเข้าถึงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐเพิ่มสูงขึ้นมาอยู่ที่ระดับปานกลาง

3. การศึกษาแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร พบว่า ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่เคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐจำนวน 268 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 67 อันเนื่องมาจากกลุ่มเป้าหมายมีความจำเป็นในการค้นหาข้อมูลของภาครัฐ รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการแจ้งข้อมูลข่าวสารต่างๆต่อประชาชน รวมไปถึงมีการประกวดราคาและการประมูลผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น จึงทำให้มีสัดส่วนของผู้ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากขึ้น

เมื่อพิจารณาถึง ระยะเวลาที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่มีการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในช่วงระยะเวลาภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา อาจเป็นเพราะเนื่องจาก ในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมา ภาครัฐมีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นในการให้บริการแก่ประชาชน มีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการให้บริการทางอิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐมากขึ้น การปฏิบัติหน้าที่ภารกิจของประชาชนที่ต้องแข่งขันกับเวลา การจราจรที่ติดขัด รวมทั้งราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นสิ่งที่กล่าวมานี้จะเป็นตัวเสริมกระตุ้นให้

เกิดการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนเพิ่มมากขึ้นในช่วงระยะเวลาภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา

เมื่อพิจารณาถึง แนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในอนาคต อาจเป็นเพราะเนื่องจากว่า การให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐนั้นช่วยประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย และช่วยลดขั้นตอนในการติดต่อกับหน่วยงานภาครัฐได้ ทำให้ประชาชนเกิดความรู้สึกคุ้มค่า และพึงพอใจในการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ จึงทำให้เกิดแนวโน้มที่จะให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานครมากขึ้นในอนาคต

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการทดสอบสมมติฐาน

4.1. ผลการศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และ รายได้ต่อเดือน มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

เพศไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า การบริการของภาครัฐเป็นบริการที่จัดทำขึ้นเพื่อประชาชนทุกเพศ ไม่สามารถจัดกลุ่ม (Segment) ทางด้านเพศในการให้บริการแก่ประชาชนได้

อายุมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า การบริการภาครัฐส่วนใหญ่จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการแก่ประชาชนที่บรรลุนิติภาวะแล้ว ไม่ค่อยมีข้อมูลข่าวสารสำหรับประชาชนในกลุ่มที่เป็นเด็กและเยาวชน จึงทำให้ลูกค้าที่ใช้บริการหน่วยงานภาครัฐส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีกลุ่มคนในวัยที่เป็นเด็กและเยาวชน จะเป็นกลุ่มคนในวัยที่เป็นผู้ใหญ่หรือที่บรรลุนิติภาวะแล้วเป็นส่วนใหญ่

การศึกษามีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า ผู้ที่มีการศึกษาดำก็จะขาดความรู้และประสบการณ์ในการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ และผู้ที่มีการศึกษาสูงก็จะมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับบริการอิเล็กทรอนิกส์มากกว่า จึงทำให้มีแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนแตกต่างกัน

อาชีพไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า การบริการทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของรัฐเป็นบริการเพื่อประชาชนทั่วไป ไม่จำกัดอาชีพว่าจะประกอบอาชีพใด ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างไม่ว่าจะอยู่ในกลุ่มอาชีพใด ก็สามารถใช้บริการทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของรัฐได้ ตัวอย่างเช่น การเสียภาษีผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ก็สามารถทำได้โดยไม่จำกัดอาชีพ ประชาชนทุกคนในทุกอาชีพต่างก็จำเป็นต้องเสียภาษี ดังนั้น อาชีพจึงไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชน

รายได้ไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันมีราคาถูกและมีความแพร่หลาย ง่ายต่อการเข้าถึงของประชาชนทุกระดับรายได้ จึงไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชน

ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิด เรื่องปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคของศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2546) ซึ่งตัวแปรด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเนื่อง เป็นส่วนประกอบของปัจจัยส่วนบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ คือ ประการแรก การที่ประชาชน ไม่ว่าจะเป็นเพศ อายุ อาชีพ และรายได้แตกต่างกันอย่างไร ต่างก็เป็นกลุ่มเป้าหมายเดียวกันของรัฐ ในการที่รัฐจะประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้แก่ประชาชน ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ จึงเกี่ยวข้องกับคนทั่วไปทุกกลุ่ม ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงน่าจะทำให้ประชาชนมีแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐไม่แตกต่างกัน ประการที่สอง บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐที่ให้บริการกับประชาชน เป็นบริการพื้นฐานทั่วไป เช่นการชำระค่าสาธารณูปโภค (ค่าบริการโทรศัพท์, ค่าน้ำประปา และ ค่าไฟฟ้า) หรือ การทำบัตรประจำตัวประชาชน จึงไม่ได้เน้นไปที่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ดังนั้นผู้ที่มีเพศ อายุ อาชีพ และ รายได้จึงไม่มีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ

ส่วน อายุ และการศึกษาที่แตกต่างกันมีผลต่อแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ เนื่องจากผู้ที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปจะมีความรู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากกว่าผู้ที่มีการศึกษาด้านต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ดังนั้นผู้ที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปจะมีแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐที่มาก และสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องประชากรศาสตร์ ของปรมะ สตะเวทิน (2540) ที่ว่า คนที่มีอายุ และระดับการศึกษาแตกต่างกัน ย่อมมีความรู้สึกนึกคิด อุดมการณ์ และความต้องการแตกต่างกันไป

4.2. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ ได้แก่ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด และการรับรู้ในด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร โดยจำแนกได้ดังต่อไปนี้

4.2.1. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านผลิตภัณฑ์/บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า ผลิตภัณฑ์/บริการของภาครัฐเป็นที่รับรู้ของประชาชนอยู่ก่อนแล้ว และภาครัฐไม่ค่อยมีผลิตภัณฑ์/บริการที่ใหม่ ๆ หรือแปลกใหม่ ดังนั้นการ

รับรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์/บริการจึงไม่ทำให้เกิดแนวโน้มในการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชน

4.2.2. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านราคา มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า การให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐนั้นช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายของประชาชน จึงทำให้ประชาชนมีแนวโน้มที่จะใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2543) กล่าวว่า ราคา (Price) เป็นจำนวนเงินที่บุคคลใดๆ จ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการ ซึ่งแสดงเป็นมูลค่า (Value) ที่ผู้บริโภคจ่ายเพื่อแลกเปลี่ยนกับผลประโยชน์ที่ได้รับจากสินค้าหรือบริการ ซึ่งราคานั้นจะมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคด้วย

4.2.3. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมีการจัดทำบริการครบวงจร มีความน่าเชื่อถือ และสามารถเชื่อมโยงไปยังบริการอิเล็กทรอนิกส์ของหน่วยงานภาครัฐอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ จึงทำให้เกิดแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับณรงค์ศักดิ์ บุญเลิศ (2543) กล่าวว่า ที่ตั้งของผู้ให้บริการและความง่ายในการเข้าถึงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญของการตลาดบริการ ทั้งนี้การตัดสินใจเกี่ยวกับการส่งมอบบริการต้องคำนึงถึงปัจจัยทางด้านสถานที่ให้บริการ และเวลาในสินค้าและบริการบางประเภท สามารถส่งมอบบริการได้ผ่านทางช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียกว่าทางอีเมลล์ หรือทางเว็บไซต์ก็ได้ ลูกค้าจะคำนึงถึงความรวดเร็วและความสะดวกในการรับบริการที่สะดวกรวดเร็วให้กับลูกค้าให้ได้ดีที่สุด

4.2.4. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านการส่งเสริมการตลาด ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า บริการทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐ เป็นบริการขั้นพื้นฐานที่ประชาชนต้องมีการใช้บริการตามปกติอยู่แล้ว

ซึ่งการส่งเสริมการตลาด ถึงแม้ว่าจะมีสร้างการรับรู้เพิ่มขึ้น แต่ก็มิได้ส่งผลทำให้สถิติการใช้บริการสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของภาครัฐเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะประชาชนมีความต้องการที่อยากจะใช้บริการของภาครัฐ ที่สะดวก รวดเร็ว และประหยัด ดังนั้นการส่งเสริมการตลาดจึงไม่ทำให้เกิดแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชน ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดของณรงค์ศักดิ์ บุญเลิศ (2543) ซึ่งกล่าวว่า ไม่มีสินค้าชนิดใดที่จะประสบความสำเร็จได้ ถ้าไม่มีโปรแกรมการสื่อสารการตลาดที่ดี ซึ่งเข้ามามีบทบาทในการให้ข้อมูลที่จำเป็นกับลูกค้า ชักชวนให้เห็นประโยชน์ที่ได้รับ ตลอดจนกระตุ้นให้ลูกค้าตัดสินใจใช้บริการรวดเร็วขึ้น

