



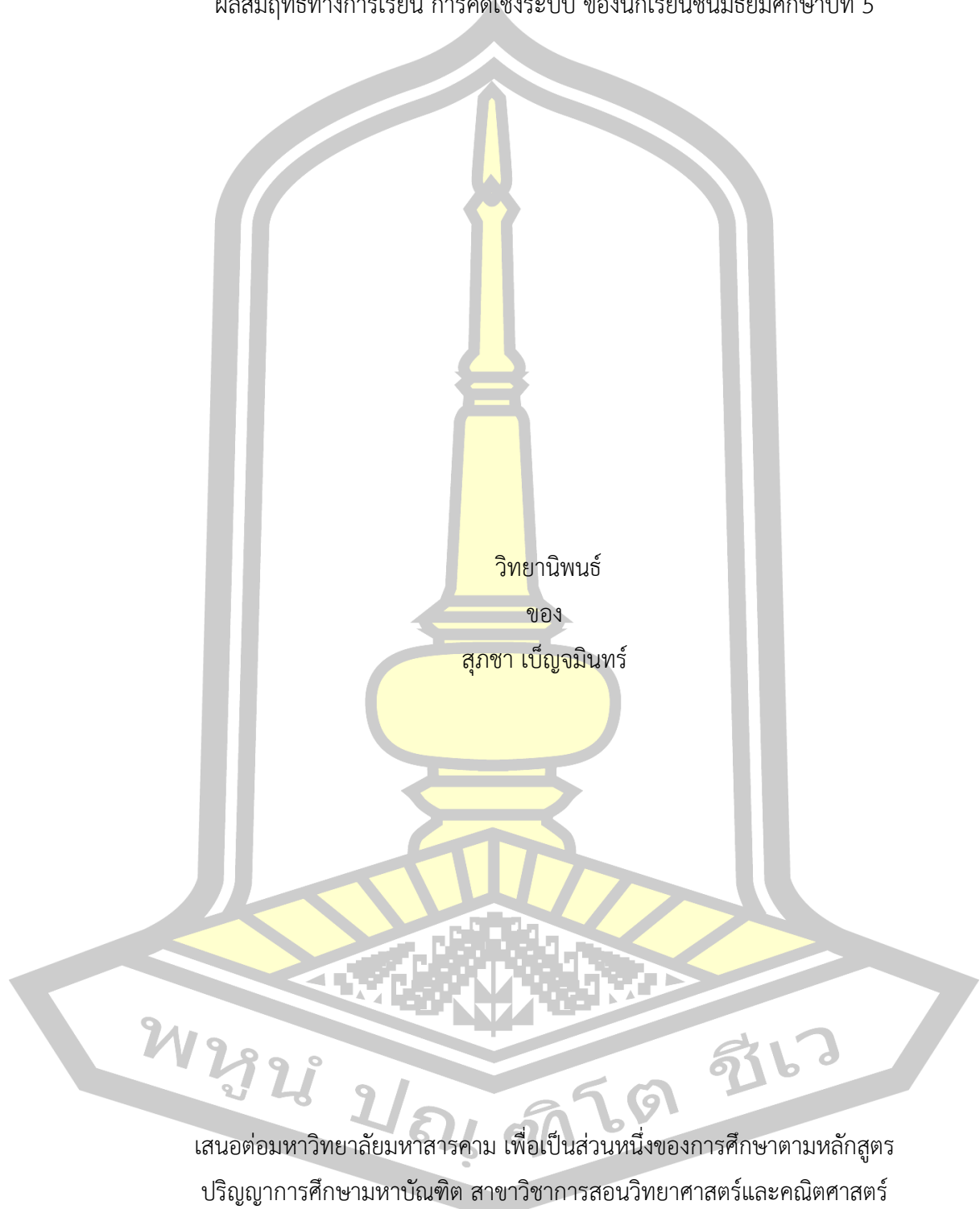
ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
สุกษา เปี่ยมจันทร์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



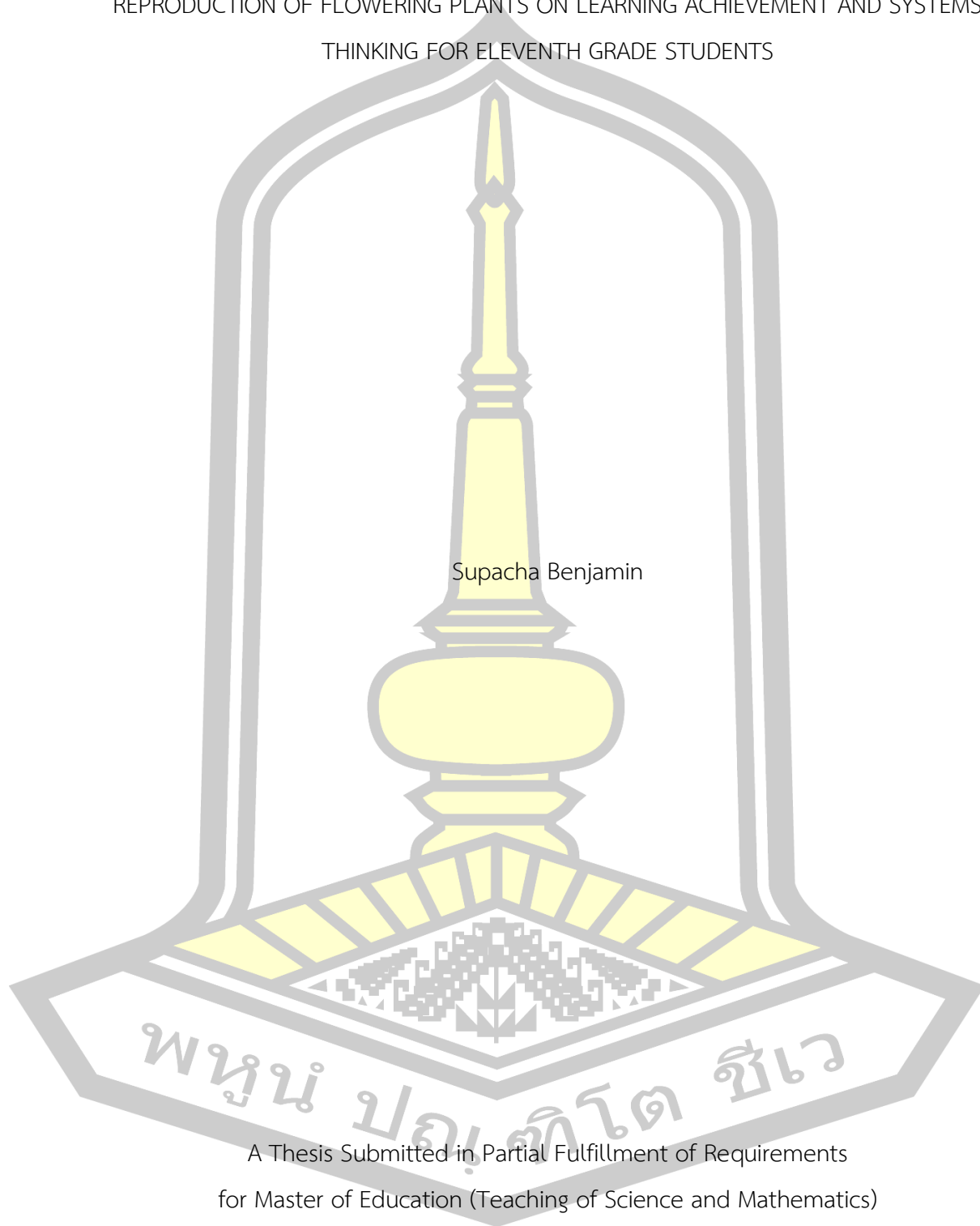
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

EFFECTS OF INQUIRY LEARNING COMBINED WITH USING BOARD GAMES ON THE
REPRODUCTION OF FLOWERING PLANTS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND SYSTEMS
THINKING FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS

Supacha Benjamin



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

May 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุกษา เบ็ญจมิตร
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. รัชนีวรรณ ตั้งภักดี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	สุกษา เบ็ญจมินทร์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนิวรรณ ตั้งภักดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง 2) บอร์ดเกมชีววิทยา จำนวน 6 บอร์ดเกม 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน One sample t-test และ t-test Dependent

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการ

การใช้บอร์ดเกม มีคะแนนการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.48$, S.D. 0.69)

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ, บอร์ดเกม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การคิดเชิงระบบ,
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้, การสืบพันธุ์ของพืชดอก, ชีววิทยา



TITLE	EFFECTS OF INQUIRY LEARNING COMBINED WITH USING BOARD GAMES ON THE REPRODUCTION OF FLOWERING PLANTS ON LEARNING ACHIEVEMENT AND SYSTEMS THINKING FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS		
AUTHOR	Supacha Benjamin		
ADVISORS	Associate Professor Ratchaneewan Tangpakdee , Ed.D Assistant Professor Kanyarat Sonsupap , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare learning achievement on the topic of reproduction of flowering plants through inquiry learning combined with using board games with 70 percent criteria for eleventh-grade students, 2) to compare systems thinking before and after inquiry learning combined with using board games for eleventh-grade students, and 3) to study satisfaction through inquiry learning combined with using board games for eleventh-grade students. The samples used in this study were 38 students in the eleventh grade in the 1st semester of the 2023 academic year at Yangtaladwittayakarn School. The research instruments included: 1) the lesson plans for biology on the topic of reproduction of flowering plants, 2) the game board; 6 game boards, 3) The achievement test, 4) The systems thinking test, and 5) The satisfaction test The data was analyzed by using the mean, percentage, standard deviation, one sample t-test, and dependent t-test.

The results were as follows:

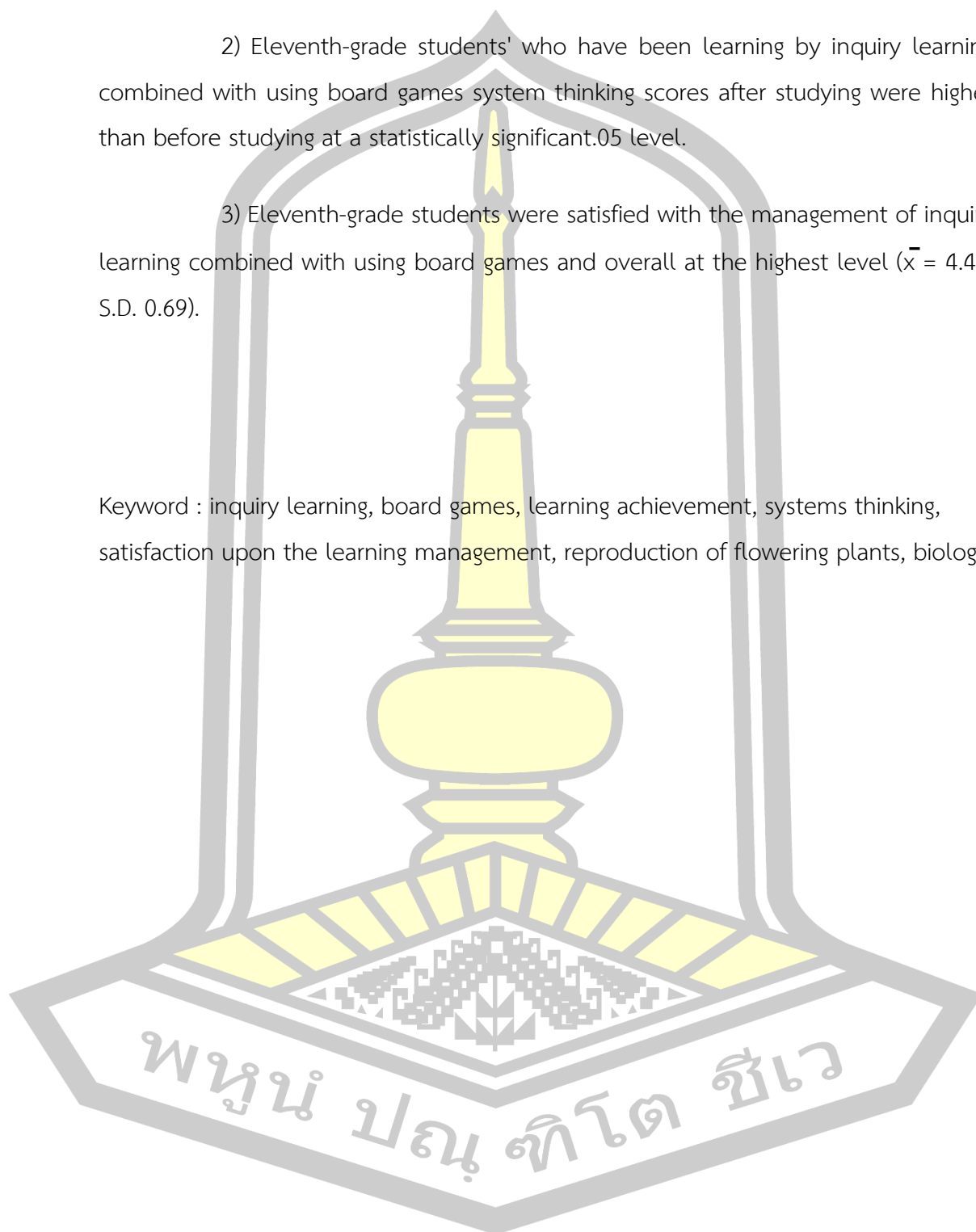
1) Eleventh-grade students who have been learning by inquiry learning combined with using board games have higher learning achievement on the topic of

reproduction of flowering plants than 70 percent at a statistically significant.05 level.

2) Eleventh-grade students' who have been learning by inquiry learning combined with using board games system thinking scores after studying were higher than before studying at a statistically significant.05 level.

3) Eleventh-grade students were satisfied with the management of inquiry learning combined with using board games and overall at the highest level ($\bar{x} = 4.48$, S.D. 0.69).

Keyword : inquiry learning, board games, learning achievement, systems thinking, satisfaction upon the learning management, reproduction of flowering plants, biology



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนิวรรณ ตั้งภักดี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

สุภาฯ เบ็ญจมินทร์

พูน ปณ จิตโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฅ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของงานวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	22
3. เกมการศึกษา.....	34
4. บอร์ดเกม	40

6. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	73
7. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking).....	88
8. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	116
9. กรอบแนวคิดในการวิจัย	124
บทที่ 3	125
วิธีดำเนินงานวิจัย	125
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	125
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	126
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	128
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	158
5. วิเคราะห์ข้อมูล.....	159
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	160
บทที่ 4	164
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	164
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	164
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	165
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	165
บทที่ 5	169
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	169
1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	169
2. สรุปผลการวิจัย.....	169
3. อภิปรายผล.....	170
4. ข้อเสนอแนะ	175
บรรณานุกรม.....	177

ภาคผนวก.....	192
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	193
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	195
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย.....	228
ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน.....	256
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือ และขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	259
ภาคผนวก ช	269
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การ สืบพันธุ์ของพืชดอก.....	269
ประวัติผู้เขียน.....	167



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3.....	16
ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1.....	21
ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของ สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540).....	28
ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551)	29
ตารางที่ 5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม.....	69
ตารางที่ 6 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม.....	76
ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก กับ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้.....	129
ตารางที่ 8 รายละเอียดและขั้นตอนการสร้างบอร์ดเกม	136
ตารางที่ 9 ข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขบอร์ดเกมการศึกษาหลังจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ..	143
ตารางที่ 10 ข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขบอร์ดเกมการศึกษาหลังจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2	144
ตารางที่ 11 ข้อเสนอแนะบอร์ดเกมจากผู้เชี่ยวชาญ.....	148
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้.....	151
ตารางที่ 13 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านการคิดเชิงระบบ	154
ตารางที่ 14 การกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้.....	157
ตารางที่ 15 ผลการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test	165
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test.....	166

ตารางที่ 17 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก.....	167
ตารางที่ 18 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก รายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	229
ตารางที่ 19 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน	231
ตารางที่ 20 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	231
ตารางที่ 21 สรุปผลการประเมินบอร์ดเกมการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ	232
ตารางที่ 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 1 flowers & fruit จากผู้เชี่ยวชาญ...	233
ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 2 โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก จากผู้เชี่ยวชาญ	235
ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 3 Check-In @ YW จากผู้เชี่ยวชาญ.	237
ตารางที่ 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 4 การผจญภัยของเรณู จากผู้เชี่ยวชาญ	239
ตารางที่ 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 5 การเกิดผลและเมล็ด จากผู้เชี่ยวชาญ	241
ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 6 ผลหรือเมล็ด จากผู้เชี่ยวชาญ.....	243
ตารางที่ 28 ผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	245
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	247
ตารางที่ 30 ผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	249
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	252

ตารางที่ 32 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ แบบ
สืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....254

ตารางที่ 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรม
การแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก.....257

ตารางที่ 34 คะแนนการเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม.....258



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวอย่างบอร์ดเกม Cytosis: A Cell Biology Game	50
ภาพที่ 2 ตัวอย่างบอร์ดเกม Cellular respiration	51
ภาพที่ 3 ตัวอย่างบอร์ดเกม สิ่งเคราะห์แสง	52
ภาพที่ 4 ตัวอย่างบอร์ดเกม Evolution.....	52
ภาพที่ 5 ตัวอย่างบอร์ดเกม Genetics and Evolution	53
ภาพที่ 6 ตัวอย่างบอร์ดเกม Bunny and Pea (I'M Games)	54
ภาพที่ 7 ตัวอย่างบอร์ดเกม Wildcraft! An Herbal Adventure Game (Learning Herbs).....	54
ภาพที่ 8 ตัวอย่างบอร์ดเกม Human Biology	55
ภาพที่ 9 ตัวอย่างบอร์ดเกม Scabs & Guts (Outset Media).....	56
ภาพที่ 10 ตัวอย่างบอร์ดเกม Bioengineering.....	56
ภาพที่ 11 ตัวอย่างบอร์ดเกม General Biology	57
ภาพที่ 12 บรรยาการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา	270
ภาพที่ 13 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 1 flowers & fruit.....	271
ภาพที่ 14 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 2 โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก.....	272
ภาพที่ 15 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 3 Check-In @ YW.....	273
ภาพที่ 16 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 4 การผจญภัยของเรณู.....	274
ภาพที่ 17 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 5 การเกิดผลและเมล็ด	275
ภาพที่ 18 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 6 ตลาดนัดยางตลาด	276

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาคนและประเทศ จะเห็นได้ว่าประเทศที่มีความมั่นคงและสามารถพัฒนาเศรษฐกิจได้ดีนั้น จะให้ความสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เช่นเดียวกับการพัฒนากระบวนการคิด สำหรับเยาวชนไทยล้วนมีความสำคัญในระดับชาติ ปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553) การพัฒนาความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่มนุษย์ทุกคนควรมี เนื่องจากจะช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนในการพัฒนาทักษะทางอารมณ์และสังคม เพื่อให้สามารถเรียนรู้และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง ซึ่งการคิดขั้นสูงนั้นเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดแก้ปัญหาหรือใช้ในการตัดสินใจอย่างถูกต้องภายใต้การพิจารณาไตร่ตรองด้วยความรอบคอบและสมเหตุสมผล เนื้อหาวิชาชีววิทยาที่เรียนรู้เกี่ยวกับการเข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ส่วนประกอบของพืช การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เนื้อหาเหล่านี้ได้มีการเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ จึงต้องมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองอย่างหลากหลาย (นภาพรพรณ ไพรพยอม, 2564) นักเรียนต้องใช้จินตนาการอย่างมากในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อการสืบพันธุ์ของพืชดอก เนื่องจากเนื้อหาในหัวข้อนี้มีความเป็นนามธรรมสูง เนื้อหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน และแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (ธนารัตน์ สังขมณี และไพโรจน์ เต็มเดชาติพงษ์, 2558) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ใจความว่า ครูควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด ฝึกฝนทักษะกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554)

การคิดที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์มีหลากหลายรูปแบบโดยเฉพาะการคิดเชิงระบบ เป็นอีกวิธีการที่ช่วยให้เรามีมุมมองที่กว้างขวางและคิดเชิงลึกในทุก ๆ ด้าน โดยไม่ด่วนสรุปหรือตัดสินใจ แต่จะพิจารณาเรื่องนั้นอย่างละเอียด ทุกมุมมอง เปิดโอกาสให้ความคิดได้มีการเชื่อมโยงเพื่อหาความเป็นไปได้ใหม่ ๆ เห็นแนวทางแก้ปัญหา รวมทั้งให้เห็นความสัมพันธ์แบบเชื่อมโยงระหว่าง

เรื่อง ๆ นั้นกับปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Methineesrithong, 2015) รวมไปถึงผลที่ส่งผลกระทบต่อ กันและกัน ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะของภาพรวมที่สามารถย้อนกลับไปได้ สามารถช่วยให้ บุคคลเข้าใจปัญหาและโครงสร้างของปัญหาอย่างลึกซึ้ง (ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และสมยศ ชิดมงคล, 2560) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553) ได้กำหนดแนว การจัดกระบวนการเรียนรู้ไว้ในหมวด 4 มาตรา 24 ใจความว่า ครูควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรม การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการ การคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553) นอกจากนั้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ หนึ่งในสมรรถนะสำคัญนั้น คือ ความสามารถในการคิดของผู้เรียน โดยเฉพาะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเชิงระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้ต่าง ๆ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553) และ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้ความสำคัญกับการพัฒนากระบวนการ คิดให้เกิดกับผู้เรียน จากรายงานผลการทดสอบปลายภาคเรียนของปีการศึกษา 2565 นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย 13.95 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำกว่า ร้อยละ 70 (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2565) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา พบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียน ขาดโอกาสในการค้นคว้าหาความรู้ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นการจัดกิจกรรมเพื่อ ส่งเสริมกระบวนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงยังมีน้อยอยู่ ไม่ว่าจะเป็น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และรวมถึง การคิดเชิงระบบ (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2565) จากการสังเกตชั้นเรียนในการปฏิบัติการสอน รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ผู้วิจัยได้สังเกต จากการตอบคำถามของนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบปัญหา ที่แตกต่างจากตัวอย่างที่มีอยู่ในเอกสารประกอบการสอนได้ และเมื่อได้ให้นักเรียนทำสรุปแผนผัง ความคิดท้ายคาบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสรุปความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ ได้ครบถ้วน ชี้ให้เห็นว่านักเรียนยังขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ ได้อย่างเป็นระบบได้ อีกทั้งปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายและใช้สไลด์เป็นหลัก เน้นการถ่ายทอดความรู้เพียงอย่างเดียว ขาดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ของนักเรียน (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2565) จากปัญหาดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ ขาดความรู้ ขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนรู้อย่างเหมาะสม และจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนา

และลดปัญหาที่เกิดจากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะต้องจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เรียน ซึ่งหากนักเรียนเป็นผู้ที่มีการคิดเชิงระบบที่ดีจะสามารถไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีได้เช่นกัน (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 1998) จากงานวิจัยของ Waters Foundation (2017) พบว่า การคิดเชิงระบบนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ และได้รับประโยชน์ตลอดชีวิตผ่านแนวคิดของการคิดเชิงระบบ นอกจากนี้การคิดเชิงระบบยังถูกมองว่าเป็นสับเซตของการคิดอย่างวิจารณ์ญาณ ซึ่งทำให้เกิดความน่าเชื่อถือมากขึ้นจากการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งของโครงสร้าง (Berry Richmond, 1994) ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการพัฒนาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่ไปกับการคิดเชิงระบบให้สูงขึ้น

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ มีวิธีการคิดแบบวิทยาศาสตร์ โดยมีวิธีในการแสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งคิดอย่างเป็นขั้นตอน คิดมองแบบภาพรวมมองทุกสิ่งเป็นระบบ จนสามารถมองเห็นได้ตลอดทั้งกระบวนการ (ปิยนถ ประยูร, 2548) การที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้นั้นจะต้องมีการกำหนดสถานการณ์ เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เป็นการสร้างคุณภาพให้ผู้เรียน ในลักษณะเสริมทักษะการสืบหา แสวงหา และค้นพบคำตอบ โดยเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2548) คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล เป็นหนึ่งในรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งเป็นกระบวนการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ของตนเองและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม การสืบเสาะหาความรู้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมและความรู้ใหม่ และสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมให้นักเรียนได้ระบุปัญหาหรือคำถามตามความสนใจของตนเองหรือกลุ่ม แล้ววางแผนวิธีการที่จะแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากข้อจำกัด เช่น สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นอาจไม่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้ ผู้เรียนอาจมีความสนใจลดลงเมื่อจัดการเรียนรู้แบบเดิมและถ้าควบคุมพฤติกรรมมากเกินไป ผู้เรียนจะไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และเนื้อหาชีววิทยาที่มีความซับซ้อน จะส่งผลให้นักเรียนที่มีสติปัญญาอยู่ในระดับต่ำไม่สามารถศึกษา ค้นคว้า

และหาความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางเพิ่มเติมเพื่อช่วยส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนั่นก็คือ บอร์ดเกม

บอร์ดเกม เป็นสื่อที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเล่นที่มีกระบวนการในการเล่นตามชนิดของบอร์ดเกมประเภทต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้และเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน เกิดทักษะ มีการวางแผนเป็นขั้นตอน และยังสามารถส่งเสริมพัฒนาความสามารถทางความคิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา (2560) ที่กล่าวถึงผลกระทบจากการเล่นบอร์ดเกมของวัยรุ่นว่า การเล่นบอร์ดเกมช่วยให้ฝึกสมองทำให้มีความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น และยังช่วยให้มีสมาธิในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ในด้านอารมณ์และความรู้สึกทำให้ความรู้สึกผ่อนคลายจากความตึงเครียด เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ควบคุมอารมณ์ของตัวเองได้ดีขึ้น และได้รู้จักกับเพื่อนใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอีกด้วย (กิงกาญจน์ บุณณสินวัฒนกุล, 2562) บอร์ดเกมที่ใช้ในการศึกษานั้นจะเปลี่ยนจากบทบาทที่ผู้เรียนเป็นผู้รับข้อมูลจากผู้สอนเพียงอย่างเดียวมาเป็น “ผู้เล่น” ในสถานการณ์จำลองของเกมที่มีเหตุการณ์ให้ทดลองวางแผนบริหารจัดการเพื่อบรรลุภารกิจต่าง ๆ ภายใต้กฎกติกาของเกมนั้น ๆ ซึ่งผู้เรียนที่ลงมือเล่น จะมองเห็นผลลัพธ์การตัดสินใจของตนเองได้อย่างทันที และการตัดสินใจในแต่ละรอบนั้น จะส่งผลอย่างไรในภาพรวมระยะยาว ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านกลไกของบอร์ดเกมที่จะช่วยเพิ่มแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนจดจ่อและสนใจเกมด้วยการแข่งขันพร้อมกับให้ความสนุกสนานไปด้วย (รัชนิวรรณ ตั้งภักดี, 2565) อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนโดยใช้เกมกับการสอนแบบบรรยาย พบว่าการสอนผ่านเกมจะมีข้อดีมากกว่า เช่น การมีส่วนร่วมของนักเรียนที่สูงกว่า นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันที และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนหรือเกมเข้ากับบริบทชีวิตจริงได้ง่ายกว่า (Trybus, J., 2014) สอดคล้องกับ วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนาและกันตภณ ธรรมวัฒนา (2560) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ช่วยในการให้ฝึกสมอง มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น บอร์ดเกมช่วยให้มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤตณัย ชุมวุฒิศักดิ์ และลัดดา ศิลาโนย (2558) พบว่า รูปแบบการสอนด้วยเกมสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงขึ้น โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้บอร์ดเกมยังมีประโยชน์ในด้านการพัฒนาความฉลาดด้านสติปัญญา (IQ- Intelligence Quotient) เช่น ความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการคิดวิเคราะห์ การวางแผน การแก้ปัญหา การคิดเป็นระบบ การเรียงลำดับความสำคัญในการทำสิ่งต่าง ๆ และวางแผนการกระทำต่าง ๆ ได้ในโลกของความเป็นจริงได้ดีขึ้นอีกด้วย (รัชนิวรรณ ตั้งภักดี, 2565)

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบของนักเรียน จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจ

ในการที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยมีการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เล่นและเรียนรู้ไปพร้อมกัน ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจการเรียนมากขึ้น และใช้บอร์ดเกมมาช่วยพัฒนาการคิดเชิงระบบให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากมีนักวิจัยหลายท่านกล่าวว่าบอร์ดเกมสามารถสร้างโอกาสที่ดีในการฝึกฝนทักษะการสะท้อนคิด สามารถช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ยาก หรือซับซ้อนได้ง่ายขึ้นผ่านเกม นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข และช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนทักษะทางการคิดและแก้ปัญหาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน (ประพันธ์ เจริญกุล, 2535) โดยมีแนวคิดเริ่มจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล โดยบอร์ดเกมร่วมในขั้นที่ 2 คือ ขั้นสำรวจและค้นหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยได้ประยุกต์นำเอาบอร์ดเกมเข้ามาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ร่วมไปถึงการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ ดังนั้นผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบก่อนและหลัง เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานของงานวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีคะแนนการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบใหม่ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 24 ซึ่งผลความสามารถผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 5 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2, 5/3, 5/4, 5/5 และ 5/6 รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 192 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตำบลยางตลาด อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 38 คน

2. เนื้อหา

เนื้อหา รายวิชาชีววิทยา เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 3 ผลการเรียนรู้ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งได้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง ดังนี้

- 1) โครงสร้างของดอก จำนวน 2 ชั่วโมง
- 2) วัฏจักรชีวิตของพืชดอก จำนวน 1 ชั่วโมง
- 3) การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 2 ชั่วโมง
- 4) การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ จำนวน 1 ชั่วโมง

5) การเกิดผลและเมล็ด จำนวน 2 ชั่วโมง

6) การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด จำนวน 1 ชั่วโมง

3. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก
- (2) การคิดเชิงระบบ
- (3) ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

4. ระยะเวลาที่ใช้การวิจัย

4.1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 - ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ** หมายถึง การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาและสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการต่างๆ เพื่อค้นหาความรู้ที่ต้องการ ซึ่งสามารถทำได้ผ่านการค้นคว้าจากหนังสือ เว็บไซต์ เอกสาร หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจ โดยที่ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถาม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามหรือเกิดความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีส่วนช่วยกันในการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา เป็นการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างที่ทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ยังไม่ถูกต้อง และยังไม่สมบูรณ์ ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดของตนเองร่วมการนักเรียนคนอื่น ๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้อภิปราย แลกเปลี่ยนสรุปผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อให้นักเรียนได้ขยายกรอบความคิดให้กว้างยิ่งขึ้นจนนำไปสู่ความรู้ใหม่ได้ ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำกิจกรรม ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเหตุการณ์อื่น ๆ

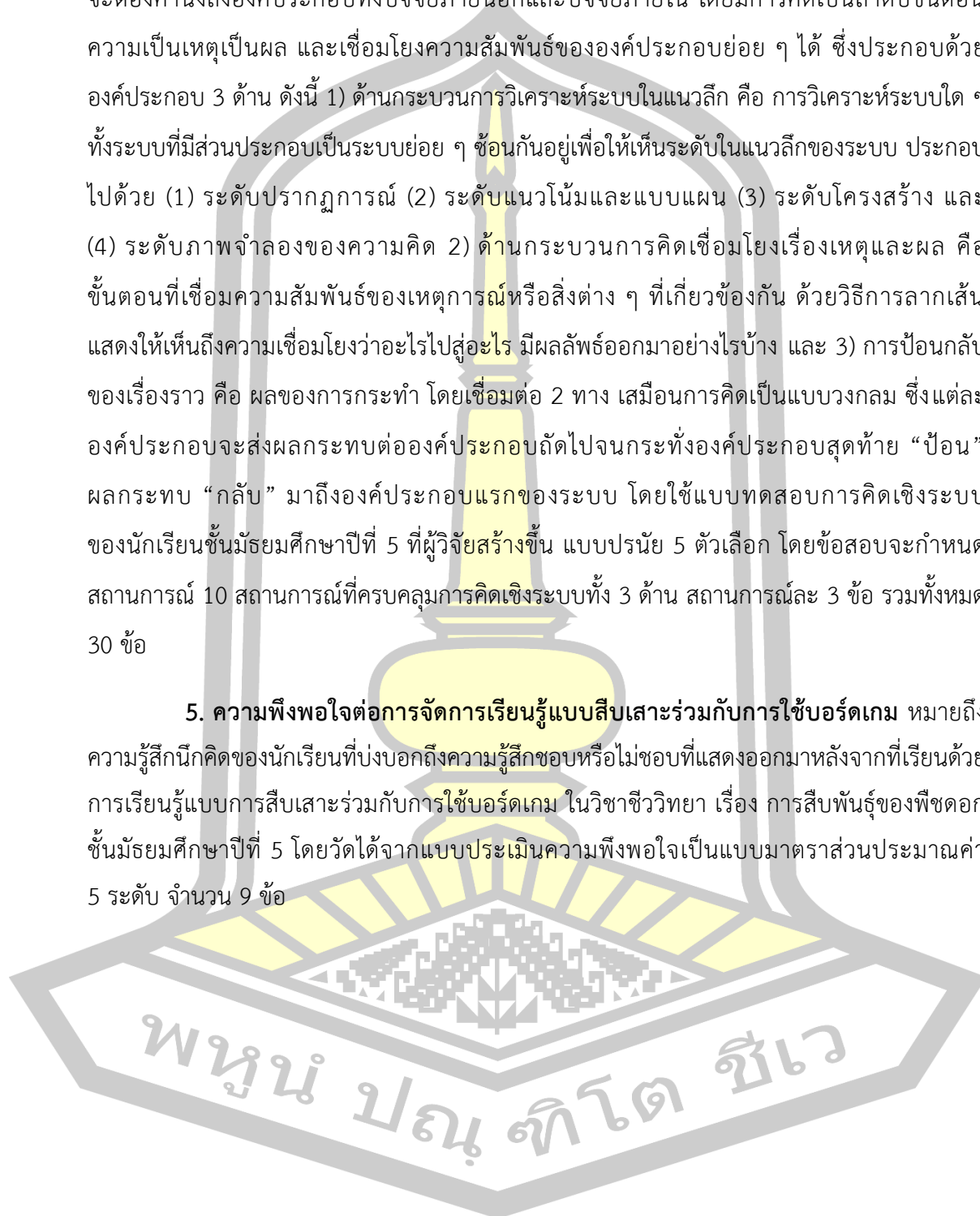
2. บอร์ดเกม หมายถึง เกมที่เล่นบนบอร์ดหรือพื้นเรียบ โดยใช้การ์ดหรือตัวหมากในการเล่น วางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเหล่านั้นไปตามกฎกติกา ซึ่งกฎกติกา มีทั้งแบบง่าย ๆ จนถึงกติกาที่มีความซับซ้อน อุปกรณ์การเล่นประกอบไปด้วย คู่มือ วิธีการเล่น กติกา กฎเกณฑ์ ข้อตกลง ก่อนการเล่นเกมเป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้มีการออกแบบบอร์ดเกมที่สอดแทรกเนื้อหาสาระการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก มีบอร์ดเกมทั้งหมด 6 บอร์ดเกม ดังนี้ 1) flowers & fruit 2) โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก 3) Check-In @ YW 4) การผจญภัยของเรณู 5) ผลและเมล็ด 6) ตลาดนัด ยางตลาด โดยแต่ละเกมนั้นจะมีรูปแบบเฉพาะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับธีมของเกมนั้น ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดการคิดเชิงระบบและความพึงพอใจในการเรียนรู้

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะผ่านบอร์ดเกม โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายและร่วมอภิปรายกับนักเรียน โดยจะจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมในขั้นที่ 2 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามหรือเกิดความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น จากนั้นครูจึงทำการแจกใบความรู้ คู่มือการเล่นบอร์ดเกม กติกา อุปกรณ์ต่าง ๆ และครูทำการอธิบายเป้าหมายของการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของเกม กติกาและสาธิตวิธีการเล่น ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา นักเรียนร่วมกันสำรวจผ่านบอร์ดเกม กำหนดทางเลือกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างที่ทำกิจกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนสรุปความคิดรวบยอด จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอคำตอบ โดยครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนความร่วมมือของนักเรียนในกลุ่ม สะท้อนผลบทเรียน และมีการสรุปและอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำงาน ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเหตุการณ์อื่น ๆ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลมาจากการจัดการเรียนรู้ ที่ประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ

4. การคิดเชิงระบบ หมายถึง กระบวนการคิดเป็นภาพรวมเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน โดยมีการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ความเป็นเหตุเป็นผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อย ๆ ได้ ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก คือ การวิเคราะห์ระบบใด ๆ ทั้งระบบที่มีส่วนประกอบเป็นระบบย่อย ๆ ซ้อนกันอยู่เพื่อให้เห็นระดับในแนวลึกของระบบ ประกอบไปด้วย (1) ระดับปรากฏการณ์ (2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน (3) ระดับโครงสร้าง และ (4) ระดับภาพจำลองของความคิด 2) ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล คือ ขั้นตอนที่เชื่อมความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ด้วยวิธีการลากเส้น แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงว่าอะไรไปสู่อะไร มีผลลัพธ์ออกมาอย่างไรบ้าง และ 3) การป้อนกลับของเรื่องราว คือ ผลของการกระทำ โดยเชื่อมต่อ 2 ทาง เสมือนการคิดเป็นแบบวงกลม ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะส่งผลกระทบต่อกันไปจนกระทั่งองค์ประกอบสุดท้าย “ป้อน” ผลกระทบ “กลับ” มาถึงองค์ประกอบแรกของระบบ โดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย 5 ตัวเลือก โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์ 10 สถานการณ์ที่ครอบคลุมการคิดเชิงระบบทั้ง 3 ด้าน สถานการณ์ละ 3 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

5. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่บ่งบอกถึงความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบที่แสดงออกมาหลังจากที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบการสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวัดได้จากแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 9 ข้อ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ โดยสรุปเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3. แนวคิดเกี่ยวกับเกมการศึกษา

3.1 เกมการศึกษา

3.1.1 ความหมายของเกมการศึกษา

3.1.2 ประเภทเกมการศึกษา

4. แนวคิดเกี่ยวกับบอร์ดเกม

4.1 ความหมายบอร์ดเกม

4.2 ประเภทบอร์ดเกม

4.3 การออกแบบบอร์ดเกม

4.4 ตัวอย่างบอร์ดเกมเกี่ยวกับชีววิทยา

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม

5. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

5.1 ความสำคัญของการใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้

5.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

5.3 ส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบของการสอนโดยใช้เกม

5.4 การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

งานวิจัย

บอร์ดเกม

5.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมใน

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้

6. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3.2 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

6.3.3 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking)

7.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

7.2 ความสำคัญของการคิดเชิงระบบ

7.3 ลักษณะของการคิดเชิงระบบ

7.4 คุณสมบัติของนักคิดเชิงระบบ

7.6 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบ

7.6.1 ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

7.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

8. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

8.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

8.2 ความหมายของความพึงพอใจ

8.3 การวัดความพึงพอใจ

8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

9. กรอบแนวคิดงานวิจัย

พหุบัณฑิตศึกษา

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล

1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1) เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ความรู้และกระบวนการจากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดให้เป็นระบบ หลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

- (1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- (2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัด

ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

- (3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- (4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์

และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

- (5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

- (6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

- (7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างสร้างสรรค์

2) เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

(1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

(2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

(3) วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

(4) เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งที่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากรปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิตหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตการลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงานการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวันธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

4) สารวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สารชีววิทยา

(1) เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

(2) เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

(3) เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

(4) เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

(5) เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเพื่อพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถนำเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

เนื้อหาที่ผู้วิจัยใช้ ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 ที่ใช้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช 2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	- เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น ๒ กลุ่มใหญ่คือ เนื้อเยื่อเจริญ และเนื้อเยื่อถาวร - เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายเนื้อเยื่อเจริญเนื้อข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง - เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญเนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน - ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช - โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัวบริเวณเซลล์ขยายตัวยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ - โครงสร้างภายในของรากกระเพาะใบโตปทุมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ - โครงสร้างภายในของรากกระเพาะใบโตปทุมภูมิชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์มิสซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้อายุยืนยาวเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้อายุยืนยาวเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	- ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินตั้งขึ้นจากกราก ทำหน้าที่สร้างใบและลำต้นนำอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ - โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมีท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ - ลำต้นในระยะการเติบโตปฐมภูมิจะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น
	4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	- ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบแผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่มีพบใบ - โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวางประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีไคทิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
	5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	- พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ทั้งใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้หน้าภายในใบพืชระเหยเป็นไอน้ำออกมาทางรูปากใบเรียกว่า การคายน้ำ - ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิสภาพน้ำในดินความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
	6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	- พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดิน โดยเซลล์ขนรากแล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีล ซึ่งเป็นทางนำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชในแนวดิ่ง
	7. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารและยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	- ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน - ในสภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติทำให้เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่า แรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กีดกัน - พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	8. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	- อาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้าง จะถูกเปลี่ยนแรงแปลงเป็นซูโครสและลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็ม โดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ
	9. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	- การศึกษาค้นคว้าขนานวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาล
	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₃	- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอน-ไดออกไซด์ - ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีโดยแสงออกซิไดส์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH ⁺ H ⁺ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ - การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์ สารประกอบคาร์บอน 3 อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักร โดยพืช C ₃ จะมีการตรึงคาร์บอน-ไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว
	11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C ₃ พืช C ₄ และ พืช CAM	- พืช C ₄ ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ 2 ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์โดย PEP และเอนไซม์เพปคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อให้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป - พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C ₄ แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง 2 ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมากในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป ปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้น ของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของ พืช	การสังเคราะห์ด้วยแสง - ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์อุณหภูมิปริมาณน้ำในดินธาตุอาหาร ฮอร์โมน
	17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและ หน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอ เรลลิน เอทิลีน และการดอปเอปไซติก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ ประโยชน์ทางการเกษตร	ฮอร์โมนพืช - พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และการดอปเอปไซติก - แสงสว่าง แร่ธาตุของพืช สารเคมีและน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช - ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายใน และสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้
	18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และ อภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตของพืช	

5) คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา ชีววิทยา เล่ม 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปีการศึกษา 2566

รหัสวิชา ว 32242 เวลา 60 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาวิเคราะห์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โครงสร้างและหน้าที่ของราก หน้าที่และโครงสร้างของลำต้น โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืช การลำเลียงธาตุอาหารของพืช การลำเลียงสารอาหารของพืช ประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วย สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สืบเสาะแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล อภิปราย สังเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การอธิบายและการฝึกปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของตนเองดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
2. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก
3. อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
4. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอกโครงสร้างของเมล็ดและผลและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆของเมล็ดและผล
5. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืชและเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
6. สังเกตอธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
7. สังเกตอธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
8. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง

9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
 10. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
 11. สืบค้นข้อมูลอธิบายความสำคัญของธาตุอาหารและยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 12. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
 13. สืบค้นข้อมูลและสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 14. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3
 15. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 และ พืช CAM
 16. สืบค้นข้อมูลอธิบายและสรุปปัจจัยความเข้มแสงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 17. สืบค้นข้อมูลอธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซินไซโทไคนินจิบเบอเรลลินเอทิลีนและกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
 18. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
 19. สืบค้นข้อมูลทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชดอก
- ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
การสืบพันธุ์ของพืชดอก	9
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	15
การลำเลียงของพืช	9
การสังเคราะห์ด้วยแสง	9
การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช	11
สอบกลางภาค และสอบปลายภาค	6
รวม	60

ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ ใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 9 ชั่วโมง

2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยการสืบเสาะหาความรู้และค้นพบสิ่งต่าง ๆ โดยใช้การสอบถาม การค้นคว้า วิธีการนี้ยังเปิดโอกาสแก่นักเรียนในการพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล และการทำงานร่วมกับผู้อื่น และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาได้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังนี้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผู้สอนมีหน้าที่สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังนี้ เป็นการสอนที่ผู้สอนใช้คำถามเพื่อทำให้นักเรียนเกิดการคิด สงสัย เพื่อหาค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้สามารถแก้ปัญหาจากคำถามของผู้สอน โดยผ่านการคิดอย่างมีเหตุผล การค้นหาข้อมูล สรุปแนวคิดต่าง ๆ เป็นความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

ทิตินา แคมมณี (2550) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังนี้ เป็นการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างเป็นระบบและเสนอคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสำรวจ การสืบค้น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาและสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการต่างๆ เพื่อค้นหาความรู้ที่ต้องการ ซึ่งสามารถทำได้ผ่านการค้นคว้าจากหนังสือ เว็บไซต์ เอกสาร หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจ โดยที่ผู้สอน

เป็นผู้สนับสนุน ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถาม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีนักวิชาการหลายท่านได้จำแนกประเภทการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้จัดประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยพิจารณาจากบทบาทหน้าที่ของผู้สอนและนักเรียนเป็นเกณฑ์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติทดลอง (Guided inquiry) ผู้สอนเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ หรือเรียกว่าเป็นวิธีสอนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured laboratory)

