

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา
2. การคูณ
  - 2.1 ความหมายของการคูณ
  - 2.2 ความสำคัญของการคูณ
  - 2.3 ประเภทของปัญหาการคูณ
3. การคิด
  - 3.1 ความหมายของการคิด
  - 3.2 ความสำคัญของการคิด
  - 3.3 ระดับของการคิด
4. การคิดเกี่ยวกับการคูณ
  - 4.1 ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ
  - 4.2 ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ
  - 4.3 ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ
  - 4.4 การวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ
5. ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิด
  - 5.1 ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget
  - 5.2 ทฤษฎีการเรียนการสอนของ Bruner
  - 5.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky
  - 5.4 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Diene
6. แบบทดสอบ
7. แบบสัมภาษณ์

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 8.1 งานวิจัยในประเทศ

### 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 9. กรอบแนวคิดในการวิจัย

# หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงรายละเอียดเนื้อหาตามหัวข้อต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 1-5)

### 1. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1.2 การวัด ความยาว ระยะเวลา น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนึ่งภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

1.4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความ

คิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 2. คุณภาพผู้เรียน

### 2.1 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

2.1.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2.1.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลาและเงินสามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.1.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม

2.1.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้

2.1.5 รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้

2.1.6 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 2.2 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนด คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

2.2.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับ และศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

2.2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนที่ และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.2.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

2.2.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

2.2.5 รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

2.2.6 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับการคูณ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ซึ่งจะประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ 4 มาตรฐาน ดังนี้

3.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

3.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

3.3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

3.4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้สรุปได้ว่า มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับการคิดเกี่ยวกับการคูณมากที่สุด คือ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

### 4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.1	1. บวก ลบ และบวกลบระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อยและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	-
	2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ โจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อยและศูนย์	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.2	<p>พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบคำ</p>	<p>- ความหมายของการคูณ และการใช้เครื่องหมาย <math>\times</math></p> <p>- การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เกินสองหลัก</p> <p>- การบวก ลบ คูณ หารระคน</p> <p>- โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร</p> <p>- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน</p> <p>- การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร</p>
ป.3	<p>1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้าง โจทย์ได้</p>	<p>- การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เกินสี่หลัก</p> <p>- การคูณจำนวนสองหลักกับจำนวนสองหลัก</p> <p>- การบวก ลบ คูณ หารระคน</p> <p>- โจทย์ปัญหาการคูณ</p> <p>- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน</p> <p>- การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร</p>
ป.4	<p>1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p>	<p>- การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสี่หลัก</p> <p>- การคูณจำนวนมากกว่าหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสองหลัก</p>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคนของ จำนวนนับและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ สร้างโจทย์ได้</p> <p>3. บวกและลบเศษส่วนที่มีตัวส่วน เท่ากัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การบวก ลบ คูณ หารระคน</li> <li>- โจทย์ปัญหาการคูณจำนวนหนึ่งหลัก กับจำนวนมากกว่าสี่หลัก</li> <li>- โจทย์ปัญหาการคูณจำนวนมากกว่า หนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสองหลัก</li> <li>- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน</li> <li>- การสร้าง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร</li> </ul> <p style="text-align: center;">-</p>
ป.5	<p>1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ ระคนของเศษส่วน พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>2. บวก ลบ คูณ และบวก ลบ คูณระคน ของทศนิยมที่คำตอบเป็นทศนิยมไม่ เกินสองตำแหน่ง พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>3. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคนของ จำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อย ละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้าง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ</li> <li>- การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน</li> <li>- การบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน</li> <li>- การคูณทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งกับ จำนวนนับ</li> <li>- การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับ ทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง</li> <li>- การบวก ลบ คูณระคนของทศนิยม</li> <li>- โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคน ของจำนวนนับ</li> <li>- การสร้าง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ</li> <li>- โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน</li> <li>- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณระคนของ</li> </ul>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม และการสร้างโจทย์ปัญหา
ป.6	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วน จำนวนคละ และทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ  2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคนของ จำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้	- การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน - การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนคละ - การบวก ลบ คูณ หารระคนของ เศษส่วนและจำนวนคละ - การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยมที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกิน สามตำแหน่ง - การบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยม ผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคน ของจำนวนนับ - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคน ของทศนิยม - การสร้างโจทย์ปัญหาการคูณ การหาร และการคูณ หารระคนของทศนิยม



สรุปได้ว่า เนื้อหาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking) ตรงกับสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชี้ให้เห็นว่า เนื้อหาเกี่ยวกับการคูณและโจทย์ปัญหาการคูณเริ่มมีการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเนื้อหาเกี่ยวกับการคูณและโจทย์ปัญหาการคูณของจำนวนนับและศูนย์กับจำนวนนับมี ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นที่สูงขึ้นเนื้อหาที่เพิ่มจะยังมี ความซับซ้อนมากขึ้นเป็นการคูณด้วยเศษส่วนและทศนิยม

## การคูณ

การคูณ (Multiplication) เป็นการดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงเท่านั้น แต่เป็นนามธรรมขั้นสูงที่มีหลายมิติ ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน จำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง และสำคัญต่อเรื่องอื่นๆ อีกมาก จากการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการคูณ จึงขอทำความเข้าใจ ในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการคูณ ความสำคัญของการคูณ และประเภทของโจทย์ปัญหาการคูณ

### 1. ความหมายของการคูณ

ความหมายของการคูณ ได้มีการกล่าวถึงไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 45) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณไม่ใช่การบวกซ้ำๆเพียงเท่านั้น แต่เป็นการดำเนินการซึ่งเป็นนามธรรมขั้นสูงกว่าการบวก เป็นการดำเนินการที่จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงจากพื้นฐานแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง แต่การบวกนั้นไม่จำเป็น

Graeber and Tanenhaus (1993 : 99) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่แล้วการคูณคือการบวกซ้ำและดูเหมือนว่าจะง่ายที่สุดต่อการทบทวนและนำไปใช้ เรียก โมเดลการบวกซ้ำว่า แบบจำลองพื้นฐานของการคูณ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความหมายและการใช้การคูณ แม้ว่าในบุคคลที่ฝึกฝนคณิตศาสตร์มาาก

Isoda and Nakamura (2010 : 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณหมายถึง วิธีการหาผลรวมของกลุ่มที่มีขนาดเดียวกัน และเป็นวิธีการหาผลของการบวกซ้ำ และ

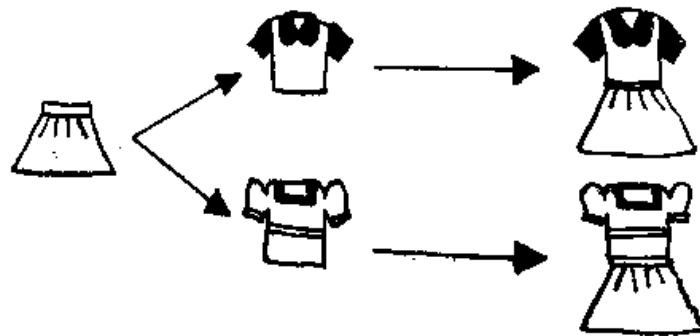
ความหมายของ “เท่า” นักเรียนใช้การคูณเพื่อหาจำนวนของวัตถุสิ่งของที่มีหลายหน่วย เมื่อทราบจำนวนของวัตถุสิ่งของในหนึ่งหน่วย” และใช้เป็น “วิธีการหาผลรวมที่ใช้จำนวนหนึ่งเป็นเท่าๆ” รวมทั้ง “การแสดงประโยคสั้นๆ ในรูปแบบการบวกซ้ำ”

ชูชาติ เจริญลาด (2521 : 164) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณมีความหมายได้ 2 ลักษณะคือ

1. การคูณเป็นการแสดงการหาคำตอบอย่างง่าย ๆ ที่ได้มาจากการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ด้วยการนำเอาจำนวนที่เท่ากันคูณกับจำนวนครั้งที่น่ามารวมกัน เช่น ตัวอย่าง มีถ้วย 2 แถว แถวละ 4 ใบ มีถ้วยทั้งหมดกี่ใบ ประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวก  $4+4=8$  ประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณ  $2\times 4=8$  ดังนั้น  $4+4=2\times 4=8$

2. การคูณเป็นการจัดคู่สิ่งของต่าง ๆ เช่น ตัวอย่าง มีกระโปรง 1 ตัว มีเสื้อ 2 ตัว จะจัดเป็นชุดต่าง ๆ กันได้กี่ชุด จัดได้ 2 ชุด (ภาพที่ 1) ประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณ

$$1\times 2=2$$

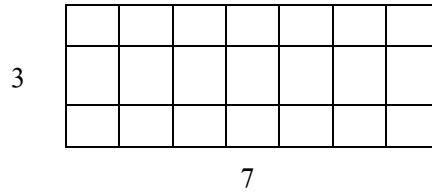


ภาพที่ 1 ภาพแสดงการจัดคู่กระโปรง 1 ตัวกับเสื้อ 2 ตัว

สมทรง สุวพานิช (2541 : 164) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า การคูณ หมายถึง การบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ จำนวน ซึ่งแสดงด้วยการคูณจำนวนเพียงสองจำนวน คือ จำนวนครั้งที่น่ามารวมกับจำนวนแต่ละครั้งที่เท่ากัน เช่น  $2+2+2=3\times 2=6$

ปรีชา เนาว์เย็นผล และคณะ (2554 : 23) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณในแง่ของการบวกซ้ำ ๆ กันของจำนวนที่เท่ากัน หรือการรวมกันของกลุ่มที่เท่ากัน เช่น มีนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ดังนั้นมีนักเรียน  $5+5+5=3\times 5=15$  คน ส่วนการคูณในอีกแง่ของการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับตารางหน่วย เช่น กำหนดให้  $\square$  1 ช่อง

แผนการหาพื้นที่ 1 ตารางหน่วย รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ประกอบด้วยตารางที่มี 3 แถว แต่ละแถว มี 7 ช่อง จะมีพื้นที่  $3 \times 7 = 21$  ตารางหน่วย (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงตารางที่มี 3 แถว แถวละ 7 ช่อง

สรุปได้ว่า การคูณ หมายถึง การดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการดำเนินการหลายมิติที่มีความเป็นนามธรรมขั้นสูง จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง หลายมิติ หลายระดับ

## 2. ความสำคัญของการคูณ

ทักษะต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสำคัญของการคูณ มีแตกต่างกันดังนี้

Downton (2011 : 3-6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคูณเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งในขณะที่ทักษะวิชาการอื่น ๆ ถูกสร้างบุคคลที่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในด้านอื่น ๆ เช่นกัน

สมทรง สุวพานิช (2541 : 164) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า การคูณเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นของคนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน และจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง นอกจากนี้การคูณยังมีความสำคัญต่อคนเราในเรื่องอื่น ๆ อีกดังนี้

1. การคูณเป็นเครื่องมือที่สำคัญของวิทยาศาสตร์
2. การคูณเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะการบวก การลบ และการหาร ดังนั้นถ้าเด็กมีทักษะการคูณจะทำให้มีทักษะอื่นตามไปด้วย
3. การคำนวณเรื่องต่าง ๆ เช่น การหาพื้นที่ การก่อสร้าง และอื่น ๆ ต้องอาศัยทักษะการคูณเป็นเครื่องมือทั้งสิ้น
4. การคูณเป็นเครื่องมือทำให้การคิดคำนวณเรื่องต่าง ๆ ได้รวดเร็ว

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2542 : 26) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์และพบว่าปัญหาเรื่องการคูณและการ

หารถูกพบมากที่สุด จึงส่งผลต่อเนื่องถึงความสำเร็จในการเรียนเนื้อหาวิชาที่ต้องใช้การคำนวณ ดังกล่าว สาเหตุที่สำคัญมีสองประการ คือ การขาดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคูณ หาร และ นักเรียนท่องสูตรคูณไม่ได้หรือไม่คล่อง สำหรับการท่องสูตรคูณนั้นยังเป็นสิ่งจำเป็นต่อการคิดคำนวณในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเป็นอย่างมาก แม้จะเป็นเรื่องเล็กน้อย แต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนที่ท่องสูตรคูณไม่คล่องจะคิดคำนวณได้ช้า ได้คำตอบที่ผิดพลาดและรู้สึกไม่สนุกในการเรียนคณิตศาสตร์อีกต่อไป จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาทางแก้ไขให้ได้ในช่วงแรก ๆ ของการเรียนคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การคูณนั้นมีความสำคัญอย่างมากเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์และจำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ชั้นสูง เป็นทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะการบวก การลบ และการหาร สามารถเชื่อมโยงกับทักษะอื่น ๆ ทำให้มีทักษะอื่น ๆ ตามไปด้วย เป็นเครื่องมือสำคัญของวิทยาศาสตร์ ในการคำนวณเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรวดเร็วในคิดคำนวณ อีกทั้งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งบุคคลที่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในด้านอื่น ๆ เช่นกัน

### 3. ประเภทของปัญหาการคูณ

ประเภทของปัญหาการคูณได้มีนักการศึกษาจำแนกประเภทจากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการคูณไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Schwartz (1988 : 41-52) ได้แบ่งประเภทของปัญหาการคูณไว้ 3 ประเภทดังนี้

1.  $E \times I = E'$  เป็นรูปแบบทั่วไปที่สุดและสามารถแสดงโดยใช้การบวกซ้ำได้ เมื่อ E เป็นจำนวนเต็ม ตัวอย่างเช่น มีลูกอมรวมจำนวนเท่าไรที่อยู่ในกระเป๋า 5 ใบ ที่มีลูกอม 6 เม็ดต่อถุง

2.  $E \times E' = E''$  เป็นรูปแบบของผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) ตัวอย่างเช่น มีวิธีการที่เป็นไปได้กี่แบบที่จะสวมชุดจาก กระโปรง 5 แบบกับเสื้อ 6 แบบ?

3.  $I \times I' = I''$  เป็นรูปแบบของผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) ตัวอย่างเช่น ในหนึ่งวันเราไปไกลเท่าไร ถ้าเดินทางได้ระยะทาง 5 ไมล์ต่อชั่วโมงเป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน

Riedesel, C. A. (1990 : 92) ได้จัดรูปแบบหรือประเภทสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีตัวอย่างดังนี้ (เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก)

1. Rate : ปลุกต้นไม้ 4 แถว แถวละ 3 ต้น ปลุกต้นไม้กี่ต้น ( $4 \times 3$ )

2. Multiplying Factor : แก้วมีเงิน 3 บาท ก้อยมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว ก้อยมีเงินกี่บาท ( $4 \times 3$ )

3. Cartesian Product : รถรุ่นหนึ่งมี 3 แบบ แต่ละแบบมี 4 สี เลือกซื้อรถโดยเลือกทั้งแบบและสีได้กี่วิธี ( $3 \times 4$ )

Greer (1992 : 276-295) ได้จำแนกประเภทของปัญหาการคูณตามสถานการณ์ที่สำคัญไว้ดังนี้

1. การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) เป็นสถานการณ์ที่ลักษณะกลุ่มของสิ่งของจำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม หรือซ้ำๆกันหลายๆครั้ง หรือการกระทำที่ซ้ำๆกันโดยธรรมชาติ เกิดขึ้นได้ในลักษณะต่างๆกันในชีวิตประจำวัน เช่น คน  $n$  คน มีนิ้ว  $5n$  นิ้ว หรือ เดินทีละ 3 ก้าว 4 ครั้ง หรือ การให้ของจำนวนเท่าเดิมแก่คนหลายคน เป็นต้น

2. อัตรา (Rate) เป็นอีกลักษณะหนึ่งของการรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) ตัวอย่างเช่น เด็กคนหนึ่งมีขนม 4 ก้อน ถ้าเด็ก 3 คนจะมีขนมรวมกันกี่ก้อน จะเห็นว่าจำนวนก้อนต่อเด็กคูณด้วยจำนวนเด็กทั้งหมด ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเด็กกับจำนวนของขนม สถานการณ์เช่นนี้เรียกว่า การกำหนดเฉพาะ (Particular) เมื่อเด็กมี 3 คน

3. การเปรียบเทียบการคูณ (Multiplicative Comparison) สถานการณ์ลักษณะนี้แสดงโดยคำว่า “ $x$  เท่าของ” หรือ “มากกว่ากับ  $n$  เท่า” ตัวอย่างเช่น แดงมีมะม่วง 3 เท่าของดำ ถ้าดำมีมะม่วง 4 ผล แดงจะมีมะม่วงกี่ผล ในสถานการณ์นี้จะเห็นว่ามะม่วงทุก ๆ 1 ลูกของดำ จะเป็น 3 ลูกของแดงเสมอ จึงทำให้ 3 เป็นตัวคูณ (Multiplier) และ 4 เป็นตัวตั้ง (Multiplicand)

4. ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) สถานการณ์ลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับบทนิยามที่ว่า  $m \times n$  สามารถเขียนอยู่ในรูปของคู่อันดับ (Ordered Pair) โดยตัวแรกของคู่อันดับมาจากสมาชิกของ  $m$  และตัวหลังมาจากสมาชิกของ  $n$  การกระทำเช่นนี้แสดงให้เห็นจำนวนเต็ม เมื่อคูณกันแล้วจะทำให้เกิดมีการต่อเนื่องจำนวนใหม่ขึ้น (Historical Terms) ตัวอย่างเช่น ถ้าเด็กชาย 4 คน เด็กหญิง 3 คน กำลังร่ำวง อยากทราบว่าเขาจะจับคู่กันได้ทั้งหมดกี่คู่โดยไม่ซ้ำกัน

5. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Area) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งความยาวของด้านทั้งสี่จะต้องเป็นจำนวนเต็ม การหาพื้นที่จะทำได้โดยใช้สูตรความกว้าง  $\times$  ความยาว สมมติให้สี่เหลี่ยมมีด้านกว้างคือ 4 ซม. และด้านยาวคือ 3 ซม. ดังนั้นพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมนี้คือ  $4 \times 3$  การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ อาจหาได้จากการแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็นตารางหน่วย แล้วนับจำนวนตารางหน่วยนั้น

