

การจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์:
การวิเคราะห์องค์ประกอบและการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง
Classification of Upper Secondary School Students Based on Motivation in
Mathematics Learning: Factor Analysis and Latent Profile Analysis

ปิยะณัฐ กันทา^{1*} น้าผึ้ง อินทะเนตร² และ นนทกาล กันทา³
Piyanat Kantha^{1*} Nampueng Intanate² and Nonthakan Kantha³

¹สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงใหม่
(Secondary Educational Service Area Office Chiang Mai)

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
(Faculty of Education, Chiang Mai University)

³โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ
(Navamindarajudis Phayap School)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง ตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) จำนวน 367 คน และระยะที่ 2 สำหรับการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (LPA) จำนวน 1,085 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ 26 ข้อ ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้วยค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.933 ผลการวิจัยพบว่า (1) องค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง การมีส่วนร่วม และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 59.75 และ (2) ผลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงพบว่า โมเดล 5 กลุ่มมีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ($E_k = 0.822$, $AIC = 7155.65$, $BIC = 7280.39$) ประกอบด้วย กลุ่มเมินเฉย (ร้อยละ 2.49) กลุ่มขยันหมั่นเพียร (ร้อยละ 58.71) กลุ่มวิตกกังวล (ร้อยละ 17.42) กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก (ร้อยละ 16.96) และกลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวล (ร้อยละ 4.42) นอกจากนี้ยังพบว่า เพศ ระดับชั้น และแผนการเรียนมีความสัมพันธ์กับโปรไฟล์แรงจูงใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$)

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์กลุ่มแฝง แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์

ABSTRACT

This study aimed to analyze the factor structure of mathematics learning motivation among upper secondary school students and to classify students based on their mathematics learning motivation profiles using Latent Profile Analysis. The sample was divided into two phases: Phase 1 consisted of 367 students for Exploratory Factor Analysis (EFA), and Phase 2 consisted of 1,085 students for Latent Profile Analysis (LPA), both obtained through multi-stage random sampling from Grade 10 – 12 students in schools under the Secondary Educational Service Area Office during the first semester of the 2025 academic year. The research instrument was a 26-item mathematics learning motivation scale with a 5-point rating scale, which was validated with IOC values ranging from 0.60 to 1.00 and a reliability coefficient (α) of 0.933. The findings revealed that (1) The factor structure of mathematics learning motivation comprised three factors: Self-Confidence, Engagement, and Mathematics Anxiety, which together accounted for 59.75% of the total variance, and (2) the Latent Profile Analysis indicated that the five-profile model provided the best fit to the data ($E_k = 0.822$, $AIC = 7155.65$, $BIC = 7280.39$), consisting of the Passive Learners group (2.49%), the Diligent Learners group (58.71%), the Anxious Learners group (17.42%), the Confident and Positive Learners group (16.96%), and the Anxiety-Driven Learners group (4.42%). Furthermore, gender, grade level, and academic track were found to be significantly associated with motivation profiles ($p < .001$).

KEYWORDS: Factor analysis, Latent profile analysis, Mathematics learning motivation

**Corresponding author, E-mail: piyanat.kantha@gmail.com Tel. 0649549545*

Received: 22 February 2026 /Revised: 7 April 2026 /Accepted: 8 May 2026 /Published online: 24 August 2026

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2020) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมิน Programme for International Student Assessment (PISA) พบว่า คะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD อย่างต่อเนื่อง (OECD, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยที่มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำและไม่ถึงร้อยละ 50 อย่างต่อเนื่อง (National Institute of Educational Testing Service, 2025) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทยยังเป็นประเด็นที่มีความท้าทายสำหรับการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน เมื่อศึกษาถึงตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า แรงจูงใจในการเรียน (Motivation to Learn) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก (Ryan & Deci, 2020) โดยมีพื้นฐานมาจากกรอบทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Self-Determination Theory: SDT) ของ Ryan & Deci (2000) ที่อธิบายถึงแรงจูงใจของผู้เรียน มีอิทธิพลที่ส่งผลต่อทั้งความตั้งใจในการเรียน ความพากเพียร และความสุขในการเรียนรู้ของผู้เรียน ยังสอดคล้องกับ ทฤษฎีความคาดหวัง-คุณค่า (Expectancy-Value Theory) ของ Eccles et al. (1983, อ้างถึงใน Wigfield & Eccles, 2020) ได้อธิบายเกี่ยวกับแรงจูงใจของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับความเชื่อในการประสบความสำเร็จในงาน และการรับรู้คุณค่าของงาน รวมไปถึง

ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) และการมีส่วนร่วม (Engagement) ในทางกลับกัน ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) ถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีอิทธิพลเชิงลบต่อแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดย Richardson & Suinn (1972, อ้างถึงใน Hembree, 1990) ได้นิยามถึงความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความรู้สึกตึงเครียด และความกังวลที่เข้ามารบกวนการดำเนินการและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ทอจีมาน (Meta-analysis) ของ Hembree (1990) และงานวิจัยของ Caviola et al. (2022) พบว่า ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มที่สูงในนักเรียนหญิงและนักเรียนที่เรียนในสายการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

งานวิจัยด้านจิตวิทยาการศึกษาได้มุ่งเน้นในการค้นหาความแตกต่างของลักษณะแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อย (Marsh et al., 2022) ซึ่งใช้วิธีการทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (Latent Profile Analysis: LPA) โดยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง เป็นวิธีการทางสถิติที่จำแนกบุคคลออกเป็นกลุ่มที่มีรูปแบบเฉพาะบนพื้นฐานของตัวแปรหลายตัวแปรพร้อมกัน (Vermunt & Magidson, 2021) จากงานวิจัยของ Viljaranta et al. (2016) และ Federici et al. (2015) ที่มีการใช้ LPA ในการวิเคราะห์กลุ่มของแรงจูงใจ พบว่า ได้พบโปรไฟล์ที่หลากหลาย ตั้งแต่กลุ่มที่มีแรงจูงใจสูงทุกด้านไปจนถึงกลุ่มที่มีความวิตกกังวลสูงแต่ยังคงมีการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนของแรงจูงใจในการเรียน จากการศึกษาแรงจูงใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในบริบทของประเทศไทย ยังไม่พบการศึกษาแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งนักเรียนในช่วงวัยระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นช่วงวัยของการเปลี่ยนผ่านก่อนการเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา โดยมีแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งส่งผลต่อการเลือกสาขาวิชา และเส้นทางอาชีพในระยะยาว (Luttenberger et al., 2018) จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า โครงสร้างขององค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์มีความหลากหลายตามบริบทของการศึกษา ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนในโครงสร้างองค์ประกอบดังกล่าว

จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาโครงสร้างองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และจำแนกกลุ่มนักเรียนตามลักษณะของโปรไฟล์แรงจูงใจที่ค้นพบ โดยใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา ในการออกแบบกลยุทธ์การสอนคณิตศาสตร์ และการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างนักเรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงจุดมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ (Motivation in Mathematics Learning) หมายถึง สภาวะทางจิตใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำกับทิศทาง ความเข้มข้น และความต่อเนื่องของพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ทั้งแรงจูงใจทางบวกและแรงจูงใจทางลบ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง การมีส่วนร่วม และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ โดยวัดจากแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 26 ข้อ ที่มีมาตรวัดประมาณค่าแบบ 5 ระดับ

2. ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) หมายถึง ระดับการรับรู้และประเมินความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ รวมถึงความเชื่อว่าตนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหา แก้ปัญหา และประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้

3. การมีส่วนร่วม (Engagement) หมายถึง ระดับความกระตือรือร้น ความพยายาม และการลงมือปฏิบัติของนักเรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งการมีส่วนร่วมเชิงพฤติกรรม อารมณ์ และการรับรู้

4. ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) หมายถึง ระดับความรู้สึกกังวล หวาดกลัว หรือตึงเครียด ที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณหรือการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ ประสิทธิภาพในการเรียนและการทำข้อสอบลดลง ในการวิจัยครั้งนี้วัดโดยข้อคำถามเชิงลบ

5. โปรไฟล์แฝง (Latent Profile) หมายถึง กลุ่มย่อยที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ซึ่งจำแนกนักเรียนออกตามรูปแบบ ของคะแนนองค์ประกอบแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้านพร้อมกัน โดยนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน จะมีลักษณะ โปรไฟล์แรงจูงใจที่คล้ายคลึงกัน และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการสังเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของ Fennema & Sherman (1976), Hembree (1990), Ramirez et al. (2013), Ma & Kishor (1997), Wigfield & Meece (1988), Ashcraft & Krause (2007), Ashcraft (2002) และ Maloney et al. (2015) โดยองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้จากการ สังเคราะห์จำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การมีส่วนร่วมและความพยายาม และ ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบทั้ง 4 นี้ถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบวัดแรงจูงใจในการเรียน คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) และนำผลจากการวิเคราะห์ EFA มาเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (Latent Profile Analysis: LPA) เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป กรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดัง Figure 1

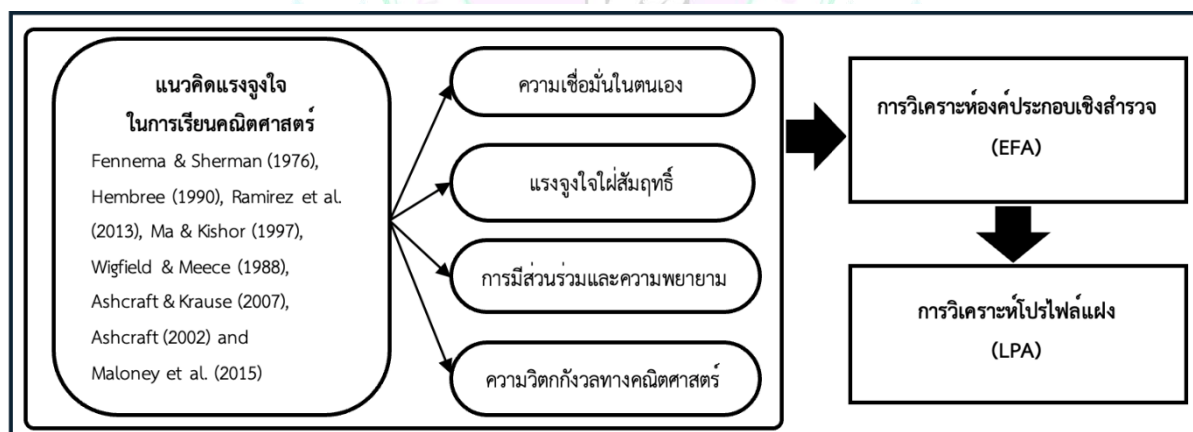


Figure 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1,043,544 คน จากสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาทั้งหมด 62 เขต (Office of the Basic Education Commission, 2025)

ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกำหนดขนาดตัวอย่างตามเกณฑ์ของ Comrey & Lee (1992) ที่ระบุว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบควรมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 300 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยแบ่งสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาทั่วประเทศออกเป็น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ จากนั้นสุ่มอย่างง่ายเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาละ 1 เขต และสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนจากแต่ละเขตพื้นที่ เขตละ 1 โรงเรียน แล้วจึงสุ่มห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน ได้ตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 367 คน และระยะที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลสำหรับการจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง โดยกำหนดขนาดตัวอย่างตามเกณฑ์จากงานวิจัยของ Lubke & Neale (2006) ที่แนะนำว่าการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (Latent Profile Analysis: LPA) ควรมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 1,000 คน เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์และการตัดสินใจเลือกจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม (Model Fit) มีความถูกต้องและแม่นยำ ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนโดยแบ่งสำนักงานเขตพื้นที่ออกเป็น 4 ภูมิภาค ตามระยะที่ 1 จากนั้นสุ่มอย่างง่ายเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาละ 2 เขต รวม 8 เขตพื้นที่ และสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนจากแต่ละเขตพื้นที่ เขตละ 1 โรงเรียน รวม 8 โรงเรียน ในแต่ละโรงเรียนสุ่มห้องเรียนจำแนกตามแผนการเรียน 3 แผน ได้แก่ แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ แผนการเรียนศิลป์คำนวณ และแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์ โดยสุ่มระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 แผนการเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมโรงเรียนละ 9 ห้องเรียน ได้ตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 1,085 คน

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของ Fennema & Sherman (1976), Hembree (1990), Ramirez et al. (2013), Ma & Kishor (1997), Wigfield & Meece (1988), Ashcraft & Krause (2007), Ashcraft (2002), และ Maloney et al. (2015) เพื่อกำหนดนิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการและกรอบแนวคิดที่ใช้ในการสร้างข้อคำถาม ซึ่งได้อิงองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การมีส่วนร่วมและความพยายาม และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์

2. สร้างข้อคำถามตามนิยามและกรอบแนวคิดที่กำหนด ได้ข้อคำถามจำนวน 35 ข้อ โดยเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (0 1 2 3 4)

3. นำข้อคำถามทั้ง 35 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ของ Kanjanawasee (2013) ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4, 10, 13, 17, 24, 27, 28 และ 34 จึงตัดออก ดังนั้น ได้ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 จำนวน 27 ข้อ

4. นำแบบวัดจำนวน 27 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation: r_{xy}) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 11 จึงตัดออก ดังนั้น ได้ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 26 ข้อ ประกอบด้วย ข้อคำถามเชิงบวก จำนวน

20 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ จำนวน 6 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่น โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค (α) มีค่าเท่ากับ 0.933

