

การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัด สมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์
โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชนก ทุมชาติ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2551

การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัด สมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์
โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชนก ทุมชาติ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัด สมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ
โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

บทคัดย่อ
ของ
รัชนก ทุมชาติ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ตุลาคม 2551

รัชนก ทุมชาติ. (2551). การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน และกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายหญิงที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 จังหวัดสมุทรสาคร จากโรงเรียนสังกัดรัฐบาลจำนวน 518 คนและโรงเรียนสังกัดเอกชน จำนวน 203 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า และแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL version 8.7 ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.21–0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ (r_B) เท่ากับ 0.59 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ (r_{FR}) เท่ากับ 0.78 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33–0.56 และมีความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ (r_{FR}) เท่ากับ 0.77 ส่วนแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21–0.56 และมีความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ (r_{FR}) เท่ากับ 0.77 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง พบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความเหมาะสมดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี ซึ่งตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีค่าความเที่ยงตรง (SC) ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.77 มีค่าความเชื่อมั่น (R^2) ตั้งแต่ 0.04 ถึง 0.59 ซึ่งการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน และกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัมนั้น ปรากฏว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์

THE STUDY OF AWARENESS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IMPACT ON
ENVIRONMENT PROBLEM OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS IN
SAMUTSAKHON USING LISREL MODEL: MULTIPLE GROUP ANALYSIS

AN ABSTRACT
BY
RUDCHANOK TUMCHAT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University.

October 2008

Rudchanok Tumchat. (2008). *The Study of Awareness of Science and Technology Impact on Environment Problems of Mathayomsuksa 3 Students in Samutsakhon Using LISREL Model: Multiple Group Analysis*. Master's Project, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee: Assoc. Prof. Boonchird Pinyoanuntapong, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to display the evidence of construct validity and to test the invariance of measurement model for the awareness of science and technology impact on environment problem using LISREL model and multiple group analysis among students with different school types and genders. The samples were Mathayomsuksa 3 male and female students in Samutsakhon Province in 2007 academic year. They comprised 518 students of public schools and 203 students of private schools. The instruments used in study were the test of knowledge about environment problems, the test of concern and recognition of environment values, the test of features and forms of stimulus, and the test of information about the environment. The data were analyzed by using SPSS for Windows Program and the confirmatory factor analysis was done by LISREL version 8.7 Program. The research results were as follows.

Regarding the test of knowledge about environment problems, the difficulties (p) were from 0.21 to 0.80, the discriminations (r) were from 0.02 to 0.61, and the reliability (r_B) was 0.59. For the test of concern and recognition of environment values, the discriminations (r) were from 0.20 to 0.50 and the reliability (r_{FR}) was 0.78. For the test of features and forms of stimulus, the discriminations (r) were from 0.33 to 0.56 and the reliability (r_{FR}) was 0.77. For the test of information about the environment, the discriminations (r) were from 0.21 to 0.56 and the reliability (r_{FR}) was 0.77. According to the first confirmatory factor analysis, it was found that the measurement model for the awareness of science and technology impact on environment problem with four factors was fit with the empirical data. The validities (SC) of observed variables were from 0.19 to 0.77 while the reliabilities (R^2) were from 0.04 to 0.59. From the test of invariance of measurement model among students with different school types and genders, it was found that the invariance was in the area of model forms and the variance was in the area of parameters.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัด สมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์
โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

ของ

รัชนก พุ่มชาติ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

(อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ละเอียด รัชเฝ้า)

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ดร.บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ท่านกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ เมตตาห่วงใย และให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเมตตาและเอาใจใส่อย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย จนทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และสามารถทำปริญญานิพนธ์ได้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญดังรายชื่อในภาคผนวกทุกท่าน ที่ได้สละเวลาช่วยเหลือในการพิจารณาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ดร.เรืองอุไร อมรไชย และพี่มิ่ง เทพคอนเมือง ที่ให้คำแนะนำ เมื่อมีข้อสงสัยในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ ผู้บริหารและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ช่วยเหลือและสอนแทนเวลาที่ผู้วิจัยเดินทางไปเก็บข้อมูล และขอขอบคุณน้องสุจินต์ ดีหน่าย ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการเก็บข้อมูลตามโรงเรียนต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจให้ และขอขอบคุณ คุณทวีชัย ทุมชาติ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ เกี่ยวกับโปรแกรมต่างๆ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

รัชนก ทุมชาติ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
สมมติฐานในการวิจัย.....	15
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
แนวคิดเกี่ยวกับความตระหนัก.....	17
ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก.....	21
ตัวแปรจัดกลุ่ม.....	33
สิ่งแวดล้อม.....	38
ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม.....	46
ปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	50
การวิเคราะห์หาลิสเรลกลุ่มพหุ.....	59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	72
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	75
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้	
ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์	
และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	94
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัด	
ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และ	
เทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	99
ตอนที่ 3 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด	
ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และ	
เทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	109
5. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	117
บรรณานุกรม.....	128
ภาคผนวก.....	144
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	145
ภาคผนวก ข ค่าวิเคราะห์ต่างๆ ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	147
ภาคผนวก ค แบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และ	
เทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	152
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบ	
ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	162
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	180

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก.....	24
2	ความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐซึ่งชี้วัดโดย ระดับการศึกษาของบิดามารดา.....	37
3	ความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐซึ่งชี้วัดโดย ระดับของรายได้ของครอบครัว.....	38
4	ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	48
5	ประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาล ปีการศึกษา 2550 ที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	73
6	กลุ่มตัวอย่างจำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนรัฐบาลที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	74
7	กลุ่มตัวอย่างจำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชนที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	74
8	ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดตระหนักถึงผล กระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จำแนกตามสังกัดของสถานศึกษา	95
9	ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดตระหนักถึงผล กระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จำแนกตามเพศ	97
10	ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของโมเดล การวัดที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว (หนึ่งองค์ประกอบ).....	100

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ).....	104
12	ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่สอง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ.....	107
13	ผลการทดสอบโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) โมเดลการวัด ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม	110
14	การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัด อันดับที่หนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่ม นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน.....	112
15	การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัด อันดับที่หนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว สี่องค์ประกอบ (ระหว่างกลุ่ม นักเรียนที่มีเพศต่างกัน.....	114
16	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	148
17	ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม.....	149
18	ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า.....	150
19	แบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม.....	151

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว ซึ่งมี 3 โมเดล.....	12
2	โมเดลการวัดการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ หนึ่งที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ).....	13
3	โมเดลการวัดการองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ที่มีตัวแปรแฝงใน โมเดลอันดับที่หนึ่งสี่ตัวแปร (สี่องค์ประกอบ).....	14
4	ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก.....	22
5	ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็น ความตระหนักในสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด.....	23
6	แผนภูมิลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีการจูงใจของมาสโลว์.....	27
7	แสดงเหตุและผลเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	42
8	ธรรมชาติและโครงสร้างทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับโครงสร้างของตึก.....	44
9	แสดงผู้รวบรวมเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2537-2547.....	54
10	แสดงดัชนีคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2545-2547.....	55
11	แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำจืดทั่วประเทศ เปรียบเทียบปี 2545 – 2547.....	57
12	แสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ในปี 2540-2547.....	59
13	การกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของแบบจำลองจากประชากรสองกลุ่ม.....	63
14	แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดความตระหนัก ถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.....	80
15	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge).....	101
16	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบ ความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (Attention).....	101

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

17	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้ เกี่ยวกับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics).....	102
18	โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อ ปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ).....	105
19	โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่สอง (Second order) ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ.....	108

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอันมากจนดูเหมือนว่าทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ตั้งแต่เช้าจรดเย็นจะพบเทคโนโลยีตลอดเวลา เมื่อตื่นนอนต้องเกี่ยวข้องกับไฟฟ้า พัดลม เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เตารีด หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตารีดไครเวฟ เข้าห้องน้ำก็จะพบน้ำประปา เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสุขภัณฑ์ สบู่ยาสีฟัน เครื่องโกนหนวด เครื่องเป่าผม เครื่องสำอาง เสื้อผ้า ออกไปทำงานก็จะเกี่ยวข้องกับขี้อรงกับรถยนต์ ถนน สัญญาณจราจร คอมพิวเตอร์ ปากกา โทรศัพท์ ฯลฯ

ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีก่อให้เกิดความก้าวหน้าในสังคมมนุษย์ เกิดความรู้ในสาขาต่างๆ อย่างกว้างขวาง และเกิดความสลายขึ้นกว่าแต่ก่อน มนุษย์จึงขาดความรู้และทักษะในการดำรงชีวิตที่ต้องพึ่งพิงอยู่กับธรรมชาติโดยตรงและการพัฒนาความรู้เฉพาะทางในปัจจุบันที่เป็นไปเพื่อการค้าและธุรกิจ การใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย ขาดความรอบรู้ในสิ่งที่อยู่โดยรอบตนเอง นอกจากนั้นเมื่อการพัฒนาเทคโนโลยีก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อม โรคภัยต่างๆ ก็เกิดมากขึ้น การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าวอาจเรียกได้ว่าเป็นการพัฒนาแบบมหาทางด่วนคือเป็นการทำลายตนเอง และในข้อเท็จจริงแล้ว วิทยาศาสตร์เป็นเพียงการค้นหาคำความจริงในธรรมชาติ และการที่จะหวังพึ่งเทคโนโลยีตามกระแสที่เป็นอยู่ต่อไปมีใช้หนทางที่จะนำความสุขมาให้มนุษย์ (วินัย วีระวัฒนพงศ์. 2543 : 115-122)

อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ได้ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมกับประเทศไทยเช่นกัน ซึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยได้ก่อตัวมาช้านาน แต่เริ่มปรากฏชัดเมื่อประมาณ 5-6 ปีที่ผ่านมา โดยที่ความรุนแรงและขยายตัวออกไปอย่างต่อเนื่อง จนกลายเป็นปัญหาที่สำคัญเรื่องหนึ่งของประเทศไทย นักวิชาการเชื่อว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้สามารถจัดการหรือแก้ไขได้ด้วยวิธีการ 3 อย่าง คือการเมือง เศรษฐกิจ และกระบวนการทางการศึกษา โดยเฉพาะกระบวนการทางการศึกษาในฐานะที่เป็นเครื่องมือป้องกันและแก้ไขปัญหาสังคม โดยจะต้องให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้แก่เยาวชนของชาติ เพื่อให้เขามีความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่กำลังคุกคามสังคมโลกอยู่ในขณะนี้ (ริเรื่องรอง รัตนวิไลสกุล. 2542 : 98)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความตระหนักในสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องเร่งด่วนที่จำเป็นต้องมีการส่งเสริมและปลูกฝังให้เกิดแก่ประชากรทุกหมู่เหล่า เพราะสภาพแวดล้อมในปัจจุบันกำลังเสื่อมโทรมเรื่อย ๆ แนวทางที่แก้ไขปัญหาได้ดีที่สุด ต้องเริ่มที่มนุษย์ โดยมนุษย์ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและแนวคิด มองปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ทุกคนต้องรับผิดชอบร่วมกัน ตระหนักและสำนึกในบุญคุณที่ธรรมชาติหยิบยื่นชีวิตและปัจจัยเกื้อหนุนการดำรงชีวิตให้โดยปราศจากสิ่งทดแทน ขอเพียงมนุษย์ทุกคนมีความตระหนักในสิ่งแวดล้อม อนาคตชน ซึ่งเป็นลูกหลานของเราคงไม่ต้องเผชิญวิบากกรรมจากผลของการกระทำที่เกิดจากมนุษย์ในยุคปัจจุบันที่สามัญสำนึกแห่งความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในวันข้างหน้า (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, 2537 : 43)

จากแนวคิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีความเชื่อว่าพฤติกรรมในการดูแลสิ่งแวดล้อมนั้นจะเกิดขึ้นมาได้ต้องมีความตระหนัก ดังนั้นความตระหนักจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความตระหนัก เพื่อที่จะได้นำไปใช้อย่างถูกต้องต่อไป

ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักกับภาวะสันนิษฐานอื่นๆ เช่น ศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของครูและนักเรียนช่วงชั้นต่างๆ และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น มีงานวิจัยน้อยมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดนั้น ๆ ดังการศึกษาของ อลาโม (Alaimo) (สุชาติ ศิริลัน, 2540; อ้างอิงจาก Alaimo, 1978) บัณฑิต จุฬาลงกรณ์ (ทงศักดิ์ ประสภกิตติคุณ 2534 : 21-22; อ้างอิงจาก บัณฑิต จุฬาลงกรณ์, 2528 : 15 -18) และ งานวิจัยของทงศักดิ์ ประสภกิตติคุณ (2534 : 23) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักเหมือนกัน แต่พบว่าจำนวนองค์ประกอบของความตระหนักนั้นมีจำนวนองค์ประกอบต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งยังคงเป็นปัญหาที่ต้องศึกษาต่อไป

ผู้วิจัยจึงศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นหรือการวิเคราะห์ลิสเรล (Linear Structure Relationship Model or LISREL Model) ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยสามารถตอบปัญหาของผู้วิจัยได้ เนื่องจากเทคนิคนี้ เป็นวิทยาการหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างของภาวะสันนิษฐานว่าเป็นจริงตามทฤษฎีหรือไม่ การวิเคราะห์ลิสเรลได้รวบรวมเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติที่สำคัญเอาไว้เกือบทั้งหมด เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และการวิเคราะห์อิทธิพล เป็นต้น

ดังนั้นเมื่อนักวิจัยต้องการตรวจสอบสภาวะสันนิษฐานตามทฤษฎีที่น่าเสนอไม่ว่าจะเขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยๆ เช่นไร ก็สามารถใช้ลิสเรลวิเคราะห์ได้ ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้เมื่อแบ่งตามลักษณะการวัดจะมีสองลักษณะ คือ ตัวแปรที่สามารถวัดได้โดยตรง เรียกว่า “ตัวแปรสังเกตได้” และตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องอาศัยกลุ่มตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้นจะเรียกว่า “ตัวแปรแฝง” ส่วนโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ตามทฤษฎีจะเรียกว่า “แบบจำลองหรือโมเดลการวัด” ซึ่งโมเดลการวัดในลิสเรลนี้มีสองลักษณะคือโมเดลการวัด (Measurement Model) ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝงและโมเดลการวัดเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Model) ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ลิสเรลยังสามารถตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม หรือกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากประชากรที่มีความแตกต่างกัน โดยมีเงื่อนไขว่าสมาชิกของแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน (Joreskog & Sorbom. 1998 : 227) การวิเคราะห์สำหรับกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มนี้ เรียกว่า การวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุ มีจุดเด่นที่เหนือกว่าการวิเคราะห์ลิสเรลสำหรับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว สองประการ ดังนี้ คือ 1) ผลการวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุจะให้ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในแต่ละกลุ่มประชากร และ 2) หลักการวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุสามารถตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดระหว่างกลุ่มประชากรที่ต่างกัน เป็นภาวะสันนิษฐานเดียวกันหรือต่างกัน (วรณี แกมเกตุ. 2540 : 4-5)

นอกจากนี้ บอลเลน (Bollen. 1989 : 356) ได้กล่าวถึงความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดในสองลักษณะที่มีความคาบเกี่ยวกัน ดังนี้ ประการแรก คือ ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ (model form) ซึ่งหมายถึง การไม่แปรเปลี่ยนของจำนวนองค์ประกอบและสถานะพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ การเป็นพารามิเตอร์อิสระ พารามิเตอร์กำหนด และพารามิเตอร์บังคับ เป็นต้น และประการที่สอง คือ ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ (parameter value) ได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุนั้นนักวิจัยจะตั้งสมมติฐานวิจัยเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มในหลายๆ ลักษณะ ตามประเด็นการวิจัยที่น่าสนใจ โดยเริ่มต้นจาก สมมติฐานข้อที่มีเงื่อนไขบังคับน้อยที่สุด และเพิ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดมากขึ้น จนกระทั่งถึงสมมติฐานข้อสุดท้ายที่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดมากที่สุดหรืออาจเรียกว่าเป็นสมมติฐานข้อที่มีความเข้มงวดเกี่ยวกับการเท่ากันมากที่สุด การที่จะสรุปว่าสมมติฐานข้อใดเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับนั้น จะพิจารณาจากค่าไค-สแควร์รวม และค่าดัชนีอื่นๆ ที่โปรแกรมลิสเรลสรุปไว้ให้

นอกจากนี้จะต้องพิจารณาผลต่างระหว่างค่าไค-สแควร์รวมระหว่างสมมติฐานด้วย นั่นคือ ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์รวม ระหว่างสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ค่าไค-สแควร์รวมของข้อ 1 และข้อ 2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดตามสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ให้ผลเป็นแบบเดียวกัน นั่นคือ โมเดลการวัดมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 : 239)

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบหลักฐานว่ามีการใช้การวิเคราะห์หีสเรลกลุ่มพหุ ในการตรวจสอบโมเดลความตระหนักมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแบบจำลองความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์หีสเรลกลุ่มพหุ ในการตรวจสอบโมเดลการวัดและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มประชากรสำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนสองลักษณะ คือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนรัฐบาลและนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชน ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับครูในการทำความเข้าใจ เนื่องจากความตระหนักนั้นจัดอยู่ในหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งครูจำเป็นต้องวัดและประเมินผลความตระหนักของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์หีสเรลกลุ่มพหุ และมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาโมเดลการวัด (Measurement model) ของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมสองรูปแบบคือ

- 1.1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง
- 1.2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง

2. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลและโรงเรียนของเอกชน ในสองประเด็น คือ

2.1 ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด

2.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์

3. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ต่างเพศกันในสองประเด็น คือ

3.1 ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด

3.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาโมเดลการวัดและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ด้วยการวิเคราะห์หาลิสเรลกลุ่มพหุ ซึ่งยังไม่ปรากฏหลักฐานการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อน ดังนั้นจะทำให้ได้ข้อมูลใหม่เพิ่มเติมในเรื่องของการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของความตระหนักระหว่างกลุ่มประชากรที่ต่างกัน ทำให้ทราบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากประชากรต่างกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์พร้อมกันซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ที่สนใจจะศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มต่างๆ นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อครูและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในการวัดความตระหนักได้ถูกต้องยิ่งขึ้น เนื่องจากความตระหนักนั้นมีในหลักสูตรการเรียนรู้ของสถานศึกษาต่างๆ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องวัดให้ได้ เพื่อใช้ในการพัฒนาและสร้างเสริมความตระหนักให้นักเรียนต่อไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ เป็นการมุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่เรียนในโรงเรียนรัฐบาลและเรียนในโรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร ซึ่งมีความรู้ใน

เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมภายใต้หลักสูตรการศึกษาช่วงชั้นที่ 3 และสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ คือ น้ำ อากาศ และเสียง เท่านั้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชายและหญิงที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 จังหวัดสมุทรสาคร โดยนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนรัฐบาล มีจำนวน 3,336 คน และนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชน มีจำนวน 203 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 จังหวัดสมุทรสาคร ของโรงเรียนรัฐบาล จำนวน 518 คน และนักเรียนโรงเรียนเอกชน จำนวน 203 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คือ 721 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม ได้แก่
 - 1.1 สังกัดของสถานศึกษา แบ่งเป็น สังกัดรัฐบาลและสังกัดเอกชน
 - 1.2 เพศ แบ่งเป็น เพศชายและเพศหญิง
2. ตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem) ได้แก่
 - 2.1 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution)
 - 2.2 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution)
 - 2.3 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution)
 - 2.4 ความต้องการในสิ่งที่รับรู้ (Need)
 - 2.5 แรงจูงใจที่จะกระทำให้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive)
 - 2.6 การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy)
 - 2.7 ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity)
 - 2.8 ขนาดของสิ่งเร้า (Size)

2.9 การทำตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (Contrast)

2.10 การทำซ้ำ (Repetition)

2.11 การเคลื่อนไหว (Movement)

2.12 แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)

3. ตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem) ได้แก่

3.1 ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem)

3.2 ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge)

3.3 ความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention)

3.4 ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics)

3.5 แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความตระหนัก** (Awareness) หมายถึง ลักษณะอาการของการรับรู้ คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้งได้ถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในจังหวัดสมุทรสาคร

2. **ผลกระทบ** (Impact) หมายถึง สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม

3. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** (Science and Technology) หมายถึง วิชาความรู้ที่ได้จากการสังเกต จากการประจักษ์ทางธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำอธิบาย และให้เหตุผลต่อความจริงที่เกิดขึ้นและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมาประยุกต์ใช้ ในการผลิตและการปฏิบัติงานเพื่อการแก้ปัญหาและเพิ่มความสะดวกรสบายในการดำรงชีวิต ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปควบคู่กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

4. **ปัญหาสิ่งแวดล้อม** (Environment Problem) หมายถึง สภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีสารพิษหรือมลพิษเจือปนอยู่ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ พืช และสัตว์ ในการศึกษาครั้งนี้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นำมาศึกษามี 3 ด้าน คือ มลพิษของอากาศ มลพิษของน้ำ และมลพิษของเสียง

5. ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem) หมายถึง ลักษณะอาการของการรับรู้ คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบทางด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมในจังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่ มลพิษของน้ำ มลพิษของอากาศ และมลพิษของเสียง ความตระหนักนี้เป็นเจตนาที่มีต่อพฤติกรรมที่ดูแลสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสามารถพยากรณ์ต่อไปได้ว่าคนที่มีความตระหนักนั้นจะมีพฤติกรรมที่ดูแลสิ่งแวดล้อมหรือไม่ในอนาคต ซึ่งวัดได้จากตัวแปรดังนี้

5.1 ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) หมายถึง ความรู้ในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมภายใต้หลักสูตรการศึกษาช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย

5.1.1 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution) หมายถึง ความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ ที่เรียนตามหลักสูตรการศึกษาช่วงชั้นที่ 3

5.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution) หมายถึง ความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ ที่เรียนตามหลักสูตรการศึกษาช่วงชั้นที่ 3

5.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution) หมายถึง ความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับมลพิษของเสียง ที่เรียนตามหลักสูตรการศึกษาช่วงชั้นที่ 3

5.2 ความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อที่จะรับรู้ในเรื่องนั้นๆ และเข้าใจถึงประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์ ซึ่งการจะเกิดความใฝ่ใจนั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

5.2.1 ความต้องการในสิ่งที่รับรู้ (Need) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการขาดแคลน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อไม่มีความสมดุลทางสรีระหรือจิตใจ จะเกิดความต้องการสิ่งที่ขาดนั้นให้ได้มาตามปรารถนา ซึ่งความต้องการเหล่านี้จะมีมากบ้างน้อยบ้างในแต่ละคน ถ้าบุคคลต้องเผชิญอยู่กับสภาวะปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ก็ย่อมจะมีความต้องการให้ปัญหานั้นลดลง หรือต้องการแก้ไขปัญหานั้นๆ ให้ทุเลาลง

5.2.2 แรงจูงใจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive) หมายถึง สภาวะที่บุคคลได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยที่ทำให้เกิดพลังและนำไปสู่การกระทำที่แสดงถึงการดูแลสิ่งแวดล้อม เช่น สิ่งของ คำชมเชยจากครูและเพื่อนๆ การได้รับการยอมรับ การได้รับผลตอบแทนต่างๆ การติเตียน ซึ่งจะทำให้บุคคลได้กระทำหรือมีพฤติกรรมที่แสดงถึงการดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างมีเป้าหมาย

5.2.3 การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy) หมายถึง สภาวะทางจิต ซึ่งเป็นความรู้สึกนึกคิด หรือเป็นความคิดเห็นอย่างมีวิจารณ์ญาณของบุคคลที่คาดคะเน หรือคาดการณ์ล่วงหน้า ว่าถ้าเราดูแลสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วันนี้ จะมีผลดีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในอนาคตอย่างแน่นอน

5.3 ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) หมายถึง ลักษณะที่น่าสนใจของการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจและกระตุ้นให้บุคคลเกิดความสนใจที่จะรับรู้ข้อมูลนั้นๆ

5.3.1 ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity) หมายถึง ความสนใจลักษณะของสิ่งเร้าซึ่งเป็นสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการรณรงค์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมหรือในการเรียนการสอน ที่มีระดับความหนักเบาหรือความเข้มจางของสิ่งเร้า ความหนักหน่วงของปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือเสียงที่ดัง จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้บุคคลมีความสนใจสิ่งนั้นมากขึ้น ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดความตระหนักมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ขนาดของสิ่งเร้า (Size) หมายถึง ความสนใจลักษณะของสิ่งเร้าซึ่งเป็นสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการรณรงค์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมหรือใช้ในการเรียนการสอนที่มีขนาดแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นขนาดใหญ่ กลาง เล็ก ซึ่งขนาดของสิ่งเร้าแต่ละขนาดนั้นจะช่วยสร้างความสนใจที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งถ้าสื่อนั้นมีขนาดใหญ่ ชัดเจน จะทำให้น่าสนใจมากยิ่งขึ้น และจะกระตุ้นให้เกิดความตระหนักมากยิ่งขึ้น รวมทั้งปริมาณของสิ่งเร้า ถ้ามีสื่อที่หลากหลายก็ทำให้น่าสนใจมากขึ้น

5.3.3 การทำตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (Contrast) หมายถึง ความสนใจลักษณะสิ่งเร้าซึ่งเป็นสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการรณรงค์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมหรือในการเรียนการสอนที่มีการทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ผิดแผกไปจากเดิมจะทำให้เกิดการสนใจในสิ่งนั้นมากขึ้น เช่น ลักษณะของป้ายรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม ถ้าเป็นภาพที่โดดเด่น หรือภาพการ์ตูนก็จะทำให้เกิดความสนใจมากกว่าข้อความรณรงค์ธรรมดา หรือถ้าใช้ข้อความก็ควรเป็นข้อความที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเป็นวลีที่แปลกๆ เป็นต้น ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจและจะสร้างความตระหนักมากยิ่งขึ้น

5.3.4 การทำซ้ำ (Repetition) หมายถึง ความสนใจลักษณะสิ่งเร้าที่เป็นการกระทำหรือการรับรู้ในสิ่งนั้นบ่อยๆ การเข้าร่วมกิจกรรมบ่อยๆ หรือหลายๆ ครั้ง การที่ครูพูดเรื่องสิ่งแวดล้อมบ่อยๆ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความตระหนักมากยิ่งขึ้น

5.3.5 การเคลื่อนไหว (Movement) หมายถึง ความสนใจลักษณะสิ่งเร้าซึ่งเป็นสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการรณรงค์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมหรือในการเรียนการสอน ที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงไปมา การโฆษณาณรงค์เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมโดยใช้สื่อการสอน ถ้าใช้ภาพเคลื่อนไหวจะดึงดูดความสนใจได้ดีกว่าภาพนิ่ง ป้ายโฆษณาที่ใช้ไฟประดับจะทำให้ไฟวิ่งไปวิ่งมาหรือดับบ้างติดบ้าง ซึ่งจะทำให้น่าสนใจมากขึ้น

5.4 แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) หมายถึง ความสามารถในการรับข่าวสารหรือข้อมูลของบุคคลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น โทรทัศน์ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ บิดามารดา การเรียนเกี่ยวกับสังคมและหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

6. โมเดลการวัด หมายถึง โมเดลลิสเรลที่ประกอบด้วยตัวแปรแฝง (Latent variables) และตัวแปรบ่งชี้ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้ (Observed variables) ที่ใช้วัดตัวแปรแฝงนั้น ในที่นี้ตัวแปรแฝงเปรียบเสมือนตัวแปรโครงสร้าง (Construct) ที่นักวิจัยต้องการวัด แต่ธรรมชาติของตัวแปรโครงสร้างนั้นไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องวัดจากตัวบ่งชี้ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้อีกต่อหนึ่ง

7. โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง โมเดลลิสเรลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมกับกลุ่มตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นตัวบ่งชี้ของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

8. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของโมเดล หมายถึง โมเดลความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรที่ตรงกับสภาพข้อเท็จจริงและมีการตรวจสอบโดยใช้โปรแกรมลิสเรลเพื่อตรวจสอบว่าพารามิเตอร์ในโมเดลจะให้ค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของโมเดลมีความสอดคล้องกับค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลเพียงใด ซึ่งมีการตรวจสอบด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งและการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

9. ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล หมายถึง คุณสมบัติเฉพาะอย่างของแบบจำลองได้แก่รูปแบบ (model form) และค่าพารามิเตอร์ (parameter value) ที่จะไม่มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากทุกกลุ่มพร้อมกัน โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยความแตกต่างของค่าองศาอิสระ

9.1 ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ หมายถึง ความไม่แปรเปลี่ยนของจำนวนองค์ประกอบ สถานะของพารามิเตอร์ต่างๆ และรูปแบบทางพีชคณิตของเมตริกซ์ เช่น เมตริกซ์เอกลักษณ์ เมตริกซ์ศูนย์ เป็นต้น

9.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ หมายถึง ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าน้ำหนักองค์ประกอบหรือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเชิงสาเหตุ ค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภายนอกแฝง และค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในการวัด

10. การวิเคราะห์กลุ่มพหุ หมายถึง การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบ / ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันระหว่างประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากทุกกลุ่มพร้อมกัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

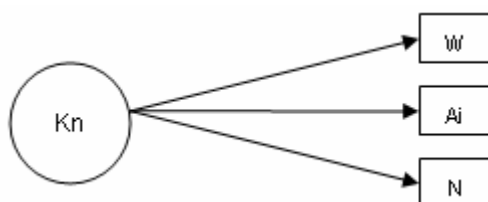
ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของหลายท่าน ได้แก่ บัณฑิต จุฬาศัย, ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ, กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, คาร์เทอร์ วี. กู๊ด (Carter V. Good.), อลายโม (Alaimo) และแครทโฮล (Krathwohl) ซึ่งตัวแปรต่างๆ ได้จากแนวคิด ดังนี้

บัณฑิต จุฬาศัย (ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. 2534 : 21-22 ; อ้างอิงจาก บัณฑิต จุฬาศัย. 2528 : 15 -18) ซึ่งได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ของมนุษย์ไว้ 3 ประการคือ 1) ประสบการณ์ หรือความรู้ 2) ความใส่ใจ และการให้คุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้ 3) ลักษณะและรูปแบบของเรื่องที่จะรับรู้ ส่วน ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ (2534 : 22-23) ได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก คือ 1) ประสบการณ์ที่มีต่อการรับรู้ 2) ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม 3) ความใส่ใจและการให้คุณค่า 4) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า 5) ระยะเวลาและความถี่ในการรับรู้ ซึ่ง กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2537 : 40) ได้สรุปว่า ความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (Knowledge) ทางสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการ แล้วจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด รวมถึง คาร์เทอร์ วี. กู๊ด (Carter V. Good. 1973 : 54) กล่าวว่า ความตระหนักเป็นผลของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ขึ้น และนำไปสู่ความตระหนักในที่สุด ซึ่งงานวิจัยของ อลายโม (Alaimo : 1969) ได้สรุป เกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ซึ่งพบว่าระดับชั้นของนักเรียนและแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับการตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม ส่วนของ แครทโฮล และคนอื่นๆ (จันทน์ เกียรติโพธา. 2542 : 10 ; อ้างอิงจาก Krathwohl and other. n.d.) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่าการเกิดความตระหนักนั้นจะต้องมีความรู้เสียก่อนอาจจะรู้มากหรือรู้น้อยก็ได้

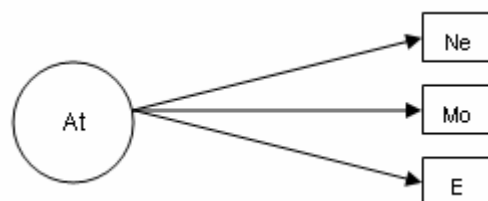
ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดของ บัณฑิต จุฬาศัย, ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ, กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, คาร์เทอร์ วี. กู๊ด (Carter V. Good.), อลายโม (Alaimo) และแครทโฮล (Krathwohl) มาเป็นฐานในการกำหนดโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ไว้ 3 แบบ ดังนี้

1. โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง ที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว (แยกวิเคราะห์ห้ที่ละองค์ประกอบ) ซึ่งมี 3 โมเดล ดังภาพประกอบ 1

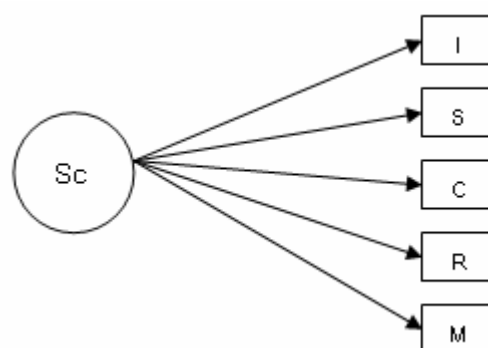
โมเดลที่ 1



โมเดลที่ 2

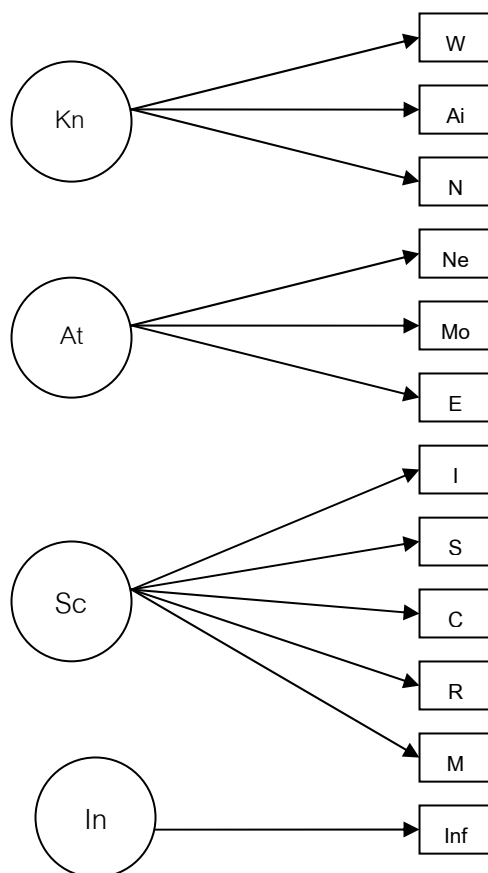


โมเดลที่ 3



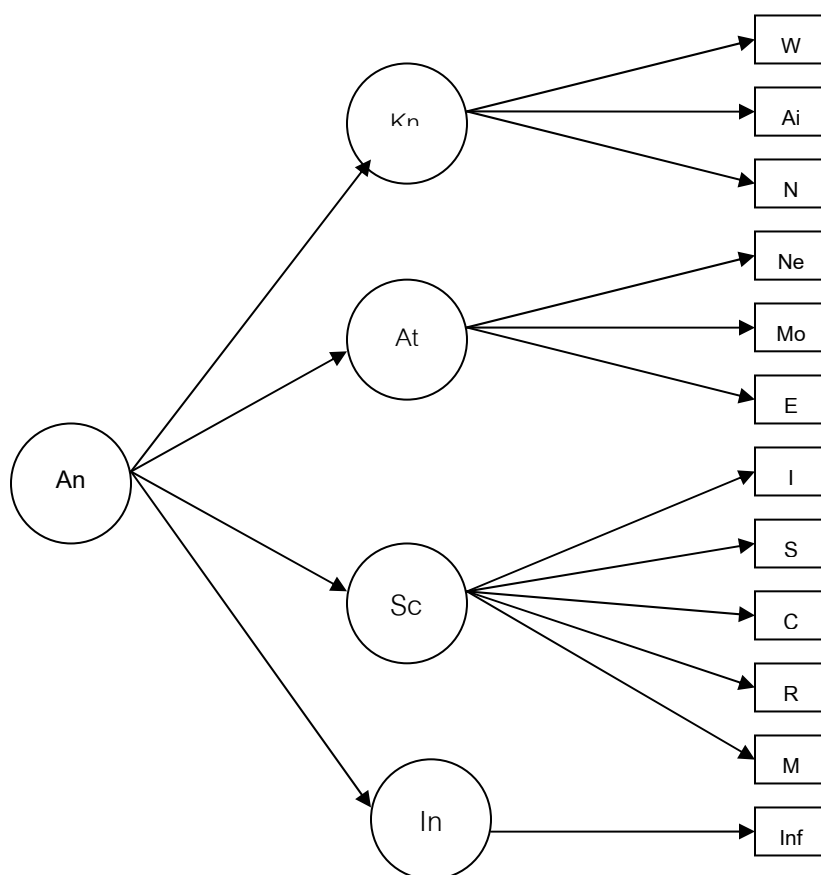
ภาพประกอบ 1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง ที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว (หนึ่งองค์ประกอบ)

2. จากข้อมูลต่างๆ ที่ได้ศึกษามา ลักษณะของความตระหนักรู้จะรวมเป็น 4 องค์ประกอบย่อย ดังนั้นโมเดลการวัดความตระหนักรู้ถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม แบบที่ 2 จะมีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ)

3. จากการศึกษาแนวคิดข้างต้นนั้น ทำให้ทราบว่า 4 องค์ประกอบย่อยนั้น เป็นผลมาจากความตระหนัก ดังนั้นโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม แบบที่ 3 จึงมีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ที่มีตัวแปรแฝงในโมเดลอันดับที่หนึ่งสี่ตัวแปร (สี่องค์ประกอบ) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ที่มีตัวแปรแฝงในโมเดลอันดับที่หนึ่งสี่ตัวแปร (สี่องค์ประกอบ)

เมื่อ	An	หมายถึง	ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem)
	Kn	หมายถึง	ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge)

At	หมายถึง	ความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention)
Sc	หมายถึง	ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics)
In	หมายถึง	แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)
W	หมายถึง	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution)
Ai	หมายถึง	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution)
N	หมายถึง	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution)
Ne	หมายถึง	ความต้องการในสิ่งที่รับรู้ (Need)
Mo	หมายถึง	แรงจูงใจที่จะกระทำให้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive)
E	หมายถึง	การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy)
I	หมายถึง	ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity)
S	หมายถึง	ขนาดของสิ่งเร้า (Size)
C	หมายถึง	การทำให้ตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (Contrast)
R	หมายถึง	การทำซ้ำ (Repetition)
M	หมายถึง	การเคลื่อนไหว (Movement)
Inf	หมายถึง	แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)

สมมติฐานในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานในการวิจัยโดยเรียงตามลำดับวัตถุประสงค์ในการวิจัยเอาไว้ ดังนี้

1. โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่สองมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง
2. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน
3. ภายใต้โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดรูปแบบเหมือนกัน ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน
4. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

5. ภายใต้โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำหนดรูปแบบเหมือนกัน ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในส่วนของแบบจำลองการวัดและแบบจำลองเชิงโครงสร้าง โดยทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์หีสเรลกลุ่มพหุ

1. แนวคิดเกี่ยวกับความตระหนัก
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความตระหนัก
3. ตัวแปรจัดกลุ่ม
4. สิ่งแวดล้อม
5. ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
6. การวิเคราะห์หีสเรลกลุ่มพหุ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับความตระหนัก (Awareness)

ได้มีผู้ศึกษาและแปลความหมายของคำว่า Awareness ไว้หลายคำ สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ความหมายของคำ Awareness ว่า ความตระหนัก ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความตระหนักไว้ ดังนี้

จรินทร์ ธานีรัตน์ (2517 : 64) ให้ความหมายของความตระหนักไว้ว่า คือความรู้สึกหรือความสำนึกหาเหตุผลในพฤติกรรมที่ได้กระทำไปทุกครั้ง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2521 : 25) ได้ให้ความหมายของความตระหนักว่า หมายถึง ความรู้ตัวอยู่แล้ว คือ การที่รู้ตัวอยู่ว่า สิ่งนี้มีอยู่หรือเป็นอยู่ แต่ไม่รู้อย่างละเอียดถี่ถ้วน