สรุปได้ว่า ปัญหาการคูณนั้นสามารถจำแนกออกเป็น 5 ประเภทของสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้แก่

1. การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) เป็นสถานการณ์ที่ลักษณะกลุ่มของสิ่งของจำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม หรือซ้ำๆกันหลายๆครั้ง ซึ่งนำมารวมกัน
2. พหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเท่าของกลุ่มหนึ่งๆ แสดงโดยคำว่า “x เท่าของ” หรือ “มากเป็น n เท่า”
3. ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) เป็นสถานการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับบทนิยามที่ว่า  $m \times n$  สามารถเขียนอยู่ในรูปของคู่อันดับ (Ordered Pair) โดยตัวแรกของคู่อันดับมาจากสมาชิกของ  $m$  และตัวหลังมาจากสมาชิกของ  $n$
4. ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการคูณของจำนวนที่แฝงด้วยสัดส่วน
5. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ความกว้าง  $\times$  ความยาว หรือ การแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็นตารางหน่วยแล้วนับจำนวน

## การคิด

การคิด (Thinking) เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนาตนเองให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์และอยู่อย่างมีความสุข เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดจึงขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตามลำดับดังนี้

ความหมายของการคิด ความสำคัญของการคิด และระดับของการคิด

### 1. ความหมายของการคิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Russell (1956 : 3-28) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการ การคิดอาจจะเริ่มจากการตั้งต้นที่บางสิ่งบางอย่างผ่านไปสู่แบบรูปของความสัมพันธ์ และไปสู่จุดมุ่งหมายหรือข้อสรุป การเรียนรู้จึงส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการคิดแบบต่างๆ เขาได้จำแนกการคิดในสถานการณ์ต่างๆ ออกเป็น 6 ประเภท คือ การคิดแบบการหยั่งรู้ (Perceptual Thinking) การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) การคิดแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Thinking) ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ การคิดแบบสร้างสรรค์หรือจินตนาการ (Creative or Imaginative

Thinking) การคิดแบบวิจารณ์ (Critical Thinking) และ การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving)

Good, C.V. (1959 : 570) ให้ความหมายของการคิดไว้ 4 นัย สรุปได้ดังนี้

1. การคิด หมายถึง กระแสของการคิดที่ยังไม่ได้รับการจัดระเบียบหรือความคิดที่ไม่ได้ถูกกำหนดกฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่าง ๆ หรือเป็นกระแสของการจินตนาการ ความรู้ความเข้าใจ ความประทับใจ ความทรงจำ และความหวัง
2. การคิด เป็นการคาดคะเนหรือเดาโดยไม่มีขอบเขตตั้งแต่ระดับขั้นพื้นฐานรวมไป ถึงระดับที่สูงกว่า และปรากฏชัดในความพยายามที่จะลงความเห็น
3. การคิด หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองหรือการทำสมาธิ โดยปราศจากความ มุ่งมั่นที่จะควบคุมธรรมชาติหรือประสบการณ์ใด ๆ
4. การคิด คือ การมองบางสิ่งบางอย่างด้วยการคิดพิจารณาไตร่ตรองหรือมีความ รอบคอบ เพื่อให้บรรลุถึงการตั้งมั่นในความเชื่อและการควบคุมการกระทำ

Piaget (1977 : 21) ได้กล่าวถึงการคิดของบุคคลโดยสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการดูดซึมที่เกิดจากการพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แล้วดูดซึมภาพหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าไว้ในความคิดตน และเป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างโดยการจัดสิ่ง ใหม่ๆ ให้เข้ากับความรู้หรือความคิดเดิม บุคคลจะใช้กระบวนการนี้ ทั้ง 2 ลักษณะร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับการคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

Berger, M.C. (1984 : 306) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเป็นลักษณะเฉพาะของมนุษย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) มีแนวทางอันแน่นอน โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมต่างๆผ่านเข้ามาทางอวัยวะสัมผัส การรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม และนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ มีเหตุผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ การแก้ปัญหานั้นอาศัยนามธรรม และสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่ การคิดมักจะจบลงด้วยการสรุปผลในขั้นสุดท้าย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548 : 9) ให้ความหมายของการคิด สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการทำงานของสมองที่เกิดขึ้นภายใน ขึ้นอยู่กับความสามารถของสมองแต่ละซีกของ มนุษย์ ซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 13) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อมนุษย์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว อาจจะเป็นข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นสิ่งเร้า ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย หลังจากนั้นมนุษย์จะเริ่มตอบสนองด้วยการคิดก่อนที่จะแสดงออกด้วยการพูดหรือการกระทำ ถ้าหากสิ่งเร้าใดๆ ที่ทำให้มนุษย์เกิดข้อสงสัย ความขัดแย้ง หรือ ปัญหา จะทำให้มนุษย์เกิดความทุกข์ เกิดความไม่สบายกายไม่สบายใจ เรียกว่า อยู่ในภาวะความไม่สมดุล จะกระตุ้นให้มนุษย์ต้องปรับสภาวะให้สมดุลจึงทำให้เกิดกระบวนการคิด พร้อมกับความพยายามค้นรณคดีหาหนทาง หาวิธีการ แก้ปัญหา ตอบข้อสงสัย ขจัดความขัดแย้ง เพื่อให้ความทุกข์หมดไปจากตัวเองก่อให้เกิดความสุขหรืออยู่ในภาวะสมดุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 124) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับทักษะในหลายด้าน เช่น การสังเกต การตีความหมายเพื่อทำความเข้าใจ การวิเคราะห์แยกแยะ และการลงข้อสรุป เพื่อจัดการกับความรู้ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ และใช้การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ กระบวนการคิดเหล่านี้จะครอบคลุมด้านการวิเคราะห์ การแปลความ การสื่อสาร การให้เหตุผล การแสดงแนวคิดการตัดสินใจ และการประเมินค่า การแสดงพฤติกรรมเหล่านี้จึงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหาที่เผชิญอยู่

สรุปได้ว่า การคิด หมายถึง กระบวนการทำงานทางสมอง ที่เกิดจากการกระทบของสิ่งเร้า มีกระบวนการอันหลากหลายและซับซ้อน เป็นความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ในการใช้กระบวนการคิดนำไปสู่พฤติกรรมความคิดที่สื่อออกมาเป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดแนวปฏิบัติในการดำเนินชีวิต โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ ทักษะ และความรู้ใหม่ที่ได้รับมาจากสิ่งแวดล้อม ผ่านการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินค่าอย่างมีระบบ เพื่อช่วยในการลงข้อสรุปและจัดการกับความรู้ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

## 2. ความสำคัญของการคิด

ความสำคัญของการคิด ได้มีผู้แสดงทัศนะไว้หลากหลาย ดังนี้

Dewey (1933 : 36-48) นักจิตวิทยาชาวอเมริกาได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิด ซึ่งสรุปใจความสำคัญได้ว่า การคิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเพราะการคิดช่วยให้คนได้มองเห็นภาพปัญหาต่าง ๆ ในอนาคตซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้คิดหาแนวทางในการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ และการคิดช่วยขยายความหมายของสิ่งต่าง ๆ ในโลกได้ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการคิด



คือ คนจะมีการปฏิบัติหรือการกระทำตามที่เขาคิด ถึงแม้ว่ามันจะถูกหรือผิดก็ตาม สิ่งที่คุณคิดรู้จะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดครั้งแรกแล้วจึงนำไปสู่การคิดในสิ่งอื่น ๆ ซึ่งก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของกระบวนการคิดนั้น เนื่องจากการคิดมีอิทธิพลอย่างมากจากภายในตัวบุคคล และสังคม

อูษณีย์ โปธิสุข และคณะ (2547 : 125) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ความสำคัญและผลผลิตของการคิดเป็นเรื่องที่สำคัญและเป็นคุณสมบัติที่พิเศษที่เกิดขึ้นในตัวมนุษย์ ในการฝึกฝนทักษะการคิดด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่หลากหลาย เป็นกระบวนการที่สำคัญยิ่งของคุณภาพการคิดที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อีก

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549 : 89-91) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ถ้าแต่ละคนคิดดี คิดถูกต้อง คิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่า การคิดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญของมนุษย์ การคิดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อน สังคมจะก้าวหน้าไปได้ก็เมื่อบุคคลในสังคมมีความคิด รู้จักคิด ป้องกัน หรือคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และพัฒนาปรับปรุงภาวะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น คนต้องอาศัยความคิดเป็นสิ่งนำไปสู่การดำเนินชีวิต การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 13) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การมีทักษะกระบวนการคิดที่รวดเร็วที่สุด ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคม โลกที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต เป็นการแสดงถึงคุณภาพของนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่บ่งถึงมีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข

อูษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555 : 126) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นกับทุกคนและมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน คนที่มีความเป็นอัจฉริยะบุคคลจะสามารถสร้างระบบการคิดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าคนทั่วไป คุณภาพของนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพ เป็นบุคคลที่เก่งในด้านการคิด เป็นผู้ที่ดี คิด มีความชัดเจน

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558 : 126-127) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการเป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่มีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข การคิดที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้ผู้ที่คิดจนเป็นนิสัย มีการทบทวนสิ่งที่คิด และมีการปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ ทำให้เป็นคนที่มีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน

สรุปได้ว่า การคิดนั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ ช่วยให้บุคคลมองเห็นภาพปัญหาต่าง ๆ ในอนาคต ได้คิดหาแนวทางในการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ และการคิดที่มีคุณภาพโดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้ผู้ที่คิดจนเป็นนิสัย มีการทบทวนสิ่งที่คิด และมีการปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ ทำให้เป็นคนที่มีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ทำให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข และสังคมมีการเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

### 3. ระดับของการคิด

ระดับของการคิดได้มีนักการศึกษาแสดงทัศนะไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Bloom, B. S. (1961: 9) ได้จัดระดับของการคิด (Bloom's Taxonomy) เป็น 6 ชั้น คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า ซึ่งชั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เป็นการคิดระดับพื้นฐาน และชั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นการคิดในระดับสูง

Krulik and Rudnick (1993 : 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น

1. ชั้นระลึก (Recall) จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง
2. การคิดพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้
4. การคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้จะนำไปสู่การผลิตสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

Mazano (2001: 10-12) ได้ปรับปรุงจากแนวคิดของ Bloom โดยให้ชื่อใหม่ว่า “New Taxonomy of Educational Objectives” ซึ่งได้อธิบายถึงตัวแปรเกี่ยวกับกระบวนการภายในสมอง โดยกล่าวถึงระบบ ภายในสมอง 3 ระบบ คือ ระบบของตนเอง ระบบการควบคุมการรู้คิดของตนเอง และ ระบบทางด้านความรู้คิด ซึ่งระบบทั้งสามจะใช้ในการเก็บสะสมความรู้ที่อยู่ในองค์ประกอบที่สี่ของแบบจำลอง พฤติกรรม นอกจากนี้ Mazano ยังได้จัดแบ่งระบบ

ภายในสมองทั้ง 3 ระบบ ตามกระบวนการภายในสมองออกเป็น 6 ระดับ โดยที่ ระดับที่ 6 และระดับที่ 5 เป็นการจัดการและการกระทำทั่วไปของเด็กที่อยู่ภายนอกกระบวนการรู้คิด ส่วนระดับที่ 4 ลงมาถึงระดับที่ 1 จะอยู่ภายในระบบการรู้คิด ซึ่งเป็นการอธิบายถึงระดับของความคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระดับที่ 1 : การตรวจสอบแก้ไข เป็นการกระตุ้นและถ่ายโอนความรู้จาก ความจำถาวร (Permanent Memory) ไปสู่ความจำในการลงมือทำ (Working Memory) การตรวจสอบแก้ไขเป็นกระบวนการที่อยู่ในระบบการรู้คิดและเป็นกระบวนการซึ่งมีมาแต่กำเนิด กระบวนการตามสภาพจริง ที่จัดอยู่ในการตรวจสอบแก้ไขนี้ค่อนข้างจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของความรู้ที่ได้รับการตรวจสอบแก้ไข ถ้ากล่าวตามนัยของความรู้ที่เป็นข้อมูล การตรวจสอบแก้ไขจะรวมถึงการถ่ายโอนอย่างง่ายเกี่ยวกับรายละเอียดหรือแนวคิดที่รวบรวมมาจากความจำถาวรไปสู่ความจำในการลงมือทำ ซึ่งตาม New Taxonomy การตรวจสอบแก้ไข เทียบได้กับการระลึก (Recall) เช่นเมื่อนักเรียนแก้ไขข้อมูลที่ขัดแย้งกันจากความจำถาวรและ สะสมมันไว้ในความจำในการลงมือทำ ข้อมูลนี้จะรวมถึงการระลึกถึงรายละเอียดจากตัวแปร ข้อมูลด้วย นั่นคือ เมื่อข้อมูลได้รับการแก้ไขจากความจำถาวร มันจะบรรจุองค์ประกอบที่ไม่ชัดเจนในประสบการณ์เริ่มต้นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูล เพราะว่าโดยธรรมชาติคนเราจะวางแผนอย่างละเอียดกับข้อมูลเริ่มต้นที่นำไปสู่ความจำในการลงมือทำ

ระดับที่ 2 : ความเข้าใจ ประกอบด้วยกระบวนการที่สัมพันธ์กันสอง กระบวนการคือการสังเคราะห์และการนำเสนอตัวแทนความคิด การสังเคราะห์เป็น กระบวนการเกี่ยวกับการกลั่นความรู้ ที่ประกอบด้วย การนำออก (Deletion) การสร้างกรณี ทั่วไป และ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Construction) ส่วนการนำเสนอตัวแทนความคิดเป็น กระบวนการแห่งความเข้าใจของการสร้างสรรค์ สัญลักษณ์ที่มีความต่อเนื่องกันในความรู้ซึ่ง ให้กำเนิดเส้นทางที่เป็นกระบวนการของการสังเคราะห์ การนำเสนอตัวแทนความคิดเป็นการ แปลงความรู้ไปสู่สัญลักษณ์ มโนภาพ (ที่ไม่ใช่ภาษา) บางอย่าง การนำเสนอตัวแทนความคิด ทางสัญลักษณ์ที่เป็นที่รู้จักกันดีในชั้นเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ผังความคิด (Graphic Organizers) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงภาษาและสัญลักษณ์เข้าด้วยกัน

ระดับที่ 3 : การวิเคราะห์ ในกระบวนการวิเคราะห์จะประกอบด้วย การ ดำเนินการทางการคิด 5 ประเภทคือ 1) การจับคู่ (Matching) เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ 2) การจัดหมวดหมู่ (Classification) เป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลตาม ความเหมาะสม 3) การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Error Analysis) 4) การสร้างกรณีทั่วไป

(Generalization) เป็นการอนุมานสิ่งที่เคยเรียนแล้วไปสู่สถานการณ์และสิ่งแวดล้อมใหม่และ

5) รายละเอียด (Specification) เป็นการสร้างข้อมูลที่อาศัยการทำนาย ซึ่งการดำเนินการทางการคิดเหล่านี้จะเกิดขึ้นมาอย่างเป็นธรรมชาติโดยปราศจากการคิดอย่างมีจิตสำนึก (Conscious Thought)

ระดับที่ 4 : การใช้ประโยชน์จากความรู้ เป็นกระบวนการที่แต่ละคนจะใช้เพื่อทำให้งานของตนประสบผลสำเร็จ ในระดับนี้จะจำแนกการใช้ประโยชน์จากความรู้ออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) การตัดสินใจ (Decision Making) 2) การแก้ปัญหา (Problem Solving) 3) การค้นพบที่ได้มาจากการทดลอง (Experimental Inquiry) และ 4) การสืบเสาะหาความรู้ (Investigation)

ระดับที่ 5 : ระบบการควบคุมการรู้จักของตนเอง เป็นการรับรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ของเด็ก เป็นความคิดในการรวบรวมกระบวนการคิดของเด็กเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายสามารถสะท้อนและปรับความคิดของตัวเอง ระบบการควบคุมการรู้จักของตนเองจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) การกำหนดเป้าหมายเฉพาะ (Goal Specification) 2) การควบคุมกระบวนการ (Process Monitoring) 3) การควบคุมความชัดเจน (Monitoring Clarity) และ 4) การควบคุมความถูกต้อง (Monitoring Accuracy)

ระดับที่ 6 : ระบบของตนเอง เป็นตัวบ่งการแรงจูงใจและความสนใจของคนประกอบด้วย ระบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของเจตคติ ความเชื่อ และอารมณ์ ซึ่งปฏิสัมพันธ์ของ องค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวกำหนดแรงจูงใจและความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบของตนเองจะเป็นตัวกำหนดว่าคนเราจะเข้าไปพัวพันกับภาระงานหรือไม่เข้าไปพัวพันกับภาระงานนั้น ถ้าเรามีความสนใจในภาระงานใด ตัวแปรที่เกี่ยวกับความคิด ได้แก่ ระบบการควบคุมการรู้จักของตนเอง ระบบการรู้จักและตัวแปรด้านความรู้จะถูกนำมาใช้ระบบของตนเองประกอบด้วย 1) การตรวจสอบความสำคัญ (Examining Importance) 2) การตรวจสอบประสิทธิภาพ (Examining Efficacy) 3) การตรวจสอบการตอบสนองทางอารมณ์ (Examining Emotional Response) และ 4) การตรวจสอบ แรงจูงใจทั้งหมด (Examining Overall Motivation)

ทิสนา แคมมณี (2544 : 16) ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อพิจารณาจากกลุ่มของความคิดแล้วสามารถแบ่งระดับการคิดได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. การคิดระดับพื้นฐาน เป็นการคิดทั่วไป ไม่มีความลึกซึ้ง สลับซับซ้อนมากมาย

2. การคิดระดับกลาง เป็นการคิดที่มีความซับซ้อน เป็นการคิดที่ต้องใช้เชาว์ไหวพริบในการคิดหาคำตอบ