(2) วิธีที่ผู้สอนเป็นผู้วางแผนให้ (Less guide inquiry) เป็นวิธีที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง และปฏิบัติการทดลอง จนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือเรียกวิธีนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

(3) วิธีที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Free inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง มีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนมีหน้าที่เพียงกระตุ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเรียกได้ว่าวิธีสืบเสาะแบบอิสระ วิธีนี้ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตนเองได้ การดำเนินกิจกรรมอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2545) ได้จัดประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยพิจารณาจากบทบาทของผู้สอนและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Passive inquiry) วิธีนี้เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบเสาะเพราะผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและพยายามค้นหาคำตอบ โดยผู้สอนเป็นคนตั้งคำถามคิดเป็นร้อยละ 90 ซึ่งส่วนใหญ่ผู้เรียนจะมีหน้าที่เป็นผู้ตอบคำถาม

(2) ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Combined inquiry) วิธีนี้เหมาะสำหรับการสอนที่นักเรียนได้ผ่านขั้นของผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ (Passive inquiry) มาแล้ว การสอนประเภทนี้ผู้สอนจะใช้คำถามกระตุ้นคิดเป็นร้อยละ 50 และนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามคิดเป็นร้อยละ 50 โดยผู้สอนต้องไม่บอกคำตอบในทันที แต่เป็นการใช้คำถามกระตุ้นการคิดเพื่อเชื่อมโยงไปถึงคำตอบนั้น ๆ

(3) นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Active Inquiry) วิธีนี้นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นนักเรียนจะมีอิสระทางความคิด สามารถกำหนดวิธีการหาคำตอบ การรวบรวมข้อมูล และสรุปคำตอบได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งเป็นจุดประสงค์สูงสุดในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม โดยผู้สอนจะมีส่วนในการชี้นำนักเรียนมากกว่า เป็นการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

(2) การสืบเสาะของนักวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้หลากหลายรูปแบบดังนี้

- การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับอิสระในการตั้งคำถามและการค้นคว้า โดยไม่มีการแนะนำหรือโครงสร้างที่กำหนดให้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

- การสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม (Structured inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับข้อมูลพื้นฐานเพื่อช่วยในกระบวนการค้นคว้า แต่ยังมีคำถามที่ถูกกำหนดไว้เพื่อช่วยในการชี้นำ มักใช้ในการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างและแนวทางการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนมีพื้นฐานที่เข้าใจและต่อยอดไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

- การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว

- การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และผู้สอน

เป็นผู้ชี้แนะ แนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือคำแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง

สรุปประเภทการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบ่งได้ทั้งหมด 3 ประเภท คือ

(1) ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดกิจกรรม (Passive inquiry) คือ การกำหนดปัญหา การตั้งคำถาม รวมไปถึงการทดลอง เพื่อให้นักเรียนนั้นได้หาคำตอบด้วยตนเองหรือทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนด เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ

(2) ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Combined inquiry) คือ ผู้สอนและนักเรียนตั้งคำถามคิดเป็นร้อยละ 50 โดยผู้สอนจะไม่มีคำตอบคำถามนักเรียนทันที แต่จะคอยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงให้ได้คำตอบ

(3) นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด (Active Inquiry) คือ นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาเพื่อจะศึกษา

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Bybee, R., Taylor, J. et al. (2006) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอนของ BSCS 5E instructional model ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (engagement) ครูเข้าถึงความรู้เดิมของนักเรียนและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และมีส่วนร่วมในมนต์ทัศน์ใหม่ผ่านกิจกรรมสั้น ๆ ที่เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมและประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแสดงมนต์ทัศน์และโครงสร้างทางความคิดก่อนหน้าผ่านกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วม ซึ่งประสบการณ์เหล่านั้นเป็นพื้นฐานของมนต์ทัศน์ที่จะเรียนรู้ โดยกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วมจะสนับสนุนการใช้ความรู้ก่อนหน้าในการสร้างแนวคิดใหม่ในกระบวนการสืบเสาะ

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (explanation) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหาเพื่อให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจมนต์ทัศน์ของตนเอง และครูจะอธิบายมนต์ทัศน์แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (elaboration) นักเรียนจะได้รับการขยายความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้มีความเข้าใจลึกซึ้ง ชัดเจน และได้รับข้อมูลเพิ่มขึ้น จากการประยุกต์ความรู้ที่มีในกิจกรรมใหม่

ขั้นที่ 5 การประเมิน (evaluation) ครูกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ครูยังประเมินความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้ของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังนี้

(1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่อยู่ในความสนใจที่เกิดจากข้อสงสัย โดยครูผู้สอนจะมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ ๆ ซึ่งความสนใจใคร่รู้ นั้น อาจมาจากความสนใจของนักเรียนเอง การอภิปรายกลุ่ม หรือจากการนำเสนอของครูผู้สอนก็ได้ แต่จะต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนยอมรับโดยไม่มีการบังคับ เมื่อมีคำถามที่นักเรียนสนใจและส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษา ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการตรวจสอบอย่างหลากหลาย

(2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจากเอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุป

(3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายและแปลผล เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ หรือ การสรุปเป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งผลสรุปที่ได้นั้น จะต้องสามารถอ้างอิงความรู้ มีความสมเหตุสมผล และมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

(4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้า มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ตั้งคำถามจากการศึกษา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้มากขึ้น

(5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำข้อสอบ การทำรายงานสรุป หรือการให้นักเรียนประเมินตัวเอง เป็นต้น เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ที่ถูกต้องมากน้อยเพียงไรจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังกล่าว ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิวิจารณ์และคิดพิจารณาความรู้ที่ได้ให้รอบคอบ โดยมีครูผู้สอนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นให้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และนำนักเรียนไปสู่คำถามที่ต้องการการสำรวจตรวจสอบต่อไปอย่างต่อเนื่อง

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ได้จากแนวคิดนักวิชาการ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกพิจารณาจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) เนื่องจากเป็นวิธีการเรียนการสอนที่กระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาซึ่งคำตอบ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามหรือเกิดความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมีส่วนช่วยกันในการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างที่ทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ยังไม่ถูกต้อง และยังไม่สมบูรณ์

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดของตนเองร่วมการนักเรียนคนอื่น ๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้อธิบาย วิเคราะห์ แผลผล สรุปผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ

4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อให้นักเรียนได้ขยายกรอบความคิดให้กว้าง ยิ่งขึ้นจนนำไปสู่ความรู้ใหม่ได้

5) **ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำกิจกรรมว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเหตุการณ์อื่น ๆ

เนื่องจากแต่ขั้นไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากเกินไป ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน และเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนามาแล้วและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของ สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540)

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)	- วางแผนเลือกและจัดหาอุปกรณ์สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียนกำหนดเวลาและขั้นตอนการสอน - สังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ - สร้างประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า	- ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม - ตอบคำถาม - กำหนดเรื่องที่สนใจหรือปัญหาที่ต้องการตรวจสอบ
ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)	- ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง - ครูฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม ในสิ่งที่สงสัย โดยไม่ต้องรีบตอบคำถามของนักเรียน แต่จะชี้แนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง - แนะนำอุปกรณ์ วิธีใช้ และข้อควรระวังต่าง ๆ - สังเกตลำดับขั้นตอนในการคิดหาเหตุผลของนักเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็น ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้	- นักเรียนฝึกคิดอย่างเป็นระบบในการรวบรวมข้อมูล - นักเรียนตั้งคำถาม ในสิ่งที่ยังสงสัย - นักเรียนรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์และหาข้อสรุปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ด้วยตนเอง - ให้กำลังใจนักเรียนมากกว่า วิพากษ์วิจารณ์	
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายในห้องเรียน - ให้นักเรียนอธิบายโดยใช้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ - ให้ความสำคัญกับคำอธิบายของนักเรียนทุกครั้ง	- อธิบายการแก้ปัญหาที่ค้นพบได้ - อธิบายโดยใช้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ - ชักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ - ส่งเสริมความรู้ที่ได้เข้ากับชีวิตประจำวัน - จัดสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาให้ได้	- ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม
ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)	- จัดเหตุการณ์ที่ทำให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเอง	- ประเมินความรู้ของตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551)

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ให้เวลานักเรียนเรียนคิดก่อนตอบ คำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบคำถามทันที - เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	- ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)	- เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจ - ใช้คำถามเพื่อนำเพื่อให้นักเรียนเกิดการสำรวจด้วยตนเอง - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ตรวจสอบด้วยตนเอง - ให้นเวล่านักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา - รับฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้ - พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย - ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหา - ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนที่ถูกต้อง - บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจอย่างเป็นระบบ - กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจและแนวคิด ด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนอธิบายโดยอ้างอิงเหตุผลหลักการทางวิชาการหรือหลักฐานประกอบ - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจที่ได้ - อธิบายผลการสำรวจให้สอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยอ้างอิงเหตุผลหลักการทางวิชาการและหลักฐานประกอบ - ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ - ชักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิดและทักษะ จากการสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ - สนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย	- ใช้ข้อมูลจากการสำรวจมาอธิบายหรือนำทักษะจากการสำรวจไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - นำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)	- ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน - ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเอง	- วิเคราะห์การสร้างความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจ

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	- ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจ	นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ - ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือ ครูมีหน้าที่สนับสนุนจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล เพื่อทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ แต่ยังคงอยู่ภายใต้ขอบเขตเรื่องที่ศึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือคำตอบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของตัวเอง และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมได้ โดยผ่านการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Gokhan, D., & Gulsen, C. (2014) ได้ศึกษารูปแบบการสอน 5E ในการจัดกิจกรรมในห้องปฏิบัติการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์สำรวจการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหรือไม่ เครื่องมือในงานวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบคำถามปลายเปิด 11 ข้อ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน 5E และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการทดสอบก่อนเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังนั้นควรพัฒนาทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อใช้ในกิจกรรมการทดลองหรือการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ

Ong, E. T., & Keok, B. L. (2020) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E เปรียบเทียบกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เครื่องมือในงานวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Manishimwe, H., Shivoga, W. A., & Nsengimana, V. (2023). ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 231 คน จาก 6 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

พนิดา แก้วมาลา (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles : 5Es) วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทิงวิทยาคม ปีการศึกษา 2553 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 6/8 โรงเรียนเทิงวิทยาคม ที่เรียนในรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 34 คน ผลการศึกษาพบว่าการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่จัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.33/81.10 การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้คุณภาพจากค่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด สรุปว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้

สนธิยา ยอดสง่า และ นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2564) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 2) แบบสำรวจแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติแรงจูงใจภายใน ความจูงใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความจูงใจในผลการเรียน มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รุ่งทิพา จันท์สุข และสุมาลี ชูกำแพง (2565) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) โดยใช้บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยใช้บอร์ดเกม 2) บอร์ดเกม 3) แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยใช้บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.90/81.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยใช้บอร์ดเกม มีพัฒนาการของการคิดเชิงระบบโดยเฉลี่ยร้อยละ 63.10 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังพบว่าการสอนให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงระบบได้นั้น ควรใช้การเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมเข้ามาช่วย ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมนั้นสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงระบบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้น่าขึ้น

พูน ปณ จิต ชีเว

3. เกมการศึกษา

3.1 ความหมายของเกมการศึกษา

Grambs, C., Fitch, G. (1970) ได้กล่าวถึงเกมการศึกษาไว้ว่า เกมเป็นนวัตกรรมการศึกษา ที่ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยอมรับว่ากิจกรรมการเล่นนั้นสามารถใช้ในการจูงใจนักเรียนได้ เป็นกิจกรรมที่มีการจัดสภาพแวดล้อมของนักเรียนให้เกิดการแข่งขันอย่างมีกฎเกณฑ์ มีวัตถุประสงค์เฉพาะ และเพื่อความสนุกสนาน สามารถนำเกมไปใช้ในการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปจนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้

ทิตินา แชมมณี (2543) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมการศึกษา หมายถึง กระบวนการเล่นที่มี กฎเกณฑ์ เงื่อนไข มีระเบียบและข้อตกลงร่วมกันในการเล่น ซึ่งจะไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป ส่งผลทำให้ผู้เล่นนั้นได้รับความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และยังมุ่งพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เล่นเกิดคุณธรรมตามมาอีกด้วย

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมไว้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้เล่นเกมที่ประกอบไปด้วยกฎเกณฑ์ กติกาหรือข้อตกลงร่วมกัน ซึ่งมีความไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้เกิดความสุขสนุกสนาน ร่าเริง สามารถเกิดการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เล่นคนอื่น ๆ ได้

จากความหมายของเกมผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และสรุปได้ว่า เกม หมายถึง สื่อชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสติปัญญา ในด้านกระบวนการคิด รวมไปถึงช่วยฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ที่สามารถส่งเสริมพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม ทำให้เกิดความสุขสนุกสนาน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นการจูงใจนักเรียน ให้นักเรียนสามารถที่จะนำเอาแง่คิดที่ได้จากการเล่นเกมไปวิเคราะห์ วิเคราะห์ ให้เกิดการเรียนรู้ต่อไปในที่สุดทำให้นักเรียนได้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ อีกด้วย

3.2 ประเภทของเกมการศึกษา

จากการศึกษาประเภทของเกมการศึกษา นักวิชาการหลายท่านได้แบ่งประเภทของเกมการศึกษาต่าง ๆ ได้หลายประเภท ดังนี้

ทิตินา แชมมณี (2545) ได้จัดแบ่งประเภทของเกมการศึกษา ไว้จำนวน 3 ประเภท คือ

- 1) เกมแบบไม่มีการแข่งขัน เช่น เกมการสื่อสาร เกมการตอบคำถาม เป็นต้น
- 2) เกมแบบแข่งขัน มีผู้แพ้ ผู้ชนะ ซึ่งเกมส่วนใหญ่จะเป็นเกม ในลักษณะนี้ เพราะการแข่งขันช่วยให้การเล่นเพิ่มความสนุกสนานมากขึ้น เช่น เกมแข่งขันตอบปัญหา

3) เกมจำลองสถานการณ์เป็นเกมจำลองความเป็นจริง สถานการณ์จริงซึ่งผู้เล่นต้องคิดตัดสินใจจากข้อมูลที่มี และได้รับผลของการตัดสินใจ เหมือนกับที่ควรจะได้รับจริง โดยแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

- (1) เป็นเกมที่จำลองความเป็นจริงมาไว้ในกระดานหรือบอร์ด เช่น เกมเศรษฐี เกมแก้ปัญหาความขัดแย้ง
- (2) เป็นเกมที่จำลองสถานการณ์และบทบาทขึ้นให้เหมือนความเป็นจริงและผู้เล่นจะต้องลงไปเล่นจริง ๆ โดยสวมบทบาทเป็นผู้เล่นคนใดคนหนึ่ง สถานการณ์นั้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้จัดประเภทของเกมตามลักษณะการเล่น อุปกรณ์ และรูปแบบการเล่นซึ่งจำแนกออกเป็น 10 ประเภท ดังนี้

- 1) เกมเบ็ดเตล็ด เป็นลักษณะเกมง่าย ๆ ที่สามารถเล่นได้ในที่ต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์ของการเล่นเพื่อให้การเล่นนั้นไปสู่จุดหมายในระยะเวลาสั้น ๆ เป็นการสร้างเสริมทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้น คือ การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญ และคล่องตัว ซึ่งเกมประเภทนี้ได้แก่ เกมประเภทสนุกสนาน เกมมีจุดหมาย เกมย้ำความจำ และ เกมฝึกสมอง เป็นต้น

2) เกมเล่นเป็นนิยาย เป็นลักษณะของกิจกรรมการแสดงออกซึ่งท่าทางต่าง ๆ รวมทั้งการเคลื่อนไหวแสดงออกในรูปของการเล่นหรือแสดง โดยการกำหนดบทบาทสมมุติหรือการแสดงละครตามความเข้าใจของผู้แสดงแต่ละคน และดำเนินเรื่องไปตามเนื้อหาหรือเรื่องที่จะเล่น

3) เกมประเภทสร้างสรรค์ เป็นลักษณะของกิจกรรมการเล่นที่ส่งเสริมการเล่นที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การแสดงออกซึ่งความสามารถในการเคลื่อนไหว ความสามารถในการใช้ภาษาและสมองคิดเพื่อโต้ตอบหรือกิจกรรมการเล่นอย่างสนุกสนาน

4) เกมประเภชชิงที่หมายไล่จับ แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย ๆ ได้แก่

(1) เกมประเภชชิงที่หมาย เป็นเกมการเล่นที่ต้องอาศัยความแข็งแรง รวดเร็ว ความคล่องตัวไหวพริบ การหลอกล่อและกลวิธีเพื่อจับเป้าหมายหรือชิงที่ให้เร็วที่สุดให้ประโยชน์ด้านความสนุกสนาน พัฒนาความเจริญเติบโตและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน

(2) เกมประเภชไล่จับ เป็นเกมที่ใช้ความคล่องตัวในการหลบหลีกไม่ให้ถูกจับ ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา สมรรถภาพทางกายให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินและเป็นการออกกำลังกายด้วย

5) เกมประเภทรายบุคคล เป็นเกมแข่งขันประเภทหนึ่งที่ใช้ความสามารถและสมรรถภาพทางกายของแต่ละบุคคลเป็นหลักในการแข่งขันใครสามารถทำได้ดีและถูกต้องก็จะเป็นผู้ชนะจัดเป็นเกมประเภชวัดความสามารถของนักเรียนซึ่งควรจะเป็นลักษณะเกมการต่อสู้หรือเลียนแบบก็ได้

6) เกมแบบหมู่หรือผลัด เป็นเกมที่มีลักษณะในการแข่งขันระหว่างกลุ่มโดยแต่ละหมู่หรือกลุ่มจะไม่ยุ่งเกี่ยวกับกลุ่มอื่นๆ คนจะพยายามทำให้ดีที่สุด เพื่อประโยชน์ของกลุ่มโดยอาศัยทักษะความสามารถของสมาชิกแต่ละคนมาเป็นผลรวมของกลุ่มเพื่อฝึกทักษะเบื้องต้นทางกีฬาส่งเสริมสมรรถภาพทางร่างกาย สนุกสนานร่าเริงและความมีน้ำใจเป็นนักกีฬา เป็นต้น

7) เกมพื้นบ้าน เป็นเกมที่เด็ก ๆ เล่นกันในท้องถิ่นซึ่งมีการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ เป็นเกมที่แสดงออกถึงความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นแสดงถึงวัฒนธรรมประเพณีที่มีมาแต่โบราณ เช่น เกมหมากเก็บ เกมส่บ้า เกมจ้ำจี้ เกมกาฟักไข่ เกมมอญซ่อนผ้า เป็นต้น

8) เกมละลายพฤติกรรม เป็นเกมที่ใช้สื่อบุคคลให้นักเรียนที่ยังไม่เคยรู้จักกันปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจากการเคร่งขรึม สงวนท่าทีไม่กล้าแสดงออกมาเป็นกล้าแสดงออก ยิ้มแย้ม เปิดใจร่วมกัน สร้างสรรค์บรรยากาศให้ทุกคนรู้จักกันและก่อให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

9) เกมเน้นทนาการ เป็นเกมการเล่นที่มีจุดหมายเพื่อความสนุกสนานเพลิดเพลิน ผ่อนคลายความตึงเครียด เล่นได้ทุกเพศทุกวัยส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นในการรวมกลุ่มพบปะสังสรรค์ต่าง ๆ

10) เกมเพื่อประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นเกมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้โดยกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการไว้ชัดเจนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่จัดให้ทุกคนช่วยกันคิดและเล่นเกม หลังจากนั้นจะมีการนำเนื้อหาข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่นและผลการเล่นมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปให้แนวคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาหรือบทเรียนนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2551) ได้แบ่งประเภทของเกมเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1) เกมจับคู่ เป็นการฝึกการสังเกต เปรียบเทียบ การคิดหาเหตุผล เกมจับคู่จะเป็นการจัดของเป็นคู่ ๆ ชุดละตั้งแต่ 5 คู่ ขึ้นไป อาจเป็นการจับคู่ภาพหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยสามารถจัดได้หลายชนิด คือ

- (1) การจับคู่สิ่งที่เหมือนกัน
 - จับคู่ภาพหรือสิ่งของที่เหมือนกันทุกประการ
 - จับคู่ภาพกับเงาของสิ่งเดียวกัน
 - จับคู่ภาพกับโครงร่างของสิ่งเดียวกัน
 - จับคู่ภาพที่ซ่อนอยู่ในภาพหลัก
- (2) การจับคู่สิ่งที่เป็นประเภทเดียวกัน เช่น ไม้ขีดกับไฟแช็ก เทียนกับไฟฟ้า
- (3) การจับคู่สิ่งที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น สิ่งที่ใช้คู่กัน แม่กับลูก สัตว์กับอาหาร
- (4) การจับคู่สิ่งที่มีความสำคัญแบบตรงกันข้าม เช่น คนอ้วนกับคนผอม
- (5) การจับคู่ภาพเต็มกับภาพส่วนย่อย
- (6) การจับคู่ภาพเต็มกับภาพชิ้นส่วนที่หายไป
- (7) การจับคู่ภาพที่ซ้อนกัน
- (8) การจับคู่ภาพที่เป็นส่วนตัดกับภาพใหญ่
- (9) การจับคู่สิ่งที่เหมือนกันแต่สีต่างกัน
- (10) การจับคู่ภาพที่มีเสียงสระเหมือนกัน เช่น กากับนา งูกับปู
- (11) การจับคู่ภาพที่มีเสียงพยัญชนะต้นเหมือนกัน เช่น นกกับหนู กุ้งกับไก่
- (12) การจับคู่แบบอุปมาอุปไมย
- (13) การจับคู่แบบอนุกรม

2) เกมภาพตัดต่อ เป็นเกมฝึกการสังเกตรายละเอียดของภาพ และรอยตัดต่อของภาพ ที่เหมือนกัน หรือแตกต่างกันของสี รูปร่าง ขนาด ลวดลาย เกมประเภทนี้จะมีจำนวนชิ้นของภาพตัดต่อตั้งแต่ 5 ชิ้นขึ้นไป ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของภาพชุดนั้น เช่น หากสีของภาพ ไม่มีความแตกต่างกันจะทำให้เกิดความยากมากยิ่งขึ้น

3) เกมวางภาพต่อปลาย (โดมิโน) เป็นเกมฝึกการสังเกต การคิดคำนวณ การคิด เป็นเหตุเป็นผลกัน โดยประกอบด้วยชิ้นส่วนเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปสามเหลี่ยมตั้งแต่ 9 ชิ้นขึ้นไป ในแต่ละด้านจะมีภาพ จำนวน ตัวเลข จุดให้เด็กเลือกต่อกันในรูปที่เหมือนกันแต่ละด้านไปเรื่อย ๆ

4) เกมเรียงลำดับ เป็นเกมฝึกทักษะการจำแนก การคาดคะเน โดยมีลักษณะ เป็นภาพสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์ ตั้งแต่ 3 ภาพขึ้นไป แบ่งได้เป็น การเรียงลำดับภาพและเหตุการณ์ ต่อเนื่องและการเรียงลำดับ ขนาด ความยาว ปริมาณ ปริมาตร จำนวน เช่น ใหญ่ไปเล็ก, สั้นไปยาว, หนักไปเบา, มากไปน้อย

5) เกมจัดหมวดหมู่ เป็นฝึกทักษะการสังเกต การจัดแยกประเภท โดยมีลักษณะ เป็นแผ่นภาพหรือสิ่งของจริง ๆ มีที่让孩子นำมาจัดเป็นพวก ๆ ตามความคิดของเด็ก

6) เกมหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับสัญลักษณ์ เป็นเกมที่จะช่วยเด็กก่อนจะเริ่ม อ่านหนังสือ เด็กจะคุ้นเคยกับสัญลักษณ์เป็นภาพที่ประกอบด้วยภาพกับคำหรือตัวเลขแสดงจำนวน โดยจะกำหนดให้ตั้งแต่ 3 คู่ขึ้นไป

7) เกมหาภาพที่มีความสัมพันธ์ลำดับที่กำหนด เป็นเกมฝึกการสังเกตลำดับที่ ฝึกเรื่องความจำ โดยจะมีแบบให้เด็กสังเกตภาพต่าง ๆ 5 ภาพ ให้เด็กสังเกตลำดับของภาพ และมีส่วน ที่เป็นคำถาม ในส่วนนี้จะกำหนดให้ 2 ภาพ ให้เด็กหาภาพที่สามที่เป็นคำตอบ ที่จะทำ ให้ภาพทั้งสามเรียงลำดับถูกต้องตามแบบ

8) เกมสังเกตรายละเอียดของภาพ (ลอตโต) เป็นเกมฝึกการสังเกตรายละเอียดของภาพ โดยจะประกอบด้วยภาพแผ่นหลัก 1 ภาพ และมีชิ้นส่วนที่มีภาพส่วนย่อย สำหรับเทียบกับภาพแผ่นหลักอีกจำนวนหนึ่งตั้งแต่ 4 ชิ้นขึ้นไป ให้เด็กเลือกภาพชิ้นส่วนเฉพาะที่มีอยู่ในภาพหลัก หรือภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้เกี่ยวกับภาพหลัก

9) เกมหาความสัมพันธ์แบบอุปมาอุปไมย เป็นเกมที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนแผ่นยาว จำนวน 2 ชิ้นต่อกันด้วยผ้าหรือวัสดุอื่น ชิ้นส่วนตอนแรก จะมีภาพ 2 ภาพที่มีความสัมพันธ์ หรือ เกี่ยวข้องกันอย่างใดอย่างหนึ่ง และชิ้นส่วนที่สองมีภาพ 1 ภาพ เป็นภาพที่สามที่มีขนาดครึ่งหนึ่งของชิ้นส่วนให้เด็กหาภาพที่เหลือ ซึ่งเมื่อจับคู่กับภาพที่เหมาะสมแล้ว จะมีความสัมพันธ์กัน

กับภาพคู่แรก ตัวเลือกเป็นแผนภาพขนาดเท่ากับภาพที่สาม โดยสาระของเกมจะเป็นเรื่องของรูปร่าง จำนวน

10) เกมพื้นฐานการบวก เป็นเกมการฝึกให้มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการรวมกัน หรือการบวกโดยเกมแต่ละเกมจะประกอบด้วยภาพหลัก 1 ภาพ ที่แสดงจำนวนต่าง ๆ และมีภาพชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ภาพขึ้นไป ภาพชิ้นส่วนมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของภาพหลัก จะให้เด็กหาภาพชิ้นส่วน 2 ภาพที่รวมกันแล้วมีจำนวนเท่ากับภาพหลักแล้ว จากนั้นนำมาวางเทียบเคียงกับภาพหลัก

11) เกมจับคู่ตารางสัญลักษณ์ เป็นเกมการฝึกคิด ฝึกการสังเกต และฝึกการคิด เชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยประกอบด้วย ช่องขนาดเท่ากัน และมีบัตรเล็ก ๆ ขนาดเท่ากับช่องตาราง เพื่อเล่นเข้าชุดกัน โดยจะมีบัตรที่กำหนดไว้เป็นตัวนำไว้ข้างบนของแต่ละช่อง และการเล่นอาจจับคู่ ภาพที่มีส่วนประกอบของภาพที่อยู่ข้างบนกับภาพที่อยู่ด้านข้างก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้แบ่งเกมเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1) เกมปริศนาคำ (puzzles game) เป็นเกมที่ใช้ได้ดีกับการกระตุ้น สร้างความสนใจของนักเรียน และใช้ได้ทุกขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เหมาะกับนักเรียนทุกระดับชั้น ทุกระดับความสามารถ ขึ้นอยู่กับการเลือกคำให้เหมาะสมกับนักเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวอย่างเกมปริศนาคำ เช่น เกมค้นหาคำ (wordreaches) เกมอักษรไขว้ (crosswords) เป็นต้น

2) เกมทายปัญหา (quizzes game) เป็นเกมที่ใช้ได้ดีกับการทบทวนการเรียนรู้ ในช่วงท้ายบทเรียน และการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เหมาะกับนักเรียนทุกระดับชั้น ทุกระดับความสามารถ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถามที่ใช้ ตัวอย่างเกมทายปัญหา เช่น เกมบิงโก เกมแข่งขันตอบปัญหา เป็นต้น

3) เกมบัตร (card game) เป็นเกมที่ใช้บัตรคำ หรือบัตรภาพเป็นอุปกรณ์ประกอบ ซึ่งใช้ได้ทุกขั้นตอนในกระบวนการเรียนรู้ ใช้ได้ดีกับการทบทวนการเรียนรู้และในช่วงท้ายของบทเรียน เหมาะกับการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น เพราะระดับความสามารถขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างบัตรคำ เช่น เกมจับคู่ เกมการลำดับภาพ เป็นต้น

4) เกมกระดาน (board games) เป็นเกมที่ใช้กระดานเป็นอุปกรณ์ประกอบการเล่นเกมและส่วนใหญ่จะมีการทายปัญหาร่วมอยู่ด้วย ใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ทุกระดับความสามารถ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถามที่ใช้เล่น ตัวอย่างเกมกระดาน เช่น เกมกระดานคำถาม เกมบันไดงู เกมเขาวงกต เกมบิงโก เป็นต้น

5) เกมโดมิโน (domino game) เป็นเกมที่ใช้ชิ้นโดมิโนเป็นอุปกรณ์ประกอบการเล่น สามารถใช้ได้ในการทบทวนการเรียนรู้ เกี่ยวกับการจำแนกประเภท การจัดกลุ่ม เช่น เกมโดมิโนกรด-เบส เกมโดมิโนการแยกสาร เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของเกมการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า เกมการศึกษานั้นสามารถแบ่งได้หลายประเภท ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละลักษณะการเล่นและองค์ประกอบต่าง ๆ แต่จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ เกมการศึกษาประเภทต่าง ๆ นั้นล้วนเป็นเกมที่สามารถฝึกทักษะทางสมอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกมการศึกษา ประเภท บอร์ดเกม (board games) ซึ่งเป็นเกมที่ใช้กระดานเป็นอุปกรณ์ประกอบการเล่น เนื่องจากบอร์ดเกมนั้นสามารถที่จะช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาที่ยากหรือเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เพราะมีการสร้างกฎที่จำลองเอาสถานการณ์ที่ซับซ้อนและหลากหลาย ผ่านกลไกเกมที่จำลองสถานการณ์ขึ้น ทำให้ต้องมีการวางแผนและใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการตัดสินใจ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้

4. บอร์ดเกม

บอร์ดเกม (board games) เป็นเกมประเภทหนึ่งของเกมการศึกษาซึ่งเป็นเกมที่ใช้กระดานเป็นอุปกรณ์ประกอบการเล่น เนื่องจากบอร์ดเกมนั้นสามารถที่จะช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาที่ยากหรือเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เพราะมีการสร้างกฎที่จำลองเอาสถานการณ์ที่ซับซ้อนและหลากหลาย ผ่านกลไกเกมที่จำลองสถานการณ์ขึ้น ทำให้ต้องมีการวางแผนและใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการตัดสินใจ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้

4.1 ความหมายของบอร์ดเกม

Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2009) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมที่มีแผ่นกระดานที่ผู้เล่นสามารถเข้าร่วมเล่นกับผู้เล่นคนอื่น ๆ ได้ โดยมักจะมีหมากนับแต้ม (token) หรือ ตัวเดินหมาก (avatar) แทนตัวผู้เล่น บอร์ดเกมประกอบด้วยกฎกติกาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับบอร์ดเกมนั้น ๆ เช่น จำนวนผู้เล่นที่สามารถเล่นได้ จำนวนของพื้นที่บนกระดาน หรือ ความเป็นไปได้ในการเคลื่อนตำแหน่งไปสู่การจบเกม บอร์ดเกมส่วนใหญ่จะใช้ลูกเต๋า หรือการ์ดไพ่ที่จะให้ข้อมูลหรือผลลัพธ์ของเกม โดยมากบอร์ดเกมมักใช้ผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ผู้เล่นจะต้องปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นคนอื่น ๆ เพื่อการเรียนรู้

Hinebaugh, J. P. (2009) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง ซึ่งบอร์ดเกมสมัยโบราณ (Classic board game) มีมายาวนานมากกว่า 1,000 ปี เช่น ในประเทศจีน อินเดีย ญี่ปุ่น ฯลฯ ซึ่งจุดประสงค์ในการเล่นเพื่อเป็นกิจกรรมยามว่างของคนในสมัยก่อน เช่น หมากรุก โกะ ฯลฯ ในปัจจุบันได้มีการนำบอร์ดเกมมาใช้ในแวดวงการศึกษามากขึ้น โดยนำบอร์ดเกม เข้ามาบูรณาการกับหลักสูตรของสถานศึกษา เช่น การนำหมากรุกมาสอนนักเรียนในระดับ ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศรัสเซียและเนเธอร์แลนด์การนำหมากรุกมาใช้ ในหลักสูตรของโรงเรียนกว่า 40 ประเทศ เช่น ฝรั่งเศส อาร์เจนตินา ญี่ปุ่น ฯลฯ การนำเกมเศรษฐี (Monopoly) และเกม Checkers มาสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา หรือการนำ Scrabbles มาสอนคำศัพท์ในวิชาภาษาในโรงเรียนกว่า 1,600 แห่ง ในสหรัฐอเมริกาและ แคนาดา ทั้งในคาบเรียนและกิจกรรมชมรม

Silverman, D. (2013) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง ที่สร้างจากการใช้กระดานวาดลวดลาย รวมถึงใช้ลูกเต๋าเพื่อสร้างเงื่อนไขในการเล่นให้ความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จากนั้นก็เปลี่ยนไปและมีความหลากหลายในรูปแบบและการเล่นตามการสร้างสรรค์ ของผู้ออกแบบ

Wise GREEK (2015) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมที่มีผู้เล่นตั้งแต่สองคน ขึ้นไป มีการกำหนดพื้นที่ในการเล่น โดยมีเบี้ย หิน ลูกเต๋า การ์ด หรือ ชิ้นส่วนอื่นๆ นำมาใช้ในการเล่นเกม โดยเกมกระดานได้ขุดค้นพบทางโบราณคดีใกล้ประเทศจอร์แดน เมื่อประมาณ 7,000 ปี

ฐิติพล ขำประถม (2558) กล่าวว่า บอร์ดเกมเป็นเกมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อความบันเทิง ซึ่งมีหลายประเภท เป็นเกมที่ใช้การ์ด หรือใช้ชิ้นส่วนหรือตัวหมากวางไว้บนพื้นที่เล่น เคลื่อนที่ บนพื้นที่เล่น หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น มีทั้งแบบที่มีกติกาง่าย ๆ จนถึงเกมที่มีกติกาซับซ้อน ต้องใช้แผนการหรือยุทธวิธีเข้าช่วย โดยพื้นที่เล่นเปรียบได้กับกระดาน ซึ่งจะมีรูปภาพหรือรูปแบบ เฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ

Hunsaker, A., I. (2016) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง ชุดของวัตถุ เชิงกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับระบบของเกม โดยมีการควบคุมปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าร่วม ที่อาจมีร่วมกัน

รักชน พุทธรังษี (2560) ได้ให้ความหมายของบอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่งที่ต้องเล่นกันบนพื้นผิวเรียบ เช่น พื้นหรือโต๊ะ โดยเป็นเกมที่บรรจุมาในกล่อง ซึ่งภายในกล่องจะมีอุปกรณ์การเล่น พร้อมทั้งคู่มือวิธีการเล่น บอกกติกา กฎเกณฑ์ ข้อตกลงก่อน

การเล่น โดยผู้เล่นจะมีวิธีการชนะเกมได้หลากหลายวิธีแล้วแต่การกำหนดของเกม โดยที่อาจจะ มีเงื่อนไขต่างกันในการเล่นแต่ละคนและแต่ละเกม

นุชนาถ นุชมี นฤมล ศิริวงษ์ และกนกพร ฉันทนารุ่งภักดิ์ (2564) ได้ให้ความหมาย ของบอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง que เล่นบนกระดาน หรือพื้นที่เรียบ โดยใช้การ์ดหรือชิ้นส่วนหรือตัวหมากในการเล่น ซึ่งมีการวางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเหล่านั้น จะต้องเป็นไปโดยมีกติกากำกับ อีกทั้งเป็นเกม que ผู้เล่นต้องเล่นโดยมีปฏิสัมพันธ์อย่างเผชิญหน้ากัน

เจียรนัย ธนุธรรมาคูณ (2564) ได้ให้ความหมาย เกมกระดาน หรือ บอร์ดเกม คือ เกมที่ต้องใช้ชิ้นส่วนหรือตัวหมากวางไว้บนพื้นที่เล่น เคลื่อนที่หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น พื้นที่เล่น เปรียบได้กับ "กระดาน" ซึ่งจะมีพื้นผิวหรือรูปภาพเฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ เกมกระดานอาจเป็นเกม ที่ใช้ความสามารถในเชิงกลยุทธ์หรือใช้โชคหรือดวงเป็นส่วนประกอบก็ได้จากหลักฐานทางโบราณคดี พบว่า วัฒนธรรมการเล่นเกมกระดานมีมาแล้วตั้งแต่น้อยสามพันปีก่อนคริสตกาล โดยมีการเล่น เกมกระดานในอียิปต์โบราณและในอารยธรรมแถบเมโสโปเตเมีย

รัชนิวรรณ ตั้งภักดิ์ (2565) ให้ความหมายว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง ที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาผนวกกับกลไกของเกม มีกฎและกติกาที่มีความซับซ้อนหลากหลาย รูปแบบมา que ผู้เล่นได้วางแผนใช้ความสามารถในเชิงกลยุทธ์ หรืออาจใช้โชคดวงในการเล่น เกม ผสมผสานร่วมด้วย มักมีรูปลักษณะที่น่าสนใจมีความสวยงามดึงดูดใจทำให้อยากลองเล่น บอร์ดเกม มักผลิตจากวัสดุสิ่งพิมพ์ทั้งสองมิติและสามมิติที่จับต้องได้จนถึงปัจจุบัน ที่มีการพัฒนาเป็นแบบดิจิทัล สามารถเล่นออนไลน์ผ่านเว็บไซต์แอปพลิเคชันและอัปเดตเกมใหม่ ๆ ได้อย่างสะดวกสบาย บอร์ดเกมมีความแตกต่างจากเกมทั่วไปในการสร้างกฎที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้หลากหลาย

จากการศึกษาความหมายของบอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง que เล่นบนกระดาน หรือพื้นที่เรียบ โดยมีอุปกรณ์การเล่น คู่มือวิธีการเล่นที่ชี้แจง วิธีการเล่น ข้อตกลงก่อนการเล่น กติกา กฎเกณฑ์ ที่มีทั้งแบบกติกาง่าย ๆ ไปจนถึงเกมที่มีกติกา ซับซ้อนที่ต้องใช้ความคิดในการวางแผนหรือกลยุทธ์เข้าช่วย โดยแต่ละเกมนั้นจะมีรูปแบบเฉพาะ ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับธีมของเกมนั้น ๆ

4.2 ประเภทของบอร์ดเกม

Silverman, D. (2013) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) เกมแบบครอบครัว เป็นเกมที่มีกติกาที่ไม่ซับซ้อน และมีเรื่องโศกเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยอาจใช้เป็นกิจกรรมในการสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว หรือเพื่อน เช่น เกมบันไดงู

2) เกมแบบยุโรป มีกฎ กติกาไม่ซับซ้อน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวก และเป็นเกมที่ต้องเลือกวิธีของแต่ละคนในการเล่น หรือแก้ปัญหา มีคะแนนในการเล่นแต่ละรอบ เช่น เกมโรงงานไฟฟ้า (Power Grid)

3) เกมสร้างชุดไฟ โดยผู้เล่นแต่ละคนต้องออกแบบวางแผนในการสร้างไฟของตัวเอง ให้มีคะแนนมากที่สุด ซึ่งไฟแต่ละใบก็จะมีค่าสิ่ง หน้าที่ หรือคะแนนที่แตกต่างกันไป โดยเกมจะจบลงเมื่อไฟกองกลางหมดลง หรือมีคำสั่งพิเศษที่เกิดขึ้น เช่น เกม Dominion

4) เกมวางแผนเชิงนามธรรม มักแบ่งเป็นผู้เล่น 2 ฝ่ายโดยการเล่นจะต้องใช้ความคิด และการวางแผนที่จะเอาชนะอีกฝ่าย เกมนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งชนะ เช่น โกะ หมากกรุก หมากฮอส Cross-word

5) เกมวางแผน เป็นเกมที่อาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เล่น ทั้งที่ต้องร่วมมือกัน เพื่อเอาชนะ หรือแข่งกันกำจัดกันออกจากเกม โดยแต่ละฝ่ายต้องคิดวางแผน หากกลยุทธ์หรือหาแนวทางร่วมกันในเกม เช่น เกม Deception: Murder in Hong Kong เกม Pandemic (เกมโรคระบาด)

6) เกมวางแผนที่ใช้ไฟ เป็นเกมวางแผนที่เน้นการใช้ไฟในการวางแผน และไฟจะนำมาซึ่งโอกาส และความสามารถที่เพิ่มขึ้น โดยจะร่วมมือหรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้ไฟได้ เช่น เกมสร้างอารยธรรม (7 Wonders)

สถณี อาชวานันทกุล (2559) ได้จัดประเภทของบอร์ดเกมออกเป็น 3 ประเภทกว้าง ๆ ดังนี้

1) เกมครอบครัว (Family Game) เป็นเกมที่มีกฎกติกาไม่ซับซ้อน อธิบายให้คนที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที มีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นต้องพูดคุย ถกเถียง หรือหาโอกาสแก่งัดกันค่อนข้างมากระหว่างเล่นเนื้อเรื่อง ไม่เกี่ยวกับความรุนแรงหรือประเด็นหนักๆ เล่นจบได้ภายใน 15-60 นาที

2) เกมวางแผน (Strategy Game) เป็นเกมที่ต้องใช้ทักษะการวางแผนมากกว่า เกมครอบครัวเหมาะสำหรับผู้ที่ยากเล่นเกมที่ทำหายขึ้น โดยเฉพาะแนววางแผน, แนวจัดทัพโจมตี หรือเกมกระดานคลาสสิกอย่างหมากรุกเป็นทุนเดิม เกมวางแผนอาจมีดวงเป็นส่วนประกอบบ้าง ใช้เวลาเล่น 60-120 นาที แต่บางเกมอาจยาวถึง 180 นาที หรือ 5-6 ชั่วโมง เพราะมีกติกาและผู้เล่นมากระหว่างเล่นต้องคิดตลอดเวลาและการประเมินเงื่อนไขชนะ

3) ปาร์ตี้เกม (Party Game) ถูกออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ 8-20 คน หรือมากกว่าปาร์ตี้เกมที่สนุก คือเกมที่อธิบายให้ทุกคนเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที และมีอุปกรณ์ไม่มาก เกมประเภทนี้อาจมีดวงเกี่ยวข้องด้วยเล็กน้อย แต่ส่วนมากต้องใช้มนุษยสัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ

รัชกร เวชรนนท์ (2563) ได้แบ่งประเภทของบอร์ดเกมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) บอร์ดเกมเพื่อกระตุ้นหรือสร้างความสนใจ หลายคนมักเข้าใจว่า การนำบอร์ดเกมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะทำได้เพียงแค่กระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้ แต่ถ้ายิ่งใช้เนื้อหาที่เรียนเป็นเนื้อหาของเกม จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกลึกซึ้งที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ได้ การกระตุ้นหรือสร้างความสนใจจะช่วยให้นักเรียนมีไฟกับเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น

2) บอร์ดเกมเพื่อใช้สอนเนื้อหา บอร์ดเกมที่ใช้สอนเนื้อหาจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเกมเพื่อให้ผู้เล่นสามารถไปถึงในจุดนั้นได้ ดังนั้นตัวเกมก็ต้องสอนให้ผู้เล่นรู้จักเหตุการณ์ต่าง ๆ และนักเรียนจะต้องทำให้เข้าใจในปรากฏการณ์นั้นด้วย

3) บอร์ดเกมเพื่อใช้สรุปและประเมินผล เป็นบอร์ดเกมที่เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งการใช้บอร์ดเกมไปเป็นสื่อในการสรุปองค์ความรู้ ประเมินนักเรียน รวมไปถึงทบทวนความรู้ได้ด้วยเช่นกัน

จากประเภทของเกมดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เกมการศึกษานั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทส่วนใหญ่จะมีจุดมุ่งหมายตรงกัน คือ เพื่อพัฒนาสติปัญญา ทำให้เกิดความสุขสนานร่าเริง เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น การจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนโดยใช้เกมการศึกษานั้น ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนการสอนของวัยนักเรียนด้วย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกออกแบบ บอร์ดเกม (board games) ซึ่งเป็นเกมประเภทหนึ่งของเกมการศึกษา (Education Game) ที่มีการออกแบบให้มีเนื้อหาสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และออกแบบให้นักเรียนได้มีการคิดเชิงระบบ มีการวางแผน จับคู่ เชื่อมองค์ประกอบต่าง ๆ ในเกม