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 322) ได้ให้ความหมายของคำตระหนัก (กิริยา) ว่า รู้ ประจักษ์ชัด รู้แจ้ง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 138) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสามารถนึกคิด ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 20) กล่าวถึงความตระหนักว่า ความตระหนักนี้ เกือบจะคล้าย พฤติกรรมขั้นแรกของพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญา (Cognitive domain) คือความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge) แต่มีข้อแตกต่างที่ว่า ความตระหนักนี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความรู้หรือความสามารถที่จะระลึกได้ แต่มีการเกิดขึ้นในความรู้สึกว่ามีสิ่งหนึ่ง มีเหตุการณ์หนึ่ง หรือสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งรู้สึกว่ามีสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะจิตใจ

เสนห์ พบพาน (2528 : 14) กล่าวถึงความตระหนักว่า เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึก ความสำนึก ความคิดเห็นหรือการรับรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง หรือสภาพแวดล้อมทางสังคมเป็นสิ่งที่ช่วยในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมนั้น

ขวัญ สงวนเสริมศรี (2529 : 16) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง การแสดงออกถึงความสำนึก เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจและประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับตนเองได้เมื่อเผชิญกับเหตุการณ์หรือสภาพแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่ง

ทองศักดิ์ ประสพกิตติคุณ (2534 : 19) ได้สรุปความหมายของความตระหนักไว้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสำนึก การรับรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็น หรือการชูกิจติดต่อบางสิ่งบางอย่างของเหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือสถานที่ที่เกิดขึ้นได้

นิพนธ์ สิงห์สมาน (2534 : 12) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงการมีความรู้ ความสำนึก และยอมรับต่อสภาวะการณ์ใด ๆ

เอื้อน วิเศษชาติ (2534 : 13) กล่าวถึงความตระหนักว่า การที่บุคคลแสดงว่ามีความสำนึก มีความรู้สึก และยอมรับถึงสภาวะการณ์เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ซึ่งสภาพแวดล้อมในสังคมเป็นสิ่งที่ช่วยในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมนั้นๆ

สุชาดา ศิริลั่น (2540 : 14) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง สภาวะของจิตสำนึก ความรู้สึก การรับรู้ การลงความคิดเห็น หรือความโน้มเอียงที่จะแสดงพฤติกรรมต่อปัญหา หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง

เสาวลักษณ์ ศรีบุญเรือง (2542 : 21) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง เป็นสภาวะทางจิตที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่างๆ เกิดจากการรับรู้และการสำนึก เป็นสภาวะที่บุคคลได้รับรู้มาก่อน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความตระหนักขึ้น

สดุดี งามภูพันธ์ (2542 : 52-53) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง การแสดงออกซึ่งความรู้สึก ความคิดเห็น ความสำนึก เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจ และประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับ

ตนเองโดยอาศัยระยะเวลา เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลเกิด ความตระหนัก

จันทน์ เกียรติโพธิ์ (2542 : 13) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง การได้รับรู้ และเกิดการ สำนึก ความรู้สึก ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งโดยอาศัยระยะเวลา ประสบการณ์ หรือ สภาพแวดล้อมทางสังคม ช่วยให้เกิดความตระหนัก

ไพวรรณ ธรรมวิฐาน (2544 : 12) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง สภาพภายในจิตใจของ แต่ละบุคคลที่มีความรู้สึก นึกคิด ความสำนึกต่อสถานการณ์จากประสบการณ์

พัชรินทร์ เคยนิยม (2545 : 19) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง ความคิด ความรู้สึก ของ บุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นการใช้จิตกลั่นกรอง สามารถสรุป ประเมินเองโดยใช้เวลา ประสบการณ์ การเรียนรู้ ที่เกิดจากประสบการณ์ และระลึกได้เสมอในเหตุการณ์นั้นๆ

พรจักรี มณีนาถ (2545 : 15) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง สภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวกับ ความสำนึกของบุคคลที่มีการรับรู้ความรู้สึกหรือเคยมีความคิด ความปรารถนา การรับรู้เกิดขึ้น และเมื่อ ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าทำให้เกิดความตระหนักขึ้นมาได้ ความตระหนักจึงเป็นเรื่องของการตื่นตัวทาง จิตใจต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้นๆ

กุลวดี ราชภักดี (2545 : 38) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง ภาวะการณ์ที่บุคคลเกิดความรู้สึก ความสำนึก ความคิดเห็นหรือประสบการณ์จากเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจ และ ประเมินสถานการณ์ที่เกี่ยวกับตนเองได้ โดยเกิดจากสภาวะจิตที่มีการยอมรับถึงภาวะการณ์หรือความโน้ม เียงที่จะเลือกพฤติกรรม และปฏิบัติตนเพื่อแสดงต่อปัญหาหรือเหตุการณ์หนึ่งที่ได้ประสบ

เพ็ญจันทร์ ธาตุไพบูลย์ (2546 : 23) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง สภาวะจิตสำนึกของ บุคคลในความรับผิดชอบ หรือให้ความสำคัญต่อเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่คาดว่าจะปัญหาเกิดขึ้น

นงลักษณ์ วงศ์ถนอม (2547 : 11) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้สึกคิด ที่เกิดขึ้นในสภาวะจิตใจต่อเหตุการณ์หนึ่งที่ได้ประสบ แล้วแสดงความรู้สึกที่เกิดขึ้นออกมาทางพฤติกรรม

อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ (2548 : 51) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง ความสำนึกซึ่งบุคคลเคยมี การรับรู้ หรือเคยมีความรู้มาก่อน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความสำนึกหรือความตระหนักขึ้น ความ ตระหนักมีความหมายเหมือนกับคำว่าความสำนึก เป็นสภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความคิด ความปรารถนาต่างๆ อันเกิดจากความรู้และความสำนึกต่างๆ มาแล้ว โดยมีการประเมินค่า และตระหนักถึงความสำคัญของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น

โวลแมน (สุชาติ ศิริลัน. 2540 : 13 ; อ้างอิงจาก Wolman. 1973 : 38) กล่าวถึงความตระหนักว่า หมายถึง ภาวะการณ์ที่บุคคลเข้าใจหรือสำนึกถึงบางสิ่งบางอย่างของเหตุการณ์ ประสบการณ์หรือวัตถุสิ่งของได้

เนลสัน (Nelson) (สุชาติ ศิริลัน. 2540 : 13 ; อ้างอิงจาก ขวัญ สงวนเสริมศรี. 2529 : 16) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสำนึกว่าประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ
2. ส่วนที่เกี่ยวกับความรู้สึก
3. ส่วนที่เกี่ยวข้องกับความต้องการหรือเจตนาธรรมณ์ (will) ซึ่งในส่วนนี้จะทำให้มีพฤติกรรมแตกต่างกันไป

ไอเซ็น,อาร์โนล และมีโล (สุชาติ ศิริลัน. 2540: 13 ; อ้างอิงจาก Eysench, Arnold and Meili. 1979 :110) กล่าวถึงความตระหนักในแง่ของจิตวิทยาว่าความตระหนักเป็นความสัมพันธ์ของความสำนึก (Consciousness) และเจตคติ (Attitude) ความตระหนักเป็นภาวะของจิตใจซึ่งไม่อาจจะแยกเป็นความรู้สึกหรือความคิดเพียงอย่างเดียวได้โดยเด็ดขาด

แครทโฮลต์ และคนอื่นๆ (จันทน์ เกียรติโพธิ์. 2542 : 10 ; อ้างอิงจาก Krathwohl and other. n.d.) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่า ความตระหนักเกือบจะเหมือนพฤติกรรมด้านความจำ เป็นความรู้สึก รับผิดชอบของบุคคล ที่สำนึกถึงสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์หรือในเหตุการณ์ที่เขาอยู่ และความตระหนักที่เกิดขึ้นนั้นเกิดได้ตั้งแต่ความตระหนักอย่างผิวเผินจนถึงความตระหนักอย่างลึกซึ้ง

รูนส์ (Runes) (1971 : 32) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่า เป็นการกระทำที่เกิดจากความสำนึก

บลูม (Bloom) (1971 : 273) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่า หมายถึง ขั้นต่ำสุดของของอารมณ์และความรู้สึก ความตระหนัก เกือบคล้ายความรู้ตรงที่ทั้งความรู้และความตระหนักต่างก็ไม่เน้นลักษณะของสิ่งเร้า ความตระหนักต่างจากความรู้ตรงที่ ความตระหนักไม่ต้องเน้นปรากฏการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตระหนักจะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งเร้ามากระทบต่อบุคคล

จากความหมายของ ความตระหนัก ที่นักวิชาการในสาขาต่างๆ ได้ให้ความหมายไว้ดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึก การรับรู้ คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และความรู้นั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความตระหนัก

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าความตระหนักจะเกิดขึ้นได้นั้นมนุษย์จะต้องมีความรู้หรือรู้จักสิ่งนั้นเสียก่อน ซึ่งความตระหนักที่เกิดขึ้นจะมาน้อยเพียงใดก็ขึ้นกับการรับรู้ของมนุษย์แต่ละคน บัณฑิต จุฬาลงกรณ์ (ทงศศักดิ์ ประสภกิตติคุณ. 2534 : 21-22 ; อ้างอิงจาก บัณฑิต จุฬาลงกรณ์. 2528 : 15 -18) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ของมนุษย์ไว้ 3 ประการดังนี้

1. ประสบการณ์ การรับรู้ที่ขึ้นอยู่กับการประสบการณ์ทั้งในอดีตที่ผ่านมาและในชีวิตประจำวัน การรับรู้เรื่องราวใดๆ ขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องในเหตุการณ์นั้นๆ ประสบการณ์ที่ได้พบเห็นมีผลกระทบโดยตรง ทำให้เกิดการรับรู้ระดับต่างๆ เช่น คนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมย่อมรับรู้เรื่องน้ำท่วมได้ดีกว่าคนที่อยู่ในบริเวณที่น้ำไม่ท่วม คนที่เคยอยู่ในชุมชนแออัดจะไม่ยอมรับการอยู่อาศัยอาคารสงเคราะห์ในห้องเล็กๆ บนอาคารสูง เนื่องจากไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน คนที่เคยอาศัยอยู่ในบ้านเมืองที่สับสนวุ่นวายไร้ระเบียบ สกปรก ไม่ว่าจะเป็นบนพื้นถนนหรือบนทางเท้าเต็มไปด้วยขยะ สองฟากถนนเต็มไปด้วยอาคารรูปแบบต่างๆ ป้ายประกาศ ป้ายโฆษณา สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ระโยงระยางค์เกะกะเต็มไปหมด ก็จะรับรู้สภาพดังกล่าวอยู่ทุกวัน ทำให้เกิดความเคยชินและยอมรับในสภาพแวดล้อมนั้นแม้ว่าจะไร้คุณภาพก็ตาม สำนักดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการเปรียบเทียบจากสิ่งที่ได้รับรู้ใหม่ เช่น ได้ไปเห็นบ้านเมืองอื่นๆ ที่สะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยไม่สับสนวุ่นวาย

2. ความใส่ใจและการให้คุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้ ความใส่ใจในเรื่องที่จะรับรู้แปรเปลี่ยนได้หลายระดับตั้งแต่ความจำเป็น ความต้องการ ความคาดหวัง ความสนใจและอารมณ์ เช่น บุคคลที่สัญจรบนท้องถนนจะมีความต้องการบ้านเมืองที่สะอาด ร่มรื่น มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย แต่ถ้าเขาขับรถยนต์เขาจะรับรู้ถึงความสับสนของสิ่งต่างๆ ที่เป็นปัญหาในการขับขี่ ซึ่งได้แก่ ความวุ่นวายของป้ายจราจร ป้ายประกาศ ป้ายโฆษณา การขับขี่รถยนต์วนพวนที่ไม่เคารพกฎจราจร การข้ามถนนของคนที่ไม่เป็นระเบียบ ความทรมานของทางเท้า การตั้งวางสิ่งกีดขวางทางเดิน หรือถ้าเขาต้องการเดินทางเท้าในเวลากลางวันก็จะต้องการร่มเงาจากอาคาร ต้นไม้ ดังนั้นเขาก็จะใส่ใจในเรื่องสภาพทางเท้ามากขึ้น ในขณะที่ศิลปินอาศัยเพียงอารมณ์ที่จะใส่ใจรับรู้ในเรื่องของความงามของสภาพแวดล้อม นักอนุรักษ์ที่มีความสนใจในเรื่องสภาวะแวดล้อมของบ้านเมืองก็จะใส่ใจและเห็นคุณค่าของธรรมชาติและบ้านเมือง ส่วนนักท่องเที่ยวมีความหวังที่จะได้พบธรรมชาติและบ้านเมืองนั้นว่าเป็นอย่างไร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการรับรู้ในเรื่องใดของแต่ละบุคคลนั้น ขึ้นอยู่กับว่าเขาใส่ใจและให้คุณค่าในเรื่องนั้นมากน้อยเพียงใด

3. ลักษณะและรูปแบบของเรื่องที่จะรับรู้ นอกจากการรับรู้ของบุคคลจะขึ้นอยู่กับการประสบการณ์ ความใส่ใจและการให้คุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับการที่สิ่งนั้นหรือเรื่องที่จะรับรู้มีลักษณะรูปแบบ

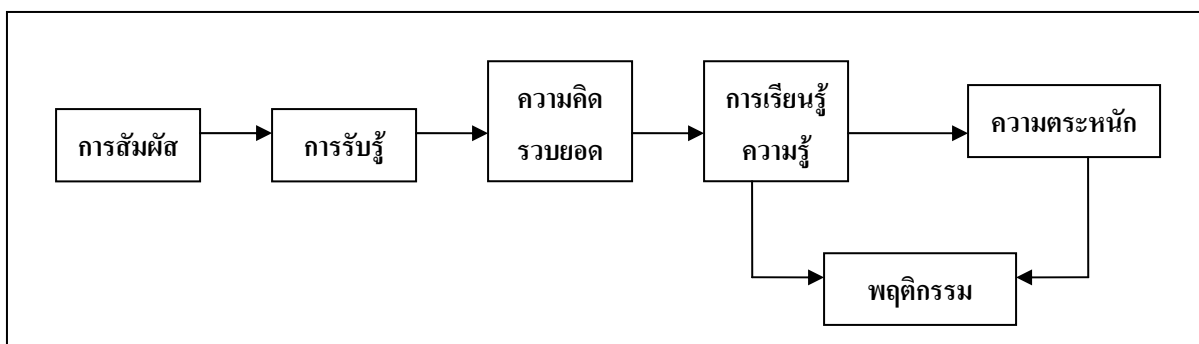
เป็นอย่างไร เช่น การสร้างความตระหนักในเรื่องขยะที่ได้รับความสนใจมาก เนื่องจากการให้ความรู้ความเข้าใจได้กระทำอย่างกว้างขวางโดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้ดาราภาพยนตร์ผู้ซึ่งเป็นที่สนใจของบุคคลทั่วไป โครงการตาวีเศษก็มีทั้งบทเพลง คำขวัญ มีการเสนอข่าวสารทั้งทางโทรทัศน์และวิทยุ ป้ายโฆษณาถึงขยะ การเสนอบ่อยครั้งและเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมทำให้เกิดผลอย่างมาก การรับรู้ที่ต้องเกิดจากการได้ยินหลายๆ ครั้ง ดังนั้นการที่จะทำให้บุคคลเกิดการรับรู้เพื่อให้เกิดความตระหนักนั้นต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร

ทงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ (2534 : 22-23) ได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก คือ

1. ประสบการณ์ที่มีต่อการรับรู้
2. ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม ถ้าบุคคลใดที่มีความเคยชินต่อสภาพแวดล้อมนั้นก็จะมีผลทำให้บุคคลนั้นไม่ตระหนักต่อสิ่งที่เกิดขึ้น
3. ความใส่ใจและการให้คุณค่า ถ้ามนุษย์ใส่ใจเรื่องใดมากก็就会有ความตระหนักในเรื่องนั้นมาก
4. ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า ถ้าสิ่งเร้านั้นสามารถทำให้ผู้ได้พบเห็นเกิดความสนใจยอมทำให้ผู้พบเห็นเกิดการรับรู้และการตระหนักขึ้น
5. ระยะเวลาและความถี่ในการรับรู้ ถ้ามนุษย์ได้รับการรับรู้บ่อยครั้งเท่าไรและนานเท่าไร ก็ยิ่งทำให้มีโอกาสเกิดความตระหนักได้มากขึ้นเท่านั้น

ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก

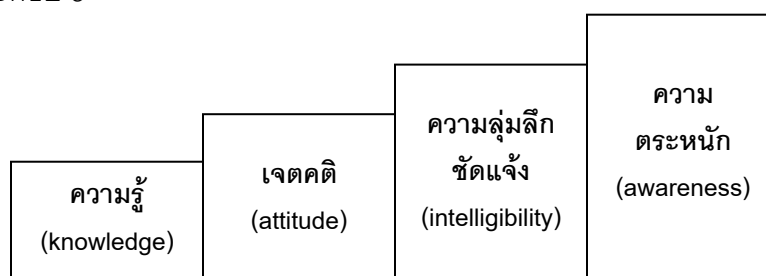
จากความหมายของความตระหนักที่กล่าวไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าความตระหนักเป็นความสำคัญ การรับรู้ คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และความรู้นั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ดังนั้นความตระหนักจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีความรู้ และความรู้จะต้องได้มาจากการสัมผัสจากสิ่งเร้า เมื่อเกิดการรับรู้ (Perceptions) จะนำไปสู่การเกิดความคิดรวบยอด การเรียนรู้ และความตระหนัก ตามลำดับ การเรียนรู้และความตระหนักจะนำไปสู่ความพร้อมที่จะแสดงออกถึงการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก

ที่มา : Carter V. Good. 1973 : 54

จากภาพประกอบ 4 แสดงว่า ความตระหนักเป็นผลของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ขึ้น เมื่อเกิดการรับรู้แล้ว ต่อไปก็จะเกิดการนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งเร้านั้น คือเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น และนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป คือมีความรู้ในสิ่งนั้น และเมื่อบุคคลเกิดความรู้แล้ว ก็จะมีผลไปสู่ความตระหนักในที่สุด และทั้งความรู้และความตระหนักนี้จะนำไปสู่การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด

ที่มา : กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2537 : 40

จากภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการสร้างความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (knowledge) ทางสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการ เมื่อเกิดความรู้แล้วจะต้องมีการสร้างเจตคติ (attitude) ทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง และต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี ไม่ดี จึงจะนำไปสู่ขั้นความลุ่มลึกชัดแจ้ง (intelligibility) แล้วจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด

จากความหมายของความตระหนัก และปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนัก ดังรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก

ตัวแปรปัจจัย	Alaimo	Krathwohl	บัณฑิต จุฬาลงกรณ์	ทงศักดิ์ ประสภกิจคุณ	กิตติภูมิ มีประดิษฐ์	Carter V. Good	รวม
1. ประสบการณ์หรือความรู้	✓	✓	✓	✓	✓		4
2. ความใส่ใจและเห็นคุณค่าใน เรื่องที่รับรู้			✓	✓			2
3. ลักษณะรูปแบบของเรื่องที่จะ รับรู้ (สิ่งเร้า)			✓	✓		✓	3
4. แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม	✓ *						1
5. ความรับผิดชอบในสิ่งแวดล้อม	✓						1
6. โอกาสที่จะแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อม	✓						1
7. ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม				✓			1
8. ความถี่ในการรับรู้				✓			1

จากตารางดังกล่าวได้คัดเลือกตัวแปร ซึ่งได้แก่ ความรู้หรือประสบการณ์ ความใส่ใจและเห็นคุณค่าในเรื่องที่จะรับรู้ ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (ผู้วิจัยเลือกตัวแปรนี้เนื่องจากการวิจัยของ อลลายโม (Alaimo : 1969) นั้น พบว่า แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมสัมพันธ์กับความตระหนัก) ซึ่งจะใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป

รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดความตระหนัก

ความรู้ (Knowledge)

ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ นั้น ตามแนวคิดของอริสโตเติล มีความเห็นว่าประสบการณ์ของมนุษย์จะเป็นพื้นฐานก่อให้เกิดความรู้โดยได้อธิบายเพิ่มเติมว่า จุดเริ่มต้นของความรู้จะเริ่มจากการได้สัมผัสแล้วใช้จิตใจไตร่ตรองสิ่งที่สัมผัสนั้น เพื่อหากฎเกณฑ์ต่างๆ กฎเกณฑ์ที่ได้มานั้น ไม่ได้เกิดจากประสบการณ์เพียงอย่างเดียว แต่ต้องประกอบด้วย ความคิดและเหตุผลในจิตใจด้วย โดยสรุป อริสโตเติล มีความเชื่อว่าความรู้จะเกิดขึ้นจากทั้งประสบการณ์ การสัมผัส และการคิดในจิตใจนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของฮอบบ์ ที่ถือว่าความรู้เกิดจากประสบการณ์ ความรู้สึกประทับใจของมนุษย์ (ประสาธน์ อิศรปริดา. 2523 : 19)

ความใส่ใจและเห็นคุณค่า (Attention)

การใส่ใจเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ ดังที่ มอร์แกนและคิงส์ (ถวิล ธาราโกชน และ ศรัณย์ ดำริสุข. 2540 : 75-77 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256) ได้กล่าวว่า การใส่ใจเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการรับรู้ นั้นหมายความว่า การที่บุคคลจะมีการรับรู้สิ่งใดนั้นบุคคลจะต้องเกิดการใส่ใจสิ่งนั้น การใส่ใจเป็นเสมือนการเตรียมพร้อมที่จะรับรู้ ความใฝ่ใญ่นั้นเกิดจากสภาพของตัวบุคคลที่เป็นผู้รับรู้ว่าจะขณะนั้นบุคคลมีสภาพเป็นอย่างไร เพราะบุคคลแต่ละคนเกิดมามีสภาพแตกต่างกัน เจริญเติบโตมาในสังคมที่ต่างกัน ย่อมทำให้ความรู้สึกนึกคิดแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งความแตกต่างกันในด้านความต้องการ (need) แรงจูงใจ (motives) และการคาดหวัง (expectancy) นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นเหมือนตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดการใส่ใจ ซึ่งความใฝ่ใญ่มีองค์ประกอบดังนี้

1. ความต้องการ (need)

มอร์แกนและคิงส์ (ถวิล ธาราโกชน และ ศรัณย์ ดำริสุข. 2540 : 75-77 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256) กล่าวว่า เมื่อบุคคลเกิดภาวะการณ์ขาดสมดุล คือการขาดสิ่งต่างๆ ที่จะทำให้ร่างกายทำงานไม่เป็นปกติ เช่น การขาดสภาพที่เรียกว่าทางด้านร่างกาย ได้แก่ อาหาร อากาศ น้ำ ความต้องการทางเพศ การขับถ่ายของเสีย หรือการขาดทางจิตใจ และการขาดสภาพทางด้านสังคม ได้แก่ ความรัก ความสำเร็จ ความมีอำนาจ ซึ่งความต้องการเหล่านี้จะมีมากบ้างน้อยบ้างในแต่ละคน บางสิ่งมีความจำเป็นต่อบุคคลคนหนึ่งแต่อาจจะไม่จำเป็นกับอีกคนหนึ่ง ความต้องการของบุคคลจึงต่างกัน ทำให้เกิดการใส่ใจแตกต่างกันด้วย

วุฒิชัย จำนง (2523 : 220) กล่าวว่า ความต้องการ หรือความอยากได้ (Deprivation) คือความขาด ซึ่งเป็นความรู้สึกของมนุษย์ที่เกิดความต้องการขึ้นมาเมื่อใดก็ตาม ที่สภาพทางด้านสรีระและจิตใจไม่อยู่ในสภาพสมดุล

ทรงพล ภูมิพัฒน์ (2538 : 164) กล่าวว่า ความต้องการ (needs) เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเกิดความ ต้องการที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ถ้าเขาได้รับการตอบสนองของความ ต้องการ ย่อมทำให้เกิดความพึงพอใจที่จะทำ นั่นหมายความว่าความต้องการจะเป็นเสมือนแรงจูงใจที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำงานนั้นให้ประสบความสำเร็จ เพราะถ้าความต้องการสิ่งใดมีมาก ย่อมสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นได้มาก แต่ถ้าความต้องการนั้นมีน้อย แรงจูงใจที่จะทำงานนั้นให้สำเร็จย่อมมีน้อยตามไปด้วย

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร (2545 : 160) กล่าวว่า ความต้องการ (needs) หมายถึง สภาพการขาดแคลน ซึ่งเกิดเมื่อใดก็ตามที่ไม่มีคุณสมบัติทางสรีระหรือจิตใจ เช่น เราคอแห้งเนื่องจากพูดมาก เนื้อเยื่อที่ลำคอขาดน้ำ เราจะรู้สึกกระหายน้ำขึ้นมาทันที หรือเรารู้สึกต้องการอาหาร (หิว) ก็เพราะเกิดจากการขาดแคลนน้ำตาลในกระแสโลหิต เป็นต้น

ทัศนีย์ ประจະเนย์ (2546 : 207) กล่าวว่า ความต้องการ (needs) หมายถึง ภาวะการณขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วต้องการสิ่งทีขาดนั้นให้ได้มาตามปรารถนา ซึ่งความต้องการของคนเรามีมากมายแตกต่างกันไปตามวัย อาชีพ เพศและระดับสังคม บางครั้งก็ต้องการอย่างเดียว บางครั้งก็ต้องการหลายอย่างพร้อมๆ กัน เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย ยศ เกียรติ เงินทอง ชื่อเสียง เพศตรงกันข้าม ความรัก ความอบอุ่นใจ ความก้าวหน้า อำนาจ การยอมรับ ความเป็นตัวของตัวเอง ความเป็นอิสระ ความสำเร็จ เป็นต้น จึงทำให้พฤติกรรม การกระทำของคนเราเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการ ดังนั้น การกระตุ้นบุคคลให้เกิดแรงจูงใจ จึงต้องศึกษาถึงความต้องการของบุคคลเป็นอันดับแรก

ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow 's General Theory of Human Motivation) อัมราฮัม เอส มาสโลว์ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2541 : 116-117 ; อ้างอิงจาก มาสโลว์. 1970 : 35-47) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นคนแรก ที่ได้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจไว้ ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการ และความต้องการที่ไม่สิ้นสุด ขณะที่ความต้องการได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นจะต้องเข้ามาแทนที่ ไม่มีวันสิ้นสุด
2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้ว จะไม่เป็นสิ่งจูงใจพฤติกรรมอีก
3. ความต้องการของมนุษย์ มีลำดับชั้นตามความสำคัญ (A Hierarchy of Needs) คือ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนองทันที

มาสโลว์ได้แบ่งลำดับความต้องการของมนุษย์ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิลำดับชั้นความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีการจูงใจของมาสโลว์

1. ความต้องการทางสรีระ หมายถึง ความต้องการพื้นฐานของร่างกาย เช่น ความหิว ความกระหาย ความต้องการทางเพศ การพักผ่อน เป็นต้น ความต้องการเหล่านี้เป็นความต้องการที่จำเป็นสำหรับการมีชีวิตอยู่ มนุษย์ทุกคนมีความต้องการทางสรีระอยู่เสมอ จะขาดเสียมิได้ ถ้าอยู่ในสภาพที่ขาดจะกระตุ้นให้ตนมีกิจกรรมจนขยายที่จะสนองความต้องการ

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยหรือสวัสดิภาพ หมายถึง ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจเป็นอิสระจากความกลัวขู่เข็ญบังคับจากผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม เป็นความต้องการที่จะได้รับการปกป้องคุ้มครอง ความต้องการนี้เริ่มตั้งแต่ ภัยธรรมชาติ ภัยสงคราม ความต้องการที่จะมีงานทำเป็นหลักแหล่งก็เป็นความต้องการเพื่อสวัสดิภาพของผู้ใหญ่ออย่างหนึ่ง

3. ความต้องการความรักและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่ หมายถึง มนุษย์ทุกคนมีความปรารถนาที่จะได้เป็นที่รักของบุคคลอื่น

4. ความต้องการที่จะรู้สึกว่ามีค่า

5. ความต้องการที่จะรู้จักตนเองอย่างแท้จริง

สรุป จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น ความต้องการคือ สภาพการขาดแคลน ซึ่งเกิดเมื่อใดก็ตามที่ไม่มีความสมดุลทางสรีระหรือจิตใจ แล้วต้องการสิ่งที่ขาดนั้นให้ได้มาตามปรารถนา ซึ่งความต้องการเหล่านี้จะมีมากบ้างน้อยบ้างในแต่ละคน บางสิ่งมีความจำเป็นต่อบุคคลคนหนึ่งแต่อาจจะไม่จำเป็นกับอีกคนหนึ่ง ความต้องการของบุคคลจึงต่างกันไปตามวัย อาชีพ เพศและระดับสังคม จึงทำให้เกิดการใส่ใจแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ยังรวมถึงความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ เป็นอิสระจากความกลัวขู่เข็ญ บังคับ จากผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม เป็นความต้องการที่จะได้รับการปกป้องคุ้มกัน

2. แรงจูงใจ (motives)

มอร์แกนและคิงส์ (ถวิล ธาราโกชน์ และศรีธัญย์ ดำริสุข. 2540 : 75-77 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256) กล่าวว่า เป็นเหมือนตัวกระตุ้นให้บุคคลได้กระทำหรือมีพฤติกรรมต่างๆ อย่างมีเป้าหมาย ดังเช่น บุคคลที่มีความหิวจะมีความเครียดในระบบของร่างกาย ทำให้บุคคลต้องกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ร่างกายเข้าสู่ภาวะปกติ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งในที่นี้อาจเป็นว่าเขารีบทำงานให้จบตอนใดตอนหนึ่งเพื่อจะได้ไปหาอาหารกินที่เขา มีพฤติกรรมแบบนี้เพราะมีความหิว ทำให้เกิดการกระตุ้นอันเป็นแรงจูงใจ หรือตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายขึ้น คือ พนักงานของบริษัทจะไม่พยายามที่จะขาดการมาทำงาน เพราะบริษัทมีระเบียบว่าพนักงานจะได้รับเงินค่าตอบแทนเพิ่มขึ้นจำนวนหนึ่ง ถ้าเดือนไหนไม่ขาดการมาทำงานเลย หรือ นักศึกษาพยายามขยันเรียนเพื่อให้ผลการเรียนออกมาดี เพราะรู้ว่ามีโอกาสที่บริษัทจะพิจารณารับเข้าทำงานได้ง่ายขึ้น จะเห็นได้ว่าการเกิดแรงจูงใจในสิ่งใดย่อมทำให้บุคคลเกิดการใส่ใจในสิ่งนั้นมากขึ้น

คิตต์ (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. 2533 : 102 ; อ้างอิงจาก Kidd. 1973 : 101) กล่าวว่า แรงจูงใจ (Motivation) หมายถึง สิ่งโน้มน้าวหรือชักนำให้บุคคลเกิดการกระทำหรือปฏิบัติการ

ปฐุม นิคมานนท์ (2521 : 27) กล่าวว่า แรงจูงใจ หมายถึง สภาพการณ์หรือสภาพของอารมณ์ของบุคคลที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และมุ่งไปสู่เป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง

กิลฟอร์ด และเกรย์ (Guilford and Gray) (1979 : 12) ให้ความหมายของแรงจูงใจว่า เป็นสิ่งเร้าที่นำช่องทางและเสริมสร้างความปรารถนาในการประกอบกิจกรรมของมนุษย์

กู๊ด (Good) (1973 : 375) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจ หมายถึง กระบวนการเร้าและสนับสนุนให้บุคคลกระทำกิจกรรมอย่างมีระบบ

ฮิลการ์ด (Hilgard) (1962 : 314) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจอีกทัศนะหนึ่งว่า หมายถึง ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่ไปกระตุ้นบุคคลให้เกิดพลังและนำไปสู่การกระทำ

ซูซีฟ อ่อนโคกสูง (2522 : 39) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจเป็นองค์ประกอบที่ทำให้อินทรีย์เกิดพลังที่มีทิศทาง ซึ่งหมายถึง การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมที่มีทิศทาง เพื่อนำไปสู่จุดหมายอันใดอันหนึ่ง

สมพงษ์ เกษมสิน (2521 : 419) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจเป็นวิธีการที่จะชักนำให้บุคคลตัดสินใจกระทำตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2533 : 39) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจเป็นสิ่งที่โน้มน้าวที่มีอิทธิพลเป็นแรงผลักดันให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมา

จรรยา โกมลบุญ (2528 : 57) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจเป็นภาวะการณ์ที่อินทรีย์ถูกกระตุ้นและชี้แนวทางให้อินทรีย์มีการตอบสนองไปสู่เป้าหมายหรือเป็นเครื่องล่อใจ ซึ่งเป็นความต้องการเฉพาะอย่าง ที่ให้ความพึงพอใจแก่บุคคล

สรุป จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น แรงจูงใจ หมายถึง สภาวะที่บุคคลได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยหรือองค์ประกอบที่ทำให้เกิดพลังและนำไปสู่การกระทำสิ่งเร้าภายนอก เช่น สิ่งของ เงินเดือน ความก้าวหน้า คำชมเชย การติเตียน ปัญหาต่างๆ ทำให้บุคคลได้กระทำหรือมีพฤติกรรมต่างๆ อย่างมีเป้าหมาย

3. การคาดหวัง (expectancy)

มอร์แกนและคิงส์ (ถวิล ธาราโกชน และศรัณย์ ดำริสุข. 2540 : 75-77 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256) กล่าวว่า เป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะทำให้บุคคลเกิดการใส่ใจมากน้อยเพียงใด การที่บุคคลมีความต้องการก็เป็นเสมือนการนำไปสู่แรงจูงใจอันจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมจะมีความเข้มแข็งหรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ทำให้เขาเกิดแรงจูงใจนั้น ทำให้เขาเกิดการคาดหวังอย่างไร ถ้าเกิดการคาดหวังสูงพฤติกรรมก็จะเข้มแข็งมาก แต่ถ้าเกิดการคาดหวังต่ำพฤติกรรมก็จะอ่อนลง

ฟินน์ (Finn) (1962 : 390) กล่าวว่า ความคาดหวัง หมายถึง การประเมินค่าบุคคลหรือตนเองด้านจิตรู้สำนึกและจิตใต้สำนึก และใช้ความหวังนั้นมาเป็นแนวทางในการกำหนดพฤติกรรมที่จะมีต่อบุคคลที่ตนคาดหวัง หรือต่อตนเองในลักษณะที่ตนคิดว่าถูกต้อง

วิทเทเกอร์ (Whittaker) (1965 : 635) กล่าวว่า ความคาดหวังเป็นวัตถุประสงค์ที่บุคคลตั้งไว้สำหรับตนเอง และเป็นสิ่งที่ตนจะพยายามทำให้สำเร็จ

ประเทิน มหาพันธ์ (2521 : 24) ได้กล่าวถึงความคาดหวังในความหมายเดียวกันว่า หมายถึง ปณิธาน หรือความมุ่งหวังในชีวิต และความเป็นอยู่ในอนาคต

สิริวรรณ อัสวกุล (2528 : 13) กล่าวถึง ความคาดหวังโดยคาดหวังถึงผลของความคาดหวังไว้ว่า “ความคาดหวังของมนุษย์เป็นการคิดล่วงหน้าไว้ก่อน ซึ่งอาจจะไม่เป็นไปตามที่คิดไว้”

ทวีชัย วิริยะโกศล (2541 : 14) ให้ความหมายของความคาดหวังว่า สามารถแบ่งความคาดหวัง ออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ความคาดหวังของบุคคลอื่นที่มีต่อตนเอง
2. ความคาดหวังของตนเองที่มีต่อผลหรือพฤติกรรมในอนาคต

สรุป จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น การคาดหวัง หมายถึง สภาวะทางจิต ซึ่งเป็นความรู้สึกนึกคิด หรือเป็นความคิดเห็นอย่างมีวิจรรย์ญาณของบุคคลที่คาดคะเน หรือคาดการณ์ล่วงหน้า ต่อบางสิ่งบางอย่างว่าควรมี ควรจะเป็นหรือควรเกิดขึ้น

ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus characteristics)

เป็นสิ่งที่บุคคลได้พบ ได้รู้สึก และจะทำให้บุคคลเกิดการใส่ใจมากน้อยเพียงใด อาจพิจารณา ได้ดังนี้ (จิตวิทยาทั่วไป. 2540 : 75-77)

1. **ความเข้ม (intensity)** เป็นระดับความหนักเบาหรือความเข้มจางของสิ่งเร้า อาจเป็นแสง สี เสียง การดำเนินงานต่างๆ ทั้งงานโดยทั่วไปและงานส่วนตัว การใช้แสงที่จ้า สีที่เข้มฉูดฉาด และเสียงที่ดังจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้บุคคลมีการใส่ใจในสิ่งนั้นมากขึ้น
2. **ขนาด (size)** สิ่งเร้าที่มีขนาดใหญ่มักจะสร้างความสนใจหรือใส่ใจได้ดีกว่าสิ่งเร้าที่มีขนาดเล็ก ดังจะเห็นได้จากป้ายโฆษณาต่างๆ แม้กระทั่งวัตถุและสิ่งก่อสร้างในสังคมจะทำให้มีขนาดใหญ่เพื่อดึงดูดความสนใจ
3. **ทำตรงกันข้ามหรือทำแปลกออกไป (contrast)** การทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ผิดแผกไปจากเดิมจะทำให้เกิดการใส่ใจในสิ่งนั้นมากขึ้น เช่น หนังสือที่เราอ่าน ถ้าหน้าใดพิมพ์ตัวใหญ่หรือตัวหนาจะทำให้เกิดความใส่ใจตรงนั้นมากเป็นพิเศษ หรือกรณีการขายสินค้ามีการกำหนดราคาให้แปลก มีสินค้าประเภทหนึ่ง มีการกำหนดราคาให้เป็น 49 บาท 99 บาท 199 บาท 299 บาท หรือ 999 บาท เป็นต้น
4. **การทำซ้ำ (repetition)** มีความหมายว่าทำในสิ่งนั้นบ่อยๆ หรือหลายๆ ครั้ง การโฆษณาสินค้าทางวิทยุและโทรทัศน์เพื่อให้บุคคลจำสินค้าชนิดนั้นได้ ให้ดาราในสังกัดของตนได้ออกทีวีหรือโชว์ตัวบ่อยๆ เป็นต้น
5. **การเคลื่อนไหว (movement)** เป็นการทำให้สิ่งเร้าเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงไปมา การโฆษณาโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวจะดึงดูดความสนใจได้ดีกว่าภาพนิ่ง ป้ายโฆษณาที่ใช้ไฟประดับจะทำให้ไฟวิ่งไปวิ่งมาหรือดับบ้างติดบ้าง แม้แต่ขายสินค้าในห้างสรรพสินค้ามุมประหยัดบางวันสินค้าประเภทนี้อยู่ด้านขวา อีกวันเปลี่ยนไปอยู่ด้านซ้าย เป็นต้น

แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นตัวแปรที่ได้มาจากการศึกษางานวิจัยของ อลลายโม (สุชาติ ศิริลัน. 2540 ; อ้างอิงจาก Alaimo, Samiul Joseph. 1969 : 39 : 5427 A.) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ระดับชั้นและแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนั้น ได้แก่ โทรทัศน์ ห้องเรียน วิทยาศาสตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ บิดามารดา การเรียนเกี่ยวกับสังคมและหนังสือพิมพ์ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกตัวแปรนี้เป็นตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวัดความตระหนัก

