

## ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE RESULTS OF STEM EDUCATION FOR DIFFERENT LEARNING STYLES LEARNERS, SCIENCE  
MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

ปราณี นันทะแสน<sup>1</sup> และ ดร.สมทรง สิทธิ<sup>2</sup>

Pranee Nunthasan<sup>1</sup> and Dr.Somsong Sitti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

<sup>2</sup>ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

<sup>1</sup>Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakham University,  
Mahasarakham 44000, Thailand

<sup>2</sup> Department of Curriculum and Instruction, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand

\*Corresponding author: pickwbus@gmail.com

วันที่รับบทความ 11 มิถุนายน 2560 วันที่แก้ไขบทความ 5 กันยายน 2560 วันที่ตอบรับ 6 กันยายน 2560 วันที่เผยแพร่ 30 เมษายน 2560

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์ อำเภอเมืองจังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 42 คนได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 แผน เวลา 14 ชั่วโมง มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรายแผนตั้งแต่ 4.70 ถึง 4.85 และมีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.75 ค่า S.D. = 0.29 2) แบบสำรวจการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวน 60 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.77 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 4) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.27 - 0.70 อำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.20- 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 5) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 3.40 ถึง 5.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 สถิติที่ใช้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ Paired Samples t-test , F-test (One-way MANOVA)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนเท่ากับ 12.07, 11.21 และ 3.82 (อยู่ในระดับมาก) ตามลำดับ ในขณะที่หลังเรียนเท่ากับ 25.21, 21.07 และ 4.53 (อยู่ในระดับมากที่สุด) คิดเป็นร้อยละ 52.12, 46.80 และ 15.67 ตามลำดับโดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนักไตรตรง มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบการเรียนรู้อื่น ๆ

**คำสำคัญ:** ผลการจัดการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา

## ABSTRACT

This research aims 1) to study learning achievement of STEM Education between different styles learner, 2) to compare pre and post learning achievement, Science process skills and attitude toward science learning with STEM education, between different learning styles learner. The sample use in this research were matthayomsuksa 2/7 and 2/8 students, 42 students of one class room, who learned in the 1<sup>st</sup> semester of 2016 academic year of MuangKalasin school Ampher Muang Kalasin Province, Kalasin secondary educational Area 24. The sample was selected by Multistage Random sampling technique. The tools used in this research consisted of 1) 7 plan of 14 hours of STEM educational Teaching plans, matter and substance, matthayomsuksa 2, 2) 60 items of student learning style survey form, 3) science learning achievement on the topic of matter and substance that is multiple choices form of 40 items ; 4 choices per item, 4) test of science process skills that include 13 skills; 30 items ( 4 choices per item), 5) 20 items of rating scale (5 level) of science attitude test. Statistic used in this research were paired samples t-test, F-test (One-way MANOVA).

The result revealed that:

1. Students who learned with STEM educational management had their average learning achievement, science process skills and attitude toward science learning, pre score learning were 12.07, 11.21 and 3.82 (on the high level) in order. Whilst post score were 25.21 (52.12%), 21.07 (46.80%) and 4.53 (15.67%) (on the highest level) in order. The students who learned with STEM Educational management had post learning achievement, science process skills and attitude in science skills higher than pre-learning at .05 level of statistical significance.

2. Different learning style students had no significant in learning achievement but students who learned with STEM Educational management had science process skills and science attitude higher than pre-learning at .05 level of statistical significance. The critical thinking learning style students had average score of science process skills and science attitude higher than other.