3. การคิดระดับสูง เป็นการคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูงมาก จะต้องใช้ศักยภาพทางสติปัญญา ความรู้ความสามารถ และต้องใช้การฝึกฝนมีพื้นฐานในการคิดแบบต่างๆ จึงจะสามารถคิดหาคำตอบได้ เพราะในการพัฒนาความคิดให้ถึงระดับสูงนั้นจำเป็นต้องอาศัยการคิดขั้นต้นและขั้นกลางเข้ามาเป็นพื้นฐานในการคิดเสมอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556 : 1) ได้กล่าวไว้ว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้ทักษะหลายด้านร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา โดยทั่วไปสามารถจำแนกระดับการคิดได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่

1. การคิดระดับต้น (Lower – Order Thinking) เป็นการคิดที่อาศัยทักษะขั้นพื้นฐานสำหรับใช้แก้ปัญหาที่ไม่สลับซับซ้อน การคิดระดับต้น ประกอบด้วย การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ข้อเท็จจริง การทำความเข้าใจ การแปลความหมาย และการนำความรู้ไปใช้

2. การคิดระดับสูง (Higher – Order Thinking) เป็นการคิดที่มีความซับซ้อนและใช้ทักษะหลายด้านไปพร้อมกัน รวมทั้งต้องอาศัยการคิดระดับต้นเป็นพื้นฐาน การคิดระดับสูงที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้มี 4 ด้าน ได้แก่ 1) การคิดแก้ปัญหา 2) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ 3) การตัดสินใจ และ 4) การคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้และเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการคิดแก้ปัญหาก็ต้องอาศัยการสังเกต ค้นหารูปแบบ และสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจสถานการณ์บทความ หรือข้อความ และวิเคราะห์ข้อความนั้น ๆ ก่อนลงข้อสรุป และเนื่องจากในกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ต้องมีการพิจารณาข้อความ จึงต้องอาศัยความสามารถด้านการอ่านและการเขียนซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานด้านการศึกษาร่วมด้วย การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบด้วย การลงข้อสรุป การยอมรับเหตุการณ์บางอย่าง การตัดสินใจคุณค่า การแปลความหมาย และการประเมินค่าจากการสังเกต

2.3 การตัดสินใจ (Decision Making) เป็นการคิดเพื่อพิจารณาและตัดสินใจเลือกทางเลือกอย่างมีเหตุผล ด้วยการพิจารณาจากข้อเท็จจริงและทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้พร้อมทั้งแสดงข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งที่เป็นเหตุผลของการตัดสินใจ

การกำหนดรูปแบบในการตัดสินใจจะต้องมีการรวบรวมสารสนเทศ ประเมินค่าทางเลือกต่าง ๆ และเลือกใช้เกณฑ์สำหรับการตัดสินใจให้สอดคล้องกับสถานการณ์

2.4 การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถในการคิดที่มีการสร้างหรือขยายแนวความคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม เพื่อปรับปรุงพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม การคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ ตลอดจนถึงต้องใช้การจินตนาการและใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า ระดับการคิด เป็นการจัดลำดับความสามารถในการคิด แบ่งออกได้ 2 ระดับ ได้แก่ การคิดระดับพื้นฐาน ซึ่งเป็นการคิดทั่วไปที่ไม่ซับซ้อน ไม่ลึกซึ้ง ประกอบด้วย การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม การทำความเข้าใจ การแปลความหมาย และการนำความรู้ไปใช้ และการคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูง ต้องเชื่อมโยง อาศัยการฝึกฝนทักษะจากการใช้การคิดพื้นฐานแบบต่างๆ หลายด้านไปพร้อมๆกัน จนสามารถพัฒนาการคิดที่คิดเป็นนามธรรมขั้นสูง ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์สิ่งใหม่ และประเมินค่าได้

## การคิดเกี่ยวกับการคูณ

การคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking) เป็นแนวคิดพื้นฐานในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณ และการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องต่อการคิดเกี่ยวกับการคูณที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

### 1. ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

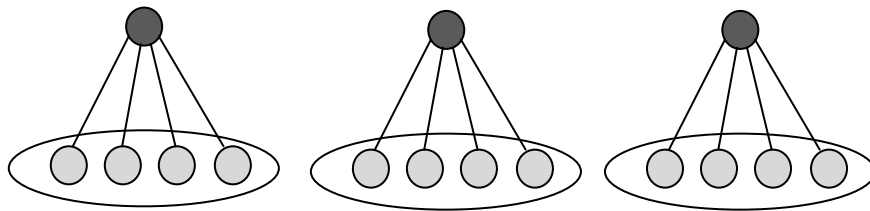
นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้หลายทัศนะดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 66) ได้กล่าวถึงการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่าเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความสัมพันธ์สองลักษณะในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมมากกว่าหนึ่งระดับได้ (ระดับที่มีหนึ่งหน่วยนั้นอยู่และระดับที่สูงขึ้นไปมากกว่าหนึ่งขั้น) และการสร้างความสัมพันธ์ในหลายมุมมอง

Siemon, D. et al. (2006 : 113) ได้กล่าวถึงการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เป็นการคิดซึ่งจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการคิดต่อจำนวนต่างๆอย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับและศูนย์ ทศนิยม เศษส่วนทั่วไป อัตราส่วน และ ร้อยละ
2. ความสามารถในการตีความและแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม
3. การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพจากหลากหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms)

Carroll, J. (2007 : 5) ได้ให้ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เป็นการจัดการสถานการณ์ปัญหาด้วยการคูณ เป็นการพิจารณาสิ่งที่อยู่ระดับเดียวกันจำนวนหนึ่ง ๆ รวมให้เป็นเซต สร้างเป็นหนึ่งหน่วยนับ ในเวลาเดียวกันก็รักษาธรรมชาติลักษณะของหน่วยนั้นเป็นองค์ประกอบของมัน การคิดเกี่ยวกับการคูณจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานหนึ่งหน่วยนับนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการคิดเกี่ยวกับการคูณของ Carroll

สรุปได้ว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณ หมายถึง กระบวนการทำงานภายในสมอง ที่เกิดขึ้นเมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ โดยสามารถคิดเป็นนามธรรม คิดเกี่ยวกับจำนวนต่างๆ อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับ ทศนิยม เศษส่วน อัตราส่วน และ ร้อยละ สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนในหลายมุมมอง หรือหลายมิติ ตีความและแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms)

## 2. ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ทักษะต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ มีแตกต่างกัน ดังนี้

Steffe, L. (1991 : 177-178) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เมื่อขาดการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นอุปสรรคในเชิงความคิดของเด็ก เพื่อที่จะเรียนรู้ลักษณะของระบบการนับ การบวก โดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ และการสร้างความสัมพันธ์การคูณ

นักเรียนในชั้นที่สูงขึ้นจะพบความยุ่งยากเนื่องจากพื้นฐานเหล่านี้ และยากจะแสดงแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ ภาพจากการจัดกลุ่ม หรือ การบรรยายโดยใช้ภาษาพูด

Clark, F. B. (1993 : 1-73) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เด็กจำนวนมากมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะพวกเขาถูกสอนให้รู้จักการคูณโดยใช้แนวคิดการบวกซ้ำ ๆ เพียงอย่างเดียว จนกว่าเด็กจะมีการคิดเกี่ยวกับการคูณ พวกเขาไม่สามารถทำความเข้าใจการคูณได้

National Council for Curriculum and Assessment (2013 : 1) ได้กล่าวว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแนวคิดพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจจำนวนตรรกยะและในการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณในภายหลัง การเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดการบวกสู่แนวคิดการคูณไม่ได้ตรงไปตรงมา และ เนื่องจากการทำความเข้าใจการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในช่วงปลายของระดับประถมศึกษา ดังนั้นจึงควรจะมีมุ่งเน้นเสริมสร้างศักยภาพการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน

สรุปได้ว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณนั้นมีความสำคัญจำเป็น เนื่องจากเป็นแนวคิดพื้นฐานในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณ และการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดการบวกสู่แนวคิดการคูณไม่ได้ตรงไปตรงมา จึงยากที่จะพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณ โดยเฉพาะในช่วงปลายของระดับประถมศึกษา มีผลต่อความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นจึงควรจะมีมุ่งเน้นเสริมสร้างศักยภาพการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน

### 3. ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับของการคิดเกี่ยวกับการคูณมีนักการศึกษาแสดงทัศนะไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 58-65) ได้แบ่งระดับของการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับการคิดที่ไม่สามารถสังเกตความสอดคล้องได้ หรือสามารถสังเกตได้เพียงเปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น

ระดับที่ 2 เป็นระดับการคิดที่มีแนวคิดการบวก สามารถเปรียบเทียบจำนวนและสังเกตปริมาณที่เพิ่มขึ้นได้

ระดับที่ 3 เป็นระดับการคิดที่มีแนวคิดการบวก และเริ่มตอบสนองต่อการคูณ มีการนำจำนวน “เท่า” มาคิด แต่ยังใช้การบวก



ระดับที่ 4A เป็นระดับการคิดที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้แนวคิดการคูณ แต่ต้องอาศัยการชี้แนะ

ระดับที่ 4B เป็นระดับการคิดที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้แนวคิดการคูณอย่างถูกต้องโดยไม่ต้องอาศัยการชี้แนะ

Sullivan et al. (2001 : 233-240) ได้จำแนกการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ 7 ระดับ เริ่มจากระดับ 0 ถึง ระดับ 6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น (Not Apparent) ในระดับนี้เด็กสามารถนับจำนวนในหน่วยย่อย แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์หรือนับจำนวนรวมทั้งหมดได้

ระดับ 1 การนับจำนวนกลุ่ม (Counting Group Items as Ones) ระดับนี้เด็กสามารถนับจำนวนเพื่อหาจำนวนสิ่งของทั้งหมดจากสิ่งของชนิดเดียวกันหลายๆกลุ่มได้

ระดับ 2 การสร้างแบบจำลอง (Modelling Multiplication and Division : All Objects Perceived) ระดับนี้เด็กสามารถจำลองสิ่งของทั้งหมดเพื่อแก้สถานการณ์เกี่ยวกับการคูณและการหารได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม

ระดับ 3 การคิดแบบเป็นนามธรรม (Abstracting Multiplication and Division) ระดับนี้เด็กสามารถแก้ปัญหาคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การสับเปลี่ยน การนับข้าม เป็นต้น

ระดับ 4 การใช้ยุทธวิธีสำหรับการคูณ (Basic, Derived and Intuitive Strategies for Multiplication) ระดับนี้เด็กสามารถแก้ปัญหาคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การสับเปลี่ยน, การนับข้าม เป็นต้น

ระดับ 5 การใช้ยุทธวิธีสำหรับการหาร (Basic, Derived and Intuitive Strategies for Division) ระดับนี้เด็กสามารถแก้ปัญหาคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การใช้กฎและสร้างจากหลักการต่างๆ

ระดับ 6 การขยายผลและประยุกต์ใช้การคูณและการหาร (Extending and Applying Multiplication and Division) ระดับนี้เด็กสามารถต่อยอดความรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อนักเรียนเข้าสู่ระดับ 3 การคิดแบบเป็นนามธรรมจะเป็นระดับที่มีการคิดในระดับสูง สามารถเผชิญสถานการณ์เกี่ยวกับการคูณอย่างมีความมั่นใจและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพด้วยการคิดเกี่ยวกับการคูณ

Jacob, L. and Willis, S. (2003 : 2-8) ได้กล่าวถึงระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 1 การนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-To-One Counting) เด็กในระดับนี้จะมีการคิดโดยใช้การนับแบบหนึ่งต่อหนึ่งได้เท่านั้น เพื่อตอบปัญหาว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าไร ถ้ามีการจัดเรียงหรือการวางใหม่เด็กกลุ่มนี้จะไม่ทราบว่าจำนวนยังคงเดิม เขาจะเริ่มนับใหม่เพื่อตอบปัญหาเดิม

ระดับ 2 การนับโดยใช้แนวคิดการบวก (Additive Composition) เด็กที่เข้าใจว่าการนับเป็นการหาปริมาณที่แน่นอนจะอยู่ในระดับนี้ พวกเขาจะรู้ว่าการจัดเรียงใหม่ หรือใช้วิธีนับที่ต่างออกไป จำนวนของปริมาณนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อมีการรวมกันสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่ง 4 อีกกลุ่ม 9 เด็กในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องกลับไปเริ่มนับทั้งหมดใหม่ พวกเขาสามารถนับเริ่มจาก 4 หรือ 9 ได้เลย

ระดับ 3 การนับแบบกลุ่มต่อหนึ่ง (Many-To-One Counting) เด็กในระดับนี้จะเข้าใจว่าแต่ละกลุ่มนับได้และสามารถมองความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มได้ในเวลาเดียวกัน คือ จำนวนกลุ่มและจำนวนในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งรู้ว่ากลุ่มใดๆ เป็นหน่วยหนึ่ง ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มอื่นๆ ได้และสามารถนับหน่วยทั้งหมดเพื่อหาจำนวนรวมได้

ระดับ 4 ความสัมพันธ์แบบการคูณ (Multiplicative Relations) เมื่อเด็กเข้าใจถึงสถานการณ์การคูณที่เกี่ยวข้องกับสามจำนวน อันได้แก่ จำนวนกลุ่ม จำนวนภายในกลุ่ม และจำนวนรวมทั้งหมด และสามารถแก้ปัญหาของการคูณและการหารได้ ตัวอย่างเช่น เขาวิธีหา 6 เท่าของจำนวนภายในกลุ่ม หรือหา 1 ใน 6 ของจำนวนรวมทั้งหมด ในปัญหาเกี่ยวกับการคูณ หากทราบจำนวนสองจำนวนก็สามารถดำเนินการเพื่อหาจำนวนที่เหลือได้ หากมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนทั้งสาม จะทำให้เขาเข้าใจและใช้ความสัมพันธ์แบบผกผัน การสลับที่ การให้เหตุผล Part-part whole และสมบัติการแจกแจงของการคูณได้

ระดับ 5 การดำเนินการโดยใช้ตัวแปร (Operating on the operator) เด็กในระดับนี้จะสามารถดำเนินการโดยใช้ตัวแปรในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางพีชคณิต และดำเนินการต่างๆ ได้

ซึ่งระดับ 2 การนับโดยใช้แนวคิดการบวก และระดับ 3 การนับแบบกลุ่มต่อหนึ่ง จัดเป็นระดับพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการบวก เมื่อถึงระดับ 4 ความสัมพันธ์แบบการคูณ จะชี้ให้เห็นว่านักเรียนเริ่มใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง และสุดท้ายเมื่อถึงระดับ 5

การดำเนินการโดยใช้ตัวแปร ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูงได้อย่างสมบูรณ์

Siemon, D. et al. (2006 : 113) ได้จำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 8 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับที่ 1 การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณและการหารอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับจำนวนน้อยๆได้ แต่ต้องอาศัยการวาด การสร้างแบบจำลองและยุทธวิธีในการนับจำนวนทั้งหมด อาจจะใช้การนับข้ามสำหรับกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า 5 ได้ สามารถสังเกตรูปแบบของแบบรูปอย่างง่ายได้ แต่ยังไม่ปรากฏการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับนี้ ยังไม่สามารถมองเป็นหน่วยใหญ่ได้ ยังไม่สามารถคิดคำนวณอย่างเป็นระบบและคิดอย่างมีประสิทธิภาพได้

ระดับที่ 2 การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling) เป็นระดับที่แสดงการคิดโดยใช้การนับอย่างเป็นระบบ นิยมใช้จำนวน 2 หรือ 5 มานับเพิ่มเพื่อหาจำนวนรวมทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่าๆกันได้ รู้จักการรวมหน่วยเล็กให้เป็นหนึ่งหน่วยใหญ่ รู้จักการคูณ แต่ยังไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถแก้ปัญหาคณคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน

ระดับที่ 3 การรู้สึกนึกคิด (Sensing) เป็นระดับการคิดแสดงให้เห็นถึงการใช้สัดส่วน การนับอย่างเป็นระบบและใช้เทคนิคในการคิดได้เป็นอย่างดี เช่น การเพิ่มสองเท่า (Doubling) และการแบ่งครึ่ง (Halving) สามารถแก้ปัญหาคณคูณคาร์ทีเซียนได้แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้เข้าใจได้ เริ่มที่จะคำนวณเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากขึ้นได้ แต่ยังไม่ใช้วิธีการนับหรือการบวกในการแก้ปัญหา

ระดับที่ 4 การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring) เป็นระดับการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนนับสองหลักได้ โดยอาศัยแนวคิดการบวก ส่วนในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากๆหรือทศนิยม จะใช้การวาดภาพและยุทธวิธีง่าย ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว แต่บางครั้งไม่สามารถแสดงแนวคิดออกมาให้เห็นได้

ระดับที่ 5 การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining) เป็นระดับการคิดที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาประเภทหลายขั้นตอนเกี่ยวกับสัดส่วนอย่างง่ายได้อย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคูณแต่ยังไม่ชัดเจน โดยยังมีการใช้แนวคิดการบวกมาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วน แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวในกรณีที่เป็นจำนวนที่มีค่ามาก ๆ

ได้ สามารถเรียงลำดับจำนวนที่เป็นจำนวนเท่าของ 1 หรือ 10 หรือ 100 ได้ สามารถแก้ปัญหา ผลคูณคาร์ทีเซียนได้แต่ยังอาศัยแนวคิดการบวก เริ่มเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนไปสู่ ทศนิยมและร้อยละได้แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพ

ระดับที่ 6 การขยายผลยุทธวิธี (Strategy Extending) เป็นระดับที่สามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์อย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาคูณและการหารที่เกี่ยวข้องกับจำนวนสองหลัก แบบรูปและสัดส่วนได้ แต่บางครั้งยังไม่สามารถอธิบาย ถึงยุทธวิธีที่ใช้อย่างชัดเจนได้ สามารถจัดรูปและเปรียบเทียบเศษส่วนที่ลดลงทีละครั้งได้ ใช้ยุทธวิธีการแบ่งเศษส่วนอย่างง่ายได้ พัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับสัดส่วนแต่ยังไม่ สามารถอธิบายการคิดได้ สามารถคิดคำนวณในใจโดยใช้กฎการคูณและการหารได้