4.2.5. การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐด้านกระบวนการ มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากว่า บริการอิเล็กทรอนิกส์ของหน่วยงานภาครัฐมีความง่ายต่อการใช้งาน สะดวก รวดเร็ว มีความปลอดภัยทั้งการเก็บและรับส่งข้อมูล อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ จึงทำให้เกิดแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของณรงค์ศักดิ์ บุญเลิศ (2543) กล่าวว่า กระบวนการเป็นวิธีการดำเนินการหรือปฏิบัติการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนที่จำเป็นของการให้บริการ กล่าวคือ การสร้างและการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าจะต้องอาศัยการออกแบบและปฏิบัติตามกระบวนการที่มีประสิทธิภาพจึงจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในการมาใช้บริการและจะกลับมาใช้บริการซ้ำ ส่วนการออกแบบระบบกระบวนการที่ไม่ดีอาจจะทำให้ลูกค้าได้รับการบริการล่าช้า เกิดความไม่พึงพอใจและอาจจะไม่กลับมาใช้บริการอีก

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

ผลจากการวิจัยเรื่อง การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่า การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนอยู่ในระดับปานกลาง คือ การรับรู้ในด้านราคา การรับรู้ในด้านกระบวนการ การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และ การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ภาครัฐควรปรับปรุงด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านการใช้สื่อประชาสัมพันธ์ เช่น โทรทัศน์วิทยุ/หนังสือพิมพ์ โดยเพิ่มปริมาณให้ใกล้เคียงกับภาคเอกชน ส่วนด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ควรมีการพัฒนารูปแบบให้สวยงาม ดึงดูดใจผู้ใช้บริการ และในด้านกระบวนการ ควรปรับปรุงกระบวนการ การใช้งานให้ง่ายด้วยการลดขั้นตอนการเข้าถึงจุดข้อมูล/บริการ เป้าหมาย และเพิ่มความรวดเร็วด้วย High Speed Broadband เป็นต้น

2. ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่าสาเหตุที่ทำให้ประชาชนในกรุงเทพมหานครมีการเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมาก คือ สะดวก รวดเร็ว การประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย หากทางหน่วยงานภาครัฐที่ให้บริการทางอิเล็กทรอนิกส์ ได้ทำการประชาสัมพันธ์หรือทำให้ประชาชนเกิดการรับรู้ถึงความสะดวก ความรวดเร็ว และการประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย ที่จะได้รับจากการใช้บริการกับภาครัฐผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ ก็จะทำให้ประชาชนหันมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยยังทำให้ทราบว่าสาเหตุที่ทำให้ประชาชนในกรุงเทพมหานครไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมาก คือ เว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีการแนะนำหรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการ หากทางหน่วยงานภาครัฐที่ให้บริการทางอิเล็กทรอนิกส์ จัดให้มีการอบรม แนะนำ หรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านทางเว็บไซต์ในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แสดงขั้นตอนการให้บริการประเภทต่างๆ หรือวิดีโอ อนิเมชัน ที่มีทั้งภาพและเสียงแสดงขั้นตอนการให้บริการ รวมทั้งการจัดการอบรมการสอนการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐให้แก่ประชาชน ก็จะทำให้ประชาชนหันมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากขึ้น

3. ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่า ประชาชนในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ที่เข้ามาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐอยู่ในช่วงอายุของคนวัยทำงาน ซึ่งเนื้อหาในเว็บไซต์ภาครัฐส่วนใหญ่ก็จะมุ่งที่นำเสนอต่อคนกลุ่มนี้ที่เป็นเป้าหมายหลักในการให้บริการ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐอยู่แล้ว แต่หากภาครัฐจัดทำเว็บไซต์ให้สามารถรองรับกลุ่มอื่นที่อยู่ในช่วงอายุของนักศึกษา และผู้ที่กำลังหางานทำ และสนใจตำแหน่งงานภาครัฐ โดยการจัดทำเนื้อหาเว็บไซต์เพิ่มในด้านการรับสมัครตำแหน่งงานภาครัฐในหน่วยงานนั้นๆ รวมทั้งการจัดทำเนื้อหาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับหน่วยงานราชการนั้นๆ ให้น่าสนใจ ก็จะสามารถทำให้เกิดการขยายกลุ่มเป้าหมายในการให้บริการเพิ่มขึ้น และจะทำให้ประชาชนหันมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากขึ้น

4. ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่า ประชาชนในกรุงเทพมหานคร มีการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อยู่ในระดับปานกลาง จึงทำให้มีแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ อยู่ในระดับค่อนข้างจะมาก แต่หากมีการสื่อสารประชาสัมพันธ์ให้เกิดการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐเกี่ยวกับการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐให้มากกว่านี้ก็จะสามารถทำให้มีแนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐที่มากกว่านี้ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า