**Keywords:** STEM Education, learning styles

## บทนำ

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น มีความเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน ซึ่งอาศัยประสบการณ์เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่มาสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้นสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ จึงเป็นการเน้นที่ตัวนักเรียนให้ได้ลงมือกระทำ แก้ปัญหา ไตร่ตรอง คิดอย่างหลากหลาย การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ด้วยตนเอง หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ทำให้มีความหมายต่อผู้เรียน ความรู้ที่ได้ยังคงทน สามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2544, หน้า 1-2) ทั้งยังสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ใฝ่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เมื่อเทคโนโลยีที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อจัดการเรียนการสอนให้ทันสมัยล้ำหน้ามากขึ้นยิ่งจำเป็นต้องพัฒนาความเป็นมนุษย์ ยกจิตวิญญาณในการอยู่ร่วมกับสังคมอย่างมีความสุข การสอดแทรกคุณลักษณะอันดีงาม การเคารพกฎกติกา ระเบียบ แบบแผน ประชาธิปไตย การสอนการใช้ทักษะชีวิตและทรัพยากรร่วมกันอย่างมีคุณค่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านประสบการณ์ตรงโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดค้นคว้า สืบค้น ลงมือปฏิบัติ สรุป นำเสนอ และสะท้อนความรู้ที่ได้ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางสร้างสรรค์ (Byrnes, 2009) สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยผ่านความเข้าใจในธรรมชาติ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2554)

สะเต็มศึกษาเป็นอีกแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งแก้ไขปัญหที่พบในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ อันเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ สู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคตเพื่อความมั่นคง และเศรษฐกิจอันดีของประเทศชาติสืบไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, หน้า 4) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีลักษณะ 5 ประการได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวัน และการทำอาชีพ 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ทำทลายความคิดของนักเรียน 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียน การรวมเอาสาระและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วนำมาจัดกิจกรรมบูรณาการจึงทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งผู้เรียนจะได้นำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้จริง เพราะนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการคิด และการสื่อสาร (ชลธิป สมานทิ, 2556) การที่จะประสบความสำเร็จในการบูรณาการทั้งสี่สาขาในสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญ 2 ด้าน คือบริบท (Context) ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และด้านเนื้อหา (Content) ทั้งยังเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งคงทน (Pellegrino and Hilton, 2012) มีตัวปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหา (เดือนงาม นามเมือง, 2552, หน้า 34-36) เน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎี และสามารถนำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้น โดยกิจกรรมที่นำมาใช้ในการส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา เมื่อสมองได้รับการพัฒนาครบส่วนแล้วจะทำให้พฤติกรรมมารับรู้ การจดจำรวมถึงความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนเพิ่มขึ้น (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2542)

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ของครูผู้สอนอาจต้องจัดหาสื่อที่มีความน่าสนใจมาช่วยดึงดูดให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการของกิจกรรมก่อนจากนั้นนักเรียนจะค่อย ๆ ซึมซับความรู้และทักษะจากการทำกิจกรรมอย่างไม่รู้ตัว ตัวอย่างเช่น ของเล่น เกม วิดีทัศน์หรือหุ่นยนต์ เป็นต้น (นิรมิข เพียรประเสริฐ, 2556, หน้า 23-25) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกกิจกรรมที่ควรนำมาใช้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง (กวิณ เชื่อมกลาง, 2556, หน้า 26 - 29) นอกจากนี้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มจะคล้ายกับแนวทางการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) (รักษพล ธนานูนงศ์, 2556 ก; อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 15-20) และการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556) โดยผนวกรวมกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ส่งผลให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหาความรู้และวิจัยด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้น สนุก ทึ่งพอใจและอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น (ประสาธต์ เนืองเฉลิม, 2557) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จึงสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคแห่งการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ มากมาย สืบเนื่องจากการปฏิวัติทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การขยายความรู้และวิทยาการต่าง ๆ แบบก้าวกระโดด (วิจารณ์ พานิช, 2555) การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้เตรียมตัวเพื่อใช้ชีวิตในโลกที่เป็นจริง เน้นการศึกษาตลอดชีวิตด้วยวิธีการที่ยืดหยุ่น มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (สุพรรณิณี ชาญประเสริฐ, 2556) ครูผู้สอนจึงมีใช้ผู้ที่ส่งผ่านความรู้ให้กับผู้เรียนเท่านั้นแต่ยังต้องเติมเต็มในส่วนของทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนอย่างสมดุล ครูต้องเปลี่ยนบทบาทหน้าที่จากการยืนหน้าชั้นเรียนมาเป็นการกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556)