4.3 การออกแบบบอร์ดเกม

wikihow (2562) นำทีมโดย Chris Hadley และคณะได้ร่วมกันกล่าวถึง วิธีทำเกม กระดาน (บอร์ดเกม) ไว้ดังนี้

1) ออกแบบเกม

(1) เขียนไอเดีย โดยบันทึกไอเดียต่าง ๆ ไว้ขนาดลองเล่นเกม เนื่องจาก การเล่นเกมอาจจุดประกายไอเดียเกมผู้วิจัยขึ้นมาได้

(2) เลือกแนวทางว่าที่เน้นที่ธีมหรือกลไก ถ้าเลือกเน้นที่ธีมจะเป็นในส่วน อารมณ์ของเกมและสามารถอ้างอิงได้ว่าเป็นแนวของเกม ส่วนถ้าเลือกเน้นที่กลไกการเล่นจะเป็น ที่วิธีที่ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์กับเกมหรือกับผู้เล่นคนอื่น

(3) คำนึงช่วงอายุของผู้เล่น ช่วงอายุของผู้เล่นมีอิทธิพลต่อความซับซ้อน ของเกมทและกฎกติกาการเล่น หากออกแบบเกมสำหรับเด็กควรออกแบบให้เข้าใจง่ายและเน้น ความสนุก แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็อาจออกแบบให้มีความซับซ้อนขึ้นมา และตื่นเต้น

(4) กำหนดข้อจำกัดทางผู้เล่น เช่น เวลาและขนาดของเกม ในบางเกมอาจจะ จำกัดโดยขนาดของกระดาน จำนวนผู้เล่น หรือจำนวนการ์ด ขนาดกับจำนวนการ์ดมีผลทำให้ผู้เล่น ต้องใช้เวลาแค่นี้นกว่าจะทำการกิจสำเร็จ ในเวลาที่จะกำหนดข้อจำกัดให้คำนึงถึงจำนวนผู้เล่น ที่เกมสามารถรองรับได้ กล่าวคือ ตอนแรก มักใช้เวลานาน เพราะผู้เล่นจะต้องเรียนรู้กติกา การกำหนดขนาดของเกมกระดานหรือการ์ดสำหรับ ถ้าหากมีความซับซ้อนหรือขนาดใหญ่เกินไป อาจทำให้ยุ่งยากต่อการพกติดตัว

(5) การชนะเกม ผู้เล่นจะชนะเกมได้อย่างไร คำนึงถึงว่าอยากให้ผู้เล่น ได้พบประสบการณ์แบบไหน ตอนไหนถึงจะถือว่าชนะเกม

(6) เขียนกฎกติกาพื้นฐาน

- ผู้เล่นคนแรก ในหลายเกมจะทำการเลือกผู้เล่นคนแรกโดยให้ทุกคน ทอยลูกเต๋าหรือจั่วการ์ดใครที่ได้แต้มสูงสุดถือว่าเริ่มเล่นก่อน

- ขั้นตอนของผู้เล่น ต้องระบุว่าผู้เล่นสามารถทำอะไรได้บ้าง ในการลง แต่ละครั้ง (Turn) ของการเล่น ส่วนใหญ่เกมจะให้ผู้เล่นทำอะไรได้เพียงอย่างเดียวในการลงแต่ละครั้ง

- ปฏิสัมพันธ์ของผู้เล่น ผู้เล่นจะมีอิทธิพลที่ส่งผลต่อกันอย่างไร

- ขั้นตอนที่ไม่ใช่ผู้เล่น อาจจะมีศัตรูในเกมหรืออุปสรรค
- วิธีตัดสินผล อาจตัดสินจากเพียงแค่การทอยลูกเต๋าก็ได้

2) การทำเกมนั้นแบบ

(1) ใช้เกมนั้นแบบในการพัฒนาเกม ก่อนจะเริ่มทำขั้นตอนสุดท้าย ควรสร้างเกมนั้นแบบคร่าวๆ (เกมทดสอบ) เพื่อที่จะสามารถลองเล่นกลไกต่าง ๆ เพื่อที่จะช่วยดูกติกาพื้นฐานต่าง ๆ ว่าออกมาอย่างที่คิดไว้หรือไม่

- เกมต้นแบบเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการสร้างเกม เพราะเป็นการนำเกมออกจากความคิดที่เป็นนามธรรมมาสู่โลกแห่งความจริงที่สามารถพัฒนามันร่วมกับผู้เล่นคนอื่นได้

(2) สเก็ทซ์แบบร่างของกระดาน อาจจะช่วยออกแบบขนาดของกระดานได้ กระดานของเรามีหรือไม่มีองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

- เส้นทางเดิน เกมที่ไม่มีความซับซ้อนอาจจะมีทางเดินเส้นเดียวสู่จุดหมาย ส่วนเกมที่ซับซ้อนกว่าอาจมีทางแยกหรือทางวนย้อนกลับอยู่ในเส้นทาง

- ตำแหน่งลงหมาก อาจเป็นรูปทรง เช่น ตารางสี่เหลี่ยม หรือภาพอย่างขั้นบันไดหรือเกาะ การลงตำแหน่งอาจส่งผลพิเศษ เช่น ได้เดินอีกครั้งหรือจั่วการ์ดเพิ่ม

(3) รวบรวมชิ้นส่วนเกมนั้นแบบ กระดุม ตารางหมากรุก ชิฟไฟ ตัวหมากรุกอื่น ๆ ที่เป็นของกระจุ๊กกระจิกเหมาะกับการเอามาเป็นชิ้นส่วนของเกมนั้นแบบ แต่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ของมาเป็นหมาก

(4) ใช้การ์ดเพื่อเพิ่มความหลากหลาย การ์ดที่สับไว้จะช่วยเพิ่มผลที่คาดเดาไม่ได้ต่อผู้เล่น การ์ดอาจจะบอกเหตุที่ผู้เล่นคนที่จั่วการ์ดจะโดน เช่น เปลี่ยนตำแหน่งการเดิน เปลี่ยนแต้ม หรืออาจรวมไปถึงเปลี่ยนของที่สะสมไว้

- สำหรับการ์ดส่วนใหญ่จะมีการ์ดที่แตกต่าง 15 ถึง 20 ใบ เช่น การ์ดกับดัก การ์ดอุปกรณ์ตัวช่วย และการ์ดขยับตำแหน่ง เป็นต้น การ์ดประเภทนี้จะถูกจำกัดไว้ราว 10 ใบ เพื่อให้สามารถควบคุมขนาดสำหรับได้

- การ์ดสามารถมีข้อบังคับนอกเกมได้ เช่น การ์ดใบหนึ่งอาจทำให้ผู้เล่นให้ต้องพูดเหนือห้านาทีถึงจะได้รางวัล ถ้าไม่ทำตามจะถูกทำโทษ

3) ทดสอบเกมนั้นแบบ

(1) ทดสอบเกมนั้นแบบด้วยตัวเองให้แน่ใจ ก่อนที่จะทดลองกับกลุ่มนักเรียน โดยจะดูว่าเล่นอย่างไร แล้วบันทึกจุดติดขัดที่สังเกตได้จากการเล่น

- ทดสอบคนเดียวหลาย ๆ รอบ ปรับเปลี่ยนจำนวน “ผู้เล่น” เพื่อดูว่า
เกมสามารถรองรับจำนวนผู้เล่นได้น้อยหรือสูงสุดเท่าใด

- หาข้อบกพร่องในเกมหรือเกิดมีช่องว่างในกติกาที่ทำให้เกิดความได้เปรียบ
เสียเปรียบหรือไม่

(2) เล่นทดสอบเกมกับเพื่อนและครอบครัว

- ระหว่างทดสอบการเล่น ผู้ออกแบบเกมควรเลี้ยงที่จะให้คำอธิบายเพิ่มเติม
กติกาจะต้องชัดเจนพอที่ผู้เล่นจะรู้ได้ด้วยตัวเอง

- จดบันทึกระหว่างเล่นเกม สังเกตพฤติกรรมของผู้เล่น แล้วนำข้อบกพร่อง
นำกลับมาปรับปรุง

- ค่อยสังเกตตำแหน่งผู้เล่นคนสุดท้าย ถ้าหากมีผู้เล่นที่คะแนนนำสูงเรื่อย ๆ
จะยิ่งตึงต้านเวลาการแข่งขันสูสีหรือเสมอกัน

(3) เปลี่ยนผู้ทำการทดสอบ ผู้เล่นแต่ละคนย่อมมีวิธีการเล่นเกมต่างกันไป
บางคนอาจเห็นในสิ่งที่ขาดหาย เราอาจไม่เคยนึกได้มาก่อน ยังมีคนทดสอบเกมมากยิ่งขึ้นเพิ่มโอกาส
ในการหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

(4) ปรับแก้เกมต้นแบบการทดสอบ หลังจบการทดสอบแต่ละครั้ง
ควรปรับเปลี่ยนแก้ไขเกม ทั้งกติกาและองค์ประกอบอื่น ๆ และติดตามดูสิ่งที่เปลี่ยนแปลง
หลังการแก้ไข

4) สร้างเกมขั้นตอนสุดท้าย

(1) รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ เกมแต่ละเกมจะมีความต้องการเฉพาะตัว ฉะนั้นวัสดุ
ที่ใช้จึงสามารถเลือกใช้ได้หลากหลาย

- เกมกระดานส่วนใหญ่ จะประกบติดกับแผ่นกระดานหรือแผ่นยึด
ปกหนังสือ เพื่อเพิ่มความทนทาน

- กระดาษทำนามบัตรสามารถนำมาใช้ทำเป็นการ์ดได้

- เหรียญหรือตัวคะแนนสามารถทำได้โดยตัดกระดาษนามบัตรเป็นวงกลม

(2) การวาดภาพประกอบบนกระดานเกม กระดานเกมเป็นองค์ประกอบหลัก
ของเกมกระดาน ดังนั้นจึงต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ

- ตกแต่งกระดานเกม มักมีข้อจำกัดคือจินตนาการ สามารถใช้กระดาษ
ลวดลาย ระบายสี ตัดภาพเพิ่มเติม เพื่อที่จะทำให้กระดานเกมน่าสนใจ

- การเติมสีสันจะช่วยดึงดูดสายตาของผู้เล่นเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถช่วยคุณอารมณ์เกมได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่นแนวเกมที่เกี่ยวข้องกับผีหรือแวมไพร์สีที่ใช้ควรเป็นสีทึม ๆ

(3) ตัวหมาก วิธีที่ง่ายที่สุด คือการวาดหรือพิมพ์ภาพลงบนกระดานแล้วติดเทปหรือกาวยึดมันไว้กับฐานรองที่ทำจากกระดาษแข็ง หรืออาจจะมีการใช้ภาพถ่ายของแต่ละคนมาทำก็ได้

(4) การทำลูกเต๋าหรือวงล้อ หากเกมต้องใช้ลูกเต๋าหรือวงล้อ สามารถใช้จากเกมสำเร็จรูปได้ หรือจะทำวงล้อโดยใช้กระดาษแข็ง

(5) ตกแต่งการ์ดให้มีความสนใจผู้เล่น โดยอาจมีการใช้กราฟิกเข้ามาช่วย หรือใช้ลูกเล่นและคำคมมาเพิ่มรสชาติให้การ์ด

(6) เครื่องพิมพ์สามมิติ หากต้องการอยากให้เกมโดดเด่น แนะนำให้ทำตัวหมากเหรียญรางวัล หรือกระดานให้พิมพ์เป็นสามมิติ

เดชรัตน์ สุขกำเนิด (2561) ได้กล่าวถึงการออกแบบเกมไว้ว่า การออกแบบเกมเพื่อสร้างการเรียนรู้สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือเป้าหมาย โดยท่านได้กล่าวถึงประเด็นนี้ไว้ว่า เราต้องเริ่มต้นจากเป้าหมายว่าจะใช้เกมไปเพื่ออะไร คือต้องกำหนด KPA ให้ชัดเจน ซึ่ง K คือ Knowledge ให้ความรู้อะไร A คือ Attitude ให้นแนวคิดหรือมุมมองใด และ P คือ Practice ทักษะที่ได้เป็นอย่างไร เกมจะออกแบบขึ้นมามากมาย อย่างไม่ได้ จะต้องรู้ว่าเกมนี้อาจจะช่วยตอบอะไร บางเกมตอบเฉพาะความรู้ บางเกมตอบเฉพาะความรู้สึก บางเกมยังสามารถช่วยฝึกทักษะให้ดีขึ้น แต่ในบางเกมอาจจะเป็นการทบทวนความรู้ หลังจากที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนแล้วนั้นจะต้องนำไปวิเคราะห์ตัวนักเรียนว่าเป็นใคร ชอบหรือไม่ชอบอะไรเช่น นักเรียนบางคนอาจจะไม่ชอบอ่านวรรณคดี ถ้าเราเล่นเกมที่ต้องหาตัวช่วย เช่น ในการ์ดต้องมีชื่อตัวละครหรือชื่อเรื่องกำกับไว้ ทำให้การเล่นได้แบบไม่มีข้อจำกัด นอกจากนี้ยังต้องมีพื้นเรื่องหรือธีมของเกมอาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องตรงไปตรงมา เช่น ถ้าพูดเรื่องจิตอาสาไม่จำเป็นต้องพูดถึงเรื่องทำบุญเสมอไป แต่อาจจะพูดเรื่องอื่นที่สามารถตอบโจทย์ของการเสียสละหรือการทำเพื่อส่วนรวม ขึ้นตอนต่อไปมาดูที่กลไกของเกมว่ามีลักษณะแบบไหนที่จะสามารถตอบโจทย์ ดูสถานที่ในการเล่น และท้ายที่สุดคือศึกษารายละเอียดของเกมว่าต้องมี Shot หรือ Moment ความลับที่ใส่ลงไปภายในเกม ซึ่งเกมจะเป็นตัวที่พาคนเล่นไปสู่ตรงนั้นโดยไม่บอกผู้เล่นจะต้องลองเล่นเท่านั้นถึงจะรู้เป็นความท้าทายในการออกแบบเกม เกมทุกเกมล้วนแล้วแต่มีเป้าหมายที่แตกต่างกันออกไป ไม่ได้ตั้งเป้าหมายว่าสุดท้ายแล้วบอร์ดเกมจะต้องไปสู่อะไร แต่บอร์ดเกมจะเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนาให้มีความเป็นธรรมชาติ

มีความน่าสนใจ โดยจะต้องมีจุดเด่นที่จะต้องค้นหาคำตอบ เหมาะกับทุกเพศทุกวัย บอร์ดเกมยังช่วยให้ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน (อ้างอิงใน Nina Thanathat Chaiyanon, 2018)

รัชนิวรรณ ตั้งภักดี (2565) กล่าวถึงองค์ประกอบการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาในประเทศไทย ประกอบไปด้วย

1) องค์ประกอบการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

- (1) วัตถุประสงค์ในการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (2) ผู้เล่นบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (3) เนื้อหาที่นำมาสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (4) ระยะเวลาในการใช้บอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (5) สถานที่ใช้บอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (6) งบประมาณในการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา

2) ขั้นตอนการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา ประกอบไปด้วย 12 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) กำหนดคอนเซ็ปต์และประเภทบอร์ดเกม
- (2) กำหนดธีมบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (3) กำหนดวิธีจับเกมในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (4) กำหนดกลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (5) กำหนดวิธีการสื่อสารในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (6) กำหนดกฎกติกาในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (7) สร้างต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (8) ทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและปรับปรุง
- (9) ทดสอบกับตัวแทนผู้ใช้จริงและปรับปรุง
- (10) จัดทำวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
- (11) จัดทำคู่มือบอร์ดเกม
- (12) จัดทำแพ็คเกจบอร์ดเกม

จากการศึกษาการออกแบบบอร์ดเกมของนักวิชาการหลายท่าน สรุปได้ว่า การออกแบบบอร์ดเกมเพื่อที่จะใช้ในการเรียนรู้นั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือเป้าหมาย คือ จะต้องกำหนด KPA ให้ชัดเจนว่านักเรียนจะต้องได้ความรู้ ทักษะ หรือแม้กระทั่งแนวคิดอย่างไร โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักการออกแบบ

บอร์ดเกมตามแนวความคิดของ รัชนีวรรณ ตั้งภักดี (2565) ซึ่งได้ระบุขั้นตอนที่ใช้ในการออกแบบบอร์ดเกมไว้ 12 ขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดคอนเซ็ปต์และประเภทบอร์ดเกม 2) กำหนดธีมบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 3) กำหนดวิธีจับเกมในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 4) กำหนดกลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 5) กำหนดวิธีการสื่อสารในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 6) กำหนดกฎกติกาในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 7) สร้างต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 8) ทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและปรับปรุง 9) ทดสอบกับตัวแทนผู้ใช้จริงและปรับปรุง 10) จัดทำวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 11) จัดทำคู่มือบอร์ดเกม และ 12) จัดทำแพ็คเกจบอร์ดเกม

4.4 ตัวอย่างบอร์ดเกมที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา

1) บอร์ดเกม Cytosis: A Cell Biology Game เป็นเกมสร้างเซลล์โดยมีตำแหน่งคนงานที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มนุษย์ ผู้เล่นเริ่มต้นด้วยคนงานจำนวนมากและในเทิร์นของผู้เล่นจะวางหนึ่งในคนงานของพวกเขาในออร์แกเนลล์ (Organelle) ที่มีอยู่ภายในเซลล์นั้น ออร์แกเนลล์บางออร์แกเนลล์จะให้พลังงานหรือทรัพยากรแก่ผู้เล่น เช่น mRNA และ ATP หากมีบางอย่างที่มีการกระทำ เช่น แปลงทรัพยากรหรือรวบรวมบัตร ทรัพยากรนั้นจะใช้ในการสร้างเอนไซม์ฮอร์โมนหรือตัวรับ ซึ่งให้คะแนนสุขภาพ ผู้เล่นที่มีคะแนนสุขภาพมากที่สุดในตอนท้ายของเกมชนะ (François Guély, 2024)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างบอร์ดเกม Cytosis: A Cell Biology Game

(ที่มา: <https://tomaszbogusz.artstation.com/projects/1PeYZ>)

2) บอร์ดเกม Cellular respiration เป็นการนำกระบวนการต่าง ๆ ในขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในสภาวะที่ออกซิเจนเพียงพอ โดยจะมีสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งหากผู้เล่นคนใดสามารถทำคอมโบการ์ดได้สำเร็จจะสามารถได้ขั้นตอนการหายใจในระดับเซลล์ 1 ขั้นตอน จากนั้นจะเก็บสะสมสารตั้งต้นของแต่ละขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีคะแนนที่แตกต่างกัน ผู้เล่นใดที่สามารถสะสมคะแนนได้มากที่สุดถือว่าเป็นผู้ชนะ (inskr, 2021)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างบอร์ดเกม Cellular respiration

(ที่มา: <https://inskr.com/idea/-M2o9lxUNTqYIYv4LBVM>)

3) บอร์ดเกม ส่องเคราะห์แสง ผู้เล่นจะมีหน้าที่ปลูกต้นไม้แต่ละพันธุ์โดยเริ่มปลูกตั้งแต่เป็นเมล็ดพันธุ์ จนกลายเป็นต้นไม้ใหญ่ และสิ้นอายุขัยไปตามกาลเวลา ยิ่งต้นไม้โตขึ้นก็จะยิ่ง “ส่องเคราะห์แสง” ได้มาก และทำให้ผู้เล่นมีทางเลือกในการเล่นได้หลากหลายขึ้นแต่ก็ต้องระวังให้ดีว่าแดดจะส่องมาจากทางไหน เพราะต้นไม้ต้นอื่นที่ขนาดเท่ากันหรือใหญ่กว่าอาจทอดเงามาบังต้นไม้ของเรา ทำให้อุดส่องเคราะห์แสงได้ (Siamboardgames, 2559)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างบอร์ดเกม สังเคราะห์แสง

(ที่มา: <https://siamboardgames.com/product/photosynthesis/>)

4) บอร์ดเกม Evolution (วิวัฒนาการ) เป็นบอร์ดเกมที่จำลองโลกธรรมชาติ เป้าหมายของ Evolution อยู่ที่การวิวัฒนาการให้สัตว์หลายชนิดที่สุด คุณสมบัติเด่นที่สุดก่อนเกมจบ นับคะแนนจากอาหารทั้งหมดที่กินระหว่างเกม ลักษณะเด่นตามพันธุกรรม (จำนวนไฟลักษณะ) จำนวนชนิด จำนวนประชากร และขนาดของสัตว์แต่ละชนิด โดยแต่ละรอบผู้เล่นจะจั่วไฟลักษณะเด่นเข้ามามือ ทุกคนต้องทิ้งไฟหนึ่งใบเป็นจำนวนอาหารรวมรอบบ่อน้ำ ถ้าเล่นสี่คนจะมีไฟทั้งหมดสี่ใบ แต่เราจะไม่รู้ว่าอาหารมีเท่าไรเพราะทิ้งไฟแล้ว จากนั้นสลับกันเล่นไฟก็ใบก็ได้เพื่อทำแอ็กชันต่าง ๆ เช่น ทิ้งไฟเพื่อได้สัตว์พันธุ์ใหม่ เพิ่มประชากร เพิ่มขนาด หรือวางไฟหน้าสัตว์ (Siamboardgames, 2559)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างบอร์ดเกม Evolution

(ที่มา: <https://www.littlekrakenboardgame.com/boardgame/evolution-2nd-edition/>)

5) บอร์ดเกม Genetics and Evolution บอร์ดเกมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอนนักเรียนเกี่ยวกับฟีโนไทป์และจีโนไทป์ และผลกระทบต่อลักษณะของต้นถั่วอย่างไร บุคคลที่สร้างลักษณะฟีโนไทป์ที่แน่นอนของไฟที่จั่วจะเป็นผู้ชนะ โดยเกมจะเริ่มต้นด้วยการที่ผู้เล่นหยิบการ์ดที่แสดงลักษณะฟีโนไทป์ของต้นถั่วชนิดหนึ่ง จากนั้นพวกเขาจะผลิตกันทอยลูกเต๋าเพื่อพยายามรวบรวมจีโนไทป์ เพื่อสร้างพืชหรือพัฒนาการวิจัย มีहारอบในเกม ผู้เล่นที่ทำการการ์ดให้เสร็จสิ้นภายในซีตจำกัดรอบจะเป็นผู้ชนะเกม (François Guély, 2024)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างบอร์ดเกม Genetics and Evolution
(ที่มา : <https://edulingo.com>)

6) บอร์ดเกม Bunny and Pea (I'M Games) เป็นบอร์ดเกมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงพันธุกรรม โดยการใช้กระต่ายและถั่วเพื่อสอนความแตกต่างระหว่างอัลลีลด้อยและอัลลีลที่โดดเด่น หากต้องการรับคะแนน คุณต้องระบุภาพที่ตรงกับชุดอัลลีลให้ถูกต้อง แต่ก่อนหน้านั้น ผู้เล่นจะต้องจั่วการ์ด (อัลลีล) ในระหว่างเทิร์นและวางไว้บนพื้นผิว พวกเขาจะจั่วอัลลีลต่อไปจนกว่าจะมีไฟที่ตรงกันสี่ใบ (ถั่วหรือกระต่ายทั้งหมด) เมื่อชุดเสร็จสมบูรณ์ จะแข่งขันเพื่อชี้ไปที่ภาพที่ตรงกับอัลลีลของพวกเขา ผู้เล่นที่เลือกคำตอบที่ถูกต้องก่อนจะได้รับสองคะแนน ในขณะที่ผู้ที่ตอบผิดจะเสียสองคะแนน (François Guély, 2024)



ภาพที่ 6 ตัวอย่างบอร์ดเกม Bunny and Pea (I'M Games)

(ที่มา : <https://edulingo.com>)

7) บอร์ดเกม Wildcraft! An Herbal Adventure Game (Learning Herbs)

เป็นเกมเกี่ยวกับพืชที่กินได้และเป็นยา โดยผู้เล่นทำงานร่วมกันเพื่อป็นภูเขา พวกเขาจำเป็นต้องจับคู่พืชสมุนไพร 25 ชนิด (ที่อยู่ในระบบนิเวศที่แตกต่างกัน) กับโรคหรือปัญหาที่พวกมันรักษาได้ เพื่อให้ก้าวหน้าไปพร้อมกัน ผู้เล่นจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับพืชและธรรมชาติ และสำรวจภายนอกเพื่อตรวจสอบพืชที่พวกเขารู้จัก อย่างไรก็ตาม ชุดนี้ไม่มีหนังสือเล่มเล็กที่อธิบายพืชพรรณในเกม คุณจะต้องตรวจสอบเว็บไซต์เกี่ยวกับพืช พิมพ์เพื่อใช้อ้างอิงในอนาคต หรือซื้อหนังสืออ้างอิงเกี่ยวกับพืชสมุนไพร (François Guély, 2024)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างบอร์ดเกม Wildcraft! An Herbal Adventure Game (Learning Herbs)

(ที่มา : <https://edulingo.com>)

8) บอร์ดเกม Human Biology เป็นเกมการเรียนรู้หลักสูตรชีววิทยาและร่างกายมนุษย์ สามารถช่วยทบทวนและเชี่ยวชาญชีววิทยาของมนุษย์ มีเนื้อหาครอบคลุมการเรียนรู้หลายด้าน เช่น ชีววิทยาของเซลล์ พันธุศาสตร์ แบคทีเรียวิทยาและไวรัสวิทยา ระบบอวัยวะ วิจัย (François Guély, 2024)



ภาพที่ 8 ตัวอย่างบอร์ดเกม Human Biology
(ที่มา : <https://edulingo.com>)

9) บอร์ดเกม Scabs & Guts (Outset Media) มีเนื้อหาเกี่ยวกับร่างกายและวิธีการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งแสดงให้เห็นอวัยวะภายใน รวมถึงระบบย่อยอาหาร ปอด หัวใจ กล้ามเนื้อ กระดูก และสมอง โดยมี 3 ประเภทให้เล่น คือ (1) สุขอนามัย การติดเชื้อ และบาดแผล (2) อวัยวะภายในและกระแสเลือด และ (3) ทางเลือกด้านสุขภาพเชิงบวก (François Guély, 2024)

พูน ปณ ทัโต ชเว



ภาพที่ 9 ตัวอย่างบอร์ดเกม Scabs & Guts (Outset Media)

(ที่มา : <https://edulingo.com>)

10) บอร์ดเกม Bioengineering เกมที่ช่วยให้รู้ว่าจุลินทรีย์มีวิวัฒนาการและปรับตัวอย่างไร โดยมีเป้าหมายคือการทำให้จุลินทรีย์สมบูรณ์ ในการทำเช่นนี้ คุณจะต้องเพิ่มออร์แกนเซลล์และไซโตพลาสซึม และทำให้คู่ต่อสู้ช้าลงด้วยไวรัสและสารพิษ คุณอาจลองควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่เพื่อให้ได้คะแนนมากขึ้น และสิ่งที่คุณต้องทำคือชิงไหวชิงพริบและเอาชนะคู่ต่อสู้ของคุณเพื่อชัยชนะ (François Guély, 2024)



ภาพที่ 10 ตัวอย่างบอร์ดเกม Bioengineering

(ที่มา : <https://edulingo.com>)

11) บอร์ดเกม General Biology เป็นเกมที่มีเนื้อหาครอบคลุมในวิชาชีววิทยา ได้แก่ ชีววิทยาของเซลล์ พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดทางพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม วิวัฒนาการ สัตววิทยาและพฤกษศาสตร์ ชีววิทยาของมนุษย์ (François Guély, 2024)



ภาพที่ 11 ตัวอย่างบอร์ดเกม General Biology
(ที่มา : <https://edulingo.com>)

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกมการศึกษา

Callahan, M. M., Echeverri, A., Ng, D., Zhao, J., and Satterfield, T. (1998) ได้ทำการศึกษาการใช้เกมการ์ด Phylo เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในยุคของโปเกมอน ได้รับแรงบันดาลใจจากเกมโปเกมอน เป็นเกมการแข่งขันและการสื่อสารระหว่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นทราบถึงสปีชีส์ระบบนิเวศและเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบ ผลการวิจัยพบว่าการรู้ทางนิเวศวิทยา เช่น ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับระบบนิเวศ และความรู้เกี่ยวกับสปีชีส์เพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม รวมทั้งยังกระตุ้นพฤติกรรมให้เกิดการป้องกันเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบชี้ให้เห็นว่าเกม Phylo ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แรงจูงใจ และการกระทำที่จำเป็นเพื่อตอบสนองความท้าทายทางนิเวศวิทยา

Yang, I. S., & Choi, J. G. (2013) ได้ใช้ดิจิทัลเกมในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผสมผสานวิธีการเรียนวิชาชีววิทยา เป็นงานวิจัยกึ่งทดลองโดยมี 2 กลุ่มเปรียบเทียบ คือ กลุ่มทดลองที่ใช้ Digital game authorship (DGA) และกลุ่มเปรียบเทียบที่ใช้ Flash design หรือวิธีสอนในคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปในเนื้อหาวิชาชีววิทยา ผลวิจัยสรุปว่า การใช้เกม

สามารถพัฒนาระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และผู้วิจัยได้ระบุว่าการสำเร็จของงานวิจัยนั้นเกิดจากความร่วมมือระหว่างโปรแกรมเมอร์ที่ออกแบบเกม กับครูชีววิทยาที่ร่วมมือกัน

Mohammad Hasan, A.-T. (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพของเกมการศึกษาเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างการศึกษา ประกอบด้วยนักเรียนชายและหญิง (53) คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ($n=26$) ที่สอนด้วยเกมการศึกษา และกลุ่มควบคุม ($n=27$) ที่สอนด้วยวิธีดั้งเดิม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผู้วิจัยได้ พัฒนาคู่มือการสอนซึ่งประกอบด้วยเกมการศึกษา 8 เกม และการทดสอบเพื่อวัดการได้มาซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการได้มาซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อันเนื่องมาจากวิธีการสอน เพื่อสนับสนุนกลุ่มทดลองนอกจากนี้ยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการได้มาซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเนื่องจากเพศหรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับเพศ การศึกษานำการใช้เกมการศึกษาในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

Tsai, J. C., Cheng, P. H., Liu, S. Y., & Chang, C. (2019) ได้ทำการศึกษาการใช้บอร์ดเกม เพื่อสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทางชีวภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวันโดยโครงสร้างของบอร์ดเกมประกอบด้วยระบบมุมมอง 4 แบบ ได้แก่ ระบบนิเวศ เศรษฐกิจวัฒนธรรม และการเมือง ซึ่งนักเรียนต้องพิจารณาและทำความเข้าใจตำแหน่งของผู้เล่นที่มีบทบาทแตกต่างกัน และต้องพบกับภารกิจที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมการสอนโดยใช้บอร์ดเกมเป็นสื่อการสอนนั้นได้รับการทดสอบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 38 คน จากโรงเรียนมัธยม 2 แห่ง เวลาในการเล่นเกมนักเรียนรวม 200 นาที สำหรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ (ปลายปิด) และมุมมองเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (ปลายเปิด) ได้รับการประเมินก่อนและหลังบทเรียนโดยการใช้บอร์ดเกม พบว่านักเรียนในโรงเรียนมัธยมทั้งสองแห่งมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์สามารถสะท้อนคุณค่าของสัตว์ และแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายเกี่ยวกับการอนุรักษ์สัตว์และการพัฒนาเศรษฐกิจ

ชลธิชา คำกองแก้ว และกานต์รวี บุชยานนท (2563) ทำการออกแบบบอร์ดเกม การศึกษา “My Hospital” เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบอวัยวะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมการศึกษา “My Hospital” 2) บอร์ดเกมการศึกษา “My Hospital” 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพิ่มขึ้น 4 เรื่อง ระบบอวัยวะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภาศรี สงสัย (2563) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและ หลังเรียนโดยใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และ ศึกษาความพึงพอใจใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บอร์ดเกม เรื่อง ระบบนิเวศ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกม เรื่อง ระบบนิเวศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกม พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สนธิยา ยอดสง่า และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2564) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์แสง ของพืช เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช 2) แบบสำรวจแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัลมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติแรงจูงใจภายใน ความสนใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความสนใจในผลการเรียน มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ณัฐวัฒน์ วรรณชัย และปิยนัส วรวิทย์รัตนกุล (2565) ได้ทำการพัฒนาบอร์ดเกม การศึกษาเรื่องระบบสุริยะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง ระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อสร้างและหาคุณภาพบอร์ดเกม การศึกษา เรื่อง ระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง ระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามความคิดเห็น เกี่ยวกับองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา 2) แบบสอบถามเพื่อประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของบอร์ดเกมการศึกษา 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกม การศึกษา และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกมการศึกษา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา ภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2) ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของบอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง ระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านความสอดคล้องและความเหมาะสม ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 16.58 สูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.08 4) บอร์ดเกมการศึกษามีประสิทธิภาพ 82.21/82.89 และ 5) นักเรียนมีความพึงพอใจหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 อยู่ในระดับมากที่สุด

บุญชนิต สติยชน และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรี วัดระฆัง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับบอร์ดเกม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง โดยใช้วิธีการสุ่ม ตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการ เรียนรู้ 5 ขั้น 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 8.7 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 13.3 คะแนน เมื่อทำการทดสอบค่า Paired Samples T-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุรเดช ศรีทา อรรวรรณ คุณเพ็ญแสง และภาธร พงศ์ไพจิตร (2566) ได้ทำการศึกษา การส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และ 2) ศึกษาการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแบบสะท้อนคิด การรับรู้ของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกมเป็นฐาน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (SU) สูงกว่าก่อนเรียนรู้ ในทุกแนวคิด สำหรับการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน พบว่านักเรียน ส่วนใหญ่รับรู้ว่ายบอร์ดเกมมีประโยชน์ต่อนักเรียนในระดับมาก และนักเรียนมีการพัฒนาทักษะ ด้านการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า บอร์ดเกม ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบและให้ความสุขแก่นักเรียนได้ อีกทั้งยังส่งผล ให้เกิดการเรียนรู้และปรับเปลี่ยนกรอบแนวคิดที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเมื่อ ได้ลองเล่น การออกแบบบอร์ดเกมนั้น จะต้องมีความรู้เรื่องการออกแบบบอร์ดเกมควบคู่ไปกับความรู้ ด้านเนื้อหาหลักสูตร และเทคโนโลยีการศึกษา ซึ่งจะทำให้บอร์ดเกมการศึกษา มีการพัฒนา มีคุณภาพ มากขึ้น ถ้าหากผู้ออกแบบสามารถเพิ่มรูปแบบการเล่นหรือกลไกการเล่นได้มากขึ้นยิ่งเพิ่มแรงจูงใจ ของนักเรียนมากขึ้นไปด้วย

5. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ครอบคลุม ดังนี้

5.1 ความสำคัญของการใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้

การใช้บอร์ดเกมเป็นสื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) นั้นถูกใช้มานาน จัดได้ว่าเป็นสื่อรูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือ ที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพซึ่งการนำเกมมาใช้ในการบวนการ จัดการเรียนรู้ หรือกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ นั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ, 2562)

การใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้ ถือเป็นนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจอย่างหนึ่ง ในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่และกระตุ้นให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียน โดยใช้ความสำเร็จ กลไก หรือรางวัลจากเกมเป็นตัวกระตุ้นให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น (เสฐียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย, 2562) อย่างไรก็ตามการใช้บอร์ดเกมในการสอนต้องสามารถสร้าง พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้อยู่ในระดับการคิดขั้นสูง ได้แก่ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า คิดเชิงระบบ และสร้างสรรค์ โดยต้องเน้นเทคนิคการสอนที่มีการสาธิต การลงมือเล่นเพื่อเรียนรู้ และการสรุปบทเรียนหลังจากเสร็จกิจกรรม ซึ่งระดับของการใช้ Active Learning ควรเป็นระดับของ ระดับการนำไปใช้ (Adoption level) ขึ้นไปถึงระดับของการเปลี่ยนแปลง (Transformation Level) สร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning Process) โดยครูมีบทบาท เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) มีการนำเข้าสู่เกม ใช้คำถามกระตุ้นการคิด ของนักเรียนระหว่างการเล่น และการถอดบทเรียนจากการเล่นเกมสู่ความรู้เชิงลึก ความตระหนัก และอื่น ๆ ควรให้ผู้เรียนเล่นซ้ำเพื่อเป็นการสร้างความรู้ที่คงทนมากขึ้น จึงเพียงพอ ต่อการนำไปสู่เป้าหมายของการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (inskr, 2021)

5.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

ทิสนา แคมมณี (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมให้มีประสิทธิภาพ นั้น จะต้องให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด คือ

- 1) การเลือกและนำเสนอเกม ผู้สอนต้องสร้างเกมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของ เนื้อหาสาระการสอน ถ้านำเกมของผู้อื่นสร้างมาใช้จะต้องนำมาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม กับ วัตถุประสงค์และบริบทของนักเรียน
- 2) การชี้แจงวิธีการเล่นและกติกาการเล่น ผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอนและ ให้รายละเอียดที่ชัดเจน กติกาการเล่นเป็นสิ่งสำคัญมากในการเล่นเกมน เพราะกติกานี้จะตั้งขึ้น เพื่อควบคุมให้การเล่นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และดูแลผู้เล่นให้ปฏิบัติตามกติกาของการเล่น อย่างเคร่งครัด
- 3) การเล่นเกม ก่อนการเล่นผู้สอนควรจัดสถานที่ให้อยู่ในสภาพที่เอื้อ ต่อการเล่น การเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และต้องคอยควบคุมเวลาในการเล่นขณะกำลังเล่น ผู้สอนควร ติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูล ที่จะเป็นประโยชน์ ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น
- 4) การอภิปรายหลังการเล่น ผู้สอนควรมุ่งประเด็นไปตามจุดประสงค์ของการสอน

สุชาติ แสนพิช (2559) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เกมผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องที่เรียน และมีความเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้หมดทุกคนตามประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมของแต่ละบุคคล และนักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ได้แก่

- 1) ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ดีให้กับนักเรียนในขณะที่เล่นเกม
- 2) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและเพลิดเพลิน
- 3) หากไม่จำเป็น ไม่ควรมีการให้คะแนน เพราะอาจเป็นการสร้างความกังวลใจแก่นักเรียน

- 4) ตรวจสอบและจัดเตรียมเกมและอุปกรณ์ในการเล่นแต่ละครั้งให้เรียบร้อย
- 5) ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจการเล่นและกติกาในการเล่นก่อนเล่นเกม
- 6) ผู้สอนควรให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการเล่น

คณาภรณ์ รัชมีมารีย์ (2561) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เกมต้องมีบทบาทของผู้สอน นักเรียน บรรยากาศการเรียนการสอน และสื่อการสอน ดังนี้

- 1) การเตรียม
 - ผู้สอนเตรียมเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนก่อนการใช้กิจกรรมเกม ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเล่นเกม และเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เท่ากับจำนวนนักเรียน และแบ่งกลุ่มของนักเรียนให้สอดคล้องกับเกม
 - นักเรียนศึกษาเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน และศึกษากติกาและวิธีการเล่นเกม จากนั้นร่วมกัน อภิปรายและสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม
- 2) ระหว่างการเล่น ผู้สอนแจกเอกสารความรู้และเกม อธิบายกติกา และวิธีเล่นแก่นักเรียน จากนั้นให้กลุ่มนักเรียนเล่นเกมในเวลาที่กำหนด
- 3) หลังการใช้กิจกรรมเกม ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม จากนั้นประเมินตนเองในการใช้เทคนิคเกม
- 4) บรรยากาศการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้สถานที่ในการเล่นเป็นห้องที่สามารถจัดนักเรียนให้หนึ่งเป็นกลุ่มได้ โดยผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ นักเรียนศึกษาเอกสารความรู้และเล่นเกม นอกจากนี้ในขณะที่เล่นเกมเพื่อเป็นการผ่อนคลายอาจเปิดเพลงเบา ๆ ได้
- 6) สื่อการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดทำเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่สอน (ใบงาน) อุปกรณ์เกี่ยวกับเกม กติกา และวิธีเล่น

จากควาหมายของการสอนโดยใช้เกมของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ช่วยให้นักเรียนน่าสนใจ และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจเรียนรู้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การสอนโดยใช้เกมต้องเลือกใช้เกมหรือสร้างเกมให้สอดคล้องกับ สถานการณ์ จึงควรเลือกเกมมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่สอน จุดประสงค์ของการสอน เพื่อฝึกฝนทักษะการเรียนรู้เนื้อหาสาระ และสอดคล้องกับวัยผู้เรียน

5.3 ส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบของการสอนโดยใช้เกม

Richard D. Duke (1974) ได้ระบุส่วนประกอบของเกมไว้ว่า เกมประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- 1) Symbolic structure หมายถึง การออกแบบโครงสร้างหลักของเกมในเชิงสัญลักษณ์ ได้แก่ การกำหนดบทบาทต่าง ๆ ในเกม เช่น บทบาทผู้เล่น บทบาทสมมติ หรือบทบาทของเกม โดยบทบาทของผู้เล่นในเกมจะมีลักษณะเฉพาะ อาจมีการสลับบทบาทกันได้
- 2) Procedures หมายถึง กฎ กติกาต่าง ๆ ที่ครอบคลุมทุกส่วนในเกม เพื่อกำหนดทิศทาง วิธีการ หรือขั้นตอนการเล่น และบรรยากาศในเกม ประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่เป็นกฎของเกม (rules) และส่วนที่เป็นกลไกวิธีการเล่นเกม (Mechanics) ซึ่งเป็นลักษณะวงจรการเล่นซ้ำ ๆ (cycle) ตั้งแต่ต้นจนจบเกม
- 3) Scenario หมายถึง การออกแบบสถานการณ์จำลอง หรือบรรยากาศในเกมว่าให้เป็นรูปแบบใด หรืออยากให้มีเหตุการณ์อะไรที่เกิดขึ้นบ้าง และเกิดในรูปแบบไหน เช่น เป็นระบบ หรือสุ่ม เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้สรุปองค์ประกอบของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ว่ามีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- 1) เกมและกติกาการเล่น
- 2) การเล่นเกมตามกติกา
- 3) การอภิปรายผลหลังจากมีการเล่นเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

ทิตินา แคมมณี (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการสอนโดยใช้เกม ดังนี้

- 1) มีผู้สอนและนักเรียน
- 2) มีเกมและกติกาการเล่น

- 3) มีการเล่นเกมตามกติกา
- 4) มีการอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น วิธีการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของผู้เล่น
- 5) หลังการเล่น
- 6) มีผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จากส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบของการสอนโดยใช้เกมผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการสอนโดยเกมนั้นต้องประกอบด้วย ครูผู้สอน นักเรียน เกมและกติกา มีการเล่นเกมตามกติกา มีการอภิปรายผลของการเล่น และสรุปผลการเรียนรู้ของนักเรียน

5.4 การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

คุณทวี เพ็ชรทวีพรเดช (2550) ได้อธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนโดยใช้เกม ดังนี้

(1) ขั้นนำ

ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ทบทวนการเรียนรู้ หรือสร้างความสนใจให้นักเรียนซักถาม ให้ตัวอย่างการทำปัญหาเป็นต้น

(2) ขั้นสอน

- ชี้แจงกติกา ผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอนและให้รายละเอียดที่ชัดเจน พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามได้

- สาธิตการเล่นเกมที่มียุทธวิธีการเล่นที่ซับซ้อนบางครั้งอาจต้องมีการสาธิตก่อน

- ให้นักเรียนเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน โดยการแบ่งกลุ่มให้แข่งขันภายในกลุ่ม หรือระหว่างกลุ่ม ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมการเล่นให้เป็นไปตามขั้นตอนเวลาในการเล่นด้วย

- ผู้สอนควรติดตาม สังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนอย่างใกล้ชิดและบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ไว้ เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น

(3) ขั้นสรุป

- ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามเพื่อไปสู่การอภิปราย เช่น

- ผู้ชนะมีวิธีเล่นอย่างไร
- ผู้ชนะหรือผู้แพ้มีความรู้สึกร้อยอย่างไร
- ผู้ชนะเกมชนะเพราะเหตุใด
- ผู้แพ้เล่นเกมแพ้เพราะเหตุใด

- นักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการเล่นเกมและเนื้อหา

- นักเรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้

(4) ขั้นประเมินผล

- ประเมินผลจากความสนใจให้ความร่วมมือในการเล่นเกมน
- ประเมินผลจากการนำเสนอผลงานกลุ่ม

ทศนา แคมมณี (2552) ได้อธิบายขั้นตอนวิธีการสอนโดยใช้เกมนดังนี้

- (1) ผู้สอนนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีการและกติกา
- (2) นักเรียนเล่นเกมตามกติกา
- (3) นักเรียนและผู้สอนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรม

การเล่นของนักเรียน

- (4) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

อนงค์ วรรณคำ (2552) ได้กล่าวถึงทักษะและกระบวนการ การใช้เกมนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- (1) ทำให้เข้าใจบทเรียนที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น
- (2) เพิ่มความสนุกสนาน
- (3) สร้างความกระตือรือร้น
- (4) สร้างแรงจูงใจ
- (5) สร้างบรรยากาศในการเรียน
- (6) ส่งเสริมสมาธิในการเรียน
- (7) ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม
- (8) ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
- (9) ส่งเสริมความสามารถในการจดจำและฝึกการแก้ปัญหา

สำหรับครูผู้สอน สามารถใช้เกมนได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยจะใช้เกมนในการนำเข้าสู่บทเรียน ใช้เกมนระหว่างเรียน หรือใช้เกมนในการสรุปบทเรียน นอกจากนั้นยังได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด และสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ซึ่งเกมนจะช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านการสื่อสาร ด้านความร่วมมือ ด้านการแก้ปัญหา และด้านการตัดสินใจ

ขั้นตอนในการใช้เกมนในการเรียนการสอน ดังนี้

- (1) ชั้นเตรียมการ จะใช้เกมในกิจกรรมการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ใด
- (2) จุดประสงค์ของเกมที่ใช้ประกอบการเรียน
- (3) กฎและกติกา
- (4) ระยะเวลาในการเล่นเกมน
- (5) สรุปผลการเล่นเกม โดยผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปผลการเรียนรู้จากเกม โดยใช้คำถามให้นักเรียนตอบ หรือสอบถามนักเรียนเช่น เมื่อนักเรียนเล่นเกมจบลงแล้วนักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการเล่นเกม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการนำเกมวิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการ

บทบาทของผู้สอน

- เตรียมวิธีการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึง กฎกติกาในการเล่นเกมน และเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเล่นเกม พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นให้ครบก่อนเข้าห้องเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นกล่าวนำ

บทบาทของผู้สอน

- กล่าวเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการเล่นเกมน
- อธิบายกฎ กติกา อุปกรณ์ ขั้นตอนในการเล่นเกมนและสิ่งที่ใช้ในการเล่นเกมนให้นักเรียนเข้าใจ
- สาธิตการเล่น โดยเฉพาะเกมที่ยาก มีความสลับซับซ้อน ให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเล่นที่ชัดเจนก่อนเริ่มเล่น

ขั้นที่ 3 ขั้น “เล่น”

บทบาทของผู้สอน

- ให้ความร่วมมือ สนับสนุน ดูแลความเรียบร้อยขณะนักเรียนเล่นเกม
- เข้าใจเกี่ยวข้องในการทำกิจกรรมของนักเรียนด้วยขอบเขตที่จำกัด เช่น เมื่อนักเรียนมีปัญหา ยกมือขอคำแนะนำในการเล่น
- กำหนดเวลาในการเล่นเกมนและเป็นผู้ควบคุมการเล่นเกมนของนักเรียนให้อยู่ในเวลาที่กำหนด
- ไม่ควรให้เวลาเล่นเกมมากเกินไป เพราะจะไปลดแรงจูงใจในการเล่นเกมน

ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งได้เรียนรู้มา

บทบาทของผู้สอน

- แนะนำให้นักเรียนตรวจสอบสิ่งของ อุปกรณ์ให้ครบเพื่อส่งคืน
- ให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ให้เร็วที่สุด
- ให้นักเรียนสรุปประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการเล่นเกม ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนนำเสนอ เพื่อตรวจสอบสาระทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับ
- ค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด คลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้อง

จากแนวคิการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีผลดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น นักเรียนสามารถเรียนรู้และจำบทเรียนได้ดีขึ้น ช่วยผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานในขณะเดียวกันการใช้เกมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นอีกด้วย โดยขั้นตอนในการใช้เกมประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ขั้นตอนก่อนนักเรียนลงมือเล่นเกม ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนการเล่น จากนั้นต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจทุกขั้นตอนของกฎ/กติกาในการเล่น เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เล่นเข้าใจกฎ/กติกาในการเล่นอย่างชัดเจน ขั้นตอนต่อมา คือ ระหว่างนักเรียนเล่นเกม ผู้สอนต้องกำหนดเวลาในการเล่นและเป็นผู้ควบคุมการเล่นของนักเรียนให้อยู่ในเวลาที่กำหนดผู้สอนควรมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและผู้ให้คำแนะนำในการเล่นของนักเรียนเท่านั้น ขั้นตอนสุดท้าย คือ ภายหลังจากนักเรียนเล่นเกม ผู้สอนต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมวัดประเมินผลความเข้าใจหลังการเล่นโดยเน้นประเด็นสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และควรมีประเด็นนั้น ในกิจกรรมวัดประเมินผลหลังการเล่นด้วย

5.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในงานวิจัย

(1) ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม คือ การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะผ่านบอร์ดเกม โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายและร่วมอภิปรายกับนักเรียน ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมในขั้นที่ 2 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

(2) ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินออกแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

ขั้นการสอน	กิจกรรมการเรียนรู้
1. สร้างความสนใจ (Engagement)	เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเกม เพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับใบความรู้ คู่มือการเล่นบอร์ดเกม กติกาอุปกรณ์ต่าง ๆ และครูจะทำการครูอธิบายเป้าหมายของการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของเกม กติกาและสาธิตวิธีการเล่น ซึ่งเป็นรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับเตรียมความพร้อมในการสืบเสาะจากเกมด้วย
2. สำรวจและค้นหา (Exploration)	นักเรียนทำกิจกรรมการสืบเสาะผ่านเกม ซึ่งอาจกำหนดกลยุทธ์ในการเล่นของตนเองและสืบเสาะร่วมกันผ่านการเล่นเกมโดยสร้างชุมชนการสืบเสาะแบบร่วมมือ และสามารถการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	เมื่อนักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะแล้ว จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์และนำเสนอคำตอบเมื่อจบเกม โดยครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนความร่วมมือของนักเรียนในกลุ่ม และมีการนำเสนอผลการสืบเสาะ สรุปและอภิปรายประสบการณ์จากการเล่นเกม
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	นักเรียนจะขยายความเข้าใจแนวคิดและทักษะกระบวนการ จากการทำกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่

ขั้นการสอน	กิจกรรมการเรียนรู้
5. ประเมิน (Evaluation)	ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนในการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากนักน้อยเพียงใด นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

Syahriani, Syahriani., Syamsul, Syamsul. (2023) ทำการศึกษาสื่อการเรียนรู้ผ่านเกมและผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสื่อการเรียนรู้ผ่านเกมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน Quizziz กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า การนำสื่อการเรียนรู้ผ่านเกมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีผลดีกว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบเดิม โดยมรรคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม 76.40 และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบเดิม 65.90

Sitthikrai, N., Hemtasin. C., & Thongsuk. T. (2023). ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเล่นเกมการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเล่นเกมการศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเล่นเกมการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอน แบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เกมการศึกษา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อยู่ที่ 14.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจ

ศิราพร สันหลี (2564) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับการเล่นเกม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับการเล่นเกม

เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกม เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกม เรื่อง งานและพลังงาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกม มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องงานและพลังงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้พบนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกมอยู่ในระดับมากที่สุด

สนธิยา ยอดสง่า และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2564) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยไชบอร์ตเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยไชบอร์ตเกมดิจิทัลต่อแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 2) แบบสำรวจแรงจูงใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยไชบอร์ตเกมดิจิทัลมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในมิติแรงจูงใจภายใน ความสนใจในการทำงาน ประสิทธิภาพของตนเอง และความสนใจในผลการเรียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รุ่งทิwa จันทรสุข และสุมาลี ชูกำแพง (2565) ได้ทำการการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 งานวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาคะแนนพัฒนาการของการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม 3) ศึกษาความพึงพอใจ

ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม 2) บอร์ดเกม 3) แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ 4) แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.90/81.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีพัฒนาการของการคิดเชิงระบบโดยเฉลี่ยร้อยละ 63.10 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

บุญชนิต สกิตยชน และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับบอร์ดเกม การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับบอร์ดเกม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีการเก็บคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน 20 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 8.7 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 13.3 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนเรียนเท่ากับ 3.98 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ 2.88 การทดสอบค่า Paired Samples T-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่มีผลเชิงบวกต่อนักเรียน ซึ่งการสอนโดยใช้บอร์ดเกมนั้นไม่ค่อยได้มีการใช้บอร์ดเกมในการเรียนการสอน

มากเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำบอร์ดเกมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ การศึกษา ค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ได้รับภายในโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่น ๆ

พัชรี ปฏีรูปาวที (2547) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลของพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญาของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบ

จินตนา วงศ์อำไพ (2551) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลของการจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของนักเรียน ในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพต่าง ๆ ของสมองซึ่งสามารถพิจารณาได้จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่เกิดจากผลของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

นิตยา เดวีเลาะ (2551) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดจากความรู้ ทักษะและความสามารถในการด้านต่าง ๆ ของนักเรียนจนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมแสดงออกของนักเรียนในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ และได้รับจากกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่ทำให้เกิดทักษะในการเรียน

6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) คือ การจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้าน ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้าน จิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูม ได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

(1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) ความสามารถในการเก็บรักษาความรู้ มวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยได้รับรู้และเก็บไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ การเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- การปฏิสนธิชั้นคืออะไร
- เกสรเพศเมียประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
- เอ็มบริโอหมายถึงอะไร

(2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของสื่อหรือเรื่องที่สมารถถ่ายทอดเรื่องราวออกมาในรูปแบบของการแปลความตีความ ขยายความ โดยใช้ภาษาของตนเองและยังคงความหมายเหมือนเดิมไว้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย ตีความ แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิงจากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- เหตุใดเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจึงมีรูปร่างแตกต่างกัน
- เพราะเหตุใดเมล็ดข้าวจึงออกเป็นต้นกล้าได้
- ทำไมผลแต่ละชนิดจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน

(3) ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- หากนำดอกไม้ไปจุ่มในน้ำที่มีส่วนผสมของน้ำตาลจะเกิดอะไรขึ้น
- ถ้าต้มน้ำไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- เราจะวัดการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้อย่างไร

(4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องแยกแยะเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เป็นส่วนย่อย โดยให้ความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ คิดอย่างมีวิจารณญาณและลึกซึ้ง มี 2 ลักษณะ คือ

- วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้
- วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญหาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถาม

(5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อสร้างสิ่งใหม่ ๆ อีกรูปแบบหนึ่งที่มีคุณลักษณะโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงและแปลกใหม่แตกต่างไป การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น

- เราจะวางแผนการบันทึกสีของดอกไม้ที่บ้านในแต่ละวันได้อย่างไร

- ถ้าจะต้องอธิบายชนิดของผลแต่ละชนิดให้เพื่อน ๆ เข้าใจจะมีวิธีการอย่างไร

บ้าง

(6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินหรือลงข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักดาราศาสตร์ในการตัดสินให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะเพียงพอแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด

- หากประเทศไทยจะประกาศให้การโคลนเป็นเรื่องที่ทำได้โดยถูกกฎหมาย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

นันทภัส นิยมทรัพย์ (2560) ได้กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของ บลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลุ่ม

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำ	การระลึกได้ถึงข้อเท็จจริง อาจจะเป็นข้อความ หรือความรู้เฉพาะด้าน โดยการระลึกได้นั้นจะต้องได้จจากความจำระยะยาว	- นับ - นิยาม - บรรยาย - วาด - ค้นหา	- ระบุน - ทำเครื่องหมาย - ใส่รายการ - บอกตำแหน่ง - บอกชื่อ	- เรียก - ท่อง - บันทึก - เล่าเหตุการณ์ - บอก
เข้าใจ	การเข้าใจและการสร้างความหมายด้วยปากเปล่า การเขียนและการสื่อสารด้วยภาพกราฟิก	- แบ่งประเภท - บรรยาย - อภิปราย - ยกตัวอย่าง - อธิบาย	- อ้างถึง - ระบุน - ตีความ - โครงร่าง - ถอดความ	- แทนที่ - เรียบเรียงใหม่ - สรุป - บอก - แปล
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติ	- นำไปปฏิบัติ	- วาด	- เลือก

ระดับพุทธิ พิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
	กระบวนการใน สถานการณ์ใหม่ที่ เป็นรูปธรรม	- แบ่งประเภท - คำนวณ - แสดงให้เห็น - กำหนด/ ตัดสินใจ	- ดำเนินการ - แสดง - ภาพประกอบ - ใช้อุปกรณ์ - วางแผน	- แสดงให้เห็น - แก้ปัญหา - ถ่ายโอน - ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนย่อยจาก องค์รวม และทำความเข้าใจ บทบาทของแต่ ละส่วนย่อย ๆ นั้น การบอกความสัมพันธ์ ของส่วนย่อย และ ความสัมพันธ์ของ เป้าหมายโดยรวมหรือ โครงสร้างโดยรวม	- วิเคราะห์ - จำแนก/ แยกแยะ - จัดหมวดหมู่ - ให้คุณลักษณะ - เปรียบเทียบ	- บอกสิ่งที่ขัดแย้ง - ถอดโครงสร้าง - บอกความ แตกต่าง - แบ่งแยกทำให้ เห็นความต่าง	- ตรวจสอบ - อนุมาน/อุปนัย - ไต่สอบสวน - เชื่อมโยงแยก ส่วน
ประเมิน	การสร้างและแสดงให้เห็น ถึงคำตัดสินที่เกิด จากเกณฑ์	- อ้างเหตุผล - ประเมิน - คุณค่า - เลือกรสร - ลงความเห็น - วิจารณ์	- ตัดสิน - ประเมิน - คิดเห็น - แสดงเหตุผล - คาดการณ์	- ลำดับ - ความสำคัญ - พิสูจน์ - จัดตำแหน่ง - กำหนด ระดับชั้น - คัดเลือก
สร้าง	การสร้างแบบแผนใหม่ ด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ เป็นปัจเจกหรือการจัด วางส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เกิดเป็น แบบแผนที่สอดคล้อง เป็นหนึ่งเดียวกัน	- ดัดแปลง - สร้าง - ออกแบบ - พัฒนา - คิดสูตร/บัญญัติ	- จินตนาการ - บูรณาการ - ประดิษฐ์ - ทำ/ก่อ - ปรับเปลี่ยน	- ประกอบ - วางแผน - คาดการณ์ - ผลิต - เสนอ/แนะนำ

จากการศึกษาข้อมูลของนักวิชาการข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยาดีขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ โดยผู้สอนจะเลือกข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และจัดทำแบบทดสอบให้เป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ผู้สอนได้กำหนดไว้

6.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการกล่าวถึง หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรวัดเพื่อวิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน และวัดความสำเร็จหลังเรียน ดังนี้

1) วิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน เป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในแต่ละวิชา เพื่อตรวจสอบความรู้ทักษะและความรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม แล้วนำผลการประเมินมาเตรียมนักเรียนทุกคน ให้มีความพร้อมและมีความรู้พื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่นำผลที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินผลการเรียนมีแนวปฏิบัติ ดังนี้

- (1) วิเคราะห์ความรู้ ทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนรู้
- (2) เลือกวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดความรู้และทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสมการใช้แบบทดสอบ การซักถาม การสอบถามผู้ที่เคยสอน การพิจารณาแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น
- (3) ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของนักเรียน
- (4) นำผลการประเมินไปพัฒนานักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียน เช่น จัดการเรียนรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ และเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เป็นต้น

2) วัดความสำเร็จหลังเรียน เป็นการประเมินเพื่อบ่งตรวจสอบความสำเร็จของนักเรียน เป็นการวัดและประเมินนักเรียนที่ได้เรียนจบแล้ว เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ พัฒนาการของนักเรียนเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินวิเคราะห์นักเรียน

ก่อนเรียน ทำให้สามารถประเมินศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน และประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ข้อมูลได้จากการวัดความสำเร็จของนักเรียนภายหลังการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิธีการเรียนของนักเรียน การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้สอนหรือส่งเสริมนักเรียนให้บรรลุตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ การประเมินความสำเร็จหลังเรียนนี้จะสอดคล้องกับการประเมินวิเคราะห์นักเรียนก่อนการเรียนการสอน หากใช้วิธีการและเครื่องมือประเมินชุดเดียวกัน หรือคู่ขนานกัน เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนได้ชัดเจน

ชวลิต ชูกำแหง (2551) สรุปการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ การวัดผล (Measurement) เป็นกระบวนการในการกำหนดตัวเลขหรือปริมาณให้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีกฎเกณฑ์โดยการใช้เครื่องมือในการวัด เช่น การใช้แบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถทางสมองของนักเรียน การใช้ตลับเมตรวัดความยาวของขอบประตู เป็นต้น ซึ่งการวัดผลจะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1) จุดมุ่งหมายของการวัด คือ ต้องการวัดอะไร ในสถานการณ์แบบไหนและต้องการวัดทำไม

2) เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม การสังเกต การสัมภาษณ์

3) การแปลผลและการนำผลไปใช้ เช่น คะแนนสอบ ความสูง ความกว้าง ความยาว

การประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการตัดสินใจหรือตีค่าที่ได้จากการวัดผล โดยจะต้องอาศัยเกณฑ์การประเมิน เช่น วัดความสูงของคนได้ 185 เซนติเมตร ประเมินผลว่าเป็นคนสูง โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานหรือบรรทัดฐานของความสูงคนไทย การประเมินผลมีองค์ประกอบที่มีความสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

(1) ประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และสามารถสอบได้

(2) เน้นวัตถุประสงค์ที่มีความหมายโดยตรงมากกว่าความหมายโดยอ้อม

(3) ลักษณะหรือกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีความจริงและมีความสำคัญกับชีวิต

จากหลักการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักวิชาการกล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบความรู้ ทักษะ รวมไปถึงสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

6.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบ ด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่านักเรียนบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้และความสามารถทางวิชาการของบุคคล ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชานั้น ๆ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้วว่ามีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้และทักษะ โดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้ว ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา

2) ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

มีนักวิชาการได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้
ชวลิต ชูกำแพง (2551) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

(1) แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ได้อย่างไม่จำกัด คำตอบของข้อสอบแบบอัตนัย มีลักษณะและปริมาณไม่แน่นอน การตอบข้อสอบแบบอัตนัยจึงต้องจัดระเบียบ

คำตอบภายในเวลาที่กำหนดให้ ใช้สำนวนภาษาและแบบฉบับของตนเองเขียนตอบ เขียนคำตอบให้ครอบคลุมอย่างสมบูรณ์และระมัดระวัง การตรวจให้คะแนน ผู้ที่ตรวจต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ต้องอาศัยทักษะและความพยายามในการอ่าน และทำให้เป็นกลางในการตรวจ

(2) แบบเติมคำ เป็นลักษณะของแบบทดสอบที่เขียนประโยคหรือข้อความเป็นตอนนำไว้แล้วเว้นช่องว่างระหว่างข้อความหรือท้ายข้อความ สำหรับให้เติมคำหรือข้อความ เพื่อให้ข้อความนั้นถูกต้องสมบูรณ์ การเว้นช่องว่าง อาจจะเว้นที่ว่างให้เติมมากกว่าหนึ่งแห่ง

(3) แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบ ส่วนคำถามเป็นข้อความปัญหา เขียนเป็นประโยคคำถาม ส่วนคำตอบให้เลือกเป็นตัวเลือกหลายตัวเลือก มีทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด เรียกว่าตัวลวง ข้อสอบแบบเลือกตอบจึงเป็นข้อสอบชนิดที่มีคำตอบกำหนดไว้ให้ก่อน แล้วผู้ตอบเลือกตอบตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่ง หรือหลายตัวเลือก แล้วแต่เงื่อนไขคำถาม

(4) แบบถูกผิด ลักษณะของข้อสอบจะเขียนข้อความที่เป็นสถานการณ์ซึ่งมีทั้งถูกหรือผิดคละกั้นไป รูปแบบคำถามจำแนกเป็น แบบคำถามเดี่ยว แบบคำถามขยาย และแบบคำตอบผสม โดยให้พิจารณาว่าคำถามหรือข้อความนั้นถูกหรือผิด

(5) แบบจับคู่ ลักษณะของข้อสอบประกอบด้วยคำถาม เขียนเป็นตัวย่นไว้ในสมรรถค์ซ้ายมือ โดยมีที่ว่างเว้นไว้หน้าข้อเพื่อให้ผู้ตอบเลือกหาคำตอบที่เขียนไว้ในสมรรถค์ขวามือ รูปแบบคำถามสามารถจำแนกได้เป็น แบบหาความสัมพันธ์ แบบตัวเลือกคงที่ และแบบจัดเรียงลำดับ

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลที่มาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ของรายวิชาต่าง ๆ ที่มีการจัดการเรียนการสอน โดยทั่วไปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่โรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา จะสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนำแบบทดสอบจะได้คะแนนจุดตัดหรือคะแนนสำหรับตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

(2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) คือ แบบทดสอบที่จัดทำขึ้นเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร สามารถจำแนกผู้สอบได้ตามความเก่งกลาง อ่อนได้ดี และรายงานผลการสอนโดยอาศัยคะแนนมาตรฐานที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ภายในกลุ่มที่เปรียบเทียบ

ไพโรจน์ คะเซนท์ (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนได้สร้างขึ้นเอง (Teacher-made test) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize test) ซึ่งความคล้ายกันของแบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้ คือ จะมีการถามเนื้อหาที่เหมือนกัน ถามในสิ่งที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยจัดกลุ่มพฤติกรรมออกเป็น 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

(1) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True – false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) แบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

- แบบอัตนัย (Essay test) ได้แก่ แบบเขียนตอบที่จำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบเขียนตอบไม่จำกัดคำหรือการเขียนตอบแบบอิสระ (Extended response items)

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบนี้สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบมีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผลการสอบ มีความเป็นปรนัย (Object) มีความเที่ยงตรง (Validity) และมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งแบบทดสอบ มาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ The Metropolitan Achievement Test เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2562) ได้จำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนน ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1) แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนเช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

จากประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนก หากแบ่งตามการสร้าง จะสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ (1) แบบทดสอบมาตรฐาน และ (2) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หากจำแนกตามการตรวจให้คะแนนสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท (1) แบบทดสอบปรนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนจะไม่ขึ้นอยู่กับผู้ให้คะแนน (2) แบบทดสอบอัตนัย และ (3) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งการให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยจะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน และหากจำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมินสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ (1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ (2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ของแต่ละบุคคลว่ามีความรู้อยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3) หลักการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) ได้เสนอหลักการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

(1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ในการสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์ถึงเนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการ ซึ่งตารางวิเคราะห์หลักสูตรนั้นจะใช้เป็นกรอบกำหนดการออกข้อสอบ โดยต้องระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

(2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน จะต้องมีการกำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(3) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง จากการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ นั้น ผู้สอนต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกชนิดของแบบทดสอบที่จะใช้วัด โดยหลักการเลือกต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียนด้วย จากนั้นจึงทำการศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบตามชนิดที่ผู้สอนได้เลือกไว้ เพื่อที่จะให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการสร้างที่ถูกต้อง

(4) เขียนข้อสอบ จะต้องสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ได้ศึกษามาแล้ว

(5) ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องตามหลักวิชาหรือตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยผู้สอนจะต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานแบบทดสอบอีกครั้ง ก่อนที่จะสั่งจัดพิมพ์และนำไปใช้กับนักเรียนต่อไป

(6) การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว ให้พิมพ์แบบทดสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการตอบหรือทำแบบทดสอบ (Direction)

(7) ทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนที่จะมีการนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงแบบทดสอบให้มีคุณภาพ

(8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ หากพบว่าแบบทดสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพที่ไม่เพียงพอ อาจจะมีการตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายต่อไป

อรนุช ศรีสะอาด และคณะ (2550) ได้เสนอหลักการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

(1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้มีความชัดเจนว่าจะใช้สอบกับใคร ระดับชั้นใด และเพื่ออะไร

(2) วิเคราะห์หลักสูตรและทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(3) กำหนดชนิดของแบบทดสอบและศึกษาวิธีการเขียนแบบทดสอบ

(4) เขียนข้อสอบตามชนิดของแบบทดสอบ โดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(5) ตรวจทานข้อสอบโดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา เน้นวัดเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน ถูกต้องเหมาะสมเพียงใด ซึ่งอาจจะต้องตรวจทานแบบทดสอบโดยผู้สอน หรือให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบ

(6) ทดลองใช้และวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อพัฒนาให้มีคุณภาพ

(7) พิมพ์แบบทดสอบ โดยการเรียงจากข้อสอบที่ง่ายไปหายากหรือเรียงตามเนื้อหาที่สอน

จากการศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้ที่เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ซึ่งแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์จะต้องวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

การเลือกข้อสอบจะต้องให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ซึ่งหลักการสำคัญคือ ยึดจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก และจัดทำแบบทดสอบให้เป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ผู้สอนกำหนดไว้

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Gwo-Jen Hwang and Chih-Hung Chen. (2017) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการออกแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกม ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของนักเรียน แรงจูงใจ รูปแบบพฤติกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในกิจกรรมการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการรับรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ โดยมีความมั่นใจสูงขึ้น

Milica M., Tomka B., Snežana S., Vera D., & Tamara T. (2021) ความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์การสอนทางชีววิทยา รูปแบบการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การสอนในการสอนชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กลยุทธ์การสอนทางชีววิทยาโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sitthikrai, N., Hemtasin. C., & Thongsuk. T. (2023). ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอน แบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เกมการศึกษา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อยู่ที่ 14.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจ

ชยพัทธ์ ศรีกรรต และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

พรรณธร คงใหญ่ นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2563) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ทางชีววิทยา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้เทคนิคเกม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ทางชีววิทยา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้เทคนิคเกม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจคำศัพท์ทางชีววิทยา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจคำศัพท์ทางชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านข้างต้นพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเช่นกัน

7. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking)

มกราพันธุ์ จุฑะรสก (2556) ได้ทำการศึกษาเอกสารและตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) แนวคิดของ Fritjof Capra

Fritjof Capra ได้สร้างทฤษฎีใหม่ที่ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีระบบ (System theory) หรือวิธีคิดเชิงระบบ (System thinking) ที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์ปัญญาให้ผู้สนใจจะศึกษาได้นำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับสังคม นอกจากนี้เขายังเป็นนักทฤษฎีเกี่ยวกับระบบแล้วนั้นเขายังมีความสนใจในปรัชญาและศาสนาตะวันออก หนังสือของเขาจึงเป็นหนังสือเชิงวิชาการที่ได้รับความนิยมอย่างสูงได้แก่ The Tao of Physics เป็นหนังสือเล่มแรกที่ได้กล่าวถึงผลทางด้านปรัชญาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างมาของหลักการและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาฟิสิกส์ เล่มที่สอง คือ The Turning Point (จุดเปลี่ยนแห่งศตวรรษ) ได้กล่าวถึงเหตุการณ์ปฏิวัติในวงการฟิสิกส์ยุคใหม่จึงเป็นลางบอกเหตุว่ากำลังจะมีการปฏิวัติในลักษณะเดียวกันในวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ และการเปลี่ยนแปลงในทางองเดียวกันกับด้านโลกทัศน์และระบบคุณค่าทางสังคม เขาได้ทำการสำรวจการเปลี่ยนแปลงเชิงกระบวนทัศน์ (Paradigm shifts) ในวิชาชีววิทยา การแพทย์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ ทำให้เกิดความตระหนักได้ว่าสาขาวิชาทั้งหมดนี้เกี่ยวข้องกันกับชีวิต ในหนังสือ The Turning Point นั้น ไม่ได้เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยระบบชีวิตซึ่งประสานต่อเนื่องกัน แต่เป็นวิธีการคิดแบบใหม่เกี่ยวกับชีวิต ทั้งนี้รวมถึงการรับรู้ภาษาใหม่รวมถึงแนวคิด ส่วนหนังสือเล่มล่าสุด คือ The Hidden Connections (ค.ศ. 2002) เป็นหนังสือที่ ศ. นพ. ประเวศ วะสี เน้นให้เห็นว่าเป็นหนังสือที่ว่าด้วยความเป็นจริงตามธรรมชาติ โดยเนื้อหาได้มีการเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย

แนวคิดของ Fritjof Capra เกี่ยวกับทฤษฎีระบบ (Systems theory) เมื่อ ค.ศ. 1997 ในเรื่อง “ ข่ายใยแห่งชีวิต ” เป็นการประมวลกรอบแนวคิดที่ทำให้เกิดความเข้าใจชีวิตในมิติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเขาได้นำวิธีคิดเชิงระบบมาทำความเข้าใจในเรื่องของชีวิตและนำเสนอให้เห็นว่าวิสัยทัศน์ใหม่ ที่ว่าด้วยระบบชีวิตนี้จะเปลี่ยนวิถีที่เราสัมพันธ์กันและกันและวิถีที่เราสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม วิถีในด้านสุขภาพ ตลอดจนมุมมองขององค์กรธุรกิจ ระบบการศึกษาสถาบันทางสังคม และระบบการเมือง ทำให้เราช่วยกันสร้างชุมชนที่ยั่งยืนและช่วยให้เข้าใจถึงธรรมชาติของพืช สัตว์ ระบบนิเวศ วิธีคิดเชิงระบบนั้นแสดงให้เห็นว่า “ องค์กรรวมเป็นนั้นเป็นได้มากกว่าผลรวมขององค์ประกอบ

ของมัน” หัวใจหลักของทฤษฎีใหม่นี้ คือ ชีวิตทั้งหลายล้วนดำรงอยู่เป็นระบบ ในลักษณะโยงกัน เป็นข่ายใหญ่ที่สำคัญมากที่สุด โดยเขาเชื่อว่าการเข้าถึงความจริงในระบบนิเวศจะทำให้เราเข้าใจในระบบทั้งหลาย มนุษย์ในฐานะระบบชีวิตหนึ่งของระบบใหญ่ซึ่งต้องจัดแบบแผนชีวิตระเบียบสังคมให้สอดคล้องกับแบบแผนของระบบนิเวศ (Fritjof Capra อ้างถึงใน ปิยนารถ ประยูร, 2548) ดังนั้นแนวคิดนี้จึงเป็นการนำเสนอวิธีคิดใหม่และการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ (Paradigm shift) ที่ทำให้เกิดข้อถกเถียงกันในการให้น้ำหนักปัจจัยหรือตัวแปรด้านอื่น ๆ ที่เข้ามากระทบกับกระบวนทัศน์และกระบวนทัศน์นั้นเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งจากหลาย ๆ ปัจจัยเท่านั้น ซึ่งทฤษฎีระบบ (Systems thinking) มีอิทธิพลต่อแนวคิดการสร้างทฤษฎีใหม่ของ Fritjof Capra

2) แนวคิดของ Peter M. Senge

Peter M. Senge เป็นผู้หยิบยกการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) มาประยุกต์ใช้กับการบริหารและการสร้างสภาวะผู้นำ เขาเป็นเจ้าของหนังสือ 3 เรื่อง คือ 1. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization (1990) 2. The Fifth Discipline Field book: Strategies and tools for Building a Learning Organization (1994) และ 3. The Dance of Change: The Challenges of Sustaining Momentum in Learning Organization (1999) โดยสาระสำคัญที่นำเสนอไว้ในหนังสือทั้ง 3 เรื่องนี้ คือ วินัย 5 ประการ ได้แก่ 1. ความรอบรู้แห่งตน (Personal mastery) 2. แบบแผนการคิด (Mental model) 3. การเรียนรู้เป็นทีม (Team learning) 4. การมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน (Shared vision) และ 5. การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับการพัฒนาวงศ์การเรียนรู้ ได้เน้นความสำคัญว่าองค์การเรียนรู้เป็นองค์กรที่ขยายขีดความสามารถได้เต็มศักยภาพ เพื่อสร้างผลงานและสร้างอนาคตอย่างต่อเนื่อง โดยบุคคลในองค์กรต่างก็เรียนรู้วิธีที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างต่อเนื่อง วินัยทั้ง 5 ประการนี้ สิ่งที่สำคัญที่สุดและเป็นหัวใจสำคัญ คือ วินัยประการที่ 5 ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับระบบ หรืออาจจะเรียกว่าเป็นวิธีคิดเชิงระบบ (Systems thinking)

3) แนวคิดของ O' Connor & McDermott

O' Connor & McDermott ได้เขียนหนังสือ ชื่อ “ The Art of Systems Thinking” ซึ่งตอนหลัง วีรวัธ มาชะศิริานนท์ และณัฐพงศ์ เกศมาริช นำมาแปลเป็นภาษาไทย คือ ชื่อเรื่อง หัวใจนักคิด โดยผู้แปลเทียบเคียงกับคำไทยว่า หัวใจนักปราชญ์ สุจิตฺติ เป็นการเปิดประตูสู่การพัฒนารูปแบบการคิด (Mental models) วิธีคิดและวิธีเขียนแม่แบบในระบบ (Systems

archetypes) อย่างง่าย ที่จะช่วยให้ทุกคนเข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่น เข้าใจระบบ และเข้าใจในความ เป็นไปของของโลก

4) แนวคิดของ Barry Richmond

Barry Richmond เขียนหนังสือชื่อ “Systems Thinking: Critical Thinking Skills for the 1990s and Beyond” เนื้อหากล่าวถึง ความเชื่อมโยงระหว่างระบบย่อย (Subsystem) ในทางกายภาพทางสังคม และนิเวศวิทยา ทำให้ภาพความเป็นจริงเข้มข้น แต่น่าเสียดายที่วิวัฒนาการ ด้านการคิดนั้นตามไม่ทันระดับการพึ่งพาที่เกิดขึ้นนี้ ดังนั้น เพื่อหารากของปัญหาเราจึงต้องพัฒนา ระบบการศึกษาใน 3 มิติ คือ 1. กระบวนการศึกษา 2. กระบวนทัศน์ทางความคิด 3. อุปกรณ์ การเรียน ซึ่งการเชื่อมโยงของมิติ ทั้ง 3 นี้ คือกระบวนการเรียนรู้ที่ขึ้นนักรเรียน ที่นักเรียนจะอยู่ใน สิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างการรู้โดยสัญชาตญาณ และความเข้าใจในเรื่องระบบการพึ่งพากันอย่างซับซ้อน โดยมีส่วนร่วมในประสบการณ์ตรง แต่อุปสรรคหลักในแง่มุมนี้คือ ศักยภาพที่มีอยู่อย่างจำกัดในการถ่ายโอนกรอบการคิดเชิงระบบ สู่ผู้ให้การศึกษาและนักเรียน หากลองมองการคิดเชิงระบบในบริบทที่กว้างขึ้นของทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณ พร้อม ๆ กับตระหนักถึงลักษณะที่มีอยู่หลายแง่มุมของทักษะการคิดที่เกี่ยวข้อง กับการคิดเชิงระบบแล้ว เราจะสามารถลดเวลาที่ผู้คนจะต้องใช้ทำความเข้าใจกรอบความคิดนี้ลงได้

จากการศึกษาแนวคิดการคิดเชิงระบบที่กล่าวมาทำให้ทราบว่าแนวคิดการคิดเชิง ระบบเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับความคิดหลายแบบ เช่น การคิดขั้นสูง การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ การคิดเหตุผล เป็นต้น ความคิดต่าง ๆ นั้นมารวมในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงสว นประกอบย่อย ๆ อย่างสัมพันธ์เป็นขั้นตอน ทำให้มองเห็นภาพรวมของปัญหาทั้งหมด แม้กระทั่ง สิ่งที่ยู้งยากซับซ้อนก็สามารถคลี่คลายด้วยเวลาอันสั้น อีกทั้งยังถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ นอกจากนั้นการคิดเชิงระบบยังไม่ได้เป็นเฉพาะวิธีคิดในการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน ทำให้เป็นคนตัดสินใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างมีสติรอบคอบ มีระเบียบ มีการทำงาน อย่างเป็นขั้นเป็นตอน จึงทำให้ประสบความสำเร็จภายใต้การคิดเชิงระบบ

7.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการคิด ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดเชิงระบบไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

การคิดเชิงระบบ (System Thinking) มีรากฐานมาจากทฤษฎีระบบทั่วไป (general system theory) ที่เสนอโดย Ludwig Von Bertalanffy ศาสตราจารย์ด้านชีววิทยา โดยวอน เบอร์ทาแลนซ์ฟี มีความเห็นที่คัดค้านการมองสิ่งมีชีวิตแบบปกติส่วน หรือการมองชีวิตแบบเครื่องจักรกล เขากลับมาตั้งข้อสังเกตว่า นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และมีกรอบความคิดอยู่ในที่เฉพาะส่วนที่ตนเองสนใจ ต่อมาในปี ค.ศ. 1968 วอน เบอร์ทาแลนซ์ฟี จึงได้เขียนหนังสือชื่อ “General SyStem Theory” เพื่อเป็นการเน้นย้ำถึงการมองโลกแบบองค์รวมและชี้ให้เห็นว่าการคิดเชิงระบบ สามารถที่จะเกิดขึ้นได้ในวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงทางด้านชีววิทยาเท่านั้น

Senge, P. M. (1990) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบไว้ว่า เป็นแขนงวิชาที่มองสิ่งต่าง ๆ แบบองค์รวมเป็นกรอบการทำงานที่มองแบบแผนและความเกี่ยวพันกัน สิ่งที่เป็นลักษณะพิเศษ คือการมองโลกแบบองค์รวมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การคิดเป็นระบบทำให้ความซับซ้อนเป็นสิ่งที่สามารถจัดการได้

ทศนา แคมมณี (2550) สรุปความหมายของการคิดเชิงระบบไว้ว่า คือ การจัดระบบด้วยวิธีการเชิงระบบ ได้แก่ การจัดองค์ประกอบของระบบในกรอบความคิดของตัวป้อน กระบวนการกลไกควบคุม ผลผลิต และข้อมูลป้อนกลับ และนำเสนอผังของระบบนั้นในรูปแบบของระบบที่สมบูรณ์

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2553) กล่าวว่า การคิดเชิงระบบเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานขององค์ความรู้และเครื่องมือ ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อที่จะทำให้วัตถุประสงค์และวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์งานมีความชัดเจนและช่วยทำให้เรามองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคิดเชิงระบบจะเข้าไปจัดการความสลับซับซ้อนในลักษณะที่ใกล้ชิดและสะท้อนให้เห็นถึงสาเหตุแห่งปัญหาและวิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาในทางที่เป็นไปได้

มกราพันธุ์ จุฑารส (2556) กล่าวถึง การคิดการคิดเชิงระบบไว้ว่า คือ การปรับวิธีคิด หรือเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกัน แต่ต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์ มีหลักเกณฑ์และเหตุผลโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม โดยตระหนัก ถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่ที่เชื่อมต่อกันอยู่เป็นปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2564) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงระบบ ไว้ดังนี้ เป็นการคิดที่แสดงให้เห็นโครงสร้างทั้งหมดที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เป็นหนึ่งเดียวกันภายใต้บริบทหรือปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหานั้น ๆ โดยมองปัญหาให้ลึกลงไป กว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้เห็นถึงแบบแผนหรือรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นให้เห็นรากเหง้า ของสถานการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ ของระบบนั้นอย่างลึกซึ้ง นำไปสู่การแก้ปัญหาที่รากเหง้าของปัญหาอย่างแท้จริง

จากการศึกษาความหมายที่เกี่ยวกับการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึง กระบวนการคิดเป็นภาพรวมที่มีการคิดเกี่ยวกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ ต่าง ๆ โดยจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งหมดทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน มีลำดับขั้นตอนเป็นเหตุ เป็นผล และมีเป้าหมายที่ชัดเจนในลักษณะของการเชื่อมโยงสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อย ๆ โดยจะนำข้อมูลที่หลากหลายและความสัมพันธ์กันรวมกันเป็นองค์รวม เพื่อที่จะใช้ค้นหาวิธีแก้ปัญหา สร้างแบบแผนในการจัดการสิ่งใดที่มีความซับซ้อนอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมาย โดยใช้วิธี คิดหลาย ๆ แบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์

7.2 ความสำคัญของการคิดเชิงระบบ

Checkland, P. (1981) สรุปความสำคัญการคิดอย่างเป็นระบบ ดังนี้

- (1) ช่วยทำให้เกิดความคิดเพื่อที่จะพัฒนาองค์กรในภาพรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) ประสานงานร่วมกับบุคคลอื่นให้เป็นไปตามกระบวนการ และระบบการบริหารงานภายใน
- (3) สามารถแก้ปัญหา ตัดสินใจ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) แก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) เพื่อมองให้เห็นถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับระบบภายใน องค์กรอย่างเป็นระบบเชื่อมโยงติดต่อกัน และสามารถแก้ไขสถานการณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

ปิยนถ ประยูร (2548) ได้สรุปถึงความสำคัญของการคิดเชิงระบบว่า เป็นการคิดที่พ้นจากการคิดเชิงวิเคราะห์ เพราะการคิดเชิงวิเคราะห์จะมีสมมติฐานว่าขณะที่เรากำลังศึกษาสรรพสิ่งหยุดนิ่ง ทำให้สามารถถอดองค์ประกอบของมันออกได้เป็นชิ้น ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบมิได้เป็นสิ่งสำคัญ แต่โลกที่เป็นจริงนั้นไม่เคยหยุดนิ่งเลย มันเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นระบบนั้นจะเป็นระบบครอบครัว ระบบที่ทำงาน ระบบชุมชน หรือระบบสังคม ซึ่งการนำความคิดเชิงระบบมาช่วยวิเคราะห์จะสามารถช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และมีวิธีคิดที่เป็นระบบ ดังนี้

- (1) มองเห็นโลกรอบตัวเป็นองค์รวมมากกว่าเห็นเพียงเหตุการณ์แต่ละครั้ง หรือเห็นภาพชีวิตอย่างมีพลวัตมากกว่าเห็นเป็นภาพนิ่ง
- (2) เห็นและตระหนัก (Sense) ว่าส่วนย่อยของระบบมันทำงานร่วมกันอย่างไร แทนที่จะเห็นระบบเป็นการสะสมโดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน
- (3) เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบนั้นว่า มีอิทธิพลต่อแบบแผนพฤติกรรม (Pattern of behavior) และเหตุการณ์ของระบบได้อย่างไร
- (4) ช่วยให้เรามีความเข้าใจต่อชีวิต ว่ามีการเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่
- (5) ช่วยให้เข้าใจว่าเหตุการณ์หนึ่ง มีอิทธิพลที่จะส่งผลสะท้อนต่ออีกเหตุการณ์หนึ่งได้ ถึงแม้ว่าเหตุการณ์ที่สองจะเกิดหลังจากเหตุการณ์แรกได้เกิดขึ้นมานานแล้ว และอยู่ไกลจากเหตุการณ์แรกก็ตาม
- (6) ทำให้รู้ว่าอะไรที่มันเกิดขึ้นรอบตัวเรานั้น ล้วนแล้วแต่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเราในระบบขณะนั้นด้วย
- (7) เกิดการทำลายสมมติฐานเดิมที่พยายามเข้าถึงความเป็นจริงที่ว่าโลกทำงานอย่างไร ซึ่งเป็นการตั้งคำถามเพื่อให้เราหันกลับมาตรวจสอบภาพจำลองความคิด (Mental models) ที่เรามีต่อโลกและเริ่มเห็นว่าภาพจำลองความคิดแบบเดิม ๆ ของเรานั้นมันจำกัดศักยภาพในการที่จะเข้าถึงความจริงของเรา
- (8) ทำให้เริ่มตระหนักถึงการกระทำของเรา หรือการกระทำของคนอื่นว่า มันมีผลกระทบระยะสั้น และผลกระทบระยะยาวต่อระบบอย่างไรบ้าง

(9) วิธีคิดความคิดเชิงระบบไม่สนับสนุนให้เราหาแพะรับบาปเมื่อสิ่งที่กระทำนั้นไม่ได้ดำเนินไปตามที่เราวางแผนเอาไว้ แต่สนับสนุนให้เราสนใจมองและเห็นสิ่งที่ต่างออกไป ช่วยให้เราทดลองตั้งคำถามใหม่เมื่อบางอย่างไม่เป็นไปตามที่ได้คาดการณ์ไว้

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการคิดเชิงระบบนั้น โดยหลัก ๆ แล้วจะเป็นการมองภาพรวมที่มีความสัมพันธ์กัน เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบนั้น ๆ จึงทำให้มองเห็นถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับระบบภายในองค์กรอย่างเป็นระบบที่เชื่อมโยงติดต่อกัน เพื่อจะสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 ลักษณะของการคิดเชิงระบบ