ในการวัดความตระหนัก แครทโฮลและคนอื่นๆ (Krathwohl and Other. 1973 : 101-103) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดความตระหนักว่า “พฤติกรรมที่จะใช้วัดความตระหนักจะต้องเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับความสำนึกในบางสิ่งบางอย่างที่แสดงว่านักเรียนตระหนักในความเป็นอยู่ของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกิจการบางอย่าง ความตระหนักเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยสติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก การตระหนักต่อคนบางคนหรือของบางอย่างก็คือการรู้จักสิ่งนั้นหรือคนนั้น ถึงแม้ว่าการรู้นั้นจะเป็นการรับรู้แค่ผิวเผินก็ตาม” นอกจากนี้ แครทโฮล (Krathwohl) ยังได้กล่าวถึงขอบเขตของความตระหนักว่า “เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องสังเกตว่าช่วงของความตระหนักจะปรากฏบนความต่อเนื่องจากปลายสุดที่เป็นความตระหนักอย่างผิวเผินหรือหยาบๆ จนถึงความตระหนักอย่างลึกซึ้งและละเอียด ในกรณีที่สอนวิชาศิลปะ ตัวอย่างความตระหนักอย่างหยาบๆ คือ การสำนึกโดยรับรู้ว่ามีภาพวาดอยู่ ซึ่งความตระหนักเช่นนั้นไม่ได้เคยมีมาก่อน ความสำนึกอย่างลึกซึ้งจะเกิดขึ้นเมื่อครูชี้ให้เห็นความแตกต่างของภาพวาดประเภทต่างๆ ซึ่งจะเป็นไปตามขั้นตอนคือ ความตระหนักอย่างผิวเผินจะต้องเกิดขึ้นก่อนแล้วความตระหนักแบบลึกซึ้งก็เกิดขึ้นมา”

สิ่งที่สำคัญอีกสิ่งหนึ่งในการวัดความตระหนักที่ Krathwohl ได้เสนอไว้ คือ การสร้างข้อสอบสถานการณ์ที่แสดงถึงความตระหนักต้องปราศจากการชี้แนะหรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นอยู่

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความตระหนักของ Krathwohl พอสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. การวัดความตระหนักจะต้องวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสำนึกโดยการรับรู้หรือการยอมรับว่ามีสิ่งนั้น หรือเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้น
2. การที่นักเรียนจะมีความตระหนักในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้หรือเคยรู้จักสิ่งนั้นมาก่อน แม้จะเป็นการรู้จักอย่างผิวเผินก็ตาม
3. ขอบเขตของความตระหนักมีตั้งแต่ความตระหนักอย่างผิวเผินจนถึงความตระหนักอย่างลึกซึ้ง
4. ความตระหนักที่เกิดขึ้นจะเริ่มจากความตระหนักอย่างผิวเผินก่อน แล้วจึงจะเกิดความตระหนักที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น
5. ในการสร้างแบบวัดความตระหนัก สถานการณ์ที่สร้างเพื่อให้มีความตระหนักเกิดขึ้นจะต้องไม่มีการชี้แนะหรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือมีปรากฏการณ์นั้นอยู่

ความตระหนักในเรื่องมลพิษและความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม (Pollution and Environmental Degradation)

ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปสามารถพิจารณาได้จากสุขภาพอนามัยของมนุษย์ที่ถูกบั่นทอนและทำลายโดยมลพิษต่างๆ ความสุขในชีวิต สวัสดิภาพและความปลอดภัยก็ดูเหมือนจะลดระดับลงไปด้วย แม้ว่าในแต่ละปัญหาสิ่งแวดล้อม จะสามารถแก้ไขได้ก็ต่อเมื่อให้เกิดการแพร่กระจาย และเพิ่มระดับความรุนแรงจนต้องใช้กฎหมายการใช้เทคโนโลยีบำบัด และสภาพความคั่งค้างทางเศรษฐศาสตร์มาประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา แต่ปัญหาบางปัญหาก็ถูกหยุดยั้งได้เพียงชั่วคราว ถ้าไม่ป้องกันการเกิดปัญหาต่อไป ปัญหาส่วนใหญ่ในระดับนี้สามารถสันนิษฐานได้ว่า เกิดจากการไม่ระมัดระวังในการสร้างความเจริญทางเทคโนโลยี และทางสังคมซึ่งดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง มีปัญหาใหญ่ๆ อยู่ 4 ประการที่เกิดจากการขาดความตระหนักในระดับนี้ คือ (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, 2537 : 41)

1. มุมมองที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง โดยไม่ได้คำนึงถึงว่ามนุษย์ไม่ได้เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวบนโลกใบนี้ ซึ่งแท้ที่จริงจะต้องยึดหลักการให้สิ่งมีชีวิตทั้งหมดเป็นศูนย์กลางร่วมกัน
2. มนุษย์จะมองว่ามลพิษต่างๆ ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการกระทำของตนเองเป็นเรื่องเล็กน้อย โดยไม่ได้สำนึกเลยว่า ถ้าจากคนสร้างมลพิษคนละเล็กละน้อยจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเป็นจำนวนมหาศาล
3. มุมมองที่ว่าปัญหามลพิษและปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรจะสามารถขจัดได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เทคโนโลยี ทำให้เกิดความเห็นแก่ตัวถึงขนาดยอมซื้อเทคโนโลยีต่างๆ มาบำบัดของเสียแต่ไม่ยอมเสียความสุข ความสนุก และความสบายในชีวิตประจำวัน

4. มุมมองของการพยายามหาวิธีต่างๆ มาแก้ไขปัญหามลพิษ ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา แทนที่จะพยายามจำกัดขอบเขตและหาต้นตอของปัญหาเพื่อทำการแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป ซึ่งถ้าปฏิบัติอยู่แบบนี้ตลอดไป ก็เปรียบเสมือนการนำพลาสติกไปปิดแผล มาใช้รักษามะเร็งที่กำลังรุกรานผิวหนัง **ความสำคัญของการมีความตระหนักต่อการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม**

การส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพดำรงอยู่นั้น นอกจากกระบวนการให้ความรู้ความเข้าใจแล้วนั้น การปลูกฝังหรือพัฒนาความรู้สึกซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมในทางที่ถูกต้อง นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่งเช่นกัน เมื่อบุคคลมีพฤติกรรมส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแล้ว การทำลายทรัพยากรก็จะลดน้อยลง ในทางตรงกันข้ามจะเกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีอยู่ให้คงที่ และเป็นประโยชน์ต่อคนรุ่นหลังต่อไป เช่น การปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ตามสถานที่ต่างๆ หรือสวนสาธารณะ นอกจากจะก่อให้เกิดความร่มรื่นแล้วยังช่วยสร้างสถานที่พักผ่อนสำหรับบุคคลโดยทั่วไปด้วย

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านความรู้สึก อารมณ์ เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคล ดังนั้นการปลูกฝังในเรื่องความรู้สึก อารมณ์ จึงต้องเป็นเรื่องที่ต้องพยายามสอดแทรกในทุกเวลาในทุกโอกาสเท่าที่จะกระทำได้ แม้ว่าพฤติกรรมนี้จะไม่เห็นผลในทันทีทันใดก็ตาม ในกาลข้างหน้า ถ้าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นไปตามที่คาดหวังก็จะเป็นการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่มีคุณภาพทางหนึ่ง ซึ่งจะบังเกิดผลดีต่อสภาพแวดล้อมโดยรวมต่อไป

ตัวแปรจัดกลุ่ม

ตัวแปรจัดกลุ่มในงานวิจัยครั้งนี้ คือ เพศ และสังกัดของโรงเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ความแตกต่างระหว่างเพศ (Sex differentiation)

ความแตกต่างระหว่างเพศนั้นพิจารณาเป็น 2 ประเด็น คือ

1. ความแตกต่างในด้านการแสดงออก โดยผ่านการแสดงลักษณะของเอกลักษณ์แห่งบทบาททางเพศ (Sex role identity)
2. ความแตกต่างในด้านกิจกรรม โดยแสดงจากการเน้นประเภทของวัตถุประสงค์แห่งกิจกรรม (Task Orientation – People Orientation)

การพิจารณาความเป็นหญิงหรือชายนั้น การแยกความแตกต่างโดยใช้เพศที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด (Gender) เป็นสิ่งที่ชัดเจน ที่แยกได้ว่าเป็นเพศชาย หรือหญิง โดยใช้หลักเกณฑ์ทางชีววิทยา แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างเพศโดยคำนึงถึงวัฒนธรรม และสังคมนั้น เกณฑ์ที่ใช้ในการแยกคือ

เอกลักษณ์แห่งบทบาททางเพศ (Sex role identity) ซึ่ง ลิปแมนและ ทิคคาไมเออร์ (Lipman & Tickamyer) (1975 : 299) ได้เสนอว่า ประกอบด้วยพื้นฐาน 3 ประการ คือ

1. ความเชื่อในเบื้องต้นว่าเราเป็นชายหรือหญิง
2. มีพฤติกรรมที่วัฒนธรรมในสังคมนั้นๆ เห็นว่าเหมาะสมกับเพศชาย (masculinity) และหญิง (femininity)
3. ความพอใจที่จะเลือกคู่เป็นเพศชายหรือหญิง

ในกระบวนการขัดเกลาทางสังคม (Socialization) บุคคลที่ทำหน้าที่อบรมขัดเกลาตั้งแต่เด็กคือ พ่อแม่ และสถาบันต่างๆ โดยทั่วไป ขบวนการนี้จะเริ่มสั่งสอนให้เด็กมีการแสดงความแตกต่างทางเพศ ตั้งแต่อายุน้อยๆ และเมื่อเด็กอายุมากขึ้นก็ยิ่งมีการปฏิบัติให้เด็กเห็นว่ามี ความแตกต่างระหว่างเพศมากขึ้น มีการชี้ให้เห็นว่าบทบาทของแต่ละเพศมีความแตกต่างกันทั้งในวิธีการและเป้าหมาย เด็กผู้ชายจะได้รับแรงกดดันให้แสดงบทบาทและเอกลักษณ์ความเป็นชาย (masculinity) มากกว่าผู้หญิงที่ได้รับแรงกดดันให้แสดงบทบาทและเอกลักษณ์ความเป็นหญิง (femininity) เสียอีก และแรงบังคับนี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเด็กย่างเข้าสู่วัยรุ่น

ชาร์ป (Sharp. 1984 : 24) กล่าวถึง Sex role orientation ว่าเกิดขึ้นในกระบวนการขัดเกลาทางสังคม ซึ่งบุคคลแต่ละคนจะได้เรียนรู้ที่จะแสดงพฤติกรรมที่ได้รับการยอมรับทางวัฒนธรรมว่าเป็นบทบาทที่เหมาะสมเข้ามาเป็นบทบาทแห่งตน และในขบวนการนี้ยังได้เรียนรู้การคาดหวังทางสังคมต่อบทบาทนั้นๆ การขัดเกลาจะเกิดขึ้นตั้งแต่วัยก่อนเข้าโรงเรียน ในระยะเวลาที่ผ่านมาบุคคลจะผ่านการทดลองแสดงบทบาทต่างๆ และได้คัดเลือกเอาเฉพาะบางบทบาทเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมประจำตัว บทบาทใดที่ไม่ได้รับรางวัลหรือได้รางวัลน้อยก็จะถูกตัดออกไป ขบวนการเลือกสรรนี้จะเกิดอย่างราบรื่น และการเสริมแรงจากความสัมพันธ์ระหว่าง พ่อแม่-ลูก, ครู-นักเรียน, เครือญาติ-เด็ก และกลุ่มเพื่อน-บุคคล

คาแกน (พรณี ทรัพย์มากอุดม. 2532 : 9 ; อ้างอิงจาก Kagan. n.d.) กล่าวว่า การที่จะได้มาซึ่งเอกลักษณ์ที่ว่านี้ต้องผ่านการประทับตราให้กับตนเอง (Self) และมีการยึดถือการปฏิบัติในมาตรฐานของบทบาทแห่งเพศ (Sex role standard) ตามที่สังคมได้เห็นชอบในมาตรฐานของความเป็นชาย (masculinity) และ ความเป็นหญิง (femininity) การที่บุคคลจะสามารถกำหนดหรือรู้เนื้อหาของแต่ละมาตรฐานได้จากประสบการณ์ต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ในการเทียบเคียงตนเองกับพ่อแม่, พี่น้อง และกลุ่มเพื่อน
2. ประสบการณ์จากการฝึกฝนทักษะในงานของความเป็นชาย (masculinity) หรือ ความเป็นหญิง (femininity)

3. ประสบการณ์ในการรับรู้บุคคลอื่นๆ ว่ามีลักษณะที่เหมาะสมกับเพศแห่งตนหรือไม่

นอกจากนี้ คาแกน (Kagan) ยังกล่าวว่า ความเป็นชาย (masculinity) และความเป็นหญิง (femininity) เป็นสิ่งที่แสดงอยู่ในปรากฏการณ์ 3 ประการ คือ

1. แสดงอยู่ในลักษณะแห่งกายภาพ ที่ติดอยู่กับตัวบุคคลซึ่งเมื่อตัวบุคคลได้เป็นเจ้าของลักษณะแห่งเพศนี้แล้วจะเปลี่ยนแปลงแก้ไขลักษณะดังกล่าวได้ยาก เช่น ลักษณะของผู้ชายที่จะออกไปทาง ลำสัน แข็งแรง ส่วนผู้หญิงก็ไปในทางบอบบางออร์ซ

2. แสดงอยู่ในพฤติกรรมภายนอกที่เห็นได้ชัดเจน เช่น เพศชายสามารถมีการกระทำที่มีการใช้ ความรุนแรงและรุกราน ในขณะที่มาตรฐานทางสังคมไม่นิยมให้เพศหญิงแสดงความก้าวร้าว รุนแรง แต่มุ่งหวังให้เพศหญิงต้องพึ่งพาผู้อื่น เก็บความรู้สึก และยอมตาม เป็นต้น

3. แสดงอยู่ภายในใจ เช่น แรงจูงใจ ความเชื่อ ความต้องการ เช่น เชื่อว่าเพศหญิงเป็นเพศผู้ให้ความรัก ให้การดูแลเอาใจใส่ต่อผู้เจ็บป่วย เด็ก และคนชรา อ่อนโยน และเชื่อว่าเพศชายเป็นผู้ให้ความปลอดภัย ความมั่นคง เป็นผู้ไม่อ่อนไหว และทนต่อความกดดัน

โคลแมน (พรณี ทรัพย์มากอุดม. 2532 : 10 ; อ้างอิงจาก Coleman. 1980) พิจารณาความแตกต่างของวัยรุ่นไปในเรื่องความสนใจ และทัศนคติ วัยรุ่นชายให้ความสนใจในการเตรียมตัวสำหรับการเข้าสู่โลกของการประกอบอาชีพ ในระยะยาว จะใช้ความพยายามในเรื่องการเรียนมากขึ้น ต้องการผลการเรียนที่ดีเพื่อใช้เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป ที่ตรงกับสาขาอาชีพที่มุ่งหวัง และความพยายามดังกล่าว ได้รับความช่วยเหลือจากสถาบันการศึกษาและผู้ใหญ่ที่ใกล้ชิด ในวัยรุ่นหญิง การส่งเสริมในเรื่องนี้น้อยกว่า ทำให้ไม่เกิดแรงจูงใจให้เกิดปณิธาน (aspiration) ในเรื่องอาชีพ การไม่ได้รับการสนับสนุน โคลแมน (Coleman) อธิบายว่า จากความเชื่อถือที่มีอยู่ คือไม่ช้าก็เร็ว วัยรุ่นหญิงก็จะแต่งงานมีครอบครัว ดังนั้นความจำเป็นในการทำงานจึงมีน้อยกว่าผู้ชาย โคลแมน (Coleman) เสนอว่า ปัญหาที่น่าศึกษา คือ มีระบบอะไรที่ลดคุณค่า และความสำคัญของการทำงานนอกบ้านของผู้หญิง ซึ่งมีผลทำให้ผู้หญิงมีการประเมินตัวเองต่ำ

โดว์แวน และอะเดลสัน (พรณี ทรัพย์มากอุดม. 2532 ; อ้างอิงจาก Douvan & Adelson. 1966) ได้ศึกษาและสรุปลักษณะของ ความเป็นหญิง (Feminine girls) ดังนี้

1. มีการแสดงกิจกรรมทางสังคมสูงโดยใช้เวลาวางส่วนใหญ่ในการนี้
2. มีความสามารถในการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับอนาคตได้ไกลกว่า และชัดเจนกว่า ความเป็นหญิง (masculine girls)

3. มีความมั่นใจสูงกว่าและมีการเรียบเรียงที่ดี
4. มีความสามารถในการระบุที่มาของ self – esteem ได้มาก
5. สามารถระบุบุคคลที่เป็นแบบอย่างในการสร้าง ego-ideal ได้แน่นอน

สำหรับความแตกต่างระหว่างวัยรุ่นชายและวัยรุ่นหญิงที่ โดว์เวน (Douvan) พบคือ ในวัยรุ่นชายจะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเป้าหมายทางอาชีพ โดยความคิดเห็นนี้มีความสัมพันธ์กับการให้ความสำคัญในเรื่องความเป็นอิสระจากการควบคุมของผู้ใหญ่ และยังมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการควบคุมปกครองตนเอง สำหรับวัยรุ่นหญิงไม่พบความคิดเห็นเรื่องเป้าหมายทางอาชีพมีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระและการควบคุมตนเอง

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปถึงความแตกต่างกันระหว่างเพศได้ว่า เพศหญิงและเพศชายนั้นมีความคิดที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดู การอบรมสั่งสอนจากโรงเรียน และวัฒนธรรมของแต่ละชุมชน ซึ่งส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกัน

ความแตกต่างระหว่าง โรงเรียนสังกัดรัฐบาลและสังกัดเอกชน

กรรณิการ์ ภิญญาคง (2535 : 29) กล่าวว่า ในอดีต ประเทศสหรัฐอเมริกา ยอมรับกันว่าโรงเรียนเอกชนซึ่งมีอยู่มากมายหลายประเภท เช่น โรงเรียนคาทอลิก โรงเรียนขององค์กรของศาสนานิกายต่างๆ และโรงเรียนอิสระต่างๆ ไป โดยภาพรวมมีคุณภาพดีกว่าภาครัฐ ผู้เลือกเข้ารับบริการในโรงเรียนเอกชนเชื่อว่าโรงเรียนเอกชนมีโปรแกรมหรือหลักสูตรที่ดีสอดคล้องกับความต้องการของตน สามารถฝึกอบรมจริยธรรมตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ ตลอดจนสามารถฝึกอบรมบุตรหลานตนเพื่ออยู่ในสังคมเฉพาะกลุ่มของตนได้ดี ดังนั้น การมีโรงเรียนเอกชนประเภทต่างๆ จำนวนมากจึงหมายถึงทางเลือกอย่างอิสระเสรีในการเข้ารับการศึกษาของประชาชนในประเทศนั้น โดยเฉพาะในกลุ่มผู้มีเงิน ซึ่งนอกจากจะต้องจ่ายเงินภาษีเพื่อการศึกษาภาครัฐแล้ว ก็สามารถเสียค่าใช้จ่ายในการศึกษาในโรงเรียนเอกชนได้อีก

อัลเบิร์ต แชนเกอร์ (กรรณิการ์ ภิญญาคง. 2535 : 29 ; อ้างอิงจาก Albert Shanker. n.d.) ให้ความเห็นว่าโรงเรียนเอกชนน่าจะทำงานได้ดีกว่าที่ประจักษ์ในขณะนี้ คือ ควรจะมีผลงานที่เหนือกว่าของภาครัฐให้มากกว่านี้เหตุผลก็คือ โรงเรียนเอกชนมีความเป็นต่อ อย่างน้อยในปัจจัยหลักสองประการ คือ ผู้เรียนและหลักสูตร

ประการแรก โรงเรียนเอกชนสามารถเลือกและตามข้อเท็จจริงก็ได้คัดเลือกนักเรียนตามมาตรฐานที่โรงเรียนต้องการ เช่น โรงเรียนเอกชนส่วนใหญ่จะสอบคัดเลือกเพื่อทดสอบความรู้ทางวิชาการ โรงเรียนคาทอลิกระดับมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ก็กำหนดเรื่องระเบียบวินัยเป็นเกณฑ์สำคัญในการรับนักเรียนและนักเรียนต้องมีผลการเรียนดีในปีที่ล่วงมา สรุปแล้วก็คือ โรงเรียนเอกชนจะไม่รับนักเรียนทุกๆ คนที่มาสมัคร

ในขณะที่ภาครัฐต้องรับทุกคนที่ต้องการเข้าเรียน นอกจากนั้นโรงเรียนเอกชนมีอิสระในการที่จะให้นักเรียนที่ไม่สามารถเรียนได้ต้อออกจากโรงเรียนซึ่งนักเรียนเหล่านั้นก็จะลงเอยด้วยการเข้าเรียนในโรงเรียนภาครัฐ

ความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวนักเรียน ซึ่งชี้วัดโดยระดับการศึกษาของบิดา-มารดาและรายได้ของครอบครัว ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของ NAEP (National Assessment of Educational Progress) ระบุว่า ในโรงเรียนเอกชนมีนักเรียนที่มีบิดา-มารดาจบการศึกษาระดับอุดมศึกษาเป็นสัดส่วนที่มากกว่าในโรงเรียนภาครัฐประมาณกึ่งเท่าตัว และข้อมูลระดับประเทศสำหรับนักเรียนประถมศึกษา-มัธยมศึกษา ในโรงเรียน 3 กลุ่ม คือ 1) โรงเรียนภาครัฐ 2) โรงเรียนเอกชนของศาสนา และ 3) โรงเรียนเอกชนอิสระ ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 ความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐ ซึ่งชี้วัดโดยระดับการศึกษาของบิดา-มารดา

ระดับการศึกษาของบิดา-มารดา	ร้อยละของนักเรียน		
	ภาครัฐ	เอกชนของศาสนา	เอกชนอิสระ
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	25	10	8
มัธยมศึกษา	38	35	21
อุดมศึกษา (1-3 ปี)	18	25	14
อุดมศึกษา (4 ปีขึ้นไป)	19	30	57
รวม	100	100	100

ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนโรงเรียนเอกชนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่บิดา-มารดามีการศึกษาสูง ส่วนนักเรียนภาครัฐส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่บิดา-มารดามีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาหรือต่ำกว่า นอกจากนั้น ในเรื่องรายได้ของครอบครัวก็มีปรากฏการณ์ในทำนองเดียวกับเรื่องระดับการศึกษาของบิดา-มารดา กล่าวคือ โรงเรียนเอกชนโดยเฉพาะโรงเรียนอิสระมีนักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีรายได้สูง ในสัดส่วนมากกว่าในโรงเรียนภาครัฐ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐ ซึ่งชี้วัดโดยระดับของรายได้ของครอบครัว

ระดับของรายได้ของครอบครัว (เหรียญสหรัฐ)	ร้อยละของนักเรียน		
	ภาครัฐ	เอกชนของศาสนา	เอกชนอิสระ
ต่ำกว่า 15,000	31	12	10
15,000 – 34,999	42	47	32
34,999 – 49,999	16	21	20
50,000 ขึ้นไป	11	20	38
รวม	100	100	100

ความแตกต่างอีกประการหนึ่งระหว่างโรงเรียนเอกชนและภาครัฐ คือ เรื่องของหลักสูตร/สายวิชาที่นักเรียนเรียน เช่น ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของ NAEP ที่กล่าวข้างต้น พบว่า ประมาณร้อยละ 81 ของนักเรียนชั้น ม.ปลาย ในโรงเรียนเอกชน เลือกเรียนในสายวิชาสามัญ แต่ในโรงเรียนภาครัฐมีเพียงประมาณร้อยละ 56 เท่านั้น การได้เรียนวิชาสามัญจำนวนมากมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่สูง แต่จากข้อเท็จจริงจากผลการสอบกลับพบว่านักเรียนทั้งภาครัฐและเอกชนทำได้ใกล้เคียงกันมาก

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปถึงความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐ ได้ว่า นักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐนั้นมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านของหลักสูตรของโรงเรียน ฐานะทางครอบครัวของบิดา-มารดา และความสามารถในการเลือกนักเรียนเพื่อเข้าเรียนในสถานศึกษา

สิ่งแวดล้อม (Environment)

สิ่งแวดล้อมมีรากศัพท์เดิมมาจากภาษาฝรั่งเศส Environ แปลว่า around ฉะนั้น Environment จึงหมายถึง Totality of man's surroundings ในภาษาไทยหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่เกิดโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม จากความหมายนี้สามารถกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า สิ่งแวดล้อม หมายถึง “สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา” เป็นคำนิยามที่สั้นๆ ง่ายต่อการเข้าใจและชี้ให้เห็นว่าสิ่งที่อยู่บนโลกนี้เป็นสิ่งแวดล้อมทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นสิ่งของหรือบ้านเรือน ถนน ดิน น้ำ ป่าไม้ วัฒนธรรม ประเพณี ฯลฯ ความหมายของสิ่งแวดล้อมคำหลังนี้จึงสะท้อนความหมายของความหมายแรกอย่างชัดเจนและถูกใช้ในทุกวงการ

(ราตรี ภาวรา. 2543) สิ่งแวดล้อมหรือสรรพสิ่งที่อยู่รอบตัวเรานั้น ไม่ว่าจะเป็นอะไรก็ตามต่างมีสมบัติเฉพาะตัว 7 ประการ ดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมทุกชนิดมีเอกลักษณ์ที่เด่นชัดเฉพาะตัว (Unique) แม้จะอยู่ที่ใดก็ตามเอกลักษณ์ดังกล่าวจะบ่งบอกอย่างชัดเจน เช่น ต้นไม้ มนุษย์ น้ำ บ้าน ถนน ฯลฯ
2. สิ่งแวดล้อมไม่อยู่โดดเดี่ยวในธรรมชาติ แต่จะมีสิ่งแวดล้อมอื่นเสมอ เช่น ต้นไม้อยู่กับดิน ปลากับน้ำ มนุษย์กับสังคม ฯลฯ
3. สิ่งแวดล้อมประเภทหนึ่งต้องการสิ่งแวดล้อมอื่นอยู่เสมอ เช่น ป่าต้องการดินและน้ำ ปลาต้องการน้ำ มนุษย์ต้องการที่อยู่อาศัย ฯลฯ
4. สิ่งแวดล้อมจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นระบบ ที่เรียกว่าระบบนิเวศ เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ระบบนิเวศน้ำ ฯลฯ
5. สิ่งแวดล้อมทั้งหลายย่อมมีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์ต่อกันเป็นลูกโซ่ ดังนั้นเมื่อทำลายสิ่งแวดล้อมหนึ่งแล้วจะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมอื่นเป็นลูกโซ่เสมอและเกิดขึ้นหลายๆ ขั้นตอน เช่น การทำลายป่าจนเสื่อมโทรม จะส่งผลให้เกิดการพังทลายของดิน ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ อ่างน้ำ ลำธาร ต้นเขิน สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่อาศัย ฯลฯ
6. สิ่งแวดล้อมแต่ละที่จะมีความเปราะบาง แข็งแกร่ง และทนทานแตกต่างกันไป บางชนิดบางประเภทจะมีความคงทนได้ดี บางชนิดเปราะบาง เช่น ดินมักถูกชะล้างได้ง่าย
7. สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงนั้นอาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบชั่วคราวหรือแบบถาวรก็ได้ เช่น เมืองทุกเมืองจะค่อยๆ เติบโต การทำลายป่าแล้วเผาจะค่อยๆ มีพืชขึ้นมาทดแทน

ประเภทของสิ่งแวดล้อม

ประเภทของสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Natural environment) อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท
 - 1.1. สิ่งมีชีวิต (Biotic environment) เช่น พืชหรือป่าไม้ สัตว์และมนุษย์ เป็นต้น
 - 1.2. สิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic environment) เช่น ดิน น้ำ อากาศ เมฆ เสียง เป็นต้น
2. สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made environment) เช่น บ้าน ถนน สะพาน โต๊ะ เก้าอี้ วัตถุมีพิษ เสียง อารมณ์ วัฒนธรรม ประเพณี ศาสนา การศึกษา ฯลฯ ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นและเป็นสิ่งที่มองเห็นได้ เช่น บ้าน ถนน สะพาน ใต้ะ แก้วอี้ เครื่องบิน เจดีย์ วัด สิ่งก่อสร้าง หรือสถาปัตยกรรม เป็นต้น

2.2 สิ่งแวดล้อมทางสังคม (Social environment) อาจจะสร้างขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจหรือสร้างขึ้นเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของการอยู่ร่วมกันในสังคม เช่น วัฒนธรรม ประเพณี ศาสนา กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ กฎเกณฑ์ รวมไปถึง การทะเลาะวิวาท การส่งเสียงดังทอ พฤติกรรมลักษณะท่าทางนักเลง เป็นต้น

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพอสรุปได้ว่าสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราซึ่งมีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้ คือ น้ำ อากาศ และเสียง เท่านั้น

สาเหตุที่ทำให้สิ่งแวดล้อมถูกทำลาย

ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมถูกทำลายและสูญเสียได้ 3 ทาง คือ (1) มนุษย์ (2) สัตว์และโรคต่างๆ (3) ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งการสูญเสียเนื่องจากมนุษย์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. **การเพิ่มของประชากร** ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรโดยเฉลี่ยทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น แม้ว่าการรณรงค์เรื่องการวางแผนครอบครัวจะได้ผลดี แต่ปริมาณการเพิ่มของประชากรยังเพิ่มขึ้นในอัตราทวีคูณ (Exponential growth) ความต้องการบริโภคทรัพยากรเพิ่มขึ้นทุกทาง การนำทรัพยากรมาใช้เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิต ปัจจัยการผลิต ซึ่งนำไปสู่ความสะดวกสบายของมนุษย์ จะเห็นได้จากปี พ.ศ. 2400-2480 ซึ่งเป็นยุคที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม มีการทำลายทรัพยากรธรรมชาติอย่างมากมายมหาศาล ยุคนี้จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ยุคประชากรระเบิด” หรือยุคทำลาย และเมื่อประชากรเพิ่มขึ้นอาชีพต่างๆ ก็มีการเปลี่ยนแปลง จากการทำอุตสาหกรรมในครัวเรือนจะเปลี่ยนเป็นโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการวัตถุดิบในการป้อนโรงงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มนุษย์แสวงหาและนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ทุกวิถีทาง

2. **การขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ** ความเจริญทางด้านเศรษฐกิจนั้นทำให้มาตรฐานในการดำรงชีวิตของประชากรสูงขึ้นตามไปด้วย มีการบริโภคทรัพยากรจนเกินความจำเป็นขั้นพื้นฐานของชีวิตในสังคมปัจจุบันที่เน้นระบบเศรษฐกิจการตลาด การทำการเกษตรของมนุษย์จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิมที่เคยทำเกษตรกรรมแบบหลากหลาย เมื่อระบบเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไปก็หันมาทำเกษตรกรรมเชิงเดี่ยว เช่น ปลูกข้าวอย่างเดียว ปลูกอ้อยอย่างเดียว ปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว ซึ่งต้องมีการทำลายป่า ต้องซื้อปุ๋ย สารพิษฆ่าแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้การบีบคั้นทางเศรษฐกิจเป็นแรงผลักดันให้คนบาง

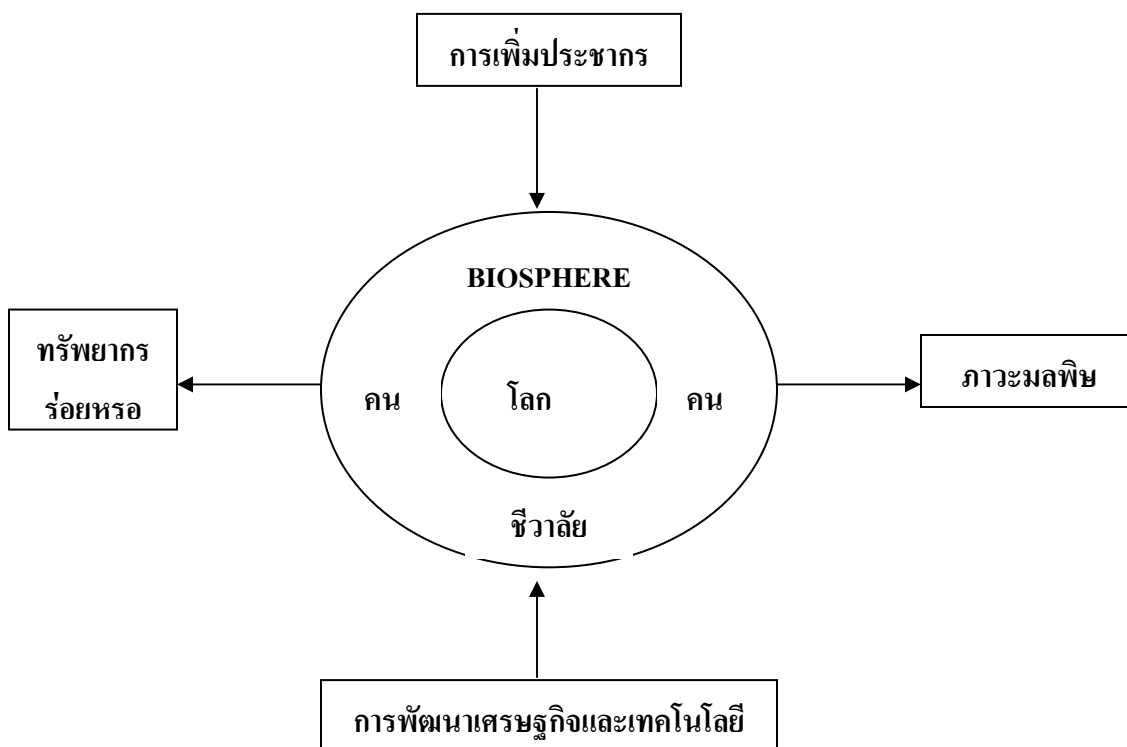
กลุ่มขวยโอกาสกอบโกยผลประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ จนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย

3. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมให้วิธีการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ได้ง่ายและมากขึ้น การคิดค้นและการนำเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทันสมัยสะดวกต่อการใช้งานตลอดจนประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น เช่น การใช้อาวุธสงครามร้ายแรง อาวุธที่มีประสิทธิภาพสูงในการล่าสัตว์ป่า การใช้เลื่อยจักรโค่นป่าไม้ การจับสัตว์ด้วยอวนตาถี่ เป็นต้น การนำเทคโนโลยีมาใช้ดังกล่าวนับว่าเป็นผลดีทางเศรษฐกิจ แต่ส่งผลเสียต่อการคงอยู่ของทรัพยากรธรรมชาติ

4. ความไม่รู้หรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หลายๆ ครั้งที่เราทำลายสิ่งแวดล้อมโดยที่เราไม่รู้ถึงสาเหตุและผลกระทบ ขาดข้อมูลความเข้าใจที่ถูกต้อง ทำให้เราเข้าถึงและสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน ในขณะที่นักอนุรักษ์นึกถึงสิ่งแวดล้อมในรูปของระบบนิเวศของธรรมชาติป่าไม้และสัตว์ป่า แต่ภาคอุตสาหกรรมกลับนึกถึงวัตถุดิบที่เป็นปัจจัยการผลิตเป็นต้นทุน นักเศรษฐศาสตร์ จะนึกถึงทรัพยากรที่ต้องใช้ให้คุ้มค่า ชาวนาจะนึกถึงฝน ภาคท่องเที่ยวจะนึกถึงเงิน การทำการเกษตรที่ไม่ถูกต้องของเกษตรกร สังคมยังขาดความเข้าใจถึงสิ่งแวดล้อมในลักษณะรวมที่เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เมื่อเกิดความเสียหายที่ใดที่หนึ่งก็จะมีผลกระทบแก่กันและกัน

สรุปได้ว่ามนุษย์เป็นตัวละครสำคัญที่สุดในการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยมีเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ตรงจุดที่สุดคือ การแก้พฤติกรรมของคนอันเป็นต้นเหตุแห่งปัญหา จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอ (Resource Depletion) เนื่องจากใช้ทรัพยากรอย่างไม่ประหยัด
2. ภาวะมลพิษ (Pollution) เช่น มลพิษในน้ำ มลพิษในอากาศและเสียง มลพิษในอาหาร การใช้สารเคมี ฯลฯ อันเป็นผลทางด้านการเร่งรัดพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและการเพิ่มของประชากร ซึ่งเหตุผลเนื่องมาจากปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงเหตุและผลเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม

ที่มา : วาตรี ภาวรา. 2538 : 14

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความหมายของวิทยาศาสตร์ (Science)

ความหมายของวิทยาศาสตร์ (Science) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

มังกร ทองสุขดี (2521 : 3) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการตอบปัญหาอันมีแบบฉบับหรือมีระบบนั่นเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์มักมีคำว่าอย่างไร (How) และทำไม (Why) เป็นกุญแจสำคัญเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ๆ อันเกี่ยวเนื่องถึงความสัมพันธ์และทัศนคติของมนุษย์ สรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นขบวนการที่รวบรวมหรือจัดระเบียบเพื่อความรูู้ (Organization of Knowledge) นั้นเอง

สุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ระบบความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติซึ่งสามารถเรียนรู้ได้ โดยการสังเกต ตั้งสมมติฐาน ค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 106-108) ได้สรุปความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างมีแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ที่นั่นตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน (2531 : 174) ให้ความหมายไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาหรือประมวลความรู้ที่เป็นจริง ซึ่งได้จากการสังเกต ศึกษา และค้นคว้า ทดลอง นำมาจัดเรียงกันอย่างมีระเบียบและสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534 : 31) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง วิชาหรือความรู้ที่เกิดจากการศึกษาเรื่องราวความเป็นไปตามธรรมชาติและประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ และส่วนที่เป็นผลิตผลตัวความรู้

สีปพนนท์ เกตุทัต (2536 : 110) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ การบรรยายถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ในธรรมชาติ ทั้งในสภาพนิ่ง และสภาพการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา และตามสภาพการกระตุ้นทั้งจากภายในหรือจากสภาพภายนอก วิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นสากลเพราะเป็นการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งเป็นสากล

ชัยวัฒน์ คุปตะกุล (2537 : 143) กล่าวถึง ความหมายของวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความเข้าใจของมนุษย์ต่อตัวมนุษย์เอง ต่อธรรมชาติรอบตัวทั้งใกล้และไกล และการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจนั้นให้เป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ

แสตปฟอร์ด และคณะ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 106 ; อ้างอิงจาก Stafford and other. n.d.) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ คือ

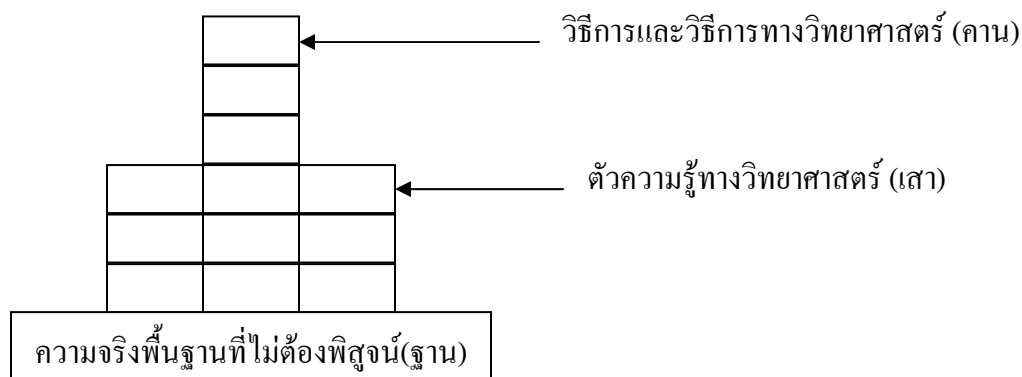
1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ(วัตถุและเหตุการณ์ที่แวดล้อมเราอยู่) แล้วมีการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์
2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำข้อมูล การตีความหมายข้อมูลที่ได้
3. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นคู่แฝด ด้านหนึ่งนั้นเป็นการสะสมความรู้ที่ได้ผ่านการทดลองแล้ว และอีกด้านหนึ่งเป็นวิธีการค้นหาความรู้
4. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์
5. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรืออธิบายกฎเกณฑ์ที่ได้จากปรากฏการณ์นั้นๆ รวมทั้งการขยายความรู้ให้กว้างขวางออกไปเลยจากประสบการณ์ที่ได้รับ

6. ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นนั้น มีลักษณะสืบต่อจากความรู้เก่าที่มีคนที่ค้นพบไว้ แล้วนักวิทยาศาสตร์คนใหม่จะอาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์คนก่อนๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป

จาคอบสันและเบิร์กแมน(สวณัน์ นิยมคำ. 2531 : 107 ; อ้างอิงจาก Jacobson and Bergman. n.d.) ได้อธิบายธรรมชาติและโครงสร้างของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นความจริงพื้นฐานไม่ต้องพิสูจน์
2. ส่วนที่เป็นวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ส่วนที่เป็นตัวความรู้

เขาได้เปรียบเทียบส่วนทั้ง 3 กับตัวอาคาร ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ธรรมชาติและโครงสร้างทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับโครงสร้างของตึก

ที่มา : สวณัน์ นิยมคำ. 2531 : 107

จากแผนภาพและจากคำอธิบายของสวณัน์ นิยมคำ ที่ว่าถ้าเรายกเอาฐานของอาคารออก (ความจริงพื้นฐาน) จะเหลือส่วนที่เป็นเสา และคานประสานกันอยู่เป็นวิทยาศาสตร์ ฉะนั้น วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บราว และแอนเดอร์สัน (สวณัน์ นิยมคำ. 2531 : 108 ; อ้างอิงจาก Brown and Anderson. n.d.) เสนอว่า วิทยาศาสตร์ คือ การค้นหาคำอธิบายสิ่งที่เราได้สังเกตจากธรรมชาติ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งวิธีการหาความรู้และเป็นตัวความรู้ของธรรมชาติ

จากความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ ที่มีผู้ให้ความหมายไว้ต่างข้างต้น พอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบนั้นสามารถนำมาสร้างเป็นกฎและทฤษฎีได้

ความหมายของเทคโนโลยี (Technology)

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ดังนี้

นิดา สะเพียรชัย (2526 : 4-5) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีมาจากคำภาษาอังกฤษ ว่า technology ซึ่งคำนี้มีต้นกำเนิดมาจากภาษากรีกว่า techno logia หมายถึง การกระทำที่มีระบบ

สวัสดิ บุษปาคม (2527 : 1) กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ การนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสาขาต่างๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลงทุนน้อย แต่ได้ผลผลิตมาก และประสิทธิภาพสูง

นิวัติ เรืองพานิช (2528 : 8) ได้ให้ความหมายของ เทคโนโลยี ไว้ว่า หมายถึง ศิลปะในการประยุกต์เอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง

เจริญ วัชรรังษี (2529 : 254) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า คือความรู้วิชาการรวมกับความรู้วิธีการและความชำนาญ ที่สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

สุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ สิ่งที่เรานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่การดำรงชีวิต

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน (2531 : 174) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยี ไว้ว่า เทคโนโลยี หมายถึง วิทยาการ เทคนิค สำหรับควบคุมหรือใช้ประโยชน์จากธรรมชาติแวดล้อม อันเป็นผลที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ทดสอบ ทดลอง หรือพัฒนา ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตสินค้า นั่นคือ ความรู้ที่จะบอกว่าจะทำสิ่งนั้นสิ่งนี้อย่างไร เช่น วิธีการหรือเทคนิคในการผลิต เป็นต้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534 : 32) ให้ความหมายเทคโนโลยีไว้ว่า หมายถึง ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับเทคนิคการผลิต การสร้าง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบ ตลอดจนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์

สิปปนนท์ เกตุทัต (2536 : 110) ให้ความหมาย เทคโนโลยีว่า คือการนำความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ มาผสมผสานประยุกต์เพื่อสนองเป้าหมายเฉพาะ ตามความต้องการของมนุษย์ ด้วยการนำทรัพยากรต่างๆ มาใช้ในการผลิตและจำหน่ายอย่างต่อเนืองตลอดทั้งกระบวนการ

กู๊ด (Good) (1973 : 592) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ดังนี้

1. ระบบทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเทคนิค
2. การนำเอาวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหามิทางปฏิบัติ
3. การจัดระบบของข้อเท็จจริงและหลักการจนเป็นที่ยอมรับเพื่อจุดมุ่งหมายในทางปฏิบัติและอาจจะรวมไปถึงหลักการต่างๆ
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และระบบที่ใช้ในด้านอุตสาหกรรมศิลป์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำมาประยุกต์ในโรงงานต่างๆ
5. การนำความรู้ทางตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มาทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวัตถุ

ฮัลเซ (ทงศักดิ์ นิยมนา. 2543 ; อ้างอิงจาก Halsay. 1974 : 935) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ดังนี้

1. การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งจะเห็นได้จากการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการอุตสาหกรรมต่างๆ
2. ระเบียบวิธี กระบวนการและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลมาจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การใช้วัสดุ วัสดุบริการ และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ

จากการค้นคว้าเอกสารดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยี คือ การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (Science and Technology Impact to Environment)

ปัจจุบันมนุษย์นำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้และได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์และบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ให้ความคิดเห็นไว้ดังนี้

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2530 : 5) ให้ความคิดเห็นไว้ว่า การดำรงชีวิตของมนุษย์ต้องอาศัยปัจจัยพื้นฐานคือ อาหาร อากาศ น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตปัจจัยดังกล่าวนี้ได้มาจากแหล่งที่ได้มาจากธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมนั่นเอง ในปัจจุบันมนุษย์ได้เพิ่มปริมาณ

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติขึ้นเป็นอันมาก อันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนของประชากร และความเพียรพยายามในการยกมาตรฐานการดำรงชีวิตของมนุษย์ จนทำให้ทรัพยากรย่อยหรือ และส่งผลกระทบทำให้เกิดมลภาวะในลักษณะต่างๆ กัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างรวดเร็วเกินไป จึงส่งผลทำให้สิ่งแวดล้อมไม่สามารถปรับตัวได้ทันจนทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม

สมทรง อินส่วง (2531 : 164) ได้กล่าวถึงผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีซึ่งสรุปได้ว่า มนุษย์พยายามค้นคว้าศึกษาวิจัยเพื่อที่จะนำเทคนิควิทยาการใหม่ๆ มาพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า เพื่อการเพิ่มผลผลิต เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต และความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น แต่มนุษย์มิได้ตระหนักถึงผลกระทบจากการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้น จึงเกิดการทำลายธรรมชาติจนกลายเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้ ตัวอย่างการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีทางด้านอุตสาหกรรม มีการนำสารบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์มาใช้ในการผลิต เช่น สารกัมมันตรังสี ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม เป็นเหตุให้สารเหล่านี้ตกค้างอยู่ในดิน แหล่งน้ำ และบรรยากาศ กลายเป็นปัญหามลพิษขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมที่จัดตั้งขึ้นมักขาดมาตรการในการป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ หรือไม่ยอมลงทุนสร้างระบบกำจัดของเสียตรงกันข้ามมักระบายถ่ายของเสียและสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งรองรับทั้งดิน น้ำ และอากาศ จนเกิดเป็นความสกปรกและพิษภัยขึ้น การพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีทางด้านการเกษตรก็เช่นเดียวกัน ในปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น แต่การใช้ปุ๋ยและสารเคมีดังกล่าว ยังขาดเทคนิควิธีที่เหมาะสม เกษตรกรผู้ใช้ไม่รู้จักควบคุมและใช้ในปริมาณที่พอดี เป็นเหตุให้สารเคมีตกค้างอยู่ในดินและถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ระดับความเข้มข้นของสารพิษในธรรมชาติสูงมาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อห่วงโซ่อาหารและมีผลกระทบมาถึงมนุษย์ที่เป็นผู้บริโภคด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 357-359) ได้สรุปผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในด้านบวกและด้านลบ ซึ่งสรุปไว้ดังนี้

ตาราง 4 ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านบวก	ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านลบ
ด้านเกษตร ด้านการปรับปรุงดินด้วยการใช้ปุ๋ยเคมี การส่งเสริมการขยายพันธุ์สัตว์ การผลิตอาหารสัตว์ การปราบศัตรูพืชด้วยน้ำยาเคมี ฯลฯ ด้านพลังงาน การสร้างพลังงานไฟฟ้าจากน้ำตกลงมา ถ่านหิน และพลังงานจากนิวเคลียร์ การนำพลังงานไฟฟ้า พลังงานลม พลังงานแสงแดดไปใช้ในอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวัน ด้านอุตสาหกรรม การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า อุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ ด้านสื่อสาร วิทยุ โทรศัพท์ โทรเลข การสื่อสารผ่านดาวเทียม รถยนต์ รถไฟ เรือ รถจักรยานยนต์ เครื่องบิน ฯลฯ	ด้านเกษตร ปุ๋ยเคมีชะล้างไปในแม่น้ำลำคลองทำให้น้ำเป็นพิษ สัตว์น้ำอาจจะตายได้ พืชผักที่ฉีดด้วยสารปราบศัตรูพืชมีอันตรายต่อชีวิตมนุษย์เช่นกัน ด้านพลังงาน อันตรายจากไฟฟ้า อันตรายจากนิวเคลียร์ที่รั่วไหลออกมาจากโรงงาน ฯลฯ ด้านอุตสาหกรรม น้ำเสียจากโรงงาน สารเคมีที่ปะปนออกมา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากโรงงาน ล้วนแต่เป็นพิษและทำให้เกิดมลภาวะ ด้านสื่อสาร อันตรายจากรถยนต์ รถไฟ และเครื่องบินชนกัน ก๊าซที่ปล่อยออกมาทำให้เกิดมลภาวะ

ตาราง 4 ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านบวก	ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านลบ
ด้านสุขภาพ การป้องกันโรค การรักษาโรค การผ่าตัดด้วยเครื่องมือที่ทันสมัย การวินิจฉัยโรคด้วยเครื่องมือที่ทันสมัย การผลิตยารักษาโรค ฯลฯ	ด้านสุขภาพ การติดต่อกันด้วยความสะดวกรวดเร็วจากระบบยานพาหนะต่างๆก่อให้เกิดการแพร่เชื้อโรคอย่างรวดเร็วมาก
ด้านอาหาร การผลิตอาหาร การผลิตเครื่องมือการเก็บรักษา และการถนอมอาหาร ฯลฯ	ด้านอาหาร อาหารกระป๋องเป็นพิษจากกระป๋องและสารกันบูด อาหารที่เติมผงชูรสเป็นพิษอาหารที่ผสมสี
ด้านที่อยู่อาศัยและความสะดวกสบายต่างๆ การก่อสร้างอาคารหลายชั้น การผลิตวัสดุอุปกรณ์ การก่อสร้างตึ้น พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า ฯลฯ	ด้านที่อยู่อาศัยและความสะดวกสบายต่างๆ อันตรายจากการพังทลายของอาคาร การเกิดไฟไหม้เนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร

ที่มา : สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 357-359

นายพินิจ คงศักดิ์ (2532 : 2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ ในด้านหนึ่งก็เป็นไปในทางสร้างสรรค์ เพื่อทำให้ชีวิตมนุษย์เรามีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น หรือสะดวกสบายขึ้น แต่ในอีกด้านหนึ่งการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างไม่เหมาะสม หรือในด้านการทำลายก็มีผลให้เกิดปัญหาทางด้านชีวิตความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมมากขึ้นทุกที จนอาจจะเป็นภัยอันตรายที่คุกคามการอยู่รอดของมนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ต่อไปได้ การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยขาดการประเมินการณ์อย่างรอบคอบจะก่อให้เกิดโทษมหันต์ต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย มหาตมคานธี ได้เคยกล่าวไว้ว่า “ธรรมชาตินั้นสร้างสรรค์ทรัพยากรมาให้มนุษย์ทุกคนอยู่ได้อย่างพอดี แต่ไม่มีมากพอให้มนุษย์แต่ละคนฉกฉวยหาประโยชน์”

สุชาติ ศิริลัน (2540 : 27) กล่าวว่า ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะไม่มีโอกาสหยุดยั้งได้ มีแต่จะเพิ่มการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น ปัญหาภาวะแวดล้อมอันเกิดจากความเฉลียวฉลาดของมนุษย์ในการประดิษฐ์คิดค้นในด้านการพัฒนาทุกด้าน โดยไม่ได้หาทางป้องกันให้รัดกุมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น อากาศ น้ำ ดิน ฯลฯ ได้ส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงต่อมนุษยชาติ ดังนั้น ในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ จึงควรต้องทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ขณะเดียวกันต้องควบคุมป้องกันมิให้เกิดผลกระทบที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมหรือพยายามใช้ด้วยความระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด

จากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง และครอบคลุมมนุษย์ มนุษย์ส่วนใหญ่ที่ใช้เทคโนโลยีมิได้มีความรู้อย่างแจ่มแจ้ง มิได้มีความรู้เท่าทันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะคนทุกคนต้องการความสะดวกสบายจนเกินไปจนลืมให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดมลพิษต่างๆ มากมาย เช่น มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางเสียง เป็นต้น ซึ่งการแก้ไขปัญหาลักษณะสิ่งแวดล้อมต่างๆ นั้นขึ้นอยู่กับมนุษย์เท่านั้นที่จะตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งแวดล้อมและสามารถใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างระมัดระวังและรอบคอบ ด้วยประเด็นปัญหานี้ผู้วิจัยจึงอยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาลักษณะสิ่งแวดล้อม ถึงแม้จะเป็นส่วนเล็กๆ ก็ตาม ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าสิ่งนี้เป็นสิ่งที่สำคัญในการที่จะเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติเพื่อปลูกฝังเยาวชนต่อไปได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ เนื่องจากจังหวัดสมุทรสาครเป็นเขตอุตสาหกรรมและมีประชากรอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะต้องประสบกับปัญหาภาวะแวดล้อมที่กำลังมีปัญหายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environment Problem)

ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นสถานการณ์ของสภาพแวดล้อมที่ไม่น่าพึงพอใจ เปลี่ยนแปลงไปจนอาจเกิดอันตรายได้ สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมไปทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ แร่ธาตุ ปัญหาสิ่งแวดล้อมมักเกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมทางตรง เช่น การตัดไม้ทำลายป่า ขุดเจาะทำเหมืองแร่ เป็นต้น ทางอ้อม ได้แก่ ผลกระทบที่เกิดจากการ

พัฒนาอุตสาหกรรม เกษตรกรรม เป็นต้น (สุธีลา ตูลยะเสถียร และคณะ. 2544 : 40-41) ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมธรรมชาติเสื่อมโทรมและขาดแคลน (Depletion)

เนื่องจากถูกนำมาใช้ในการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยขาดการวางแผน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีอย่างต่อเนื่องและจริงจัง ทรัพยากรธรรมชาติบางชนิดใช้แล้วหมดสิ้นไป (Exhaustible resources) ไม่สามารถทดแทนได้ หรือต้องใช้เวลาอันยาวนานในการทดแทน

2. ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ (Pollution)

เมื่อทรัพยากรธรรมชาติถูกบริโภคขึ้นทุกวันๆ ย่อมเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับการขับถ่ายของเสีย มีของเสียที่ถูกขับออกมาสู่ธรรมชาติมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีที่ไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทำให้ทรัพยากรประเภทใช้ไม่หมดสิ้น (Inexhaustible resources) เช่น น้ำ อากาศ เกิดมลภาวะที่เป็นพิษขึ้น ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมากแล้วมนุษย์เป็นผู้ที่ก่อให้เกิดขึ้น ดังนั้น การป้องกันและแก้ไขควรจะเริ่มต้นที่มนุษย์ เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจและสร้างความสำนึกร่วมกันในการแก้ไขปัญหาและร่วมกันดำเนินการ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปสามารถพิจารณาได้จากสภาพอนามัยของมนุษย์ที่ถูกบั่นทอนและทำลายโดยมลพิษต่างๆ ความสุขในชีวิต สวัสดิภาพ และความปลอดภัยก็ดูเหมือนจะลดระดับลงไปด้วย แม้ว่าในแต่ละปัญหาสิ่งแวดล้อม จะสามารถแก้ไขได้ก็ต่อเมื่อไม่ให้เกิดการแพร่กระจาย และเพิ่มระดับความรุนแรง จนต้องใช้กฎหมายที่ใช้เทคโนโลยีบำบัด และสภาพความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์มาประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา แต่ปัญหาบางครั้งก็ถูกหยุดยั้งได้เพียงชั่วคราว ถ้าไม่ป้องกันการเกิดปัญหาต่อไป ปัญหาส่วนใหญ่ในระดับนี้สามารถสันนิษฐานได้ว่า เกิดจากการไม่ระมัดระวังในการสร้างความเจริญทางเทคโนโลยี และทางสังคมที่ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง มีปัญหาใหญ่ๆ อยู่ 4 ประการที่เกิดจากการขาดความตระหนัก (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2537 : 41) คือ

1. มุมมองที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลางโดยไม่ได้คำนึงถึงว่ามนุษย์ไม่ได้เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวบนโลกใบนี้ ซึ่งแท้ที่จริงจะต้องยึดหลักการให้สิ่งมีชีวิตทั้งหมดเป็นศูนย์กลางร่วมกัน

2. มนุษย์จะมองว่ามลพิษต่างๆ ที่เกิดจากการกระทำของตนเป็นเรื่องเล็กน้อย โดยไม่ได้สำนึกเลยว่า ถ้ามีคนสร้างมลพิษคนละเล็กละน้อยจะเพิ่มมากขึ้นเป็นจำนวนมหาศาล

3. มุมมองที่ว่าปัญหามลพิษและปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรจะสามารถบริหารจัดการได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เทคโนโลยี ทำให้เกิดความเห็นแก่ตัวจนถึงขนาดยอมเสียเงินซื้อเทคโนโลยีต่างๆ มาบำบัดของเสียแต่จะไม่ยอมเสียความสุข ความสนุก ความสบายในชีวิตประจำวัน

4. มุมมองของการหาวิธีต่างๆ มาแก้ไขปัญหามลพิษ ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา แทนที่จะพยายามจำกัดขอบเขตและหาต้นตอของปัญหาเพื่อทำการแก้ไขปัญหาให้หมดไป ซึ่งถ้าปฏิบัติ อยู่แบบนี้ตลอดไป ก็เปรียบเสมือนกับการนำพลาสเตอริกปิดแผล มาใช้รักษามะเร็งที่กำลังรุกราน ผิวหนัง

ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในจังหวัดสมุทรสาคร ปัจจุบันพอสรุปได้คือ ปัญหามลพิษของน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษทางเสียง

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)

ความหมายของมลพิษทางอากาศ

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2549) ได้ให้ความหมายของ มลพิษของอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่ มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟ ระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติ อากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์ น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย มลพิษ ทางอากาศกรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ จากโรงงาน อุตสาหกรรม จากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตร จากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจาก ขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2522 : 514) ได้ให้คำจำกัดความของมลพิษของ อากาศไว้ว่า หมายถึง ภาวะที่มีสิ่งเจือปนอยู่ในอากาศเป็นปริมาณมาก จนถึงระดับที่จะเป็นอันตราย ต่อมนุษย์และทรัพย์สินตลอดจนสัตว์และพืชโดยทั่วไป สิ่งเจือปนในอากาศมีอยู่หลายประเภท เช่น ก๊าซ บางชนิด ฝุ่นละออง กลิ่น คว้น เขม่า และกัมมันตภาพรังสี เช่น ออกไซด์ของคาร์บอน ออกไซด์ของ กำมะถัน ออกไซด์ของไนโตรเจน ไฮโดรคาร์บอน สารปรอท กัมมันตภาพรังสี และตะกั่ว

สเติร์น (สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. 2540 : 31 ; อ้างอิงจาก Stern. 1976 : 19-25) ให้คำจำกัดความของ มลพิษทางอากาศไว้ว่า หมายถึง อากาศที่มีส่วนประกอบของสารหรือก๊าซชนิดอื่นเจือปนอยู่หรือมีปริมาณ มากกว่าที่ควรจะมีอยู่ในอากาศบริสุทธิ์และสิ่งเจือปนเหล่านี้ เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช

บิชอป (สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. 2540 : 31 ; อ้างอิงจาก Bishop. 1957 : 147-152) ให้คำจำกัด ความของมลพิษทางอากาศไว้ว่า หมายถึง อากาศของบรรยากาศภายนอกอาคารมีมลสารเจือปนอยู่

ตั้งแต่หนึ่งชนิด หรือเกินกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป เช่น ฝุ่นละออง ละอองไธ ไอควัน ไธระเหย ก๊าซ กลิ่นควัน โดยปริมาณ คุณลักษณะ และระยะเวลา จะทำให้เกิดเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ พืช และสัตว์ หรือทรัพย์สิน หรือเป็นการรบกวนอย่างขาดเหตุผลอันสมควร ซึ่งเป็นผลกระทบต่อความสุขสบายในชีวิตความเป็นอยู่ หรือมีผลกระทบต่อทรัพย์สิน

สุธีลา ตูลยะเสถียร และคณะ (2544 : 71) กล่าวว่า อากาศเสีย คือ อากาศไม่บริสุทธิ์ เพราะมีสิ่งเจือปนบางอย่าง เช่น ฝุ่นละออง เขม่าควันจากการเผาไหม้ ไอเสียจากรถยนต์ ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม กลิ่นเน่าเหม็นต่างๆ ซึ่งทำให้อากาศเป็นพิษ และอาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

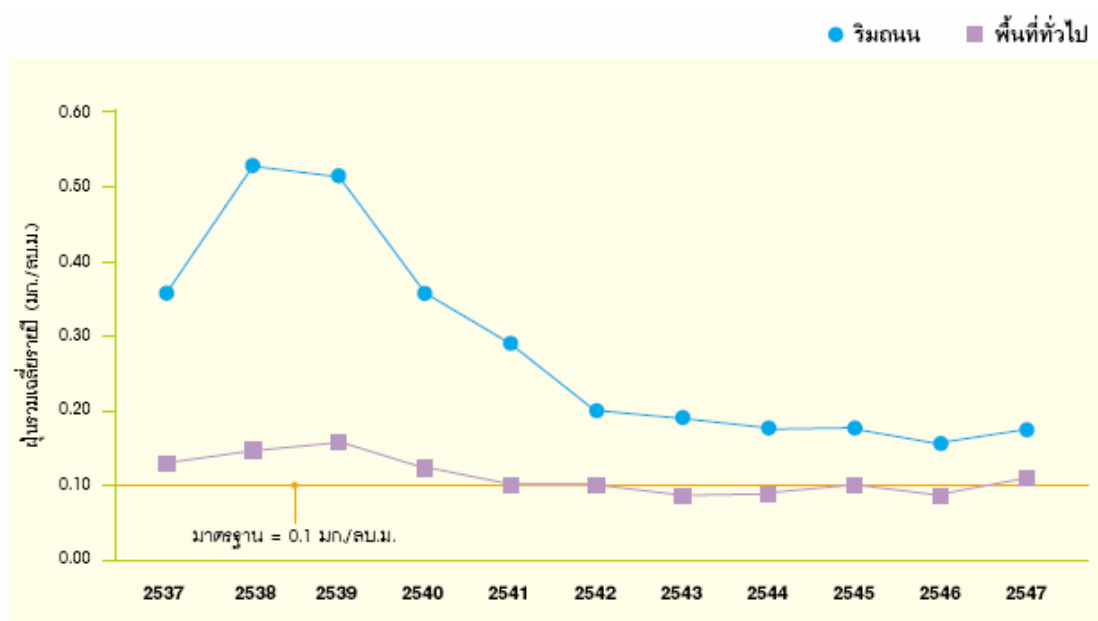
แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ

ในบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัด จะมีปัญหามลพิษทางอากาศที่รุนแรงกว่าในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว สารมลพิษที่ระบายเข้าสู่บรรยากาศที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2. แหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกระบวนการผลิตซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชนโดยทั่วไปหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ

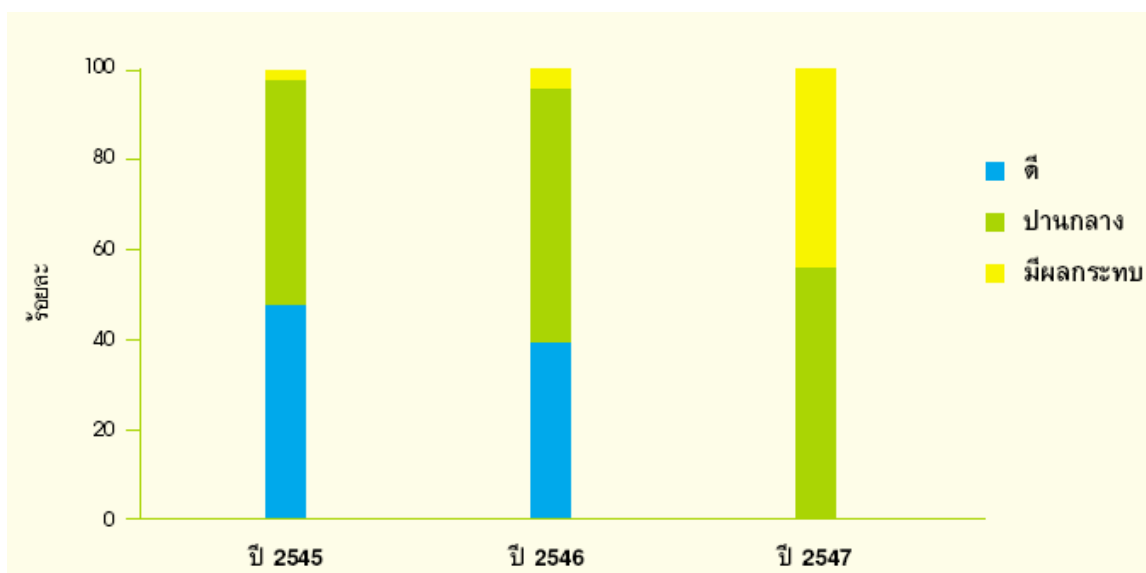


ภาพประกอบ 9 แสดงฝุ่นรวมเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2537-2547

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ .2547

ดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) เป็นรูปแบบหนึ่งในการนำเสนอข้อมูลสถานการณ์คุณภาพอากาศ เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดัชนีคุณภาพอากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดี ปานกลาง มีผลกระทบต่อสุขภาพ และอันตราย ในปี พ.ศ. 2547 ดัชนีอากาศในภาพรวมทั่วประเทศมีเพียง 2 ระดับเท่านั้น คือ ปานกลาง ถึง มีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีดัชนีคุณภาพอยู่ระดับปานกลางร้อยละ 55.2 และมีผลกระทบร้อยละ 44.8 และเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา พบว่าปัญหาหมอกพิษทางอากาศมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้น โดยสารมลพิษที่มีดัชนีคุณภาพอากาศในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพส่วนใหญ่ ยังคงเป็นฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เช่นเดียวกันทุกปี ดังแผนภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงดัชนีคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2545-2547

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ .2547

มลพิษทางน้ำ (Water Pollution)

ความหมายของมลพิษทางน้ำ

ความหมายของมลพิษทางน้ำ มีนักวิชาการให้คำจำกัดความหรือความหมายของมลพิษทางน้ำไว้ดังนี้

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2525 : 116) ได้ให้คำจำกัดความของมลพิษทางน้ำ คือ น้ำที่มีสภาพผิดไปจากธรรมชาติโดยการเติมบางสิ่งบางอย่างลงไป ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นไม่สามารถรับน้ำตามธรรมชาติที่ควรได้รับ

สุธีลา ตูลยะเสถียร และคณะ (2544 : 225) กล่าวว่า มลพิษของน้ำ หมายถึง ภาวะที่น้ำเสื่อมคุณภาพ หรือน้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เคยอยู่ตามธรรมชาติ เนื่องจากมีสารพิษเจือปนจนทำให้มนุษย์ สัตว์ และพืช ได้รับอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม

แหล่งที่มาของมลพิษทางน้ำ

แหล่งที่สำคัญได้แก่

1. จากแหล่งชุมชน เช่น น้ำโสโครกจากอาคารบ้านเรือน ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถสลายตัวได้ในธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะทำให้ออกซิเจนที่จะละลายในน้ำ (DO) ลดลง ทำให้น้ำเน่าเสียได้
2. จากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีสารมลพิษทางน้ำปะปนอยู่หลายชนิดแล้วแต่ประเภทของอุตสาหกรรม เช่น โรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารและโรงฆ่าสัตว์ น้ำทิ้งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ จะทำให้น้ำเน่าเสียเช่นเดียวกับน้ำจากแหล่งชุมชน
3. โรงงานผลิตสารเคมี น้ำทิ้งจะประกอบด้วยสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เคมีภัณฑ์จากการผลิต ซึ่งอาจจะมีโลหะเป็นพิษหรือสารพิษต่างๆ ซึ่งอาจจะทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำหยุดการเจริญเติบโต อาจถึงแก่ความตายทันที หรือมีการสะสมสารพิษไว้ในร่างกายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้เกิดอันตรายในระยะต่อมา นอกจากนั้นยังมีความร้อนที่เกิดจากการหล่อเย็นในขบวนการอุตสาหกรรมอีกด้วย
4. จากการเกษตรกรรม ได้แก่ พืชยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช ปุ๋ย ซึ่งถูกชะล้างสู่แหล่งน้ำ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำได้
5. จากการคมนาคมขนส่งทางน้ำ ได้แก่ ปัญหาจากน้ำมันบนผิวน้ำ เช่น กรณีที่เรือขนส่งน้ำมันเกิดชนกันในทะเล ทำให้มีน้ำมันลอยเป็นฝ้าปกคลุมผิวน้ำทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำและปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำได้ลดลง

สภาวะน้ำเสียในประเทศไทย

ปัจจุบันแหล่งน้ำที่สำคัญๆ ของประเทศไทยที่อุดมสมบูรณ์หลายสาย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง ตลอดจนอ่าวไทยตอนบน ตกอยู่ในสภาวะที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำทั้งหลาย บางช่วงก็เกิดการเน่าเสียทำให้เกิดผลเสียต่อการเกษตร การประมง การอุตสาหกรรม ฯลฯ

ผลการสำรวจคุณภาพน้ำในแม่น้ำ 3 สาย โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สุริลา ตูลยะเสถียร และคณะ . 2544 : 273-274) มีรายละเอียดดังนี้

1. คุณภาพแม่น้ำแม่กลอง

ยังไม่ประสบปัญหาน้ำเสีย เพราะยังไม่ค่อยมีโรงงานอุตสาหกรรม มีเพียงอ้อยและน้ำตาลเล็กน้อย ชุมชนปล่อยน้ำทิ้งน้อย

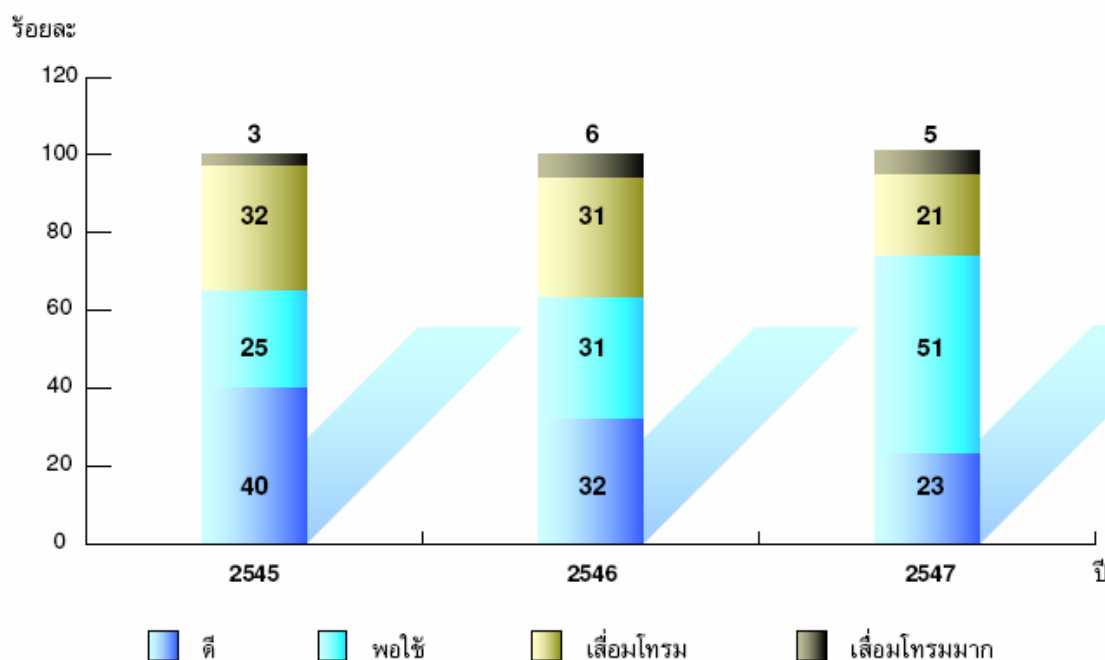
2. คุณภาพแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนมีการเน่าเสีย ส่วนใหญ่มาจากการเกษตรอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ อุตสาหกรรมชุมชนที่จังหวัดนครปฐม มีการพบว่าการเลี้ยงสุกรมากถึง 2 ล้านกว่าตัว ส่วนสุพรรณบุรีมีการเลี้ยงปลากันมาก

3. คุณภาพแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง มีปัญหาเนื่องจากน้ำเสียจากแหล่งชุมชน รองลงมาเป็น อุตสาหกรรมและการเกษตร ตามลำดับ

คุณภาพน้ำที่อยู่ในระดับพอใช้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่คุณภาพที่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมีแนวโน้มลดลง ส่วนคุณภาพน้ำที่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังแผนภาพ



ภาพประกอบ 11 แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำจืดทั่วประเทศ เปรียบเทียบปี 2545 - 2547

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ .2548

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution)

ความหมายมลพิษทางเสียง

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2534 : 1) ได้ให้ความหมายมลพิษทางเสียง คือ เสียงที่ไม่พึงปรารถนา โดยจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคนเราในด้านความรู้สึก ทัศนคติ ความเคยชินส่วนตัว สิ่งแวดล้อม และอื่นๆ อีกด้วย

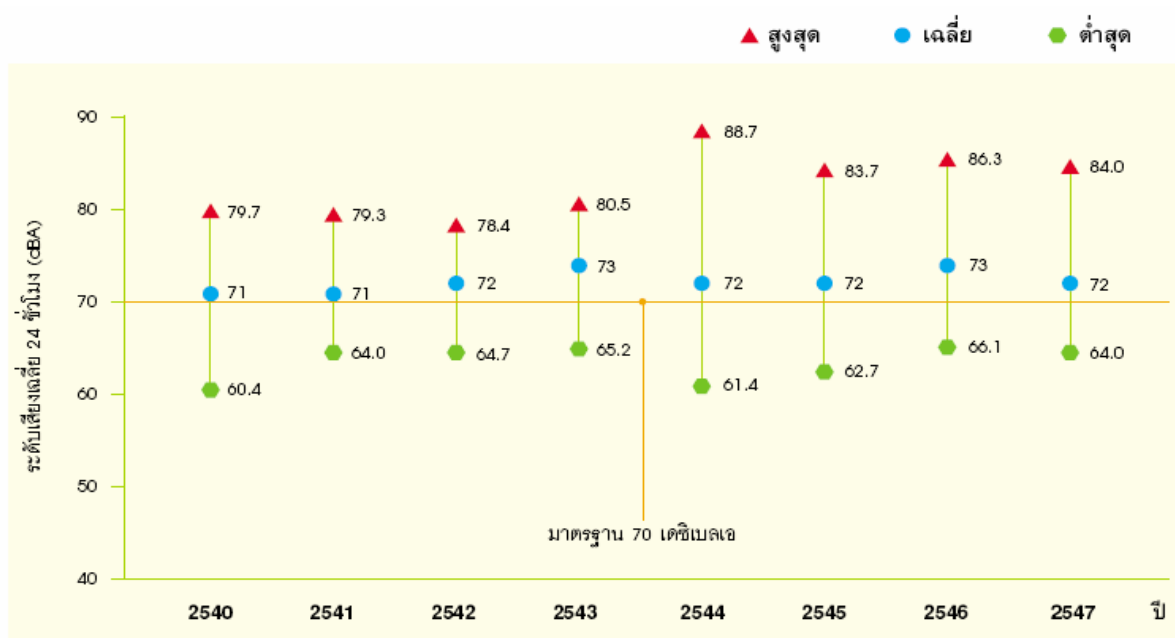
สมฤทธิ์ อินทราทิพย์ (2527 : 274-275) ได้ให้ความหมายมลพิษทางเสียง คือ เสียงที่รบกวนต่อจิตใจ อารมณ์ ความคิดหรือการสนทนา และก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เป็นเสียงที่ผู้ฟังไม่ต้องการ

องค์การอนามัยโลก (สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. 2540 : 49 ; อ้างอิงจาก องค์การอนามัยโลก) ได้กำหนดระดับเสียงที่ปลอดภัยไว้คือ เสียงที่ดังไม่เกิน 85 เดซิเบล ที่ทุกความถี่ เมื่อต้องสัมผัสวันละ 8 ชั่วโมง เสียงที่ดังกว่านี้ และต้องสัมผัสในระยะเวลาอันยาวนานย่อมเป็นอันตราย โดยถือว่าเสียงที่ดังเกิน 85 เดซิเบล เป็นเสียงรบกวน

สุธีลา ตูลยะเสถียร และคณะ (2544 : 285) กล่าวว่า มลพิษทางเสียง หมายถึง สภาพแวดล้อมที่มีเสียงอันก่อให้เกิดความรำคาญ สร้างความรบกวน ทำให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้ตกใจ บาดหูและอาจจะถึงขั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยได้ เช่น เสียงดังมาก เสียงต่อเนื่องยาวนานไม่จบสิ้น

สถานการณ์มลพิษทางเสียงในกรุงเทพมหานคร

กรมควบคุมมลพิษได้ติดตามตรวจวัดระดับเสียงในสิ่งแวดล้อมผ่านสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงและจุดตรวจวัดชั่วคราว ในกรุงเทพมหานคร ปริมาณ และต่างจังหวัดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสถานการณ์มลพิษทางเสียงของประเทศไทยระหว่างปี 2542-2547 ในกรุงเทพมหานคร และปริมาณมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยบริเวณริมถนน ยังคงมีค่าเกินมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระดับเสียงในแต่ละปีอยู่ในช่วง 72-73 เดซิเบลเอ ส่วนพื้นที่ทั่วไปยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 60-62 เดซิเบลเอ



ภาพประกอบ 12 แสดงระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในปี 2540-2547

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ .2547

การวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุ

ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือปรากฏการณ์ต่างๆ แบบจำลองการวิจัยจึงมีลักษณะเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกว่า แบบจำลองสมการโครงสร้างเชิงเส้น (Linear structure equation model) หรือแบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นหรือเรียกสั้นๆ ว่าแบบจำลองลิสเรล (Linear Structure RElationship model) (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538 : 3-5) การวิเคราะห์แบบจำลองลิสเรลเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยในประเทศที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จะทำการวิเคราะห์ลิสเรล โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากรเพียงกลุ่มเดียว (Single group) ดังนั้นการวิเคราะห์ลิสเรลสำหรับประชากรกลุ่มเดียว จึงน่าจะเป็นเรื่องที่คุ้นเคยกับนักวิจัยพอสมควร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยขอเสนอเพียงเฉพาะบางส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

นั่นก็คือ การวิเคราะห์ลิสเรลสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มาจากประชากรหลายกลุ่มหรือที่เรียกว่าการวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุ (Multiple group analysis with LISREL: MGA) เท่านั้น

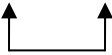
การวิเคราะห์ลิสเรลกลุ่มพหุ เป็นเทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้การเปรียบเทียบโครงสร้างขององค์ประกอบ (Factor structure) จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปพร้อมๆ กัน สมาชิกในแต่ละกลุ่มจะต้องเป็นอิสระต่อกัน (Mutually exclusive groups of individuals) (Joreskog & Sorbom. 1989 : 227) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มตัวอย่างต่างๆ เหล่านั้น เพื่อหาหลักฐานความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มโดยมุ่งความสนใจที่จะตอบปัญหาข้อใดข้อหนึ่งจาก 5 ข้อ ดังนี้ คือ (Byrne. 1998 : 259)

- 1) แบบจำลองการวัดมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มหรือไม่
- 2) โครงสร้างขององค์ประกอบ (Factor structure) มีค่าเท่ากันในทุกกลุ่มประชากรหรือไม่
- 3) อิทธิพลเชิงสาเหตุในแบบจำลองโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มหรือไม่
- 4) ค่าเฉลี่ยตัวแปรแฝงในแบบจำลองมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรหรือไม่
- 5) โครงสร้างขององค์ประกอบของเครื่องมือที่ใช้วัด ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างอิสระหลายกลุ่มจากประชากรเดียวกัน ให้ผลเหมือนกันหรือไม่

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลอง (Test invariance)

ในการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาหลักฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลอง ทั้งในแบบจำลองการวัดและแบบจำลองเชิงโครงสร้าง ซึ่งมีสัญลักษณ์ ดังนี้

สัญลักษณ์ในการเขียนภาพแบบจำลอง

รูปวงกลมหรือวงรี		แทน	ตัวแปรแฝง
รูปสี่เหลี่ยม		แทน	ตัวแปรสังเกตได้
รูปลูกศร		แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยหรืออิทธิพลจากตัวแปรสาเหตุที่มีต่อตัวแปรผล
รูปลูกศรสองหัว		แทน	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

เวกเตอร์ของตัวแปร และเมตริกซ์พารามิเตอร์

X	$=$	E_{ks}	แทน เวกเตอร์ตัวแปรสังเกตภายนอกสังเกตได้ X ขนาด ($NX \times 1$)
Y	$=$	W_i	แทน เวกเตอร์ตัวแปรสังเกตภายในสังเกตได้ Y ขนาด ($NY \times 1$)
ξ	$=$	X_i	แทน เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง K ขนาด ($NK \times 1$)
η	$=$	E_{ta}	แทน เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง E ขนาด ($NE \times 1$)
δ	$=$	Δ	แทน เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน d ในการวัดตัวแปร X ขนาด ($NX \times 1$)
ε	$=$	E_{psilon}	แทน เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน e ในการวัดตัวแปร Y ขนาด ($NY \times 1$)
ζ	$=$	Z	แทน เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ในการวัดตัวแปร E ขนาด ($NE \times 1$)
Λ_x	$=$	$\Lambda_{\text{ambda-X}}$	แทน เมตริกซ์ สัมประสิทธิ์ การถดถอยของ K บน X ขนาด ($NX \times NK$)
Λ_y	$=$	$\Lambda_{\text{ambda-Y}}$	แทน เมตริกซ์ สัมประสิทธิ์ การถดถอยของ E บน Y ขนาด ($NY \times NE$)
Γ	$=$	Γ	แทน เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก K ไป E ขนาด ($NE \times NK$)
β	$=$	β	แทน เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง E ขนาด ($NE \times NE$)
ϕ	$=$	ϕ	แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง K ขนาด ($NK \times NK$)
Ψ	$=$	Ψ	แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง ความคลาดเคลื่อน z ขนาด ($NE \times NE$)
Θ_δ	$=$	$\Theta_{\text{eta-delta}}$	แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง ความคลาดเคลื่อน d ขนาด ($NX \times NX$)
Θ_ε	$=$	$\Theta_{\text{eta-epsilon}}$	แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง ความคลาดเคลื่อน e ขนาด ($NY \times NY$)

บอลลีน (Bollen. 1989 : 356-362) ได้แบ่งลักษณะของความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองออกเป็นสองลักษณะที่มีความคาบเกี่ยวกัน คือความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ (Model form) และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ (Parameter value) ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

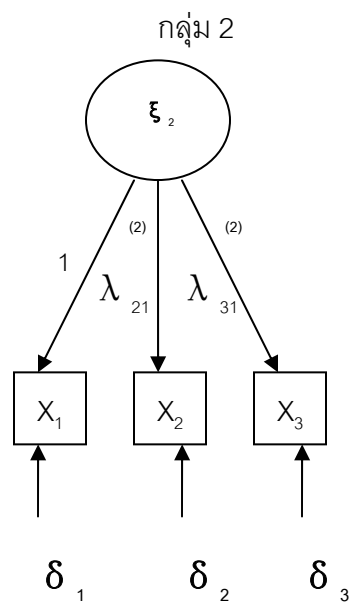
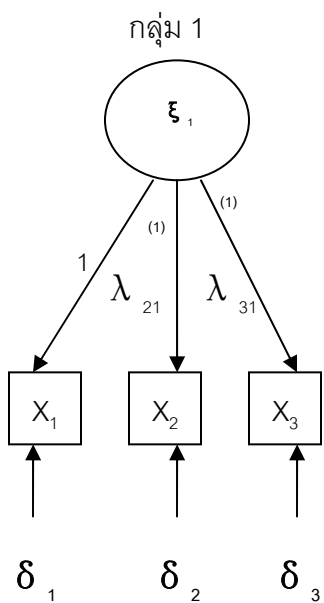
ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ

แบบจำลองที่ได้จากประชากรสองกลุ่ม มีรูปแบบจำลองไม่เปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อเมตริกซ์พารามิเตอร์ของแบบจำลองทั้งสองเหมือนกัน เช่น เป็นเมตริกซ์เต็มรูปแบบเหมือนกัน เป็นต้น มีขนาดเมตริกซ์เท่ากัน และสถานะของพารามิเตอร์ในเมตริกซ์เป็นพารามิเตอร์กำหนด พารามิเตอร์อิสระ และพารามิเตอร์บังคับเหมือนกันโดยไม่จำเป็นต้องมีค่าพารามิเตอร์เท่ากันดังภาพประกอบ 10 (ก) ที่แสดงความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบจำลองที่ได้จากประชากรสองกลุ่ม ตัวแปรแฝง (ξ) และพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยต่างๆ (λ) มีจำนวนเท่ากัน สถานะเป็นพารามิเตอร์กำหนดหนึ่งตัวเหมือนกันและที่เหลือเป็นพารามิเตอร์อิสระสองตัวเช่นเดียวกัน ตัวแปรสังเกตได้ (x_1, x_2 และ x_3) เป็นผลมาจากตัวแปรแฝงเพียงหนึ่งตัวเหมือนกัน ในขณะที่ภาพ 10 (ข) ที่แสดงความแปรเปลี่ยนของรูปแบบจำลองจากประชากรสองกลุ่ม ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีตัวแปรแฝงจำนวนไม่เท่ากัน พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยมีสถานะต่างกัน เป็นต้น

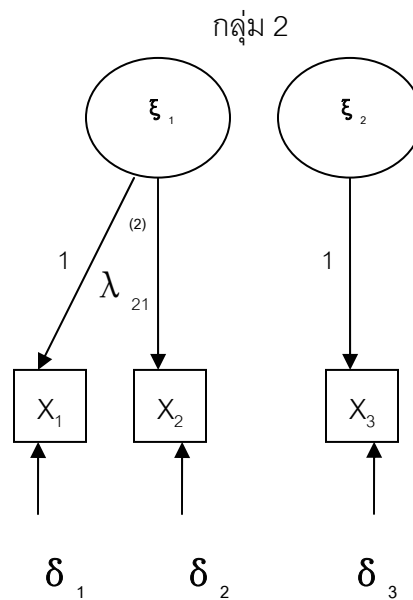
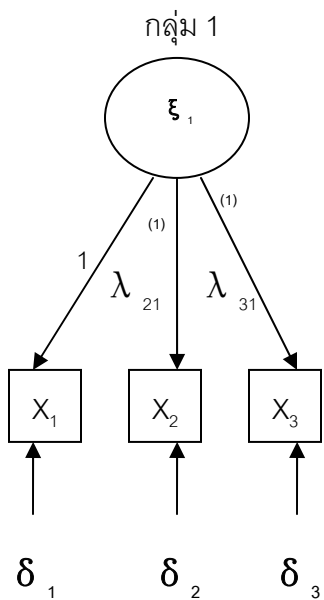
ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์

แบบจำลองที่ได้มาจากประชากรสองกลุ่มมีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ ก็ต่อเมื่อค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากสองกลุ่มนั้น มีค่าเท่ากัน ภายใต้รูปแบบของแบบจำลองที่ไม่แปรเปลี่ยน นั่นคือ มีขนาดเมตริกซ์เท่ากัน สถานะของพารามิเตอร์ในเมตริกซ์เหมือนกัน และค่าพารามิเตอร์เท่ากันด้วย จากภาพประกอบ 10 (ก) แบบจำลองทั้งสอง จะมีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ ก็ต่อเมื่อ $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}$ เป็นต้น ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้มีหลายระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ ซึ่งจะมีตั้งแต่สมมติฐานที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด กล่าวคือมีเงื่อนไขเกี่ยวกับความเท่ากันของเมตริกซ์พารามิเตอร์น้อยที่สุด จนถึงสมมติฐานที่มีความเข้มงวดมากที่สุด นั่นคือ มีเงื่อนไขเกี่ยวกับความเท่ากันของเมตริกซ์พารามิเตอร์มากที่สุด ดังภาพประกอบ 13

(ก) รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน



(ข) รูปแบบแปรเปลี่ยน



ภาพประกอบ 13 การกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของแบบจำลองจากประชากรสองกลุ่ม

ดังตัวอย่างสมมติฐานการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการวัดจากประชากรสองกลุ่ม ตามภาพประกอบ 13 (ก) ซึ่งแบ่งออกเป็นสี่ระดับ ดังนี้ (วรรณิ์ แกมเกตุ. 2540 :35 ; อ้างอิงจากBollen. 1989 : 360)

- 1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมตริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด, อิสระ และบังคับในเมตริกซ์ Λ , Θ_{δ} และ Φ เหมือนกัน)
- 2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$
- 3) $H_{\Lambda_x \Theta_{\delta}}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Theta_{\delta}^{(1)} = \Theta_{\delta}^{(2)}$
- 4) $H_{\Lambda_x \Theta_{\delta} \Phi}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Theta_{\delta}^{(1)} = \Theta_{\delta}^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$

การทดสอบสมมติฐานที่ 1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบของแบบจำลอง โดยไม่มีการกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับการเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ การทดสอบสมมติฐานที่ 2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงและตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด หรือมีเงื่อนไขเกี่ยวกับการเท่ากันของค่าพารามิเตอร์น้อยที่สุด การทดสอบสมมติฐานที่ 3) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 2) และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ (Θ_{δ}) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดเพิ่มมากขึ้น และการทดสอบสมมติฐานที่ 4) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 3) และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (Φ) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดมากที่สุด

ในการศึกษาเรื่องความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองนั้น นอกจากจะเริ่มต้นด้วยการทดสอบสมมติฐานที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นักวิจัยอาจจะเริ่มต้นด้วยการทดสอบสมมติฐานหลักทั่วไป (Global Null Hypothesis) ดังที่โจเรสกอก (Joreskog. 1971) ได้เสนอไว้โดยให้ความสำคัญกับการเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากร (Σ) จากกลุ่มต่างๆ เหล่านั้นเป็นประการแรกนั่นคือ

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = \dots = \Sigma_g$$

เมื่อ Σ คือเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากร และ g คือ จำนวนกลุ่มที่ใช้ศึกษา การปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) จะเป็นการให้เหตุผลสำหรับการแปรเปลี่ยนของกลุ่มต่างๆ เหล่านั้น และการทดสอบในลำดับต่อไป โดยเพิ่มความเข้มงวดของสมมติฐานที่ต้องการทดสอบก็เพื่อที่จะระบุแหล่งที่ทำให้เกิดความแปรเปลี่ยนนั้น แต่ถ้าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ กลุ่มต่างๆ เหล่านั้นจะถูกพิจารณาว่ามีความเท่ากันและเป็นเรื่องที่ไม่สามารถอ้างเหตุผลมาสนับสนุนให้มีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มได้ ข้อมูลรายกลุ่มควรจะถูกนำมารวมกันและการวิเคราะห์อื่นๆ ที่จะทำในลำดับต่อไป ควรอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบกลุ่มเดียว (Single-group) (Byrne. 1998 : 260)

เนื่องจากการทดสอบชุดของสมมติฐานตามแนวที่ โจเรสคอกเสนอไว้นั้น มักจะปรากฏข้อค้นพบที่ขัดแย้งกันในเรื่องการเท่ากันระหว่างกลุ่มได้บ่อยๆ เช่น บางครั้งยอมรับ H_0 แต่การทดสอบอื่นๆ ที่ตามมาตามลำดับนั้น พบว่ามีการปฏิเสธบางสมมติฐาน หรือเป็นไปในทางตรงข้าม กล่าวคือ ไม่ยอมรับ H_0 แต่กลับยอมรับผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของสมมติฐานอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งมิวเท่น (Muthen) ยืนยันว่าชุดของการทดสอบสมมติฐานนี้จะให้แนวทางในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่ควรพิจารณาว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นอันดับแรกในการทดสอบสมมติฐานเฉพาะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม (Byrne. 1998 : 261) ความเห็นนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ มาร์ช และโฮชีวาร์ (Marsh & Hocevar. 1985 : 576-577) ที่ยืนยันว่า ถึงแม้จะมีข้อค้นพบที่แสดงให้เห็นความแปรเปลี่ยนของสัมประสิทธิ์การถดถอยก็ตาม แต่ยังคงทดสอบสมมติฐานอื่นๆ ต่อไปได้ การขาดลักษณะของความไม่แปรเปลี่ยน (lack of invariance) เป็นเรื่องเล็กน้อย ไม่ใช่สาระสำคัญในการปฏิบัติ ดังนั้นควรให้ความสนใจในสาระสำคัญของปัญหาการวิจัยที่ต้องทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน เพื่อค้นหาคำตอบต่อไป

ในการวิเคราะห์ลิสเรล เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนั้น ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์ตายตัวว่าจะต้องทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ใดบ้าง สมมติฐานที่นิยมทดสอบ จะเกี่ยวข้องกับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของตัวแปรแฝงและสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรภายในแฝง (Byrne. 1998 : 261) ซึ่งเงื่อนไขขั้นต่ำที่จะต้องทำการทดสอบ คือ การเท่ากันของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) หรืออาจจะกล่าวได้ว่า สาระสำคัญที่ควรสนใจคือการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้น (Marsh & Others. 1998 : 148)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์จะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้น (วรณี แกมเกตุ. 2540 : 36 ; อ้างอิงจาก Jaccard & Wan. 1996) ดังนี้ คือ

1. การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลองกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งแสดงค่าดัชนีดัดแปรแบบจำลอง ขั้นตอนนี้เป็น การวิเคราะห์โดยไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ เป็นการแยกกลุ่มวิเคราะห์ทีละครั้ง ซึ่งเบอร์น ((Byrne. 1998) ได้กล่าวถึงขั้นตอนนี้ว่าเป็น Prerequisite to Testing for Factorial Invariance เพื่อหาแบบจำลองพื้นฐานของแต่ละกลุ่ม ที่อาจจะเป็นไปได้ว่ามีความแตกต่างกันบ้าง เช่น บางกลุ่มมีตัวแปรสังเกตได้บางตัว ที่มีสาเหตุมาจากตัวแปรแฝงหรือองค์ประกอบมากกว่า 1 ตัว (Cross-loading) ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ ไม่มีลักษณะเช่นนี้ หรือกรณีที่บางกลุ่มอาจมีความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ ไม่มี หรือมีความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดที่เกิดจากตัวแปรสังเกตได้ที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งการทราบลักษณะแบบจำลองพื้นฐานนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการตั้งสมมติฐานการวิจัยให้มีความหมายและเป็นเหตุเป็นผลมากยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลองกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งจะนำข้อมูลจากแบบจำลองพื้นฐาน เข้าไปทำการวิเคราะห์พร้อมๆ กันในคราวเดียวกันโดยมีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองในทุกกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากันตามสมมติฐานการวิจัย อาจจะมีการวิเคราะห์หลายครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนสมมติฐานที่นักวิจัยต้องการทดสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความตระหนัก

อลายโม (Alaimo : 1969) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 7 ถึงระดับ 12 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ และนักเรียนระดับ 9 ถึงระดับ 12 ที่ไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เลย ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ระดับชั้นของนักเรียน เพศ การรับรู้เกี่ยวกับตนเองในเรื่องความรับผิดชอบในสิ่งแวดล้อม โอกาสที่จะแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ความรู้ในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ โทรทัศน์ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ บิดา-มารดา การเรียนเกี่ยวกับสังคม และหนังสือพิมพ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความตระหนักในด้านการอนุรักษ์ธรรมชาติ

และด้านการเมืองอยู่ในระดับสูง ความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกับตัวแปรเพศไม่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณยังพบว่าระดับชั้นของนักเรียน และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ โทรศัพท์ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วารสารสิ่งพิมพ์ บิดา-มารดา การเรียนเกี่ยวกับสังคม และหนังสือพิมพ์ มีความสัมพันธ์กับการตระหนักและความเข้าใจในปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนต่างระดับจะต้องจัดให้เหมาะสม และนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กับไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ก็มีสิ่งกระตุ้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อการตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างกัน จึงต้องจัดกิจกรรมให้เหมาะสมแก่กลุ่มนักเรียนด้วย

วินสตัน (Winston. 1974 : 3412-3413) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักในปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม กับความเป็นห่วงกังวลของนักเรียนต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าความตระหนักในปัญหากับความห่วงกังวลของนักเรียน ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญสรุปได้ว่า นักเรียนที่แสดงตนว่าเป็นห่วงกังวลต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ไม่จำเป็นต้องเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อม (ประพล มลิณฑินดา. 2542 : 24 ; อ้างอิงจาก Winston. 1974 : 3412-3413)

สุรินทร์ หลักแหลม (2534 : 93-96) ศึกษาเรื่องความรู้ความตระหนักและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมของสมาชิกสภาเขต (สข.) ในกรุงเทพมหานคร พบว่า สมาชิกสภาเขตมีความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อม สมาชิกสภาเขตที่มีอายุแตกต่างกัน มีความตระหนักไม่แตกต่างกัน และสมาชิกสภาเขตที่มีการศึกษาแตกต่างกัน มีความตระหนักไม่แตกต่างกัน

เอื้อน วิเศษชาติ (2534 : 57-65) ได้ศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10 ผลการวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์ เขตการศึกษา 10 มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูง โดยครูวิทยาศาสตร์เพศหญิงมีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าครูวิทยาศาสตร์เพศชาย ส่วนครูที่มีประสบการณ์สอนต่างกันมีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมไม่ต่างกัน และครูที่มีวุฒิการศึกษาปริญญาโทจะมีความตระหนักมากกว่าครูวุฒิปริญญาตรีและอนุปริญญา

วินัย บำรุงกิจ (2535 : 77-95) ศึกษาเรื่องความรู้ความตระหนักต่อภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมของนักเรียนพลตำรวจ โรงเรียนตำรวจนครบาล พบว่า นักเรียนพลตำรวจส่วนใหญ่มีความตระหนักต่อภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในระดับสูงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90 กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกัน มีความตระหนักต่อภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า กลุ่ม

ตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกันมีความตระหนักต่อภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมไม่ต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างที่มีการรับรู้ข่าวสารแตกต่างกันมีความตระหนักต่อภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมไม่ต่างกัน

วาสนา เดชกล้าหาญ (2540 : 51-70) ได้ทำการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูง นักเรียนที่มีเพศชายที่อยู่อาศัย และอาชีพของผู้ปกครองแตกต่างกัน มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

สุชาดา ศิริลั่น (2540 : 61-64) ได้ทำการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในระดับสูง โดยนักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน และความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กับการนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ครุปรกรณ์ ละเอียดอ่อน (2542 : 54-59) ทำการศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานครของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปีที่ 3 ในสถาบันราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปีที่ 3 ในสถาบันราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์มีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมทางอากาศ ทางน้ำ ทางเสียงและจากขยะมูลฝอย โดยภาพรวมและพิจารณาเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก ซึ่งนักศึกษสาขาวิชาการศึกษาที่มีเพศ ภูมิลำเนาเดิม วิชาเอก และคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกันั้นมีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมทางอากาศ ทางน้ำ ทางเสียงและจากขยะมูลฝอย โดยภาพรวมและเป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน

ขวัญเรือน ภูนาศ (2545 : 32-37) ได้ทำการศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกด้านและโดยภาพรวมในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนอยู่ในเขตอำเภอเมืองมีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกด้านสูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในพื้นที่ตั้งโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมือง

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าในการศึกษาความตระหนักนั้น ยังมิได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบเกี่ยวกับความตระหนักเกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วจะสร้างเครื่องมือตามแนวคิดของ บัณฑิต จุฬาคัย, ทนงศักดิ์ ประสบกิติคุณ และคาร์เทอร์ วี กู๊ด (Carter V. Good.) เป็นต้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาเกี่ยวกับความตระหนักให้มากยิ่งขึ้น

งานวิจัยที่ใช้การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองระหว่างกลุ่มประชากร

งานวิจัยด้านการศึกษาที่ใช้การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองระหว่างกลุ่มประชากร ในส่วนของการศึกษาแบบจำลองความตระหนักนั้น ยังไม่ปรากฏหลักฐานการวิจัย คงมีแต่เฉพาะงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยที่มีความเหมือนและต่างกัน ดังนี้

เบอร์น ((Byrne. 1988 : 397) ได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโครงสร้างอัตรานัยระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 898 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถสูง 613 คน และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ 285 คน ผลการศึกษาพบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และค่าความแปรปรวน แต่ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดมีการแปรเปลี่ยนไปบ้างในบางตัว ต่อมา มาร์ช (Marsh. 1993 : 841) ได้ทำการศึกษาเรื่องเดียวกันนี้ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับเดิม จำนวน 500 คน ทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มเพศ พบว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แต่ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด มีความแปรเปลี่ยนไปบ้าง

ในประเทศไทยนั้น วรณี แกมเกตุ , นงลักษณ์ วิรัชชัย และ สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2540 : 20-45) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียนและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียน สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และกรมสามัญศึกษา โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) เรื่อง “ประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาค” ที่เก็บข้อมูลจากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และกรมสามัญศึกษา จำนวน 625 โรงเรียน แบบจำลองประสิทธิภาพ การใช้ครูที่ใช้ในการศึกษานั้น เป็นแบบจำลองการวัดที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีตัวแปรแฝงสองตัว ทำการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองระหว่างกลุ่มโรงเรียนโดยตั้งสมมติฐานตามที่บอลเลน (Bollen) เสนอไว้นั้นก็คือ ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ใน

เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และกรมสามัญศึกษา ต่อมา วรรณิ์ แกมเกตุ (2540) ได้ศึกษาเรื่องนี้อีกครั้งจากฐานข้อมูลเดิม โดยทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มโรงเรียน 5 สังกัด คือ สังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ซึ่งแบบจำลองประสิทธิภาพการใช้ครูที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบจำลองการวัดที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง (Second Order Factor Analysis Model) ทำการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองระหว่างกลุ่มโรงเรียน โดยตั้งสมมติฐานที่ให้ความสำคัญกับค่าพารามิเตอร์ในระดับการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่หนึ่งเท่านั้น สมมติฐานขั้นสุดท้ายที่มีความเข้มงวดมากที่สุด คือ $H_{\alpha} : \Phi \neq 0$ ผลการศึกษา พบว่า แบบจำลองประสิทธิภาพการใช้ครูของกลุ่มโรงเรียน 5 สังกัด มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด

นางลักษณ์ วิรัชชัย (2541) ทำการศึกษาเรื่อง “ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างบุคลากรสองกลุ่ม : การประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกลุ่บทวิกลุ่มพหุ” โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูผู้สอน 2,938 คน และหัวหน้าหมวดจำนวน 1,609 คน จากกรมสามัญศึกษา แบบจำลองการเป็นครูด้วยใจรักที่ใช้ในการศึกษานั้นเป็นแบบจำลองสมการโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุชนิดที่มีตัวแปรแฝงซึ่งทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบและทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ผลการศึกษาสรุปว่าแบบจำลองการเป็นครูด้วยใจรักเป็นแบบจำลองที่ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มครูหัวหน้าหมวดและครูผู้สอน นั่นก็คือตัวแปร “ประเภทของครู” ไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง (นางลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 246-255)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยบางเรื่อง ที่นำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการศึกษาวิจัย เช่น เอื้อมพร หลินเจริญ (2539) ได้สร้างแบบจำลองการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพฯ และจังหวัดกำแพงเพชร ที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง และนอกเขตอำเภอเมือง รวมสามกลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 150 คน ผล

การศึกษาพบว่า โปรแกรมไม่สามารถประมาณค่า χ^2 ในสมมติฐานแรกได้ เพราะมีตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการศึกษามากถึง 14 ตัว (โปรแกรมจะต้องคำนวณค่าพารามิเตอร์ 105 ตัว) ส่วนสมมติฐานในลำดับถัดไปนั้น ผลการทดสอบปรากฏว่า แบบจำลองมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มในทุกสมมติฐาน ดังนั้นจึงมีการปรับแบบจำลองและทำการวิเคราะห์ใหม่ จนกระทั่งแบบจำลองนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ประสิทธิ์ ไชยกาล (2541) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแบบจำลองลิสเรลสามแบบที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 600 คน และสุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มสำหรับใช้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบนั้น แบบจำลองการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบไม่มีลักษณะความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่ม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ผ่านมา นั้นสรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานหรือการกำหนดแบบจำลองการวิจัยที่ใช้ในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มสามารถทำได้โดยไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่า ควรจะต้องทดสอบสมมติฐานใดบ้าง การกำหนดสมมติฐานจะขึ้นอยู่กับความสนใจของนักวิจัยเท่านั้น สำหรับการทดสอบสมมติฐานใดก่อนหรือหลัง ต้องคำนึงถึงการเรียงลำดับในการทดสอบตามความเข้มงวดของสมมติฐานที่กำหนดเอาไว้ นั่นคือ สมมติฐานที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุดจะได้รับการทดสอบเป็นลำดับแรก และสมมติฐานที่มีความเข้มงวดมากที่สุดจะได้รับการทดสอบเป็นลำดับสุดท้าย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ ศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนทั้งชายและหญิงที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัด สพท. จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีโรงเรียนของรัฐบาลที่เปิดสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 11 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 77 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 3,336 คน และโรงเรียนเอกชน ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 มีจำนวน 5 โรงเรียน จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 203 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนทั้งชายและหญิงที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัด สพท. จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยยึดตามจำนวนประชากรของนักเรียนโรงเรียนเอกชนซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าเป็นหลัก โดยจะกำหนดกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลให้เป็น 2 เท่าตามสัดส่วนของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชน เนื่องจากประชากรของนักเรียนโรงเรียนรัฐบาลมีมากกว่า ส่วนประชากรของนักเรียนโรงเรียนเอกชนนั้นมีน้อยจึงนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด สำหรับการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในโรงเรียนของรัฐบาลจะทำการสุ่มเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จำนวน 518 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้ คือ 721 คน

ในการสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 4 โรงเรียน มีห้องเรียน 44 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน

ทั้งหมด 2,128 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน มีห้องเรียน 21 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 836 คน และโรงเรียนขนาดเล็ก 4 โรงเรียน มีห้องเรียน 12 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 372 คน ดังตาราง 5

ตาราง 5 ประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาล
ปีการศึกษา 2550 ที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	ประชากร	
		จำนวน ห้องเรียน	จำนวน นักเรียน ม.3
ขนาดใหญ่พิเศษ	1. สมุทรสาครวิทยาลัย	11	558
	2. สมุทรสาครบูรณะ	12	627
	3. กระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ”	11	482
	4. อ้อมน้อยโสภณชนูปถัมภ์	10	461
ขนาดใหญ่	5. เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์	7	278
	6. สมุทรสาครวุฒิชัย	7	281
	7. วัดธรรมจริยาภิรมย์	7	277
ขนาดกลาง	8. กุศลวิทยา	2	57
	9. หลักสองสงเสริมวิทยา	2	57
	10. วัดหลักสี่พัฒนาราชวรอุปัถัมภ์	3	97
	11. พันท้ายนรสิงห์วิทยา	5	161
รวม		77	3,336

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนโดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) โดยใช้อัตราส่วน 2:1:2 และใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ในการสุ่มเลือกโรงเรียน ดังนั้นจำนวนโรงเรียนที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ คือ 5 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 การหากกลุ่มตัวอย่างห้องเรียน ที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนแต่ละขนาดโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด ของโรงเรียนที่คัดเลือกมาแต่ละชั้น ตาม

สัดส่วนของประชากร จากขั้นตอนดังกล่าวทำให้ได้รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 กลุ่มตัวอย่างจำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนรัฐบาล ที่
ใช้ในการศึกษาจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดใหญ่พิเศษ		
1. สมุทรสาครบูรณะ	4	200
2. กระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ”	4	175
ขนาดใหญ่		
3. วัดธรรมจริยาภิรมย์	2	83
ขนาดกลาง		
5. หลักสองสงเสริมวิทยา	1	28
6. วัดหลักสี่พัฒนาราชวรอุปลัมภ์	1	32
รวม	13	518

ตาราง 7 กลุ่มตัวอย่างจำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชน ที่ใช้
ในการศึกษา

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1. อนุสรณ์ศุภมาศ	1	30
2. อัมมาลัย	2	68
3. สามชัยวิเทศศึกษา	2	50
4. ทานตะวันไตรภาษา	2	28
5. ประชานิสรณ์	1	27
รวม	8	203

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เครื่องมือประเมินความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 ฉบับ มี 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 3 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า

ตอนที่ 4 แบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 1 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาของช่วงชั้นที่ 3 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ

2. ออกแบบแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 41 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution) จำนวน 13 ข้อ ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution) จำนวน 13 ข้อ ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution) จำนวน 15 ข้อ หลักในการให้คะแนนเป็นแบบ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1 คะแนน

3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี (IOC $\geq$.50) จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

4. นำแบบวัดที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน แล้วนำมาหาคุณภาพรายข้อโดยการหาค่าความยากง่าย (p) จากสัดส่วนผู้ตอบถูกกับผู้เข้าสอบทั้งหมด และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์แบบพอยท์ ไบซีเรียล แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาความเชื่อมั่นโดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพันธ์

5. คัดเลือกข้อสอบในแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ประกอบกันในการตัดสินใจ โดยค่าความยาก (p) มีค่าตั้งแต่ 0.21 - 0.80 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.61 ซึ่งข้อสอบในแต่ละด้าน คือ ด้านมลพิษของน้ำ จำนวน 10 ข้อ ด้านมลพิษของอากาศ จำนวน 10 ข้อ และด้านมลพิษของเสียงจำนวน 10 ข้อ เมื่อนำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาหาความเชื่อมั่น ทำให้ได้ความเชื่อมั่นของแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution) $r_B = 0.40$
 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution) $r_B = 0.37$
 ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution) $r_B = 0.32$
 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม มีค่า $r_B = 0.59$
 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.31

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความใส่ใจ สร้างขึ้นโดยอิงหลักของ บัณฑิต จุฬาศัย (ทองศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. 2534 : 21-22 ; อ้างอิงจาก บัณฑิต จุฬาศัย. 2528 : 15 -18) และ Morgan and King (จิตวิทยาทั่วไป. 2540 : 75-76 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256)

2. ออกแบบแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อมเป็นแบบมาตราประเมินค่า จำนวน 15 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้านคือ ความต้องการในสิ่งที่จะรับรู้ (Need) แรงจูงใจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive) และการคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy) ด้านละ 7 ข้อ ซึ่งเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นการสำรวจความคิดเห็นของตนเองว่ามีความคิดอย่างไรกับข้อความในแบบวัด ซึ่งหลักในการให้คะแนนจะเป็นระดับ ดังนี้

1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น
2	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
3	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้น
4	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก

3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี ($IOC \geq .50$) จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

4. นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาหาคุณภาพโดยการหาคุณภาพรายข้อโดยการหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ($r_{\text{item-total}}$) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาความเชื่อมั่นโดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพันธ์

5. คัดเลือกข้อสอบในแบบวัดแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนก(r) ประกอบการตัดสินใจ โดยค่าอำนาจจำแนก(r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.50 ซึ่งข้อสอบมีด้านละ 5 ข้อ ดังนั้นแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อมจึงมีจำนวน 30 ข้อ เมื่อนำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาหาความเชื่อมั่นมีความเชื่อมั่นของแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

ความต้องการในสิ่งที่จะรับรู้ (Need) $r_{FR} = 0.75$

แรงจูงใจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive) $r_{FR} = 0.51$

การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy) $r_{FR} = 0.55$

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม มีค่า $r_{FR} = 0.78$

และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.32

ตอนที่ 3 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า สร้างขึ้นโดยอิงหลักของ บัณฑิต จุฬาคัย (ทงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. 2534 : 21-22 ; อ้างอิงจาก บัณฑิต จุฬาคัย. 2528 : 18 -15) และ Morgan and King (จิตวิทยาทั่วไป. 2540 : 75-76 ; อ้างอิงจาก Morgan and King. 1971 : 256)

2. ออกแบบแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า เป็นแบบมาตรประเมินค่า จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ขนาดของสิ่งเร้า (Size) 2) การทำซ้ำ (Repetition) 3) การเคลื่อนไหว (Movement) 4) ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity) และ 5) การทำตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (Contrast) ด้านละ 5 ข้อ ยกเว้นด้านที่ 4 ออก 10 ข้อ ซึ่งเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นการสร้างสิ่งเร้าขึ้นมา ซึ่งอาจจะเป็นภาพ ข้อความ หรือสถานการณ์บางสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนเลือกสิ่งเร้าที่ทำให้ตนเองสนใจที่สุด ซึ่งแต่ละด้านจะมีลักษณะของเครื่องมือแตกต่างกันดังนี้

2.1 ด้านที่ 1, 2, 3 และด้านที่ 5 มีหลักในการให้คะแนนเป็นระดับ ดังนี้

1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น
2	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
3	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้น
4	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก

2.2 ด้านที่ 4 เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นภาพแสดงสถานการณ์แล้วให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกจากภาพที่กำหนดให้ ซึ่งมีหลักในการให้คะแนน ดังนี้

1	หมายถึง	รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมน้อย
2	หมายถึง	รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมปานกลาง
3	หมายถึง	รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมาก
4	หมายถึง	รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี (IOC $\geq$.50) จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

4. นำแบบวัดที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาคุณภาพโดยการหาคุณภาพรายข้อโดยการหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ($r_{\text{item-total}}$) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาความเชื่อมั่นโดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพันธ์ ดังตาราง 10

5. คัดเลือกข้อสอบในแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนก(r) ประกอบการตัดสินใจ ทำให้เหลือข้อสอบด้านละ 4 ข้อ ยกเว้นด้านความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity) จะเลือกมา 10 ข้อ เนื่องจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมี 3 ด้าน คือ ด้านมลพิษของน้ำ ด้านมลพิษของอากาศ และด้านมลพิษของเสียง ถ้าเลือก 4 ข้อ ภาพจะน้อยเกินไป เพราะต้องแสดงลักษณะภาพทั้งสองด้าน คือด้านที่ดีและไม่ดี จึงต้องเลือกจำนวนข้อมากกว่า โดยค่าอำนาจจำแนก(r) มีค่าตั้งแต่ 0.33 – 0.56 ดังนั้นแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า จึงมีจำนวน 26 ข้อ เมื่อนำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาหาความเชื่อมั่น มีความเชื่อมั่นของแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

ขนาดของสิ่งเร้า (Size)	$r_{FR} = 0.60$
การทำซ้ำ (Repetition)	$r_{FR} = 0.58$
การเคลื่อนไหว (Movement)	$r_{FR} = 0.44$
ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity)	$r_{FR} = 0.63$
การทำตรงข้ามหรือแปลกออกไปของสิ่งเร้า(Contrast)	$r_{FR} = 0.71$
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า	มีค่า $r_{FR} = 0.77$
และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M)	$= 0.20$

ตอนที่ 4 แบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1. สร้างขึ้นโดยอิงตามงานวิจัยของ อลายโม (สุชาติดา ศิริลัน. 2540 ; อ้างอิงจาก Alaimo. 1978) เป็นแบบบัญชีรายการ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า จำนวน 14 ข้อ โดยให้นักเรียนพิจารณาแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนได้รับในชีวิตประจำวันว่า นักเรียนได้รับความรู้หรือข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด ตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด ซึ่งหลักในการให้คะแนนจะเป็นระดับ ดังนี้

- | | | |
|---|---------|------------------------------------|
| 1 | หมายถึง | ได้รับข้อมูลจากแหล่งนี้น้อย |
| 2 | หมายถึง | ได้รับข้อมูลจากแหล่งนี้ค่อนข้างมาก |
| 3 | หมายถึง | ได้รับข้อมูลจากแหล่งนี้ค่อนข้างมาก |
| 4 | หมายถึง | ได้รับข้อมูลจากแหล่งนี้มาก |

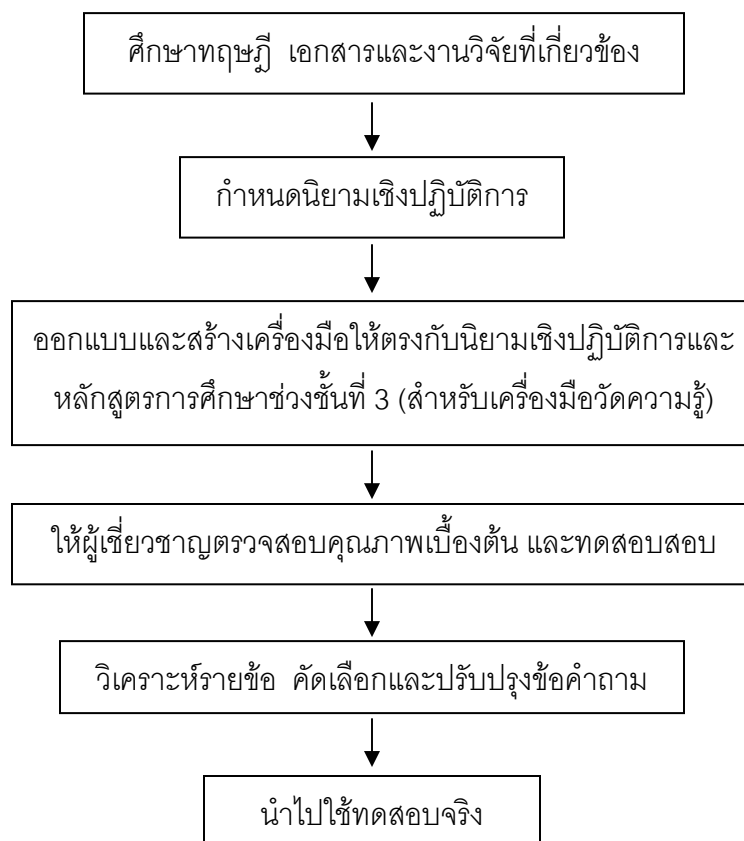
2. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี ($IOC \geq .50$) จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป

3. นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาหาคุณภาพโดยการหาคุณภาพรายข้อโดยการหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม ($r_{\text{item-total}}$) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาความเชื่อมั่นโดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพันธ์

4. คัดเลือกข้อสอบในแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนก(r) ประกอบการตัดสินใจ โดยมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21 – 0.56 จึงมีข้อคำถามทั้งหมด 14 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น $r_{FR} = 0.77$ และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.21

วิธีการสร้างเครื่องมือ

มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้



ภาพประกอบ 14 แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดความตระหนักถึงผลกระทบของ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้ แล้วเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างในกระดาษคำตอบ

ความรู้เกี่ยวกับปัญหาทางน้ำ

(1) การแก้ปัญหาน้ำที่จากบ้านเรือนวิธีใดเหมาะสมที่สุด ?