ระดับที่ 7 การเชื่อมโยง (Connecting) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิด ในการแก้ปัญหาคูณและการหารจำนวนนับโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆได้ โดยการอธิบายและ เขียนอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน แบบรูปอย่างง่าย และ ร้อยละได้ ใช้แนวคิดเศษส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เริ่มมีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ระดับที่ 8 การไตร่ตรองการคิด (Reflective Knowing) เป็นระดับที่สามารถ แสดงแนวคิดได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาคูณที่ไม่คุ้นเคย เกี่ยวกับการคูณในสถานการณ์ปัญหาของเศษส่วนและทศนิยมได้ สามารถเขียนแบบรูปในรูป ทัวไปได้ เริ่มแสดงแนวคิดอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาคูณที่ซับซ้อนและปัญหาปลายเปิดได้

สรุปได้ว่า ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็นการจัดระดับความสามารถสู่การคิดเกี่ยวกับการ คูณ เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น : เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่าง มากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้

ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ : เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวน เพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆกลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ อาศัย การสร้างแบบจำลอง

ระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาคูณในปัญหาที่ ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวน เมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และสามารถแก้ปัญหาคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน

ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ : สามารถตีความ เข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหโดยใช้แนวทางการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของ กลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน (ตัวตั้ง) จำนวนกลุ่ม (ตัวคูณ) และผลรวมทั้งหมด (ผลลัพธ์) ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถสร้างรายการทั้งหมดของปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้

ระดับ 4 การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยของนักคณิตศาสตร์ (Clark, F. B. 1993 : 58-65 ; Sullivan et al. 2001 : 233-240 ; Jacob, L. and Willis, S. 2003 : 2-8) สามารถจัดกลุ่มระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพื้นฐาน ได้แก่ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 0 – 2 และ กลุ่มสูง ได้แก่ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 3 – 4

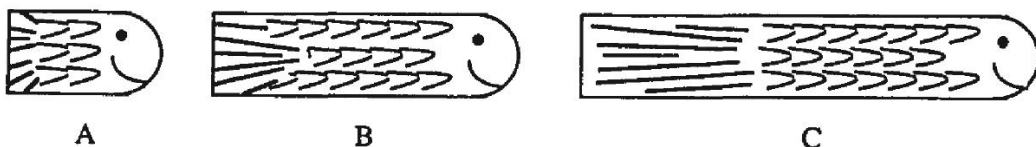
#### 4. การวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 47-57) ได้กล่าวถึงการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบไปด้วยแบบจำลองปลา 3 ตัว 3 ขนาด มีความยาว 5 10 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4 มีลักษณะคล้ายปลาไหล ความยาวแตกต่างกันแต่ความกว้างไม่ต่างกัน และวัสดุอีกอย่างคือชิพพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร จำนวน 100 อัน



ภาพที่ 4 แสดงปลาที่ถูกใช้ในงานของ Clark, F.B.

## 2. วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสัมภาษณ์รายบุคคล โดยใช้ อุปกรณ์ให้เด็กได้เห็นภาพและจับต้องได้ มีหลักการหนึ่งข้อคือ “ปลาขนาดกลาง B กินเป็น 2 เท่าของปลาขนาดเล็ก A และ ปลาขนาดใหญ่ C กินเป็น 3 เท่าของปลาขนาดเล็ก A” จากนั้นจึง ใช้คำถามนำ ให้เด็กได้เห็นความสัมพันธ์ของจำนวนในการกินอาหารของปลาทั้งสาม ให้เด็กได้ แสดงความคิดออกมา พร้อมกับถ่ายวิดีโอไว้เพื่อนำมาถอดไปโตคอล เครื่องมือนี้เพียงพอ สำหรับการจำแนกระดับเด็กที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณและเด็กที่คิดแนวคิดการบวกเพียงเท่านั้น ทำให้จำแนกเด็กออกได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ยังมองไม่เห็นความสอดคล้อง ระดับที่สามารถเปรียบเทียบปริมาณได้ ระดับของการมีแนวคิดการบวก และระดับการพัฒนาเป็น แนวคิดการคูณ

Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) ได้พัฒนาเครื่องมือในการวัดระดับการคิด เกี่ยวกับการคูณ เป็นการวัดสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็น โดยตรง จึงออกแบบแบบจำลองที่ สัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นามธรรม ซึ่งประกอบด้วย จำนวนกลุ่มที่เท่ากัน จำนวนของกลุ่ม และ จำนวนทั้งหมด ออกแบบเครื่องมือวัดเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก และวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิคการวัดของ Rasch โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีเกณฑ์ การให้คะแนนรูบริก (Scoring Rubric) แตกต่างกันไปในแต่ละชุดและแต่ละข้อ แบบทดสอบ จะเป็นเซตของแบบทดสอบหลายชุดด้วยกัน มีจำนวนทั้งหมด 5 เซต ซึ่งในหนึ่งเซตจะ ประกอบด้วยแบบทดสอบหลัก 1 ชุด และแบบทดสอบเสริมอีก 4-5 ชุด โดยที่แบบทดสอบ หลักจะมีจำนวนข้อและให้รายละเอียดมากกว่า เช่น บ้านของผีเสื้อ (Butterfly House) มีจำนวน 9 ข้อ หรือ โต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs) มีจำนวน 13 ข้อ ส่วนแบบทดสอบเสริมจะมี คำถามเพียง 2-4 ข้อ ได้แก่ การจัดเก็บกระถาง (Packing Pots) งานเลี้ยงพิซซ่า (Pizza Party) จำนวนที่หายไป (Missing Number) โรงอาหารเคเปอร์ ค่ายผจญภัย (Adventure Camp) เติมรถเมล์ (Filling the Buses) ฯลฯ

ตัวอย่างแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years ประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ชุด ได้แก่

1. บ้านของผีเสื้อ (Butterfly House) เป็นแบบทดสอบหลัก จำนวน 9 ข้อ
2. โต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 5 ข้อ

3. การจัดเก็บกระถาง (Packing Pots) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 4 ข้อ
4. หอยทากอ้วนไว (Speedy Snail) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 3 ข้อ
5. ค่ายผจญภัย (Adventure Camp) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 2 ข้อ
6. โรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 2 ข้อ

มีรายละเอียดดังนี้

### BUTTERFLY HOUSE...

เด็ก ๆ กลุ่มหนึ่งเข้าไปเที่ยวบ้านของผีเสื้อในสวนสัตว์ พวกเขาได้เรียนรู้ว่า ผีเสื้อประกอบไปด้วย ปีก 4 ปีก ลำตัว 1 ตัว และ หนวด 2 เส้น



ในระหว่างที่อยู่ในบ้านผีเสื้อ พวกเขาได้สร้างแบบจำลองผีเสื้อขึ้นและตอบคำถามต่อไปนี้ (ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)

1. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ 7 ตัว ต้องมีจำนวนปีก ลำตัว และหนวดอย่างละเท่าไร
2. ถ้ามีส่วนประกอบของผีเสื้อ ได้แก่ 16 ปีก 4 ลำตัว และ 8 หนวด จะสามารถสร้างแบบจำลองผีเสื้อได้กี่ตัว
3. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ 98 ตัว ต้องมีจำนวนปีก ลำตัว และหนวดอย่างละเท่าไร
4. ถ้ามีส่วนประกอบของผีเสื้อ ได้แก่ 29 ปีก 8 ลำตัว และ 13 หนวด จะสามารถสร้างแบบจำลองผีเสื้อได้กี่ตัว



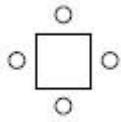
5. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 2 ตัว ต้องใช้น้ำ 5 หยดต่อวัน จะต้องใช้น้ำกี่หยดในการเลี้ยงผีเสื้อ 12 ตัว ในแต่ละวัน
6. ถ้ามีน้ำอยู่ 55 หยดต่อวัน จะสามารถเลี้ยงผีเสื้อได้กี่ตัว

7. ถ้ามีน้ำอยู่ 135 หยดต่อวัน จะสามารถเลี้ยงผีเสื้อได้กี่ตัว
8. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ ถ้ามีลำตัวสีเทา สีน้ำตาลและสีดำ มีหนวดยาวและสั้น จะสามารถจำลองผีเสื้อให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ
9. จากข้อ 8 ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ นอกจากจะมีลำตัวสีเทา สีน้ำตาลและสีดำ มีหนวดยาวและสั้น แล้วปีกสามารถเป็นสีเหลืองล้วน สีน้ำเงินล้วนและสีแดงล้วนได้ จะสามารถจำลองผีเสื้อให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ

### แผนภาพที่ 1 แบบทดสอบบ้านของผีเสื้อ (Butterfly House)

#### TABLE AND CHAIRS...

สมาคมดินวางแผนจะจัดงานเลี้ยงบนถนน โดยพวกเขามีโต๊ะที่นั่งได้ 4 คนจำนวนมาก ดังภาพ



สมาคมต้องการจะวางโต๊ะเรียงติดกันเป็นเส้นตรงบนถนน ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงวาดภาพโต๊ะเรียงติดกัน 2 ตัว แล้วคนจะสามารถนั่งรอบโต๊ะนี้ได้ทั้งหมดกี่คน
2. จงวาดภาพโต๊ะเรียงติดกัน 4 ตัว แล้วคนจะสามารถนั่งรอบโต๊ะนี้ได้ทั้งหมดกี่คน
3. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 8 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว
4. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 12 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว
5. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 20 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว

### แผนภาพที่ 2 แบบทดสอบ โต๊ะและเก้าอี้ (Table and Chairs)

#### PACKING POTS...

Jim ทำงานในโรงเพาะพันธุ์พืช เขาต้องเอากระถางวางลงในถาดเพื่อนำไปที่ตลาด (ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)

1. ในการวางกระถาง Jim จัดวางให้ชิดและพอดีที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อไม่ให้กระถางเคลื่อนได้ง่าย ในถาดดังกล่าว จะต้องทั้งหมดกี่กระถางเพื่อให้เต็มถาดพอดี





2. จิมจัดวางกระถางลงถาดสี่ดำที่บรรจุได้ 35 กระถาง ดังรูป ถ้ามีถาดสี่ดำ 3 ถาด จะมีทั้งหมดกี่กระถาง



3. ถ้ามี 14 ถาดที่แต่ละถาดบรรจุได้ 35 กระถาง จะสามารถวางพืชได้ทั้งหมดเท่าไร
4. ถ้าจิมมีพืชทั้งหมด 560 กระถาง ต้องใช้ถาดที่บรรจุได้ 35 กระถางทั้งหมดกี่ถาด

แผนภาพที่ 3 แบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots)

### SPEEDY SNAIL...



1. หอยทากของแฮร์รี่สามารถเดินไปได้ 15 เซนติเมตรต่อนาที หอยทากของแฮร์รี่จะสามารถเดินไปได้ไกลเท่าไรเมื่อผ่านไป 34 นาที
2. หอยทากของซาแมนต้า เดินไปได้ 1.59 เมตรภายใน 6 นาที หอยทากของซาแมนต้าจะสามารถเดินไปได้ไกลกี่เมตรเมื่อผ่านไป 17 นาที
3. แฮร์รี่ส่งหอยทากเข้าวิ่งแข่ง โดยที่หอยทากของแฮร์รี่วิ่งได้ 15 เซนติเมตรต่อนาที และหอยทากของคู่แข่งวิ่งได้ไกล 3.71 เมตรภายใน 24 นาที หอยทากตัวไหนวิ่งได้เร็วกว่ากัน

แผนภาพที่ 4 แบบทดสอบหอยทากอ้วนไว (Speedy Snail)

**ADVENTURE CAMP...**

ค่ายริฟตัน จัดกิจกรรมขึ้น 4 ฐาน นักเรียนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมละครึ่งในหนึ่งสัปดาห์ ในวันพฤหัสบดี นักเรียนสามารถเลือกเข้ากิจกรรมใด ๆ ก็ได้อีกครั้ง ตารางต่อไปนี้แสดง จำนวนนักเรียนที่เลือกเข้ากิจกรรมแต่ละฐานของนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7

ชั้น	กำแพงหิน	เรือแคนู	การยิงธนู	เงื่อน
ชั้นปีที่ 5	15	18	24	18
ชั้นปีที่ 7	19	21	38	22

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเลือกเข้าฐานกิจกรรมของนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7 ได้ว่าอย่างไร
2. ผู้อำนวยการค่ายกล่าวว่า “ฐานเรือแคนูได้รับความสนใจจากนักเรียนชั้นปีที่ 5 มากกว่านักเรียนชั้นปีที่ 7” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ อย่างไร

**แผนภาพที่ 5** แบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp)

**CANTEEN CAPERS...**

โรงอาหารของโรงเรียนจัดอาหารกลางวันเป็นชุดขนมปัง โดยมีให้เลือกเป็นขนมปัง 2 ชนิด แยม 4 ชนิด และเครื่องดื่ม 3 ชนิด ดังนี้

ขนมปัง	แยม	เครื่องดื่ม
1. ตัดขอบ	1. เนย	1. น้ำส้ม
2. ธัญพืช	2. สลัด	2. น้ำแอปเปิ้ล
	3. ชีส	3. น้ำโคล่า
	4. ทุ่นา	

(ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)

1. แคลร์ต้องการสั่งขนมปังทาเนยกับเครื่องดื่ม เธอจะสามารถสั่งเป็นแบบใดได้บ้าง ให้เขียนรายการทั้งหมดที่เป็นไปได้
2. ถ้ามีนักเรียน 23 คนในห้อง ทุกคนจะสามารถสั่งขนมปังทาแยมกับเครื่องดื่มไม่ให้ซ้ำกันได้หรือไม่ อย่างไร

**แผนภาพที่ 6** แบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers)

## 2. วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัยหนึ่งชุด จากนั้นให้คะแนนแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งเกณฑ์รูบริกในแต่ละข้อจะแตกต่างกัน จากนั้นคิดคะแนนรวมของทั้งชุด สุดท้ายประเมินระดับการคิดของนักเรียนจากคะแนนรวมทั้งหมดที่ได้โดยจำแนกออกเป็น 8 ระดับตามเกณฑ์ของคะแนนที่ได้ตั้งไว้ ดังนี้

ระดับที่ 1 การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling)

ระดับที่ 2 การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling)

ระดับที่ 3 การรับรู้ (Sensing)

ระดับที่ 4 การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring)

ระดับที่ 5 การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining)

ระดับที่ 6 การต่อขยายยุทธวิธี (Strategy Extending)

ระดับที่ 7 การเชื่อมโยง (Connecting)

ระดับที่ 8 การรอบรู้ (Reflective Knowing)

ตัวอย่างเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละข้อในแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years (Siemon, D. et al. 2006 : 113-118) มีรายละเอียดดังนี้

### ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกของแบบทดสอบบ้านผีเสื้อ (Butterfly House)

BUTTERFLY HOUSE...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ปีก 28 ปีก ลำตัว 7 ตัว หนวด 14 เส้น)	1
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 4 ตัว)	1
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูกบางส่วน โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือตอบถูก โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น $98+98+98+98$	1

BUTTERFLY HOUSE...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูกทั้งหมด (ปีก 392 ปีก ลำตัว 98 ตัว หนวด 196 เส้น) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น ขึ้นตอนวิธีคูณ หรือ การใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการคำนวณ เช่น 400-8 ในการคูณ $4 \times 98$	2
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (มีสื่อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวกหรือการนับ หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ	1
	- ตอบถูก (มีสื่อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจน เช่น ไม่สามารถเป็น 7 ตัวได้ เพราะมีจำนวนหนวดไม่พอ	2
5	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (30 หยอด) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ $5+5+5+5+5+5$ หรือ ใช้ยุทธวิธีการนับเพิ่มทีละเท่าตัว หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ	1
	- ตอบถูก (30 หยอด) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน เช่น 2 ตัวใช้ 5 หยอด 6 เท่าของ 2 ดังนั้น 6 เท่าของ 5 จึงต้องใช้น้ำ 30 หยอด	2
6	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (มีสื่อ 22 ตัว) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ $5+5+5+...$ หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ	1
	- ตอบถูก (มีสื่อ 22 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน เช่น 2 ตัวใช้ 5 หยอด 55 ตัวเป็น 11 เท่าของ 5 ดังนั้น จะได้ $2 \times 11$ ตัว	2
7	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (มีสื่อ 54 ตัว) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ $5+5+5+...$ หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ	1

BUTTERFLY HOUSE...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 54 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน ดังข้อ 6	2
8	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) แต่ไม่มีร่องรอยการคิด	1
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการการคิดอย่างเข้าใจ เช่น วาดเป็นแผนภูมิต้นไม้ หรือ การสร้างรายการทั้งหมดอย่างเป็นระบบ	2
9	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) แต่ไม่มีร่องรอยการคิด	1
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยแนวคิดพื้นฐาน เช่น วาดภาพทั้งหมด หรือ การนับทั้งหมด อย่างไม่เป็นระบบ	2
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการการคิดอย่างเข้าใจ เช่น วาดเป็นแผนภูมิต้นไม้ หรือ การสร้างรายการทั้งหมดอย่างเป็นระบบ	3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนรูปrikของแบบทดสอบ โต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs)

TABLE AND CHAIRS...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (6)	1
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (10)	1
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (3)	1
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (5)	1
5	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (9)	1

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนรูปรีคของแบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots)

PACKING POTS...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการวาดอย่างเป็นระบบลงในถาด หรือตอบถูก (24 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับจำนวนทั้งหมด	1
	- ตอบถูก (24 กระถาง) โดยวาดภาพหรืออธิบายชี้ให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น $4 \times 6 = 24$	2
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (105 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับหรือการบวกซ้ำ เช่น $35+35+35 = 105$	1
	- ตอบถูก (105 กระถาง) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น $3 \times 35 = 105$	2
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (490 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับหรือการบวกซ้ำหรืออธิบายไม่ชัดเจน	1
	- ตอบถูก (490 กระถาง) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือ การใช้ยุทธวิธีในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 10 ถาด เป็น 350 อีก 4 ถาดเป็น 140 ดังนั้นจึงรวมเป็น 490 หรือ $14 \times 35 = 490$	2
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (16 ถาด) แต่แสดงร่องรอยการคิดไม่ชัดเจน	1
	- ตอบถูก (16 ถาด) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือ การใช้ยุทธวิธีในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 10 เท่าของ 35 เป็น 350 อีก 5 เท่าเป็น 175 ดังนั้น 15 จึงเป็น 525 ต้องใช้อีกถาด หรือ $560 \div 35 = 16$	2