Joseph O'Connor และ Ian McDermott (2544) กล่าวว่า ระบบเป็นที่รวมขององค์ประกอบหรือส่วนย่อยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน มีปฏิสัมพันธ์กันและส่งผลต่อการคิดเชิงระบบจึงเป็นกระบวนการทางปัญญาที่จะทำให้มองเห็นถึงความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ การคิดเชิงระบบอยู่บนพื้นฐานที่เชื่อว่าทุก ๆ สิ่งในโลกนี้ ล้วนเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ไม่มีสิ่งใดที่เกิดขึ้นโดด ๆ ลอย ๆ การคิดเชิงระบบจึงเป็นการคิดแบบองค์รวมแบบมองให้เห็นภาพรวม หรือภาพโดยรวมของทั้งหมด การเห็นภาพรวมหรือองค์รวมจะช่วยให้คาดการณ์ และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ทั้งระบบ (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม, 2551) จากระบบการคิดแบบเชิงระบบและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดสามารถสรุปลักษณะสำคัญของการคิดเชิงระบบได้ดังนี้

1) คิดแบบองค์รวม (holistic) หรือเป็นภาพรวมทั้งหมด (wholeness) ส่วนย่อย ๆ ในระบบไม่สามารถแยกจากกันได้ แต่เป็นการคิดในเชิงความเชื่อมโยงต่อกันในรูปของความสัมพันธ์เชิงเครือข่าย (networks) ที่มีปฏิสัมพันธ์กัน

2) การคิดที่สัมพันธ์กับการมองบริบท (context) เป็นการคิดที่ให้ความสำคัญกับสัมพันธ์ภาพระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมของระบบ การทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมของระบบจะทำให้เข้าใจ พฤติกรรมและแบบแผนของระบบอย่างแท้จริง เช่น การที่เราพยายามสอบถามตรวจสอบความคิดของ เด็กวัยรุ่นว่าเหตุใดเขาจึงมีวุ่นวายเสพติด เราคงไม่สามารถเข้าใจปัญหาที่แท้จริงของเขาได้ แต่หากเรา ได้เข้าไปรับทราบชีวิต ความเป็นอยู่ในครอบครัว สิ่งที่อยู่รอบ ๆ และ สิ่งคุกคามที่เคยเกิดขึ้นกับเด็กวัยรุ่น เหล่านั้น จะทำให้เราเข้าใจเด็กคนนั้นได้ดีขึ้น และช่วยแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น

3) คิดเป็นลำดับชั้น (hierarchy) ระบบหนึ่ง ๆ อาจจะมาจากระบบย่อย ๆ หลายระบบ ที่ประกอบกันขึ้นมา และในขณะเดียวกันในระบบย่อยเองก็มีความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบย่อยของมันเช่นกัน ดังนั้นในระบบหนึ่ง ๆ จะมีระบบย่อย ๆ ประกอบกัน ซึ่งในแต่ละลำดับชั้นของระบบย่อย เหล่านั้นต่างก็มีความสัมพันธ์เชิงเครือข่ายด้วยเช่นกัน

4) คิดแบบมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (interaction) การมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันนี้จะเกิดขึ้น ทั้งในระหว่าง ระบบด้วยกัน ระบบย่อยกับระบบย่อยด้วยกันและรวมถึงระบบใหญ่กับสภาพแวดล้อม ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงของระบบย่อยก็จะมีผลกระทบและส่งผลกระทบต่อระบบใหญ่ด้วย

5) คิดแบบวงจรป้อนกลับ (feedback-loops) หัวใจสำคัญของระบบคือ วงจรการป้อนกลับ การคิดเชิงระบบนั้นจึงเป็นการคิดในลักษณะเป็นวง (loop) มากกว่าที่จะเป็นเส้นตรง นั่นหมายความว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดตรงส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบ (เหตุ) จะส่งผลกระทบหรือเกิดผลต่อส่วนอื่นตามมา (ผล) และเมื่อเวลาผ่านไปผลที่เกิดขึ้นนั้นอาจจะส่งผลย้อนกลับมาที่เหตุที่เป็นจุดเริ่มต้นอีกครั้งก็ได้ และจุดเริ่มต้นนี้ก็จะมีการตอบสนองต่อสิ่งที่สะท้อนกลับมาใหม่ และส่งผลออกไปอีกครั้ง ซึ่งอาจจะเป็น ไปในลักษณะที่ต่างไปจากเดิม ซึ่งเรียกววงจรของเหตุการณ์นี้ว่าวงจรการป้อนกลับ (feedback loops) ดังนั้นการคิดในลักษณะที่เป็นวงจรและมีการป้อนกลับ จึงเปรียบเสมือนเป็นการคิดเป็นแบบวงกลม (thinking in circles)

วิกรม รัชชูปวงชน (2550) (อ้างถึงใน ช่อทิพย์ บรมธนรัตน์, 2558) กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงระบบนั้นมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) เป็นการคิดอย่างมีหลัก (Principles) หมายถึง การคิดโดยจะต้องมีสิ่งยึดเหนี่ยวหรือสาระสำคัญที่ชัดเจน เป็นหัวใจสำคัญในการคิดทุกแบบ ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) หลักธรรมชาติ (Natural Law) เป็นหลักที่ทำให้ทุกสิ่งทุกอย่างในโลกนี้ดำรงอยู่ได้ สรรพสิ่งทั้งหลายล้วนแล้วแต่อยู่ภายใต้หลักธรรมชาติทั้งสิ้น

(2) หลักการทั่วไป (Natural Law) มนุษย์นั้นเป็นสัตว์โลกที่มีปัญญาและเป็นสัตว์สังคม จึงไม่อาจจะดำรงอยู่ภายใต้หลักธรรมชาติได้เพียงอย่างเดียว แต่ต้องมีหลักการทั่วไปในการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน

(3) หลักวิชาเฉพาะ (Natural Law) ความซับซ้อนของสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ อาจทำให้ความจำเป็นที่สังคมมนุษย์จะต้องมีหลักการเฉพาะเพื่อเจาะจงให้ตอบสนองต่อความหลากหลายและความซับซ้อนของสังคม

2) เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล (Rational) หมายถึง การคิดโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Cause and effect) หมายถึง ผลที่ย่อมเกิดแต่เหตุไม่มีผลใด ๆ เกิดขึ้นลอย ๆ โดยปราศจากเหตุและผลในเชิงวิทยาศาสตร์ธรรมชาตินี้ มิใช่มีแต่เหตุและผลเดียวเท่านั้น แต่อาจมีเหตุและผลในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- เหตุเดียวสามารถเกิดผลหลายอย่าง คือ มีเหตุเพียงเหตุเดียวแต่ทำให้เกิดผลที่ตามมาได้หลายอย่างในทันทีทันใดหรือในระยะเวลาที่รวดเร็ว

- เหตุหลายอย่างแต่เกิดผลเดียว คือ การที่มีเหตุหลายเหตุสะสมกันจนมีน้ำหนักที่จะสามารถทำให้เกิดผลขึ้น หากมีเพียงเหตุเดียวหรือเกิดเหตุไม่ครบ ผลสุดท้ายจะไม่เกิดขึ้น

- ต่างเหตุเกิดผลเดียว คือ ผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันนั้นไม่จำเป็นต้องเกิดจากเหตุเดียวเสมอไปหรือเกิดเหตุไม่ครบ ผลสุดท้ายอาจจะไม่เกิดขึ้น

- เหตุเดียวเกิดผลต่าง คือ เหตุที่เหมือนกัน ไม่จำเป็นต้องเกิดผลที่เหมือนกันเสมอไป สามารถเกิดผลที่หลากหลายแตกต่างกันได้

- เหตุผลต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ คือ เหตุก่อให้เกิดและผลนั้นกลายเป็นเหตุ จึงทำให้เกิดผลต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลายาวนานในลักษณะของลูกโซ่

(2) เหตุผลในเชิงตรรกวิทยา (Logical Reasoning) หมายถึง เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล หรือพิจารณาจากความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด โดยจะต้องพิจารณาที่เหตุปัจจัยอันเป็นเงื่อนไข ซึ่งหากมีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน ก็ให้พิจารณาว่ามีความเป็นไปได้ในทางตรรกวิทยามีขั้นตอน 5 ประการ ดังนี้

- พิจารณาปัจจัยเงื่อนไข
- ตั้งสมมติฐาน
- ตรวจสอบสมมติฐานกับเงื่อนไข หากสอดคล้องกันให้ถือว่ามีความเป็นไปได้ แต่หากขัดแย้งกัน ถือว่าเป็นไปได้ไม่ได้

- ตรวจสอบทบทวน
- สรุปผลความเป็นไปได้

(3) เหตุผลในเชิงกลยุทธ์ (Strategic Reasoning) หมายถึง เหตุผลที่กำหนดขึ้นเพื่ออธิบายยุทธศาสตร์และยุทธวิธีที่จะเอาชนะ ข้อจำกัด หรือเพื่อบรรลุเป้าหมายเหตุผลในเชิงกลยุทธ์เป็นเหตุผลที่ต้องอาศัยสมมติฐาน ซึ่งจะเป็นจริงหรือเป็นไปได้หรือไม่ ต้องผูกพันอยู่กับตัวแปรในอนาคตหรือเป็นเหตุผลที่แฝง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในภายภาคหน้า ในเรื่องเหตุผลนี้ เฉพาะในส่วน of ผลก็สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- ผลโดยตรง (Direct-Effect) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากเหตุโดยเฉพาะหรือเป็นผลที่เกิดขึ้นตามที่คาดหวังไว้ เช่น ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว เป็นต้น

- ผลข้างเคียง (Side-Effect) หมายถึง ผลแทรกซ้อนที่เกิดจากเหตุ มิใช่ผลเฉพาะเจาะจงหรือเป็นผลที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามที่คาดหวังไว้ อาจจะสามารถเป็นได้ทั้งลบหรือเป็นบวก ถ้าเป็นลบ เช่น เรารับประทานยา CPM เพื่อแก้แพ้ ผลโดยตรงคือน้ำมูกลดลง แต่ผลข้างเคียงคือทำให้เกิดอาการง่วงนอน ผลข้างเคียงอาจจะเป็นบวก เช่น เรารับประทานยา Aspirin เพื่อแก้ปวด ผลโดยตรงคืออาการปวดลดลง แต่ผลข้างเคียงคือทำให้เลือดจับตัวกันเป็นลิ่ม ช่วยทำให้ผู้ที่ใช้อย่างเป็นโรคหัวใจหรือเส้นเลือดอุดตันมีอาการดีขึ้น

- ผลโดยอ้อม (Indirect-Effect) หมายถึง ผลกระทบที่เป็นต่อเนื่องมาจากผลอีกทอดหนึ่งหรืออีกหลาย ๆ ทอดต่อ ๆ กันมา ไม่ใช่ผลโดยตรงเฉพาะเจาะจง หรือไม่ใช่ผลแทรกซ้อนที่เกิดจากเหตุนั้นโดยตรง ผลโดยอ้อมอาจเกิดขึ้นในระยะเวลานานสั้น หรือต้องอาศัยระยะเวลาที่ยาวนานต่อเนื่อง โดยผลโดยอ้อมอาจเกิดขึ้นในระยะเวลานานสั้น เช่น การรับประทานยาลดความอ้วน ผลโดยตรงคือ การรับประทานยาลดความอ้วน ผลโดยตรงคือ ยาทำให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานมากขึ้นเป็นผลทำให้ผอมลง แต่ผลข้างเคียงคือหัวใจทำงานมากขึ้น หากรับประทานยามากเกินไปอาจทำให้หัวใจวายได้ ผลโดยอ้อมคือ เมื่อผอมลง เสื้อผ้าชุดเก่าสวมใส่ไม่พอดี ต้องหาซื้อใหม่หรือตัดใหม่ เป็นต้นผลโดยอ้อมที่ต้องอาศัยระยะเวลานานต่อเนื่อง เช่น เราเล่นกีฬาอย่างสม่ำเสมอ ผลโดยตรงคือสุขภาพร่างกายดีขึ้น ผลข้างเคียงคือมีเพื่อนจากกลุ่มเล่นกีฬามากขึ้น ผลโดยอ้อมคือทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิมเนื่องจากร่างกายแข็งแรง ไม่ต้องลาเนื่องจากป่วยไข้

4) เป็นการคิดอย่างการจัดระเบียบ (Regulative) การจัดระเบียบนั้นเป็นลักษณะพื้นฐานของระบบ หากไม่มีการจัดระเบียบ ระบบก็ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ การคิดอย่างมีการจัดระเบียบอาจจะใช้วิธีการดังต่อไปนี้ การจัดกลุ่ม (Grouping) การจัดหมวดหมู่ (Category) การจัดประเภท

(Classification) การจัดชนิด (Typification) การจัดแบ่งแผนก (Division) การจัดลำดับชั้น (Hierarchy) การจัดลำดับก่อนหลัง (Priority) การจัดอันดับ (Ranking) การจัดระเบียบดังกล่าว อาจต้องอาศัยเครื่องชี้วัด เพื่อให้เป็นไปอย่างมีระบบ ดังนี้ ระยะทาง ระยะเวลาขนาด น้ำหนัก จำนวน ความถี่ ลักษณะ คุณสมบัติ ตำแหน่ง อื่น ๆ

3) เป็นการศึกษาอย่างมีรูปแบบ (Mental Model) เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจากการรับรู้ และประสบการณ์ในการใช้ชีวิต มองโลกผ่านรูปแบบทางความคิดของเราตนเอง ฉะนั้นรูปแบบทางความคิดจึงเป็นพื้นฐานสำคัญอีกอย่างหนึ่งตัว ในการจัดระบบความคิดในสมองของเรา รูปแบบทางความคิดเป็นตัวกำหนดหรือให้ความหมายแก่สรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา การตีความจากประสบการณ์จากรูปแบบทางความคิดของเรานั้น อาจให้ความหมายต่อสรรพสิ่งรอบตัวเรา เป็นคุณสมบัติแรก และอาจมีคุณสมบัติที่สองเพิ่มขึ้นอีกได้ คุณสมบัติแรกอย่างเช่น พระที่หล่อขึ้นจากสำริด คุณสมบัติแรกคือ โลหะชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก คุณสมบัติที่สองเช่น พระที่หล่อขึ้นจากสำริดดังกล่าว ไม่ได้มีค่าเพียงโลหะเท่านั้นแต่เป็นสิ่งที่เคารพนับถือทางจิตใจของชาวพุทธ และหากเป็นของเก่าแก่ก็อาจเป็นสิ่งที่มีความงามไม่อาจประเมินราคาได้เลยก็ได้ รูปแบบทางความคิดที่ฝังแน่นเป็นแก่นแกนอยู่ เรียกว่า แม่แบบ (Archetype) แม่แบบจะเป็นต้นแบบพื้นฐานของทุกระบบ ฉะนั้นรูปแบบทางความคิดจึงเป็นผลสะท้อนของแม่แบบ

4) เป็นการศึกษาอย่างมีกรอบ (Frame) หมายถึง ขอบเขตที่กำหนด การคิดเชิงระบบนั้น จะต้องมีการกำหนดไว้เสมอ หากขาดกรอบจะทำให้ขาดความชัดเจนแน่นอน องค์ประกอบทั้งหลาย จะกระจัดกระจายหรือเกิดการสับสน จนไม่อาจดำรงความเป็นระบบได้ กรอบอาจมีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น กรอบประตู กรอบหน้าต่าง ต้องมีความกว้างยาวเท่าใด ยึดโยงกันด้วยวัสดุประเภทใด เป็นต้น หรืออาจมีลักษณะนามธรรม เช่น กรอบของการเป็นพนักงานที่ดีจะต้องมีหลักเกณฑ์ประการใด เป็นต้น

5) เป็นการศึกษาอย่างมีวัตถุประสงค์ (Objectives) ระบบทุกระบบจึงจะต้องมีวัตถุประสงค์อยู่เสมอ เพียงแต่เราจะรู้เข้าใจหรือไม่ แม้กระทั่งระบบของวัตถุที่ไม่มีชีวิต ก็ยังมีวัตถุประสงค์ในการดำรงอยู่อย่างเป็นระบบ เพราะหากไม่มีวัตถุประสงค์ก็ไม่อาจจะดำรงอยู่ได้ หรือวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลงไป ระบบก็ย่อมจะต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

จากการศึกษาของนักวิชาการนั้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการคิดเชิงระบบ จะเกี่ยวข้องกับทักษะการคิดหลายแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้น ๆ ต้องเป็นการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีรูปแบบ คิดอย่างมีกรอบ และเป็นการคิดอย่างมีวัตถุประสงค์

7.4 คุณสมบัติของนักคิดเชิงระบบ

Waters, F. (2014) กล่าวถึงคุณสมบัติของนักคิดอย่างเป็นระบบและอธิบายวิธีการคิดของนักคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งยุทธวิธีในการคิดจะส่งเสริมให้การแก้ปัญหาดำเนินไป และลักษณะนิสัยเหล่านี้จะกระตุ้นให้เกิดความคิดที่มีความยืดหยุ่นและมีการมองหลายมุมมองลักษณะของนักคิดอย่างเป็นระบบมี 13 ลักษณะ คือ

- 1) พยายามที่จะเข้าใจภาพใหญ่ มองความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ
- 2) สังเกตองค์ประกอบในระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มและรูปแบบ
- 3) ตระหนักถึงโครงสร้างระบบที่ทำให้เกิดพฤติกรรม
- 4) คำนึงถึงระบบที่ซับซ้อนความสัมพันธ์ของเหตุและผลแบบเป็นวงจร
- 5) ปรับเปลี่ยนมุมมองเพิ่มความเข้าใจ
- 6) ตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน
- 7) พิจารณาประเด็นและสรุปอย่างรวดเร็ว
- 8) พิจารณาแบบจำลองทางความคิดที่ส่งผลกระทบต่อปัจจุบันและอนาคต
- 9) ใช้ความเข้าใจของโครงสร้างระบบกำหนดความเป็นไปได้ของสิ่งที่กระทำ
- 10) พิจารณาผลกระทบสั้นและระยะยาว
- 11) ค้นหาผลกระทบที่ปรากฏขึ้น
- 12) ตระหนักถึงผลกระทบของระยะเวลาเมื่อสำรวจความสัมพันธ์ของเหตุและผล
- 13) ตรวจสอบผลและเปลี่ยนแปลงการดำเนินการ เพื่อให้ใกล้เคียงกับที่ต้องการ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2550) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของนักคิดอย่างเป็นระบบไว้ว่า

- 1) การวิเคราะห์หาเหตุผลทั้งความสำเร็จและความล้มเหลว ด้วยคำถามว่าทำไม
- 2) การลำดับเรื่องราวก่อนหลังมี Scenario
- 3) การแยกแยะความสำคัญของเรื่องราวในแต่ละเรื่อง ด้วยการเปรียบเทียบ
- 4) การรู้จักแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นกระบวนการ
- 5) พิจารณาดำเนินชีวิตด้วยการคิดและใช้เหตุผลตัดสินใจมากกว่าใช้อารมณ์

ช่อทิพย์ บรมธนรัตน์ (2558) ได้กล่าวว่า นักคิดเชิงระบบที่ดี ควรจะมีลักษณะสำคัญ 10 ประการ ดังต่อไปนี้

- 1) มีสติปัญญา นักคิดเชิงระบบควรจะต้องมีสติปัญญาที่เฉลียวฉลาดทางสมอง ในภาพรวมอยู่ในขั้นปานกลางขึ้นไป แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นคนฉลาดมาก หรือต้องฉลาดในระดับอัจฉริยะเท่านั้น
- 2) มีสมาธิและความจำดี นักคิดเชิงระบบควรจะมีสมาธิ เพื่อให้จิตใจนิ่งสงบสามารถคิดได้อย่างเป็นระบบ ไม่ฟุ้งซ่านหรือเกิดการสับสน และการมีความจำดีจะเป็นประโยชน์ในการดึงข้อมูลออกมาใช้ได้อย่างเป็นระเบียบต่อเนื่องและครบถ้วน อันเป็นปัจจัยสำคัญในการคิดอย่างเป็นระบบ
- 3) มีหลักการ การคิดอย่างมีหลักการเป็นลักษณะสำคัญของการคิดเชิงระบบ ฉะนั้น นักคิดเชิงระบบจึงควรมีหลักการอันเป็นสิ่งยึดเหนี่ยวหรือสาระสำคัญที่มั่นคง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการคิดทุกสิ่งให้เป็นระบบ
- 4) มีเหตุผล ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งของ การจัดความสัมพันธ์ ในความคงอยู่ของระบบ ฉะนั้นนักคิดเชิงระบบควรจะเป็นคนที่มีเหตุผลและสามารถใช้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง
- 5) มีระเบียบความคิด การจัดระเบียบความคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของความเป็นระบบ หากปราศจากระเบียบแล้วนั้นระบบก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นนักคิดเชิงระบบจึงควรมีระเบียบความคิดที่ชัดเจน ไม่เกิดการสับสน
- 6) มีความคิดในหลายมิติ นักคิดเชิงระบบต้องสามารถคิดและเข้าใจระบบคิดครอบคลุมทั้งสมองของมนุษย์ ดังนั้นนักคิดเชิงระบบจึงควรมีความคิดในหลายมิติ ทั้งความคิดในแนวดิ่ง และความคิดในแนวราบ
- 7) มีความคิดทั้งจากภายในและภายนอก นักคิดเชิงระบบจะต้องมีรูปแบบความคิดภายใน ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการรับรู้ หรือมีประสบการณ์จากภายนอก ดังนั้นนักคิดเชิงระบบจึงควรมีความสามารถในการคิดในลักษณะที่ดึงภายในออกและใส่ภายนอกเข้า
- 8) มีความคิดอย่างบูรณาการ นักคิดเชิงระบบจำเป็นต้องคิดให้ครอบคลุมครบถ้วน และสมบูรณ์ทั้งระบบในทุกระบบ ฉะนั้น นักคิดเชิงระบบจึงต้องมีความคิดอย่างบูรณาการ เพื่อให้เข้าใจทั้งระบบรวมไปถึงทุกระบบ และสามารถดึงมาใช้ผสมผสานกันให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

9) มีความคิดสร้างสรรค์ นักคิดเชิงระบบที่ดีจะต้องไม่ยึดติดอยู่กับระบบเดิม ๆ เสมอไป ต้องคิดนอกกรอบ (Think Outside the Box) หรือคิดแปลกแตกต่างออกไป เพื่อสร้างสรรค์ระบบใหม่ ๆ ขึ้น กล่าวคือต้องมีความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

10) มีความใฝ่คิดและใฝ่รู้ การขบคิดและฝึกคิดอยู่ตลอดเวลาจะทำให้เซลล์ของสมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือ ทำให้มีศักยภาพในการคิดสูงกว่าเดิมและการใฝ่รู้ จะทำให้รับข้อมูลจากภายนอกเข้ามาเก็บสะสมไว้ในสมองได้มากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดเป็นผลดีให้ระบบการคิดมีคุณภาพสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

สรุปได้ว่า คุณลักษณะของนักคิดเชิงระบบนั้น ต้องมีสติปัญญา มีสมาธิและความจำดี มีหลักการ มีเหตุผล มีระเบียบความคิด มีความคิดในหลายมิติ มีความคิดทั้งจากภายในและภายนอก มีความคิดอย่างบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความใฝ่คิดและใฝ่รู้ และรู้จักวิเคราะห์หาเหตุผล ลำดับเรื่องราว แยกแยะความสำคัญ รู้จักแก้ปัญหา และใช้เหตุผลในการตัดสินใจ

7.5 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบ

มกราพันธ์ จุฑารส (2550) ได้กล่าวถึง การวัดการคิดเชิงระบบว่า ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นแบบทดสอบ เช่น วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยง เรื่องเหตุและผล วัดการคิดเชิงระบบด้วยการป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

1) กระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ มีหลักการพิจารณา ดังนี้

(1) “กอง” กับ “ระบบ” ประกอบด้วยสองส่วนหรือมากกว่า แต่ความเป็นกอง เช่น กองข้าวสาร ไม่ว่าจะเอาออกหรือเพิ่มเข้าไป ก็ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในทางคุณภาพ แต่หากเป็นระบบ หากเราเอาบางส่วนออกไป มันจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เอาแบตเตอรี่ออกจากรถยนต์ รถยนต์ไม่สามารถขับได้ ระบบร่างกายหากทำถูกตัดออกไปจากขา เท้านั้นก็ย่อมเดินไม่ได้

(2) ความเป็นองค์รวม “เหนือกว่า” ความเป็นผลรวม ผลรวม หมายถึง “คุณสมบัติ” ของระบบรวมหรือ “คุณภาพ” ของระบบใหญ่ แตกต่างไปจากคุณสมบัติของส่วนย่อย การวัดคุณภาพของระบบใหญ่นั้นไม่ได้วัดจากปริมาณของส่วนย่อยที่เพิ่มเข้าไป

(3) จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของระบบคืออะไร ระบบต่าง ๆ ล้วนมีจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของตนในความสัมพันธ์กับระบบใหญ่ที่ตนเป็นส่วนหนึ่ง

(4) นักคิดอย่างเป็นระบบ (System Thinker) จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลเป็นวงจรที่สามารถวกกลับมาหากันได้ (feedback)

(5) คำถามที่ต้อหาคำตอบเสมอ คือ สิ่งที่เราประสบนั้นจะเกิดครั้งเดียวหรือพฤติกรรมของระบบจะทำให้เราเข้าใจว่า ความเป็นระบบเกี่ยวข้องกันทั้งหมด

2) การฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ

การฝึกการคิดอย่างเป็นระบบจะต้องใช้กระบวนการฝึกที่ยึดหลักการแนวคิดทฤษฎีระบบเพื่อให้เกิดมุมมองใหม่คือ

(1) คำตอบที่ถูกต้องไม่มีเพียงคำตอบเดียว โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้ผลกระทบ (Side effects) ที่จะเกิดขึ้นทั้งทางบวกและทางลบ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

(2) ทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าการมองแยกส่วนกับการมองเป็นภาพรวม ผลลัพธ์ที่ได้จะมีความแตกต่างกัน เน้นให้เห็นความจำเป็นที่ต้องร่วมมือกัน (need of collaboration) เพื่อผลประโยชน์ของส่วนรวม

(3) พยายามให้นักเรียนหลีกเลี่ยงวิธีคิดแบบทางตรง เพราะมักมีผลกระทบตามมา ให้มองผลลัพธ์และสาเหตุไม่ได้อยู่ใกล้กันเสมอ และไม่มีสูตรตายตัว

(4) การจัดการปัญหาทุกอย่างไม่มีปัญหาใดที่จะจัดการได้ทันทีทันใดต้องอาศัยความอดทนประกอบการแก้ปัญหาเสมอ

(5) การล้มเหลวในวันนี้จะส่งผลดีต่อวันข้างหน้า เพราะเราจะได้เรียนรู้จุดอ่อนและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแก้ไข

3) กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด

กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด หมายถึง การวิเคราะห์ระบบใดระบบหนึ่งทั้งระบบที่มีส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อย ๆ ซ้อนกันอยู่ เพื่อให้เห็นระดับในแนวคิดของระบบที่ประกอบไปด้วย

(1) ระดับปรากฏการณ์ เหตุการณ์ที่ปรากฏในสังคมปัจจุบัน เช่น เหตุการณ์ความไม่สงบในภาคใต้ ช่วงปีใหม่ หรือช่วงสงกรานต์ เหตุการณ์ที่ปรากฏ คือ อุบัติเหตุรถชน รถคว่ำ เป็นต้น

(2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน แบบแผนพฤติกรรมของเหตุการณ์ คือ สิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าหากแบบแผนเป็นเช่นนี้ ปรากฏการณ์จะเป็นเช่นไร แบบแผน (pattern) จึงเหมือนการไหลของน้ำ เราจะเห็นว่าบางช่วงแม่น้ำจะไหลวน หรือเปลี่ยนทิศทางได้ เพราะมีหินหรือสิ่งที่กีดขวางอยู่ใต้น้ำมาปรับเปลี่ยนทางเดินของน้ำ หินใต้น้ำจึงเปรียบเสมือนโครงสร้างซึ่งอยู่ในระดับถัดไป ส่วนแบบแผนการไหลของน้ำก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้าง ทำให้เราเห็นการไหลของน้ำว่ามีทั้งไหลเชี่ยวและไหลเรื่อย หรือวกวนเป็นบางช่วง

(3) ระบบโครงสร้าง (Structure) จากการอธิบายแบบแผนการไหลของน้ำเกิดจากโครงสร้างใต้น้ำ คือ หินความลาดชัน ความขรุขระพื้นดินใต้น้ำ รวมไปถึงตลิ่งที่เป็นกรอบกำหนดความแคบแคว โครงสร้างจึงเป็นตัวกำหนดแบบแผนพฤติกรรมและสิ่งที่แสดงออกมาให้ปรากฏ ซึ่งโครงสร้างภาพจำลองความคิดจัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบโครงสร้าง (Systematic structure) หรือสามารถแยกออกต่างหากก็ได้

(4) ระดับภาพจำลองความคิด (Mental Model) วิธีคิดหรือแบบจำลองความคิดของคนอื่นเกิดจากข้อสันฐานหรือโครงสร้างเป็นการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ และหลอมรวมออกมาเป็นวิธีคิด เป็นเรื่องของความเชื่อ นิสัย และพฤติกรรมของบุคคล

4) กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล

หลักการสำคัญของวิธีคิดอย่างเป็นระบบ คือ ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบแต่ละส่วนในระบบนั้น โดยพิจารณาว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร ซึ่งความเชื่อมโยงเรียกว่า “เส้นสัมพันธ์” ซึ่ง “เส้นสัมพันธ์” จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อให้ทั้งผู้สอนและนักเรียนได้เรียนรู้ความคิดของกันและกัน โดยใช้ความเป็นเหตุและเป็นผล เพราะ “วิธีคิดอย่างเป็นระบบจะไม่มองข้ามความเป็นเหตุเป็นผล และไม่สนับสนุนให้เราเชื่อโดยปราศจากเหตุผล และเชื่อเพียงปรากฏการณ์ที่เราเห็น ทุกอย่างจะเกิดไม่ได้ หากไม่มีเหตุ “ทุกอย่างที่เกิดขึ้นล้วนมาแต่เหตุ” เพียงแต่เหตุการณ์นี้เราไม่อาจมองเห็นได้ทันทีและการที่เรามองไม่เห็นไม่ใช่เรื่องนั้นไม่มีเหตุ (ปิยนดา ประยูร, 2548)

5) การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback)

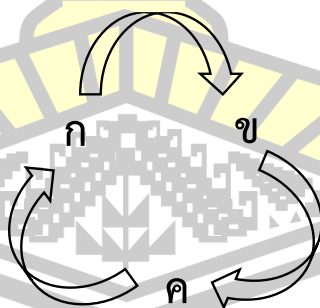
ปิยนาด ประยูร (2548) กล่าวถึง “การป้อนกลับ” ไว้ว่า การป้อนกลับ หมายถึง การตอบสนองจากผลของการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นดังการเชื่อมต่อ 2 ทาง (Two Way Link) การป้อนกลับจึงเป็นวงจร ฉะนั้นการคิดในลักษณะที่มีการป้อนกลับจึงเป็นเสมือนการคิดเป็นแบบ วงกลม (Thinking in Circles) นั้นเอง (Joseph O’Conner lan McDermott แปลเรียบเรียงโดย วีรวิรุฒ มาฆะศิริรานนท์, ธีรพงศ์ เกศมาริช. 2544) การค้นพบวงจรป้อนกลับ (Feedback loop) ของแนวคิดไซเบอร์เนติกส์ (Cybernetics) เกี่ยวกับการเชื่อมโยงของระบบในลักษณะที่แต่ละ องค์ประกอบส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบถัดไป จนกระทั่งองค์ประกอบสุดท้าย “ป้อน” ผลกระทบ “กลับ” มาถึงองค์ประกอบแรกของระบบ เรียกว่า การป้อนกลับ (Feedback)

(1) วงจรป้อนกลับ (Feed back loop) วงจรป้อนกลับ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ ระหว่างองค์ประกอบ หรือระหว่างสิ่งต่างๆ จะมีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นทางเดียว (one way) เพียงแต่ การป้อนกลับไม่ได้ป้อนกลับอย่างเฉียบพลัน แต่อาจเป็นการป้อนกลับแบบเฉื่อยๆ แล้วได้ผลของการ ป้อนกลับก็จะมีผลแตกต่างกัน

ตัวอย่าง ลักษณะความสัมพันธ์ทางเดียว

ก → ข → ค

ลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นวงจรป้อนกลับ



(2) การป้อนกลับแบบเพิ่มกำลังทวีคูณ (Reinforcing feedback) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการป้อนกลับของระบบได้เพิ่มขยายมากกว่าตอนต้น การขยายกำลังออกไป ในทิศทางเดียวกัน ยิ่งมีการป้อนกลับมากขึ้นเท่าใดมันก็จะยิ่งขยายกำลังไปเรื่อย ๆ สามารถมีทั้งทางบวก (ด้านดี) และทางลบ (ด้านไม่ดี)

(3) การป้อนกลับแบบสมดุล (Balancing feedback) เป็นการป้อนกลับตรงกันข้ามกับการป้อนกลับแบบเพิ่มกำลังทวิคูณ เพราะการป้อนกลับแบบนี้จะไม่ทำให้เกิดการบานปลาย แต่จะทำให้ผลกระทบน้อยลงและกลับคืนสู่สมดุล หรือต่อการป้อนกลับแบบสมดุล จะพบเห็นในระบบธรรมชาติ

จากการศึกษาแบบวัดการคิดเชิงระบบข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบวัดการคิดเชิงระบบนั้นมีหลากหลายกระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ 2) กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก 3) กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และ 4) การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบวัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และการป้อนกลับของเรื่องราว เนื่องจากข้อคำถามนั้นกำหนดด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้คิดอย่างอิสระ โดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่สอดคล้องกับแนวคิดของการคิดเชิงระบบ

7.5.1 ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

อรอุมา รุ่งเรืองวิชกุล (2552) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบทดสอบการคิดเชิงระบบของนิสิตปริญญาตรี โดยมีลักษณะของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจากข้อคำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ วัดการคิดเชิงระบบ 3 ด้าน คือ 1) ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก 2) ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และ 3) ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นิสิตศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้น ตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด เพียงข้อละคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการ

ในปัจจุบันนี้มีการโฆษณาสินค้าบุหรี่ยี่ห้อโรงงานยาสูบผลิตออกมาทางหนังสือพิมพ์ วิทยู และโทรทัศน์กันอย่างกว้างขวาง ผลของการโฆษณาย่อมมีอิทธิพลสูงใจเยาวชนให้เสพติดบุหรี่ยิ่งมากขึ้นอย่างไม่มีปัญหา จึงเป็นเรื่องที่น่าคิดว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่ควรจะมีการควบคุมการโฆษณาสินค้าบุหรี่ยี่ห้อ เพื่อลดการเสพติดบุหรี่ยี่ห้อในหมู่เด็กและเยาวชนให้น้อยลงโดยทางอ้อม

จงใช้สถานการณ์ตอบคำถามข้อ 0-0000

0. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใดมากที่สุด

- ก. ผลของการโฆษณาบูหรี
- ข. การควบคุมการโฆษณาบูหรี
- ค. การรณรงค์เรื่องการสูบบุหรี
- ง. ความรับผิดชอบของโรงงานต่อสังคม
- จ. การส่งเสริมการโฆษณา

เฉลย ข

00 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เยาวชนสูบบุหรีมากขึ้นคือข้อใด

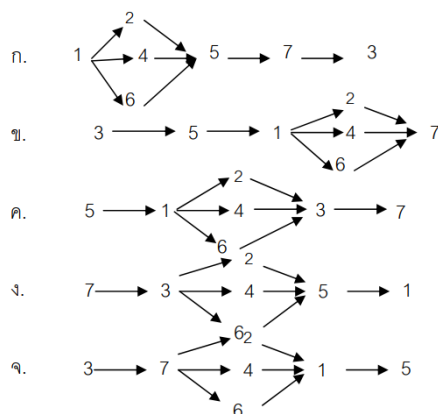
- ก. สื่อมวลชน
- ข. สิ่งแวดล้อม
- ค. การโฆษณา
- ง. โรงงานยาสูบ
- จ. เพื่อนชักจูง

เฉลย ค

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. ควบคุมการโฆษณา
2. ลดการโฆษณาทางหนังสือพิมพ์
3. ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับโทษของบูหรี
4. ลดการโฆษณาทางวิทยุ
5. รัฐบาลควบคุมการผลิตบูหรี
6. ลดการโฆษณาทางโทรทัศน์
7. การเสพติดบูหรีของเด็กลดลง

000 แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



เฉลย ข

0000 การตรวจสอบการแก้ปัญหาในข้อ 3 ว่าได้ผลหรือไม่ ควรใช้เกณฑ์ในข้อใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์นี้

- ก. การใช้เวลาว่างของเยาวชนมีจำนวนมากขึ้น
- ข. ปริมาณการผลิตบุหรี่ของโรงงานยาสูบลดลง
- ค. อัตราการเสพติดบุหรี่ในกลุ่มเด็กและเยาวชนลดลง
- ง. หนังสือพิมพ์ วิทยุ และโทรทัศน์งดการโฆษณาบุหรี่
- จ. รัฐบาลสามารถควบคุมการผลิตบุหรี่ได้เป็นผลสำเร็จ

เฉลย ค

วิธีการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบคำถามผิด หรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

เมื่อรวมคะแนนในแต่ละด้าน คะแนนสูงสุดในแต่ละด้านจะต้องเท่ากับ 10 คะแนน และคะแนนต่ำสุดจะเท่ากับ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
8.01 – 10.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบ (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้องกันกลับของเรื่องราว) อยู่ในระดับสูง
6.01 – 8.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบ (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้องกันกลับของเรื่องราว) อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
4.01 – 6.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบ (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้องกันกลับของเรื่องราว) อยู่ในระดับปานกลาง
2.01 – 4.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบ (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้องกันกลับของเรื่องราว) อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
0.00 – 2.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบ (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้องกันกลับของเรื่องราว) อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อรวมคะแนนทั้ง 3 ด้าน คะแนนรวมทั้งหมดจะเท่ากับ 30 คะแนน และต่ำสุดจะเท่ากับ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
24.01 – 30.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับสูง
18.01 – 24.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับค่อนข้างสูง
12.01 – 18.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง
6.01 – 12.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
0.00 – 6.00	นิสิตมีการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับต่ำ

นุชนาถ นุชมี (2563) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบทดสอบการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยงเหตุผลโดยยึดแนวทางของ มกราพันธุ์ จุฑะรสก (2556) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ทักษะใหญ่ๆ คือ 1) การลากเส้น 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการคิดทบทวน และ 4) การนำเสนอ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือกให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้น ตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนคำตอบที่ต้องการ

จงใช้สถานการณ์ตอบคำถามข้อ 0-0000

วันนี้ (15 ม.ค.2563) ผู้สื่อข่าวรายงานว่า นายฐปนันท ปริชาจารย์ อดีตนักเรียนนายสิบทหารบก เข้าร้องทุกข์ต่อพนักงานสอบสวนกองบังคับการปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับอาชญากรรมทางเทคโนโลยี (บก.ปอท.) หลังมีผู้นำภาพถ่ายที่อยู่ในฐานระบบของราชการ และภาพโปรไฟล์เฟซบุ๊ก ไปโพสต์ในสื่อสังคมออนไลน์ โดยเขียนข้อความกล่าวหาว่าเป็นผู้ก่อเหตุในคดีชิงทรัพย์ร้านทอง จ.ลพบุรี ทำให้มีผู้มาแสดงความคิดเห็นในเชิงลบจำนวนมากพร้อมตั้งข้อสังเกตการนำข้อมูลรูปถ่ายจากระบบทะเบียนราษฎรออกมาเผยแพร่เพราะเป็นข้อมูลทางราชการที่มีไม่ที่หน่วยงานเข้าถึงได้

ผู้เสียหาย ยังเปิดเผยว่า เมื่อวานนี้ (14 ม.ค.) ได้ไปลงบันทึกประจำวันไว้ที่ สภ.เมืองลพบุรี และเข้าแจ้งความตำรวจ ปอท.ในวันนี้ เพื่อเอาผิดเพจที่โพสต์และแชร์รูปภาพประมาณ 10 คน โดยยืนยันว่าจะดำเนินคดีถึงที่สุดให้เป็นกรณีตัวอย่าง รวมถึงหน่วยงานรัฐที่เป็นผู้เข้าถึงรูปภาพดังกล่าว

0. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นปัญหาในข้อใดมากที่สุด (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ในระบบแนวคิด)

- ก. การเผยแพร่ภาพผู้อื่น
- ข. การเขียนข้อความกล่าวหา
- ค. การดำเนินคดีต่อผู้แชร์ข้อมูลเท็จ
- ง. การแสดงความคิดเห็นบนเครือข่าย
- จ. การเข้าถึงข้อมูลของบุคคลอื่นโดยมิชอบ

เฉลย จ

00 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด (ด้านกระบวนการวิเคราะห์ในระบบแนวคิด)

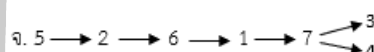
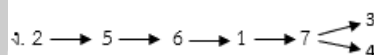
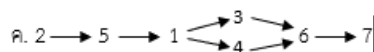
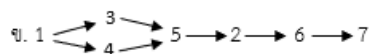
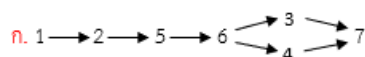
- ก. ประชาชนผู้กระทำความผิดไม่เคยถูกดำเนินคดี
- ข. ประชาชนขาดจริยธรรมในการเข้าถึงข้อมูล
- ค. ประชาชนใช้คำไม่สุภาพในการแสดงความคิดเห็น
- ง. ประชาชนขาดวิจารณญาณในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร
- จ. ประชาชนที่เป็นผู้เสียหาย ไม่แจ้งความต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจ

เฉลย ข

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. ให้ความรู้กับประชาชนและเจ้าหน้าที่
2. ออกมาตรการลงโทษสำหรับผู้กระทำความผิด
3. ประชาชนเลือกอ่านและแชร์ข่าวสาร
4. ประชาชนเลือกโพสต์ข้อมูลส่วนตัว
5. ตำรวจไซเบอร์ตรวจตรา สอดส่อง ผู้ที่เข้าข่ายกระทำความผิด
6. ดำเนินคดีต่อผู้กระทำความผิด
7. ประชาชนมีจริยธรรมในการเข้าถึงข้อมูลผู้อื่น

000 แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือ ข้อใด (การบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล)



เฉลย ก

0000 การตรวจสอบการแก้ปัญหา ว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์นี้ (การป้อนกลับของเรื่องราว)

- ก. การดำเนินคดีต่อผู้กระทำผิดลดลง
- ข. การเข้าถึงข้อมูลของบุคคลอื่นมีน้อยลง
- ค. การใช้คำสุภาพบนโซเชียลมีเดียเพิ่มขึ้น
- ง. การที่ประชาชนเลือกอ่านและแชร์ข่าวสารมากขึ้น
- จ. การที่ประชาชนไม่โพสภาพและข้อมูลส่วนตัวบนโซเชียลมีเดีย

เฉลย ก

วิธีการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบคำถามผิด หรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบ หรือเว้นว่างในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
20.01 – 25.00	ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับสูงมาก
15.01 – 20.00	ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับสูง
10.01 – 15.00	ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับปานกลาง
5.01 – 10.00	ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับต่ำ
0.00 – 5.00	ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับต่ำมาก

ณัฐารส ภูคา (2564) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบสถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีจำนวน 5 ข้อ เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ข้อละ 8 คะแนน

2.ให้อ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ พิจารณาคำถามแล้วคิดคำตอบให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนและตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

3. กรุณาทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาด้านกระบวนการคิดเชิงระบบ

จงใช้สถานการณ์ตอบคำถาม

สถานการณ์ภัยแล้งของพื้นที่จังหวัดพิจิตร ในส่วนของแม่น้ำยมมีสภาพแห้งขอด โดยสาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากแม่น้ำยมไม่มีเขื่อนในการกักเก็บน้ำ ขณะนี้น้ำได้แห้งขอดลงอย่างรวดเร็วจนเหลือแต่พื้นทรายเป็นบริเวณกว้าง จะมีน้ำหลงเหลือก็อยู่เพียงเล็กน้อยตามวังหรือที่สุมที่อยู่กลางแม่น้ำยมเท่านั้น เกษตรเห็นสภาพปัญหาแล้วอยากเสนอแนะให้รัฐบาลหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหาวิธีขุดสระ ขุดคลอง ขุดลอกแม่น้ำยมให้เป็นที่ยกเก็บน้ำ รวมถึงสร้างฝายชะลอน้ำ สร้างประตูน้ำในแม่น้ำยมให้สามารถกักเก็บน้ำได้เป็นช่วง ๆ แบบขั้นบันได ตนเชื่อว่าแก้ปัญหาก็ได้ ชาวบ้านเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ภัยแล้งไม่สามารถทำมาหากินอะไรได้เลย นอกจากพากันอพยพไปขายแรงงานในกรุงเทพฯ

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

แนวคำตอบ ภัยแล้งของพื้นที่จังหวัดพิจิตร

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

แนวคำตอบ ไม่มีแหล่งในการกักเก็บน้ำ

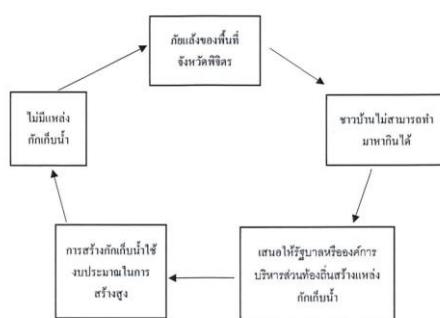
3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