5. กำหนดลำดับและเลขข้อของข้อคำถามใหม่ทั้ง 26 ข้อ และนำข้อคำถามเข้าฉบับเป็นแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ติดต่อสถานศึกษาในการเก็บข้อมูลและให้นักเรียนที่เป็นตัวอย่างทำแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 26 ข้อ ทั้งในรูปแบบกระดาษและรูปแบบออนไลน์ ผ่าน Google Form

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของการตอบแบบวัด จากนั้นนำมาลงรหัสผู้ตอบ และกรอกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ได้จำนวน 398 ฉบับ จากทั้งหมด 480 ฉบับ คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 82.92 สำหรับข้อคำถามที่เป็นเชิงลบ ผู้วิจัยได้ทำการกลับค่าคะแนนของการตอบ และเมื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของการตอบที่สมบูรณ์ ได้จำนวน 367 ฉบับ

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการโดยใช้วิธีการสกัดองค์ประกอบแบบ Principal Axis Factoring (PAF) และหมุนแกนองค์ประกอบแบบ Oblique Rotation ด้วยวิธี Oblimin เพื่อให้สอดคล้องกับข้อสมมติที่ว่าองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์อาจมีความสัมพันธ์กัน โดยพิจารณาจำนวนองค์ประกอบจากค่า Eigenvalue ที่มากกว่า 1.00 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป

4. นำองค์ประกอบจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมาเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์โทโปไฟล์แฟง เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ได้จำนวน 1,122 ฉบับ จากทั้งหมด 1,440 ฉบับ คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 77.92 และเมื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของการตอบที่สมบูรณ์ ได้จำนวน 1,085 ฉบับเพื่อนำไปวิเคราะห์กลุ่มแฟงต่อไป

ผลการวิจัย

สำหรับผลการวิจัย ขอนำเสนอออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลก่อนดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ด้วยค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) พบว่าค่า KMO เท่ากับ 0.946 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (Meritorious) และผลการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity พบว่ามีค่า $\chi^2 = 5663.19$, $df = 325$, $p < .001$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) ดังนั้น ข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ แสดงดัง Table 1

Table 1 ค่า Eigenvalue และความแปรปรวนที่อธิบายได้ของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	Eigenvalue	ร้อยละของความแปรปรวน	ร้อยละสะสม
1	8.296	31.91	31.91
2	4.138	15.92	47.83
3	3.099	11.92	59.75

จาก Table 1 พบว่า องค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ สามารถอธิบายความแปรปรวนของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 59.75 โดยองค์ประกอบที่ 1 อธิบายความแปรปรวนได้มากที่สุดคือร้อยละ 31.91 รองลงมา คือ องค์ประกอบที่ 2 อธิบายได้ร้อยละ 15.92 และองค์ประกอบที่ 3 อธิบายได้ร้อยละ 11.92 ตามลำดับ หลังจากหมุนแกน องค์ประกอบแล้ว พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์แสดงดัง Table 2

Table 2 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ข้อคำถาม	Factor 1	Factor 2	Factor 3	h ²
1	ฉันสนใจและอยากเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ	0.760			0.816
2	ฉันรู้สึกสนุกและอยากลองทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน	0.781			0.772
3	ฉันมักจะพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่ครูอธิบายเนื้อหา คณิตศาสตร์		0.530		0.491
4	ฉันจะกังวลและกลัวตอบคำถามผิดเมื่อครูสุ่มเรียกให้ตอบคำถาม คณิตศาสตร์			0.619	0.390
5	ฉันจะรู้สึกท้อใจเมื่อเห็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เข้าใจ			0.710	0.556
6	ฉันชอบอธิบายวิธีคิดหรือวิธีทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เพื่อน ๆ	0.689			0.615
7	ฉันมั่นใจว่าจะทำข้อสอบคณิตศาสตร์เสร็จตามเวลาที่กำหนด	0.486			0.454
8	ฉันชอบข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ต้องมีการคำนวณ	0.769			0.694
9	ฉันมักรู้สึกว่าการทำข้อสอบคณิตศาสตร์เกินความสามารถของฉัน			0.722	0.497
10	ฉันคิดว่าจะสอบคณิตศาสตร์ผ่าน เพราะเตรียมตัวมาดีแล้ว	0.599			0.562
11	ฉันรู้สึกท้อใจเมื่อได้ทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	0.651			0.600
12	ฉันจะพยายามแก้โจทย์ปัญหามากกว่าจะหาคำตอบได้		0.774		0.755
13	ฉันมักจะมั่นใจในวิธีทำและคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	0.802			0.661
14	ฉันมักจะหลีกเลี่ยงการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน			0.686	0.482
15	ฉันรู้สึกวิตกกังวลเมื่อต้องแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คนเดียว			0.752	0.566
16	ฉันรู้สึกมั่นใจเมื่อต้องตอบคำถามคณิตศาสตร์ต่อหน้าผู้อื่น		0.787		0.547
17	ฉันดีใจกับตัวเองเมื่อแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้นได้	0.720			0.566
18	ฉันมักจะถามครูหรือเพื่อน เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์		0.752		0.498
19	ฉันจะมีส่วนร่วมกับเพื่อนๆ เมื่อทำกิจกรรมกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์		0.769		0.767
20	ฉันมักเข้าร่วมกิจกรรมหรือการแข่งขันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	0.836			0.559
21	ฉันรู้สึกว่าฉันมีความสามารถในการเรียนและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	0.766			0.646
22	ฉันคิดว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญและความจำเป็นต่อการใช้ ชีวิตประจำวัน		0.775		0.721
23	ฉันคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ได้ยากจนเกินความสามารถ	0.855			0.648

Table 2 คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	ข้อคำถาม	Factor 1	Factor 2	Factor 3	h ²
24	ฉันมักมองว่าฉันเหมาะกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ การคำนวณ และตัวเลข	0.924			0.692
25	ฉันรู้สึกวุ่นวายใจที่ครูสอนเป็นสิ่งที่ไม่ได้ยากเกินความสามารถ	0.510			0.470
26	ฉันรู้สึกเครียดเมื่อมีคนพูดถึงคณิตศาสตร์หรือตัวเลข			0.695	0.509