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนรูปรีดของแบบทดสอบหอยทากวิ่งไว (Speedy Snail)

TABLE AND CHAIRS...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าพยายามคูณ 15 ด้วย 34 หรือ	1
	- ตอบถูก (510 ซม. หรือ 5.1 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก	2
	- ตอบถูก (510 ซม. หรือ 5.1 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น วิธีคูณ 15 ด้วย 34 หรือ ยุทธวิธีพหุคูณของ 10 คือ $10 \times 34$ รวมกับครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ได้	2
2	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าใช้การคิดอย่างเหมาะสม เช่น หาระยะทางไปเดินได้ใน 1 นาที แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์	1
	- ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าพยายามใช้แนวคิดการคูณ เช่น 6 เป็น 1.59 / 12 เป็น 3.18 / 18 เป็น 4.77 หรือ ตอบถูก (4.505 เมตร) แต่มีร่องรอยการคิดไม่เพียงพอ	2
	- ตอบถูก (4.505 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น $0.265 \text{ เมตรต่อนาที} \times 17$ หรือ คำนวณระยะทางใน 18 นาที แล้วลบออก 0.265	3
3	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (หอยทากของกลุ่มแข่งเร็วกว่า) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการคิดไม่เพียงพอ	1
	- ตอบถูก (หอยทากของกลุ่มแข่งเร็วกว่า) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณและใช้หน่วยได้อย่างเหมาะสม เช่น คำนวณระยะทางต่อนาทีของทั้งสองตัวเปรียบเทียบกัน หรือ คำนวณหอยทากเสร็จใน 24 นาที	2

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนรูปрикของแบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp)

ADVENTURE CAMP...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- อธิบาย โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสองจำนวน โดยอาศัยจำนวนเพียงจำนวนที่เห็น เช่น ฐานยี่สิบ ได้รับความสนใจมากที่สุดจากนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7 หรือ นักเรียนชั้นปีที่ 7 ชอบฐานกำแพงหินมากกว่านักเรียนชั้นปีที่ 5	1
	- อธิบาย โดยมีอย่างน้อย 1 ความสัมพันธ์ที่สังเกตถึงความแตกต่างของจำนวนนักเรียนทั้งหมดของชั้นนักเรียนปีที่ 5 และ 7	2
2	- ไม่มีคำตอบ	0
	- ตอบผิด (ไม่เห็นด้วย) โดยอ้างถึงจำนวนที่เห็นเพียงอย่างเดียว	1
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายสนับสนุนน้อยไม่เพียงพอ	2
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายซึ่งคำนึงถึงจำนวนของนักเรียนทั้งหมด แต่ไม่ได้ใช้เศษส่วนหรือร้อยละอธิบายให้เห็นชัดเจน เช่น 18 จาก 75 มากกว่า 21 จาก 100	3
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายซึ่งคำนึงถึงจำนวนของนักเรียนทั้งหมด และใช้เศษส่วนหรือร้อยละอธิบายให้เห็นชัดเจน เช่น ชั้นปีที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 21 และชั้นปีที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 24 เพราะ $18/75 = 6/25 = 24/100 = 24\%$	4

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนรูปริกของแบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers)

CANTEEN CAPERS...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงร่องรอยให้เห็นว่ามีมากกว่า 1 แบบ หรือ ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการคิดเพื่อสนับสนุนการคิดน้อยไม่เพียงพอ	1
	- ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวกหรือการนับ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างไม่เป็นระบบ	2



CANTEEN CAPERS...		
ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณหรือแสดงการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น $2 \times 3$ เพราะ ขนมปัง 2 ชนิด โดยเลือกน้ำดื่ม 3 ชนิดสำหรับขนมปังแต่ละชนิด หรือ เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างเป็นระบบ	3
2	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบถูก (ได้) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการคิดเพื่อสนับสนุนการคิดน้อยไม่เพียงพอ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างไม่เป็นระบบ	1
	- ตอบถูก (ได้) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณหรือแสดงการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างเป็นระบบ หรือ 24 จาก $2 \times 4 \times 3$	2

ตัวอย่างเกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years Siemon, D. et al. (2006 : 117-118) มีรายละเอียดดังนี้

### ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับ การคูณ	รายละเอียด
44-48	8	- การไตร่ตรองการคิด (Reflective Knowing) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณในสถานการณ์ปัญหาของเศษส่วนและทศนิยมได้ สามารถเขียนแบบรูปในรูปทั่วไปได้ เริ่มแสดงแนวคิดอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและปัญหาปลายเปิดได้
37-43	7	- การเชื่อมโยง (Connecting) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของการคูณและการหารจำนวนนับโดยใช้ยุทธวิธี

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับ การคูณ	รายละเอียด
		<p>ต่างๆได้ โดยการอธิบายและเขียนอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบาย การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน แบบรูปอย่างง่าย และร้อยละได้ ใช้ แนวคิดเศษส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เริ่มมีการเชื่อมโยง ระหว่างปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและการสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์</p>
33-36	6	<p>- การขยายกลยุทธ์วิธี (Strategy Extending) เป็นระดับที่สามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับผลคูณคาร์ที่เขียนได้สมบูรณ์อย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาคูณและการหารที่เกี่ยวข้องกับจำนวนสอง หลัก แบบรูปและสัดส่วนได้ แต่บางครั้งยังไม่สามารถอธิบายถึง ยุทธวิธีที่ใช้อย่างชัดเจนได้ สามารถจัดรูปและเปรียบเทียบเศษส่วน ที่ลดลงทีละครั้งได้ ใช้ยุทธวิธีการแบ่งเศษส่วนอย่างง่ายได้ พัฒนา ความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับสัดส่วนแต่ยังไม่สามารถอธิบายการคิด ได้ สามารถคิดคำนวณในใจโดยการใช้กฎการคูณและการหารได้</p>
30-32	5	<p>- การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining) เป็นระดับการคิดที่ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาประเภทหลายขั้นตอนเกี่ยวกับสัดส่วน อย่างง่ายได้อย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคูณ แต่ยังไม่ชัดเจน โดยยังมีการใช้แนวคิดการบวกมาใช้ในแก้ปัญหา เกี่ยวกับเศษส่วน แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวในกรณีที่เป็น จำนวนที่มีค่ามากๆได้ สามารถเรียงลำดับจำนวนที่เป็นจำนวนเท่า ของ 1 หรือ 10 หรือ 100 ได้ สามารถแก้ปัญหาคูณคาร์ที่เขียนได้ แต่ยังไม่อาศัยแนวคิดการบวก เริ่มเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ไปสู่ทศนิยมและร้อยละได้แต่ยังไม่มประสิทธิภาพ</p>
23-29	4	<p>- การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring) เป็นระดับการคิดที่ใช้ใน การแก้ปัญหาที่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนนับสอง หลักได้ โดยอาศัยแนวคิดการบวก ส่วนในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากๆหรือทศนิยม จะใช้การวาดภาพและ</p>

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับ การคูณ	รายละเอียด
18-22	3	<p>ยุทธวิธีง่ายๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว แต่บางครั้งไม่สามารถแสดงแนวคิดออกมาให้เห็นได้</p> <p>- การรู้สึกนึกคิด (Sensing) เป็นระดับการคิดแสดงให้เห็นถึงการใช้สัดส่วน การนับอย่างเป็นระบบและใช้เทคนิคในการคิดได้เป็นอย่างดี เช่น การเพิ่มสองเท่า (Doubling) และการแบ่งครึ่ง (Halving)</p> <p>สามารถแก้ปัญหาคคูณคาร์ที่เขียนได้แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้เข้าใจได้ เริ่มที่จะคำนวณเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากขึ้นได้ แต่ยังใช้วิธีการนับหรือการบวกในการแก้ปัญห</p>
13-17	2	<p>- การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling) เป็นระดับที่แสดงการคิดโดยใช้การนับอย่างเป็นระบบ นิยมใช้จำนวน 2 หรือ 5 มานับเพิ่มเพื่อหาจำนวนรวมทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่าๆกัน ได้ รู้จักการรวมหน่วยเล็กให้เป็นหนึ่งหน่วยใหญ่ รู้จักการคูณ แต่ยังไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหได้ สามารถแก้ปัญหาคคูณคาร์ที่เขียนได้ในบางส่วน</p>
0-12	1	<p>- การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาคคูณและการหารอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับจำนวนน้อยๆได้ แต่ต้องอาศัยการวาด การสร้างแบบจำลองและยุทธวิธีในการนับจำนวนทั้งหมด อาจจะใช้การนับข้ามสำหรับกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า 5 ได้ สามารถสังเกตรูปแบบของแบบรูปอย่างง่ายได้ แต่ยังไม่ปรากฏการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับนี้ ยังไม่สามารถมองเป็นหน่วยใหญ่ได้ ยังไม่สามารถคิดคำนวณอย่างเป็นระบบและคิดอย่างมีประสิทธิภาพได้</p>

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) จากแบบทดสอบบ้านของผีเสื้อ แบบทดสอบการจัดเก็บกระดาษ แบบทดสอบหอยทากวงไว และแบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ โดยปรับให้เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริครวม ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิด เกี่ยวกับการคูณ		เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิด โดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	ระดับ 1	- ตอบผิดโดยมีร่องรอยการคิดซึ่งให้เห็นการนับแบบ หนึ่งต่อหนึ่ง หรือ ตอบถูกโดยไม่มีร่องรอยการคิด หรือ ในประเภทผลคูณคาร์ทีเซียนสามารถแสดง ร่องรอยการนับได้บางส่วน	1
	ระดับ 2	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดแสดงถึง แนวคิดการบวก เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก $4+4+4+4+4 = 20$ หรือ ตอบถูกบางส่วน โดยมีร่องรอย ซึ่งให้เห็นถึงแนวคิดที่ใช้ หรือ ในประเภทผลคูณ คาร์ทีเซียนสามารถแก้ปัญหาได้สมบูรณ์	2
กลุ่มสูง	ระดับ 3	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดซึ่งให้เห็นถึง แนวคิดการคูณ เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก $5 \times 4 = 20$	3
	ระดับ 4	- ตอบถูกทั้งหมด โดยใช้แนวคิดการคูณ และสามารถ อธิบายได้อย่างชัดเจนซึ่งให้เห็นว่ามีการคิดอย่างเป็น ระบบ หรือสามารถใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการคิดคำนวณ หรือในการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ เช่น $400-8$ ในการคิด $4 \times 98$ หรือ ในการคูณด้วย 15 คิดในใจโดย ใช้ 10 คูณก่อนแล้วบวกกับครึ่งหนึ่งของค่าที่ได้	4

เกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ เมื่อรวมคะแนนทุกข้อของแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิด เกี่ยวกับการคูณ		คะแนน รวม	คำอธิบาย
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	0	- การคิดเบื้องต้น : เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่างมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้
	ระดับ 1	1 – 10	- การคิดโดยใช้การนับ : เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวนเพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆกลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือ อาศัยการสร้างแบบจำลอง
	ระดับ 2	11 – 20	- การคิดโดยใช้การบวก : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณในปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคยโดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวนเมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และสามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน
กลุ่มสูง	ระดับ 3	21 – 30	- การคิดโดยใช้การคูณ : เป็นระดับที่สามารถตีความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็นระบบสามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนกลุ่มและผลรวมทั้งหมด ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์

ระดับการคิด เกี่ยวกับการคูณ	คะแนน รวม	คำอธิบาย
ระดับ 4	31 – 35	- การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณมีหลายลักษณะ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) เป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งสามารถจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนออกเป็นกลุ่มพื้นฐาน ได้แก่ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ และระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก และ กลุ่มสูง ได้แก่ ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ และระดับ 4 การขยายผลการคิด

### ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิด

ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหลายทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนของ Bruner ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Diene รายละเอียดของแต่ละทฤษฎีมีดังนี้

#### 1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget's Cognitive Theory)

Piaget ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร ทฤษฎีของ Piaget ตั้งอยู่บนรากฐานของทั้งองค์ประกอบที่เป็นพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการจากขั้นหนึ่ง ไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจ

ธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีความรู้ Piaget สรุปว่า พัฒนาการของเด็กสามารถอธิบายได้โดยลำดับระยะพัฒนาทางชีววิทยาที่คงที่ แสดงให้เห็นปรากฏ โดยปฏิสัมพันธ์ของเด็กกับสิ่งแวดล้อม ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget มี หลักการและแนวคิดที่สำคัญ (เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. 2536 : 4-5) ดังนี้

### 1.1 กระบวนการเรียนรู้

Piaget เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นโดยการกระทำ ระดับสติปัญญาของเด็กเริ่ม พัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการปฏิสัมพันธ์ นี้จะเป็นการจัดและรวบรวมระบบภายใน (Organization) และการปรับตัวของร่างกายกับ สิ่งแวดล้อมภายนอก (Adaptation) ที่เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ ตลอดเวลา เพื่อให้สมดุลกับสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 การจัดและรวบรวมระบบภายใน (Organization) หมายถึง การจัดและ รวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายใน เข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบ และมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา トラบที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

1.1.2 การปรับตัวของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมภายนอก (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

1) กระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่ เกิดขึ้นเมื่อนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยมนุษย์จะซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ ใหม่ให้รวมเข้าอยู่ใน โครงสร้างของสติปัญญา (Cognitive Structure) เดิมที่มีอยู่โดยอาศัยการ ตีความหรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม ส่วนบุคคลจะรับรู้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2) กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็น กระบวนการเปลี่ยนแบบ โครงสร้างของเชาวน์ปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือ ประสบการณ์ใหม่หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ซึ่ง เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญา

### 1.2 องค์ประกอบที่เสริมสร้างพัฒนาการทางปัญญา

Piaget ถือว่าเด็กทุกคนเกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และ ปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้เกิดพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา Piaget แบ่งองค์ประกอบที่มีส่วนเสริมสร้าง ให้พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา มี 2 องค์ประกอบ คือ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2553 : 35)

1.2.1 วุฒิภาวะ (Maturation) เป็นการเจริญเติบโตด้านสรีระวิทยาโดยเฉพาะเส้นประสาทและต่อมไร้ท่อที่มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทางเชาวน์ปัญญา หรือจะต้องจัดประสบการณ์หรือสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับความพร้อมหรือวัยของเด็ก

1.2.2 ประสบการณ์ (Experience) ทุกครั้งที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดประสบการณ์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

- 1) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ
- 2) ประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Logical Mathematical Experience) ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์
- 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social Transmission) หมายถึง การที่พ่อ แม่ ครู และคนที่อยู่รอบตัวเด็กจะถ่ายทอดความรู้ให้เด็ก หรือสอนเด็กที่พร้อมจะรับถ่ายทอดด้วยกระบวนการซึมซาบประสบการณ์หรือการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา
- 4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration) หรือการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (Self-Regulation) ซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคลเพื่อจะปรับความสมดุลของพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นต่อไปอีกขั้นหนึ่งซึ่งสูงกว่า โดยใช้กระบวนการซึมซาบประสบการณ์และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา

### 1.3 ระดับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา (Cognitive level)

การจัดระเบียบทางความคิด หมายถึง โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กแต่ละคนซึ่ง Piaget ได้แบ่งการจัดระเบียบทางความคิด เป็น 4 ขั้นตอน คือ (Nerbovig, M. H. and Klausmeier, H. J. 1974 : 227)

1.3.1 ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensorimotor) ขั้นนี้เด็กมีอายุแรกเกิดถึง 2 ขวบ Piaget แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อย 6 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (Reflexive) เด็กมีอายุแรกเกิดถึง 1 เดือน เป็นวัยที่ใช้พฤติกรรมรีเฟล็กซ์หรือโดยประสาทอัตโนมัติที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิดและพยายามที่จะปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเช่น คุณคนมาจากนมแม่คุณคนขวดเป็นต้น พฤติกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นเพื่อสนองตอบต่อสิ่งเร้าโดยอัตโนมัติเป็นพฤติกรรมที่ไม่เกิดจากการเรียนรู้

2) ขั้นพัฒนาการอวัยวะเคลื่อนไหวด้านประสบการณ์เบื้องต้น (Primary Circular Reactions) เด็กมีอายุ 1 เดือน ถึง 3 เดือน วัยนี้มักแสดงพฤติกรรมง่าย ๆ และทำซ้ำ ๆ โดยไม่เบื่อ



3) **ขั้นพัฒนาการเคลื่อนไหวโดยมีจุดมุ่งหมาย (Secondary Circular Reactions)** เด็กมีอายุ 4 เดือน ถึง 6 เดือน เป็นขั้นแรกที่แสดงพฤติกรรมโดยมีความตั้งใจ หรือมีจุดมุ่งหมาย เด็กจะเริ่มทำพฤติกรรมซ้ำเพราะความสนใจในผลของพฤติกรรมนั้น

4) **ขั้นพัฒนาการประสานของอวัยวะ (Coordination of Secondary Reactions)** เด็กมีอายุ 7 เดือน ถึง 10 เดือน ขั้นนี้เด็กเริ่มที่จะแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ เด็กจะใช้พฤติกรรมในอดีตที่ผ่านมาช่วยในการแก้ปัญหา เด็กวัยนี้จะสามารถหาของที่ซ่อนไว้ได้