- ก. แต่ละบ้านควรมีเครื่องบำบัดน้ำเสีย
 - ข. ทุกบ้านไม่ทิ้งน้ำเสียลงท่อระบายน้ำ
 - ค. รณรงค์ให้ประชาชนพยายามใช้น้ำอย่างประหยัด
 - ง. ควรจัดให้มีบ่อพักน้ำทิ้งรวมแล้วปรับสภาพน้ำให้ดีก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
- (เฉลยข้อ ง.)

ความรู้เกี่ยวกับปัญหาทางอากาศ

(2) พฤติกรรมใดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมากที่สุด ?

- ก. ขวัญ ใช้ยาฉีดกันยุงแบบสเปรย์
 - ข. เต๋อ ใช้เตาถ่านในการปรุงอาหาร
 - ค. วิ เพาไปไม้ที่ร่วงตามบริเวณบ้าน
 - ง. เอก เติมน้ำมันรถที่ไม่เหมาะสมกับสภาพรถยนต์
- (เฉลยข้อ ง.)

ความรู้เกี่ยวกับปัญหาทางเสียง

(3) การได้รับเสียงชนิดเดียวกันเป็นเวลานานติดต่อกันอาจทำให้หูหนวกได้ ท่านคิดว่าจริงหรือไม่ ?

- ก. จริง เพราะเสียงจะไปรบกวนระบบการได้ยิน
 - ข. จริง เพราะเชื่อตามผลการวิจัยทางการแพทย์
 - ค. ไม่จริง เพราะความเคยชินไม่สามารถทำให้หูหนวกได้
 - ง. ไม่จริง เพราะหูของมนุษย์สามารถทนเสียงดังมากๆ ได้
- (เฉลยข้อ ก.)

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงหรือใกล้เคียงกับ ความรู้สึกของท่านมากที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย มาก	เห็น ด้วย	เห็นด้วย น้อย	ไม่เห็น ด้วย
ความต้องการ				
1. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโลกร้อน				
2. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางเสียง				
3. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางน้ำ				
แรงจูงใจ				
4. นักเรียนควรให้รัฐบาลเป็นผู้แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เพราะนักเรียนเป็นแค่ประชาชนคงช่วยอะไรไม่ได้				
5. ข้าพเจ้าคิดว่าการทิ้งขยะลงน้ำ เป็นการกระทำของคนมักง่าย				
6. ครูผู้สอนมีส่วนสำคัญที่จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากดูแลสิ่งแวดล้อม				
ความคาดหวัง				
7. การไม่ทิ้งขยะลงแม่น้ำ จะทำให้แม่น้ำสะอาดและอยู่กับเราอย่างยั่งยืน				
8. การนำรถไปตรวจสภาพตามกำหนดเวลา จะช่วยลดมลพิษได้มาก				
9. การที่อากาศมีสารพิษเจือปนอยู่มากเกินไป จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์				

ความเข้มของสิ่งเร้า

คำชี้แจง จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง ที่นักเรียนเห็นว่าภาพนั้นทำให้นักเรียนรู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเลือกให้ตรงกับความรู้สึกของตนเองมากที่สุด ?

- | | | |
|-----|---------|-------------------------------------|
| [1] | หมายถึง | รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด |
| [2] | หมายถึง | รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมน้อย |
| [3] | หมายถึง | รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมาก |
| [4] | หมายถึง | รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด |

1.



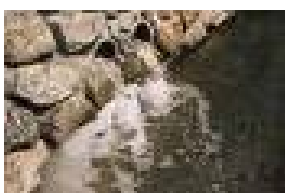
[1] [2] [3] [4]

2.



[1] [2] [3] [4]

3.



[1] [2] [3] [4]

4.



[1] [2] [3] [4]

ตอนที่ 4 แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้ว่า นักเรียนได้รับความรู้หรือข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด ความรู้สึกมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	ระดับความคิดเห็น			
	มาก	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างน้อย	น้อย
1. โทรทัศน์				
2. หนังสือพิมพ์				
3. ครู				
4. เพื่อน				
5. ห้องสมุดโรงเรียน				
6. พ่อแม่ หรือผู้ปกครอง				
7. อินเทอร์เน็ต				
8. วารสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ				
9. การประชาสัมพันธ์ของโรงเรียน				
10. ห้องสมุดชุมชน				
11. ป้ายโฆษณาตามแหล่งต่างๆ				
12. ใบปลิว				
13. วิทยุกระจายเสียง				
14. วิทยากรที่มาให้ความรู้ในโรงเรียน				

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ทำหนังสือติดต่อและขออนุญาตโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา เพื่อบันทึกหมายวันและเวลาในการสอบ

2. จัดเตรียม เครื่องมือที่จะนำไปทดสอบให้เรียบร้อยและเพียงพอ

3. ดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง ดังนี้

3.1 กำหนดวัน และสถานที่สอบ

3.2 ดำเนินการสอบ โดยเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบวัดที่เสร็จสมบูรณ์ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 721 คน

6. ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การเตรียมเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และการวิเคราะห์เพื่อตอบสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง (โดยใช้โปรแกรม SPSS)

2. การวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความยากง่ายของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยหาค่าความยากง่าย (P) จากสัดส่วนผู้ตอบถูก (ล้น สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อคำถาม
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและหาค่าอำนาจจำแนก (r_{pb}) โดยการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์แบบพอยท์ ไบซีเรียล (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536) ดังสูตร

$$r_{pb} = \left[\frac{\bar{X}_r - \bar{X}_w}{S} \right] \sqrt{p(1-p)}$$

เมื่อ	r_{pb}	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_r$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	$\bar{X}_w$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด
	S	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมของผู้สอบทั้งหมด
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นถูก

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม จะหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ r_B (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 43-58) ดังสูตร

$$r_B = \frac{1}{1 - \sum X_i^2} \left[1 - \frac{\sum P_i(1-P_i)}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_B	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ของแบบวัด
	P_i	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนกของ แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า และแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยการหาค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนของข้อคำถามกับคะแนนรวมจากข้ออื่นๆ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ใช้สูตร $r_{item-total}$ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2548 : 4)

$$r_{item-total} = \frac{n \sum IT - \sum I \sum T}{\sqrt{(n \sum I^2 - (\sum I)^2)(n \sum T^2 - (\sum T)^2)}}$$

เมื่อ	$r_{item-total}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
	I	แทน	คะแนนของข้อคำถาม หรือ item
	T	แทน	คะแนนผลรวมของข้ออื่นๆ ที่เหลือทุกข้อหรือ total

2.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่ง และแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดในแต่ละตอน (subscale) โดยใช้การหาคะแนนจริงสัมพัทธ์ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2538 : 43-58) ดังสูตร

$$r_{FR} = \frac{1}{(1 - \sum \lambda_i^2)} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{FR}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพัทธ์ของแบบวัด
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละตอน
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดทั้งฉบับ
	λ_i^2	แทน	ผลรวมของค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมในแต่ละแถวของเมทริกซ์

2.6 การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า และแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2527 : 67-70 ; อ้างอิงจาก Rovinelli & Hambleton. 1977)

2.7 การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) ของแบบวัด
(บุญเชิดบุญอนันตพงษ์. 2545) โดยใช้สูตร

$$SE_M = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

SE_M แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

S_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัด

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อคัดเลือกตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อตอบสนองมติฐานการวิจัย ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง เพื่อหาโมเดลการวัดที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด ซึ่งจะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL (Single Group)

3.2 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดด้วยโปรแกรม LISREL (Multiple Group)

3.2.1 ถ้าโมเดลการวัดที่เหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นโมเดลการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบอันดับที่ 1 (1^{st} -Order CFA Model) จะทดสอบสมมติฐานหลัก ดังนี้

1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมตริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบ

กำหนด, อิสระ และบังคับในเมตริกซ์ Λ , Φ และ Θ_δ เหมือนกัน)

2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$

3) $H_{\Lambda_x \Theta_\delta}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}$

4) $H_{\Lambda_x \Theta_\delta \Phi}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$

3.2.2 ถ้าโมเดลการวัดที่เหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นโมเดลการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบอันดับที่ 2 (2^{sd} -Order CFA Model) จะทดสอบสมมติฐานหลัก ดังนี้

- 1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมตริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด, อิสระ และบังคับในเมตริกซ์ Λ, Γ, Θ และ Ψ เหมือนกัน)
- 2) $H_{\Lambda y}$: $\Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}$
- 3) $H_{\Lambda y \Gamma}$: $\Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}$
- 4) $H_{\Lambda y \Gamma \Theta \delta}$: $\Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}$
- 5) $H_{\Lambda y \Gamma \Theta \delta \Psi}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}, \Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}$

การวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการวัด จะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ และตรวจสอบความสอดคล้องกับโมเดลการวัดของแต่ละกลุ่ม โดยทำการวิเคราะห์แยกทีละกลุ่ม หรือกล่าวได้ว่า เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองของพื้นฐานของแต่ละกลุ่ม

2) การวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ และตรวจสอบความสอดคล้องกับโมเดลการวัดแต่ละกลุ่ม ทำการวิเคราะห์พร้อมกันทุกกลุ่ม หรือกล่าวได้ว่า เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของรูปแบบ (Model form) ของโมเดล จากหลายๆ กลุ่มที่ทำการวิเคราะห์ โดยไม่มีการกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับการเท่ากันของค่าพารามิเตอร์

3) การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบโมเดลการวัดตามสมมติฐานย่อยต่างๆ ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยทำการวิเคราะห์พร้อมกันทุกกลุ่ม และมีการกำหนดความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานการวิจัยเอาไว้ด้วย ในขั้นนี้จะทำการวิเคราะห์หลายครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ

4) การวิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างของแต่ละโมเดลการวัดตามสมมติฐาน โดยการหาผลต่างของ χ^2 และ df ในขั้นนี้ถือว่าการวิเคราะห์สรุปผลจากการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน มีสูตรดังนี้

$$\chi^2 = (N-1) \hat{F}_{\min}$$

เมื่อ N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\hat{F}_{\min}$ แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความสอดคล้องกลมกลืนเชิงประจักษ์

$$GFI = 1 - \frac{\left(s - \hat{\sigma} \right)}{s} \frac{W^{-1} \left(s - \hat{\sigma} \right)}{W^{-1} s}$$

$$AGFI = 1 - \frac{(p+q)(p+q+1)}{2d} (1 - GFI)$$

เมื่อ d แทน ค่าองศาอิสระในโมเดล

$$RMSEA = \sqrt{\frac{x_t^2}{df_t}} - \frac{df_t}{(N-1)}$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าไค-สแควร์ ในโมเดลที่ถูกทดสอบ

df_t แทน ค่าองศาอิสระในโมเดลที่ถูกทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัด สมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบจุดประสงค์ของการวิจัย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 3 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายที่ใช้แทนค่าสถิติ และตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

Mean	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Skew	แทน	ค่าความเบ้
Kurt	แทน	ค่าความโด่ง
R^2	แทน	ค่าความเชื่อมั่นในการวัดของตัวแปร
SC	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานที่แสดงถึงความเที่ยงตรงในการวัดของตัวแปร
χ^2	แทน	ค่าไค-สแควร์
df	แทน	องศาความเป็นอิสระ
$\Delta\chi^2$	แทน	ผลต่างของค่าไค-สแควร์

Δdf	แทน	ผลต่างขององศาความเป็นอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความเหมาะสม
RMSEA	แทน	ดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรแฝง

An	แทน	ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม (Awareness of Science and Technology Impact to Environment Problem)
Kn	แทน	ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge)
At	แทน	ความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (Attention)
Sc	แทน	ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics)
In	แทน	แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรสังเกตได้

W	แทน	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution)
Ai	แทน	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Air pollution)
N	แทน	ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (Noise pollution)
Ne	แทน	ความต้องการในสิ่งที่จะรับรู้ (Need)
Mo	แทน	แรงจูงใจที่จะกระทำการใดสิ่งหนึ่ง (Motive)
E	แทน	การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (Expectancy)
I	แทน	ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity)
S	แทน	ขนาดของสิ่งเร้า (Size)
C	แทน	การตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (Contrast)
R	แทน	การทำซ้ำ (Repetition)
M	แทน	การเคลื่อนไหว (Movement)
Inf	แทน	แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information)

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 721 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความโด่ง และค่าความเบ้ ของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 12 ตัวแปร ที่ใช้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะการแจกแจงของตัวแปรแต่ละตัว ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าสถิติดังกล่าวทั้งในภาพรวม จำแนกตามสังกัด และเพศ ดังรายละเอียดในตาราง 8 และ 9

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 12 ตัว คือ ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของน้ำ (Water pollution) ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของอากาศ (Ai) ความรู้เกี่ยวกับมลพิษของเสียง (N) ความต้องการในสิ่งที่จะรับรู้ (Ne) แรงจูงใจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Mo) การคาดหวังในสิ่งนั้นๆ (E) ความเข้มของสิ่งเร้า (I) ขนาดของสิ่งเร้า (S) การทำตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า (C) การทำซ้ำ (R) การเคลื่อนไหว (M) และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Inf) โดยทำการวิเคราะห์แยกตามสังกัดของสถานศึกษา ได้แก่ โรงเรียนที่สังกัดรัฐบาล และโรงเรียนที่สังกัดเอกชน และทำการวิเคราะห์รวมกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ทั้งหมด ดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จำแนกตามสังกัดของสถานศึกษา

สังกัด	ตัวแปร	Mean	S.D.	Skew	Kurt
โรงเรียนที่สังกัด รัฐบาล (n=518)	W (10 ข้อ)	6.949	1.478	-0.379	0.348
	Ai (10 ข้อ)	7.346	1.508	-0.513	0.094
	N (10 ข้อ)	5.129	1.727	-0.454	0.334
	Ne (5 ข้อ)	17.158	2.063	-0.109	-0.989
	Mo (5 ข้อ)	16.398	2.029	0.001	-0.516
	E (5 ข้อ)	16.884	2.205	-0.584	-0.219
	I (10 ข้อ)	27.786	3.982	-0.009	-0.367
	S (4 ข้อ)	12.423	1.744	-0.051	0.038
	C (4 ข้อ)	13.145	2.048	-0.394	-0.180
	R (4 ข้อ)	13.756	1.852	-0.134	-0.403
	M (4 ข้อ)	12.863	1.751	0.054	-0.363
	Inf (14 ข้อ)	41.091	6.585	-0.293	0.434

ตาราง 8 (ต่อ)

สังกัด	ตัวแปร	Mean	S.D.	Skew	Kurt
โรงเรียนที่สังกัด เอกชน (n=203)	W (10 ข้อ)	6.379	1.851	-0.484	0.240
	Ai (10 ข้อ)	7.118	1.597	-0.762	0.860
	N (10 ข้อ)	4.833	1.775	-0.141	0.062
	Ne (5 ข้อ)	16.842	2.001	-0.013	-0.661
	Mo (5 ข้อ)	16.212	1.883	0.171	-0.564
	E (5 ข้อ)	16.434	2.304	-0.332	-0.738
	I (10 ข้อ)	27.916	3.891	0.428	0.195
	S (4 ข้อ)	12.074	1.856	0.079	0.336
	C (4 ข้อ)	12.793	1.916	0.026	-0.559
	R (4 ข้อ)	12.931	1.833	-0.525	0.969
	M (4 ข้อ)	12.158	2.036	-0.486	0.744
	Inf (14 ข้อ)	39.951	6.844	-0.498	1.385
รวม (n=721)	W (10 ข้อ)	6.789	1.611	-0.521	0.573
	Ai (10 ข้อ)	7.275	1.539	-0.597	0.383
	N (10 ข้อ)	5.046	1.745	-0.363	0.201
	Ne (5 ข้อ)	17.069	2.049	-0.077	-0.911
	Mo (5 ข้อ)	16.345	1.989	0.049	-0.529
	E (5 ข้อ)	16.757	2.241	-0.511	-0.408
	I (10 ข้อ)	27.823	3.954	0.106	-0.215
	S (4 ข้อ)	12.325	1.782	-0.025	0.115
	C (4 ข้อ)	13.046	2.016	-0.277	-0.323
	R (4 ข้อ)	13.107	1.849	-0.238	-0.001
	M (4 ข้อ)	12.664	1.861	-0.220	0.367
	Inf (14 ข้อ)	40.769	6.674	-0.360	0.746

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่เรียนในโรงเรียนสังกัดรัฐบาล และโรงเรียนสังกัดเอกชน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้ง 12 ตัวแปร และตัวแปรทุกตัวมีการแจกแจงแบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าความเบ้ และความโด่งมีค่าเข้าใกล้ 0 ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตอบสมมติฐานของการวิจัยต่อไปโดยไม่มีการแปลงข้อมูลแต่อย่างใด

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่มีเพศต่างกัน ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิง ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดตระหนักรู้ถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม จำแนกตามเพศ

สังกัด	ตัวแปร	Mean	S.D.	Skew	Kurt
เพศชาย (n=221)	W (10 ข้อ)	6.429	1.706	-0.447	0.377
	Ai (10 ข้อ)	7.235	1.721	-0.710	0.510
	N (10 ข้อ)	4.833	1.823	-0.399	-0.030
	Ne (5 ข้อ)	16.905	2.137	-0.149	-0.682
	Mo (5 ข้อ)	16.235	2.079	0.025	-0.358
	E (5 ข้อ)	16.239	2.416	-0.292	-0.714
	I (10 ข้อ)	27.475	3.939	0.019	-0.080
	S (4 ข้อ)	12.484	1.899	-0.223	0.301
	C (4 ข้อ)	12.909	2.049	-0.328	0.147
	R (4 ข้อ)	13.289	1.828	-0.440	0.517
	M (4 ข้อ)	12.516	1.877	-0.295	0.811
	Inf (14 ข้อ)	41.299	7.485	-0.679	1.322

ตาราง 9 (ต่อ)

สังกัด	ตัวแปร	Mean	S.D.	Skew	Kurt
เพศหญิง (n=500)	W (10 ข้อ)	6.948	1.542	-0.518	0.662
	Ai (10 ข้อ)	7.302	1.447	-0.490	0.083
	N (10 ข้อ)	5.140	1.702	-0.325	0.295
	Ne (5 ข้อ)	17.142	2.007	-0.026	-1.077
	Mo (5 ข้อ)	16.394	1.948	0.073	-0.639
	E (5 ข้อ)	16.986	2.121	-0.580	-0.237
	I (10 ข้อ)	27.976	3.955	0.144	-0.285
	S (4 ข้อ)	12.254	1.725	0.064	0.029
	C (4 ข้อ)	13.106	2.001	-0.250	-0.554
	R (4 ข้อ)	13.026	1.854	-0.152	-0.156
	M (4 ข้อ)	12.730	1.853	-0.185	0.165
	Inf (14 ข้อ)	40.536	6.277	-0.167	0.220

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่มีเพศต่างกัน ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิง ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้ง 12 ตัวแปร และตัวแปรทุกตัวมีการแจกแจงแบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าความเบ้ และความโด่งมีค่าเข้าใกล้ 0 ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยต่อไปโดยไม่มีการแปลงข้อมูลแต่อย่างใด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

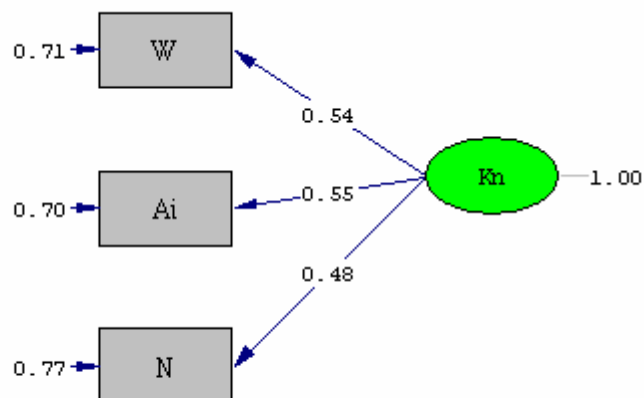
ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง (First order) ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ตามหลักของ บัณฑิต จุฬาคัย และ Morgan and King เป็นฐาน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม และสร้างตัวแปรประกอบโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แยกตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ยกเว้นองค์ประกอบที่สี่ ที่มีตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้เพียงหนึ่งตัวเท่านั้น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพียง 3 องค์ประกอบเท่านั้น คือ องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม(Knowledge) องค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม(Attention) และองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) โดยหลักฐานที่ใช้ในการแสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ได้แก่ ความเหมาะสมพอดีของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (GFI) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (SC) อันแสดงถึงความเที่ยงตรงในการวัด (Bollen.1989 : 199) ค่าความเชื่อมั่น (R^2) และความเที่ยงตรงข้ามกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าโมเดลทั้ง 3 แบบ คือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว (หนึ่งองค์ประกอบ) ซึ่งมี 3 โมเดล ประกอบด้วยโมเดลที่มีองค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) องค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม(Attention) และองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 0.00 แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ประกอบกับการพิจารณาค่า P ซึ่งเท่ากับ 1.00, 1.00 และ 0.162 ตามลำดับ ค่า GFI มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่า RMSEA มีค่า 0.00, 0.00 และ 0.028 ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่าโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) องค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม(Attention) และองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) นั้นมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำโมเดลไปวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งผลการ

วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว (หนึ่งองค์ประกอบ) ปรากฏ ดังตาราง 10 และภาพประกอบ 15-17

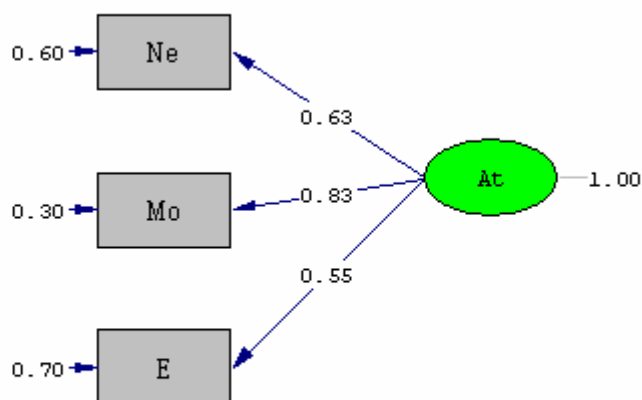
ตาราง 10 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว(หนึ่งองค์ประกอบ)

โมเดล	องค์ประกอบ	ตัวแปร	SC	R^2	χ^2	p	GFI	RMSEA
1 องค์ประกอบ		Ai	0.54	0.292				
		Kn	0.55	0.303	0.00	1.00	1.00	0.00
		(ความรู้)	N	0.48	0.230			
	At	Ne	0.63	0.397				
		Mo	0.83	0.689	0.00	1.00	1.00	0.00
		(ความใส่ใจ)	E	0.55	0.303			
	Sc	I	0.13	0.017				
		S	0.59	0.348				
		C	0.61	0.372	7.90	0.162	1.00	0.028
		(ลักษณะสิ่งเร้า)	R	0.68	0.462			
		M	0.69	0.476				



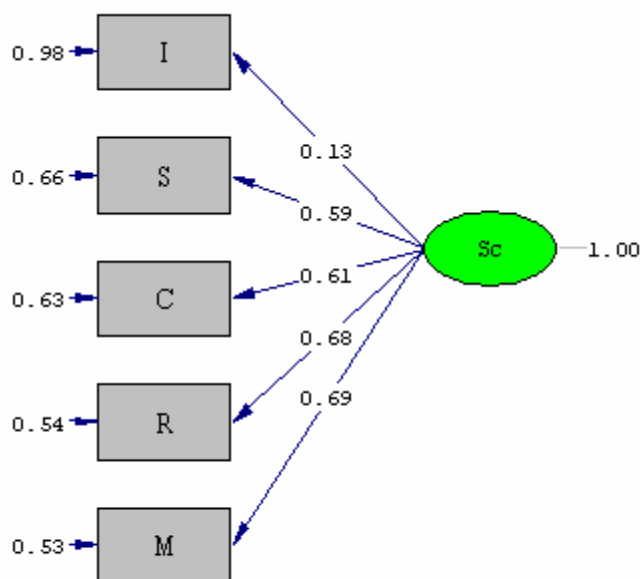
Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

ภาพประกอบ 15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge)



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

ภาพประกอบ 16 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention)



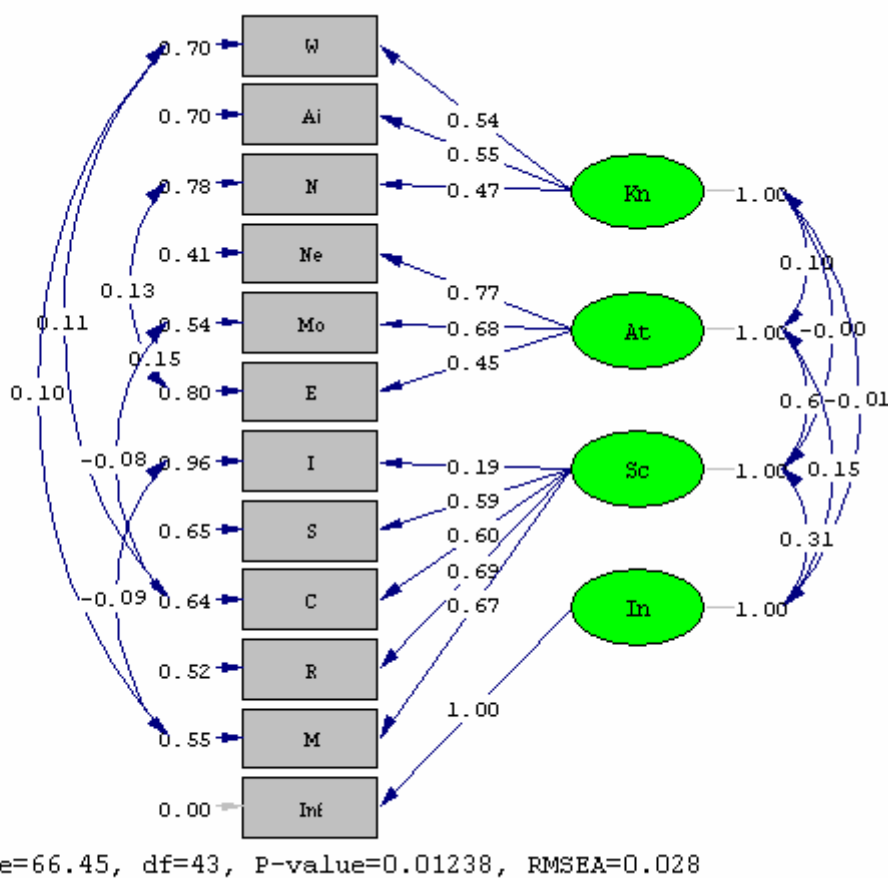
Chi-Square=7.90, df=5, P-value=0.16191, RMSEA=0.028

ภาพประกอบ 17 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบ
ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics)

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 และภาพประกอบ 15 -17 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) ความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) และลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 0.00, 0.00 และ 7.90 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ มีค่า GFI เท่ากับ 1.00 และมีค่า RMSEA เท่ากับ 0.00 และ 0.028 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของความเหมาะสมดี จึงกล่าวได้ว่า โมเดลการวัดทั้ง 3 แบบ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี ส่วนอีกหนึ่งองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ เนื่องจากมีตัวแปรสังเกตได้น้อยเกินไป

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง (First order) ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Kn) ความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (At) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Sc) และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (In) โดยหลักฐานที่ใช้ในการแสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ได้แก่ ความเหมาะสมพอดีของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (GFI) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (SC) ซึ่งแสดงถึงความเที่ยงตรงในการวัด (Bollen.1989 : 199) ค่าความเชื่อมั่น (R^2) และความเที่ยงตรงข้ามกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า มีค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 541.03 และ 139.75 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่าโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) นั้นไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับโมเดลใหม่ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีปรับแต่งโมเดล (Modification indices) ตามวิธีการของโจเรสกอกและซอร์บอม (Joreskog & Sorbom. 1989 : 21) ซึ่งเกณฑ์การพิจารณา คือ ค่า P ควรมีค่ามากกว่า .01 ค่า GFI ควรมีค่ามากกว่า .90 และค่า RMSEA ควรมีค่าต่ำกว่า .05 ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง 11 และภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ)

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 และภาพประกอบ 18 พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 66.45 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ มีค่า GFI เท่ากับ 0.98 และมีค่า RMSEA เท่ากับ 0.028 เป็นไปตามเกณฑ์ของความเหมาะสมพอดี จึงกล่าวได้ว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี

เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงตรงในการวัด (SC) และค่าความเชื่อมั่นในการวัด (R^2) ของตัวแปร พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ ตัวแปรมีความเที่ยงตรงในการวัดตั้งแต่ 0.19 ถึง

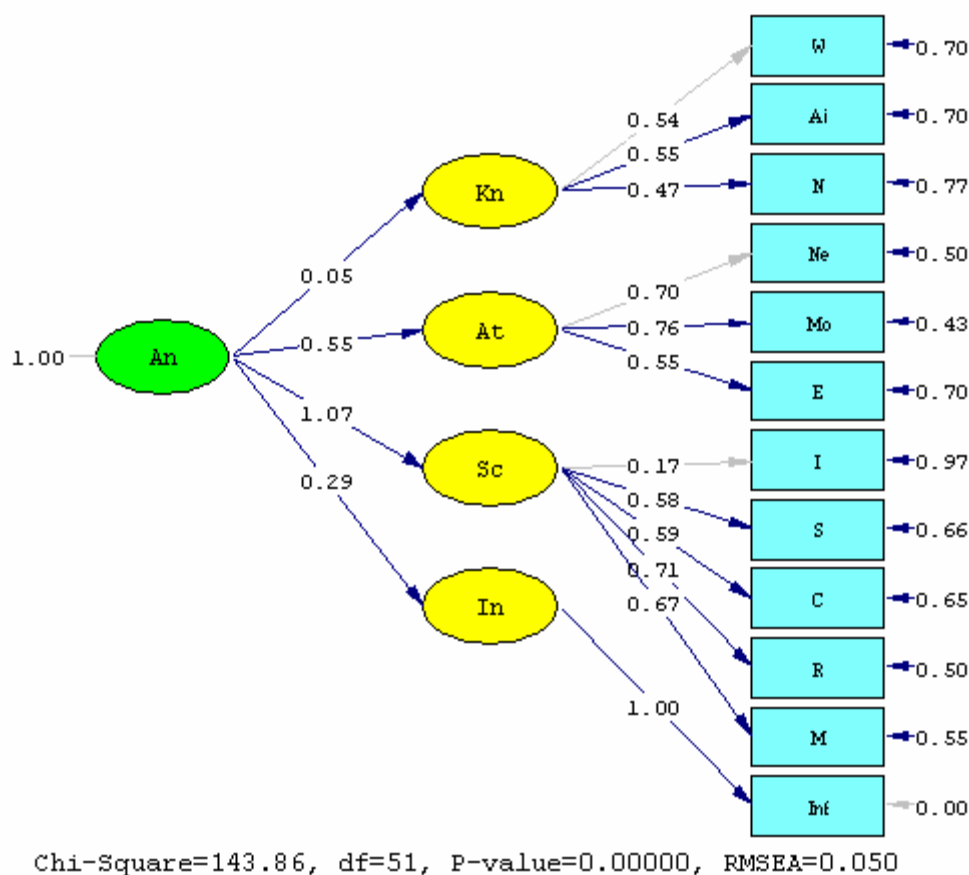
1.00 มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.036 ถึง 1.00 และตัวแปรที่มีค่าความเที่ยงตรงในการวัดต่ำกว่าเกณฑ์ 0.40 มีจำนวน 1 ตัวแปร คือ ความเข้มของสิ่งเร้า (Intensity)

ตอนที่ 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่สองของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่สอง (Second order) ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาโมเดลทางเลือกในการอธิบายผลการประเมินความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ในมิติต่างๆ ที่ใช้ตัวแปรสังเกตได้ 12 ตัวแปร โดยใช้หลักของ บัณฑิต จุฬาคัย และ Morgan and King เป็นฐาน สำหรับโมเดลที่นำมาศึกษาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งในตอนนี้มีหนึ่งโมเดล ได้แก่ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second order) ที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสององค์ประกอบ คือ ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Kn) ความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (At) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Sc) และแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (In) โดยหลักฐานที่ใช้ในการแสดงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ได้แก่ ความพอเหมาะพอดีของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (GFI) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (SC) อันแสดงถึงความเที่ยงตรงในการวัด (Bollen.1989 : 199) ค่าความเชื่อมั่น (R^2) และความเที่ยงตรงข้ามกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 12 และภาพประกอบ 19

ตาราง 12 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่สอง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ

องค์ประกอบอันดับสอง	องค์ประกอบอันดับหนึ่ง	ตัวแปร	SC	R ²	χ^2	p	GFI	RMSEA
An	(ความรู้) (beta =0.05)	Ai	0.54	0.29	143.86	0.00	0.97	0.050
		Kn	0.55	0.30				
		N	0.47	0.22				
	(ความใส่ใจ) (beta =0.55)	At	0.70	0.49				
		Mo	0.76	0.58				
		E	0.55	0.30				
	(ลักษณะสิ่งเร้า) (beta =1.07)	I	0.17	0.03				
		S	0.58	0.34				
		C	0.59	0.35				
		R	0.71	0.50				
	In (แหล่งข้อมูล) (beta =0.29)	M	0.67	0.45				
		Inf	1.00	1.00				



ภาพประกอบ 19 โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่สอง (Second order) ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 และภาพประกอบ 19 พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่สอง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 143.86 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ มีค่า GFI เท่ากับ 0.97 และมีค่า RMSEA เท่ากับ 0.050 ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่า โมเดลการวัดอันดับที่สอง ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ นี้เหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ในโมเดล พบว่า มีค่าไม่เหมาะสม โดยเฉพาะค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบอันดับที่สอง ขององค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ซึ่งมีค่าเกิน 1.00 ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองปรับโมเดลโดยการยอมให้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กัน พบว่าไม่สามารถแก้ปัญหาให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนัก

องค์ประกอบอันดับที่สองลดลงให้เหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00 ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงไม่นำโมเดลนี้มาทำการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล

เมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง และอันดับที่สอง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าความเที่ยงตรงในการวัด (SC) และค่าความเชื่อมั่นในการวัด (R^2) ของโมเดลแต่ละแบบ พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างในระดับดี ผู้วิจัยจึงใช้โมเดลนี้ ในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงข้ามกลุ่มต่อไป

ตอนที่ 3 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดอันดับหนึ่ง แบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ)

การวิเคราะห์ตอนนี้เป็น การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดอันดับหนึ่ง แบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) เพื่อทดสอบว่ารูปแบบของโมเดลและค่าพารามิเตอร์ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่อิสระต่อกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาล และกลุ่มนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของเอกชน และระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่อิสระต่อกัน 2 กลุ่ม ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิงว่าแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มหรือไม่ ผลการทดสอบจะสะท้อนความเที่ยงตรงข้ามกลุ่มของโมเดล และหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงข้ามกลุ่ม คือ ผลการทดสอบว่าอย่างน้อยรูปแบบโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ในการทดสอบใช้การวิเคราะห์กลุ่มพหุ ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอน คือ 1) การทดสอบโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม 2) การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และ 3) การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์

การทดสอบโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

การทดสอบโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) ของกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ได้แก่

- 1) กลุ่มนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาล 2) กลุ่มนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของเอกชน 3) เพศชาย และ 4) เพศหญิง
- ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการทดสอบโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝง
สี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

องค์ประกอบ	ตัวแปร	สังกัด				เพศ			
		รัฐบาล		เอกชน		ชาย		หญิง	
		SC	R ²	SC	R ²	SC	R ²	SC	R ²
Kn	W	0.49	0.24	0.62	0.38	0.65	0.42	0.44	0.19
	Ai	0.50	0.25	0.63	0.40	0.76	0.58	0.43	0.18
	N	0.49	0.24	0.44	0.19	0.49	0.24	0.45	0.20
At	Ne	0.76	0.58	0.59	0.35	0.92	0.85	0.70	0.49
	Mo	0.84	0.71	0.00	0.00	0.46	0.21	0.81	0.66
	E	0.50	0.25	0.38	0.14	0.31	0.10	0.58	0.20
Sc	I	0.19	0.04	0.24	0.06	0.03	0.00	0.22	0.45
	S	0.57	0.32	0.57	0.32	0.68	0.46	0.53	0.28
	C	0.55	0.30	0.62	0.38	0.74	0.55	0.53	0.28
	R	0.75	0.56	0.66	0.44	0.76	0.58	0.68	0.46
	M	0.67	0.45	0.67	0.45	0.65	0.42	0.69	0.48
In	Inf	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สหสัมพันธ์ระหว่าง									
Kn กับ At		0.02		0.40		-0.10		0.24	
Kn กับ Sc		-0.08		0.13		-0.07		0.07	
Kn กับ In		-0.01		-0.01		0.06		-0.03	
At กับ Sc		0.70		0.50		0.46		0.60	
At กับ In		0.14		0.17		0.07		0.17	
Sc กับ In		0.24		0.42		0.27		0.31	
χ^2		62.56		63.53		58.19		68.04	
p		0.021		0.044		0.149		0.015	
GFI		0.98		0.95		0.96		0.98	
RMSEA		0.031		0.043		0.031		0.032	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า โมเดลพื้นฐาน (Baseline model) ของกลุ่มนักเรียนที่เรียน
ในโรงเรียนของรัฐบาล และกลุ่มนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของเอกชน มีค่าไค-สแควร์ แตกต่างจากศูนย์
อย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมๆ ได้แก่ GFI และ RMSEA บ่งชี้ว่า

โมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี ส่วนโมเดลพื้นฐาน (Baseline model) ของกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกันมีค่าไค-สแควร์ แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญเช่นกัน เมื่อพิจารณาค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมอื่นๆ ได้แก่ GFI และ RMSEA บ่งชี้ว่า โมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี จึงสรุปได้ว่าโมเดลพื้นฐานมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นจึงทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลและค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มต่อไป

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดอันดับหนึ่ง แบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดอันดับหนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล (H_{form}) จำนวน 1 สมมติฐาน และสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ จำนวน 3 สมมติฐาน รวมเป็น 4 สมมติฐาน

สมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล (H_{form}) เป็นการกำหนดจำนวนขององค์ประกอบ ขนาดของเมตริกซ์ และสถานะของพารามิเตอร์ ให้มีความไม่แปรเปลี่ยนหรือมีการเท่ากันระหว่างกลุ่ม

สมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ สมมติฐานแรก ($H_{\lambda x}$) เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของเมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ให้มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม สมมติฐานที่สอง ($H_{\lambda x \otimes \delta}$) เป็นการกำหนดความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้เพิ่มเข้าไปในสมมติฐานแรก และสมมติฐานสุดท้าย ($H_{\lambda x \otimes \delta \phi}$) เป็นการกำหนดเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงเพิ่มเข้าไปในสมมติฐานที่สอง

ผู้วิจัยได้กำหนดโมเดลให้มีเงื่อนไขตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้นั้นคือโมเดลตามสมมติฐานแรก($H_{\lambda x}$) เป็นโมเดลที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด และโมเดลตามสมมติฐานสุดท้าย($H_{\lambda x \otimes \delta \phi}$) เป็นโมเดลที่มีความเข้มงวดมากที่สุด โดยมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐาน ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

สมมติฐาน	χ^2	df	p	RMSEA	GFI	
					สังกัดรัฐบาล	สังกัดเอกชน
1. H_{form}	140.64	84	0.00	0.043	0.98	0.94
2. $H_{\Lambda x}$	172.52	93	0.00	0.049	0.98	0.92
3. $H_{\Lambda x \otimes \delta}$	252.76	107	0.00	0.062	0.97	0.89
4. $H_{\Lambda x \otimes \delta \phi}$	289.04	113	0.00	0.066	0.97	0.88
$\Delta\chi^2_{2-1} = 31.88$		$\Delta df\chi^2_{2-1} = 9$		p = 0.00		
$\Delta\chi^2_{3-2} = 80.24$		$\Delta df\chi^2_{3-2} = 14$		p = 0.00		
$\Delta\chi^2_{4-3} = 36.28$		$\Delta df\chi^2_{4-3} = 6$		p = 0.00		