จาก Table 2 พบว่า ข้อคำถามทั้ง 26 ข้อ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไปทุกข้อ โดยจัดกลุ่มได้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) องค์ประกอบที่ 2 การมีส่วนร่วม (Engagement) และองค์ประกอบที่ 3 ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) รายละเอียดมีดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.486 ถึง 0.924 ประกอบด้วยข้อคำถาม 14 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1 ฉันสนใจและอยากเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ข้อที่ 2 ฉันรู้สึกสนุกและอยากลองทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ข้อที่ 6 ฉันชอบอธิบายวิธีคิดหรือวิธีทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เพื่อน ๆ ข้อที่ 7 ฉันมั่นใจว่าจะทำข้อสอบคณิตศาสตร์เสร็จตามเวลาที่กำหนด ข้อที่ 8 ฉันชอบข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ต้องมีการคำนวณ ข้อที่ 10 ฉันคิดว่าจะสอบคณิตศาสตร์ผ่าน เพราะเตรียมตัวมาดีแล้ว ข้อที่ 11 ฉันรู้สึกท้าทายเมื่อได้ทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้อที่ 13 ฉันมักจะมั่นใจในวิธีทำและคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้อที่ 17 ฉันดีใจกับตัวเองเมื่อแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้นได้ ข้อที่ 20 ฉันมักเข้าร่วมกิจกรรมหรือการแข่งขันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ข้อที่ 21 ฉันรู้สึกว่าฉันมีความสามารถในการเรียนและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ข้อที่ 23 ฉันคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ได้ยากเกินความสามารถ ข้อที่ 24 ฉันมักมองว่าฉันเหมาะกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ การคำนวณ และตัวเลข และข้อที่ 25 ฉันรู้สึกวุ่นวายใจที่ครูสอนเป็นสิ่งที่ไม่ได้ยากเกินความสามารถ

องค์ประกอบที่ 2 การมีส่วนร่วม (Engagement) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.530 ถึง 0.787 ประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 3 ฉันมักจะพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่ครูอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ ข้อที่ 12 ฉันจะพยายามแก้โจทย์ปัญหามากกว่าจะหาคำตอบได้ ข้อที่ 16 ฉันรู้สึกมั่นใจเมื่อต้องตอบคำถามคณิตศาสตร์ต่อหน้าผู้อื่น ข้อที่ 18 ฉันมักจะถามครูหรือเพื่อน เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ข้อที่ 19 ฉันจะมีส่วนร่วมร่วมกับเพื่อนๆ เมื่อทำกิจกรรมกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ และข้อที่ 22 ฉันคิดว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญและความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวัน

องค์ประกอบที่ 3 ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.619 ถึง 0.752 ประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามเชิงลบ ได้แก่ ข้อที่ 4 ฉันจะกังวลและกลัวตอบคำถามผิดเมื่อครูสุ่มเรียกให้ตอบคำถามคณิตศาสตร์ ข้อที่ 5 ฉันจะรู้สึกท้อใจเมื่อเห็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เข้าใจ ข้อที่ 9 ฉันมักรู้สึกวุ่นวายใจกับข้อสอบคณิตศาสตร์เกินความสามารถของฉัน ข้อที่ 14 ฉันมักจะหลีกเลี่ยงการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ข้อที่ 15 ฉันรู้สึกวิตกกังวลเมื่อต้องแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คนเดียว และข้อที่ 26 ฉันรู้สึกเครียดเมื่อมีคนพูดถึงคณิตศาสตร์หรือตัวเลข

ตอนที่ 2 ผลการจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง

ผลการจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามลักษณะของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง โดยใช้คะแนนองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) องค์ประกอบที่ 2 การมีส่วนร่วม (Engagement) และองค์ประกอบที่ 3 ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงโดยทดสอบโมเดลตั้งแต่ 2 ถึง 6 กลุ่ม และเปรียบเทียบค่าดัชนีความเหมาะสมของโมเดล (Model Fit Indices) เพื่อเลือกจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด แสดงผลการวิเคราะห์ดัง Table 3

Table 3 ค่าดัชนีความเหมาะสมของโมเดลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง 2 – 6 กลุ่ม

จำนวนกลุ่ม	Loglikelihood	AIC	BIC	Entropy (E_k)
2	-3715.810	7457.62	7522.48	0.686
3	-3683.894	7401.79	7486.61	0.622
4	-3621.007	7284.01	7388.79	0.686
5	-3552.826	7155.65	7280.39	0.822
6	-3531.530	7121.06	7265.75	0.755

จาก Table 3 พบว่า ได้วิเคราะห์โปรไฟล์แฝงรวม 5 โมเดล มีจำนวนกลุ่มในแต่ละโมเดลตั้งแต่ 2, 3, 4, 5 และ 6 กลุ่ม โดยพิจารณาความกลมกลืนของการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงจากค่า AIC, BIC มีค่าน้อยยิ่งดี และค่า Entropy (E_k) ควรมีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่ามีความแม่นยำในการจัดกลุ่มสูง ซึ่งพบว่า โมเดลที่มีโปรไฟล์แฝง 5 กลุ่ม มีความเหมาะสมกับข้อมูล และตรงตามเกณฑ์การพิจารณามากที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า Entropy พบว่า มีค่าสูงที่สุด ($E_k = 0.822$) สำหรับค่า AIC = 7155.65 และค่า BIC = 7280.39 ต่ำกว่าโมเดล 2, 3 และ 4 กลุ่มอย่างชัดเจน

จากผลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง 5 กลุ่ม สามารถจำแนกนักเรียนตามลักษณะของโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดัง Table 4

Table 4 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์จำแนกตามโปรไฟล์ 5 กลุ่ม (n = 1,085)

โปรไฟล์	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	ค่าเฉลี่ย		
			ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence)	การมีส่วนร่วม (Engagement)	ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety)
กลุ่มที่ 1	27	2.49	0.85 (ต่ำ)	1.14 (ต่ำ)	3.01 (ต่ำ)
กลุ่มที่ 2	637	58.71	2.14 (ปานกลาง)	2.84 (สูง)	1.57 (ปานกลาง)
กลุ่มที่ 3	189	17.42	0.92 (ต่ำ)	2.39 (ปานกลาง)	0.46 (สูง)
กลุ่มที่ 4	184	16.96	3.02 (สูง)	3.51 (สูง)	3.01 (ต่ำ)
กลุ่มที่ 5	48	4.42	3.65 (สูง)	3.76 (สูง)	0.29 (สูง)

*หมายเหตุ เกณฑ์การแปลผลคะแนนเฉลี่ย ระดับสูง มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.68 – 4.00, ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.34 – 2.67

และระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.00 – 1.33 ส่วนด้านความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ แปลผลตรงกันข้าม