ด้วยความแตกต่างของบุคคลบนปัจจัยพื้นฐานและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ครูผู้สอนต้องพยายามรู้จักและเข้าใจนักเรียนแต่ละคนก่อน เพื่อเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนด้วยการวิเคราะห์ลักษณะทางกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม ซึ่งเป็นองค์ความรู้สำคัญที่จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์ (ลักขณา ศรีวัฒน์, 2554 อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวงลัย, 2556, หน้า 39-47) แบบการเรียนรู้ (Learning Style) ของผู้เรียนจึงถือเป็นอีกปัจจัยภายในที่สำคัญที่ผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีตามความเหมาะสมกับความต้องการในการเรียนรู้ของตนเอง หากครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความถนัดและลักษณะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถประสบผลสำเร็จได้ทุกคน (Keefe and Ferrell, 1990; Graf and Lui, 2008) การทำความเข้าใจสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนก่อนจะช่วยให้ครูผู้สอนเห็นจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการเรียนและช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เพราะความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีสไตล์การเรียนรู้แบบใดและสภาพการเรียนรู้ใดที่เหมาะสมที่นักเรียนจะสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ดี (ทีศนา ขัมมณี, 2551, หน้า 30)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องใช้เทคนิควิธีที่หลากหลายไม่ยึดรูปแบบวิธีการสอนใดการสอนหนึ่งเป็นสรณะ (วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม, 2554) ผู้สอนต้องทำความเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคลและสไตล์การเรียนรู้ของแต่ละคน (ทศนา แคมมณี, 2553) การสนองตอบนั้นอาจเกิดจากสิ่งเร้าหลายสิ่งและหลายทาง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรใช้วิธีการที่หลากหลายและกระตุ้นในสภาพที่เหมาะสมจนถึงระดับที่ผู้เรียนตอบสนองจนเกิดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสภาวะที่มีการเรียนรู้อย่างอิสระจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพราะมีหลักการมีเหตุมีผล มีขั้นตอนกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม อันจะส่งผลให้เป็นคนที่มีคุณภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รวบรวมไว้ทั้งหมด 13 ทักษะคือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจำแนกประเภท 3) ทักษะการวัด 4) ทักษะการคำนวณ 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (รมิดา ชาญประโคน, 2554) เมื่อผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและชำนาญแล้ว จะช่วยหล่อหลอมให้เกิดเจตคติต่อตนเองและต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีตามมา (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2557) ซึ่งเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์จะแสดงออกมาโดยการตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน ตระหนักและเห็นคุณค่าประโยชน์และโทษของผลของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิด และปฏิบัติได้ดี (บัญชา แสนทวี และคณะ, 2551) จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะเป็นการพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะความรู้ความสามารถ การคิดแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออกในแบบการเรียนรู้ในแต่ละแบบของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และยังเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันจะทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

### กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะความรู้ความสามารถ การคิดแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออกในแบบการเรียนรู้ในแต่ละแบบของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และยังเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันจะทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์ อำเภอมือ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 9 ห้องเรียน ทั้งหมด 291 คน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์ อำเภอมือ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 42 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้น (Multistage Random sampling)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 5 ชนิด ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 แผน เวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรายแผนตั้งแต่ 4.70 ถึง 4.85 และมีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.75
2. แบบสำรวจการเรียนรู้ของผู้เรียน ประยุกต์จาก LSQ (Learning Style Questionnaire) ของ Honey, Mumford (1992) จำนวน 60 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20 - 0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.27 - 0.70 อำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.20- 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87
5. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 3.40 ถึง 5.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

### การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการจำแนกสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบเนื้อหา สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด โครงสร้าง เวลาเรียน คำอธิบายรายวิชา การวัดผลประเมินผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)
  - 1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้จากคู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหาในสี่สาขาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้อยู่ในหนังสือคู่มือการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา หนังสือคู่มือรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 และหนังสือวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)
  - 1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 7 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมงไม่รวมเวลาการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
  - 1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมในด้านจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดประเมินผลในแต่ละแผนการเรียนรู้ ซึ่งได้แก้ไขปรับปรุงในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีองค์ประกอบสมบูรณ์ ครบตามเนื้อหา และจุดประสงค์ที่วัดให้ครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติมากขึ้นกว่าเดิม
  - 1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบและปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้อง ด้านความถูกต้องความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน
  - 1.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของลิเคอร์ท แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2553, หน้า 121)
 