แนวคำตอบ - การสร้างเขื่อน หรือขุดสระ ขุดคลอง ขุดลอกแม่น้ำ ในการกักเก็บน้ำ
ใช้งบประมาณในการทำสูง

- รัฐบาลหรือองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นยังไม่มีนโยบายในการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

4) ให้เขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

แนวคำตอบ



เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

สถานการณ์	ข้อ	เกณฑ์การตรวจให้คะแนน
1	2	หมายถึง สามารถระบุปัญหาได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
	1	หมายถึง ระบุปัญหาได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
	0	หมายถึง ระบุปัญหาไม่ถูกต้อง
2	2	หมายถึง สามารถระบุสาเหตุได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
	1	หมายถึง ระบุสาเหตุได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
	0	หมายถึง ระบุสาเหตุไม่ถูกต้อง
3	2	หมายถึง สามารถระบุปัจจัยได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
	1	หมายถึง ระบุปัจจัยได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
	0	หมายถึง ระบุปัจจัยไม่ถูกต้อง
4	2	หมายถึง สามารถเขียนวงจรความสัมพันธ์ได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
	1	หมายถึง เขียนวงจรความสัมพันธ์ได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
	0	หมายถึง ไม่สามารถเขียนวงจรความสัมพันธ์ได้

จากแบบวัดการคิดเชิงระบบที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือตามแบบวัดการคิดเชิงระบบด้วย กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และการป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) เนื่องจากข้อคำถามนั้นกำหนดด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ มาให้ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้คิดอย่างอิสระ โดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อคิดหาคำตอบและสอดคล้องกับ

แนวคิดการคิดเชิงระบบ เมื่อวัดพฤติกรรมออกมาตามแบบวัดดังกล่าวสามารถบอกได้ว่านักเรียนมีความคิดเชิงระบบหรือไม่ มากน้อยเพียงใดได้ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบ อ้างอิงจากการสร้างแบบทดสอบจาก อรุมา รุ่งเรืองวนิชกุล (2550) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในข้อคำถามที่กำหนดให้ ลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้แบบปรนัย ประกอบไปด้วยสถานการณ์ 10 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ครอบคลุมการคิดเชิงระบบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1. กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก คือ การระบุถึงปัญหาหรือสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ 2. กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล คือ การระบุขั้นตอนหรือเชื่อมโยงขั้นตอนการแก้ปัญหาของสถานการณ์ และ 3. การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) คือ การถามย้อนกลับไปถึงวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ และสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไรว่าเหมาะสมหรือไม่ สถานการณ์ละ 3 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

7.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

Verhoeff, R. P. (2003) ได้ศึกษาการคิดเชิงระบบทางชีววิทยาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบด้านชีววิทยาของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์ โดยประกอบด้วย 3 มุมมอง ได้แก่ 1. สามารถคิดในระดับโครงสร้างของชีววิทยา 2. สามารถเลือกมุมมองของระบบที่แน่นอน และใช้ผลลัพธ์อธิบายลักษณะของระบบ เพื่อเป็นแนวทางที่จะเข้าใจปรากฏการณ์ทางชีววิทยา 3. สามารถคิดย้อนกลับและมองไปข้างหน้า ระหว่างแบบจำลองระบบทั่วไปและกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นรูปธรรม และผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถแยกระดับความแตกต่างของโครงสร้างที่ต่างกันได้ เช่น เซลล์ อวัยวะ และระบบ สามารถบ่งชี้ความแตกต่างของระบบในแต่ละระดับของโครงสร้างของระบบได้ สามารถหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในโครงสร้างของระบบในแนวนอนและหาความสัมพันธ์ของโครงสร้างของระบบในแต่ละระดับตามแนวตั้ง นอกจากนี้ยังสามารถคิดย้อนกลับและคิดไปข้างหน้าระหว่างแบบจำลองระบบทั่วไปและกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นรูปธรรมได้

Verhoeff, R. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2008) ได้ศึกษาการคิดเชิงระบบโดยทำการศึกษารูปแบบการพัฒนาการคิดเชิงระบบเพื่อความเข้าใจในการเชื่อมโยงชีววิทยาของเซลล์ งานวิจัยนี้อธิบายถึงพัฒนาการศึกษาคิดเชิงระบบในระดับการศึกษาก่อนระดับมหาวิทยาลัยในด้านชีววิทยาด้านเซลล์ โดยมุ่งที่จะพัฒนาทฤษฎีและทดสอบกลยุทธ์การเรียนรู้การสอนเรื่องเซลล์โดยเน้นระบบในระดับสูงขั้นของการศึกษาชีววิทยา และบ่งชี้ได้ว่ากระบวนการการศึกษา

จากแนวคิดเชิงระบบในการศึกษาด้านชีววิทยา ทั้งนี้ในกลยุทธ์แบ่งออกเป็น 4 แบบจำลอง ซึ่งนักเรียนสามารถ 1) พัฒนาแบบจำลองของ free living cell 2) โมเดลภาพสองมิติของเซลล์ 3) โมเดลภาพ 3 มิติของเซลล์ต้นไม้ 4) สามารถใช้ความคิดที่จะสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ไปยังแบบจำลองเชิงลำดับขั้น ซึ่งมีการวัดผลและประเมินผลในห้องเรียนในหลายหลายวิธี โดยเก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยของการสังเกตในห้องเรียน การสัมภาษณ์ การอัดเทปจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การทำแฟ้มสะสมงาน ทำแบบทดสอบ และการตอบแบบสอบถาม ซึ่งผลการศึกษาพบว่ากลยุทธ์การศึกษาเหล่านี้ทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น

Assaraf, Dodick, J., & Tripto, J. (2013) ศึกษาการคิดเชิงระบบในบริบทเนื้อหาเรื่องระบบไหลเวียนโลหิตของร่างกายมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน จาก 8 โรงเรียน โดยได้แบ่งระดับของการคิดเชิงระบบไว้ 3 ระดับ ดังนี้ (1) ระดับการวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบ (2) ระดับการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบ และ (3) ระดับการทำใหญ่เดผลและนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังไม่สามารถมีความคิดเชิงระบบที่เหนือกว่าระดับ 1 ได้

ชนาธิป โหตรถวานนท์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และ วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ (2562) ได้ทำการศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต งานวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ ได้แก่ แผนผังความคิด ผลการวิจัยพบว่า 1) การระบุองค์ประกอบย่อยของระบบที่อยู่ในระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียนระบุได้ถูกต้องครบถ้วนร้อยละ 51.85 ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนร้อยละ 29.62 และได้ถูกต้องบ้างร้อยละ 14.81 2) การระบุความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียนระบุได้ถูกต้องครบถ้วนร้อยละ 48.15 ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนร้อยละ 25.93 ได้ถูกต้องบ้างร้อยละ 18.52 และได้ไม่ถูกต้องร้อยละ 3.70 แต่ไม่พบองค์ประกอบหรือการระบุที่บ่งบอกถึงตัวบ่งชี้ที่ 3) การเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพได้ และ 4) การคิดไป-กลับระหว่าง มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นกับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริงในแผนผังความคิดของนักเรียนทั้งหมดซึ่ง เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นในแต่ละส่วนของมโนทัศน์มากกว่าการเน้นภาพรวมหรือองค์รวมของมโนทัศน์ทั้งหมดครูจึงควรปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ย่อย ๆ

อย่างชัดเจน และการนำมโนทัศน์ไปใช้ในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางชีววิทยา โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำแบบจำลองหรือสถานการณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

ชนาธิป โทตรวาทน (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบจำลองเป็นฐาน โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 27 คน ผลการวิจัย สรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เริ่มจากการทำความเข้าใจและระบุ องค์ประกอบผ่านการสังเกตสื่อที่ครูกำหนดการพัฒนาแบบจำลองอย่างง่าย จากผลการสังเกต องค์ประกอบของระบบ การพัฒนาแบบจำลอง 2 มิติของกลุ่มให้สมบูรณ์โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง อย่างง่ายของสมาชิกในกลุ่ม การนำแบบจำลอง 2 มิติ มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนด และ การสร้างแบบจำลองระบบเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่และผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ในด้านการระบุองค์ประกอบและความสัมพันธ์ในระดับ

นุชนาถ นุชมี (2563) ได้ทำการพัฒนาบอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบ เรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาบอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบ เรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 (2) เปรียบเทียบการคิดอย่างเป็นระบบ ระหว่างก่อนและหลังใช้บอร์ดเกม (3) ศึกษาคุณลักษณะของนักคิดอย่างเป็นระบบหลังใช้บอร์ดเกม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) บอร์ดเกม เรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์ ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อส่งเสริม การคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (2) แบบประเมินคุณภาพบอร์ดเกม (3) แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ (4) แบบสังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะของนักคิดอย่าง เป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า (1) บอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เรื่องอาชญากรรม คอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก (2) นักเรียนที่ใช้บอร์ดเกมเรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์มีความสามารถ ในการคิดอย่างเป็นระบบหลังใช้สูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) นักเรียนที่ใช้บอร์ดเกมเรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์ มีคุณลักษณะของนักคิดอย่างเป็นระบบ อยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า การคิดเชิงระบบนั้น ผู้สอนควรให้คำแนะนำและชี้แจงขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียด มีการเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญส่วนหนึ่ง เนื่องจากเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีบทบาทอย่างยิ่ง ในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ และเห็นความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ อีกทั้ง ควรมีการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เป็นต้น

8. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

8.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler, P., & Armstrong, G. (2002) รายงานว่า พฤติกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้น จะต้องมียิ่งใจ (motive) หรือแรงขับเคลื่อน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจ ให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคน ไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (biological) เกิดขึ้นจากสภาวะ ดึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง ความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือ การเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคล กระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจเมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความ ดึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และ ทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

1) ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหาวีธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดัน โดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเอง แต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้นเพื่อให้ได้รับการยกย่อง นับถือจากผู้อื่น คำตอบคือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึง น้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

(1) ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

(2) ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

(3) ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

(4) ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

(5) ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (self – actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล คือ ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลจะพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อน เมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2) ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์

ซิกมันด์ ฟรอยด์ (S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวว่าพลังทางจิตวิทยา มีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม เขาพบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก ขณะที่ ซาริณี เดชจินดา (2535) ได้เสนอทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำการสิ่งใดๆ ที่ให้มีความสุข และจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ 1.ความพอใจด้านจิตวิทยา (psychological hedonism) เป็นธรรมชาติของความพึงพอใจว่า มนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ 2.ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (egoistic hedonism) เป็นธรรมชาติของความพอใจว่ามนุษย์จะ 3.พยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุข

ต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (ethical hedonism) ทรรศนะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุข เพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย

8.2 ความหมายของความพึงพอใจ

Good, Carter. V. (1973) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจ และเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

อุทัย พรรณสุตใจ (2545) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกรักชอบยินดีเต็มใจ หรือมีเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้รับตอบสนองความต้องการทั้งด้านวัตถุและด้านจิตใจ ความพึงพอใจเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคลอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและสิ่งจูงใจ โดยอาจเป็นไปในเชิงประเมินค่าว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งเหล่านั้นเป็นไปในทางลบหรือบวก

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกรวมของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทนคือผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นมีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจ สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานรวมทั้งการส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การ

กชกร เป้าสุวรรณ และคณะ (2550) ได้กล่าวถึง ความหมายของความพึงพอใจว่า สิ่งที่เราควรจะเป็นไปตามความต้องการ อันเป็นผลของการแสดงออกของทัศนคติของบุคคลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีประสบการณ์ที่มนุษย์เราได้รับอาจจะมากหรือน้อยก็ได้ และเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ แต่เมื่อได้สิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการหรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ก็เกิดความรู้สึกบวกเป็นความรู้สึกที่พึงพอใจ ในทางตรงกันข้ามถ้าสิ่งนั้นสร้างความรู้สึกผิดหวังก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางลบเป็นความรู้สึกไม่พึงพอใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2551) ได้กล่าวถึง ความหมายของคำว่า ความพึงพอใจ ดังนี้ คำว่า “พึง” เป็นคำกริยาอื่น หมายความว่า ยอมตาม เช่น พึงใจ และคำว่า “พอใจ” หมายถึง สมชอบ ชอบใจ

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความหมายของความพึงพอใจ คือความรู้สึกนึกคิด หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดีหรือในด้านบวกและด้านลบ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้น ๆ

7.3 การวัดความพึงพอใจ

สาโรจน์ ไสยสมบัติ (2534) กล่าวว่า ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับระดับความรู้สึกของนักเรียน ดังนั้นในการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้กระทำได้หลายวิธี ต่อไปนี้

- 1) การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
- 2) การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง
- 3) การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้งก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรม และ หลังการปฏิบัติกิจกรรม

จะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้สามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ สะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วย จึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ

อรนุช ศรีสะอาด (2550) ได้กล่าวถึงเครื่องมือการวัดด้านจิตพิสัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) แบบสอบถาม (Question naire) เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อวัดความคิดเห็นต่าง ๆ หรือวัดความจริงที่ไม่อาจทราบได้ ทำให้ได้ข้อเท็จจริงทั้งอดีต ปัจจุบัน และการคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคำถามเป็นชุด ๆ แบ่งออกได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

(1) แบบปลายเปิด (Open – Ended Form) เป็นแบบสอบถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบที่ตายตัว ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างอิสระ

(2) แบบปลายปิด (Closed – Ended Form) เป็นแบบสอบถามที่มีคำถามและตัวเลือกที่กำหนดไว้ชัดเจน ซึ่งตัวเลือกนี้คาดว่าผู้ตอบสามารถที่จะเลือกตอบได้ตามความต้องการ และมีจำนวนอย่างเพียงพอเหมาะสม แบบสอบถามชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ

- แบบเติม (Short Answer)

- แบบจัดอันดับความสำคัญ (Ranking) ให้ผู้ตอบบอกข้อคิดเห็นสำคัญจากการเรียงลำดับความสำคัญมากไปน้อย ตามความรู้สึกของผู้ตอบ

- แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นการสร้างรายการของข้อความที่เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของพฤติกรรม หรือการปฏิบัติ โดยแต่ละรายการจะถูกประเมินหรือชี้ว่า มี หรือ ไม่มี การตรวจสอบแบบรายการนี้จึงนิยมนำไปใช้ประเมิน ความสนใจ เจตคติ กิจกรรมทักษะ และคุณลักษณะส่วนตัว

- แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นแบบประเมินที่นักเรียนใช้พิจารณาตนเองหรือสิ่งอื่น ใช้ทั้งการประเมินการปฏิบัติงาน กิจกรรม ทักษะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจ ฯลฯ อาจเป็นข้อความลักษณะเชิงนิมิต (Positive) หรือเชิงนิเสธ (Negative) มาตราส่วนจะประมาณค่าโดยมีระดับความคิดเห็นตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป

2) แบบสังเกต (Observation) เป็นเครื่องมือที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นพฤติกรรม อาจเป็นบุคคล สิ่งแวดล้อม หรือวัตถุต่าง ๆ โดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการติดตามอย่างใกล้ชิด

3) การสัมภาษณ์ (Interview) คือ การสนทนาหรือเจรจาโต้ตอบระหว่างกันและกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้สัมภาษณ์ (Interviewer) และผู้ถูกสัมภาษณ์ หรือผู้ให้สัมภาษณ์ (Interviewee)

ชวลิต ชูกำแหง (2553) ได้นำเสนอวิธีการวัดจิตพิสัย ไว้ดังนี้

1) การสังเกต (Observation) โดยการสังเกตการพูด การกระทำ และการเขียนของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ครูต้องการวัด

2) การสัมภาษณ์ (Interview) โดยใช้วิธีการพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ครูอยากทราบ

3) การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีการวัด 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบของลิเคิร์ท แบบของเธอร์สตัน และแบบของออสกูด

4) แบบวัดเชิงสถานการณ์ เป็นแบบวัดจริยธรรม ส่วนใหญ่มักสร้างเป็นสถานการณ์

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนหรือบุคคลนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้ 1) การสังเกต โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) 2) การสัมภาษณ์ โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้ให้สัมภาษณ์ตอบ เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับวัตถุประสงค์ 3) การตอบคำถามสั้น ๆ ลงในช่องว่าง 4) การสอบถาม โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และ 5) การสอบถาม โดยใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

Zafra-Gómez, J. L., Román-Martínez, I., & Gómez-Miranda, M. E. (2015). ได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความพึงพอใจ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายพิจารณาผลกระทบของการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความพึงพอใจ จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคะแนนที่ดีขึ้น เช่นเดียวกับความพึงพอใจที่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

de Sales, A. B., & Antunes, J. G. (2021) ได้ทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้เกมการศึกษาในการจัดการเรียนการสอน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพอใจในการใช้เกมในการเรียนเกี่ยวกับหัวข้อต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาคณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มหาวิทยาลัยบราซิเลีย จำนวน 56 คนผลการวิจัยพบว่าเกมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสอนภาษาเป็นเกมกลุ่มนักศึกษาชื่นชอบมากที่สุดและจากการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีที่สุด ส่วนเกมที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ Swift Playgrounds และ Habitica และมีการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับกลาง

Sitthikrai, N., Hemtasin, C., & Thongsuk, T. (2023). ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเกมการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอน แบบสอบถาม

เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เกมการศึกษา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อยู่ที่ 14.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจ

พนิดา แก้วมาลา (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles : 5Es) วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทิงวิทยาคม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.33/81.10 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้จากค่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด สรุปว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้

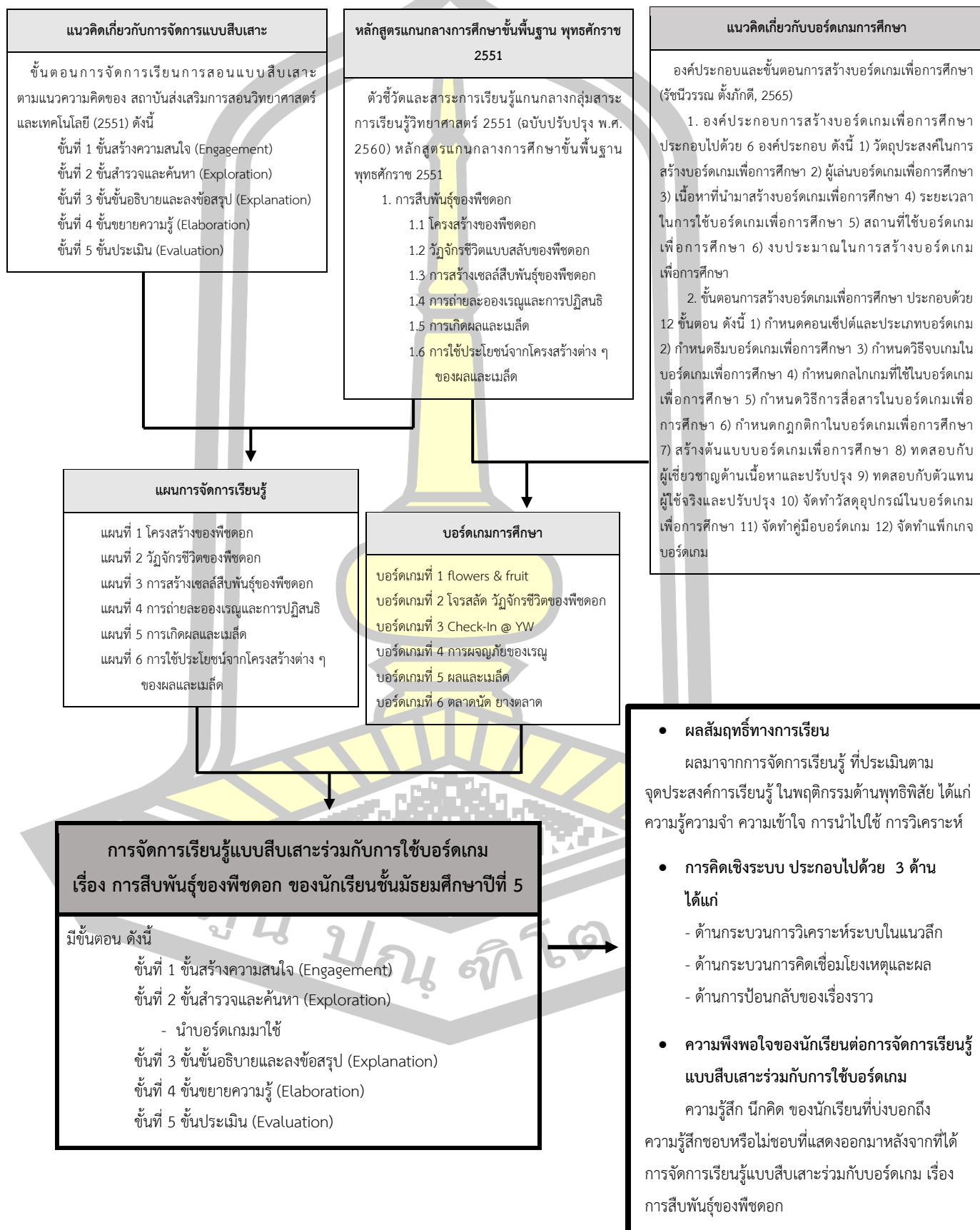
ณัฐวัฒน์ วรรณชัย และปิยมณัส วรวิทย์รัตนกุล (2565) ได้ทำการพัฒนาบอร์ดเกมการศึกษา เรื่อง ระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา 2) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบอร์ดเกมการศึกษา และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมการศึกษา โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา แบบสอบถามเพื่อประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของบอร์ดเกมการศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกมการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อองค์ประกอบการใช้บอร์ดเกมการศึกษา ภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2) ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของบอร์ดเกมการศึกษาในด้านความสอดคล้องและความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 16.58 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.08 บอร์ดเกมการศึกษามีประสิทธิภาพ 82.21/82.89 และนักเรียนมีความพึงพอใจหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81อยู่ในระดับมากที่สุด

ศักดิ์สิทธิ์ หัสมินทร์ (2566) ได้ทำการพัฒนาบอร์ดเกม ECON Matching เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องกิจกรรมทางเศรษฐกิจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบอร์ดเกม ECON Matching ในการเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์และศึกษาความพึงพอใจจากการเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกม เรื่องกิจกรรมทางเศรษฐกิจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ 1) แบบทดสอบด้านการคิดวิเคราะห์ 2) แบบบันทึกการสนทนากลุ่มและ 3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเล่นบอร์ดเกม ECON Matching ผลการศึกษาพบว่า ผู้เล่นมีการคิดวิเคราะห์จากเรื่องกิจกรรมทางเศรษฐกิจหลังการเล่นสูงกว่าก่อนการเล่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เล่นมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$)

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ร่วมกับบอร์ดเกม มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนมากถึงมากที่สุด



9. กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากร
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคสุรินทร์ เขต 24 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 5 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2, 5/3, 5/4, 5/5 และ 5/6 รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 192 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตำบลยางตลาด อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 39 คน ผลปรากฏว่าได้ห้องเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5/4 มีจำนวนนักเรียน 39 คน แต่เนื่องจากมีนักเรียน 1 คน ที่ไม่สามารถเข้าเรียนได้
ตลอด 1 ภาคเรียน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงมีจำนวนนักเรียน 38 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบสืบเสาะ

2.1.2 บอร์ดเกม

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้

บอร์ดเกม

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างของพืชดอก จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 2 วัฏจักรชีวิตของพืชดอก จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 4 การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 5 การเกิดผลและเมล็ด จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 6 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
จำนวน 1 ชั่วโมง

2.1.2 บอร์ดเกม เป็นบอร์ดเกมที่ออกแบบและพัฒนา ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 6 บอร์ดเกม ดังนี้

บอร์ดเกมที่ 1 flowers & fruit : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรกความรู้ เรื่องโครงสร้างของพืชดอก และชนิดของผล สามารถเล่นได้ 2-6 คน ภายในเวลา 45 นาที ใช้ร่วมกับ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

บอร์ดเกมที่ 2 โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรกความรู้ ด้านวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก สามารถเล่นได้ 3-6 คน ภายในเวลา 30-45 นาที ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

บอร์ดเกมที่ 3 Check-In @ YW : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรก ความรู้ด้านการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก สามารถเล่นได้ 2-6 คน ภายในเวลา 45-60 นาที ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

บอร์ดเกมที่ 4 การผจญภัยของเรณู : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรก ความรู้ด้านการถ่ายละอองเรณู และการปฏิสนธิของพืชดอก สามารถเล่นได้ 2-6 คน ภายในเวลา 30 นาที ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

บอร์ดเกมที่ 5 ผลและเมล็ด : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรกความรู้ ด้านการเกิดผลและเมล็ด รวมไปถึงส่วนประกอบของเมล็ด ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

บอร์ดเกมที่ 6 ตลาดนัด ยางตลาด : เป็น Strategy Game ที่สอดแทรก ความรู้ด้านการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ด สามารถเล่นได้ 2-5 คน ภายในเวลา 30-45 นาที ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.2.2 แบบวัดการคิดเชิงระบบ โดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประกอบไปด้วยสถานการณ์ 10 สถานการณ์ ตอบคำถามสถานการณ์ละ 3 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านของการคิดเชิงระบบ คือ (1) กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก การระบุถึงปัญหาหรือสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ (2) กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล คือ การระบุขั้นตอนหรือ

เชื่อมโยงขั้นตอนการแก้ปัญหาของสถานการณ์ และ (3) การป้อนกลับของเรื่องราว คือ การถามย้อนกลับไปถึงวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ และสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไรว่าเหมาะสมหรือไม่

2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ เนื่องจากในรายละเอียดแบบประเมินความพึงพอใจมี 1 ข้อที่ถามถึงภาพรวมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความซ้ำซ้อนกับการหาค่าเฉลี่ยรวมของแบบประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยจึงได้ตัดจำนวนข้อของแบบประเมินความพึงพอใจจาก 10 ข้อ เหลือ 9 ข้อ โดยวัดเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบสืบเสาะ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 9 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 3 และคู่มือครู
- 2) ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม
- 3) กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อการศึกษา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งในแต่ละแผนรายละเอียดประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ บอร์ดเกม และการวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้
- 4) ศึกษาเนื้อหาสาระวิชาชีววิทยา เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	เวลา (ชั่วโมง)
1	อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบ สลับของพืชดอก	โครงสร้างของดอก	ดอกโดยทั่วไปมีส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ ชั้นกลีบเลี้ยง ชั้นกลีบ ดอก ชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย อาจจำแนกประเภท ของดอกได้โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดอก ตำแหน่งรัง ไข่ หรือจำนวนดอกที่อยู่บนก้านดอก ส่วนประกอบของดอกที่ เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรง คือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสร เพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับภารกิจเป็นผลชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง ประเภทของดอก และชนิดผล (K) 2. นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับโครงสร้าง ประเภทของดอก และชนิดผลได้ (P) 3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำ กิจกรรม (A)	2
2	วัฏจักรชีวิตของ พืชดอก	วัฏจักรชีวิตของ พืชดอก	พืชดอกมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ วัฏจักรชีวิตของพืชทุกกลุ่มไม่ว่าจะเป็นพืชดอกหรือพืชไร้ดอก เป็นวัฏจักรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) กล่าวคือในช่วงชีวิตของพืชหนึ่งจะมีระยะในวงจรชีวิตที่ แตกต่างกันเป็น 2 ระยะ สลับกันคือ ระยะสไปโรไฟต์ (sporophyte) และ แกมีโทไฟต์ (gametophyte) หน้าที่ของ สไปโรไฟต์ คือการสร้างสปอร์ สปอร์ที่พืชสร้างขึ้นมาจากการ แบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสของสปอร์มาเพอร์เซลล์ มีเซลล์ที่มี จำนวนโครโมโซม 2 ชุดหรืออยู่ในสภาพ ดิพลอยด์ และหน้าที่ ของ แกมีโทไฟต์ คือ การสร้างเซลล์สืบพันธุ์	1. นักเรียนสามารถอธิบายวัฏจักรชีวิต แบบสลับของพืชได้ (K) 2. สามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิต แบบสลับของพืชดอกได้ (P) 3. นักเรียนส่งงานตรงเวลา (A)	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	เวลา (ชั่วโมง)
3	อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอกและ อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือการสร้างละอองเรณู (microsporogenesis) การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของพืชดอก จะเกิดขึ้นภายในอับเรณู (anther) ซึ่งประกอบด้วยอับละอองเรณู (pollen sac) อยู่ 4 อัน ภายในอับละอองเรณูจะมีเซลล์อยู่เป็นกลุ่ม ๆ แต่ละเซลล์เรียกว่า ไมโครสปออร์มาเทอร์เซลล์ (microspore mother cell) ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างละอองเรณู การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย หรือ การสร้างไข่ (megasporogenesis) เกิดขึ้นภายในรังไข่ (ovary) โดยที่ภายในรังไข่จะมีเซลล์หนึ่งที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า เมกาสปออร์มาเทอร์เซลล์ (megaspore mother cell) ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างไข่	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก (K) 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบพืชอับเรณูแบบและกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชผู้และเพศเมีย (P) 3. นักเรียนปฏิบัติตามข้อตกลงกฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับ ของห้องเรียน (A)	2
4	การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ	การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ	การถ่ายละอองเรณู หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ละอองเรณูปลิวมาตกบนยอดเกสรเพศเมียของดอกชนิดเดียวกันหรือข้ามต้น การถ่ายละอองเรณูเกิดขึ้นเมื่อละอองเรณูเจริญเต็มที่ อับเรณูจะแตกออกทำให้ละอองเรณูกระจายออกไป โดยอาศัยลม น้ำ โดยเฉพาะ แมลงมีความสำคัญมากในการถ่ายละอองเรณูของพืชดอกและบนยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ของพืชดอกจะมีน้ำเหนียว ๆ ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ ซึ่งช่วยในการดักละอองเรณู	1. นักเรียนสามารถอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอกได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสรุปหลักการการปฏิสนธิของพืชดอกได้ (P) 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (A)	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	เวลา (ชั่วโมง)
			การปฏิสนธิ คือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เมื่อเกิดการถ่ายละอองเรณู ภายในท่อเรณูจะมี sperm อยู่ 2 อัน ทำให้เกิดการผสม 2 ครั้ง (double fertilization) คือ sperm 1 อันจะผสมกับไข่ได้เป็น zygote ซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็นต้นอ่อน (embryo) ส่วน sperm อีกอันจะผสมกับ polar nuclei ได้เป็น endosperm ทำหน้าที่เป็นอาหารสะสมให้กับต้นอ่อน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการปฏิสนธิของพืช		
5	อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้ประโยชน์จาก โครงสร้างต่างๆ ของเมล็ด และผล	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด และโครงสร้างของผล และเมล็ดของพืชดอก	ภายหลังการปฏิสนธิรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล และออวุลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด โครงสร้างของผลประกอบด้วยผนังผลและเมล็ด ส่วนโครงสร้างของเมล็ด ประกอบด้วยเปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม	1. นักเรียนสามารถบอกโครงสร้างและชื่อ ส่วนประกอบของเมล็ดได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบโครงสร้างเมล็ดของใบเลี้ยงคู่ได้ (P) 3. นักเรียนมีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่การงาน (A)	2
6		การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของผลและเมล็ดในด้านต่างๆ เช่น อาหาร เครื่องเทศ น้ำมันหอมระเหย สีสัน	โครงสร้างแต่ละส่วนของผลและเมล็ดมีประโยชน์ต่อพืชและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ซึ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากโครงสร้างของผลและเมล็ดในด้านต่างๆ	1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของเมล็ดได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสรุปการใช้ประโยชน์จากเมล็ดและผลของพืชได้ (P) 3. นักเรียนปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับ ของห้องโรงเรียน (A)	1
			รวมเวลาที่ใช้		9

5) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระ การเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ จำนวน 6 แผน

6) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความเหมาะสมที่สร้างเสร็จ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา (ผศ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความ สอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการ วัดและประเมินผล

7) ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในด้านความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์ให้ สอดคล้องกับเนื้อหา เพิ่มแบบฝึกการคิดเชิงระบบ

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแบ่งออกเป็นด้านหลักสูตร และการสอน 1 ท่าน ด้านบอร์ดเกม 1 ท่าน ด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน และด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน

(1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

รศ.ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม การศึกษาศุภบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รศ.ดร.ปิยะพร แสนสุข การศึกษาศุภบัณฑิต (ชีววิทยา) อาจารย์ภาควิชา ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นายศรายุทธ เสนาวัง การศึกษามหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา) ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาด วิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาทางสนธิ์

นางปัทมา อินทวัน การศึกษามหาบัณฑิต การศึกษามหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา) ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาทางสนธิ์

(3) ด้านการวัดและประเมินผล

นางบรรดล ภูพานเข้า การศึกษามหาบัณฑิต (วิจัยการศึกษา) คุรุกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาภาคอีสาน

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้

9) ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) ชนิด 5 ระดับ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก
- ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย
- ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายจากการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบอร์ดเกม เพื่อกำหนดค่าเฉลี่ยของคุณภาพ ซึ่งประมาณค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ประมาณค่าความคิดเห็นตามแนวคิดของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ดังนี้

- 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 2.51-3.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.64 - 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.51 - 0.57 (ภาคผนวก ค ตารางที่ 18-20) ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้วไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาและเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะ ปรับคำศัพท์ให้สอดคล้องกันทั้งแผน ควรใช้คำถามที่นักเรียนเข้าใจง่ายและสอดคล้องกับเนื้อหา ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์การคิดเชิงระบบ การวัดและการประเมินผลปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น และอธิบายการสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่ไม่ใช่อีกกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 39 คน จากโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

13) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้และปรับปรุง โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ เวลาในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ไม่เพียงพอต่อการอธิบายกฎกติกาการใช้บอร์ดเกม ผู้วิจัยจึงได้ปรับเวลาในเพิ่มให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

14) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 38 คน ต่อไป

3.2 บอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบอร์ดเกม ที่สร้างขึ้นจากเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 6 บอร์ดเกม โดยมีขั้นตอนการออกแบบและการสร้างเกมดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีและหลักการออกแบบบอร์ดเกมจาก งานวิจัย และบทความต่าง ๆ โดยอ้างอิงตามแนวคิดของ รัชนิวรรณ ตั้งภักดี (2565) ได้แบ่งขั้นตอนการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา ไว้ดังนี้ 1) กำหนดคอนเซ็ปต์และประเภทบอร์ดเกม 2) กำหนดธีมบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 3) กำหนดวิธีจับเกมในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 4) กำหนดกลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 5) กำหนดวิธีการสื่อสารในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 6) กำหนด กฎกติกาในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 7) สร้างต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 8) ทดสอบบอร์ดเกมโดยผู้เชี่ยวชาญ 9) ทดสอบบอร์ดเกมโดยผู้เล่น 10) จัดทำวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 11) ผลิตคู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา 12) จัดทำแฟ้มเก็บบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับการสร้างเกมให้เหมาะสมกับเนื้อหา ช่วงวัยของนักเรียน

3) ศึกษาเนื้อหาการสืบพันธุ์ของพืชดอก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 3 และคู่มือครู ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาที่นำมาสร้างเกม โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 6 ส่วน ตามหัวข้อ ดังนี้ (1) โครงสร้างของดอก (2) วิถีชีวิตของพืชดอก (3) การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก (4) การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ (5) การเกิดผลและเมล็ด (6) การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด

4) ออกแบบบอร์ดเกม โดยมีเนื้อหาภายในเกมเกี่ยวกับ การสืบพันธุ์ของพืชดอก

5) ร่างแบบบอร์ดเกมที่สร้าง โดยมีองค์ประกอบเกมและกลไกตรงตามเนื้อหาของบทเรียนและหลักการสร้างบอร์ดเกม ดังตารางที่ 8



ตารางที่ 8 รายละเอียดขั้นตอนการสร้างบอร์ดเกม

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด นักจักรวรรดิแบบสลัด ของพีชดอก	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้านต่าง ๆ
เป้าหมายของเกม (Goal)	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทบทวนความรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทบทวนความรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ พัฒนาทักษะการสื่อสาร และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ คิวเวิร์ดเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม
คอนเซ็ปต์ของเกม (Concept)	ประเภทกลยุทธ์ที่ผู้เล่นจะต้องใช้การตัดสินใจในการวิเคราะห์วางแผนตัดสินใจเพื่อเอาชนะ					
ข้อมูลผู้เล่นเกม (Player Info)	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 45 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 3-6 คน เวลา 30-45 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 45-60 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 30 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 4-6 คน เวลา 30-60 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-5 คน เวลา 30-60 นาที
ระยะเวลาในการเล่นเกม (Time)	45 นาที	30-45 นาที	45-60 นาที	30 นาที	30-60 นาที	30-60 นาที
การจบเกม (Game Ending)	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนทยอยแพ้ไปทีละคน ในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนทยอยแพ้ไปทีละคน ในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน
กลไกของเกม	Set Collection	- Set Collection - story Driven - Management	- Set Collection - Area Control - story Driven	- Dexterity & Real time	- Set Collection	- Dexterity & Real time - Dice Rolline & Luck

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด ปฏิกริยาชีวิตแบบสลัด ของพืชดอก	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
เป้าหมายของ เกม (Goal)	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทบทวนความรู้ และปลูกฝัง คุณธรรมจริยธรรม	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ทบทวนความรู้ และปลูกฝัง คุณธรรมจริยธรรม	เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ พัฒนาทักษะการสื่อสาร และ ปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ คติวิเคราะห์ เพื่อส่งเสริม การเรียนรู้ และปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม	พัฒนาทักษะการคิดเชิง ระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม
คอนเซ็ปต์ของ เกม (Concept)	ประเภทกลยุทธ์ที่ใช้ผู้เล่นจะต้องใช้การตัดสินใจในการวิเคราะห์วางแผนตัดสินใจเพื่อนำตัวเองไปสู่ชัยชนะ					
ข้อมูลผู้เล่นเกม (Player Info)	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 45 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 3-6 คน เวลา 30-45 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 45-60 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-6 คน เวลา 30 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 4-6 คน เวลา 30-60 นาที	อายุ 15-18 ปี สามารถเล่นได้ตั้งแต่ 2-5 คน เวลา 30-60 นาที
ระยะเวลาในการ เล่นเกม (Time)	45 นาที	30-45 นาที	45-60 นาที	30 นาที	30-60 นาที	30-60 นาที
การจบเกม (Game Ending)	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนทยอยแพ้ไปทีละคน ในเวลาที่ตั้งกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนทยอยแพ้ไปทีละคน ในเวลาที่ตั้งกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน	เมื่อมีผู้ชนะคนเดียว มีผู้แพ้ หลายคนในเวลาเดียวกัน
กลไกของเกม	Set Collection	- Set Collection - story Driven - Management	- Set Collection - Area Control - story Driven	- Dexterity & Real time	- Set Collection	- Dexterity & Real time - Dice Roll & Luck

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด วิภูจักรชีวิตแบบสลัด ของพี่ชดอ	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
การสื่อสารใน เกม	แบบที่ใช้เสียงหรือท่าทางระหว่างการเล่นเกมแต่ไม่ได้ใช้ในกฎกติกาในเกม เป็นการใช้เพื่อความสนุกสนาน หรือ ทำให้ผู้เล่นอื่นเกิดความไม่พอใจในการตัดสินใจ				
ธีม	แนวสิ่งแวดล้อม	แนวตามจินตนาการ	แนวตามจินตนาการ	แนวสิ่งแวดล้อม	แนวสิ่งแวดล้อม
วัสดุอุปกรณ์ใน เกม	1. การ์ดดอกไม้และผลไม้ 24 ใบ 2. โทเคน 50 อัน 3. เหรียญ ทอง 100 เหรียญ 4. การ์ดโจรสลัด 6 ใบ 5. ธงโจรสลัด 6 ธง 6. หมากเดิน 6 อัน 7. กระดาน 1 กระดาน 8. ฟังก์ชันการ์ดพิเศษ 92 ใบ 9. ฟังก์ชันการ์ดพิเศษ 1 ตัว	1. การ์ดคำถาม 52 ใบ 2. โทเคน 50 อัน 3. เหรียญ ทอง 100 เหรียญ 4. การ์ดโจรสลัด 6 ใบ 5. ธงโจรสลัด 6 ธง 6. หมากเดิน 6 อัน 7. กระดาน 1 กระดาน 8. ฟังก์ชันการ์ดพิเศษ 92 ใบ 9. ฟังก์ชันการ์ดพิเศษ 1 ตัว	1. กระดาน 1 แผ่น 2. การ์ดคำถามความยากง่าย 3 ระดับ (ระดับละ 24 ใบ) 3. การ์ดค้นหาทาง ปลายทาง 35 ใบ 4. board card 6 บอร์ด 5. เหรียญ 100 เหรียญ 6. โทเคน (Token) 40 ชิ้น 7. นาฬิกาทราย 1 อัน 8. หมากเดิน คละสี 6 สี	1. การ์ดขึ้นตอน การปฏิสนธิ ของพืชดอก 54 ใบ (แยกเป็น ขั้นตอน 6 ขั้นตอน ขั้นตอนละ 9 ใบ) 2. กระดิ่งสำหรับเคาะ	1. การเกิดผล : ผนังผล เอ็มบริโอ และเมล็ด อย่างละ 20 ใบ 2. การ์ดพิเศษ 24 ใบ 3. คู่มือ คอมโบ+การ์ดพิเศษ 1 ชุด 4. การ์ดส่วนประกอบของผล และเมล็ด 9 ชนิด อย่างละ 24 ใบ

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด วิถีการชีวิตแบบสลัด ของพีชดอก	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
กติกาของเกม	การเล่น : ให้ผู้เล่นสะสมการ์ด ในมือ ตามลักษณะของ "การ์ดดอกไม้และผลไม้" เพื่อ ปลดล็อกดอกไม้และผลไม้ เหล่านั้นให้มาเป็นของตน 1) เลือกผู้เล่นคนแรก โดยการ หมุน "สิ่งจำลอง" หากหัวสิ่ง ชี้ไปที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่น คนถัดไปเวียนไปทางซ้ายมือ 2) เริ่มเกม ให้ผู้เล่นคนแรก แจกการ์ดส่วนประกอบของ ดอกและชนิดผลให้ผู้เล่นคนอื่น คนละ 5 ใบ โดยผู้เล่นจะเลือก เล่นได้ 1 แบบในแต่ละรอบ คือ -เลือกการ์ดหรือหยิบการ์ดที่ ผู้เล่นก่อนหน้าทิ้ง -เลือกปลดล็อกดอกไม้หรือ ผลไม้ -เลือกเล่นการ์ดพิเศษ	1) ผู้เล่นแต่ละคนสุ่มจับ โจรสลัด เพื่อกำหนดลำดับการเล่น โดยแต่ละรอบจะระบุตัวเลขลำดับการเล่นไว้ ใครที่ได้เรียงหมายเลข 1 จะเป็นคนเริ่มเล่นก่อน และผู้เล่นคนถัดไปเวียนไปทางซ้ายมือ 2) สับการ์ดโจรสลัด และแจกให้ผู้เล่นทุกคน คนละ 1 ใบ โดยการ์ดแต่ละใบ จะมี ความสามารถพิเศษที่แตกต่างกัน **Action การเล่น** - เลือกตอบคำถาม - เลือกซื้อโพเคนจากเรือขายสินค้า - เลือกเดินเรือ 3) "เลือกตอบคำถาม" ให้ผู้เล่นทางซ้ายมือ ของตนทำการจั่วการ์ดคำถาม จากนั้นอ่านคำถาม แล้วตนเองเป็นคนตอบ หากตอบถูกจะได้รับเหรียญหรือโพเคนตามที่ระบุไว้ในการ์ดนั้น ๆ	1) ผู้เล่นเลือกลำดับการเล่นโดยการเลือกการ์ดต้นทางปลายทางจากผู้เล่นคนใดมีระยะทางไกลที่สุด ถือว่าเป็นผู้เล่นคนแรก และ 2 3 4... ตามลำดับ (นับจากจำนวนบล็อกทางเดินสีขาว 2) จากนั้นนับตัวหมากรุกไว้ที่จุด "ต้นทาง" ของตนเอง **เริ่มเกม** 3) เมื่อถึงตาของตนเองให้เลือกความยากของโจทย์ได้แก่ - level 1 ถ้าตอบถูกจะเดินได้ 1 ช่อง - level 2 ถ้าตอบถูกจะเดินได้ 2 ช่อง - level 3 ถ้าตอบถูกจะเดินได้ 3 ช่อง	1) วางกระดิ่งไว้กลางโต๊ะที่ผู้เล่นทุกคนสามารถเอื้อมถึงได้ 2) ทำการสับการ์ดแล้วแจกการ์ดวนให้ผู้เล่นแต่ละคนจนหมดกอง 3) ผู้เล่นรวมการ์ดแล้วจัดเป็นกองคว่ำไว้ด้านหน้าตัวเอง โดยไม่เปิดดู 4) ผู้เล่นทำการจับการ์ดเพื่อเตรียมหยงโดยไม่ดู โดยมีวิธีการจับการ์ดดังนี้ ***จับตรงปลายมุมบนของการ์ดเวลาจะเปิดให้ตัวการ์ดกระเด็นมา เมื่อเปิดมาแล้วด้านท้ายของการ์ดจะไปอยู่ด้านบนแล้วเมื่อเราจับที่มุมด้านล่างแล้วมันจะกระเด็นมา ***	การจะทำคอมโบการ์ดจะต้องมีการพิจารณาที่จำเป็นก่อนเท่านั้น หากมี "ผนังผล" จะไม่สามารถทำคอมโบเมล็ดจะต้องมีการคอมโบป้องกันเป็นต้น หากมี ผนังผล เพียงคอมโบเดียว ก็สามารถทำคอมโบเต็มบริโอ ได้เพียง 1 คอมโบเท่านั้น ไม่สามารถนำ ผนังผลเดิมมาทำคอมโบใหม่ได้ ในแต่ละรอบนั้นผู้เล่นสามารถเล่นการรับมิมอก็ได้ โดยเมื่อใช้คอมโบการ์ดผู้เล่นจำเป็นจะต้องพูดถึงการ์ดแต่ละชนิด เพื่อเล่นการ์ดเมื่อผู้เล่นทำการผลลัพธ์มาวางสำเร็จได้การ์ดผลลัพธ์มาวางบนกองคอมโบของคอมโบนั้น ๆ และจะได้การ์ดพิเศษเป็นโบนัสของการทำคอมโบ 1 ใบ	1) สับการ์ดและแจกการ์ดแบบคว่ำหน้าให้ทุกคน (ห้ามดูการ์ดของตัวเอง) 2) ผู้เล่นคนแรกจั่วการ์ดในมือมาวางกลางโต๊ะ แล้วพูดว่า "ผล" จากนั้นให้คนถัดไปทำเช่นเดียวกัน แล้วพูดว่า "เมล็ด" วนไปเรื่อย ๆ 3) เมื่อเจอการ์ดที่ตรงกับคำพูดให้รีบตอบโต้ให้ไวที่สุด ใครตอบช้าก็รับการ์ดทั้งหมดไปเลย! 4) การ์ดพิเศษ คือ การ์ดที่มีพื้นหลังเป็นสีต่าง ๆ หากผู้เล่นเปิดการ์ดพิเศษ แล้วเจอการ์ดที่ตรงกับ "ผล" ให้ทำมือเป็นรูป "หัวใจ" หากเปิดการ์ดแล้วเจอการ์ดที่ตรงกับ "เมล็ด" ให้ทำมือเป็นรูปหัวใจขนาดเล็กหรือมินิยาร์ท จากนั้นตบกองการ์ดตรงกลางโต๊ะให้เร็วที่สุด คนที่ตบช้าที่สุดจะต้องเก็บการ์ดทั้งกองไป