4.1. หน่วยงานที่รับผิดชอบในการประชาสัมพันธ์การให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ ควรปรับปรุงกลวิธีในการประชาสัมพันธ์เสียใหม่เพื่อให้ข้อมูลข่าวสารต้องการจะส่งไปเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4.2. เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ คือ ประชาชนทั่วไป มิได้จำเพาะเจาะจงเฉพาะคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เพราะฉะนั้นผู้ส่งสารควรจัดทำสารที่มีเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับคนทั่วไป ไม่ใช่ภาษาที่เข้าใจยากจนเกินไป ควรให้ข้อมูลข่าวสารที่ก่อให้เกิดความรู้และ

การรับรู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเสียก่อน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะทำการประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐควรให้ข้อมูลข่าวสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับประโยชน์ของอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐหรือความสะดวกสบายที่ประชาชนจะได้รับ กล่าวคือ ประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับเรื่องของบริการหรือความสะดวกสบายในการใช้บริการ หากทำให้ประชาชนเกิดความรู้สึกว่าพวกเขาจะได้รับสิ่งเหล่านั้นจากอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐก็จะทำให้ประชาชนมีแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐมากขึ้น

4.3. จากผลการวิจัย พบว่าประชาชนมีการเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐจากอินเทอร์เน็ตเป็นอันดับหนึ่ง เนื่องจากสื่อประเภทเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ต เป็นสื่อที่สามารถอธิบายความต้องการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐได้ ซึ่งเป็นสื่อที่ประชาชนมีการเปิดรับบ่อยครั้งที่สุด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะทำการประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐควรให้ความสำคัญกับสื่อประเภทนี้ให้มาก โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการทำประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐควรมีการพัฒนาเว็บไซต์อยู่เสมอ โดยมีวิธีการนำเสนอที่ดึงดูดใจ และมีเนื้อหาที่ให้ความรู้และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อประชาชนให้มากที่สุด มีการออกแบบหน้าโฮมเพจให้ดูทันสมัยเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่มักคิดว่าเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการมักจะมีรูปแบบที่ล้าสมัยและน่าเบื่อ ทำให้ประชาชนไม่สนใจและไม่อยากเข้าไปชมเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการนั้นๆ และที่สำคัญควรมีการประชาสัมพันธ์ชื่อเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการที่สำคัญๆให้มากขึ้นเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่รู้จักชื่อเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการต่างๆ ซึ่งการประชาสัมพันธ์ชื่อเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการอาจจะนำเสนอรวมไปกับการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารทางสื่อมวลชนเพราะจะทำให้ได้ผลที่ครอบคลุมและรวดเร็วกว่า จากผลการวิจัยยังพบว่า ประชาชนมีการเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐจากสื่อมวลชนบ่อยรองเป็นอันดับสอง ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการทำประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐควรให้ความสำคัญกับสื่อประเภทนี้ให้มากเนื่องจากโทรทัศน์มีประสิทธิภาพในการเข้าถึงผู้รับสารได้ในเวลาอันรวดเร็วและครอบคลุมผู้รับสารได้ในวงกว้าง นอกจากนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการทำประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐควรเพิ่มความถี่ในการนำเสนอและเพิ่มช่องทางในการเผยแพร่ข่าวสารให้มากขึ้น

4.4. ควรสำรวจปฏิกิริยาตอบกลับหรือ Feedback อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยหน่วยงานภาครัฐอาจเปิดโอกาสให้ประชาชนได้แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ เชิญชวนให้ประชาชนซักถามปัญหาหรือข้อข้องใจต่างๆเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ นอกจากนี้การใช้แบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของประชาชนก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถสำรวจปฏิกิริยาตอบกลับได้ เนื่องจากประชาชนเปรียบเสมือนกับลูกค้าที่ต้องเข้ามาใช้บริการของรัฐ ดังนั้นประชาชนจึงสามารถทำหน้าที่เป็นเสมือนกระจกเงาสะท้อนถึงสิ่งที่เกิดขึ้นให้กับรัฐบาลได้รับรู้เพื่อที่รัฐบาลจะได้นำเสียงสะท้อนเหล่านั้นนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาอย่างที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐนั้น ยังมีประเด็นอื่นๆที่น่าสนใจ และนำศึกษาอยู่หลายประเด็นด้วยกัน ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าควรที่จะมีการศึกษาจากประชาชนทั้งประเทศ ซึ่งจะทำให้ได้ผลการวิจัยที่ชัดเจนขึ้น เพื่อที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐได้สามารถนำผลการวิจัยที่ได้นำไปใช้ในการวางแผนการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐแก่ประชาชนในระดับประเทศต่อไป เนื่องจากการศึกษาค้างนี้เป็นการศึกษาจากประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้นจึงอาจทำให้ได้ผลการวิจัยที่ไม่ชัดเจนนัก

2. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยสู่ความสำเร็จในการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ของภาคเอกชนเปรียบเทียบกับ การให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ หรือ การศึกษาถึงปัจจัยสู่ความสำเร็จในการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของต่างประเทศ กับ การให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของไทย เป็นต้น

3. ควรศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ความพึงพอใจหรือการใช้ประโยชน์ของอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ และมีความพึงพอใจมากน้อยแค่ไหน เพราะอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเป็นเรื่องของการบริการ ดังนั้นประเด็นที่สำคัญที่สุด คือผู้มีความพอใจบริการนั้นมากน้อยแค่ไหน

4. เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในครั้งนี้มุ่งเน้นการหาปริมาณการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ และแนวโน้มปริมาณการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งถือเป็นการสำรวจก่อนการปรับปรุง(Pre Test) ดังนั้นหากภาครัฐได้นำผลการวิจัยนี้ไปดำเนินการปรับปรุงการให้บริการทางอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยขอเสนอแนะว่า ให้มีการทำวิจัยหลังการปรับปรุงการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชน ซึ่งถือเป็นการสำรวจหลังการปรับปรุง(Post Test) เพื่อวัดผลและปรับแนวทางการพัฒนาบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐต่อไป ขั้นต่อไปควรศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เช่น การสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ว่าประชาชนมีความพึงพอใจมากน้อยแค่ไหนในการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์. (2551). ทักษะของท่านนายกรัฐมนตรื. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2551, จาก: <http://www.dld.go.th/ict/article/egov/e-gev.html>
- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2544-2553 ของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2551, จาก: http://www.google.com/url?sa=t&ct=res&cd=71&url=http%3A%2F%2Fwww.kmitl.ac.th%2Fagritech%2Fnutthakorn%2F04093009_2204%2Fisweb%2FLesson%25202.doc&ei=G5pcSLyzKJas6gPoLzsBg&usg=AFQjCNEwXb9qQNS6f5DYw5UpgNP04TudBg&sig2=rDcTspGCMuHSWCisEHJTvA
- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2551). นโยบายและแผนการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2551, จาก: http://www.google.com/url?sa=t&ct=res&cd=71&url=http%3A%2F%2Fwww.kmitl.ac.th%2Fagritech%2Fnutthakorn%2F04093009_2204%2Fisweb%2FLesson%25202.doc&ei=G5pcSLyzKJas6gPoLzsBg&usg=AFQjCNEwXb9qQNS6f5DYw5UpgNP04TudBg&sig2=rDcTspGCMuHSWCisEHJTvA
- กัลยา วาณิชยปัญญา. (2541). การวิจัยขั้นต้นในงาน: การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2544). การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ซีเคแอนด์เอส โฟโต้สตูดิโอ.
- _____. (2545). การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรประภา อัครบวร และคณะ. (2551) “หลักการตลาดในภาครัฐ” (Marketing in Public Sector). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการปฏิรูประบบราชการสำนักงาน กพ.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2541). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตรการพิมพ์.
- _____. (2544). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตรการพิมพ์.
- ทวีศักดิ์ กอนันต์กุล; ชฎามาศ ฐะเศรษฐกุล; และ กาญจนา วาณิชกร. (2545). ก้าวใหม่ของอินเทอร์เน็ตกับการบริการของภาครัฐ: รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (E-Government). สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2551, จาก: <http://www.nectec.or.th/pld/indicators/documents/nitc/egov-2002.pdf>