4.51 – 5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
0.00 – 1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
  - 1.7 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายชั้น (Multistage Random sampling) ให้เป็นกลุ่มทดลอง (Try out)
  - 1.8 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนก

สาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นฉบับจริง เพื่อใช้กับนักเรียนจำนวน 42 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้น (Multistage Random sampling) ให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบสำรวจการเรียนรู้ของผู้เรียน ประยุกต์จาก LSQ (Learning Style Questionnaire) ของ Honey, Mumford (1992) มีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบสำรวจการเรียนรู้ของ Honey, Mumford (1992)

2.2 นำแบบสำรวจการเรียนรู้ของ Honey, Mumford (1992) มาใช้โดยเป็นแบบจัดระดับ 1 2 3 4 มีข้อความคำถามเพื่อสำรวจแบบการเรียนรู้ 4 ด้าน จำนวน 60 ข้อ ซึ่งแบบการเรียนรู้แต่ละแบบประกอบด้วยข้อความคำถามกับแบบการเรียนรู้

2.3 นำแบบสำรวจการเรียนรู้ที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม ถูกต้องอีกครั้ง

2.4 นำแบบสำรวจการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

2.5 นำแบบสำรวจการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Honey, Mumford (1992) ที่ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.6 นำผลที่ได้จากการทดลองเพื่อจัดกลุ่มแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละแบบ

2.7 จัดพิมพ์ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือการจัดกิจกรรม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประเมินผล (สมนึก กัททิยธนี, 2551)

3.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้จริง 40 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงในประเด็นของความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ คำถาม ตัวเลือกและการใช้ภาษาที่กระชับ สละสลวย ภาพประกอบในคำถามให้เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมองเห็นได้ชัดเจนและตรวจสอบค่าที่พิมพ์ตกตามข้อเสนอนั้นของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อความกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.7 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552, หน้า 101-102) โดยข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่า IOC เท่ากับ 0.60 - 1.00

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อนำข้อมูลมาหาคุณภาพ

3.9 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบรายข้อ โดยใช้วิธีการของสมบัติ ท้ายเรือคำ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552, หน้า 88) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตามเกณฑ์ที่กำหนด ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.77

3.10 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ โดยคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ ใช้ดัชนี B (B - Index) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552, หน้า 103 - 104) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ จำนวน 40 ข้อ ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20 - 0.67

3.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552, หน้า 104 - 106) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วนำไปใช้เก็บข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนขอบข่ายของเนื้อหาเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ

4.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมทั้ง 13 ทักษะ จำนวน 45 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริงจำนวน 30 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม ตัวเลือก และการใช้ภาษา

4.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบซึ่งแก้ไขในประเด็นข้อคำถามยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาได้ชัดเจนที่สุด แก้ไขคำถูกผิดจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องเกณฑ์ที่เหมาะสมตั้งแต่ 0.50 – 1.00 (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553, หน้า 101) ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.60 – 1.00

4.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำผลการทดสอบที่ได้มาหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ แล้วนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อมาหาความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) ด้วยสูตร KR-20 (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553, หน้า 101) ได้ค่าความยากระหว่าง 0.27 - 0.70 อำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.20- 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

4.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

5.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 35 ข้อ ต้องการใช้จริง 20 ข้อ ตามองค์ประกอบของเจตคติ 3 อย่างคือ องค์ประกอบเชิงปัญญาหรือความคิด องค์ประกอบเชิงความรู้สึกรวม และองค์ประกอบเชิงพฤติกรรม (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 397; อ้างอิงมาจาก Zellman and Sears, 1971)

5.3 นำแบบวัดเจตคติที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้องของคำถามและการใช้ภาษาที่ลักษณะเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาปรับปรุงในประเด็นคำถามให้ครบทุกองค์ประกอบ โดยมีข้อการให้คะแนนคำถามเชิงนิมิตกับการให้คะแนนคำถามเชิงนิเสธให้มีความสมดุลเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5.4 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมชีวิต เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IC)