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด วิถีชีวิตแบบสลัด ของพืชดอก	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด ต่าง ๆ	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
กติกาของเกม	3) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่น มีสิทธิ์จับการ์ดได้ รอบละ 1 ใบ ยกเว้นจับได้การ์ดพิเศษ ผู้เล่น ซึ่งจะสามารถจับการ์ดอื่น ๆ เพิ่มได้ตามที่ระบุในการ์ดพิเศษ นั้น ๆ 4) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่น จะต้องสะสมองค์ประกอบของ ดอกหรือผลไม้ ให้ครบตาม ลักษณะของดอกไม้หรือผลไม้ นั้น ๆ เพื่อปลดล็อกนำดอกไม้ หรือผลไม้มา มาเป็นของตน 5) หากผู้เล่นต้องการเปลี่ยน การ์ดใบมือ ให้ทำการดับมือ 2 ใบที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้วจับการ์ดจากกองกลางได้ 1 ใบ	4) “เลือกซื้อโทเคนจากเรือ ขายสินค้า” ผู้เล่นจะสามารถ ซื้อโทเคนได้ตามที่เรือสินค้า นำมาวางขายในแต่ละรอบ เท่านั้น จะไม่สามารถซื้อโทเคน อื่นได้ 5) “เลือกเดินเรือ” ผู้เล่นจะ สามารถเดินเรือได้ตาม ทรัพยากรที่ตนเองมีอยู่ดังนี้ - ถังน้ำมัน 2 ถึง 3 สามารถ เดินเรือได้ 1 ช่อง - เหรียญ 4 เหรียญ สามารถ เดินเรือได้ 1 ช่อง การจบเกม เมื่อครบ 6 รอบ	หากเดินไปแล้วตกจุดเลน มาร์ก(สถานที่ต่าง ๆ)ผู้เล่นจะ ได้รับเหรียญเพิ่ม 2 เหรียญต่อ 1 สถานที่ หากผู้เล่นสามารถเดินได้ถึง ปลายทางของตนเอง จะได้รับ โทเคน 1 โทเคน ต่อ 1 ปลายทาง และโทเคนที่ไดวาง บน board card ตามช่องทั้ง 8 ช่อง 4) จากนั้นจบปลายทางถัดไป และเดินต่อไปเรื่อย ๆ การจบเกม เมื่อครบ 15 รอบ หรือ มี ผู้ เล่นคนใดสามารถสะสมโทเคน ได้ครบทั้ง 8 โทเคน	5) เมื่อให้สัญญาณ ให้ผู้เล่นคน แรกทำการเปิดการ์ด 1 ใบ แล้วถัดไปเรื่อย ๆ เปิดการ์ดที่ ละใบวางไว้ด้านหน้ากอง จากนั้นทำการสังเกตว่าการที่ เปิดออกมาในรอบนั้น ๆ ว่า มี การใดบ้างที่เรียงขั้นตอนการ ปฏิสนธิของพืชดอกได้ถูกต้อง 6) ในกรณีที่มีการ์ดที่เรียง ขั้นตอนการปฏิสนธิของพืช ดอกได้ถูกต้องตามขั้นตอน ติดกัน 3 ขั้นตอน เช่น ขั้นตอน ที่ 1,2,3 หรือ 2,3,4 ให้ผู้เล่นรีบทำการคะแนนดังนี้ - ผู้ที่คะแนนแรกจะได้การ์ด ที่หงายแล้วทั้งหมดไป โดยให้ คว่ำแล้วสลับไว้ใต้กอง	***เริ่มเกม*** 1) ผู้เล่นแต่ละคนสุ่มเลือกผู้ เล่นคนแรก โดยการทอย ลูกเต๋า 6 เหลี่ยม คนที่ได้แต้ม สูงสุดจะได้เริ่มเล่นลำดับที่ 1 2) เริ่มเกม เมื่อถึงตาของ ตนเอง ผู้เล่นสามารถเลือกเล่น ได้ 2 Action ได้แก่ - เลือก “หยิบการ์ด” โดยจะ สามารถหยิบการ์ดได้ 2 ชนิด ชนิดละ 1 ใบ จะไม่สามารถ หยิบการ์ดชนิดเดียวกันได้ (หยิบแล้วถือว่าจบรอบ)	การจบเกม เมื่อผู้เล่นทั้ง 2 คนได้การ์ด ครบ และเป็นคนแรกที่ได้การ์ด ครบทั้ง 8 โทเคน - เลือก “หยิบการ์ด” โดยจะ สามารถหยิบการ์ดได้ 2 ชนิด ชนิดละ 1 ใบ จะไม่สามารถ หยิบการ์ดชนิดเดียวกันได้ (หยิบแล้วถือว่าจบรอบ)

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด นักจักรชีวิตแบบสลัด ของพีชดอก	Check-In @ YW	การเดินทางของเรณู	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้านต่าง ๆ
กติกาของเกม	6) ห้ามผู้เล่นมีการ์ดประกอบของดอกและชนิดผลบนมือเกิน 6 ใบให้เลือกทั้งการ์ดที่เกิน ก่อนทำการจั่วใหม่การปลดล็อกทำได้รอบละ 1 ครั้ง เท่านั้นเมื่อมีคนปลดล็อกได้แล้วให้นำ "การ์ดดอกไม้และผลไม้" ใหม่มาเติมให้ครบ 4 ใบ 7) หากผู้เล่นทิ้งการ์ด เพื่อทำการจั่วแล้วจะไม่สามารถปลดล็อก "การ์ดดอกไม้และผลไม้" ได้ต้องรอรอบถัดไป 8) ผู้เล่นสามารถใช้ "การ์ดพิเศษ" ได้ในรอบที่ตนเล่นเท่านั้น การจบเกม เมื่อครบ 15 รอบ	โจรสลัดนักจักรชีวิตแบบสลัดของพีชดอก การนับคะแนน เรือลำใดที่สามารถเดินเรือถึงเกาะสมบัติได้ก่อนและยังเหลือทรัพยากรบนเรืออยู่ ถือว่าเป็นผู้ชนะลำดับที่ 1 หากมีเรือถึงเกาะมากกว่า 1 ลำ ให้นับจากจำนวนทรัพยากรที่เหลืออยู่ เรือลำใดคะแนนรวมมากที่สุด คือผู้ชนะ หากไม่มีเรือลำใดเดินทางถึงเกาะ ให้นับจากจำนวนทรัพยากรที่เหลืออยู่ เรือลำใดคะแนนรวมมากที่สุด คือผู้ชนะ	Check-In @ YW	- ส่วนกรณีที่ยังไม่สามารถเรียงขั้นตอนการปฏิสนธิของพืชดอกติดกัน 3 ขั้นตอนได้ หรือเรียงสลับขั้นตอนแล้วมีการเคาะกระดิ่งไปนั้น ผู้เล่นคนที่เคาะพลาดจะต้องทำการนำการ์ดจากกองตัวเองแจกให้ผู้เล่นเกมทุกคน คนละ 1 ใบโดยให้สอดไว้ใต้กองของแต่ละคน 7) ในกรณีที่ขั้นตอนการปฏิสนธิของพืชดอกไม่สามารถเรียงขั้นตอนได้ติดกัน 3 ขั้นตอน ให้ทำการวนเล่นข้อ 4-6 ใหม่อีกครั้ง โดยในการเปิดครั้งใหม่จะทับกองเก่าที่เปิดแล้ว สะสมไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีคนเคาะได้ถูก จะได้การ์ดทั้งหมดไป 8) หากผู้เล่นคนใดการ์ดหมดกองแล้วจะต้องออกจากเกม 9) ทำการเล่นไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะเหลือผู้เล่นแค่ 2 คน จะเข้าสู่กฎพิเศษแล้วจบเกม	- เลือก "เล่น" จะไม่สามารถหยิบการ์ดได้ คือ การเลือกทำคอมโบโดยที่ผู้เล่นจะต้องมีคอมโบไปเมื่อให้ครบก่อน ถึงจะเลือก เล่นได้ ซึ่งผู้เล่นจะต้องพูดว่าเล่นอะไร พร้อมชูการ์ดให้เพื่อนในวงดู เช่น ผู้เล่นพูด "มีการตบนั่งขึ้นนอก มั่งขึ้นกลาง และนั่งขึ้นใน จากนั้นวางการ์ดที่พูดกองไว้หน้าตนเอง แล้วหยิบการ์ดผลลัพธ์มาว่าทับกองนั้น ๆ เอาไว้ (สามารถเล่นได้หลายคอมโบใน 1 คอมโบ/ 1 รอบ) 3) เมื่อไรที่เล่นคอมโบการ์ดได้ 1 ชุด จะสามารถหยิบการ์ดพิเศษได้ 1 ใบ หากการ์ดพิเศษเป็น รูปดาวจะสามารถเก็บไว้บนมือได้ หากการ์ดพิเศษเป็น รูปสายฟ้า ให้ทำการตีให้ผู้เล่นคนอื่นดูว่าเกิดอะไรขึ้น 4) เล่นวนไปเรื่อย ๆ	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของบอร์ดเกม	flowers & fruit	โจรสลัด วิถีชีวิตแบบสลัม ของพี่ต๋อง	Check-In @ YW	การเดินทางของเรย์	การเกิดผลและการเกิดเมล็ด	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
กติกาของเกม	การนับคะแนน "การรดดอกไม้และผลไม้" โดย การดูคะแนนจาก "มุมบน ด้านขวาของการ์ด" นำมานับ รวมกันในแต่ละการ์ด หากผู้ เล่นคนใดมีแต้มสะสมสูงสุด จะ เป็นผู้ชนะ แต่หากผู้เล่นคนใดที่เลือก "การมีส่วนร่วมประกอบของดอก ชนิดผล" จะถูก ลบ คะแนน โดยคะแนนที่ถูกลบจะนับจาก จำนวนการที่เหลือ 1 การ์ด = 1 คะแนน	โจรสลัด วิถีชีวิตแบบสลัม ของพี่ต๋อง	Check-In @ YW	**กรณีเหลือแค่ 2 คนนั้นจะมี กฎพิเศษ คือ กรณีที่มีคนเคาะกระดิ่งผิด จะถือว่าอีกฝ่ายชนะแล้วได้ การ์ดที่เบ็ดเสร็จไปแล้วเกมจบ ทันที จากนั้นให้ผู้เล่นทุกคนนับ การ์ดที่เหลืออยู่ คนที่มีการ์ด เยอะสุดจะเป็นผู้ชนะไป การจบเกม เหลือผู้เล่น 2 คนสุดท้าย กรณีที่มีคนเคาะกระดิ่งผิด จะถือว่าอีกฝ่ายชนะแล้วได้ การ์ดที่เบ็ดเสร็จไป แล้วเกม จบทันที จากนั้นให้ผู้เล่นทุกคน นับการ์ดที่เหลืออยู่ คนที่มี การ์ดเยอะสุดจะเป็นผู้ชนะไป	การจบเกม เมื่อการ์ดผลลัพธ์อย่างใด อย่างหนึ่งหมดลงหรือครบเวลา 45 นาทีของ การเล่นรอบนั้น จะเป็นรอบสุดท้าย การนับคะแนน คนที่มีการ์ดจำนวนน้อยเหลือ มากกว่าจะเป็นผู้ชนะหากไฟ บมือเท่ากัน จะถือว่าเสมอกัน	การใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง ต่าง ๆ ของผลและเมล็ดในด้าน ต่าง ๆ
คู่มือเกม	ขนาด A5					
แพ็คเกจเกม	กล่องสี่เหลี่ยม					

6) สร้างบอร์ดเกมตามแบบร่างและเนื้อหาที่กำหนด

7) นำบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (รศ.ดร.รัชนีวรรณ ตั้งภักดี) ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ปรับรูปแบบคู่มือบอร์ดเกม ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมบอร์ดเกม ฟอนต์และขนาดของตัวหนังสือ การเพิ่มตัวเลขในการอธิบายรูปภาพ

8) การทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนยางตลาด วิทยาการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน โดยนำบอร์ดเกมที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วทดลองใช้ (Try out) คู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเล่นบอร์ดเกมรวมถึงคุณภาพของบอร์ดเกม โดยรวมพบว่านักเรียนยังสับสนกับวิธีการเล่น รวมถึงยังไม่เข้าใจคำอธิบายในคู่มือการเล่นบอร์ดเกม อีกทั้งพบว่าการจัดที่ผู้วิจัยออกแบบบางเกินไป ไม่คงทนต่อการใช้งาน ทั้งนี้ได้ปรับปรุงข้อบกพร่องและดำเนินการแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละบอร์ดเกมพบข้อบกพร่อง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขบอร์ดเกมการศึกษาหลังจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1

บอร์ดเกม	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
flowers & fruit	- นักเรียนไม่สนใจเนื้อหาภายในการ์ด - ขนาดกระดานและขนาดการ์ดไม่สมดุลกัน	- ตัดสัญลักษณ์จั่วออก เพื่อให้ผู้เล่นได้อ่านการ์ดแทนการดูสัญลักษณ์ - ปรับช่องบนกระดานให้มีขนาดเหมาะสมกับการ์ด
โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก	- เหยื่อยมีจำนวนไม่พอต่อจำนวนนักเรียน - การ์ดคำถาม ในแต่ละคำถามมีความยาก-ง่ายไม่เท่ากัน - มีปัญหากับเวลาในการตอบคำถาม	- เพิ่มจำนวนเหยื่อยให้เพียงพอต่อการเล่น - เพิ่มการให้รางวัลในการ์ดที่มีความยาก - เพิ่มนาฬิกาทรายในการจับเวลาในการตอบคำถาม
Check-In @ YW	- การ์ดสถานที่ปลายทาง มีขนาดเล็กเกินไป - การ์ดคำถามมีขนาดเล็กเกินไป - มีปัญหากับเวลาในการตอบคำถาม	- ปรับขนาดการ์ด และตัวหนังสือ ให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น และเพิ่มความชัดเจนของตัวหนังสือ - เพิ่มนาฬิกาทรายในการจับเวลาในการตอบคำถาม

บอร์ดเกม	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
	- กระดานเดินรถไฟ ขนาดเล็กเกินไป และตัวหนังสือกลืนไปกับพื้นหลัง	เวลาในการตอบคำถาม - ปรับขนาดกระดานเกมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
การผจญภัยของเรณู	- กระดานช่องเดิน ทำให้นักเรียนกลับมายังจุดเริ่มต้นมากเกินไป ทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถเดินไปถึงเส้นชัยได้	- ปรับช่องการเดินให้สั้นลง
ผลและเมล็ด	- นักเรียนสับสนในการทำคอมโบ - การ์ดทำคอมโบ น้อยเกินไป นักเรียนไม่สามารถทำคอมโบแรกได้ ทำให้ไม่สามารถไปคอมโบถัดไปได้	- เพิ่มคู่มือการทำคอมโบการ์ด - เพิ่มจำนวนการ์ด ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เล่น
ตลาดนัด ยางตลาด	- คำถามในการ์ดคำถาม ยากเกินไป และแต่ละการ์ดระดับคำถามไม่เหมือนกัน - นักเรียนไม่สามารถเดินถึงเส้นชัยได้ในเวลาที่กำหนด	- คัดคำถามให้อยู่ในระดับเดียวกัน

9) การทดลองครั้งที่ 2 กับกลุ่มนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรเทคโนโลยีการศึกษาและคอมพิวเตอร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ (1) นายอภิรักษ์ สุราทิพย์ (2) นางสาวธัญญาญจน์ กัสสุภา และ (3) นางสาวศิริประภา ออมสิน เนื่องจากกลุ่มนิสิตทั้ง 3 ท่าน มีประสบการณ์ในการออกแบบบอร์ดเกมที่ใช้ในการศึกษา จากนั้นสังเกตพฤติกรรมขณะเล่นบอร์ดเกมรวมถึง กลไก คุณภาพ และกราฟิกของบอร์ดเกม ผลจากการทดลองดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไขบอร์ดเกมการศึกษาหลังจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2

บอร์ดเกม	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
flowers & fruit	- ควรใช้คำศัพท์เดียวกัน หากเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน - ขนาดกระดานและขนาดการ์ดไม่สมดุลกัน - ไม่อ่านการ์ด	- ปรับคำศัพท์ภายในการ์ดที่มีความหมายเดียวกัน ให้ตรงกัน - ปรับขนาดกระดานให้สมดุลกับขนาดการ์ด - ตัดสัญลักษณ์จั่วออก เพื่อให้ผู้

บอร์ดเกม	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
	- ตัดสัญลักษณ์ (ไอคอน) ในการ์ดจั่วออก - เล่นผ่านไปเป็นเวลานาน แต่ผู้เล่นยังไม่สามารถปลดล็อกการ์ดได้ แนะนำ : - ควรจำกัดเทิร์นในการเล่น - ควรตัดสัญลักษณ์ (ไอคอน) ในการ์ดออก - เปลี่ยนวิธีการจบเกมให้ชัดเจนขึ้น - เพิ่มการ์ดโจมตี (บัพ)	เล่นได้อ่านการ์ดแทนการดูสัญลักษณ์ - ปรับวิธีการจบเกม โดยเกมจะจบลงเมื่อ การ์ดคาแรคเตอร์ในกองหมดลง - เพิ่มการ์ดพิเศษ
โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก	- ธีมเกมกับรูปแบบการเล่นไม่สอดคล้องกัน - คำถามที่ใช้อยากเกินไป แนะนำ : - ปรับรูปแบบการเล่น - ควรเพิ่มการ์ดพิเศษ - เพิ่มการ์ดคาแรคเตอร์ให้แต่ละคนมีความสามารถพิเศษ - คำถามที่มีความยาก-ง่าย ต่างระดับ ควรเพิ่มหรือความสามารถพิเศษคะแนนพิเศษ	- ปรับรูปแบบการเล่น จากที่เงินจากกองกลาง เป็นได้เงินจากผู้เล่นที่อ่านคำถามแทน - เพิ่มบัพให้กับคำถามที่มีความยากขึ้น - เพื่อการวัดความสามารถพิเศษที่แตกต่างกันในแต่ละผู้เล่น - เพิ่มการจัดเวลาตอบคำถาม โดยใช้นาฬิกาทรายในการจับเวลา
ขบวนรถไฟกระบวนกรสร้างเซลล์สืบพันธุ์พืชดอก	- กระดานเดินรถไฟ ขนาดเล็กเกินไป และตัวหนังสือกลิ้งไปกับพื้นหลัง - เปลี่ยนตัวปลายทาง มีขนาดเล็กเกินไป - ช่องการเดินไม่สัมพันธ์กับการ์ดเดิน - คำถามในการดยากเกินไป	- ปรับกระดานเดินให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และตัวหนังสือชัดขึ้น - ปรับตัวปลายทางให้เป็นขนาดการ์ดปกติ - เพิ่มการได้รับเหรียญเพื่อซื้อโทเคนในการเอาชนะเกม - เพิ่มการจัดเวลาตอบคำถาม โดยใช้นาฬิกาทรายในการจับเวลา

บอร์ดเกม	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
	แนะนำ : - เปลี่ยนตัวปลายทางให้เป็นการัดขนาดปกติ - เพิ่มบัพการเล่น	เวลา
การผจญภัยของเรณู	- คะแนน ลบ เยอะเกินไป - ใช้เวลาเดินในการดานที่ 1 มากเกินไป แนะนำ : - บันไดในเกมควรมีแต่เดินขึ้น - ควรเปลี่ยนการ์ด Random เป็นการถามคำถาม หรือการ์ดคำถาม	- ปรับการเดินที่มีคะแนนลบให้น้อยลง - ปรับบันไดในเกมให้เดินขึ้นอย่างเดียว - ปรับเนื้อหาการ์ด Random เป็นคำถาม - เพิ่มการจัดเวลาตอบคำถามโดยใช้นาฬิกาทรายในการจับเวลา
ผลและเมล็ด	- ไม่อ่านการ์ด แนะนำ : - ควรเปลี่ยนการ์ดจั่ว ให้มีแต่รูปภาพ	- ปรับการ์ดจั่วให้มีแค่รูปภาพและให้ผู้เล่นอ่านชื่อการ์ดจากคู่มือที่เตรียมไว้ให้
ตลาดนัด ยางตลาด	- ไม่สามารถเดินถึงเส้นชัยได้ในเวลาที่กำหนด แนะนำ : - ควรเพิ่มบัพในการเดิน - ควรทำช่องในการเดินในกระดานให้น้อยลง - ควรเพิ่มเติมกลไก ในกระดานการเดิน - เปลี่ยนธีมจากตลาดน้ำ เป็นตลาดนัด	- ปรับช่องทางเดินในกระดานลดลง - เพิ่มบัพในการเดิน คือจากเดิน 1 การ์ดจะสามารถเดินได้ 1 สัญลักษณ์ เพิ่มเป็นสามารถเดินได้ 2 สัญลักษณ์ และสามารถใช้จ่ายเงินเพื่อเปลี่ยนหรือซื้อช่องการเดินได้ - เพิ่มการจัดเวลาตอบคำถามโดยใช้นาฬิกาทรายในการจับเวลา

10) การทดลองครั้งที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน โดยทดลองเล่นบอร์ดเกม และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเล่นบอร์ดเกมเพื่อจับรอบของการเล่น และจับเวลาในการเล่นบอร์ดเกม ทั้งนี้ได้นำการ์ดใส่ช่องพลาสติกและใช้กระดาษที่หนาขึ้น ทำให้ทนต่อการใช้งานมากขึ้น เพื่อกำหนดเวลาหรือรอบในการเล่น จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขบอร์ดเกมตามข้อเสนอแนะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับเวลาการเล่นบอร์ดเกมให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

11) นำบอร์ดเกมที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์และด้านการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ดังนี้

(1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี เชื้อชัย การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ อนุสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(2) อาจารย์ ดร.วิจิต เทพประสิทธิ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา) ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

(3) อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา) ผู้ช่วยหัวหน้าภาคฝ่ายเทคโนโลยีและนวัตกรรม อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอนสาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร

เพื่อประเมินคุณภาพของบอร์ดเกม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) ชนิด 5 ระดับ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก
- ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย
- ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายจากการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบอร์ดเกม เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพ ซึ่งประมาณค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ประมาณค่าความคิดเห็นตามแนวคิดของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51-3.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยเกณฑ์การประเมินบอร์ดเกมที่ยอมรับได้ต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์บอร์ดเกมที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยของบอร์ดเกมแต่ละเรื่องตั้งแต่ 4.30 ถึง 4.55 และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.43 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.48 ถึง 0.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 0.63 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่า มีความเหมาะสมระดับมาก (ภาคผนวก ค ตารางที่ 21-27)

12) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขบอร์ดเกมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยเกณฑ์การปรับปรุงแก้ไขบอร์ดเกมได้แบ่งตามองค์ประกอบของบอร์ดเกม (รัชนิวรรณ ตั้งภักดี, 2565) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้มีข้อเสนอแนะ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ข้อเสนอแนะบอร์ดเกมจากผู้เชี่ยวชาญ

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการแก้ไข
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 1 : flowers & fruit		
วัตถุประสงค์ในการสร้างบอร์ดเกม เพื่อการศึกษา	ควรมีคำอธิบายเสริม หรือเนื้อหาเสริมเพื่อให้เหมาะกับช่วงวัยนักเรียน	- เพิ่มคิวอาร์โค้ดใบความรู้ เพื่อให้ นักเรียนได้สแกนหาความรู้เพิ่มเติม
วิธีเล่นเกมในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- วิธีการจบเกมไม่ชัดเจน	- กำหนดรอบการเล่น และกำหนดกติกาการถือตอนจบเกมการบนมือเพิ่มเติม
วัสดุในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ภาพประกอบที่ใช้ ควรมีภาพจริงร่วมด้วยเพราะเป็นนักเรียนม.ปลาย ต้องการสื่อที่มีความถูกต้องชัดเจนตามการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ - การ์ดเกม ตัวหนังสือและการใช้ฟอนต์ไม่มีความสม่ำเสมอ	- แก้ไขภาพประกอบภายในการ์ดให้เป็นภาพสเหมือนจริง และเพิ่มการชี้บอกตำแหน่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงสร้างดอกให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น -
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาในคำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน - เพื่อเติมรายละเอียดของการ์ดทุก

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการแก้ไข
	- คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ	การ์ดที่มีในบอร์ดเกม
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากกล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 2 : โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก		
เนื้อหาที่นำมาสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ควรมีคำอธิบายเสริม หรือเนื้อหาเสริมเพื่อให้เหมาะกับช่วงวัยนักเรียน - มีคำถามเรื่องเนื้อหาและงานกราฟิกที่ดูเป็นของระดับมัธยมต้น	- เพิ่มควาร์โค้ดใบความรู้ เพื่อให้ นักเรียนได้สแกนหาความรู้เพิ่มเติม - ปรับสีการ์ดให้อยู่ในโทนสีที่เข้มข้น
กลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เป็นการตอบคำถามคล้ายกับการทำใบงานทั่วไป	- ปรับเปลี่ยนกลไกการตอบคำถามจากเพื่อแลกเหรียญ ปรับเป็นให้มีการเดินเรือเพื่อชิงทรัพยากรในการเดินเรือ
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาในคำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง - คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน - เพื่อเติมรายละเอียดของการ์ดทุกการ์ดที่มีในบอร์ดเกม
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากกล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 3 : Check-In @ YW		
เนื้อหาที่นำมาสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- การให้ข้อมูลเพิ่มเติมควรเป็นคำอธิบายสั้น ๆ ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น	- ปรับเนื้อหาใน board card ให้มีความกระชับ และเข้าใจง่ายขึ้น
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาในคำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง - คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ - คู่มือการเล่นควรระบุผู้อ่านคำถามให้ชัดเจน	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน - เพื่อเติมรายละเอียดของการ์ดทุกการ์ดที่มีในบอร์ดเกม - ระบุจำนวนผู้เล่นการ์ดให้ชัดเจน
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากกล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 4 : การผจญภัยของเรณู		
กลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกม	- กลไกการเล่นเกมที่การใช้เวลามาก	- ปรับเปลี่ยนจากเกมเดินกระดาน

องค์ประกอบของบอร์ดเกม	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการแก้ไข
เพื่อการศึกษา	เกินไป	เป็นการใช้การ์ดในการเล่น
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาใน คำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง - คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ - ตรวจสอบและปรับแก้คำที่สะกดผิดในคู่มือบอร์ดเกม	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน - คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ - ตรวจสอบและปรับแก้คำที่สะกดผิดในคู่มือบอร์ดเกม
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 5 : ผลและเมล็ด		
วัตถุประสงค์ในการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- วัตถุประสงค์ข้อ 1 อาจไม่สามารถวัดพฤติกรรมได้ - วัตถุประสงค์ขาดการวัดเรื่องผล	- ปรับแก้วัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถวัดพฤติกรรมได้ - ปรับวัตถุประสงค์ให้สามารถวัดได้ทั้งเรื่องผลและเมล็ด
วัสดุในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ตรวจสอบความถูกต้องและจุดเน้นของแต่ละภาพ ว่าต้องการสื่อถึงอะไร เพื่อความเข้าใจที่ไม่คลาดเคลื่อนของผู้เล่น	- ปรับเน้นภาพส่วนประกอบเมล็ดและผลต่าง ๆ ให้มีการชี้และอธิบายเพิ่มเติมในภาพนั้น ๆ ต้องการสื่อความหมายถึงสิ่งใด
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาใน คำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง - คู่มือควรมีรายละเอียดของการ์ดต่าง ๆ ให้ครบ	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน - เพื่อเติมรายละเอียดของการ์ดทุกการ์ดที่มีในบอร์ดเกม
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น
บอร์ดเกมการศึกษาที่ 6 : ตลาดนัด ยางตลาด		
กลไกเกมที่ใช้ในบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- กลไกการตอบคำถาม ควรลดการใช้คำถาม-คำตอบ เป็นสิ่งขับเคลื่อนเกม มิฉะนั้นจะดูเหมือนแบบฝึกหัดที่เปลี่ยนรูปร่าง	- ปรับกลไกเกมเป็นการใช้รูปภาพภายในการ์ดระบุวัตถุที่บ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างผลและเมล็ด
คู่มือบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- เวลาใน คำแนะนำใช้งานไม่สอดคล้องกับหน้ากล่อง - ตรวจสอบการใช้คำที่มีความหมายกำกวม	- ปรับแก้คำแนะนำให้สอดคล้องกัน
แพ็คเกจของบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา	- ฝากล่องเกมขาดรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น	- เพิ่มรายละเอียดเรื่องเวลา และจำนวนผู้เล่น

13) นำบอร์ดเกมมาปรับปรุงให้มีความถูกต้องเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1) ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดผลและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมาย ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์และกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จำแนก ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตาม ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)								รวม	
		ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
โครงสร้างของ ดอกและชนิดของ ผล	นักเรียนสามารถ อธิบายโครงสร้าง ประเภทของดอก และชนิดผลได้	2	1	2	1	-	-	-	-	4	2
วัฏจักรชีวิตแบบ สลับของพืชดอก	นักเรียนสามารถ อธิบายวัฏจักรชีวิต แบบสลับของพืชได้	2	1	2	1	-	-	-	-	4	2

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตาม ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)								รวม	
		ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก	3	2	3	2	-	-	-	-	6	4
การถ่ายละอองเรณู และการ ปฏิสนธิ	นักเรียนสามารถอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอกได้	3	2	3	2	2	1	-	-	8	5
การเกิดผลและเมล็ด	นักเรียนสามารถบอกโครงสร้างและชิ้นส่วนประกอบของเมล็ดได้	2	1	2	1	-	-	2	1	6	3
การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของผลและเมล็ด	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดได้	2	1	2	1	2	1	2	1	8	4
รวม		14	8	14	8	4	2	4	2	36	20

4) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ ตามที่กำหนดไว้

5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ผศ.ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบ

กับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

6) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ความตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1	แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
คะแนน 0	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
คะแนน -1	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

7) นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ค ตารางที่ 28)

8) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ทำให้เกิดความกำกวม การโยงข้อความในข้อสอบควรให้เส้นที่มีหัวลูกศร ปรับข้อคำถามให้มีความกระชับ หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาพูด และข้อสอบใดที่ใช้รูปภาพควรทำให้ขนาดใหญ่และชัดเจน จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 39 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

9) นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.28 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.21 - 0.72 (ภาคผนวก ค ตารางที่ 29)

10) นำแบบทดสอบที่ได้คัดเลือก จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562)

ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีค่าเท่ากับ 0.86

11) จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 แบบทดสอบการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นแบบปรนัย จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วยสถานการณ์ 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วยข้อคำถามย่อย 3 คำถาม รวม 10 สถานการณ์ และ 30 ข้อคำถามย่อย ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) สร้างแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ โดยลักษณะคือ เป็นแบบปรนัย โดยกำหนดสถานการณ์ 15 สถานการณ์ ข้อคำถามย่อย 45 ข้อ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านของการคิดเชิงระบบ ได้แก่ (1) กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก คือ การระบุถึงปัญหาหรือสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ (2) กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล คือ การระบุขั้นตอนหรือเชื่อมโยงขั้นตอนการแก้ปัญหาของสถานการณ์ และ (3) การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) คือ การถามย้อนกลับไปถึงวิธีแก้ปัญหานี้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ และสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไรว่าเหมาะสมหรือไม่ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านการคิดเชิงระบบ

พฤติกรรมด้านการคิดเชิงระบบ	จำนวนข้อคำถามย่อย	
	สร้าง	ใช้จริง
ด้านการวิเคราะห์ระบบแนวลึก	15	10
ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	15	10
ด้านการป้อนกลับเรื่องราว	15	10
รวม	45	30

3) นำแบบทดสอบการคิดเชิงระบบที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับสถานการณ์ในแต่ละข้อให้มีความสั้นและกระชับมากขึ้น และจัดรูปแบบการวางข้อคำถามให้เป็นระเบียบ

4) นำแบบทดสอบการคิดเชิงระบบที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกาเรียนรู้อยู่

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ความตรงเชิงเนื้อหาโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้ (ตารางที่ 13) โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

- คะแนน +1 แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
 คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
 คะแนน -1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

5) นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวทุกข้อผู้วิจัยจะเลือกใช้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่ 0.60 - 1.00 คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ จำนวน 45 ข้อ (ภาคผนวก ค ตารางที่ 30)

6) นำแบบทดสอบการคิดเชิงระบบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ หลักเลี่ยงการใช้คำที่ทำให้เกิดความกำกวม ปรับตัวเลือกในข้อสอบให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย

7) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 39 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

8) ตรวจกระดาษคำตอบจากการทดลอง (Tryout) โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ เพื่อเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ข้อสอบที่คัดเลือกจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.41-0.72 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.41-0.77 (ภาคผนวก ค ตารางที่ 31)

9) นำแบบทดสอบที่ได้คัดเลือกแล้วไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ มีค่าเท่ากับ 0.71

10) จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.5 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งวัดกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เป็นแบบประเมินความพึงพอใจจำนวน 21 ข้อ ใช้จริง 9 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบประเมินความพึงพอใจจำนวน 21 ข้อ ใช้จริง 9 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

การแปลความหมายของค่าที่วัดได้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์โดยการเฉลี่ยรายช่วงและรายข้อตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยสร้างไครบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด 3 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ ด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสร้างจำนวนทั้งหมด 21 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 9 ข้อ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

ด้านการวัด	สร้าง	ใช้จริง
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	7	2
ด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	7	3
ด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	7	4
รวม	21	9

เนื่องจากข้อคำถาม 1 ข้อ ที่มีรายละเอียดในข้อคำถามที่กล่าวถึงประเด็นภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ปรึกษากับท่านอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นอาจารย์ที่ปรึกษาจึงให้คำแนะนำให้ตัดข้อคำถามนั้นออกเนื่องจากเกิดความซ้ำซ้อนกับการหาค่าเฉลี่ยรวมของแบบประเมินความพึงพอใจทั้งฉบับ

3) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ผศ.ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ ตรวจสอบคำผิด และการใช้คำที่มีความหมายกำกวม

4) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

5) นำแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ควรมีคำว่า ข้าพเจ้าพอใจที่..... ข้าพเจ้าสนุกที่..... ข้าพเจ้าชอบที่..... จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจ (Index of Consistency : IC) ซึ่งแบบวัดนี้ผู้วิจัยจะเลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IC ที่ 0.80 - 1.00 คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ เนื่องจากมี 1 ข้อที่มีรายละเอียดในการวัดที่อธิบายถึงการวัดการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม ทำให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของคะแนน ผู้วิจัยจึงได้ตัดข้อนั้นออก ทำให้แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ มี 9 ข้อ (ภาคผนวก ค ตารางที่ 32)

6) จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

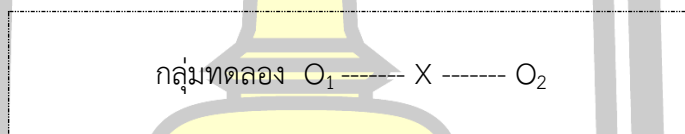
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก การคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (One group pretest-posttest design) ใช้ตัวอย่าง 1 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ดังนี้

วิจัยกึ่งทดลอง รูปแบบ One group pretest-posttest design



เมื่อ O₁ แทน การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง (Pretest)
 O₂ แทน การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง (Posttest)
 X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกที่พัฒนาขึ้น และปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน โดยดำเนินการดังนี้

- 1) ผู้วิจัยได้ทำหนังสือจากมหาวิทยาลัยเพื่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการทดลอง
- 2) นำแผนการจัดการเรียนรู้และบอร์ดเกมที่ทดลองใช้แล้ว ที่ผ่านการประเมิน และตรวจสอบแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
- 3) ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงระบบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ที่สร้างขึ้นจำนวน 6 แผนการเรียนรู้ จำนวน 9 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างของดอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วัฏจักรชีวิตของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเกิดผลและเมล็ด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผล

และเมล็ด

5) เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

6) สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน โดยแบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม จำนวน 9 ข้อ เพื่อนำคะแนนไปวิเคราะห์ หาระดับความพึงพอใจ

7) รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและแบบทดสอบ วัดการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

8) วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ สมมติฐาน One sample t-test กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.2 การวิเคราะห์การคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

$$IOC \text{ และ } IC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

3) หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$R = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	R	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้สอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้ที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

4) หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k-1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

5) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

6.2 สถิติพื้นฐาน

1) ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละ

N แทน จำนวนสมาชิก

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนสมาชิก

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

6.3 สถิติทดสอบสมมติฐาน

1) การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}, df = n - 1$$

เมื่อ	n	แทน ค่าสถิติทดสอบที่
	$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	s	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ

3) การเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2561)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}$$

$$df = n - 1$$

$$\alpha = .05$$

เมื่อ	D	แทน ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ในรายวิชาชีววิทยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 38 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้รูปแบบการวิจัยรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง (One group pretest-posttest design) และมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$S. D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติทดสอบที แบบ One Sample และแบบ Dependent Samples

df แทน ชั้นของความอิสระ

p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดเชิงระบบของนักเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

ผลการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (n=38)	S.D.	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	μ_0 (70%)	t	df	p
รวม	20	16.11	1.624	80.55	14	7.991*	37	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า คะแนนค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.11 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 80.55 เมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ($\mu_0 = 14$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการคิดเชิงระบบโดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงระบบแบบปรนัย โดยกำหนดสถานการณ์ 10 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อความย่อย 3 ข้อ รวม 30 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 10 คะแนน รวมทั้งหมด 30 คะแนน ดังนี้ 1) กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก 2) กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และ 3) การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) และรวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจากที่ได้เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test ปรากฏดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test

คะแนน		คะแนน	ค่าสถิติ					
การคิดเชิงระบบ		เต็ม	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	ก่อน	10	38	2.23	1.47	13.82*	37	.000
	หลัง			5.18	2.43			
ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	ก่อน	10	38	2.49	1.31			
	หลัง			5.64	2.19			
ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว	ก่อน	10	38	2.36	1.13			
	หลัง			5.18	1.93			
คะแนนรวม	ก่อน	30	38	7.26	2.79			
	หลัง			16.42	5.37			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รวมทั้ง 3 ด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 7.26 และคะแนนเฉลี่ยหลังใช้มีค่าเท่ากับ 16.42 เมื่อทดสอบ Dependent Samples t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า 0.05 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า (1) ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.23 และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 5.18 (2) ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.49 และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 5.64 และ (3) ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 5.18 ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=13.82, p=.000$)

3.3 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ จำนวน 9 ข้อ จากนั้น วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายโดยการเฉลี่ยราย ช่วงและรายข้อตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert) ปรากฏดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ข้อ ที่	รายการ	$\bar{X}$ (n=38)	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1	มีสนุกสนานในการจัดการเรียนรู้	4.53	0.68	มากที่สุด
2	มีความพึงพอใจต่อการสอนของครู	4.71	0.60	มากที่สุด
ด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3	เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่ยากจนเกินไป	4.24	0.67	มาก
4	สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.39	0.71	มาก
5	การจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.42	0.82	มาก
ด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้				

ข้อ ที่	รายการ	$\bar{X}$ (n=38)	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
6	บอร์ดเกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีคำชี้แจงอธิบายรายละเอียด วิธีการเล่นที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.55	0.68	มากที่สุด
7	ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเหมาะสม ใช้เวลาไม่นาน	4.47	0.75	มาก
8	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความสวยงามดึงดูดความสนใจ	4.63	0.67	มากที่สุด
9	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริม การคิดเชิงระบบได้	4.37	0.67	มาก
โดยรวมเฉลี่ย		4.48	0.69	มาก

จากตารางที่ 17 พบว่านักเรียน มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. 0.69) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนของครู มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, S.D. 0.60) รองลงมา คือ บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความสวยงามและดึงดูดความสนใจ ($\bar{X} = 4.63$, S.D. 0.67) มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และบอร์ดเกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีคำชี้แจงอธิบายรายละเอียดวิธีการเล่นที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.55$, S.D. 0.68) มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมเพิ่มเติม ดังนี้

นักเรียนมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ในประเด็นดังต่อไปนี้ ครูสอนชีววิทยาได้ดีและเข้าใจง่าย ดีใจมากที่ได้เล่นเกม ได้เล่นเกมกับเพื่อน อยากให้ครูสอนโดยใช้เกมทุกครั้ง เกมที่มีการตอบคำถามบ้างข้อยากไป ทำให้คิดเร็วขึ้นมีความมุ่งมั่นมากขึ้น

พูน ปณ จิต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อการศึกษา ในรายวิชาชีววิทยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ และ ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

2. สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมมีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมมีความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69

3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ในรายวิชา ชีววิทยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีการเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้จากหนังสือ ตำรา มาอยู่ในรูปแบบของบอร์ดเกม ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้สังเกต มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ เรียนรู้และทบทวนเนื้อหาต่าง ๆ ภายในเกม ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ไม่เบื่อหน่าย บอร์ดเกม ที่นำมาเป็นสื่อการเรียนรู้ยังมีการใช้ภาพให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพ และเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งในบางรูปแบบของบอร์ดเกมผู้วิจัยได้พัฒนาให้มีการเพิ่มสถานที่ต่าง ๆ ในพื้นที่ใกล้ชิดโรงเรียน ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ต้องการเรียนอย่างใกล้ชิด ส่วนผู้สอนทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากความเข้าใจ อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและสรุปความรู้ที่ได้ ทำให้นักเรียนทุกคนได้รับแนวคิดที่ตรงกัน อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการสอนชัดเจนทำให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือศึกษาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (สุทธิดา จำรัส, 2561) โดยนวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ (2562) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มี 3 ประการ คือ 1) นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการได้รับความรู้จากครูผู้สอน 2) ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความอยากรู้ และนักเรียนได้ใช้การสืบค้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 3) ต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นของตนเองให้ได้มากที่สุด และยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวทางแนวคิดและสร้างความเข้าใจ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmad, Shaheen and Gohar