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 14 พบว่า โมเดลตามสมมติฐานทั้งสี่นั้น มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์บ้าง เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรเปลี่ยนของโมเดลในแต่ละสมมติฐาน ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 (H_{form}) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ให้ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 140.64 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.94 – 0.98 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.043 บ่งชี้ว่าโมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี และเป็นหลักฐานยืนยันว่า รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 ($H_{\Lambda x}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลตามสมมติฐานที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 172.52 ซึ่ง

แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.92 - 0.98 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.049 บ่งชี้ว่า โมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี ความแตกต่างของค่า ไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 31.88 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่าภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ($H_{\Delta \chi^2 \delta}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 2 และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 252.76 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.89 - 0.97 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.062 บ่งชี้ว่า โมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับพอใช้ได้ ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 3 และ 2 มีค่าเท่ากับ 80.28 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 ($H_{\Delta \chi^2 \delta \phi}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 3 และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 289.04 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.88 - 0.97 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.066 บ่งชี้ว่า โมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับพอใช้ได้ ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 4 และ 3 มีค่าเท่ากับ 36.28 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

สรุปได้ว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ในด้านรูปแบบโมเดล และด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความ

แปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด อันดับทีหนึ่ง แบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดอันดับทีหนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ เช่นเดียวกับที่ได้ทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน โดยมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐาน ดังตาราง 15

ตาราง 15 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดอันดับทีหนึ่งแบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

สมมติฐาน	χ^2	df	p	RMSEA	GFI	
					เพศชาย	เพศหญิง
1. H_{form}	178.68	96	0.00	0.049	0.96	0.96
2. H_{Λ_x}	216.36	105	0.00	0.054	0.94	0.95
3. $H_{\Lambda_x \Theta \delta}$	272.01	119	0.00	0.060	0.92	0.95
4. $H_{\Lambda_x \Theta \delta \phi}$	289.15	124	0.00	0.061	0.92	0.95
$\Delta\chi^2_{2-1} = 37.68$		$\Delta df_{2-1} = 9$			p = 0.00	
$\Delta\chi^2_{3-2} = 55.65$		$\Delta df_{3-2} = 14$			p = 0.00	
$\Delta\chi^2_{4-3} = 22.36$		$\Delta df_{4-3} = 6$			p = 0.00	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 15 พบว่า โมเดลตามสมมติฐานทั้งสี่นั้น มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลในแต่ละสมมติฐาน ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 (H_{form}) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ให้มีค่าเท่ากัน พบว่าให้ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 178.68 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.96 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.049 บ่งชี้ว่าโมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี และเป็นหลักฐานยืนยันว่า รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 ($H_{\Delta x}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลตามสมมติฐานที่ 1 ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 216.31 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.94 - 0.95 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.054 บ่งชี้ว่าโมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับพอใช้ได้ ความแตกต่างของค่า ไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 มีค่าเท่ากับ 37.68 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่าภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ($H_{\Delta x \otimes \delta}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 2 และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 272.01 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ 0.92 - 0.95 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.060 บ่งชี้ว่า โมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับพอใช้ได้ ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 3 และ 2 มีค่าเท่ากับ 55.65 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 ($H_{\Delta x \otimes \delta \phi}$) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 3 และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง พบว่า ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 289.15 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า GFI เท่ากับ

0.92 – 0.95 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.061 บ่งชี้ว่า โมเดลตามสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับพอใช้ได้ ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ ระหว่างสมมติฐานที่ 4 และ 3 มีค่าเท่ากับ 22.36 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญนั้น หมายความว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ มีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

สรุปได้ว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ในด้านรูปแบบโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาครโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น และมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาโมเดลการวัด (Measurement model) ของความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมสองรูปแบบคือ
 - 1.1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง
 - 1.2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง
2. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลและโรงเรียนของเอกชนในสองประเด็น คือ
 - 2.1 ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด
 - 2.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์
3. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ต่างเพศกันในสองประเด็น คือ
 - 3.1 ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด
 - 3.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์

สมมติฐานในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานในการวิจัยโดยเรียงตามลำดับวัตถุประสงค์ในการวิจัยเอาไว้ ดังนี้

1. แบบจำลองการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียวมีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนต่างสังกัดกัน

3. ภายใต้โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่กำหนดรูปแบบเหมือนกัน ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในสถานศึกษาที่สังกัดต่างกัน

4. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ต่างเพศกัน

5. ภายใต้โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่กำหนดรูปแบบเหมือนกัน ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ต่างเพศกัน

ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนทั้งชายและหญิงที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัด สพท. จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีโรงเรียนของรัฐบาลที่เปิดสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 11 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 77 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 3,336 คน และโรงเรียนเอกชน ในจังหวัดสมุทรสาคร ที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 มีจำนวน 5 โรงเรียน จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 203 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนทั้งชายและหญิงที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัด สพท. จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยยึดตามจำนวนประชากรของนักเรียนโรงเรียนเอกชนซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าเป็นหลัก โดยจะกำหนดกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลให้เป็น 2 เท่าของนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนเอกชน ส่วนประชากรของนักเรียนโรงเรียนเอกชนจะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด สำหรับการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในโรงเรียนของรัฐบาลจะทำการสุ่มเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จำนวน 518 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้ คือ 721 คน ในการสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในโรงเรียนของรัฐบาลมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 4 โรงเรียน มีห้องเรียน 44 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน

ทั้งหมด 2,128 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน มีห้องเรียน 21 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 836 คน และโรงเรียนขนาดเล็ก 4 โรงเรียน มีห้องเรียน 12 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 372 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนโดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) โดยใช้อัตราส่วน 2:1:2 และใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ในการสุ่มเลือกโรงเรียน ดังนั้นจำนวนโรงเรียนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 5 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 การหากลุ่มตัวอย่างห้องเรียน ที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนแต่ละขนาดโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด ของโรงเรียนที่คัดเลือกมาแต่ละชั้น ตามสัดส่วนของประชากร

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เครื่องมือประเมินความตระหนัก จำนวน 1 ฉบับ มี 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 3 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งไร้

ตอนที่ 4 แบบวัดแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วง เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2551 ผลปรากฏว่า สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้จริงจำนวน 750 คน โดยเก็บเกินจริงเนื่องจากป้องกันการผิดพลาด ซึ่งใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ครั้งนี้ 721 ฉบับ

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง

(โดยใช้โปรแกรม SPSS) การเตรียมเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และการวิเคราะห์เพื่อตอบสนองสมมติฐานของการวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับที่หนึ่ง และอันดับที่สอง ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกันและกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน โดยใช้โปรแกรม LISREL version 8.7

สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษา พบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.21 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–0.61 มีค่าความเชื่อมั่น 0.59 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.31 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.50 มีค่าความเชื่อมั่น 0.78 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.32 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งไร้ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33-0.56 มีความเชื่อมั่น 0.77 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.20 ส่วนแบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.56 มีความเชื่อมั่น 0.77 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_M) = 0.21

2. โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลการวัดอันดับที่สองที่มีตัวแปรแฝงอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ ซึ่งโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ ตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีค่าความเที่ยงตรง (SC) ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.77 ค่าความเชื่อมั่น (R^2) ตั้งแต่ 0.04 ถึง 0.59

3. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน

4. ภายใต้อารมณ์ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้เหมือนกัน พบว่า โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ในด้านรูปแบบโมเดล และด้านค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์น้ำหนักขององค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ แต่มีความ

แปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

5. รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

6. ภายใต้รูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้เหมือนกัน พบว่า โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ในด้านรูปแบบโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. จากผลการวิจัยที่ พบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่มีลักษณะเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งจำนวน 1 โมเดล คือ โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 66.45 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ มีค่า GFI เท่ากับ 0.98 และมีค่า RMSEA เท่ากับ 0.028 เป็นไปตามเกณฑ์ของความเหมาะสมพอดี ซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงว่าโมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เพื่อพิจารณารายละเอียดของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัด โดยการพิจารณาถึงความเที่ยงตรงในการวัด (SC) และค่าความเชื่อมั่นในการวัด (R^2) ของตัวแปร พบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่หนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ตัวแปรมีความเที่ยงตรงในการวัดตั้งแต่ 0.19–1.00 มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.04–1.00 ในจำนวนนี้พบตัวแปรที่มีค่าความเที่ยงตรงในการวัดต่ำกว่าเกณฑ์ 0.40

จำนวน 1 ตัว คือ ความเข้มของสิ่งเร้า(Intensity) ส่วนตัวแปรในองค์ประกอบด้านแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) มีเพียงหนึ่งตัวแปร ด้วยเหตุผลของการระบุค่าเดียวของโมเดล(Model identification) ต้องกำหนดค่าความเที่ยงตรงในการวัดให้เป็นค่าคงที่ เท่ากับ 1 ดังนั้นจึงทำให้มีค่าความเชื่อมั่นของการวัดเท่ากับ 1 ดังที่ เรืองอุไร อมรไชย (2550 : 186) ที่กล่าวถึงการระบุค่าเดียวของโมเดล

2. จากการวิจัยที่พบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความเที่ยงตรงเชิงจำแนกค่อนข้างสูง ซึ่งพิจารณาจาก ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบไม่ควรสูงกว่า 0.85 ผลการวิจัยพบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม(Attention) เท่ากับ 0.10 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) เท่ากับ -0.00 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ -0.01 สำหรับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) กับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่าเท่ากับ 0.60 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ 0.15 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ 0.31 ซึ่งสอดคล้องกับ เรืองอุไร อมรไชย (2550 : 160) ที่กล่าวว่า ในการอธิบายคุณลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบที่ไม่สามารถอธิบายร่วมกับองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งเกณฑ์การพิจารณา คือ สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบไม่ควรสูงกว่า 0.85 จึงสามารถอธิบายได้ว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในการศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะเฉพาะที่ไม่สามารถรวมกับองค์ประกอบอื่นๆ ได้

3. จากผลการวิจัยที่พบว่าโมเดลการวัดอันดับทีหนึ่ง แบบที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ด้านรูปแบบของโมเดลการวัดนั้นมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 และมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4 ข้อค้นพบนี้จึงเป็นการสนับสนุนในเรื่องรูปแบบของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือจำนวน

องค์ประกอบของตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมตามหลักของ บัณฑิต จุฬาศัย และ มอร์แกนและคิงส์ (Morgan and King) ว่ามีจำนวนไม่แปรเปลี่ยน ไม่ว่าจะทำการศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน และกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน

4. จากผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ที่พบว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ แต่มีความแปรเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ดังนั้น ในการกำหนดแนวทางในการพัฒนาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน จึงไม่ควรเป็นแบบเดียวกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนรัฐบาล และกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนเอกชน พบว่า ในองค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) และองค์ประกอบลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่าความเที่ยงตรง (SC) ของตัวแปรสังเกตได้ใกล้เคียงกัน แต่ในองค์ประกอบความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) ค่าความเที่ยงตรง (SC) ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างกัน ซึ่งค่าความเที่ยงตรง (SC) ของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนรัฐบาล มีค่าสูงกว่า กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนเอกชน แสดงว่า สังกัดของโรงเรียนที่ต่างกัน มีผลทำให้องค์ประกอบความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) มีค่าความเที่ยงตรง (SC) ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของสังกัดนี้ สอดคล้องกับอัลเบิร์ต แชนเกอร์ (กรรณิการ์ ภิญญาคง. 2535 : 29 ; อ้างอิงจาก Albert Shanker.) ที่กล่าวว่า นักเรียนโรงเรียนเอกชนและภาครัฐนั้นมี ความแตกต่างกันทั้งทางด้านของหลักสูตรของโรงเรียน ฐานะทางครอบครัวของบิดามารดา และความสามารถในการเลือกนักเรียนเพื่อเข้าเรียนในสถานศึกษา ส่วนผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ที่พบว่า ภายใต้ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลของโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มี

ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ และค่าพารามิเตอร์ในเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ดังนั้น ในการกำหนดแนวทางในการพัฒนาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน จึงไม่ควรเป็นแบบเดียวกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มนักเรียนเพศชาย และกลุ่มนักเรียนเพศหญิง พบว่า ในองค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) และองค์ประกอบลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่าความเที่ยงตรง (beta) ของตัวแปรสังเกตได้แตกต่างกัน โดยที่ องค์ประกอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) มีค่าความเที่ยงตรง (beta) ของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) ของกลุ่มนักเรียนเพศชาย มีค่าสูงกว่า กลุ่มนักเรียนเพศหญิง รวมทั้งในองค์ประกอบลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) โดยเฉพาะตัวแปรความเข้มของสิ่งเร้า ซึ่งมีค่าความเที่ยงตรง (SC) ในเพศชายต่ำกว่าเพศหญิงมาก แสดงว่าตัวแปรนี้อาจไม่มีอิทธิพลในเพศชาย และไม่ใช้ตัวแปรสำคัญในเพศชาย ดังนั้นจึงส่งผลให้โมเดลแปรเปลี่ยน ความแตกต่างของเพศนี้ สอดคล้องกับลิปแมนและ ทิคคาไมเออร์ (1975 : 299), ชาร์ป (Sharp.1984 : 24), คาแกน (พรวณี ทรัพย์มากอุดม. 2532 : 9; อ้างอิงจาก Kagan.n.d), โคลแมน (พรวณี ทรัพย์มากอุดม. 2532 : 10 ; อ้างอิงจาก Coleman. n.d.) และ โดว์แวน และ อะเดลสัน (Douvan & Adelson. 1966.) ที่สรุปถึงความแตกต่างกันระหว่างเพศได้ว่า เพศหญิงและเพศชายนั้นมีความคิดที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดู การอบรมสั่งสอนจากโรงเรียน และวัฒนธรรมของแต่ละชุมชน ซึ่งส่งผลการแสดงพฤติกรรมที่ต่างกัน รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา เดชกล้าหาญ (2540 : 51-70) ได้ทำการศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับสูง นักเรียนที่มีเพศ เขตที่อยู่อาศัย และอาชีพของผู้ปกครองแตกต่างกัน มีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

5. จากผลการวิจัยที่พบว่าโมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับที่สอง (Second order) ของโมเดลการวัดที่มีตัวแปรแฝงในอันดับที่หนึ่งสี่องค์ประกอบ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระดับดี โดยมีค่ามีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 143.86 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ มีค่า GFI เท่ากับ 0.97 และมีค่า RMSEA เท่ากับ 0.050 แต่เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ในโมเดล พบว่า มีค่าไม่เหมาะสม โดยเฉพาะค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบอันดับที่สอง ขององค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ซึ่งมีค่าเกิน 1.00 ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า เนื่องมาจากในขั้นตอนของการวิเคราะห์โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่ง ที่พบว่า โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระดับต่ำ ถึงปานกลาง กล่าวคือ โมเดลการวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับหนึ่ง (First order) ที่มีตัวแปรแฝงสี่ตัว (สี่องค์ประกอบ) มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (Attention) เท่ากับ 0.10 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) เท่ากับ -0.00 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (Knowledge) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ -0.01 สำหรับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (Attention) กับลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) มีค่าเท่ากับ 0.60 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ 0.15 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) กับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Information) เท่ากับ 0.31 ซึ่งแสดงว่าแต่ละองค์ประกอบมีค่าการรวมกันค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงไม่เพียงพอที่จะนำองค์ประกอบในอันดับที่หนึ่งมาสร้างเป็นโมเดลอันดับที่สองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ อนุ เจริญวงศ์ระยิบ (2549) ที่พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอันดับที่หนึ่งที่สามารถนำมาสร้างโมเดลอันดับที่สองได้ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบจะต้องมีค่าเกิน 0.90 ทุกคู่

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. เนื่องจากความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่ฝึกฝนและพัฒนาได้ ครูและผู้เกี่ยวข้องทางการศึกษา สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถวัดความตระหนักได้ด้วย ทั้งนี้ยังสามารถนำเครื่องมือวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ไปพัฒนาต่อและประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า โมเดลการวัดอันดับที่หนึ่งแบบสี่องค์ประกอบ มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกันและระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ในด้านรูปแบบโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยกลุ่มรัฐบาลมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.19-0.84 ส่วนกลุ่มเอกชน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.00-0.67 กลุ่มเพศชาย มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.03-0.92 สำหรับกลุ่มเพศหญิง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.22-0.81 ดังนั้น ในการพัฒนาด้านความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่สามารถจัดให้เหมือนกันได้ในแต่ละสังกัดของโรงเรียนและแต่ละเพศ โดยกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนรัฐบาล ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมให้มากขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนสอบ พบว่า คะแนนความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนของรัฐบาลนั้นมีคะแนนต่ำกว่าเอกชน และความรู้ที่เป็นพื้นฐานของความตระหนัก (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์, 2537 : 40) ส่วนองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) ควรให้ความสำคัญกับ แรงจูงใจที่จะกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive) มากที่สุด เช่น การเสริมแรงต่างๆ และในองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ควรให้ความสำคัญกับการทำซ้ำ (Repetition) มากที่สุด เช่นการพูดถึงเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมบ่อยๆ การพาไปร่วมกิจกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบ่อยๆ เป็นต้น

กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนเอกชน ควรพัฒนาองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) โดยให้ความสำคัญกับความต้องการในสิ่งที่จำเป็น (Need) มากที่สุด ส่วนองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ควรให้ความสำคัญกับ สื่อที่มีการเคลื่อนไหว (Movement) มากที่สุด เช่น สื่อที่เกี่ยวกับการแสดง การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นต้น

ในเพศชายควรพัฒนาองค์ประกอบด้านความรู้ ส่วนองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) ควรให้ความสำคัญกับความต้องการในสิ่งที่จำเป็น

(Need) มากที่สุด ส่วนองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ควรให้ความสำคัญกับการทำซ้ำ (Repetition) มากที่สุด ในเพศหญิงควรพัฒนาองค์ประกอบด้านความรู้ ส่วนองค์ประกอบด้านความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม (Attention) ควรให้ความสำคัญกับแรงจูงใจที่จะกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Motive) มากที่สุด และองค์ประกอบด้านลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (Stimulus Characteristics) ควรให้ความสำคัญกับการสื่อที่มีการเคลื่อนไหว (Movement)

3. จากผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถของโมเดลลิสเรลกลุ่มพหุที่สามารถตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า โรงเรียนแต่ละสังกัดนั้นมีการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันและนักเรียนมีพื้นฐานทั้งทางการเรียนและทางครอบครัวแตกต่างกัน ทำให้ผลการวัดที่ออกมาที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงความแตกต่างทางด้านเพศด้วย เพราะเพศชายและเพศหญิงนั้นมีความแตกต่างกันทางด้านความสนใจและความคิด ทำให้ส่งผลต่อการวัดทำให้ผลที่ออกมาที่มีความแตกต่างกันได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความตระหนัก เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่หลากหลายที่ทำให้เกิดความตระหนัก และเพื่อให้ครอบคลุมมากขึ้นด้วย

2. ควรมีการศึกษาโมเดลการวัดความตระหนักกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มากกว่านี้ เช่น อาจเป็นกลุ่มตัวอย่างระดับภาค หรือระดับประเทศ เพื่อเป็นการตรวจสอบโครงสร้างของโมเดลอีกครั้งหนึ่ง

3. ควรมีการศึกษาแนวทางการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลกลุ่มพหุแบบการวิเคราะห์โครงสร้าง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และความแตกต่างของความแปรปรวน ควบคู่ไปกับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรหลายกลุ่ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กองวิจัยทางการศึกษา. (2521). *ประมวลคำศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน. (2531). *รายงานประจำปี 2531*. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2521). *ประมวลคำศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2549). *เรียนรู้โลกกว้าง : สำรวจและเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ / กรมส่งเสริมสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- กนกพร อิศรานุวัฒน์. (2540). *ความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปริญญาโท กศ.ม. (สุขศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรรณิการ์ ภิญาคง. (2535, กุมภาพันธ์). *โรงเรียนเอกชนดีกว่าโรงเรียนภาครัฐหรือไม่. วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน*. 5(39): 29-32.
- กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2537, ตุลาคม). *ความตระหนักในสิ่งแวดล้อม. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 2(9): 39-43.
- กุลวดี ราชภักดี. (2545). *ความตระหนักและการปฏิบัติตนเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาในหอพักสถาบันอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

- ขวัญ สงวนเสริมศรี. (2529). *ความรู้และความตระหนักของคณะกรรมการหมู่บ้าน(กม.)ในการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศิลปกรรม ศึกษากรณีอำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญเรือน ภู่นาค. (2545). *การศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 6*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2534). *ภาวะมลพิษ : ภัยใกล้ตัว*. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ครูปกรณ์ ละเอียดอ่อน. (2542). *ความตระหนักเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานครของนักศึกษา สาขาวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 3 ในสถาบันราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยาปกรณ์ เนื่องฤทธิ์. (2538). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปริญญาโท วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรินทร์ ธาณรัตน์. (2517). *รวมศัพท์ทางวิชาการการศึกษา จิตวิทยา พลศึกษา กีฬา สุขศึกษาและสหวิทยาการ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- จรรยา โกมลบุญ. (2528). *จิตวิทยาพื้นฐานของการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จันทน์ เกียรติโพธิ์. (2542). *ความตระหนักในมลพิษทางอากาศของตำรวจจราจร กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สุขศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- จิตตานันท์ ติกุล. (2547, กันยายน - ธันวาคม). *การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*. 17(3): 271-286.

- จิระ คุณทอง. (2541). การศึกษาลักษณะของสิ่งเร้าที่มีผลต่อการรับรู้และความจำระยะสั้น ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา).
- มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เจนภพ ชัยวรรณ. (2541). การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแห่งปัจจัยที่มีผลต่อเจตนาในการ
เลือกเรียนต่อสายสามัญ โปรแกรม วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เจริญ วัชรวัชชี. (2529, พฤษภาคม - มิถุนายน). “การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ไทย
ควรเรียนรู้”. วารสารวิทยาศาสตร์. 5: 254.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2525). การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนัก
ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนิดา เพชรทองคำ. (2542). การวิเคราะห์องค์ประกอบแรงจูงใจในการศึกษาต่อระดับปริญญาโท ของ
นักศึกษา สถาบันอุดมศึกษาเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยวัฒน์ คุปตะกุล. (2537, มกราคม – กุมภาพันธ์). “วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม”. วารสารรวมคำแห่ง.
17: 143.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ชูศักดิ์ วิทยาภัก. (2531). การรับรู้และความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองเชียงใหม่: การสำรวจใน
ระยะต้นแผน 6. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ถวิล ธาราโกชน และศรีณย์ ดำริสุข. (2540). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ทิพวิสุทธิ.
- ทรงพล ภูมิพัฒน์. (2538). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา.
- ทงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. (2534). การประเมินค่าความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ทงศักดิ์ นิยมนา. (2543). ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีการปลูกงาในฤดูแล้งของ
เกษตรกร อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ส่งเสริมการเกษตร).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- ทวีชัย วิริยะโกศล. (2541). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคาดหวังทางการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ด. (ประชากรศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- ทัศนีย์ ประจະเนย์. (2546). *จิตวิทยาสังคม. อุดรธานี: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว สถาบันราชภัฏอุดรธานี.*
- ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล. (2527). *การพัฒนาหลักสูตร : จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นงลักษณ์ วงศ์ถนอม. (2547). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักถึงความสำคัญกับความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ศึกษาวิทยาศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2537). *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LISREL) สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2538). *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2542). *โมเดลลิสเรล : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2547). *โมเดลลิสเรล : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลฉวี วิชาลศิริกุล. (2538). *แรงจูงใจในการมาเรียนของนักศึกษาโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัยพินิจ ศษภักดี. (2527). *ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- . (2532, ตุลาคม - ธันวาคม). "ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี". *วารสาร สสวท*. 17: 2.
- นิดา สะเพียรชัย. (2526). *"ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์". ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย
- . (2527). *ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครูสภา.

- นิตยา วัฒนศักดิ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน โดยใช้ชุดฝึกอบรมสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- นิพนธ์ สิงห์สมาน. (2534). *การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.*
- นิภาพร ยอดเมือง. (2539). *ความคลาดเคลื่อน และความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- นิวัต เรืองพานิช. (2528). *การอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- บรรชัย สืบสังข์. (2535). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้ ความตระหนักและพฤติกรรมเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สังคมวิทยาการพัฒนา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.*
- บัณฑิต จุฬาคัย. (2528, มิถุนายน - กรกฎาคม). “เยาวชน...ผู้กำหนดสภาวะแวดล้อมในทศวรรษหน้า”. *จุลสารสภาวะแวดล้อม.*
- บัณฑิต ดุลยรักษ์. (2541, มกราคม-ธันวาคม). เจตคติ และพฤติกรรมต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตการศึกษา 2. *สงขลานครินทร์ จ.สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.* 4(2): 160-164.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2536 ,มกราคม-เมษายน). เทคนิคการประมาณค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model). *วารสารการวัดผลการศึกษา.* 8-22.
- . (2537, กันยายน -ธันวาคม). แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ : การวิเคราะห์ทางสถิติ (Congeneric Test: Statistical Analysis). *วารสารการวัดผลการศึกษา.* 14(47): 50 -70.
- . (2538, มกราคม-เมษายน). แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ : สัมประสิทธิ์ r_B (Congeneric Test : Coefficient r_B) *วารสารการวัดผลการศึกษา.* 43-58.

- . (2545). *ประมวลสาระชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือสำหรับประเมินการศึกษา (หน่วยที่ 3)*.
กรุงเทพฯ : ม. สุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์.
- . (2548). *แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์.วารสารการวัดผลการศึกษา.19-24.*
- บุญยรัตน์ ชาญโละ. (2537). *การรับรู้สารนิเทศเกี่ยวกับการพัฒนาพื้นที่บริเวณมาบตาพุดและความ
ตระหนักเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นของผู้นำ. ปรินญานิพนธ์ ศศ.ม. (บรรณารักษศาสตร์และ
สารนิเทศศาสตร์).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปฐม นิคมานนท์. (2521). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประพล มิลินทจินดา. (2542). *ความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล
ในจังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (รัฐศาสตร์).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). *ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย.* กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- ประเทิน มหำพันธ์. (2521). *การศึกษาเกี่ยวกับการกระทำผิดกฎหมายของเยาวชน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.
(พัฒนศึกษาศาสตร์).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). *เทคนิคการวัดผล.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ประสิทธิ์ ไชยกาล. (2541, มกราคม - มิถุนายน). *การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดล
ลิสเรล 3 แบบ ที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. วิทยวิทยการวิจัย. 11(1): 51- 94.*
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. (2525). *แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พิมพ์ครั้งที่ 3.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- พนิดา พุ่งเกียรตินำสุข. (2540). *การประมาณค่าความเชื่อมั่นของมาตรวัดประเมินค่าที่มีรูปแบบการตอบ
แตกต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ททรัพย์มากอุดม. (2532). *การศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศกับการให้คุณค่าตนเอง : ศึกษา
กรณีนักเรียนชั้นมัธยม โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สังคมวิทยา).*
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- พรจักรี มณีนาถ. (2545). *ความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงจันทร์ ดุลละมพะ. (2521). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- พัชรินทร์ เคนนิม. (2545). *ปัจจัยที่มีต่อความรู้และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของภาคเอกชนในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (นโยบายและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกริก. ถ่ายเอกสาร.
- พิณภา ภูมิอร. (2538). *การวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของสุขภาพจิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญจันทร์ ธาตุไพบูลย์. (2546). *ปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับความตระหนักต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน จังหวัดจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ไพวรรณ ธรรมวิฐาน. (2544). *ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสามัญศึกษา จังหวัดนครพนม*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2534). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา = Teaching Science in The Secondary School*. เชียงใหม่: ภาควิชามัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มรกต ศรีจันท. (2548). *ความต้องการทางการศึกษาและฝึกอบรมของครู โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เศรษฐศาสตร์การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี ศรีชัย. (2545). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Techniques)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2545). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2534). *วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- มังกร ทองสุขดี. (2521). *โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ยี่สุน นันทวโนทยาน. (2539). *การวิเคราะห์ตัวแปรจำแนกกลุ่มนักศึกษาที่เลือกและไม่เลือกเรียนวิชาชีพการพยาบาล*. วิทยานิพนธ์ พ.ม. (การพยาบาลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ราตรี ภาวรา. (2538). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: อักษราพิพัฒน์.
- . (2543). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: อักษราพิพัฒน์.
- รุ่งอำไพ วรรณทอง. (2545). *การกำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จังหวัดกาฬสินธุ์*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- รัชนี้ แสงทอง. (2536, กุมภาพันธ์). ทำอย่างไรให้นักเรียนเกิดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน. *วารสารการศึกษา กทม.* 16(5): 15-18.
- ริเรืองรอง รัตนวิไลสกุล. (2542). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสังคมกับความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 1(3): 98-106.
- เรืองอุไร อมรไชย. (2550). *การวิเคราะห์กลุ่มพหุไมเดลการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาพยาบาล*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร. (2545). *เอกสารประกอบการสอน วิธีการวัดและการวิเคราะห์เบื้องต้นทางจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณา เจียรตันศิริกุล. (2531). *อิทธิพลของรายการโทรทัศน์ที่มีต่อความตระหนักในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพแวดล้อม ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2540). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู : การประยุกต์ใช้โมเดลสมการ*

- โครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มที่เอ็มเอ็ม. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ์ แกมเกตุ, นงลักษณ์ วิรัชชัย และสมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูและการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*. 10(2): 20-45.
- วาสนา เดชกล้าหาญ. (2540). *ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรระ สีนธรา. (2545). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมผู้บริหารกับการกังวลของครูในการดำเนินการใช้แฟ้มสะสมงานนักเรียน ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร*. ปริญญาโท กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2540). *การวิจัยทางการศึกษา หลักการและแนวทางการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: คอมแพคท์พริ้นท์ จำกัด.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546 -2547, พฤศจิกายน - มกราคม). กรอบความคิดในการวิจัย. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ฉบับปฐมฤกษ์*. 1: 27-33
- วิชัย วงใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน – มิติใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิเชียร แพทยาคม,หลวง. (2505). *จิตวิทยา*. พิมพ์ครั้งที่2 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วินัย บำรุงกิจ. (2535). *ความรู้และความตระหนักต่อสภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมของนักเรียนพลตำรวจ โรงเรียนตำรวจนครบาล*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2530). *สิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- . (2542). การพัฒนาเทคโนโลยีและผลกระทบ. *เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา*. 6(1): 45-53.
- . (2543). การพัฒนาเทคโนโลยีและผลกระทบ. *เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา*. 7(1): 115 -122.

- วิภาวดี ปัจจัยโก. (2544). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสนใจอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย วรรณรัตน์. (2525). *การเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามพฤติกรรมรายวิชา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิชัย จ้านง. (2523). *พฤติกรรมการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2545). *จิตวิทยาสังคม: ทฤษฎีและปฏิบัติการ = Social Psychology : Theory and Practicum*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศศิธร บัวทอง. (2549). *ผลของการใช้กิจกรรมกระบวนการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมประกอบสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีต่อความตระหนักในปัญหาค่านิยมฟุ้งเฟ้อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภลักษณ์ สิ้นธนา. (2545). *การศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมทรง อินส่วง .(2531). *อากาศและการควบคุมในสภาวะแวดล้อมของเรา* . กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. (2540). *ความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (สุขศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ เกษมสิน. (2521). *หลักการบริหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- สมฤทธิ์ อินทราทิพย์. (2527). *สุขภาพสิ่งแวดล้อม = Environment Health*. ปรินูญานินพนธ์ วท.ม. (สุขศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร วิทยาเขตพลศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- สดุดี งามภูพันธ์. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมสิ่งแวดล้อม ประกอบการเรียนการสอน ตามคู่มือครู*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สนอง ตรงเที่ยง. (2540). การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่นแบบ
คะแนนจริงสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดการประเมินค่าทางสัญลักษณ์และแบบทดสอบวัด
ประเมินค่าทางภาษา แบบการแปลงรูปตามโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด.
ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สนั่น วงษ์ดี. (2539). การพัฒนาโมเดลบูรณาการเชิงสาเหตุที่มีต่อความมุ่งมั่นในการทำวิจัยของครูระดับ
ประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- เสนห์ พบพาน. (2528). ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประชาชน อำเภอนครหลวง : ศึกษากรณีกิจการอุตสาหกรรมในเขตเกษตรกรรม. วิทยานิพนธ์. ศค.ม.
(สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- สวัสดี บุษปาคม. (2517). นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์กิจการพิมพ์.
- สีปนนท์ เกตุทัต. (2535, กันยายน - ธันวาคม). ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อ
สังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต. *กระทรวงศึกษาธิการ. วิชาการอุดมศึกษา*. 3(1): 53-64.
- (2536). ความรู้ สื่อนาคต. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2541). ความรู้สื่อนาคต. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2542). แนวความคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาของ
ประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สิริวรรณ อัสกุล. (2528). ความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานที่กำหนดของนักเรียนที่มี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาดา ศิริลั่น. (2540). ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร
กลุ่มที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และคณะ. (2551). แบบจำลองสมการโครงสร้าง : การใช้โปรแกรม LISREL,
PRELIS และ SIMPLIS (เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน). กรุงเทพฯ:
ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดดา.

- สุทธิลา ตูลยเสถียร. (2544). มลพิษสิ่งแวดล้อม(ปัญหาสังคมไทย)= *Pollution Environment (Thai Social Problem)*. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น (1977).
- สุปาณี สนธิรัตน์ และคณะ(ผู้แปล). (2545). จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักส์.
- สุทัศน์ ยกส้าน. (2530). “การพัฒนาเด็กในด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น”. กรุงเทพฯ: ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: บริษัทเจนเนอรัลบुकเซ็นเตอร์ จำกัด.
- สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2524). การศึกษาผู้ใหญ่สำหรับประเทศกำลังพัฒนา : *Adult Education for Developing Countries*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- . (2533). *จิตวิทยาการเรียนรู้ผู้ใหญ่ = Adult Learning Psychology*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาผู้ใหญ่ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2537). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรินทร์ หลักแหลม. (2534). *ความรู้ ความตระหนักและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของสมาชิกสภาเขตในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2539). *รายงานผลการพัฒนาการศึกษา ปีงบประมาณ...* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2522). *รายงานการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องพิษของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน ณ ศูนย์สารนิเทศ จุฬา 14-16 พ.ค. 2522*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวลักษณ์ ศรีบุญเรือง. (2542). *ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 9*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อ่อนนุช เต็มเปี่ยม. (2545). *การศึกษาพื้นฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ของแบบทดสอบความสามารถทางสมอง*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อนุ เจริญวงศ์ระยับ. (2549). *การแสดงผลหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมินการสอน โดยผู้เรียนของมาร์ช ด้วยการประยุกต์โดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักของนักศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี พวงสมบัติ. (2540). *การศึกษาแรงจูงใจในการเข้าเรียนของนักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น คณะวิชาคหกรรม ในวิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษา ผู้ใหญ่) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุทุมพร จามรมาน. (2537). *การสุ่มตัวอย่างทางการศึกษา (Sampling in Education)*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับลิชชิง.
- วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอื้อน วิเศษชาติ. (2534). *การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อ สิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10*. ปรินซ์นิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอื้อมพร หลินเจริญ. (2539). *การพัฒนาแบบจำลองในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน*. ปรินซ์นิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Alaimo, Samiul Joseph. (1969, March). A Study of Factors Influencing Value Preference in Environmental Problem of Seventh Through Twelfth Grade Student. *Dissertation Abstracts International*. 39: 5427 A.
- Benjamin S. Bloom. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Bollen Kenneth A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: John Wiley & Sons.
- Byrne Deborah J. (1998). *MARC Manual : Understanding and Using MARC Records* . Englewood, Colo: Libraries Unlimited.

- Byrn, B.M. (1988). "The Self Description Questionnaire III : Testing for Equivalent Factorial Validity across Ability,". *Educational and Psychological Measurement*. 48: 397-405.
- Carter V. Good. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Collins, O.W. (1990, March). "The Impact of Computer – Assisted Instruction upon Student Achievement in Magnet School". 50: 2783 – A.
- Coleman, John C..(1980). *The Nature of Adolescence*. New York: Methuen Publication.
- David R. Krathwohl and Benjamin S. Bloom. (1973). *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David McKay Company.
- Finn, F.E.S. (1962). *The Albemarle Book of Modern Verse for Schools*. London: John Murray.
- Gilford, John S. and David E. Gray. (1974). *Principles of Management An Analysis of Managerial Function*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Good, Carter V. (1974). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Hilgard, Ernest R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York: Harcourt, Brace and world Inc.
- Joreskog, K.G. & Sorbom, D. (1998). *LISREL 7 A Guide to the Program and Applications*. 2nd ed. Chicago: SPSS Inc.
- Krathwohl, D.R.et al. (1973). *Taxonomy of Education Objective : The Classification of Education Goals. Hand Book 2, Affective Domain*. New York: David Makay.
- Lipman-Blumer J. & Tickermyer Ann R. (1975). *Sex Roles in Transition : A Ten Year in Transition Annual Review of Sociology* 1. n.p.
- Marsh, Colin. (1998). *Teaching Studies of Society and Environment* . Prentice Hall.]
- Marsh,H.W. & Hocevar, D. (1985). "Application of Confirmatory Factor Analysis to the Study of Self-Concept : First-and Higher Order Factor Model and their Invariance across Groups". *Psychological Bulletin*. 97(3) : 562-582.
- Marsh,H.W. & Other. (1998). "Confirmatory Factor Analysis of Chinese Students' Evaluations of University Teaching". *Structure Equation Modeling*. 5(2) : 143 – 164.
- Morgan, Clifford and Richard A. King. (1966). *Introduction to Psychology*. New York: McGraw – Hill Book Company.