จาก Table 4 พบว่า ลักษณะของแต่ละโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยตั้งชื่อโปรไฟล์ตามลักษณะของนักเรียนที่สะท้อนจากระดับความเชื่อมั่นในตนเอง การมีส่วนร่วม และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มเมินเฉย (Passive Learners) มีนักเรียนจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 2.49 ซึ่งมีจำนวนน้อยที่สุดจากทั้ง 5 กลุ่ม โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง การมีส่วนร่วม และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำทุกด้าน นั่นคือ เป็นนักเรียนที่มีลักษณะไม่สนใจหรือไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียนคณิตศาสตร์ และไม่คอยรู้สึกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่มที่ 2 กลุ่มขยันหมั่นเพียร (Diligent Learners) มีนักเรียนจำนวน 637 คน คิดเป็นร้อยละ 58.71 ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดจากทั้ง 5 กลุ่ม โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความโดดเด่นด้านการมีส่วนร่วม อยู่ในระดับสูง ส่วนด้าน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือ เป็นนักเรียนที่มีความพยายาม ขยันหมั่นเพียร และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีสมดุลระหว่างความมั่นใจและความวิตกกังวล ในระดับปานกลาง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวล (Anxious Learners) มีนักเรียนจำนวน 189 คน คิดเป็นร้อยละ 17.42 โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความโดดเด่นด้านความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง และมีความเชื่อมั่นในตนเองในระดับต่ำ แต่ในด้านการมีส่วนร่วม อยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือ เป็นนักเรียนที่มีความกังวลและไม่ค่อยมั่นใจในตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ยังพยายามเรียนและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

กลุ่มที่ 4 กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก (Confident and Positive Learners) มีนักเรียนจำนวน 184 คน คิดเป็นร้อยละ 16.96 โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง และการมีส่วนร่วม อยู่ในระดับสูง แต่มีความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ นั่นคือ เป็นนักเรียนที่มีความมั่นใจในความสามารถ กระตือรือร้น มีความพยายาม และมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่มที่ 5 กลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวล (Anxiety-Driven Learners) มีนักเรียนจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 4.42 โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง และการมีส่วนร่วม อยู่ในระดับสูง และมีความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูงเช่นกัน นั่นคือ เป็นนักเรียนที่มีความมั่นใจในความสามารถ กระตือรือร้น มีความพยายาม แต่ขับเคลื่อนด้วยความวิตกกังวล หรือความคาดหวังสูง หรือแรงกดดันในการเรียนคณิตศาสตร์

รายละเอียดลักษณะเฉพาะของแต่ละโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ การกระจายตัวของนักเรียนในแต่ละโปรไฟล์ แสดงดัง Figure 2 – 3

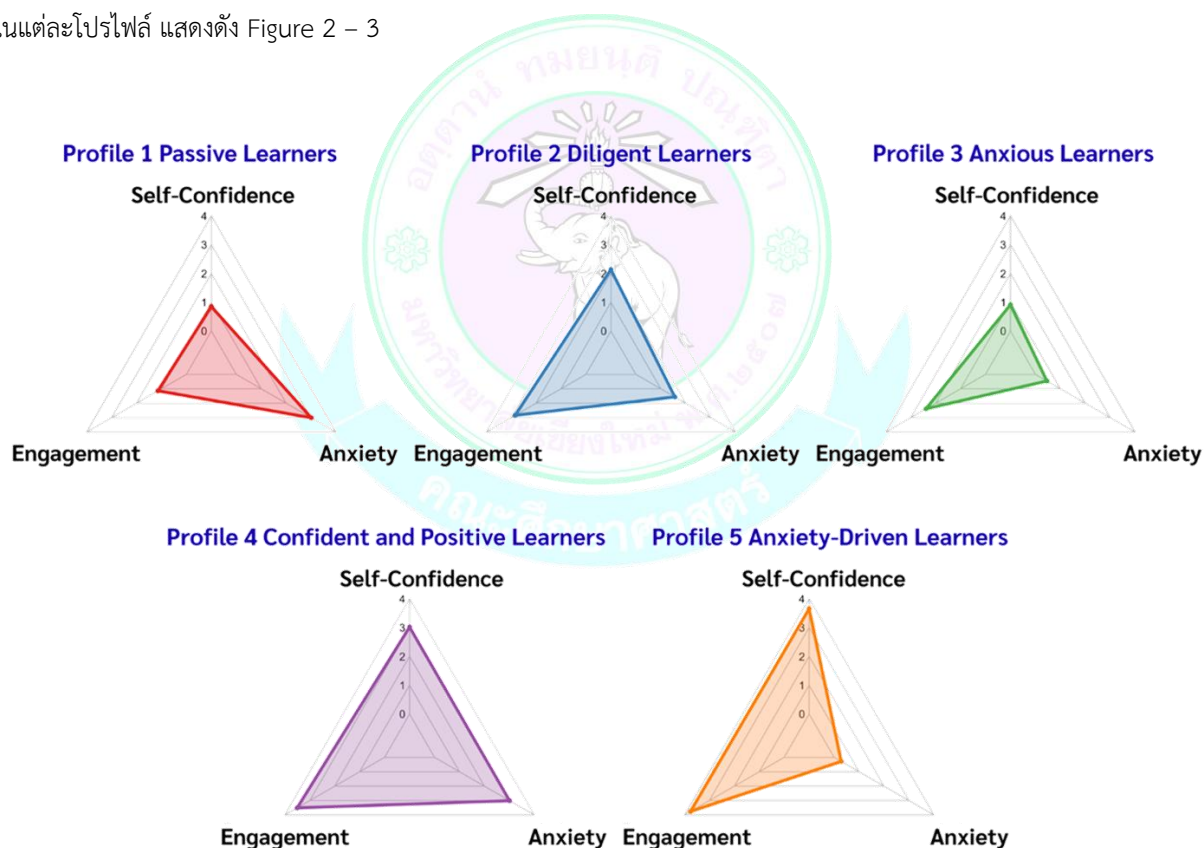


Figure 2 ลักษณะเฉพาะของแต่ละโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์