- นริศรา สุโน. (2006). *SEMINAR'S HANDBOOK: E-GOVERNMENT, THE MODERN SERVICES FOR THAI CITIZENS*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2551, จาก: http://www.google.co.th/url?sa=t&ct=res&cd=36&url=http%3A%2F%2Fccsml.sut.ac.th%2Feru%2Fstudent%2Fsendfile%2Ffile374.doc&ei=EqhfSN7YPJml6gOnn7XrBg&usq=AFQjCNEOVftyWjPDyTUG_yqCa7ggdNyzPQ&sig2=J0BIMGcvlhN_3458c-iqNw
- นาถ ลีวเจริญ. (ออนไลน์: 2549). *กรณีการปฏิรูปรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (Reinventing E-government)*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2551, จาก: ประชาชาติธุรกิจ (http://www.matichon.co.th/prachachart/prachachart_detail.php?s_tag=02com07220649&day=2006/06/22)
- เบญจพร บรรเจิดกิจ. (2546). *การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ทักษะ และความต้องการอี-กอฟเวอร์นเมนต์ ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติศาสตร์พัฒนการ ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ คณะนิติศาสตร์. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- ประมัตต์ สดะเวทิน. *การสื่อสารมวลชน: กระบวนการและทฤษฎี*. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2541.
- ปีเตอร์ ดรูคเกอร์. (1999). *ความหมายของการตลาด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2551, จาก: <http://elearning.bu.ac.th/mua/course/mk212/ch1.htm>
- แม็ก คาร์ธีย์. (1999). *ความหมายของการตลาด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2551, จาก: http://www.google.co.th/url?sa=t&ct=res&cd=3&url=http%3A%2F%2Fwww.wt.ac.th%2F~cuchin%2Fc%252002.doc&ei=mpCNSPrDJpyKtAKI3LCtDA&usq=AFQjCNEthI_7AOldsTT2reAHeRP2LI0Vlw&sig2=tRbirlas8eTuzZwe9X05mQ
- ยุทธพงษ์ กัยวรรณ. (2543). *พื้นฐานการวิจัย*. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก
- เรวัต แสงสุริยงค์. (2547). *การบริการอิเล็กทรอนิกส์: ตัวแบบสำหรับการให้บริการสาธารณะของไทย*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชารัฐศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- วิลเลียม เจ. สแตนตัน. (1999). *ความหมายของการตลาด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2551, จาก: <http://elearning.bu.ac.th/mua/course/mk212/ch1.htm>
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2547). *“โครงการรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์หรือ E-Government ของไทย”*. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2551, จาก: <http://itweb.lib.ru.ac.th/webboard/00309.html>
- ศิริชัย ไตรสารศรี. (2539). *การรับรู้บทบาทผู้นำท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมชุมชน : ศึกษาเฉพาะกรณี อำเภอคลองหลวง อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี*. ภาควิชาบริหารปกครองพัฒนการศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาสังคม. กรุงเทพฯ : คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. ถ่ายเอกสาร

- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2550). *พฤติกรรมผู้บริโภค*. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีระฟิล์ม และไซเท็กซ์ จำกัด.
- _____. (2546). *การบริหารทางการตลาดยุคใหม่ (ฉบับปรับปรุงใหม่)*. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร จำกัด.
- _____. (2541). *การบริหารทางการตลาดยุคใหม่*. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีระฟิล์ม และไซเท็กซ์ จำกัด.
- สมวงศ์ พงศ์สถาพร. (2546). *Service Marketing*. กรุงเทพฯ : นักรัฟฟลิค
- สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง. (2551). จำนวนประชากรปี 2550. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2551, จาก: http://www.dopa.go.th/stat/y_stat50.html
- เสรี วงษ์มณฑา. (2542). *กลยุทธ์การตลาด : การวางแผนการตลาด*. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีระฟิล์ม และไซเท็กซ์ จำกัด.
- อดุลย์ จาตุรงค์กุล. (2542). *พฤติกรรมผู้บริโภค*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- American Marketing Association. (1982). *Marketing Definition*. Chicago: American Marketing Association.
- Blackwell, Roger D., Paul W. Miniard and Jame F. Engel. *Consumer Behavior*. 9th ed. New York: Harcourt, Inc., 2001.
- Gronroos, C. (1988). *Service Quality: The Six Criteria of Good Service Quality*. Review of Business. New York: St. John's University Press: No.3.
- Gronroos, C. (1990). *Service Management and Marketing*. The Nature of Service and Service Quality. Stockholm University, Sweden.
- Kotler, P., Armstrong, G., Saunders, J. & Wong, V. (1996). *Principles of Marketing (The European Edition)*. London: Prentice Hall
- Kotler, Philip (1997). *Marketing Management Analysis, Planning, Implementation and Control*. 9th Ed. New Jersey: A Simon.
- Kotler, Philip & Lee, Nancy (2007). *Marketing in the Public Sector*. New Jersey: Wharton School Publishing.
- Robbins, S.P. (1998). *Organizational Behavior: Concepts Controversies and Applications*. 8th Ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- World Bank Group. (2545). *A Definition of E-Government*. July 10, 2008, Available from: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/EXTGOVERNMENT/0,,contentMDK:20507153~menuPK:702592~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:702586,00.html>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

แบบสอบถาม

**การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐที่มีผลต่อ
แนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร**

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำสารนิพนธ์ ระดับการศึกษามหาบัณฑิต (บธ.ม.) หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการตลาด รุ่นที่ 9 เรื่อง “การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดภาครัฐที่มีผลต่อแนวโน้มการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร” มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการวิจัยไปเพื่อเป็นประโยชน์ในการที่จะนำไปปรับปรุงพัฒนาการจัดการบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในอนาคต

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบคำถาม

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง () ที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. อายุ

() ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 20 ปี

() 21-30 ปี

() 31-40 ปี

() 41-50 ปี

() 51 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

() ต่ำกว่าปริญญาตรี

() ปริญญาตรี

() สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

() นักเรียน / นักศึกษา () ข้าราชการ / พนักงาน

รัฐวิสาหกิจ

() พนักงานบริษัทเอกชน () เจ้าของกิจการ / ธุรกิจส่วนตัว

() อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

5. รายได้ส่วนบุคคลต่อเดือน

() ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 10,000 บาท () 10,001-30,000 บาท

() 30,001-50,000 บาท () 50,001 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ช่องว่าง ที่ตรงกับระดับการรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ	ระดับการรับรู้					
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่เคยรับรู้ (0)
<u>การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ</u>						
1. ท่านรับทราบเกี่ยวกับการให้บริการด้านข้อมูลข่าวสาร (Online Information Services) ของภาครัฐ เช่น การบริการข้อมูลและข่าวสารต่างๆแบบออนไลน์ (Information On-line) การบริการแบบฟอร์มแบบออนไลน์ (Form On-line) เป็นต้น						
2. ท่านรับทราบเกี่ยวกับการให้บริการเชิงรายการ (Simple Transaction Services) ของภาครัฐ เช่น การยื่นภาษีผ่านอินเทอร์เน็ตของกรมสรรพากร, โครงการจัดทำเลขประจำตัวประชาชน และโครงการจัดทำระบบให้บริการประชาชน ทางด้านการทะเบียนและบัตรด้วยระบบคอมพิวเตอร์						

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ	ระดับการรับรู้					
<u>การรับรู้ในด้านผลิตภัณฑ์/บริการ (ต่อ)</u>	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่เคยรับรู้ (0)
3. ท่านรับทราบเกี่ยวกับการให้บริการการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ (Payment Gateway) ของภาครัฐ เช่น การชำระและคืนภาษีอากรผ่านอินเทอร์เน็ตของกรมสรรพากร, การชำระค่าน้ำประปา, ไฟฟ้า และโทรศัพท์ ผ่านอินเทอร์เน็ต (ร่วมกับธนาคารพาณิชย์ต่าง ๆ), ระบบบริการจองหุ้นออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต SetTrade เป็นต้น						
4. ท่านรับทราบเกี่ยวกับการให้บริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-Procurement) ของภาครัฐ เช่น การจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐที่ต้องติดต่อกับเอกชนด้วยระบบซอฟต์แวร์การเสนอราคาด้วยวิธีประมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น						
5. ท่านรับทราบเกี่ยวกับการให้บริการการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งผู้แทนสมัครเลือกตั้งในท้องถิ่นจากคอมพิวเตอร์ที่บ้าน						
<u>การรับรู้ในด้านราคา</u>						
6. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายของท่านในการรับบริการจากหน่วยงานที่ให้บริการ						
7. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านเวลาของท่านในการรับบริการจากหน่วยงานที่ให้บริการ						
8. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐสามารถลดค่าบริการหรือค่าธรรมเนียมอื่น ๆ จากการดำเนินการให้บริการของภาครัฐได้						

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ	ระดับการรับรู้					
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่เคยรับรู้ (0)
<u>การรับรู้ในด้านช่องทางการจัดจำหน่าย</u>						
9. เว็บไซต์ของภาครัฐมีการออกแบบสวยงาม ดึงดูดใจให้น่าใช้						
10. เว็บไซต์ภาครัฐสามารถทำการบริการแบบที่เดียวเบ็ดเสร็จ (One-Stop-Service) ได้ตามวัตถุประสงค์การให้บริการของท่าน						
11. เว็บไซต์ภาครัฐมีข้อมูลให้ผู้ให้บริการติดต่อกับผู้รับผิดชอบในเนื้อหาที่นำเสนอ						
12. เว็บไซต์ภาครัฐให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และน่าเชื่อถือ						
13. เว็บไซต์ภาครัฐมีการเผยแพร่ข้อมูลที่ควรเปิดเผยให้ผู้รับบริการได้รับรู้						
14. เว็บไซต์ภาครัฐเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้						
15. เว็บไซต์ภาครัฐเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย เสนอแนะการปรับปรุง และแก้ไขการบริการให้ดีขึ้น						
16. เว็บไซต์ภาครัฐเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการเข้ามาแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน						
17. เว็บไซต์ท่า (Portal) www.ecitizen.go.th ช่วยให้ท่านมีความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ						