- Richard Winston. (1974). *The Secret of Crete / Hans Georg Wunderlich ; Translated of Wohinder Stier Europa Trug*. New York: Maemillan Publishing.
- Runes D. D. (1971). *Dictionary of Philosophy*. New Jersey: Littlefield Adam & Company.
- Sharp, Robbie N.. (1984). *Effects of Sex Role Orientation, Sex Achievement and Age level on Casual and Failure*. Michigan: U.M.I. Dissertation Information System.
- Whittaker, James O. (1965). *Introduction to Psychology*. Philadelphia: Saunders.
- Winston, B.J. (1974, December). "The Relationship of Awareness to Concern for Environment Quality among Select High School Student". *Dessertation Abstracts International*. 35: 3412A – 3423A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. ดร. เรืองอุไร อมรชัย | วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี
สรรพสิทธิประสงค์ |
| 2. ดร. ชีรยุทธ ภูเขา | โรงเรียนบ้านหนองตะขบ |
| 3. ดร. อุดลย์ ไบกุลหลาบ | กองบริการการศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 4. ดร. ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิสร | สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
นครราชสีมา |

ภาคผนวก ข

ค่าวิเคราะห์ต่างๆ ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 16 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	ปัญหาของน้ำ		ข้อที่	ปัญหาของอากาศ		ข้อที่	ปัญหาของเสียง	
	p	r		p	r		p	r
1.	0.80	0.48*	1.	0.72	0.61*	1.	0.83	0.27
2.	0.78	0.50*	2.	0.36	0.47*	2.	0.17	0.43
3.	0.76	0.51*	3.	0.68	0.41*	3.	0.93	0.39
4.	0.54	0.58*	4.	0.77	0.42*	4.	0.75	0.31*
5.	0.90	0.25	5.	0.79	0.46*	5.	0.40	0.20*
6.	0.46	0.31*	6.	0.52	0.41*	6.	0.40	0.29*
7.	0.71	0.43*	7.	0.99	0.49	7.	0.61	0.20*
8.	0.69	0.41*	8.	0.80	0.44*	8.	0.37	0.39*
9.	0.58	0.46*	9.	0.21	0.33*	9.	0.54	0.24*
10.	0.93	0.27	10.	0.59	0.44*	10.	0.04	0.08
11.	0.88	0.32	11.	0.95	0.35	11.	0.52	0.51*
12.	0.71	0.42*	12.	0.85	0.43	12.	0.54	0.37*
13.	0.72	0.38*	13.	0.80	0.37*	13.	0.70	0.46*
						14.	0.64	0.31*
						15.	0.98	0.21

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้ใช้จริง

ตาราง 17 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	ความต้องการ	แรงจูงใจ	ความคาดหวัง
	r	r	r
1	0.2881*	0.1802	0.4143*
2	0.4160*	0.2112	0.3609*
3	0.5029*	0.3008*	0.3644*
4	0.4109*	0.2412*	0.4290*
5	0.1533	0.2270*	0.3335
6	0.1260	0.2217*	0.3820*
7	0.2061*	0.2711*	0.3064

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้ใช้จริง

ตาราง 18 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า

ข้อที่	ขนาดของสิ่งเร้า	การทำซ้ำ	การรับรู้	การทำให้เปลี่ยนไป	ความเข้ม
	r	r	r	r	r
1	0.3347*	0.4124	0.3728*	0.4034	0.4560*
2	0.5625*	0.4764*	0.3587	0.4772*	0.4908*
3	0.2995	0.4689*	0.3725	0.5439*	0.5474*
4	0.2638	0.0998	0.4038*	0.4384	0.5201*
5	0.4653*	0.4483*	0.3822*	0.4497*	0.5348*
6					0.4485*
7					0.4258*
8					0.4903*
9					0.3905*
10					0.4147*

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้ใช้จริง

ตาราง 19 แบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม
	r
1	0.216*
2	0.450*
3	0.378*
4	0.444*
5	0.293*
6	0.295*
7	0.298*
8	0.494*
9	0.461*
10	0.436*
11	0.271*
12	0.562*
13	0.401*
14	0.365*

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้ใช้จริง

ภาคผนวก ค

แบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

ชื่อ-ชื่อสกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....
โรงเรียน......เพศ.....

แบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบวัดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (30 ข้อ)

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (15 ข้อ)

ตอนที่ 3 แบบวัดลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า (26 ข้อ)

ตอนที่ 4 แบบวัดเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (14 ข้อ)

2. แบบวัดนี้มีจำนวน 85 ข้อ

ตอนที่ 1 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง 1. แบบวัดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ทับข้อที่ถูกลงในตัวข้อสอบได้เลย

1. เหตุใด เราจึงจัดว่าน้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก ? ก. เพราะสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเกิดขึ้นมาจากน้ำ ข. เพราะสิ่งมีชีวิตต้องใช้น้ำชำระล้างร่างกาย ค. เพราะสิ่งมีชีวิตต้องการแก๊สออกซิเจนจากน้ำ ง. เพราะทรัพยากรน้ำเอื้อประโยชน์ให้แก่สิ่งมีชีวิต 2. การแก้ปัญหาน้ำทิ้งจากบ้านเรือนวิธีใดเหมาะสมที่สุด ? ก. แต่ละบ้านควรมีเครื่องบำบัดน้ำเสีย ข. ทุกบ้านไม่ทิ้งน้ำเสียลงท่อระบายน้ำ ค. รณรงค์ให้ประชาชนใช้น้ำอย่างประหยัด ง. ควรจัดให้มีบ่อกักน้ำทิ้งรวมแล้วปรับสภาพน้ำให้ดีขึ้นปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ	3. การเกิดมลพิษทางน้ำจะส่งผลกระทบด้านใดที่น่าเป็นห่วง และต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ? ก. การประมง ข. เกษตรกรรม ค. อุตสาหกรรม ง. การอุปโภค บริโภค 4. เมื่อน้ำมีสีขุ่นเพราะมีสิ่งเจือปนอยู่มาก วิธีแก้ไขที่ง่ายที่สุดคือข้อใด? ก. ต้ม ข. แกว่งสารส้ม ค. ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ ง. ติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย
--	--

5. หากจะแก้ปัญหามลพิษทางน้ำให้ได้ผลดีควรดำเนินการอย่างไร? ก. ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่จำเป็น ข. ออกกฎหมายควบคุมอย่างเข้มงวด ค. รัฐบาลต้องเพิ่มงบประมาณในการแก้ปัญหา ง. ให้การศึกษาแก่ประชาชนเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ 6. ข้อใดหมายถึงการอนุรักษ์น้ำ? ก. ใช้อย่างประหยัด ข. เก็บรักษาไว้ไม่นำมาใช้ ค. นำเอามาใช้ให้ได้มากที่สุด ง. ใช้อย่างประหยัดและดูแลเพื่อจะได้ใช้นานๆ 7. ข้อใดเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้แม่น้ำ คู คลอง ของจังหวัดสมุทรสาคร เกิดสภาพเน่าเสีย? ก. น้ำทิ้งจากสถานบริการ ข. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ค. น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนและขยะ ง. น้ำทิ้งจากร้านอาหารและภัตตาคาร 8. “สารอินทรีย์ สามารถทิ้งลงแม่น้ำได้” ข้อความนี้ถูกหรือไม่ เพราะเหตุใด? ก. ถูก เพราะไม่มีพิษไม่เป็นอันตราย ข. ถูก เพราะแหล่งน้ำเป็นที่รองรับของเสีย ค. ผิด เพราะอาจทำลายทัศนียภาพได้ ง. ผิด เพราะสารไม่มีพิษจำนวนมากสามารถทำลายระบบนิเวศได้ 9. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในบางฤดูกาล คือข้อใด? ก. ป่าไม้ถูกทำลายมาก ข. กิจกรรมอุตสาหกรรม ค. สายน้ำเปลี่ยนทางเดิน ง. มีการกักเก็บน้ำไว้ที่ต้นเขื่อนมากเกินไป	10. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ คือข้อใด ? ก. ความขุ่นของน้ำ ข. ความเค็มของน้ำ ค. ความเป็นกรดของน้ำ ง. แร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ 11. แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือข้อใด? ก. ธรรมชาติ ข. ขยะมูลฝอย ค. การคมนาคมขนส่ง ง. กิจกรรมด้านการเกษตร 12. พฤติกรรมใดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมากที่สุด? ก. ย้าย ใช้น้ำฉีดล้างแบบสเปรย์ ข. แพนท์ ใช้เตาถ่านในการปรุงอาหาร ค. แอน เเผาใบไม้ที่ร่วงตามบริเวณพื้นบ้าน ง. ซ้าย เติมน้ำมันรถที่ไม่เหมาะกับสภาพรถยนต์ 13. มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดใดที่อันตรายที่สุด? ก. คว้น จากการสูบบุหรี่ ข. คว้น จากการเผาไม้ทำถ่าน ค. คว้น จากโรงงานอุตสาหกรรม ง. คว้น จากการปรุงอาหารตามบ้านเรือน 14. ก๊าซอะไรที่เป็นต้นเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก? ก. คาร์บอนไดออกไซด์ ข. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ค. คาร์บอนมอนอกไซด์ ง. ไนโตรเจนไดออกไซด์ 15. ร่างกายมนุษย์ต้องการก๊าซใดมากที่สุด? ก. ออกซิเจน ข. ไนโตรเจน ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ง. คาร์บอนมอนอกไซด์
--	---

16. อากาศเสีย หมายความว่าอะไร? ก. อากาศที่มีควัน ข. อากาศที่มีกลิ่นเหม็น ค. อากาศที่มีสิ่งเจือปนอยู่ปริมาณมาก ง. อากาศที่มีสารเจือปนอยู่สูงและอาจเป็นอันตราย 17. ข้อใดเป็นผลโดยตรงจากมลพิษทางอากาศ? ก. ทำให้เกิดฝนกรด ข. ต้นไม้เจริญเติบโตช้า ค. โลกร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ง. แมลงพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง 18. แหล่งกำเนิดใดที่ปล่อยสารพิษทางอากาศออกมาในปริมาณที่มากและเข้มข้น จนเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอยู่บ่อยๆ ? ก. ชยะมูลฝอย ข. การทำกลีกรรม ค. การอุตสาหกรรม ง. การเกษตรกรรม 19. ก๊าซที่ทำให้ให้อากาศเสียมากที่สุดในชั้นบรรยากาศทั่วไปคือก๊าซอะไร? ก. ออกซิเจน ข. ไนโตรเจน ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ง. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน 20. วิธีใดที่จะช่วยให้อากาศบริสุทธิ์ได้ดีที่สุด? ก. ปลุกต้นไม้ ข. ใช้เครื่องฟอกอากาศ ค. ใช้รถจักรยานแทนรถยนต์ ง. เลือกใช้น้ำมันที่เหมาะสมกับรถยนต์	21. ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับสิ่งใด? ก. ระดับเสียง ข. ความถี่ของเสียง ค. คุณภาพของเสียง ง. ความเข้มของเสียง 22. การได้รับเสียงชนิดเดียวกันเป็นเวลานานติดต่อกันอาจทำให้หูหนวกได้ ท่านคิดว่าจริงหรือไม่? ก. จริง เพราะเสียงจะไปรบกวนระบบการได้ยิน ข. จริง เพราะเชื่อตามผลการวิจัยทางการแพทย์ ค. ไม่จริง เพราะความเค้นขันไม่สามารถทำให้หูหนวกได้ ง. ไม่จริง เพราะหูของมนุษย์สามารถทนเสียงดังมากๆ ได้ 23. บุคคลใดต่อไปนี้ น่าจะได้รับอันตรายจากมลพิษทางเสียงมากที่สุด? ก. หม่า เล่นดนตรีทุกวัน ข. เท่ง อาศัยอยู่ในชุมชนแออัด ค. โหน่ง ทำงานในโรงงานตุ๊กตา ง. มดดำ ขยายพวงมาลัยอยู่ตามสี่แยกไฟแดง 24. การได้ยินเสียงดังมาก เป็นเวลานาน จะมีผลเสียต่อสุขภาพด้านใดมากที่สุด? ก. หูตึง ข. หูหนวก ค. ปวดแก้วหู ง. หูอักเสบ 25. แหล่งกำเนิดเสียงชนิดใดที่มีผลกระทบต่อมนุษย์มากที่สุด? ก. รถยนต์ ข. เรือยนต์ ค. เครื่องบินเจ็ต ง. โรงงานอุตสาหกรรม
--	---

26. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ผลกระทบจากมลพิษของเสียงทางด้าน อารมณ์? ก. หงุดหงิด ไม่สบายใจ ข. ขาดสมาธิในการทำงาน ค. การติดต่อสื่อสารไม่สะดวก ง. เนื้อเยื่อเซลล์ประสาทถูกทำลาย 27. การกระทำในข้อใดช่วยป้องกันและแก้ไขมลพิษต่าง ได้ในระยะยาว? ก. ให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนทั่วไป ข. ออกกฎหมายที่มีบทลงโทษหนักแก่ผู้กระทำผิด ค. เพิ่มประสิทธิภาพของเจ้าหน้าที่ตำรวจในการ ตรวจตราสอดส่อง ง. ยกเลิกการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ และนำความรู้ เรื่องภูมิปัญญาไทยมาใช้ 28. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ผลที่เกิดจากการได้ยินเสียงดังติดต่อกัน เป็นเวลานาน? ก. คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ข. มีกรดในกระเพาะมากขึ้นกว่าปกติ ค. ความสามารถในการได้ยินค่อยๆ เสื่อมลง ง. หงุดหงิดง่าย หวาดระแวงจนเป็นโรคประสาท	29. ควรปฏิบัติอย่างไรเมื่อต้องทำงานอยู่กับเครื่องจักรที่มีเสียง ดังมาก ๆ ? ก. พักการทำงานเป็นระยะๆ บ่อยๆ ข. ใส่เครื่องครอบหูขณะปฏิบัติงาน ค. ผลัดเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมงานตามตารางเวลา ง. ปฏิบัติตามข้อบังคับของสถานประกอบการอย่าง เคร่งครัด 30. ประเทศไทยกำหนดมาตรฐานของเสียงดังไว้ไม่เกินกี่เดซิ เบล? ก. 75 เดซิเบล ข. 80 เดซิเบล ค. 85 เดซิเบล ง. 90 เดซิเบล
--	---

ตอนที่ 2 แบบวัดความใส่ใจและเห็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงหรือใกล้เคียงกับความคิด ความรู้สึกความเข้าใจของท่านมากที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย มาก	เห็น ด้วย	เห็นด้วย น้อย	ไม่เห็น ด้วย
1. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโลกร้อน				
2. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางเสียง				
3. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางน้ำ				
4. ข้าพเจ้าต้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ				
5. ข้าพเจ้าต้องการให้รัฐบาลตรวจจับรถที่มีการปล่อยควันเสีย				
6. นักเรียนควรให้รัฐบาลเป็นผู้แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เพราะนักเรียนเป็นแค่ประชาชนคงช่วยอะไรไม่ได้				
7. ข้าพเจ้าคิดว่าการทิ้งขยะลงน้ำ เป็นการกระทำของคนมักง่าย				
8. ครูผู้สอนมีส่วนสำคัญที่จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากดูแลสิ่งแวดล้อม				
9. การเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์น้ำ จะทำให้ครูและเพื่อนๆ ชื่นชม				
10. "ขยะในมือท่าน ลงถังเถอะครับ" คำกล่าวนี้นี้เป็นแรงจูงใจให้นักเรียนทิ้งขยะถูกที่มากขึ้น				
11. การไม่ทิ้งขยะลงแม่น้ำ จะทำให้แม่น้ำสะอาดและอยู่กับเราอย่างยั่งยืน				
12. การนำรถไปตรวจสภาพตามกำหนดเวลา จะช่วยลดมลพิษได้มาก				
13. การที่อากาศมีสารพิษเจือปนอยู่มากเกินไป จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์				
14. การเทน้ำทิ้งหรือน้ำใช้จากบ้านเรือน ถือว่าเป็นเรื่องธรรมดาของบ้านเรือนที่อยู่วิมลคลอง				
15. ขยะมูลฝอยทุกชนิดจะสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ โดยไม่เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม				

ตอนที่ 3 ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงหรือใกล้เคียงกับความคิด ความรู้สึก ของท่านมากที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย มาก	เห็น ด้วย	เห็นด้วย น้อย	ไม่เห็น ด้วย
ขนาดของสิ่งเร้ามีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดความตระหนักเกี่ยวกับการอนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 1. การที่เรามองภาพหรือป้ายใหญ่ๆ จะทำให้นักเรียนรับทราบข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน และไม่ลืมนำ 2. การใช้โมเดลที่เป็นตุ๊กตาขนาดใหญ่ในการรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม จะทำให้น่าสนใจ 3. การใช้สื่อการสอนเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีรูปแบบหลากหลายจะทำให้ทำให้น่าสนใจ 4. การใช้ป้ายรณรงค์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหลายๆ ป้าย จะทำให้ได้รับข้อมูลอย่างทั่วถึง				
การทำซ้ำของสิ่งเร้ามีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดความตระหนักเกี่ยวกับการอนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 5. ครุณาเสนอเรื่องเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกวันก่อนเรียน ทำให้เรารู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ดี 6. การเข้าร่วมกิจกรรมของโครงการอนุรักษ์น้ำเป็นประจำจะทำให้นักเรียนเป็นนักอนุรักษ์น้ำที่ดี 7. การอบรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบ่อยๆ ทำให้เกิดความเข้าใจ 8. การได้ออกไปทำกิจกรรมเพื่อดูแลสิ่งแวดล้อมบ่อยๆ ทำให้นักเรียนมีความตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น				
การที่นักเรียนรับรู้สื่อต่อไปนี้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาและอยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 9. ภาพยนตร์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม 10. การร่วมแสดงละครเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม 11. การลองเรือชมสภาพจริงของแม่น้ำท่าจีน 12. การแสดงหุ่นกระบอกเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ และกระตุ้นให้มีความตระหนัก				

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย มาก	เห็น ด้วย	เห็นด้วย น้อย	ไม่เห็น ด้วย
การทำตรงข้ามหรือทำแปลกออกไปของสิ่งเร้า มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดความตระหนักในการอนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 13. การใช้สื่อที่เป็นเกมส์ในการนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จะกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากติดตาม 14. การใช้สื่อรณรงค์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เป็นการ์ตูนมีสีสันสะดุดตา จะกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น 15. การใช้สื่อที่เป็นภาพสามมิติ มีเสียงและมีกลิ่น จะทำให้นักเรียนเข้าใจสภาพสิ่งแวดล้อมได้ดี 16. ข้อความที่ใช้ในการเตือนให้รักษาสิ่งแวดล้อม ควรเน้นตัวอักษรนั้นให้แปลกใหม่ชวนมอง จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความตระหนักได้				

คำชี้แจง จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องตามหมายเลข ที่นักเรียนเห็นว่าภาพนั้นทำให้นักเรียนรู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเลือกให้ตรงกับความรู้สึกของตนเองมากที่สุด ?

- [1] หมายถึง รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมน้อย
- [2] หมายถึง รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมปานกลาง
- [3] หมายถึง รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมาก
- [4] หมายถึง รู้สึกถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

17.



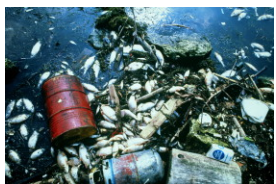
[1] [2] [3] [4]

18.



[1] [2] [3] [4]

19.



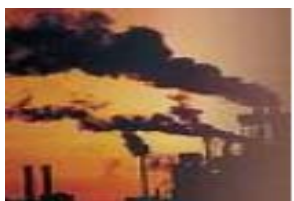
[1] [2] [3] [4]

20.



[1] [2] [3] [4]

21.



[1] [2] [3] [4]

22.



[1] [2] [3] [4]

23.



[1] [2] [3] [4]

24.



[1] [2] [3] [4]

25.



[1] [2] [3] [4]



26.

[1] [2] [3] [4]

ตอนที่ 4 แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้ว่า นักเรียนได้รับความรู้หรือข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด ตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด

แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	ระดับความคิดเห็น			
	มาก	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างน้อย	น้อย
1. โทรทัศน์				
2. หนังสือพิมพ์				
3. ครู				
4. เพื่อน				
5. ห้องสมุดโรงเรียน				
6. พ่อแม่ หรือผู้ปกครอง				
7. อินเทอร์เน็ต				
8. วารสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ				
9. การประชาสัมพันธ์ของโรงเรียน				
10. ห้องสมุดชุมชน				
11. ป้ายโฆษณาตามแหล่งต่างๆ				
12. โบปลิว				
13. วิทยุกระจายเสียง				
14. วิทยากรที่มาให้ความรู้ในโรงเรียน				

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์โมเดลความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม

1. ผลการวิเคราะห์โมเดลความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับทีหนึ่ง แบบสื่อองค์ประกอบ กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนรัฐบาล

(Single group)

DATE: 8/ 1/2008

TIME: 20:22

L I S R E L 8.72

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2005

Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\Rudchaa\model LISREL\model\new
model\first order\region\government\4fac\gov 4f.518.spj:

awareness518 (government 4 factor)

Observed Variables: W Ai N Ne Mo E I S C R M Inf

Correlation Matrix

1.000

0.241 1.000

0.232 0.249 1.000

0.013 -0.005 0.032 1.000

-0.028 0.027 0.008 0.074 1.000

0.021 0.032 0.107 0.389 0.414 1.000

0.053 0.004 0.092 0.147 0.188 0.136 1.000

-0.061 -0.020 -0.067 0.298 0.315 0.109 0.053 1.000

0.086 -0.058 -0.014 0.264 0.260 0.288 0.085 0.348 1.000

-0.072 0.012 -0.016 0.400 0.464 0.282 0.131 0.409 0.391 1.000

0.055 0.032 -0.013 0.031 0.386 0.213 0.076 0.393 0.417 0.485 1.000

-0.046 -0.019 0.038 0.080 0.170 0.095 0.133 0.200 0.154 0.164 0.128 1.000

Standard Deviations: 1.478 1.508 1.727 2.063 2.029 2.205 3.982 1.744

2.048 1.852 1.751 6.585

Sample Size = 518

Latent Variables: Kn At Sc In

Relationships

W = Kn

Ai = 1*Kn

N = Kn

Ne = At

```

Mo = 1*At
E = At
I = Sc
S = Sc
C = Sc
R = 1*Sc
M = Sc
Inf = In
set the variance of Inf to 0
set the covariance between Mo and Ne free
set the covariance between M and Ne W free
set the covariance between C S and E W free
Path Diagram
lisrel output: me=ml sc mi ad=off it=1000
End of Problem

```

awareness518 (government 4 factor)

Covariance Matrix

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
W	2.18					
Ai	0.54	2.27				
N	0.59	0.65	2.98			
Ne	0.04	-0.02	0.11	4.26		
Mo	-0.08	0.08	0.03	0.31	4.12	
E	0.07	0.11	0.41	1.77	1.85	4.86
I	0.31	0.02	0.63	1.21	1.52	1.19
S	-0.16	-0.05	-0.20	1.07	1.11	0.42
C	0.26	-0.18	-0.05	1.12	1.08	1.30
R	-0.20	0.03	-0.05	1.53	1.74	1.15
M	0.14	0.08	-0.04	0.11	1.37	0.82
Inf	-0.45	-0.19	0.43	1.09	2.27	1.38

Covariance Matrix

	I	S	C	R	M	Inf
I	15.86					
S	0.37	3.04				
C	0.69	1.24	4.19			
R	0.97	1.32	1.48	3.43		
M	0.53	1.20	1.50	1.57	3.07	
Inf	3.49	2.30	2.08	2.00	1.48	43.36

awareness518 (government 4 factor)

Parameter Specifications

LAMBDA-X

Kn	At	Sc	In
-----	-----	-----	-----

W	1	0	0	0
Ai	0	0	0	0
N	2	0	0	0
Ne	0	3	0	0
Mo	0	0	0	0
E	0	4	0	0
I	0	0	5	0
S	0	0	6	0
C	0	0	7	0
R	0	0	0	0
M	0	0	8	0
Inf	0	0	0	9

PHI

	Kn	At	Sc	In

Kn	10			
At	11	12		
Sc	13	14	15	
In	16	17	18	0

THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E

W	19					
Ai	0	20				
N	0	0	21			
Ne	0	0	0	22		
Mo	0	0	0	23	24	
E	0	0	0	0	0	25
I	0	0	0	0	0	0
S	27	0	0	0	0	28
C	30	0	0	0	0	31
R	0	0	0	0	0	0
M	34	0	0	35	0	0
Inf	0	0	0	0	0	0

THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf

I	26					
S	0	29				
C	0	0	32			
R	0	0	0	33		
M	0	0	0	0	36	
Inf	0	0	0	0	0	0

awareness518 (goverment 4 factor)

Number of Iterations = 12

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
	-----	-----	-----	-----
W	0.95 (0.21) 4.56	- -	- -	- -
Ai	1.00	- -	- -	- -
N	1.11 (0.24) 4.63	- -	- -	- -
Ne	- -	0.92 (0.10) 9.22	- -	- -
Mo	- -	1.00	- -	- -
E	- -	0.65 (0.09) 7.42	- -	- -
I	- -	- -	0.56 (0.13) 4.14	- -
S	- -	- -	0.72 (0.06) 12.29	- -
C	- -	- -	0.81 (0.07) 11.82	- -
R	- -	- -	1.00	- -
M	- -	- -	0.85 (0.07) 13.07	- -
Inf	- -	- -	- -	6.58 (0.20) 32.16

PHI

Kn	At	Sc	In
----	----	----	----

Kn	0.57 (0.16) 3.54			
At	0.03 (0.07) 0.45	2.90 (0.43) 6.72		
Sc	-0.08 (0.08) -1.02	1.64 (0.16) 10.04	1.91 (0.21) 9.11	
In	-0.01 (0.05) -0.23	0.24 (0.07) 3.53	0.33 (0.07) 4.75	1.00

THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
W	1.66 (0.16) 10.41					
Ai	- -	1.70 (0.17) 10.06				
N	- -	- -	2.28 (0.22) 10.57			
Ne	- -	- -	- -	1.80 (0.36) 4.96		
Mo	- -	- -	- -	-2.37 (0.31) -7.67	1.22 (0.36) 3.34	
E	- -	- -	- -	- -	- -	3.69 (0.25) 14.59
I	- -	- -	- -	- -	- -	- -
S	-0.05 (0.09) -0.54	- -	- -	- -	- -	-0.34 (0.13) -2.56
C	0.38 (0.11)	- -	- -	- -	- -	0.59 (0.15)

	3.36					3.89
R	- -	- -	- -	- -	- -	- -
M	0.23 (0.09) 2.51	- -	- -	-1.15 (0.12) -9.28	- -	- -
Inf	- -	- -	- -	- -	- -	- -

THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf
I	15.26 (0.95) 15.99					
S	- -	2.05 (0.14) 14.76				
C	- -	- -	2.95 (0.20) 14.93			
R	- -	- -	- -	1.52 (0.13) 11.99		
M	- -	- -	- -	- -	1.70 (0.14) 12.35	
Inf	- -	- -	- -	- -	- -	- -

Squared Multiple Correlations for X - Variables

W	Ai	N	Ne	Mo	E
0.24	0.25	0.24	0.58	0.70	0.25

Squared Multiple Correlations for X - Variables

I	S	C	R	M	Inf
0.04	0.33	0.30	0.56	0.45	1.00

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 42
 Minimum Fit Function Chi-Square = 61.79 (P = 0.025)
 Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 62.56 (P = 0.021)
 Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 20.56
 90 Percent Confidence Interval for NCP = (3.24 ; 45.84)

Minimum Fit Function Value = 0.12
 Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.040
 90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0063 ; 0.089)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.031
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.012 ; 0.046)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.98

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.26
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.23 ; 0.31)
 ECVI for Saturated Model = 0.30
 ECVI for Independence Model = 2.96

Chi-Square for Independence Model with 66 Degrees of Freedom =
 1507.02

Independence AIC = 1531.02
 Model AIC = 134.56
 Saturated AIC = 156.00
 Independence CAIC = 1594.02
 Model CAIC = 323.56
 Saturated CAIC = 565.50

Normed Fit Index (NFI) = 0.96
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.98
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.61
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.99
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.99
 Relative Fit Index (RFI) = 0.94

Critical N (CN) = 554.94

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.35
 Standardized RMR = 0.034
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.98
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.96
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.53

awareness518 (government 4 factor)

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
	-----	-----	-----	-----
W	- -	0.10	1.01	1.04
Ai	- -	0.06	0.60	0.15
N	- -	0.00	0.03	2.02

Ne	0.13	- -	0.01	3.69
Mo	1.64	- -	0.17	1.46
E	3.41	- -	1.50	0.58
I	4.80	9.14	- -	4.35
S	0.74	0.62	- -	4.01
C	2.08	7.11	- -	0.43
R	0.17	6.22	- -	0.48
M	0.56	0.23	- -	3.60
Inf	- -	- -	- -	- -

Expected Change for LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
	-----	-----	-----	-----
W	- -	-0.01	-0.06	-0.07
Ai	- -	0.01	0.04	-0.03
N	- -	0.00	0.01	0.11
Ne	-0.07	- -	-0.02	-0.20
Mo	-0.26	- -	0.10	0.13
E	0.28	- -	-0.79	0.06
I	0.71	0.45	- -	0.37
S	-0.12	-0.05	- -	0.14
C	-0.24	-0.21	- -	0.05
R	0.06	0.21	- -	-0.05
M	0.10	-0.04	- -	-0.13
Inf	- -	- -	- -	- -

Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
	-----	-----	-----	-----
W	- -	-0.02	-0.08	-0.07
Ai	- -	0.02	0.06	-0.03
N	- -	0.00	0.02	0.11
Ne	-0.05	- -	-0.03	-0.20
Mo	-0.20	- -	0.14	0.13
E	0.21	- -	-1.09	0.06
I	0.54	0.77	- -	0.37
S	-0.09	-0.09	- -	0.14
C	-0.18	-0.36	- -	0.05
R	0.04	0.36	- -	-0.05
M	0.08	-0.07	- -	-0.13
Inf	- -	- -	- -	- -

Completely Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
	-----	-----	-----	-----
W	- -	-0.01	-0.05	-0.05
Ai	- -	0.01	0.04	-0.02
N	- -	0.00	0.01	0.07
Ne	-0.03	- -	-0.02	-0.10
Mo	-0.10	- -	0.07	0.07
E	0.10	- -	-0.49	0.03
I	0.14	0.19	- -	0.09

S	-0.05	-0.05	- -	0.08
C	-0.09	-0.17	- -	0.03
R	0.02	0.19	- -	-0.03
M	0.04	-0.04	- -	-0.07
Inf	- -	- -	- -	- -

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W	- -					
Ai	0.00	- -				
N	0.81	1.10	- -			
Ne	0.35	0.25	0.17	- -		
Mo	0.04	0.00	0.93	- -	- -	
E	0.03	0.02	4.76	0.01	0.01	- -
I	1.55	0.58	3.67	1.60	5.56	0.36
S	- -	0.01	1.08	0.00	0.59	- -
C	- -	1.95	0.01	0.63	6.39	- -
R	1.82	1.08	0.06	0.67	2.54	0.43
M	- -	1.41	0.04	- -	0.00	1.33
Inf	0.69	0.34	2.06	3.78	1.45	0.63

Modification Indices for THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
I	- -					
S	2.40	- -				
C	0.79	1.84	- -			
R	0.26	0.88	0.41	- -		
M	1.73	0.13	5.31	0.22	- -	
Inf	4.89	3.96	0.32	0.39	3.70	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W	- -					
Ai	-0.03	- -				
N	-0.50	0.67	- -			
Ne	0.07	-0.05	-0.05	- -		
Mo	-0.02	0.00	-0.12	- -	- -	
E	0.02	0.02	0.28	-0.02	0.03	- -
I	0.30	-0.19	0.54	0.38	0.67	0.19
S	- -	0.01	-0.11	0.00	-0.10	- -
C	- -	-0.16	0.01	-0.13	-0.37	- -
R	-0.14	0.09	0.02	0.14	0.21	0.10
M	- -	0.11	-0.02	- -	-0.01	-0.16
Inf	-0.37	-0.27	0.74	-1.28	0.85	0.41

Expected Change for THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
I	- -					
S	-0.39	- -				
C	-0.27	0.16	- -			
R	-0.12	-0.10	-0.08	- -		
M	-0.33	0.04	0.29	-0.06	- -	
Inf	2.46	0.86	0.29	-0.28	-0.80	- -

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W	- -					
Ai	-0.01	- -				
N	-0.19	0.26	- -			
Ne	0.02	-0.02	-0.01	- -		
Mo	-0.01	0.00	-0.03	- -	- -	
E	0.01	0.00	0.07	-0.01	0.01	- -
I	0.05	-0.03	0.08	0.05	0.08	0.02
S	- -	0.00	-0.04	0.00	-0.03	- -
C	- -	-0.05	0.00	-0.03	-0.09	- -
R	-0.05	0.03	0.01	0.04	0.06	0.03
M	- -	0.04	-0.01	- -	0.00	-0.04
Inf	-0.04	-0.03	0.07	-0.09	0.06	0.03

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
I	- -					
S	-0.06	- -				
C	-0.03	0.05	- -			
R	-0.02	-0.03	-0.02	- -		
M	-0.05	0.01	0.08	-0.02	- -	
Inf	0.09	0.08	0.02	-0.02	-0.07	- -

Maximum Modification Index is 9.14 for Element (7, 2) of LAMBDA-X

awareness518 (government 4 factor)

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
-----	-----	-----	-----	-----
W	0.72	- -	- -	- -
Ai	0.76	- -	- -	- -
N	0.84	- -	- -	- -
Ne	- -	1.56	- -	- -

Mo	- -	1.70	- -	- -
E	- -	1.10	- -	- -
I	- -	- -	0.77	- -
S	- -	- -	1.00	- -
C	- -	- -	1.12	- -
R	- -	- -	1.38	- -
M	- -	- -	1.18	- -
Inf	- -	- -	- -	6.58

PHI

	Kn	At	Sc	In
-----	-----	-----	-----	-----
Kn	1.00			
At	0.02	1.00		
Sc	-0.08	0.70	1.00	
In	-0.01	0.14	0.24	1.00

awareness518 (government 4 factor)

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

	Kn	At	Sc	In
-----	-----	-----	-----	-----
W	0.49	- -	- -	- -
Ai	0.50	- -	- -	- -
N	0.49	- -	- -	- -
Ne	- -	0.76	- -	- -
Mo	- -	0.84	- -	- -
E	- -	0.50	- -	- -
I	- -	- -	0.19	- -
S	- -	- -	0.57	- -
C	- -	- -	0.55	- -
R	- -	- -	0.75	- -
M	- -	- -	0.67	- -
Inf	- -	- -	- -	1.00

PHI

	Kn	At	Sc	In
-----	-----	-----	-----	-----
Kn	1.00			
At	0.02	1.00		
Sc	-0.08	0.70	1.00	
In	-0.01	0.14	0.24	1.00

THETA-DELTA

	W	Ai	N	Ne	Mo	E
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W	0.76					
Ai	- -	0.75				
N	- -	- -	0.76			

Ne	- -	- -	- -	0.42		
Mo	- -	- -	- -	-0.57	0.30	
E	- -	- -	- -	- -	- -	0.75
I	- -	- -	- -	- -	- -	- -
S	-0.02	- -	- -	- -	- -	-0.09
C	0.13	- -	- -	- -	- -	0.13
R	- -	- -	- -	- -	- -	- -
M	0.09	- -	- -	-0.32	- -	- -
Inf	- -	- -	- -	- -	- -	- -

THETA-DELTA

	I	S	C	R	M	Inf
I	0.96					
S	- -	0.67				
C	- -	- -	0.70			
R	- -	- -	- -	0.44		
M	- -	- -	- -	- -	0.55	
Inf	- -	- -	- -	- -	- -	- -

Time used: 0.100 Seconds

2. ผลการวิเคราะห์บางส่วน ของการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม อันดับหนึ่ง แบบสี่องค์ประกอบ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนต่างสังกัดกัน (Multiple group analysis)

DATE: 8/ 1/2008

TIME: 20:51

L I S R E L 8.72

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2005
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\Rudchaa\model LISREL\model\new
model\compair\compair 4 fac\region\region 4f.518 ho.spj:

```
group 1 (goverment 4 factor)
Observed Variables: W Ai N Ne Mo E I S C R M Inf
Correlation Matrix
1.000
0.241 1.000
0.232 0.249 1.000
0.013 -0.005 0.032 1.000
-0.028 0.027 0.008 0.374 1.000
0.021 0.032 0.107 0.389 0.414 1.000
0.053 0.004 0.092 0.147 0.188 0.136 1.000
-0.061 -0.020 -0.067 0.298 0.315 0.109 0.053 1.000
0.086 -0.058 -0.014 0.264 0.260 0.288 0.085 0.348 1.000
-0.072 0.012 -0.016 0.400 0.464 0.282 0.131 0.409 0.391 1.000
0.055 0.032 -0.013 0.031 0.386 0.213 0.076 0.393 0.417 0.485 1.000
-0.046 -0.019 0.038 0.080 0.170 0.095 0.133 0.200 0.154 0.164 0.128 1.000
Standard Deviations: 1.478 1.508 1.727 2.063 2.029 2.205 3.982 1.744
2.048 1.852 1.751 6.585
Sample Size = 518
Latent Variables: Kn At Sc In
Relationships
W = Kn
Ai = 1*Kn
```

```

N = Kn
Ne = At
Mo = 1*At
E = At
I = Sc
S = Sc
C = Sc
R = 1*Sc
M = Sc
Inf = In
set the variance of Inf to 0
set the covariance between Mo and Ne free
set the covariance between M and Ne W free
set the covariance between C S and E W free
set the variance of W free
set the variance of Ai free
set the variance of N free
set the variance of Ne free
set the variance of Mo free
set the variance of E free
set the variance of I free
set the variance of S free
set the variance of C free
set the variance of R free
set the variance of M free
set the variance of Inf free
set the variance of Kn free
set the variance of At free
set the variance of Sc free
set the variance of In free
set the covariance between Kn and At free
set the covariance between Kn and Sc free
set the covariance between Kn and In free
set the covariance between At and Sc free
set the covariance between At and In free
set the covariance between Sc and In free
set the variance of Inf to 1
Path Diagram
lisrel output: me=ml sc mi ad=off it=1000

```

```

group 2(private 4 factor)
Observed Variables: W Ai N Ne Mo E I S C R M Inf
Correlation Matrix
1.000
0.388 1.000
0.289 0.288 1.000
0.060 0.103 0.100 1.000
0.081 -0.051 0.100 0.014 1.000
0.200 0.142 0.318 0.216 0.032 1.000
0.096 0.096 -0.092 0.179 -0.062 0.147 1.000
-0.023 -0.018 -0.089 0.350 -0.085 0.005 0.149 1.000
0.110 0.015 -0.044 0.264 -0.088 -0.024 0.129 0.461 1.000
0.167 0.162 0.025 0.208 -0.036 0.102 0.101 0.358 0.372 1.000
0.098 -0.039 -0.079 0.185 -0.033 0.096 -0.003 0.338 0.420 0.471 1.000

```

```

0.024 -0.001 -0.095 0.129 0.001 -0.021 0.157 0.221 0.203 0.326 0.269
1.000
Standard Deviations: 1.851 1.597 1.775 2.001 1.883 2.304 3.891 1.856
1.916 1.833 2.036 6.844
Sample Size = 203
Latent Variables: Kn At Sc In
Relationships
W = Kn
Ai = 1*Kn
N = Kn
Ne = 1*At
Mo = At
E = At
I = Sc
S = Sc
C = Sc
R = 1*Sc
M = Sc
Inf = In
set the variance of Inf to 0
set the covariance between Mo and Ne free
set the covariance between M and Ne W free
set the covariance between C S and E W free
set the variance of W free
set the variance of Ai free
set the variance of N free
set the variance of Ne free
set the variance of Mo free
set the variance of E free
set the variance of I free
set the variance of S free
set the variance of C free
set the variance of R free
set the variance of M free
set the variance of Inf free
set the variance of Kn free
set the variance of At free
set the variance of Sc free
set the variance of In free
set the covariance between Kn and At free
set the covariance between Kn and Sc free
set the covariance between Kn and In free
set the covariance between At and Sc free
set the covariance between At and In free
set the covariance between Sc and In free
set the variance of Inf to 1
Path Diagram
lisrel output: me=ml sc mi ad=off it=1000
End of Problem

```

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 61.03
 Percentage Contribution to Chi-Square = 43.00

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.36
 Standardized RMR = 0.034
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.98

group 1 (government 4 factor)

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 84
 Minimum Fit Function Chi-Square = 141.91 (P = 0.00)
 Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 140.64 (P = 0.00011)
 Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 56.64
 90 Percent Confidence Interval for NCP = (27.85 ; 93.32)

Minimum Fit Function Value = 0.20
 Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.079
 90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.039 ; 0.13)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.043
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.030 ; 0.056)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.81

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.40
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.36 ; 0.45)
 ECVI for Saturated Model = 0.22
 ECVI for Independence Model = 2.91

Chi-Square for Independence Model with 132 Degrees of Freedom = 2064.74

Independence AIC = 2112.74
 Model AIC = 284.64
 Saturated AIC = 312.00
 Independence CAIC = 2246.67
 Model CAIC = 686.45
 Saturated CAIC = 1182.58

Normed Fit Index (NFI) = 0.93
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.95
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.59
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.97
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.97
 Relative Fit Index (RFI) = 0.89

Critical N (CN) = 594.08

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 80.89
Percentage Contribution to Chi-Square = 57.00

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.45
Standardized RMR = 0.065
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.94

group 2(private 4 factor)

Time used: 0.140 Seconds

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางรัชนก ทুমชาติ
วันเดือนปีเกิด	8 สิงหาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	184/4 ม.7 ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ต.ตลาด อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษา จากโรงเรียนวัดทรงธรรม
	จ.สมุทรปราการ
พ.ศ. 2546	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2551	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