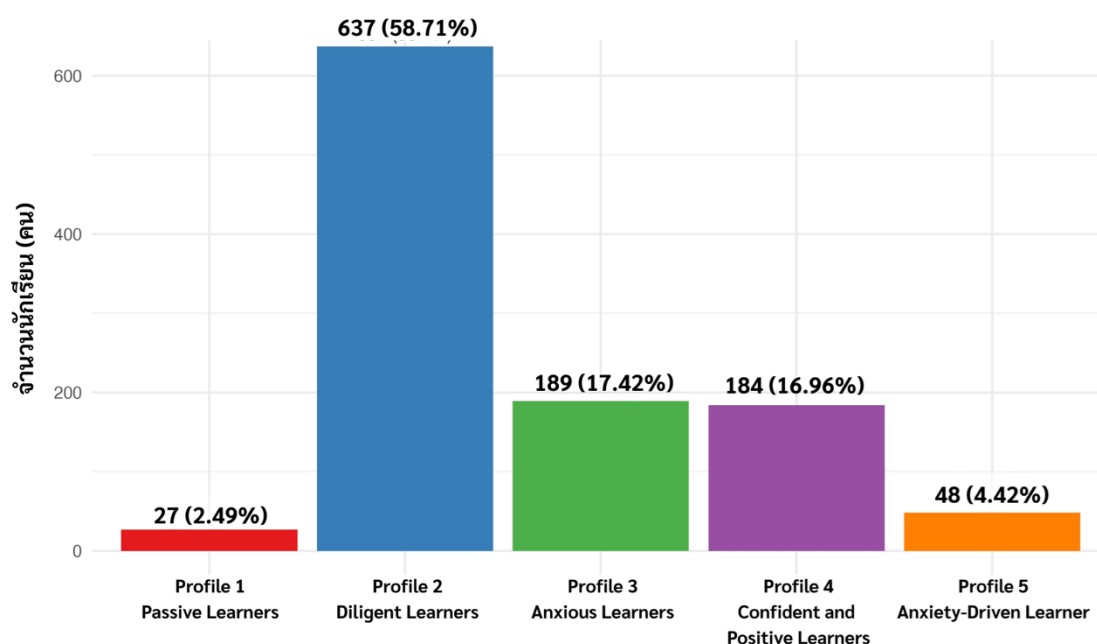


Figure 3 การกระจายตัวของนักเรียนในแต่ละโปรไฟล์

จากผลการวิเคราะห์โปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สามารถจำแนกได้ 5 กลุ่ม ผู้วิจัยได้นำโปรไฟล์แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ตารางไขว้ (Cross-Tabulation) โดยทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรภูมิหลัง 3 ตัวแปร ได้แก่ เพศ ระดับชั้น และสาขาวิชา โดยใช้การทดสอบ Chi-square (χ^2) และ Fisher's Exact Test สำหรับตัวแปรที่มีความถี่คาดหวังต่ำกว่า 5 ผลการทดสอบแสดงใน Table 5

Table 5 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโปรไฟล์แรงจูงใจกับตัวแปรภูมิหลังของนักเรียน

โปรไฟล์แรงจูงใจ	ตัวแปรภูมิหลัง							
	เพศ		ระดับชั้น			แผนการเรียน		
	ชาย	หญิง	ม.4	ม.5	ม.6	เน้นวิทยาศาสตร์	ศิลป์คำนวณ	ภาษาและสังคมศาสตร์
1. กลุ่มเมินเฉย	8 (29.63%)	19 (70.37%)	12 (44.44%)	8 (29.63%)	7 (25.93%)	15 (55.56%)	1 (3.70%)	11 (40.74%)
2. กลุ่มขยันหมั่นเพียร	199 (31.24%)	438 (68.76%)	227 (35.64%)	220 (34.54%)	190 (29.82%)	495 (77.71%)	67 (10.52%)	75 (11.77%)
3. กลุ่มวิตกกังวล	38 (20.11%)	151 (79.89%)	57 (30.16%)	76 (40.21%)	56 (29.63%)	111 (58.73%)	20 (10.58%)	58 (30.69%)
4. กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก	87 (47.28%)	97 (52.72%)	54 (29.35%)	53 (28.80%)	77 (41.85%)	167 (90.76%)	6 (3.26%)	11 (5.98%)

Table 5 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโปรไฟล์แฝงกับตัวแปรภูมิหลังของนักเรียน (ต่อ)

โปรไฟล์แฝง	ตัวแปรภูมิหลัง							
	เพศ		ระดับชั้น			แผนการเรียน		
	ชาย	หญิง	ม.4	ม.5	ม.6	เน้น วิทยาศาสตร์	ศิลป์ คำนวณ	ภาษาและ สังคมศาสตร์
5. กลุ่ม ขับเคลื่อนด้วย ความกังวล	21 (43.75%)	27 (56.25%)	13 (27.08%)	10 (20.84%)	25 (52.08%)	38 (79.16%)	5 (10.42%)	5 (10.42%)
รวม	353 (32.53%)	732 (67.47%)	363 (33.46%)	367 (33.82%)	355 (32.72%)	826 (76.13%)	99 (9.12%)	160 (14.75%)
χ^2	34.88		23.03			83.11 (Fisher's Exact)		
df	4		8			8		
p-value	<.001		.003			<.001		

จาก Table 5 พบว่า เพศ ระดับชั้น และแผนการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 3 ด้าน มีความสัมพันธ์กับกลุ่มโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ภูมิหลังด้านเพศ พบว่า การกระจายตัวของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 34.88$, df = 4, p < .001) โดยนักเรียนหญิงมีจำนวนมากกว่านักเรียนชายในทุกกลุ่ม โดยเฉพาะในกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวล มีนักเรียนหญิงจำนวน 151 คน (ร้อยละ 79.89) ส่วนนักเรียนชายมีจำนวน 38 คน (ร้อยละ 20.11) นั่นคือ นักเรียนหญิงมีแนวโน้มอยู่ในกลุ่มที่มีปัญหาความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนชาย

ภูมิหลังด้านระดับชั้นเรียน พบว่า การกระจายตัวของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 23.03$, df = 8, p = .003) เห็นได้ว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวนใกล้เคียงกัน แต่การกระจายในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามระดับชั้น พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีสัดส่วนโดดเด่นในกลุ่มที่ 1 กลุ่มเมื่อนเฉย จำนวน 12 คน (ร้อยละ 44.44) ซึ่งสูงกว่าระดับชั้นอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่านักเรียนในระดับนี้ยังขาดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีสัดส่วนสูงสุดในกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวล จำนวน 76 คน (ร้อยละ 40.21) สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนในระดับชั้นนี้ มีความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์สูง และเมื่อพิจารณาในกลุ่มที่ 4 กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีสัดส่วนสูงสุดที่จำนวน 77 คน (ร้อยละ 41.85) เมื่อเทียบกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 54 คน (ร้อยละ 29.35) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 53 คน (ร้อยละ 28.80) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น มีแนวโน้มมีความเชื่อมั่นในตนเองและแรงจูงใจเชิงบวกต่อการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ภูมิหลังด้านแผนการเรียน พบว่า การกระจายตัวของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Fisher's Exact Test = 83.11, df = 8, p < .001) โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในทุกกลุ่มเป็นนักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมคือจำนวน 826 คน (ร้อยละ 76.13) เมื่อพิจารณาตามกลุ่มโปรไฟล์ พบว่า กลุ่มที่ 4 กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก มีสัดส่วนนักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ สูงที่สุด คือ 167 คน (ร้อยละ 90.76) รองลงมาคือกลุ่มที่ 5 กลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวล จำนวน 38 คน (ร้อยละ 79.16) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงในเชิงบวกและเชิงวิตกกังวล ในทางตรงกันข้ามนักเรียนแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์มีสัดส่วนสูงสุดในกลุ่มที่ 3 กลุ่มวิตกกังวล จำนวน 58 คน

(ร้อยละ 30.69) และในกลุ่มที่ 1 กลุ่มเมินเฉย จำนวน 11 คน (ร้อยละ 40.74) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์มีแนวโน้มประสบปัญหาความวิตกกังวลหรือขาดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าแผนการเรียนอื่น สำหรับสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในแต่ละกลุ่ม จำแนกตามภูมิหลัง แสดงดัง Figure 4