5) **ขั้นพัฒนาการความคิดริเริ่มแบบลองผิดลองถูก (Tertiary Circular Reactions)** เด็กมีอายุ 11 เดือน ถึง 18 เดือน ในขั้นนี้เด็กเริ่มที่จะทดลองพฤติกรรมแบบถูกผิด (Trial and Error) เด็กจะมีความสนใจในผลของพฤติกรรมใหม่ ๆ มักจะทดลองทำหลาย ๆ แบบ และสนใจผลที่เกิดขึ้น

6) **ขั้นพัฒนาโครงสร้างเชาวน์ปัญญาเบื้องต้น (Beginning of Thought)** เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 2 ขวบ พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา ระดับนี้เป็นระดับสุดท้ายของขั้น Sensorimotor เด็กวัยนี้สามารถที่จะประดิษฐ์วิธีใหม่ ๆ โดยใช้ความคิดในการแก้ปัญหา เด็กสามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งหนึ่งกับสิ่งหนึ่งและสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาได้

1.3.2 **ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational)** ขั้นนี้เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 7 ขวบ เด็กวัยนี้ไม่มีโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา (Structure) ที่จะใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของอยู่รอบ ๆ ตัว ได้หรือมีพัฒนาการทางด้านภาษา เด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยคและเรียนรู้คำต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เด็กจะรู้จักคิดในใจอย่างไรก็ตามความคิดของเด็กวัยนี้ยังมีข้อจำกัดหลายอย่างลักษณะทางเชาวน์ปัญญาของเด็กวัยนี้อาจสรุปได้ดังนี้

1) เด็กวัยนี้จะเข้าใจภาษาและทราบว่าของต่าง ๆ มีชื่อและใช้ภาษาเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้

2) เด็กจะเลียนแบบผู้ใหญ่ในเวลาเล่นหรือเลียนแบบได้โดยตัวแบบไม่ต้องอยู่ต่อหน้า

3) มีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism) ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น หรือไม่ได้คิดว่าผู้อื่นเขาจะคิดอย่างไร

4) เด็กวัยนี้ไม่สามารถจะทำปัญหาการเรียงลำดับ (Serration) ได้นอกจากนี้เด็กก็ยังไม่ได้เข้าใจการคิดย้อนกลับ (Reversibility)

5) เด็กวัยนี้จะไม่เข้าใจความคงตัวของสาร (Conservation) เพราะเด็กวัยนี้จะให้เหตุผลจากรูปร่างที่เห็นไม่ใช่การแปลงรูปเป็นอย่างอื่น

1.3.3 ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 7 ปีถึง 11 ปี พัฒนาการทางด้านเซอว่นปัญญา และความคิดของเด็กวัยนี้แตกต่างกับเด็กในขั้น Preoperational มากเด็กวัยนี้จะสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ Piaget สรุปความแตกต่างของความคิดทางเซอว่นปัญญาของเด็กวัยนี้กับเด็กในขั้น Preoperational ดังต่อไปนี้

1) การสร้างภาพในใจ (Mental Representations) เด็กวัย 7 ถึง 11 ปี สามารถที่จะวาดภาพความคิดในใจได้ซึ่งตรงข้ามกับเด็กในวัย 2 ถึง 7 ปีซึ่งไม่สามารถที่จะทำได้

2) ความคงตัวของสสาร (Conservation) เด็กวัย 7 ถึง 11 ปีสามารถที่จะบอกได้ว่าของเหลวหรือของแข็งจำนวนหนึ่งจะมีจำนวนคงที่ แม้ว่าจะเปลี่ยนแปลงรูปหรือสถานที่ว่าง

3) การคิดเปรียบเทียบ (Relational Terms) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะคิดเปรียบเทียบได้และสามารถที่จะเข้าใจว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะใหญ่กว่า มากกว่าน้อยกว่าให้ขึ้นอยู่กับว่าเปรียบเทียบกับอะไร นอกจากนี้เด็กวัยนี้จะเข้าใจความหมายของส่วนย่อยและส่วนรวม

4) การแบ่งกลุ่มหรือจัดหมู่ (Class Inclusion) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์ที่จะช่วยแบ่ง หรือจัดสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งรอบ ๆ ตัวเป็นหมวดหมู่ได้

5) การเรียงลำดับ (Serialization and Hierarchical Arrangements) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะจัดของตามลำดับ ความหนักความยาวได้

6) การคิดย้อนกลับ (Reversibility) เด็กวัยประถมศึกษา หรือ Concrete Operations สามารถที่จะคิดกลับได้เช่น เด็กวัยนี้จะคิดได้ว่าถ้า  $5+7 = 12$  จะตอบปัญหาได้ว่า  $12-7$  จะได้ 5 หรือ  $12-5$  ได้ 7 เป็นต้น

1.3.4 ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ ในขั้นนี้พัฒนาการทางเซอว่นปัญญา และความคิดของเด็กเป็นขั้นสุดยอดคือเด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาสาเหตุผล นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างวิทยาศาสตร์สามารถที่จะตั้งสมมติฐานและทฤษฎีและเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยกับการรับรู้ไม่สำคัญเท่ากับความคิดถึงสิ่งที่จะเป็นไปได้ (Possibility) Piaget ได้สรุปว่า “เด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบันสนใจที่จะ

สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีความหมายหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม”

จากระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget สรุปได้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก แบ่งเป็น 4 ชั้น คือ

1. ชั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensorimotor) ชั้นนี้เด็กมีอายุแรกเกิดถึง 2 ขวบ เป็นชั้นที่เด็กมีการพัฒนาโครงสร้างทางปัญหอย่างง่าย เด็กจะสามารถหาสิ่งของที่ซ่อนไว้ได้ สามารถประดิษฐ์สิ่งของหรือรูปร่างอย่างง่าย การเรียนรู้จะเป็นแบบลองผิดลองถูก

2. ชั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational) ชั้นนี้เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 7 ขวบ เด็กวัยนี้ จะสามารถใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของอยู่รอบ ๆ ตัวได้ หรือมีพัฒนาการทางด้านภาษา เด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยคและเรียนรู้คำต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

3. ชั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operations) ชั้นนี้เด็กมีอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กในชั้นนี้ จะสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ได้ เช่น สามารถแบ่งสิ่งของออกจากกันตามจำนวนที่กำหนดให้ได้

4. ชั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operations) ชั้นนี้เด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยรุ่นผู้ใหญ่ เป็นชั้นที่เด็กรู้จักคิดเป็นเหตุเป็นผล รู้จักคิดนี้ด้วยตนเอง สามารถสร้างความคิดรวบยอดเรื่องนามธรรมต่าง ๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่าย ๆ ต้องพิสูจน์ที่ผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ กฎ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ นำมาตั้งเป็นสมมติฐาน และแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อดูว่าเป็นจริงหรือไม่

## 2. ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนของ Bruner (Bruner's Theory of Instruction)

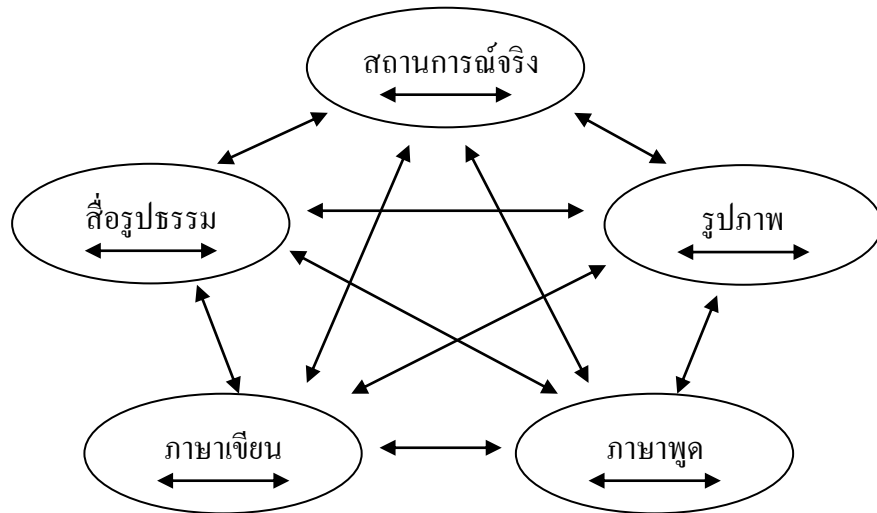
ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับระดับการคิดและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีว่าต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการกระเ็นจากประสบการณ์ อย่างมีหลักเกณฑ์ และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใด ๆ Bruner ให้ความสำคัญกับ สมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน (Process and Product Approach) นอกจากนี้ ยังให้แนวคิดที่ มนุษย์สามารถเรียนหรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ (ยูทพงษ์ ศุภชัยชาติ, 2558 : 65-66) ดังนี้

2.1 ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชั้น กับของ 5 ชั้น เพื่อเป็นของ 9 ชั้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects or Manipulatives)

2.2 ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เช่น การใช้รูปภาพ ใต้อะแกรม พิล์ม ที่เป็นสื่อสายตา (Visual Medium) ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น ผู้เรียนดู ภาพรถ 4 คัน ในภาพแรก ดูภาพรถ 5 คัน ในภาพที่สอง และดูภาพรถ 9 คัน ในภาพที่สาม ซึ่งเป็นภาพรวมของรถในภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง รถ 9 คัน ในที่นี้เกิดจากการที่ผู้สอนวางแผน ให้ผู้เรียนเรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง

2.3 ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ซึ่งเป็น ระดับที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่ หนึ่งได้ เช่นการเขียน  $5 + 4 = 9$  เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่ 2

แนวคิดของ Bruner ปรากฏอยู่ในผลงานของ Lesh, R. et al. (2003 : 1) ซึ่งเป็นที่รู้จักกัน ดีในนามของ โมเดลของ Lesh (Lesh's Model) ซึ่ง Lesh ใช้แนวคิดข้างต้นของ Bruner ในการ สร้างโมเดลที่แสดงว่า ผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) สามารถแสดงความรู้ นั้นในรูปของรูปภาพ (Pictures) ภาษาเขียน (Written Symbols) ภาษาพูด (Spoken Symbols) และสถานการณ์จริง (Real World Situation) ได้ โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาอื่น ๆ ที่ ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูด และได้เขียนมากขึ้น การได้พูดและเขียนเป็นการ เปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน ตามโมเดลที่ Lesh ได้เสนอนั้น ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้จากการดูว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนความเข้าใจ จากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้หรือไม่ เช่น ถ้าผู้เรียนสามารถเขียนสิ่งที่ตนอธิบาย ให้เพื่อนฟังเป็นภาษาเขียนได้ แสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่พูด เนื่องจากสามารถเปลี่ยน จากภาษาพูดเป็นภาษาเขียนได้ โมเดลการแปลงของ Lesh มีรายละเอียดดังแสดงในแผนภาพ



แผนภาพที่ 7 โมเดลของ Lesh (Lesh's Model)

### 3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky สร้างสรรค์ โคว์ตระกูล (2553 : 56 -63) ได้อธิบายตั้งแต่ประวัติความเป็นมาของเขา และ แนวคิดที่ได้รับการยอมรับมากพัฒนาทางด้านปัญญาใน 3 เรื่อง คือ Internalization, The zone of proximal development และ Scaffolding มีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีของ Lev Vygotsky เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้ศึกษาทางด้านพัฒนาการทางปัญญาเช่นเดียวกับ Piaget แต่จะแตกต่างกันบ้างที่เขาให้ความสนใจกับการมีปฏิสัมพันธ์จากโลกภายนอก (Outward) จะทำให้เกิดพัฒนาการทางปัญญาใน (Inside) ขณะที่ทฤษฎีของ Piaget จะเป็นการศึกษาด้านภาวะการเจริญเติบโตภายในของมนุษย์ อายุ และขั้นพัฒนาการจะมีผลต่อการนำไปและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ภายนอก หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าเป็นการเริ่มจากข้างใน (Inside) ไปยังข้างนอก (Outward)

Lev Vygotsky (1896 – 1934) เกิดปีเดียวกันกับ Piaget เขาไม่จบวิทยาศาสตร์แต่ได้รับการศึกษา ในด้านกฎหมายจากมหาวิทยาลัยมอสโก ต่อจากนั้นเขาไปศึกษาทางด้านอักษรศาสตร์ (Literature) และภาษาศาสตร์ (Linguistics) และทำให้เขาได้รับปริญญาเอกและได้เขียนหนังสือ ชื่อ Psychology of art ทฤษฎีของ Vygotsky เขาให้ความสำคัญกับเรื่องการเมือง (Political Environment) มาก เขาเริ่มต้นทำงานทางด้านจิตวิทยา ในระยะสั้น ๆ หลังจากรัสเซียได้ปฏิรูปการปกครอง จากระบบกษัตริย์ (Czar) เป็นระบบ Marxism ปรัชญาของเขาให้ความสำคัญกับเรื่องทางสังคมและการมีส่วนร่วม ซึ่งเขาเชื่อว่าแต่ละคนล้วนมี

เป้าหมายของตนเองและต้องการบรรลุเป้าหมายนั้น ดังนั้นจึงต้องมีการสนับสนุนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) และร่วมมือกันทำงาน (Co – operation)

Vygotsky เสียชีวิตเมื่ออายุเพียง 38 ปี ในขณะที่ทฤษฎีของ Piaget มีอิทธิพลมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญาในปี 1960-1970 แต่ทฤษฎีของ Vygotsky กลับได้รับการกล่าวขวัญมากหลังจากเขาเสียชีวิตไปแล้ว โดยเฉพาะในปี 1980- 1990

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky ก่อนข้างมีข้อจำกัดมากกว่าของ Piaget แต่่วาวิธีการและแนวคิดสำคัญของเขา ได้รับการยอมรับมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญาใน 3 เรื่อง คือ กระบวนการภายใน (Internalization), The zone of proximal development และ Scaffolding (Sternberg and William. 1996 : 202)

### 3.1 กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization)

กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization) ก็คือการซึมซับ (Absorption) หรือการนำเอาความรู้ (Knowledge) ที่มีอยู่ในบริบทของสังคมนั้น ๆ ด้วยการสังเกต (Observe) ด้วยตัวเอง Vygotsky เชื่อว่าความคิดและภาษามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด การพัฒนาการทางภาษาของเด็ก ทักษะทางภาษาจะไปช่วยพัฒนาความคิดของพวกเขา ยกตัวอย่าง การมีทักษะทางภาษาที่เข้มแข็ง เด็ก ๆ ก็จะสามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันได้ดี และเรียนรู้จากการสนทนาได้มากกว่าการที่พวกเขาจะไม่เข้าใจถ้อยคำที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันเลย

### 3.2 บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา (The Zone of proximal development)

แนวคิดที่สองของ Vygotsky ก็คือ Zone of proximal development หรือเรียกว่า ZPD ซึ่งเป็นขอบเขต (Range) ระหว่าง 2 สิ่ง คือ สิ่งหนึ่งเป็นขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยอิสระ กับอีกขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ เช่น กัน แต่ต้องได้รับการแนะนำ (Guidance) จากผู้ชำนาญการ โดยธรรมชาติแล้วเด็ก ๆ เขาจะทำอะไรโดยการสังเกต โดยจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่พวกเขามี นอกจากการมีปฏิสัมพันธ์ก็คือ “ประสบการณ์” (Experience) Vygotsky ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขอบเขตระหว่างการทำที่ทำได้ด้วยตนเองกับการทำได้โดยอาศัยการชี้แนะ ความแตกต่างดังกล่าวทำให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษามาก

งานวิจัยของ Vygotsky พบว่าเด็กบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องให้ผู้ใหญ่ช่วย เด็กบางคนไม่สามารถจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่ถ้าผู้ใหญ่วัดให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำได้แต่เด็กบางคนจะไม่สามารถเรียนรู้ได้ แม้ว่าจะ

ได้รับความช่วยเหลือ ซึ่ง Vygotsky อธิบายว่า เด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมี ZPD แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือ Zone of proximal growth บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำกว่า ตัวอย่างเช่นในการทดสอบเด็กอายุ 5 ขวบ 2 คน ด้วยการให้ตอบคำถาม ปรากฏว่าเด็กสองคนตอบปัญหาได้เท่ากัน ผู้ทดสอบมักจะสรุปว่าเด็กสองคนตอบปัญหาของเด็กอายุ 7 ขวบ โดยได้รับความช่วยเหลือ เช่น อธิบายหรือชี้แนะปรากฏว่าเด็กคนหนึ่งสามารถตอบได้แต่อีกคนตอบไม่ได้ ก็แสดงว่าเด็กที่ตอบไม่ได้อยู่ต่ำกว่า ZPD (Vygotsky) เรียกการช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ว่า “Scaffolding” ซึ่งหมายความว่า การใช้ความช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ หรือการแก้ปัญหา หรือการทำอะไร อย่างหนึ่ง ซึ่งเด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์

#### 4. ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Diene (Dienes's Theory of Mathematics

##### Learning)

แนวคิดของ Diene ส่วนมากเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับของ Piaget เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Diene ประกอบด้วยกฎหรือหลัก 4 ข้อ (อัมพร ม้าคนอง, 2546 : 2) ดังนี้

4.1 กฎของภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) กฎนี้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจที่แท้จริงใหม่ โนทัศน์ใหม่นั้นเป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ชั้น คือ

ขั้นที่หนึ่ง เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสบกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใด ๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น  
ขั้นที่สอง เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึง (Isomorphic) กับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน  
ขั้นที่สาม เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้  
ถึง การนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนทั้งสามเป็นกระบวนการที่ Diene เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กจะต้องประสบในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ

4.2 กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) กฎนี้เสนอแนะว่าการเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลาย ๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือการจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้

ผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4.3 กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) กฎข้อนี้กล่าวว่า การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Generalization of Mathematical Concept) หรือ การนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างเป็นระบบ ในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่ควรเปลี่ยนแปลง คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้คือ ลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