5.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมชีวิตเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร IC แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50–1.00 ไว้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 220) ได้ค่า IC เท่ากับ 0.40 – 1.00

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 เมื่อข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

5.6 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 30 คน

5.7 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกด้วยวิธีหาความสัมพันธ์ ( $r_{xy}$ ) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม Item total Correlation (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 116) และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ Cronbach เรียกว่า สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) (สมนึก ภัททิยธนี, 2544, หน้า 70) ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 3.40 ถึง 5.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

5.8 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ฉบับจริง เพื่อใช้เก็บข้อมูลต่อไป

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

##### 1. ชั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยสุ่มห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบหลายชั้นเลือกมา 2 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 จำนวน 42 คน ใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เนื้อหาที่ใช้ได้แก่ เรื่อง การจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

##### 2. การดำเนินการ

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ตั้งแต่เดือน มิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2559

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอน และวิธีปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.2 ให้นักเรียนทำแบบสำรวจการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวน 60 ข้อ

2.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ใช้เวลาสอนจำนวน 14 ชั่วโมง

2.5 ทดสอบหลังเรียน (Post - test) เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

2.6 วิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบมาตรวจวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปผลตามความมุ่งหมายการวิจัยต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ Paired Samples t-test

3. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การทดสอบความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว F-test (One-way MANOVA)

#### สรุปผลการวิจัย

จากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันสรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 12.07, 11.21 และ 3.82 มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากตามลำดับ ในขณะที่หลังเรียนเท่ากับ 25.21, 21.07 และ 4.53 มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52.12, 46.80 และ 15.67 ตามลำดับและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการ



เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันนั้นแสดงว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันพบว่า

2.1 แบบการเรียนรู้ทฤษฎี (Theorist : TOR) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 55.37 และแบบการเรียนรู้นักกิจกรรม (Activist : ATV) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 48.83 และทุกแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 แบบการเรียนรู้นักไตร่ตรอง (Reflector : RFT) มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 51.78 และแบบการเรียนรู้นักกิจกรรม (Activist : ATV) มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 42.16 และทุกแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 แบบการเรียนรู้ทฤษฎี (Theorist : TOR) มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 19.11 และแบบการเรียนรู้นักปฏิบัติ (Pragmatist : PMT) มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 11.75 และทุกแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันแต่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนักไตร่ตรอง (Reflector : RFT) มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบการเรียนรู้อื่น ๆ

## อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษามผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนเท่ากับ 12.07, 11.21 และ 3.82 มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ ในขณะที่หลังเรียนเท่ากับ 25.21, 21.07 และ 4.53 มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด (คิดเป็นร้อยละ 52.12, 46.80 และ 15.67 ตามลำดับ) นั้นแสดงว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มจะคล้ายกับแนวทางการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning : PBL) (รักษาพล ธนาณรงค์, 2556 ก ; อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 15-20) และการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) โดยผนวกรวมกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ส่งผลให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สืบเสาะหาความรู้และวิจัยด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้น สนุก ฟังพอใจและอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น (ประสพท เนื่องเฉลิม, 2557) ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ การใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการสอนหลักผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการใน 4 สาขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ เริ่มจาก 1) ขั้นการระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบเจอหรือจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาจากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งถือเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้เนื่องจากเป็นประเด็นปัญหาใกล้ตัวของนักเรียนที่เกิดจากนักเรียนสังเกตเห็นหรือได้รับข้อมูลข่าวสารจากสิ่งรอบตัว 2) ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้รู้จักการทำงานเป็นทีม โดยร่วมกันตั้งศักยภาพทางด้านความสามารถ ความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคลออกมาใช้ในการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ

ระดมความคิดในการศึกษา เก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่จะศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อตัดสินใจในการเลือกใช้สารและวัสดุ-อุปกรณ์ไปใช้แก้ปัญหา และจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือกโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี-จุดอ่อน ความเหมาะสมกับเงื่อนไข และขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิด วิธีการ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ให้เหมาะสมที่สุด 3) ขั้นตอนการวางแผนออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนออกแบบเพื่อแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน นักเรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผนวาดรูปแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ได้ผ่านลำดับการคิดมาแล้ว อันนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและการปฏิบัติจริง 4) ขั้นตอนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองหรือทดสอบตามที่ร่วมกันออกแบบไว้ เพื่อแก้ปัญหาโดยนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานหรือผลงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5) ขั้นตอนประเมินและปรับปรุงแก้ไข เป็นขั้นตอนการปรับปรุงการทดลอง โดยบอกวิธีพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการปรับปรุง แก้ปัญหาตามเงื่อนไขนั้น ๆ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ โดยขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนฝึกฝนทักษะการนำความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาในชีวิตจริง เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานหรือผลงานออกมาได้แล้ว นักเรียนร่วมกันระดมความคิดร่วมกันวิเคราะห์ถึงความรู้ในศาสตร์วิชาต่าง ๆ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอ และอธิบายถึงผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการสร้างชิ้นงานหรือผลงาน อีกทั้งเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ แนวคิด ข้อซักถาม การติชม การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ด้วยเหตุผลและกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมศึกษาจึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อันสอดคล้องกับงานวิจัยของสายชล สุขโข (2557, หน้า 178) พบว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจใจโมเมติ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยมีความเข้าใจใจโมเมติที่ถูกต้องร้อยละ 72.00 และสังเกตพบนักเรียนที่เรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558, หน้า 73-78) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พัชรี อินทปัญญา และคณะ (2557, หน้า 1-6) พบว่า 1) การจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากเน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎี และสามารถนำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ 2) นักเรียนร้อยละ 79.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ย 22.81 ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 3.37 และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 55-70) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้นร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูงและร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

2. หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนักไตรตรอง (Reflector : RFT) มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันออกไปตามความชอบหรือความถนัด แบบการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างบุคคล นิสัยของบุคคลในการเรียนรู้ ความชื่นชอบของบุคคลแต่ละคนในการรับ ประมวล และเก็บรักษาข้อมูลและทักษะใหม่ ๆ (Kolb, 1984) ส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อันสอดคล้องกับศุภชัย มาตาชาติ (2556, หน้า 104-111) พบว่านักเรียนที่มีสไตล์การเรียนรู้แบบนักไตรตรองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีสไตล์การเรียนรู้ แบบนักปฏิบัติ สไตล์การเรียนรู้แบบนักกิจกรรม และสไตล์การเรียนรู้ แบบนักทฤษฎี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มรกต หมั่นวิชา (2556, หน้า 172-179) พบว่า อิทธิพลระหว่างสไตล์การเรียนรู้และสไตล์การสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีอิทธิพลที่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ทางบวกกับสไตล์การสอนที่สอดคล้องกับผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการและสไตล์การเรียนรู้แบบอิสระมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ทางบวกกับสไตล์การสอนที่สอดคล้องกับผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก พรรณี ภูนาอี (2557, หน้า 77 - 81) พบว่า 1) ครูผู้สอนที่มีสไตล์การสอนที่