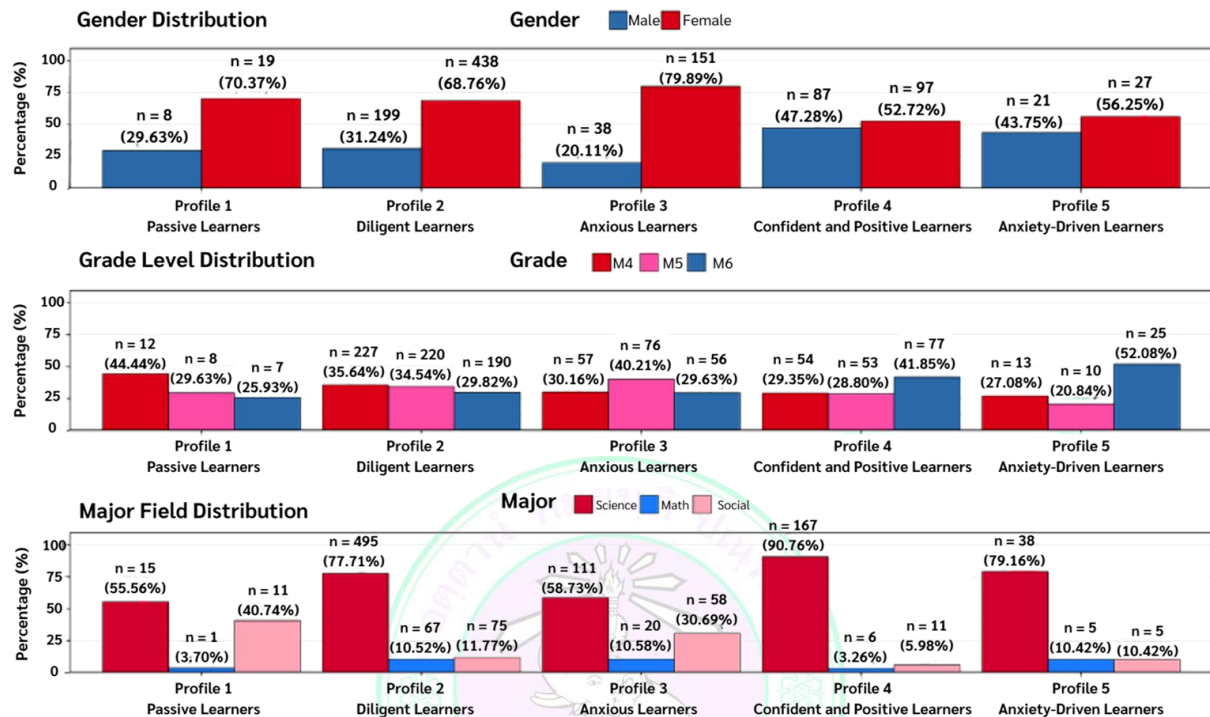


Figure 4 การกระจายตัวของตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนในแต่ละโปรไฟล์

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่า แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Confidence) การมีส่วนร่วม (Engagement) และความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Anxiety) ซึ่งอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 59.75 ผลนี้สอดคล้องกับกรอบทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Self-Determination Theory: SDT) ของ Ryan & Deci (2000) ที่อธิบายว่าแรงจูงใจของผู้เรียนมีรากฐานมาจากความรู้สึกมีความสามารถ (Competence) และการมีส่วนร่วมในกิจกรรม อีกทั้งยังสอดคล้องกับทฤษฎีความคาดหวัง-คุณค่า (Expectancy-Value Theory) ของ Eccles et al. (1983, อ้างถึงใน Wigfield & Eccles, 2020) ที่ชี้ว่าแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถของตนเองและคุณค่าที่มีต่อวิชา ซึ่งสะท้อนออกมาในองค์ประกอบความเชื่อมั่นในตนเองและการมีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งมีข้อคำถามรวม 14 ข้อ ครอบคลุมทั้งการรับรู้ความสามารถของตนเองในการทำโจทย์ ความมั่นใจในการสอบ และการมองตนเองว่าเหมาะสมกับงานที่ใช้คณิตศาสตร์ มีค่า Eigenvalue สูงที่สุดและอธิบายความแปรปรวนได้มากที่สุดคือร้อยละ 31.91 สะท้อนว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นแกนหลักของแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ในบริบทนักเรียนไทย ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Marsh et al. (2022) ที่ยืนยันว่าความเชื่อมั่นในตนเองมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) และมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับองค์ประกอบที่ 3 ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเชิงลบ 6 ข้อที่สะท้อนความกังวล ความกลัว ความเครียด และการหลีกเลี่ยง หลบหนีปัญหาที่ต้องเผชิญกับคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่แยกออกจากองค์ประกอบเชิงบวกได้อย่างชัดเจน

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Caviola et al. (2022) ที่พบว่าความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์เป็นมิติที่มีความเป็นอิสระจากองค์ประกอบแรงจูงใจเชิงบวก และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงพบว่าโมเดล 5 กลุ่มมีความเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ($E_k = 0.822$, AIC = 7155.65, BIC = 7280.39) ทำให้เห็นว่าแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ได้มีลักษณะเป็นองค์ประกอบเดียวกัน แต่มีความหลากหลายและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผลการวิจัยนี้สามารถอธิบายได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Viljaranta et al. (2016) และ Federici et al. (2015) ที่ยืนยันว่าการวิเคราะห์เน้นบุคคล (Person-Centered Approach) มีศักยภาพในการเปิดเผยความซับซ้อนของแรงจูงใจต่อการวิเคราะห์แบบตัวแปรกลาง (Variable-Centered Approach) ไม่สามารถมองเห็นได้ เมื่อพิจารณาโปรไฟล์ทั้ง 5 กลุ่ม จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขยันหมั่นเพียร (ร้อยละ 58.71) รองลงมาคือกลุ่มวิตกกังวล (ร้อยละ 17.42) กลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก (ร้อยละ 16.96) กลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวล (ร้อยละ 4.42) และกลุ่มเมินเฉย (ร้อยละ 2.49) ตามลำดับรูปแบบการกระจายตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่าแรงจูงใจของนักเรียนมีความต่อเนื่องตั้งแต่ภาวะขาดแรงจูงใจโดยสิ้นเชิง (Amotivation) ไปจนถึงแรงจูงใจภายในที่สมบูรณ์ (Intrinsic Motivation) ตามกรอบทฤษฎีการกำหนดตนเองของ Ryan & Deci (2000) ทั้งนี้ แม้กลุ่มขยันหมั่นเพียรจะเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า มีความเชื่อมั่นในตนเองเพียงระดับปานกลาง แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีความพยายามและการมีส่วนร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง แต่ยังขาดการรับรู้ความสามารถของตนเองอย่างเพียงพอ ซึ่งอาจเป็นผลจากบริบทวัฒนธรรมการศึกษาของไทยที่เน้นความขยันหมั่นเพียรมากกว่าการเสริมสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง นอกจากนี้ จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนกลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวลมีลักษณะที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง การมีส่วนร่วม และความวิตกกังวลอยู่ในระดับสูงพร้อมกัน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้แม้จะมีผลการเรียนที่ดีจากภายนอก แต่กลับแบกรับความกดดันภายในอย่างสูง ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการที่นักเรียนกลุ่มนี้พบมากในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ร้อยละ 52.08) และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 79.17) ซึ่งอาจเป็นกลุ่มที่มีการแข่งขันสูงเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาตามบริบทของสังคมไทย จากผลการวิจัยนี้จึงทำให้เห็นว่าการศึกษาทำความเข้าใจโปรไฟล์แรงจูงใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเชิงลึกจึงมีความสำคัญยิ่งกว่าการพิจารณาเพียงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในช่วงมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นช่วงวัยที่นักเรียนกำลังตัดสินใจเลือกเส้นทางการศึกษาและอาชีพในอนาคต

สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโปรไฟล์แฝงกับตัวแปรภูมิหลัง พบว่า เพศ ระดับชั้น และแผนการเรียนต่างมีความสัมพันธ์กับโปรไฟล์แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สะท้อนให้เห็นว่าบริบทการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลต่อรูปแบบแรงจูงใจอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาภูมิหลังด้านเพศจากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนหญิงมีสัดส่วนสูงในกลุ่มวิตกกังวล (ร้อยละ 79.89) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Caviola et al. (2022) ที่พบว่า ความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์มักพบสูงกว่าในนักเรียนหญิงอย่างสม่ำเสมอในหลากหลายบริบท ส่วนภูมิหลังด้านแผนการเรียน จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีสัดส่วนสูงที่สุดในกลุ่มเชื่อมั่นและใฝ่เรียนรู้เชิงบวก (ร้อยละ 90.76) ในขณะที่นักเรียนแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์มีสัดส่วนสูงในกลุ่มวิตกกังวล (ร้อยละ 30.69) และกลุ่มเมินเฉย (ร้อยละ 40.74) ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับกรอบทฤษฎีความคาดหวังคุณค่าของ Eccles et al. (1983) ที่ระบุว่า การรับรู้คุณค่าของวิชา (Task Value) มีบทบาทสำคัญในการกำหนดแรงจูงใจของผู้เรียน กล่าวคือ นักเรียนที่เลือกแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มรับรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์สูงกว่า ซึ่งส่งผลต่อโปรไฟล์แรงจูงใจเชิงบวกที่แตกต่างจากนักเรียนแผนการเรียนอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนมีโปรไฟล์แรงจูงใจที่แตกต่างกันถึง 5 รูปแบบ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในแต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ลดแรงกดดันจากการประเมินสำหรับนักเรียนกลุ่มวิตกกังวล การให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงบวกและสร้างประสบการณ์ความสำเร็จอย่างต่อเนื่องสำหรับนักเรียนกลุ่มขยันหมั่นเพียรที่ยังขาดความเชื่อมั่นในตนเอง และการดูแลทางด้านจิตใจของนักเรียนกลุ่มขับเคลื่อนด้วยความกังวลที่แม้จะมีผลการเรียนดีแต่แบกรับความกดดันภายในสูง
2. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนหญิงและนักเรียนแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์มีแนวโน้มอยู่ในกลุ่มวิตกกังวลสูงกว่ากลุ่มอื่น สถานศึกษาควรนำแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ไปใช้คัดกรองนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้การช่วยเหลือร่วมกับครูแนะแนวหรือนักจิตวิทยาโรงเรียนได้ตั้งแต่วัยเริ่มต้น
3. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนแผนการเรียนภาษาและสังคมศาสตร์มีส่วนสูงในกลุ่มวิตกกังวลและกลุ่มเมินเฉย ผู้บริหารสถานศึกษาควรออกแบบหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีความยืดหยุ่นตามแผนการเรียน โดยเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและสาขาวิชาที่นักเรียนสนใจ เพื่อเพิ่มการรับรู้คุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) เป็นพื้นฐานในการกำหนดโครงสร้างแรงจูงใจ การวิจัยครั้งต่อไปควรตรวจสอบโมเดลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) และทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัด (Measurement Invariance) ข้ามกลุ่มเพศและแผนการเรียน เพื่อยืนยันความสอดคล้องของโครงสร้างองค์ประกอบที่ค้นพบและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างกลุ่มให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น
2. การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลช่วงเวลาเดียว จึงไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโปรไฟล์แรงจูงใจได้ การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การศึกษาเชิงพลวัต (Longitudinal Study) เพื่อติดตามว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงโปรไฟล์อย่างไร ตลอดช่วงมัธยมศึกษาตอนปลาย และปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงนั้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบโปรแกรมสนับสนุนนักเรียนในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างเหมาะสม

References

- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 243–248.
- Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Mercader Ruiz, J., Szucs, D., & Mammarella, I. C. (2022). Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: A meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology Review*, 34(1), 363–399.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Federici, R. A., Skaalvik, E. M., & Tangen, T. N. (2015). Students' perceptions of the goal structure in mathematics classrooms: Relations with goal orientations, mathematics anxiety, and help-seeking behavior. *International Education Studies*, 8(3), 146–158.

- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324–326.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46.
- Kanjanawasee, S. (2013). *Classical Test Theory* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Lubke, G. H., & Neale, M. C. (2006). Distinguishing between latent classes and continuous factors: Resolution by maximum likelihood. *Multivariate Behavioral Research*, 41(4), 499–532.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311–322.
- Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26–47.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science*, 26(9), 1480–1488.
- Marsh, H. W., Pekrun, R., Parker, P. D., Murayama, K., Guo, J., Dicke, T., & Arens, A. K. (2022). The murky distinction between self-confidence and self-efficacy: Beware of lurking jingle-jangle fallacies. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 331–353.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2020). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Virginia: NCTM.
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2025). *Ordinary National Educational Test (O-NET) result report for academic year 2024*. Bangkok: National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). [in Thai]
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing.
- Office of the Basic Education Commission. (2025). *Number of student and classroom by gender and grad level academic year 2025*. Bangkok: Office of the Basic Education Commission. [in Thai]
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, Article 101860.
- Viljaranta, J., Aunola, K., & Hirvonen, R. (2016). Motivation and academic performance among first-graders: A person-oriented approach. *Learning and Individual Differences*, 49, 366–372.

- Vermunt, J. K., & Magidson, J. (2021). How to perform three-step latent class analysis in the presence of measurement non-invariance or differential item functioning. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 28, 356-364
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2020). 35 Years of research on students' subjective task values and motivation: A look back and a look Forward. In A. Elliot (Ed.), *Advances in motivation science* (Vol. 7, pp. 162-193). New York: Elsevier.
- Wigfield, A., & Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 210-216.