4.4 กฎการสร้าง (The Constructivity Principle) กฎข้อนี้ให้ความสำคัญกับการสร้าง ความรู้ที่ผู้เรียนควรได้พัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้เพื่อก่อให้เกิดความรู้ ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง และจากพื้นฐานที่มั่นคงเหล่านี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป Dienes and Golding (1971 : 67) ให้ความเห็นว่า การสร้างความรู้ควรมาก่อนการวิเคราะห์เสมอเพราะเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะวิเคราะห์ในสิ่งที่ตนยังไม่รู้ กฎข้อนี้เสนอแนะให้ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น และสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Diene ที่มีหลายองค์ประกอบ คือ ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้ การแสดงความคิด ต้องใช้หลายวิธีและหลาย ๆ รูปแบบเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด การทำให้เด็กเกิดความคิดได้ จะต้องตามลำดับดังนี้ Concrete, Semi-Concrete และ Abstract ความพร้อมทางวุฒิภาวะ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ ความถนัด เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ และสมาธิ การได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อย ๆ การเสริมแรงที่เหมาะสมและเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นทางวาจาหรือท่าทาง และ การรู้จักใช้วิธีการและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมและคุ้มค่า (ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. 2558 : 68)

จากการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิดสรุปได้ว่าการคิดมีการพัฒนาขึ้นได้ จากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พัฒนาเองตามวัยเนื่องจากการเติบโตของสรีระ พัฒนาจากการได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่นช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และการคิดก็เริ่มพัฒนาจากการคิดเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ในภายหลัง ซึ่งได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเสนอแนวคิดไว้หลากหลายดังที่ได้กล่าวมาแล้ว



## แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวัดระดับการคิดในการวิจัยครั้งนี้ จากการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจให้ถูกต้อง จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของแบบทดสอบ ประเภทของแบบทดสอบ แบบทดสอบอัตนัย ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย หลักในการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ความหมายของแบบทดสอบ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Brown (1998 : 90) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่การวัดโดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของคำถาม หรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

สมนึก ภัททิษณ์ (2551 : 2) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็น เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2554 : 233) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้น เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างที่ต้องการหรือเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือ ของบุคคลเดียวกันหรือหลายคนในเวลาต่างกัน โดยนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาและอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตและวัดให้เป็นปริมาณได้ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

## 2. ประเภทของแบบทดสอบ

ประเภทของแบบทดสอบได้มีนักการศึกษาจำแนกประเภทไว้หลายทัศนะ ดังนี้

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 41-51) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบหลายลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคคล- สังคม มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่ทำใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้ จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีความถูกต้อง มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการ

พยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีต่อตัวบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก – ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมความ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

#### 4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่ จำกัดเวลาในการสอบ ต้องการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ หรือไปให้ตอบที่บ้าน

#### 5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปาก หมายถึง การสอบโดยการถาม – ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

สมนึก กัททิษณี (2551 : 62 - 67) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

#### 1. แบ่งตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ

2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ

2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน

3. แบบตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อมากและค่อนข้างง่าย

3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อน้อย

4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบทีละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบทีละหลาย ๆ คนเป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

## 5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของ  
 ดั้งคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์  
 รูปภาพ ตัวเลข แทนภาษา

## 6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วยการ  
 เรียน

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่าน  
 มาทุกบททุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสิน  
 ผลการเรียน

## 7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียน  
 ต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเขียนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบ  
 เฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบ  
 แบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 233 – 234) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ โดยอาศัย  
 กฎเกณฑ์ ออกเป็นดังนี้

### 1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด  
 ความรู้ และทักษะ

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)

1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)

1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)

1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude Test)

1.3.3 แบบวัดความพร้อม (Readiness Test)

1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Test)

### 2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

- 2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test)
- 2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test)
- 2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test)
3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง จำแนกได้ 2 ประเภท คือ
  - 3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)
  - 3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (non-Standardized Test)
4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ
  - 4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)
  - 4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm- Referenced Test)
5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ
  - 5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) ประกอบด้วย
    - 5.1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)
    - 5.1.2 แบบทดสอบแบบความเรียง (Essay Test)
    - 5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
    - 5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)
  - 5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)
  - 5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง โดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งหลัก ๆ ได้แก่ ตามลักษณะการตอบสนอง, ตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด ตามจำนวนผู้เข้าสอบ ตามลักษณะการประเมิน ตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ ตามลักษณะการสร้างและตามเวลาที่กำหนดให้ ในการวิจัยนี้เพื่อวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบเป็นรายบุคคล แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาเองและแบบทดสอบแบบใช้เวลา

### 3. แบบทดสอบอัตนัย

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้หลากหลาย ดังนี้

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่าแบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยาย ผู้ตอบมีสิทธิ์จะ

เขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมี ความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2551 : 67) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการ เขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบไม่คงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย หรือการเรียนรู้ แบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ และให้ผู้ตอบเขียน ตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อ จะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้าน การใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 235) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ หรือ คะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความ เรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

จากความหมายของแบบทดสอบแบบอัตนัย สรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะให้ผู้ตอบคิดคำตอบเอง สามารถเขียนบรรยายความคิดอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบไม่คงที่แน่นอน อาจมีคำตอบถูกหลาย ๆ แต่มีการตรวจให้คะแนนมีความ เป็นปรนัยต่ำ จึงต้องสร้างกฎเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สมเหตุสมผล เป็นข้อสอบที่วัดได้หลาย ด้าน เช่น การใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

#### 4. ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาจำแนกประเภทของแบบทดสอบอัตนัยไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Gronlund, N.E. (1981 : 90) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ตามลักษณะ ของความเป็นอิสระในการตอบ จะแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Questions) เป็นแบบคำถามที่จำกัด ให้ตอบทั้งเนื้อหาและรูปแบบการตอบ ปกติด้านเนื้อหาจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการ กำหนดขอบเขตและประเด็นที่ตอบ แบบทดสอบแบบความเรียงประเภทนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือสร้างง่ายและใช้กับการวัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ดี แต่ให้อิทธิพลหรือ อิสระแก่ผู้สอบน้อย ผู้สอบไม่สามารถแสดงความรู้ความสามารถและความคิดเห็นได้อย่าง เต็มที่



2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้กว้างขวาง ไม่มีข้อจำกัดโดยทั่วไปผู้สอบมีอิสระที่จะเลือกใช้ที่จริงหรือข้อความรู้ใด ๆ มาตอบก็ได้ ผู้สอบจะต้องตัดสินใจกำหนดประเด็นในการตอบเอง รวมทั้งจะต้องจัดเรียงเนื้อหาความรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับจัดลำดับความสำคัญผสมผสานแนวความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และประเมินความรู้ความคิดนั้น เสนอเป็นคำตอบให้มีความยาวที่เหมาะสมกับคำถามที่ต้องการ

ชาญชัย ชมดิษฐ์ (2548 : 34-35) แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) และแบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ซึ่งขึ้นอยู่กับการให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่าเด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ให้อิสระเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการสอนโดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น

1.1 จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี

1.2 จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้บอกถึงหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น

2.1 จงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด

2.2 เพราะเหตุใดเอ็ดสันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมาก

2.3 จงทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น

3.1 จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วน  
พัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลี และเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่น

4.1 จงเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบ  
ประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือ  
นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขต  
แบบฟอร์มและเนื้อที่เฉพาะให้นักเรียน ไม่มีอิสระ เสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้  
ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะ  
กำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วยตัวอย่างเช่น ลักษณะภูมิอากาศ การปกครอง  
อาชีพของพลเมือง จงอธิบายสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ จง  
ยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อ ส่วนดีของข้อสอบแบบนี้คือ ง่ายในการ  
ตรวจ มีความยุติธรรมและมีความเชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบประเภทไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย

### 5. หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาได้ให้หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัยไว้ ดังนี้

สมบูรณ์ ดันยะ (2545 : 24-29) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้  
ตามที่ปรากฏในตารางการวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนัก  
ความสำคัญมากก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากให้ได้สัดส่วนตามตารางวิเคราะห์  
หลักสูตร เพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน

2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่น  
จะสอบเฉพาะเนื้อหาที่ครูบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่นักเรียนร่วม  
อภิปราย ทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วย และควรแจ้งให้ผู้สอนทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้  
เตรียมตัวศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง

3. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบเสียเปรียบ  
กัน อันเนื่องมาจากข้อสอบมีความยากง่ายไม่เท่ากัน คะแนนที่ได้จึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้  
เพราะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ไม่เท่ากัน

4. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้น ๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอะไรมีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนอย่างไร ควรให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ควรบอกให้ชัดเจนด้วยว่ามีการแบ่งส่วนคะแนนอย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม

5. ถามปัญหาที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้จริง ๆ สามารถตอบปัญหาได้โดยพยายามนำกฎเกณฑ์ หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ควรเป็นคำถามที่นักเรียนเคยพบหรือเคยทำมาก่อน เพราะจะกลายเป็นการวัดความจำไป

6. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ แบบ มิใช่มีแต่คำถามประเภท ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ดีความ วิเคราะห์เหตุผล วิวิจารณ์ และ ประเมินผล เป็นต้น

7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้วคนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่าเป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี

8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลยเพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะได้แก้ไขก่อนนำไปใช้ได้

9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรหลีกเลี่ยง การถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้น ๆ

10. พยายามสร้างข้อคำถามหลาย ๆ ข้อ ให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวของข้อสอบ และความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ

11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย เราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากข้อโดยกำหนดให้ตอบสั้น ๆ

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อยั่วให้ผู้ออกตอบยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง การใช้คำในตัวข้อสอบควรให้อ่านง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม ประการที่สอง ควรเขียนข้อสอบที่ต้องการคำตอบสั้น ๆ แต่มีหลายข้อย่อย และประการที่สาม ให้นักเรียนทำทุกข้อเหมือนกัน ไม่ควรให้มีข้อเลือก

#### 6. การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย

การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัยเป็นเรื่องยาก มีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ ถึงแม้จะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนแล้วก็ตามเพราะผู้ตอบสามารถแสดงความคิดอย่างเสรี และหลากหลาย จึงมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักในการให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

เยวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 132-138) ได้กล่าวว่า การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยวัดความสามารถของนักเรียนมิได้จับสั้นลงเพียงนำข้อสอบไปทดสอบนักเรียนเท่านั้น แต่ยังนำเอากระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามวิธีการตรวจที่มีระบบ เพื่อให้คะแนนที่ได้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้หลังจากเราพอใจกับคำถามหรือข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนและแบบทดสอบที่สร้างอย่างดีแล้ว งานขั้นถัดไป คือการตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบของนักเรียน ปัญหาในขั้นนี้คือ จะตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการอย่างไร

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด
2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้คะแนน
4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็นไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่นักเรียนทุกคนสำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

4.1 การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method) การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อน โดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธี

นี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนน ผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวคำตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบมากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบ

4.2 การตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของ ผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจดูคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไป แล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้ คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณเพื่อจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ พัฒนาจากเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหาการคูณทั้ง 5 ประเภท ได้แก่ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน พหุคูณของจำนวน ผลคูณของสัดส่วน ผลคูณคาร์ทีเซียน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ และระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ และระดับ 4 การขยายผลการคิด

## แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อ ทำการศึกษาเชิงลึก การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือการคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จากการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจ ให้ถูกต้อง จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการสัมภาษณ์ ประเภทของแบบสัมภาษณ์ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ การดำเนินการสร้างแบบ สัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ความหมายของการสัมภาษณ์ (Interview)

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

วัฒนา พ็ชรวานิช (2531 : 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มี การปิดบังอำพรางและยังช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธธาวิชัย (2542 : 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคล โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

มลิวลัย พิวกกรม (2554 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายการสัมภาษณ์ไว้ว่าคือ การคุยอย่างมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความรู้สึก เป็นส่วนใหญ่ เช่น เกี่ยวกับบุคลิกภาพ การปรับตัว เจตคติ ความสนใจ รวมทั้งคุณลักษณะเกี่ยวกับการปฏิบัติในด้านวิธีการปฏิบัติ การใช้การสัมภาษณ์เพื่อวัดความสามารถในด้านความรู้ ความคิดทางสติปัญญาที่สามารถใช้ได้ แต่ต้องระมัดระวังในกรณีที่ถูกสัมภาษณ์มีหลายคน และใช้คำถามคนละชนิดคนละเรื่อง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเปรียบเทียบคะแนน

อรัญ ชูขจรเดื่อง (2557 : 43) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์ หมายถึงการสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยจะมีผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ตั้งคำถามและผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถาม ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้จดบันทึก ใช้เทปบันทึกเสียงหรือใช้วิธี โอเทป บันทึกคำตอบของคำถามต่าง ๆ การสัมภาษณ์นี้เหมาะกับการเก็บข้อมูลจากเด็ก ๆ หรือผู้ที่อ่านหนังสือไม่ค่อยได้

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะ ด้านความรู้สึก ความคิดของบุคคลและด้านพฤติกรรม โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัว เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ในขณะที่สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความน่าเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

## 2. ประเภทของแบบสัมภาษณ์

มีนักการศึกษาจำแนกประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542 : 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์

ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Form) การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Form) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-directive Interview) การสัมภาษณ์วิธีนี้เป็นแบบไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้น สิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่าง การสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึก นึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็น ในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่”

หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 78-80) กล่าวว่า การสัมภาษณ์อาจแบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงใน แบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลา ในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการตัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

ไพศาล วรคำ (2554 : 253-254) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูล ตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สัมภาษณ์ การสัมภาษณ์มี 2 ประเภท คือ

1. แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ใน แบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มี ความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือ แนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ แสดงความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่

อรัญ ชูยกระเดื่อง (2557 : 43) ได้แบ่งการสัมภาษณ์ออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. การสัมภาษณ์แบบที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นแบบที่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอนบางคำถามก็เป็นแบบปลายเปิด บางคำถามก็เป็นแบบปลายปิด การ



สัมภาษณ์แบบนี้เหมือนกับแบบสอบถามต่างกันตรงที่การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้เขียนคำถามของผู้ตอบเอง

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้ล่วงหน้าแน่นอน ผู้สัมภาษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงคำถามได้ตลอดเวลา ตามสถานการณ์แต่ต้องมุ่งให้ได้ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญการและต้องจำคำถามต่าง ๆ ได้

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน และการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้ล่วงหน้าแน่นอน มีเฉพาะประเด็น หรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น ซึ่งผู้สัมภาษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงคำถามได้ตลอดเวลาตามสถานการณ์ เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง

### 3. การดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์

จากการศึกษาการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ หลักในการสัมภาษณ์ คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ การสร้างแบบสัมภาษณ์ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ (รวีวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 119-122) มีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

3.1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อโครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ควรกรอกไว้ล่วงหน้า

3.1.2 ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้การสัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ

3.1.3 ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อความ และที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์

#### 3.4 หลักในการสัมภาษณ์

หลักในการสัมภาษณ์เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้ อย่างดี ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เทียงตรง ควรมีหลักดังนี้

##### 3.4.1 การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

- 1) ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด
- 2) ทำการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปสัมภาษณ์ กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยังฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไร่ล่วงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์รวมกันที่วัด หรือไปสัมภาษณ์ตามบ้านของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจน จะได้ไม่สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้ว และจะพบปะพูดคุยกันตาม โอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อนี้
- 3) กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า
- 4) ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้า ให้คล่องแคล่วไม่ประหม่าหรือเก้อเจิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้ดำเนินการสัมภาษณ์ไปได้อย่างราบรื่น

#### 3.4.2 การเริ่มต้น

- 1) ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ
- 2) สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้สัมภาษณ์จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

#### 3.4.3 การดำเนินการสัมภาษณ์

- 1) ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส
- 2) ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่แปลปลัดไหลายทาง เหมาะสำหรับระดับผู้ให้สัมภาษณ์
- 3) ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที
- 4) สัมภาษณ์ทีละคำถาม
- 5) ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นฐานความรู้เรื่องดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์
- 6) ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ก็ตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายคำถามให้เข้าใจ
- 7) การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว
- 8) ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

9) ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

10) ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือชุดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

11) กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

### 3.5 คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี

คุณสมบัตินของผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรมีคุณสมบัตินี้ ดังนี้

3.5.1 มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกริยามารยาทสุภาพ เรียบร้อย นุ่มนวล แจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศการสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โน้มน้ำวให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมือ อย่างจริงใจ

3.5.2 มีมนุษยสัมพันธ์ดี ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

3.5.3 มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรริบรูสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหาเฉพาะหน้า ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

3.5.4 เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการตัดสินใจ และนำมาประกอบการแปลความหมายข้อมูล

3.5.5 มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการบิดเบือน แปลความ ตีความหรือสรุป ขัดแย้งไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

3.5.6 มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เทียงตรง

3.5.7 มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไป สัมภาษณ์คนที่ไม่รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นาน ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีกริยาอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

### 3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ มีดังนี้

#### 3.6.1 ข้อดีของการสัมภาษณ์

1) เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน

2) สามารถปรับคำถามให้ชัดเจนขึ้น ได้ ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจก็เปลี่ยน

คำถามให้เกิด ความเข้าใจได้

3) ผู้ให้สัมภาษณ์จะให้ความร่วมมือมากกว่าวิธีส่งแบบสอบถามไปให้ตอบ

4) ระหว่างการสัมภาษณ์สามารถสังเกตความจริงใจในการตอบของผู้ถูก

สัมภาษณ์จาก กิริยา ท่าทางได้

5) ระหว่างการสัมภาษณ์ตรวจสอบคำตอบได้และสามารถหาข้อมูลได้ลึก  
ขึ้นเมื่อเกิดข้อ สงสัยในคำตอบ

### 3.6.2 ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

1) ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาก การสัมภาษณ์แต่ละครั้ง  
จะต้องใช้เวลาใน การเดินทางไปกลับ ในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายาม  
และค่าใช้จ่ายสูง

2) ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตนด้วยความจงใจ

3) คุณภาพข้อมูลที่ได้อาจขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

### 3.7 การสร้างแบบสัมภาษณ์

การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เพราะ มักเป็นคำถาม  
กว้าง ๆ ให้ผู้ตอบ ตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ  
คือ