เหมาะกับนักปฏิบัติมากที่สุด จำนวน 23 คน รองลงมา คือ สไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักจิตนาการ จำนวน 21 คน สไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักคิดวิเคราะห์ 16 คน และสไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักใช้สามัญสำนึก มีน้อยที่สุด จำนวน 6 คน ส่วนสไตลการเรียนรู้พบว่า สไตลการเรียนรู้แบบนักปฏิบัติ มีมากที่สุด จำนวน 239 คน รองลงมาคือแบบนักคิดวิเคราะห์ 222 คน แบบนักหลักการ 154 คน และแบบนักไตร่ตรองมีน้อยที่สุดจำนวน 122 คน 2) สไตลการเรียนรู้มีอิทธิพลทางบวกต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 สไตลคือสไตลการเรียนรู้แบบนักไตร่ตรอง แบบนักคิดวิเคราะห์ และแบบนักใช้สามัญสำนึก 3) สไตลการสอน 4 สไตล และสไตลการเรียนรู้ 2 สไตล มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 44.44 โดยสไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักจิตนาการ เป็นสไตลที่มีปฏิสัมพันธ์กับสไตลการเรียนรู้มากที่สุด และเป็นลบทุกค่า คือ สไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักจิตนาการกับสไตลการเรียนรู้แบบนักไตร่ตรอง แบบนักหลักการ และแบบนักปฏิบัติ ในขณะที่สไตลการสอนที่เหมาะสมกับนักคิดวิเคราะห์มีปฏิสัมพันธ์กับสไตลการเรียนรู้แบบนักคิดวิเคราะห์เป็นอิทธิพลทางบวกเพียงค่าเดียว Bahar (2009, pp. 31-42) พบว่า นักเรียนทุกสไตลยกเว้นสไตลหลักถูกกระตุ้นให้แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่มีสไตลอิสระ สไตลแข่งขัน สไตลการมีส่วนร่วมจะมีคะแนนความสำเร็จค่อนข้างสูงกว่านักเรียนที่มีสไตลหลัก สไตลพึ่งพา ดังนั้นสไตลการสอนจึงมีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และ Hamida, J. Sidek, (2009, pp. 58-66) พบว่าร้อยละ 77 ของนักเรียนที่ตอบสนองโดยทั่วไปมีสไตลการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ในสไตลการเรียนรู้ที่อิสระ การออกแบบการสอนของครูผู้สอนจะประสบผลสำเร็จได้ต้องสอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในครั้งนี้นำวิจัยได้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะและใช้ปัญหาเป็นฐานมาปรับใช้เพื่อออกแบบการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น ๆ โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญหน้า ฝึกให้นักเรียนได้นำเสนอชิ้นงานจากที่เข้าร่วมกันออกแบบชิ้นงาน โดยให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับฟังถึงแนวทางในการออกแบบชิ้นงานและแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม เพื่อที่จะให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้ซักถามข้อสงสัยพร้อมทั้งร่วมเป็นกรรมการในการให้คะแนน ซึ่งจะเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างตัวนักเรียนเอง และยังฝึกให้นักเรียนได้รับฟังและยอมรับในความคิดเห็นต่างของนักเรียนกลุ่มอื่นด้วย

1.2 เนื่องจากเวลาที่จำกัดในแต่ละขั้นตอนอาจทำให้ล่าช้าเสียเวลา เริ่มตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหาหรือสถานการณ์ ซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นและขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ไขปัญหาและต้องสรุปองค์ความรู้ที่ตนเอง รวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกสารเคมี และวัสดุ-อุปกรณ์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา พร้อมบอกเหตุผลประกอบ ถ้านักเรียนไม่สามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่หาได้หรือไม่สามารถบอกเหตุผลประกอบเองได้ก็ไม่สามารถผ่านไปสู่อขั้นตอนต่อไปได้เช่นเดียวกัน ส่วนขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานนักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลานานพอสมควรในการระดมความคิด ขั้นตอนทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นประเมินและปรับปรุงนั้น จากการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพบถือว่านักเรียนสามารถดำเนินการไปได้ด้วยความตั้งใจ สนุกกับการเรียนรู้ในทุกกิจกรรม ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องคอยดูแลนักเรียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา สังเคราะห์ข้อมูลและสามารถบอกเหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องด้วยตัวของนักเรียนเองและให้เวลากับนักเรียนมากพอด้วย

1.3 ในการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา มีความจำเป็นที่ต้องใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีร่วมด้วยเพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูลในการพิจารณา วิเคราะห์ สังเคราะห์ในการแก้ปัญหาด้วยเวลาที่จำกัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลมาเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ทันทั่วทั้งที่ ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนล่าช้าออกไปไม่เป็นไปตามกิจกรรมที่ออกแบบไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 การให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนควรมีการทบทวนความรู้ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสียก่อน เพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง เพราะนักเรียนยังมีความสับสนอยู่มาก ปฏิบัติยังไม่คล่อง และครูควรตรวจเช็คจัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ สารเคมี ให้ครบพร้อมใช้ก่อนการเรียนทุกครั้ง