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ	ระดับการรับรู้					
<u>การรับรู้ในด้านการส่งเสริมการตลาด</u>	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่เคยรับรู้ (0)
18.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางโทรศัพท์						
19.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางวิทยุ						
20.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางหนังสือพิมพ์						
21.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางนิตยสาร						
22.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางป้ายโฆษณาและโปสเตอร์						
23.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต						
24.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางแผ่นพับของหน่วยงานรัฐ						
25.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางโบรชัวร์ของหน่วยงานรัฐ						
26.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ ผ่านทางคู่มือของหน่วยงานรัฐ						
27.ท่านรับทราบเกี่ยวกับการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของหน่วยงานต่างๆ จากการบอกต่อของบุคคลรอบข้าง						

การรับรู้กิจกรรมทางการตลาดของภาครัฐ	ระดับการรับรู้					
<u>การรับรู้ในด้านกระบวนการ</u>	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	ไม่เคยรับรู้ (0)
28. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐนั้นมีความใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว						
29. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐนั้นมีความปลอดภัยในด้านการเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ในเว็บไซต์ภาครัฐ						
30. ท่านรับทราบกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม						
31. ท่านรับทราบว่าการใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐนั้นมีความปลอดภัยในด้านการรับและส่งข้อมูลกับเว็บไซต์ภาครัฐ						

ส่วนที่ 3 แนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐของประชาชนในกรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ช่องว่าง ที่ตรงกับระดับการรับรู้และความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. ท่านเคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐหรือไม่

☐ เคยใช้

☐ ไม่เคยใช้ (กรุณาข้ามไปตอบข้อ7)

2. ท่านเคยใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ การบริการด้านข้อมูลข่าวสาร (Online Information Services)

☐ การบริการเชิงรายการ (Simple Transaction Services)

☐ การบริการการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ (Payment Gateway)

☐ การบริการการจัดซื้อทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-Procurement)

☐ การให้บริการการลงคะแนนเสียงเลือกตั้งผู้สมัครเลือกตั้งในท้องถิ่นจากคอมพิวเตอร์ที่บ้าน

3. ท่านได้ใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐเป็นเวลานานเท่าไร
- ☐ เคยใช้ภายใน 1-2 ปีที่ผ่านมา ☐ เคยใช้ภายใน 3-4 ปีที่ผ่านมา
- ☐ เคยใช้ภายใน 4-5 ปีที่ผ่านมา ☐ เคยใช้มาเป็นเวลามากกว่า 6 ปี
4. ใครเป็นผู้แนะนำให้ท่านรู้จักหรือใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ
- ☐ บุคคลในครอบครัว ☐ บุคคลที่ทำงาน
- ☐ เพื่อน ☐ บุคลากรจากหน่วยงานราชการ
- ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
5. สาเหตุใดที่ทำให้ท่านเลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ☐ เว็บไซต์ของภาครัฐมีการออกแบบอย่างสวยงาม ดึงดูดให้น่าใช้ และใช้งานง่าย
- ☐ สะดวก รวดเร็ว และประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย
- ☐ เว็บไซต์ของภาครัฐมีการบริการแบบที่เดียวเบ็ดเสร็จ (One-Stop-Service)
- ☐ เว็บไซต์ของภาครัฐมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล
- ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
6. ท่านจะแนะนำ/บอกต่อให้บุคคลที่ท่านรู้จักมาใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐหรือไม่
- ☐ บอกต่อ ☐ ไม่บอกต่อ
7. แนวโน้มการให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในอนาคตของท่านเป็นอย่างไร
- ☐ ใช้บริการต่อ/ใช้บริการ ☐ ไม่ใช้บริการต่อ/ไม่ใช้บริการ
8. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ท่านไม่เลือกใช้บริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ☐ เว็บไซต์ของภาครัฐมีการออกแบบไม่สวยงาม ล้าสมัย ไม่ดึงดูดใช้งาน และใช้งานยาก
- ☐ ไม่สะดวกในการใช้บริการกับภาครัฐผ่านทางอินเทอร์เน็ต
- ☐ ในเว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีการแนะนำหรือสอนวิธีการเข้าใช้บริการ
- ☐ เว็บไซต์ของภาครัฐไม่มีความน่าเชื่อถือและไม่ปลอดภัยในการรับและส่งข้อมูล
- ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถาม

ภาคผนวก ค
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถาม

รายนามผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถาม

รายชื่อ	ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัคกร สกลรักษ์	อาจารย์ประจำภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพชรรัตน์ มีสมบุญพันธุ์	อาจารย์ประจำภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาววิภาวี อัครบวร

วันเดือนปีเกิด

23 กันยายน 2524

สถานที่เกิด

จังหวัดพัทลุง

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

11/16 ซอยสุคนธชาติ ถนนสุขุมวิท 95

แขวงบางจาก เขตพระโขนง

กรุงเทพมหานคร 10260

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548

ศิลปศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.)

จาก มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ.2552

บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (การตลาด)

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