3.7.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล

3.7.2 สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบ  
ข้อมูล โดยยึดหลัก ดังนี้

1) ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ

2) ไม่ใช่คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบ

ข้อมูล

3) ไม่ใช่คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบ  
ตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

3.7.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

3.7.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะ

ใกล้เคียง

### 3.8 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ จะดู 2 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้

### 3.8.1 ความตรง: ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

- 1) ความครบถ้วนของคำถาม
- 2) ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม

### 3.8.2 ความเที่ยง: เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบมีโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน ซึ่งเป็นการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัวให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าในด้านการคิด คุณลักษณะ ความรู้สึกและพฤติกรรมของนักเรียน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการคูณ การคิดเกี่ยวกับการคูณ และระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ซึ่งนักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### งานวิจัยในประเทศ

รุ่งทิภา นามำรุง (2550 : 1-6) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาและวิเคราะห์วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7 - 10 ปี กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – ป.3) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนสวัสดิวิทยา ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างๆ กัน โดยทำการเลือกแบบเจาะจงจากเด็กในแต่ละช่วงอายุ (3 ช่วงอายุ ได้แก่ 7-8, 8-9 และ 9-10 ปี) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเบื้องต้น ช่วงอายุละ 2 คน รวมเป็น 6 คน และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก ช่วงอายุละ 5 คน รวมเป็น 15 คน เครื่องมือในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม และ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึก ประกอบด้วย ชุดคำถาม แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ จากการศึกษาพบว่า 1) เมื่อเสนอโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยในเรื่องการคูณและการหารจำนวนนับให้ เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี สามารถแสดงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามธรรมชาติได้อย่างหลากหลาย โดยนิยมใช้การนับดำเนินการแก้ปัญหาที่มากที่สุด รองลงมาคือการบวก/การลบ และการใช้ตัวแบบ มีวิธีการที่หลากหลาย 2) เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี มีลักษณะเฉพาะของการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นของตนเองใช้การหยังรู้ด้วยตนเอง สามารถแสดงการคิดโดยธรรมชาติของตนเองได้ทั้งที่เป็นเรื่องที่ไม่คุ้นเคยและยังไม่ได้เรียนมา โดยนำความรู้เชิงสหสัมพันธ์ ทักษะและการดำเนินการทาง

คณิตศาสตร์ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนมาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่แปลกใหม่ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาแล้วสร้างข้อสรุปจากข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ และพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของเด็กมีทั้งในระดับที่ต่ำจนถึงระดับที่สูง ในการดำเนินการแก้ปัญห ของเด็กมีทั้งการใช้ตัวแบบในการแก้ปัญหซึ่งเป็นระยะที่ใช้ประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ ใช้การนับในการแก้ปัญหซึ่งเป็นระยะของการใช้ภาพเป็นสื่อประกอบการนับ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหซึ่งเป็นระยะของการสร้างสัญลักษณ์

นันทพร บุญวาส (2554 : 65-67) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณ และการหาร เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหารก่อนและหลังการใช้ ชุดฝึกทักษะ และ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหารของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3-4 โรงเรียนวัดสระบัว จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3-4 ปี การศึกษา 2553 จำนวน 52 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการคูณและการหาร ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหาร และแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร ผลจากการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะ เรื่องการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำชุดฝึกระหว่าง เรียนคิดเป็นร้อยละ 72.06 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้ชุดฝึกทักษะคิดเป็นร้อยละ 76.20 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหาร หลังการใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าก่อนใช้ ชุดฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึก ทักษะอยู่ในระดับมากที่สุด

วีระชัย ทะไกรกลาง (2554 : 121-122) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบรบือ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 2) เพื่อศึกษาสาเหตุของการ เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 3) เพื่อ ศึกษาหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบรบือ 1 อำเภอบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา มหาสารคาม เขต 1 จำนวน 167 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย จำนวน

10 ข้อและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) แบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 2 แบบรูป คือ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ แบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบรูป คือ ผิดพลาดในเทคนิคการทำ และขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 2) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ขาดทักษะการอ่านแปลความ ขาดทักษะ ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ขาดทักษะในหลักการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ สาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด คือ ขาดความรอบคอบ ขาดการไตร่ตรอง และขาดการ รอบคอบในการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 3) แนวทางแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ สอนซ่อมเสริม การฝึกทักษะด้วย นวัตกรรม ด้วยการเสริมแรง แนวทางการแก้ไขการเกิดข้อผิดพลาด คือ สร้างความตระหนัก และฝึกทักษะ

มาลินี คำชมพู (2554 : 177-182) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแบบฝึกเรื่องการคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองบึงทวาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 34 คน ได้มาจากประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบฝึก แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแบบฝึก เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 76.80/76.12 2) ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึก เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6040 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ โดยใช้แบบฝึก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ โดยใช้แบบฝึก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สุทธารัตน์ บุญเลิศ (2556 : 1-6) ได้ทำการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบการพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และ ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์วีดิทัศน์ การวิเคราะห์โพรโทคอล การวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน และการบรรยายเหตุการณ์ตามลำดับที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้สถิติในการบรรยายข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ การจำแนก

พฤติกรรมและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน อาศัยแนวคิด 4 ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ผลจากการวิจัยนี้ ทำให้ได้หลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนายุทธวิธีเชิงความตระหนักในการคิดของนักเรียนระหว่างการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิดในบริบทการศึกษาชั้นเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและความตระหนักแก่ครูและนักการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการเรียนการสอน “การแก้ปัญหา” ในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเน้นวิธีการสำคัญเกี่ยวกับการปฏิบัติโดยอาศัยเครื่องมือจากกระบวนการศึกษาชั้นเรียน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนายุทธวิธีเชิงความตระหนักในการคิดของนักเรียน

จตุพร นาสินสร้อย (2557 : 117-120) ได้ทำการวิจัยเพื่อสำรวจการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปี การศึกษา 2556 จำนวน 8 คน โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ ซึ่งเป็น โรงเรียนที่อยู่ในระบบการพัฒนาวิชาชีพครู เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ จำนวน 15 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนาม แบบบันทึกการสัมภาษณ์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการแสดงแนวคิดที่หลากหลาย โดยพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ 7 ประเภท คือ 1) แนวคิดเกี่ยวกับเซต นักเรียนแสดงเซตที่มีเงื่อนไขการจัดสิ่งของชนิดเดียวกันให้รวมกันเป็นกลุ่มและเซตที่มีเงื่อนไขการจัดสิ่งของชนิดเดียวกันให้รวมกันเป็นกลุ่ม โดยที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากัน 2) แนวคิดเกี่ยวกับหน่วย นักเรียนใช้หน่วยการนับหรือหน่วยนับ ได้แก่ การนับทีละหนึ่ง การนับทีละสอง และการนับทีละห้า 3) แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงแทน นักเรียนใช้เครื่องหมายกากบาทเพื่อแสดงแทนถึงการคูณโดยที่ตัวตั้งเป็นจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มและตัวคูณเป็นจำนวนกลุ่ม และการใช้บล็อกแสดงแทนการจัดกลุ่มสิ่งของให้ เป็นไปตามเงื่อนไขการใช้การคูณในการคำนวณหาจำนวนสิ่งของทั้งหมด 4) แนวคิดเกี่ยวกับการดำเนินการ นักเรียนระบุการดำเนินการเพื่อหาจำนวนสิ่งของทั้งหมดโดยใช้การคูณ 5) แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ นักเรียนเขียนตารางการคูณของ 2 ตารางการคูณของ 5 ตารางการคูณของ 3 และตารางการคูณของ 4 โดยที่ผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้นตามตารางการคูณนั้น 6) แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐาน นักเรียนแสดงสมบัติการสลับที่การคูณและเอกลักษณ์การคูณ 7) แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงการกระทำนักเรียนใช้แนวคิดเกี่ยวกับหน่วยตรวจสอบจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเพื่อให้เป็นกลุ่มสิ่งของชนิดเดียวกัน โดยที่แต่ละกลุ่มมีสมาชิกเท่ากัน



### งานวิจัยต่างประเทศ

Clark, F. B. (1993 : 65) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณ ในนักเรียนเกรด 1-5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนักเรียนเกรด 1 – 5 จำนวน 336 คน จากโรงเรียนรัฐบาลหนึ่งในเมืองเบอร์มิงแฮม รัฐอลาบามา ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์รายบุคคลและถ่ายวิดีโอ ข้อคำถามจะเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการการให้อาหารปลาขนาดต่าง ๆ กัน A, B, C ซึ่งจะกินอาหารเป็น 1, 2, 3 เท่าตามลำดับ มีฉิพลึก ๆ แทนอาหารให้ปลา แล้วสังเกตความแตกต่างระหว่างเด็กแต่ละคน ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถแบ่งระดับการคิดออกเป็น 4 ระดับ 1. เปรียบเทียบได้ 2. การคิดแบบการบวก +1 หรือ +2 3. การคิดแบบการบวก +2 จาก “2 เท่า” และ +3 จาก “3 เท่า” 4. การคิดแบบการคูณ และจากกาสำรวจพบอีกว่าการคิดแบบการคูณเกิดขึ้นในชั้นต้น ๆ และถูกพัฒนาอย่างช้า ๆ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า 45% ของนักเรียนเกรด 2 มีการคิดอยู่ระดับที่ 4 แต่มีเพียง 48% ของนักเรียนเกรด 5 ที่มีการคิดอยู่ระดับ 4 ขึ้นสูง จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้การคูณเริ่มต้นในเกรด 2 นั้นสมควรแล้ว แต่ครูต้องไม่คาดหวังให้นักเรียนทุกคนใช้การคูณได้ แม้จะอยู่ถึงเกรด 5 แล้วก็ตาม และ ไม่ควรให้ความหมายของการคูณว่าเป็นเพียงการบวกซ้ำ ๆ เท่านั้น

Jacob, L. and Willis, S. (2001 : 306-313) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณ และ เพื่อศึกษาวิธีการจำแนกความแตกต่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณในเด็ก กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนเกรด 3 และ 4 จากโรงเรียนหนึ่งในเมืองเพิร์ท ประเทศออสเตรเลีย จำนวน 14 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์เกินกว่าค่าเฉลี่ย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลแยกห้องกัน ผลจากการศึกษาพบว่า ในกลุ่มเป้าหมายพบเด็กสองคนที่มีแนวคิดแตกต่างกันอย่างชัดเจน ระบุคิดโดยใช้แนวคิดการบวก และนาธานคิดโดยใช้แนวคิดการคูณ ระบุนี้ถึงการจัดกลุ่ม โครงสร้างในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณแต่ไม่ทั้งหมด ในสถานการณ์ที่เธอนึกได้เธอพุ่งความสนใจไปที่จำนวนในแต่ละกลุ่มและทำให้สามารถนับข้ามหรือทำการบวกซ้ำๆเพื่อแก้ปัญหา แต่ในสถานการณ์ที่นึกไม่ได้เธอจะใช้การนับหนึ่งต่อหนึ่ง ส่วนนาธานจะรับรู้การจัดกลุ่มได้โดยคำนึงถึงจำนวนกลุ่มและจำนวนในแต่ละกลุ่ม เขาสามารถสร้างตัวคูณและตัวตั้งได้จากสถานการณ์ที่ต่างกัน เขาไม่เพียงใช้ตัวคูณในปัญหาการคูณแต่ยังสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการหารได้อีกด้วย ความเข้าใจนี้ทำให้เขาเข้าใจและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

Jacob, L. and Willis, L. (2003 : 1-8) ได้ทำการวิจัยเพื่อสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนจากการคิด โดยมีแนวคิดการบวกไปสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณของเด็ก

โดยมีคำถามการวิจัยดังนี้ 1) ข้อแตกต่างระหว่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณคืออะไรบ้าง 2) ครูสามารถจำแนกความแตกต่างในข้อ 1 ได้อย่างไร 3) พัฒนาการอะไรที่เปลี่ยนไปบ้างในระหว่างที่เด็กเปลี่ยนสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณ และ 4) สิ่งใดที่ช่วยให้เด็กเปลี่ยนจากการคิดโดยมีแนวคิดการบวกไปสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณ ผลจากการศึกษาได้สังเคราะห์ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกมาเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) การนับแบบ 1-1 (one-to-one counting) 2) องค์ประกอบของการบวก (additive composition) 3) การนับแบบ many-to-one (many-to-one counting) 4) ความสัมพันธ์ของการคูณ (multiplicative relations) 5) การดำเนินการของตัวดำเนินการ (operating on the operators)

Siemon, D. et al. (2005 : 1-7) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากการคิดแบบการบวกมาสู่การคิดแบบการคูณ ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการสำรวจโดยใช้งานวิจัยที่มีอยู่แล้ว เพื่อแบ่งแยกพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของเด็กอายุ 4 – 8 ปี ของนักเรียนโรงเรียนในวิกตอเรียและแทสมาเนีย ผลจากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงจากการคิดแบบการบวกมาเป็นการคิดแบบการคูณนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย นักเรียนจำนวนมากถูกบังคับให้ใช้การคูณโดยที่ตัวเขานั้นยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการคูณเพียงพอ ทางออกหนึ่งที่ทำให้นักเรียนก้าวไปข้างหน้าได้นั้นต้องเรียนรู้อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งปล่อยเวลาให้กับตัวเขา

Siemon, D. and Breed, M. (2010 : 11) ได้ทำการวิจัยเพื่ออธิบายกระบวนการเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกที่ถูกใช้ใน “Scaffolding Numeracy in the Middle Years Numeracy Project 2003-2006.” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ 4-8 ปี จำนวนประมาณ 3,500 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบ แนวคิดหลักที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ การให้คะแนนแบบรูบริก และ โปร์ โดคอล เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวัดผลของ Rasch ผลจากการวิจัย คะแนนรวมจากแบบทดสอบแต่ละชุดเป็นการรวมคะแนนจากแต่ละข้อ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อจะแตกต่างกัน โดยให้คะแนนจากพื้นฐานการแสดงการคิดของนักเรียน และจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกได้ 8 ระดับ

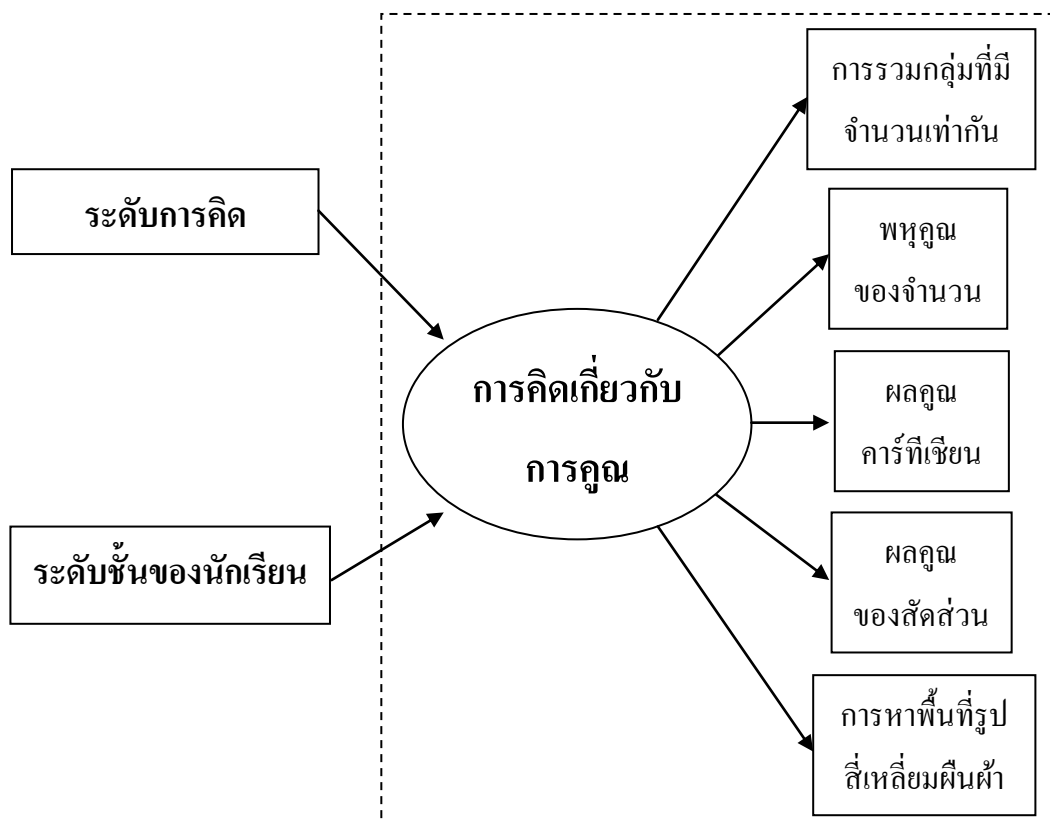
Breed, M. (2011 : 194-195) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนเกรด 4-8 โดยกลุ่มตัวอย่างสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างของโครงการ Scaffolding Numeracy in the Middle Years Project (SNMY) ที่มีจำนวนกว่า 3,200 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นรายบุคคล ผลจากการศึกษา ได้ปรับปรุงทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลโดยรวมของโครงการ SNMY ซึ่งให้เห็นว่า

35% ของนักเรียนในเกรด 7 และ 8 เพิ่มขึ้น จากที่ไม่มีความรู้พื้นฐาน ทักษะ หรือความเข้าใจ กลับประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ สรุปได้ว่าการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักวิจัยหลายท่านได้ตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญเกี่ยวกับการคูณจึงได้ทำการศึกษาวิจัยการคิดเกี่ยวกับการคูณในแง่มุมต่าง ๆ เช่น มโนทัศน์ของการคูณ ประเภทของการคูณ การคิดเกี่ยวกับการคูณ การวัดและประเมินระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อแนวทางในการพัฒนาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

**กรอบแนวคิดในการวิจัย**



**แผนภาพที่ 8** กรอบแนวคิดในการวิจัย