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรวิจัยและพัฒนากิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการร่วมมือกันของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เพื่อช่วยกันออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้ชัดเจนหลากหลาย และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาในด้านอื่น ๆ เช่นการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ควรวิจัยผลการพัฒนาจากการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้หรือแก้ปัญหาในชุมชนของตน

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กวิน เชื้ออมกลาง. (2556). เรียนรู้แบบ STEM ผ่านหุ่นยนต์ : สร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 26-29.
- เดือนงาม นามเมือง. (2552). Problem-based Learning (PBL) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน. *วารสารวิชาการ*, 12(2), 34 - 36.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : ทักษะแบบองค์รวม*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอร์. ศึกษาศาสตร์. (2551). *ลีลาการเรียนรู้-ลีลาการสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- . (2557). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัสรีนทร์ บือชา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิรมิข เพียรประเสริฐ. (2556). เรียนรู้แบบ STEM ผ่านหุ่นยนต์ : สร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 23-25.
- บัญชา แสนทวี และคณะ. (2551). *คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้สารและสมบัติของสาร ม. 4 - 6*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2553). *การวิจัยสำหรับครู*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2558). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). มหาสารคาม: ตัดศิลาการพิมพ์.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2554). *วิจัยการเรียนการสอน*. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- พรทิพย์ ศิริภักทรชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 33(2), 49-56.
- พรรณิ ภูนาสี. (2557). *ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การสอนกับสไตล์การเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรี อินทปัญญาและคณะ. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์. การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย”*. มหาวิทยาลัยนเรศวร. ครั้งที่ 7. 30-31 มีนาคม 2558.
- มรกต หมั่นวิศา. (2556). *ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การเรียนรู้และสไตล์การสอนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รมิดา ขาญประโคน. (2554). *โครงการวิทยาศาสตร์และสิ่งประดิษฐ์คิดค้น*. กรุงเทพฯ: วังอักษร.
- รัชชพล ธนानวงค์. (2556 ก). *เรียนรู้สถานะโลกออนไลน์ด้วย STEM Education แบบบูรณาการ*. *นิตยสาร สสวท.*, 41(182), 15 - 20.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2554). *จิตวิทยาในชั้นเรียน (ฉบับปรับปรุง)*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: ธนภรณ์การพิมพ์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศศิธร เวียงจะลย์. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศุภชัย มาตาชาติ. (2556). *การวิเคราะห์จำแนกสไตล์การเรียนรู้ในโมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอำนาจเจริญ : การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างแบบผสม*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด.
- . (2558). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2544). *พัฒนาการของคุณภาพ นักเรียนประถมศึกษาและแนวทางการประเมิน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม. สกสค. ประสานการพิมพ์.
- . (2553). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กทม. สกสค. ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). *การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สายชล สุขโข (2557). ความเข้าใจโมเดลและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. *วทร.22 การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน สะเต็มประเทศไทย นวัตกรรมการศึกษาไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา*. 5 – 7 มีนาคม 2558.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท*, 42(186), 3-5.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). *สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย สหรัฐอเมริกา*. *สมาคมครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19 (มกราคม – ธันวาคม), 15 – 18.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Bahar, M. (2009). The Relationships Between Pupils' Learning Styles and The Performance in Mini Science Projects. *Educational Science : Theory and Practice*, 9(1), 31-42.
- Graf, S. and Lui. T. C. (2008). Interactions Between Students' Learning Styles, Achievement and Behavior in Mismatched Courses. in *IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age*. p. 223-230. Freiburg, Germany: IADIS Press.
- Hamidah, J. Sidek, Sarina, M. N. and Kamaruzaman, J. (2009). The Social Interaction Learning Styles of Science and Social Science Students. *Asian Social Science*, 5(7), 58-66.
- Keefe, W. and Ferrell, B. (1990). Developing a Defensible Learning Style Paradigm. *Educational Leadership*, 48, 57-61.