(2018) พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้การสอนร่วมกับบอร์ดเกม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมสูง มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันที และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนหรือเกมเข้ากับบริบทชีวิตจริงได้ง่ายกว่าการสอนแบบบรรยาย (Trybus, 2014) สอดคล้องกับ สุคนธ์ สิ้นธนันท์ และคณะ (2551) กล่าวว่า บอร์ดเกมจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและจดจำบทเรียนได้ง่ายและพัฒนาทักษะต่าง ๆ รวดเร็ว ดังที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2553) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของเกมวิทยาศาสตร์ที่ดีว่าเกมวิทยาศาสตร์ที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนมีการตัดสินใจในขณะที่เล่นเกม โดยการตัดสินใจนั้นเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่เป็นการเพิ่มพูนทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พนิดา แก้วมาลา (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles : 5Es) วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนกับหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ บุญชนิต สถิตยชน และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับบอร์ดเกม พบว่าจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลธิชา คำกองแก้ว และกานต์วี บุขยานนท์ (2563) ได้ออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา “My Hospital” เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบอวัยวะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การสอนโดยใช้บอร์ดเกม การศึกษาส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ นภาศรี สงสัย (2563) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบอร์ดเกม เรื่อง ระบบนิเวศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ พิทยานันท์ จตุณราพิทย์ และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษารูปแบบการเรียนรู้อย่างสืบเสาะเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมมีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้านของการคิดเชิงระบบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และด้านการป้อนกลับของเรื่องราว มีคะแนนด้านละ 10 คะแนน พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผลมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.49 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.31 รองลงมา คือ ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.13 และ ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.23 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.47 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผลมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.19 รองลงมา คือ ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.18 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.43 และด้านการป้อนกลับของเรื่องราว โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.18 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.93 ตามลำดับ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดแทรกกระบวนการฝึกให้นักเรียนคิดเป็นขั้นตอนผ่านบอร์ดเกม โดยการคำนวณ คิดวิเคราะห์ถึงทรัพยากรภายในเกมก่อนที่จะมีการวางแผนในการเอาชนะนักเรียนคนอื่น มีการเก็บรวบรวมหลักฐานให้ครบเพื่อหาข้อสันนิษฐานหรือหาข้อสรุป มีกระบวนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในเกม รวมไปถึงประเมินสถานการณ์ว่าจะทำอย่างไรจึงจะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) มีการนำเข้าสู่เกม ใช้คำถามกระตุ้นการคิดของผู้เรียนระหว่างการเล่น และมีการถอดบทเรียนจากการเล่นเกมสู่ความรู้เชิงลึก ส่งผลให้การสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้อยู่ในระดับการคิดขั้นสูงได้ (insKru, 2022) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะยังเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน มีการทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลองและตีความจากการทดลองด้วยตนเองโดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู (สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, ม.ป.ป) และยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบเพิ่มขึ้นได้ (นิยม กิมาณูวัฒน์ และคณะ, 2559) อีกทั้งการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นยังมีการกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับบทเรียนในชั้นการสอนขั้นที่ 1 ทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนหาคำตอบอย่างอิสระ และได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 นักเรียนได้มีโอกาสฝึกการคิดและฝึกปฏิบัติ วางแผนค้นคว้าอย่างเป็นระบบจนสามารถมองเห็นได้ตลอดทั้งกระบวนการภายในเกม ช่วยให้นักเรียนได้ทดลองวางแผนในการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่อยู่ในมือเพื่อให้ตนเองบรรลุภารกิจต่าง ๆ มีการตัดสินใจและการกระทำที่มีผลกระทบต่อผลลัพธ์ในรอบต่อไป ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนฝึก

การวิเคราะห์ผลกระทบของการกระทำและการตัดสินใจ บางเกมมีการสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของเกมที่ต้องการการวิเคราะห์และการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อทำให้เลือกทำลายหรือสร้างความสัมพันธ์ที่เหมาะสม อีกทั้งบอร์ดเกมยังมีความซับซ้อนที่ต้องมีการวางแผนและการวิเคราะห์เพื่อให้เลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อชนะเกม จึงสามารถช่วยให้นักเรียนฝึกการคิดเชิงระบบอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนมีการนำเสนอผลงานของตนเองพร้อมกับการวิเคราะห์ผลงานของเพื่อน ช่วยให้นักเรียนทักษะในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พัฒนาทักษะการจัดระบบความคิด และการวางแผนอย่างเป็นขั้น ส่งเสริมการพัฒนาสติปัญญาที่หลากหลาย รวมถึงการสังเกตและคิดหาเหตุผล ทั้งนี้การเล่นเกมนักเรียนยังทำให้นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นทั้งร่างกายและจิตใจ (ธัญลักษณ์ ลิขวนคำ, 2544) การนำบอร์ดเกมมาใช้เป็นสื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่เปิดโอกาสให้ความคิดของนักเรียนได้มีการเชื่อมโยง เพื่อหาความเป็นไปได้ใหม่ ๆ ดังที่ สกุลบุตร เอกวิธานิพนธ์ (2560) ได้กล่าวว่า บอร์ดเกม ทำให้นักเรียนเปลี่ยนบทบาทจาก "นักเรียน" ที่ต้องรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว เป็น "ผู้ทดลอง" ที่ต้องการบริหารจัดการภายใต้กฎที่สามารถเข้าใจได้ด้วยการตัดสินใจของตนเอง ผ่านกลไกเกมต่าง ๆ ทำให้นักเรียนต้องมีการวางแผนและใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการตัดสินใจ เนื่องจากเกมพิจารณาตัวเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด ทำให้พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบและการวางแผนที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งทิภา จันทร์สุข และ สุมาลี ชูกำแพง (2565) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) โดยใช้บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยใช้บอร์ดเกม มีพัฒนาการของการคิดเชิงระบบโดยเฉลี่ยร้อยละ 63.10 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับ รัชนิวรรณ ตั้งภักดี (2565) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบอร์ดเกมไว้ว่า บอร์ดเกมสามารถช่วยพัฒนาความฉลาดด้านสติปัญญา (IQ- Intelligence Quotient) เช่น ความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการคิดวิเคราะห์ การวางแผน การแก้ปัญหา และรวมไปถึงการคิดเป็นระบบได้

3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมมีความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. 0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนของครู ($\bar{X} = 4.71$, S.D. 0.60) มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด รองลงมา คือ บอร์ดเกมที่นำมาใช้มีความสวยงามดึงดูดความสนใจ ($\bar{X} = 4.63$, S.D. 0.67) มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และ บอร์ดเกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีคำชี้แจงอธิบายรายละเอียดวิธีการเล่นที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.55$, S.D. 0.68) มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ตามลำดับ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้เปลี่ยนการเรียนรู้ในตำราเรียนปกติ มาเป็นการเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความ

สนใจที่จะเรียนรู้ เพราะเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมมาก่อน ยิ่งเพิ่มความสนใจแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนุกกับการเรียน นักเรียนได้พูดคุยทำการปรึกษากันในกลุ่มเพื่อนระหว่างการเรียนรู้จากการเล่นบอร์ดเกม รวมถึงนักเรียนได้พบกับความท้าทายในการเล่นแต่ละครั้ง อีกทั้งผู้สอนยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมและแสวงหาคำตอบของคำถามด้วยตนเองโดยไม่ได้ปิดกั้นความคิดของนักเรียน นักเรียนสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองในการทำกิจกรรมอีกด้วย การเรียนรู้แบบสืบทอดนั้นเน้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง ครูมีการใช้คำถามหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตหรือเกิดข้อสงสัยขึ้นภายในตนเองเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะ นักเรียนทุกคนได้มีการแสดงความคิดเห็น ส่วนครูรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนโดยเท่าเทียมกันทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง บรรยากาศการเรียนรู้มีความเป็นกันเองและเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ (อับดุลละ อุมาร์ และคณะ, 2560) อีกทั้งบอร์ดเกมยังมีความน่าสนใจ มีการใช้ภาพ และภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และผู้วิจัยได้สอดแทรกธีมที่บริบทและสิ่งแวดล้อมบริเวณโดยรอบโรงเรียนเข้าไป ซึ่งอาจจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้นอีกด้วย การเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมเป็นการเรียนที่นำเสนอเนื้อหาและความรู้ผ่านบอร์ดเกม ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ระหว่างการเล่นและทำให้ลดความเบื่อหน่ายในกระบวนการเรียน ผ่อนคลาย ช่วยลดความตึงเครียดในการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้จนนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดี ผลที่ตามมา คือ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความประทับใจ จึงมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยของ วราภรณ์ ลิ้มเปรี้ยววัฒนา และกันตณ ธรรมวัฒนา (2560) ที่กล่าวถึงผลกระทบจากการเล่นบอร์ดเกมของวัยรุ่นว่า ช่วยให้มีสมาธิในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ในด้านอารมณ์และความรู้สึกทำให้ความรู้สึกผ่อนคลายจากความตึงเครียด เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ควบคุมอารมณ์ของตัวเองได้ดีขึ้น และได้รู้จักกับเพื่อนใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอีกด้วย (กิงกาญจน์ บุณสินวัฒนกุล, 2562) อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบการเรียนการสอนโดยใช้เกมกับการสอนแบบบรรยาย พบว่าการสอนผ่านเกมจะมีข้อดีมากกว่า เช่น การมีส่วนร่วมของนักเรียนที่สูงกว่า นักเรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันที นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนหรือเกมเข้ากับบริบทชีวิตจริงได้ง่ายกว่า (Trybus, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาพศรี สงสัย (2563) ได้ทำการศึกษาความพึงพอใจใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียน

ที่มีต่อบอร์ดเกมในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ รุ่งทิพา จันท์สุข และสุมาลี ชูกำแพง (2565) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) โดยใช้บอร์ดเกม นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1) การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมนั้นผู้สอนจะต้องมีการเตรียมความพร้อม และมีหน้าที่ในการเป็นผู้นำที่สามารถที่จะอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน โดยการจัดเตรียมบอร์ดเกมให้เพียงพอกับกลุ่มหรือจำนวนของนักเรียน อีกทั้งยังจะต้องจัดหาสถานที่เพื่อความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) การนำบอร์ดเกมในงานวิจัยไปใช้ ควรคำนึงถึงบริบทของโรงเรียน และนักเรียน เนื่องจากในงานวิจัยนี้ในบางบอร์ดเกมมีการสอดแทรกพื้นที่ต่าง ๆ บริเวณรอบ ๆ เขตโรงเรียนเข้าไปด้วย หากมีการนำไปใช้นอกเขตพื้นที่อาจจะทำให้นักเรียนไม่เข้าใจได้

3) ครูหรือผู้นำเกมควรมีการศึกษาเกมและทดลองเล่นก่อนที่จะนำไปสอน เพื่อทำความเข้าใจกับบอร์ดเกม

4) ในการจัดการเรียนรู้ที่มีการเล่นบอร์ดเกม นักเรียนอาจจะเกิดความสับสนในวิธีการเล่น กติกาการเล่นต่าง ๆ ก่อนเริ่มการทำกิจกรรมครูผู้สอนหรือผู้นำเกมควรอธิบาย สาธิตและแจ้งกติกาการเล่นให้ชัดเจน เพื่อให้ทุกคนเข้าใจอย่างถูกต้องตรงกันทั้งหมด และเปิดโอกาสให้มีการถามข้อสงสัยก่อนเริ่มการทำกิจกรรม

5) หากมีการพัฒนาบอร์ดเกมมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผู้วิจัยควรคำนึงถึงความหลากหลายของรูปแบบกลไกเกมที่แตกต่างกัน เนื่องจากในช่วงเวลาที่ใช้บอร์ดเกม หากเกมนั้นมีกลไกที่ซ้ำอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อได้ จึงควรมีการสลับการสอนโดยใช้บอร์ดเกมและการสอนแบบสืบเสาะจากสื่อการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ร่วมด้วย

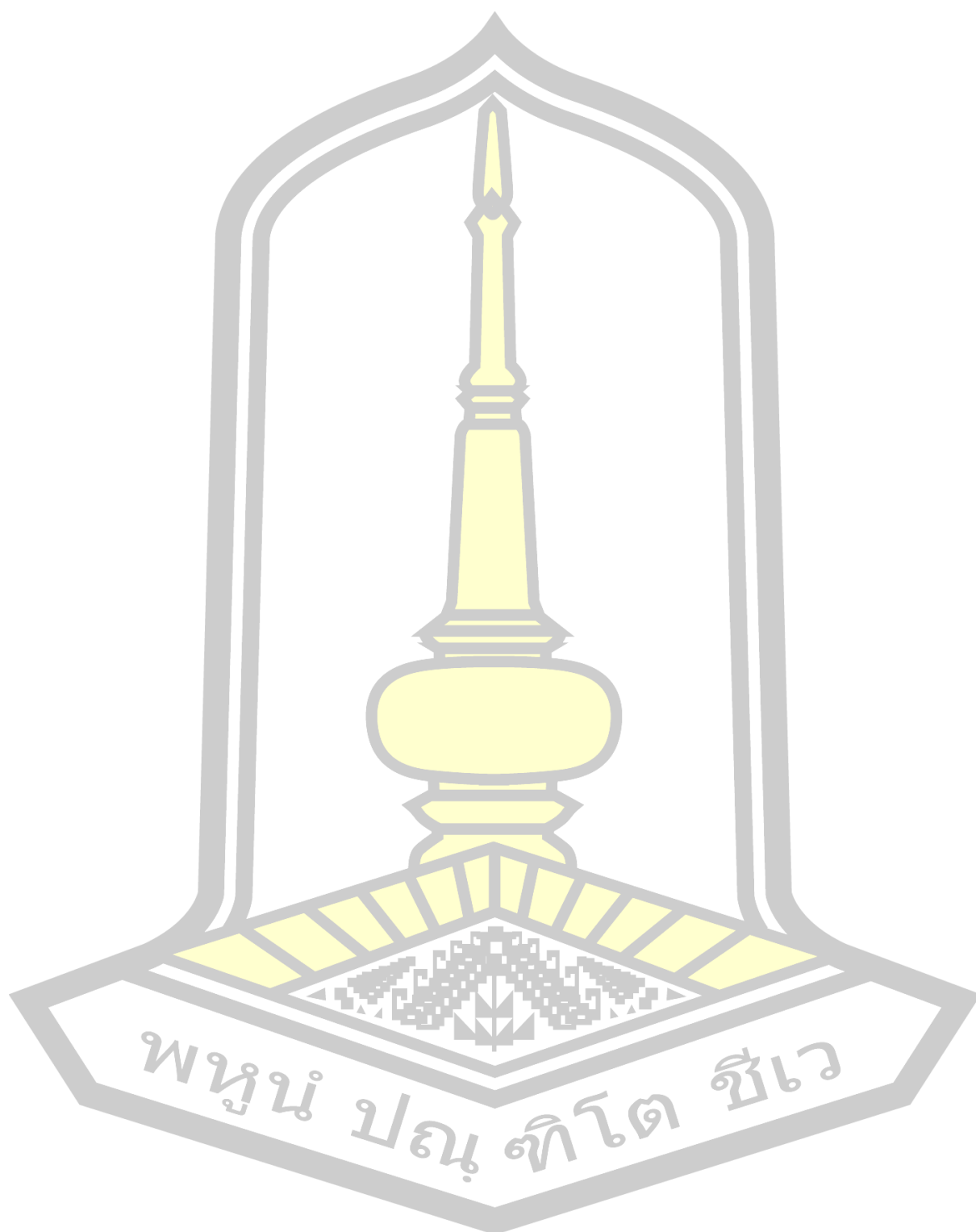
6) การจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ ควรให้นักเรียนได้วิเคราะห์ระบบจากกรณีตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายถึงความเชื่อมโยงองค์ประกอบและกระบวนการของระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการจัดทำบอร์ดเกมในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ผ่านเว็บไซต์ รูปแบบออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการประหยัด และสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 2) การศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้วิจัยควรให้ผู้เรียนได้ทดลองใช้บอร์ดเกมซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เนื่องจากความรู้ไม่ได้ถูกส่งผ่านโดยตรง แต่เป็นประสบการณ์จากจำนวนที่ได้เล่นเกม เพื่อให้เห็นพัฒนาการของพฤติกรรมที่แสดงออกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังสามารถเปรียบเทียบพัฒนาการของผู้เรียนว่าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ด้วยการเล่นบอร์ดเกม
- 3) ควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เพราะจะสามารถเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยอธิบายถึงผลการวิจัยได้ครอบคลุมและสมบูรณ์
- 4) บอร์ดเกมสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากกว่าการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะมีการเพิ่มรูปแบบหรือเทคนิคการเล่น เช่น การทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบอร์ดเกมให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล เป็นต้น
- 5) ควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ที่สามารถประยุกต์ใช้กับการเรียนออนไลน์ได้



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กขกร เปาสวรรณ และคณะ. (2550). รายงานการวิจัยเรื่อง ความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการมาศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์พิษณุโลก. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- กรมวิชาการ. (2544). วิชาการวิวัฒน์ : 49 ปี กรมวิชาการ: กรุงเทพฯ : กรม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤตนิย ชุมวุฒิสักดิ์ และ ลัดดา ศิลาน้อย. (2558). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อความเป็นพลเมืองตามวิถีประชาธิปไตยหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลเมืองดีตามวิถีประชาธิปไตย รายวิชา ส15101 สังคมศึกษา 5 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนด้วยเกม (GAME-BASED-LEARNING). วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กฤษมันต์ วัฒนารงค์. (1998). การคิดเชิงระบบ (System Thinking). Paper presented at the DVT Extension Officer Training on Planning and Monitoring of Training, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กึ่งกาญจน์ บุณสินวัฒนกุล. (2562). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้บอร์ดเกมการศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถการเรียนรู้ในรายวิชาพัฒนาการแบบเรียนภาษาไทยและความสุขในการเรียนรู้สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี. หลักสูตรการศึกษาดัชนี. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). สอดคล้องวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุค ใหม่. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- คณาภรณ์ รัชมีมารีย์. (2560). การเรียนการสอนโดยใช้เกมออนไลน์. สืบค้น 2 มีนาคม 2567, จาก [https://www.trueplookpanya.com/education/content/70793/-teaartedu-teaart-\(10](https://www.trueplookpanya.com/education/content/70793/-teaartedu-teaart-(10)

จินตนา วงศ์อำไพ. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่าน การเขียน และนิยักรักการอ่าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบมุ่งประสบการณ์ภาษากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การจัดการเรียนรู้).พระนครศรีอยุธยา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

เจียรนัย ธนุธรรมาคณ. (2564). การออกแบบเรขศิลป์เพื่อแบรนด์บอร์ดเกมที่สุดแหวกความรู้อ สำหรับเจเนอเรชันวาย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชยพัทธ์ ศรีกรด และคณะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 18(2).

ชลธิชา คำกองแก้ว และกานต์รวี บุษยานนท์. (2563). การออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา “My Hospital” เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบอวัยวะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี). การประชุมวิชาการระดับชาติ “การศึกษาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ครั้งที่ 4 ปีประจำปี 2563.

ขวลิต ชูกำแพง. (2553). การวิจัยหลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ขวลิต ชูกำแพง. (2551). การพัฒนาหลักสูตร. มหาสารคาม: ทีคิวพี จำกัด.

ช่อทิพย์ บรมธนรัตน์. (2558). การคิดเชิงระบบ (ตอนที่ 2) (Systemic Thinking). สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มกราคม 2566 จาก <https://www.stou.ac.th/schools/shs/booklet/book582/PBhealth582.pdf>

ชาธิณี เดชจินดา. (2535). ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์ก ำจัดกากอุตสาหกรรมแขวง แลမ်ด้า เขตบางขุนเทียนจังหวัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์วท.ม., มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร.

ฐิติพล ขำประถม. (2558). 'บอร์ดเกม' ธุรกิจแนวใหม่ที่กำลังเติบโต. สืบค้นจาก <http://www.komchadluek.net/news/kom-kid/204681>

ณัฐวัฒน์ วรรณชัย และปิยมณัส วรวิทย์รัตนกุล. (2565). การพัฒนาบอร์ดเกมการศึกษาเรื่องระบบสุริยะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ. 11(1).

ทรงศักดิ์ ภู่อ่อน. (2561). การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์

ทิตนา แหมมณี. (2543). การคิดและการสอน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แหมมณี. (2545). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แหมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

ทิตนา แหมมณี. (2552). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ ฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แหมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่18. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนรัตน์ สังฆมณี และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงษ์. (2558). “การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

ธัญลักษณ์ ลิขวนคำ. (2544). การคิดวิจารณ์ของเด็ที่เล่นเกมการศึกษามิติสัมพันธ์. ปริญญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นภาพรณ ไพระพยอม. (2564). การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาในศตวรรษที่ 21. วารสารชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพครู. 1(1).

นภาศรี สงสัย. (2563). การศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์. วารสารกลุ่มมนุษยศาสตร์ – สังคมศาสตร์.

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างค อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 12(1).

นันทน์ภัส นิยมทรัพย์. (2560). *ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิตยา เดวิลေး (2551). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้หนังสือส่งเสริมการอ่าน ชุด มาตราตัวสะกดไทย*. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์.

นิยม กิমানุวัฒน์, วิจิต สุรัตน์เรืองชัย และสุนทร บำเรอราช. (2016). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 27(1).

นุชนาถ นุขมี นฤมล ศิริวงษ์ และกนกพร ฉันทนารุ่งภักดิ์. (2564). การพัฒนาบอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*. 16(2): 24-36.

นุชนาถ นุขมี. (2563). *การพัฒนาบอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เรื่องอาชญากรรมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชนิต สติยชน และคณะ. (2566). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับบอร์ดเกม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ*. 7(2).

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2547). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2553). *การพัฒนาหลักสูตร Curriculum Development*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพันธ์ เจริญกุล. (2535). *ของเล่นและเกมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. เอกสารชุดฝึกอบรม
หลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยของเล่นและเกม. นนทบุรี:
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *จิตวิทยาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ปิยนารถ ประยูร. (2548). *วิธีคิดกระบวนการระบบ*. กรุงเทพฯ: โครงการเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชน
เป็นสุข.

พนิดา แก้วมาลา. (2553). *รายงานการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้(Inquiry Cycles : 5Es) วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอด
ทางพันธุกรรม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2565 จาก [http://www.thoengwit
.ac.th/projectkru/prot.php?projid=10](http://www.thoengwit.ac.th/projectkru/prot.php?projid=10)

พรรณธร คงใหญ่ นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2563). การศึกษาความเข้าใจคำศัพท์
ทางชีววิทยา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้เทคนิคเกม.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 31(1).

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543. *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 7)
กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชรี ปฏีรูปาวที. (2547). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางการเรียน สาระการเรียนรู้ภาษาไทยด้าน
การอ่านและการเขียนคำใหม่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนตามรูปแบบการ
สอนของฮันเตอร์และวิธีสอนตามปกติ*. มหาวิทยาลัยศิลปากร/กรุงเทพฯ.

พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แฮสส์ออฟ
เคอร์มิสท์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ:
พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญ แนวคิด วิธีและ เทคนิคการ
สอน*. กรุงเทพฯ ฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นต์.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2566. เข้าถึงได้จาก <http://priroj.orgfree.com>.

ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 11. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

มกราพันธ์ จุฑะรสก. (2556). *การคิดอย่างเป็นระบบ : การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.

มกราพันธ์ จุฑะรสก. (2550). *การคิดอย่างเป็นระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รักษน พุทธรังษี. (2560). *การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะสื่อสารการแสดง*. (ปริญญา มหบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชกร เวชรนนท์. (2563) *หลักสูตรบอร์ดเกมกับการศึกษาวิทยาศาสตร์*. โครงการอบรมพัฒนาศักยภาพครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาระดับปฐมวัย ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา.

รัชนิวรรณ ตั้งภักดี. (2565). การพัฒนารูปแบบการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาในประเทศไทย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.* 15(2): 117-132.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

รุ่งทิวา จันท์สุข และสุมาลี ชูกำแหง. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. 16(3).

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2565). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self Assessment Report : SAR)*. ภาพสินธุ์: โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.

ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และสมยศ ชิดมงคล. (2560). การคิดเชิงระบบ: ประสพการณ์สอนเพื่อพัฒนาคิดเชิงระบบ. *วารสารครุศาสตร์*. 45(2)

วรภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และ กันตถณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมในการเล่นเกมกระดาน และองค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบ จากการเล่นเกมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยสังคม*. 40(2).

- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2550). “ผู้เรียนเป็นสำคัญ”. สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2548). เทคนิคการเรียนการสอนแบบอารย์วิถี: ในกระบวนการวิธีสืบสวน-สอบสวน เพื่อการพัฒนา "เบญจลักษณ์" ในแนวพุทธศาสตร์: กรุงเทพฯ : ก้าวใหม่.
- ศักดิ์สิทธิ์ หัสมิตร. (2566). การพัฒนาบอร์ดเกม ECON Matching เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องกิจกรรมทางเศรษฐกิจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง). วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 13(3).
- ศิริพร สันหลี. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5E ร่วมกับเกม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสงขลา สตูล.
- ศิริพร ศรีจันทร์. (2562). การสร้างและใช้เกม เพื่อการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่ชั้นเรียน : สร้างห้องเรียนยุคใหม่ให้เปี่ยมไปด้วยความสุข. EDUCA. สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2567, จาก <https://www.educathai.com/events/2019/44>
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม. (2551). เด็กและเยาวชน: สังคมมีคุณค่าจากต้นกล้าคุณธรรม. กรุงเทพฯ: ศูนย์คุณธรรม.
- สกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (ม.ป.ป). รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- สกุลบุตร เอกวิทยานิพนธ์. (2560). การเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกม การเรียนแบบผสมผสานได้ความรู้พร้อมความสนุก. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://sdg.swu.ac.th/projects/80683/preview>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์*.

กรุงเทพมหานคร : ส เจริญ การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.

กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูนิคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สนธิยา ยอดสง่า และนิวัฒน์ศรีสวัสดิ์. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะโดยใช้บอร์ดเกมดิจิทัล ที่มีผลต่อ แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 44(3).

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สถณี อาชวานันทกุล. (2559). *Board game universe จักรวาลกระดานเดียว*. กรุงเทพฯ: แชลมอน.

สาโรช ไสยสมบัติ. (2534). *ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียน มัธยมศึกษาสังกัด กรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2551). *การศึกษาและพัฒนารูปแบบการจัดการสอนชั้นเด็กเล็กในโรงเรียนประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2554). *บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติ จากผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสอง (พ.ศ. 2549-2553) ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2553). *การใช้เกมในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ปทุมธานี : ศุภพล อินเตอร์พริ้นติ้ง.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุชาติ แสนพิช. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *Veridian E-Journal, Slipakorn University*. 8(2).

สุทธิดา จำรัส. (2561). *การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 1*. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 8 (พิมพ์ครั้งที่ 6,5-7). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุรเดช ศรีธา อรรพรรณ คูหเพ็ญแสง และภาธร พงศ์ไพจิตร. (2566). การส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*. 16(2).

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540. *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.

เสถียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย. (2562). *Game-based learning ทางเลือกสำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. นิตยสาร สสวท. 47(216).

อนงค์ วรรณคำ. (2552). รายงานการใช้หนังสือส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2567 จาก <https://anongwan.blogspot.com/2009/10/blog-post.html>

อรนุช ศรีสะอาด และคณะ. (2550). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กทม. : ประสานการพิมพ์.

อรอุมา รุ่งเรืองวนิชกุล. (2552). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดเชิงระบบของนิสิตปริญญาการศึกษาหลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อับดุลเลาะ อุมาร์ และคณะ (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง สมดุลเคมีที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี*. 30(1).

อุทัย พรรณสุดใจ. (2545). *ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์ แห่งประเทศไทย จังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสังคมวิทยาประยักต์. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ahmad, N., Shaheen, N., & Gohar, S. (2018). 5 E Instructional Model: Enhancing Students Academic Achievement in the Subject of General Science at Primary Level. *Sir Syed Journal of Education & Social Research*, 1(1).

Assaraf, Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education*, 43(1).

Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2009). Challenges for Game Designers: Non-digital Exercises for Video Game Designers.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5 E instructional model: *Origins and effectiveness*. Colorado Springs, 5.

Callahan, M. M., Echeverri, A., Ng, D., Zhao, J., and Satterfield, T. (2019). Using the Phylo Card Game to advance biodiversity conservation in an era of Pokémon. Palgrave Communication. Retrieved from <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0287-9>.

Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester : John Wiley & Sons.

de Sales, A. B., & Antunes, J. G. (2021). Evaluation of educational games usage satisfaction. In *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*.

Eisenack, K. (2012). A climate change board game for interdisciplinary communication and education. *SAGE Publications*, 44(2-3).

François Guély. (2024). Edudingo all about educational games. สืบค้น 21 มกราคม 2567, Retrieved from <https://edudingo.com/about-us/>

Gokhan, D., & Gulsen, C. (2014). The effect of laboratory activities based on 5e model of constructivist approach on 9 th grade students' understanding of constructivist approach on 9 th grade students' understanding of solution chemistry. *ProcediaSocial and Behavioral Sciences*, 116.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book

Grambs, C., Fitch, G. (1970). *Modern Methods in Secondary Education*. 3 rd ed. U.S.A.: Holt Rinehart and Winston Inc.

Gwo-Jen Hwang and Chih-Hung Chen. (2017). Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving. *British Journal of Educational Technology*. 48(4).

Hinebaugh, J. P. (2009). A board game education. R&L Education.

Hunsucker, A., I. (2 0 1 6) . Board games as a platform for collaborative learning. (Research Report). สืบค้น 13 มกราคม 2566. จาก https://www.researchgate.net/publication/309385174_Board_Games_as_a_Platform_For_Collaborative_Learning/link/580cda1b08ae2cb3a5e3a394/download

Inskru. (2021). บอร์ดเกม Cellular respiration. สืบค้น 21 มกราคม 2567, Retrieved from <https://inskr.com/idea/-M2o9lxUNTqYIYv4LBVM>

Inskru. (2022). บอร์ดเกมเป็น Active Learning ได้อย่างไร ?. สืบค้น 25 เมษายน 2567, Retrieved from https://inskr.com/idea/-N5pHa3sJCbLZq_G8hQD

Joseph O'Connor & Ian McDermott (2544). หัวใจนักคิด (The Art of Systems Thinkine). (วีรยุทธ มาฆะศิริรานนท์ และ ณัฐพงศ์ เกศมาริช, ผู้แปล). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ Be Bright Books.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2002). Principles of marketing. NJ : Prentice Hall.

Methineesrithong. (2015). *System Thinking*. สืบค้น 21 มกราคม 2567, Retrieved from <https://methinee018.wordpress.com/2015/08/28/>.

Milica M., Tomka B., Snežana S., Vera D., & Tamara T. (2021). correlations between teaching strategies in biology, learning styles, and student school achievement: implications for inquiry based teaching. *Journal of Baltic Science Education*. 20(2).

Mohammad Hasan, A.-T. (2016). The Effectiveness of Educational Games on Scientific Concepts Acquisition in First Grade Students in Science. *Journal of Education and Practice*, 7(3).

Ong, E. T., & Keok, B. L. (2020). The Effect of 5 E Inquiry Learning Model on the Science Achievement in the Learning of "MAGNET" Among Year 3 Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1).

Senge, P. M. (1990). The fifth discipline :The art and practice of the learning organization. London : Century Press.

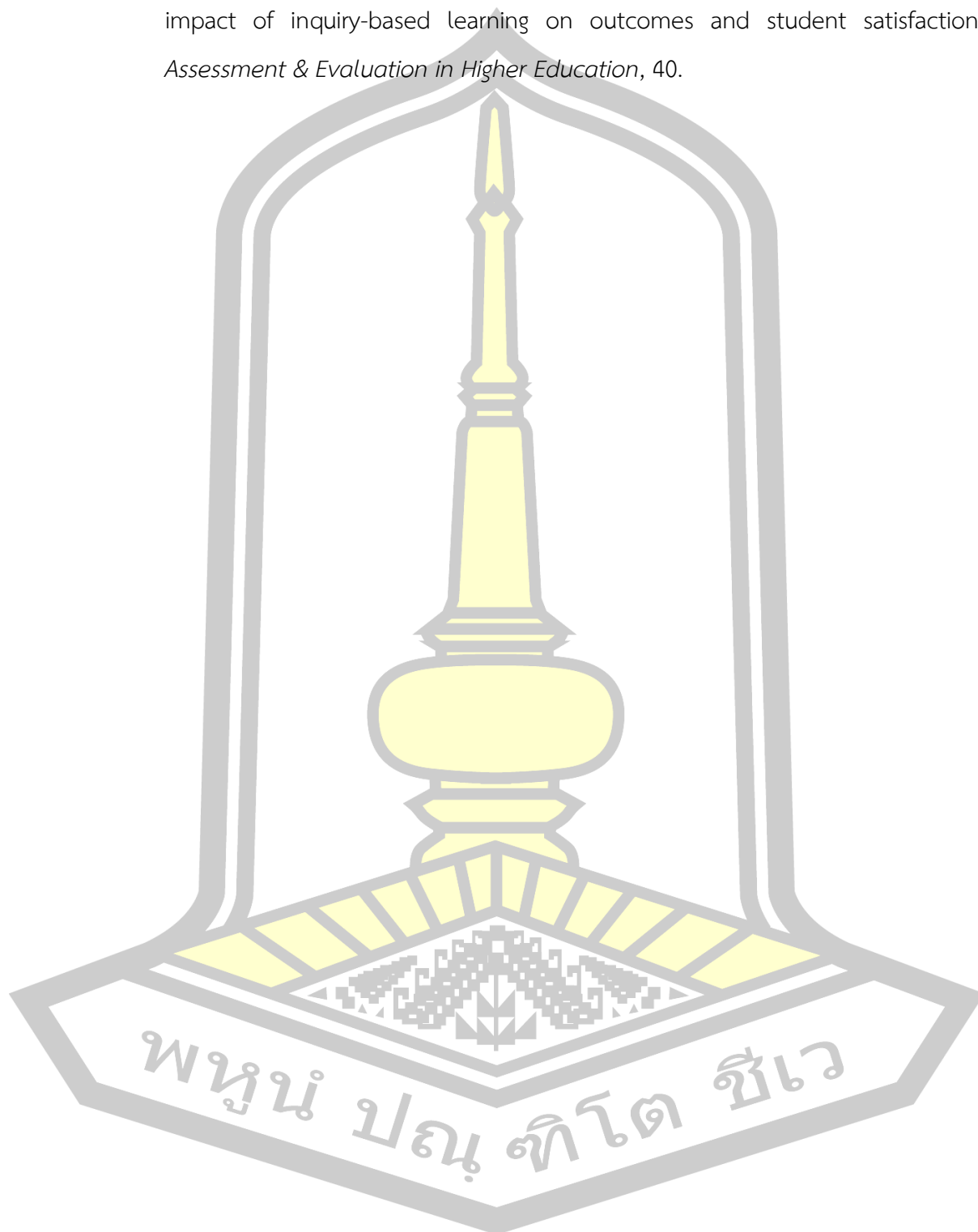
Siamboardgames. (2559). Photosynthesis (TH) เกมสังเคราะห์แสง. สืบค้น 26 มกราคม 2567, Retrieved from <https://siamboardgames.com/product/photosynthesis/>

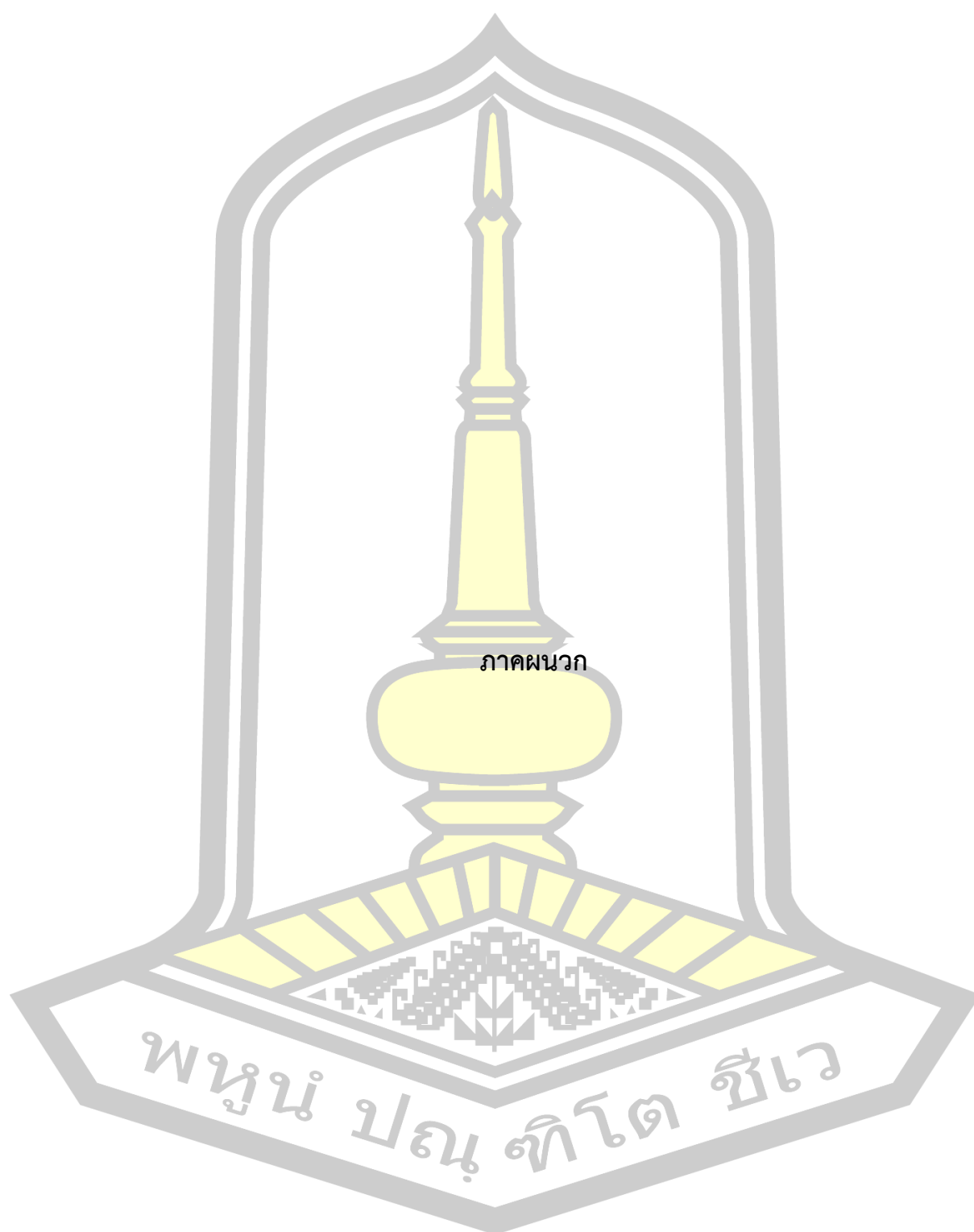
Silverman, D. (2013). How to learn board game design and development. Massachusetts: McGraw-Hill.

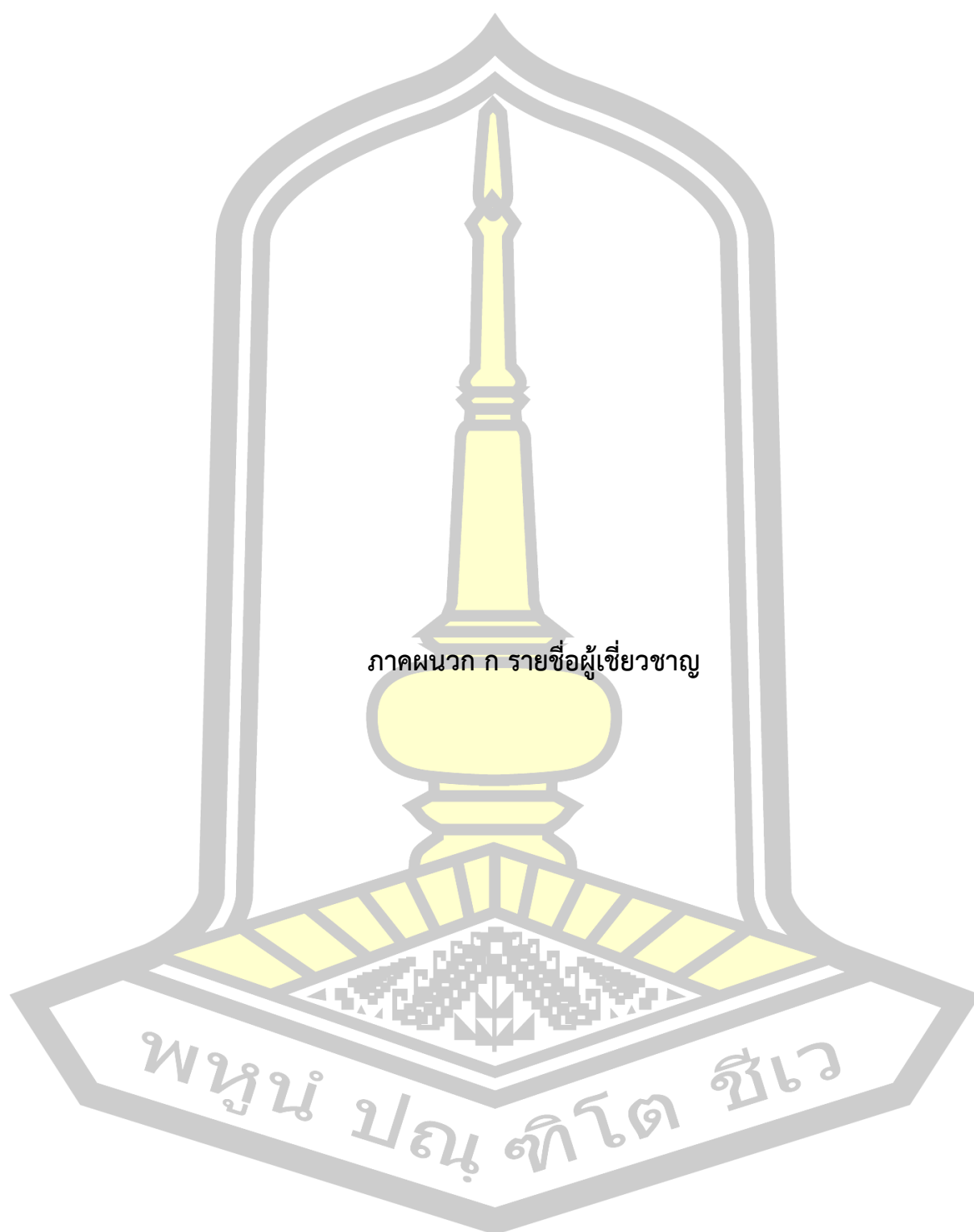
Sitthikrai, N., Hemtasin. C., & Thongsuk. T. (2023). Development of academic achievements using inquiry-based learning together with educational games. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*. 17(3).

- Trybus, J. (2014). Game-Based Learning: What it is, Why it Works, and Where it's Going [Online]. Retrieved 5 January 2024, <http://www.newmedia.org/game-based-learning-what-it-is-why-it-works-and-where-its-going.html>.
- Tsai, J. C., Cheng, P. H., Liu, S. Y., & Chang, C. (2019). Using board games to teach socioscientific issues on biological conservation and economic development in Taiwan. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4).
- Verhoeff, R. P. (2003) *Towards systems thinking in cell biology education. (CD-6 Wetenschappelijke bibliotheek, nr. 49)*. Proefschrift Universiteit Utrecht. Metliteratuuropgave. Met samenvatting in het Nederlands.
- Verhoeff, R. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2008). Systems modelling and the development of coherent understanding of cell biology. *International Journal of Science Education*. 30(4).
- Waters Foundation. (2017). *The Impact of the Systems Thinking in School in School Project: 20 years of Research, Development and Dissemination*. [online] Available. สืบค้น 24 เมษายน 2567, from: http://watersfoundation.org/wpcontent/uploads/2017/07/STIS_Research.pdf
- Waters, F. (2014). *The habit-forming guide to becoming a systems Thinker*.
- Wikihow (2562) *วิธีการทำเกมกระดานเอง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2565, Retrieved from <https://th.wikihow.com/ทำเกมกระดานเอง>.
- Wise GREEK. (2015). What is a Board Game?. (ออนไลน์). สืบค้น 13 มกราคม 2566, Retrieved from <https://www.sportsnhobbies.org/what-is-a-boardgame.htm#did>
- Yang, Y. T. C., & Chang, C. H. (2013). Empowering students through digital gameauthorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academicachievement. *Computers & Education*, 68.

Zafra-Gómez, J. L., Román-Martínez, I., & Gómez-Miranda, M. E. (2015). Measuring the impact of inquiry-based learning on outcomes and student satisfaction. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40.







รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- 1) รองศาสตราจารย์ รศ.ประสาธต์ เนื่องเฉลิม อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยะพร แสนสุข อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี เชื้อชัย อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ อนุสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 4) อาจารย์ ดร.วิจิต เทพประสิทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
- 5) อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์ ผู้ช่วยหัวหน้าภาคฝ่ายเทคโนโลยีและนวัตกรรม อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอนสาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- 6) นางบรรดล ภูบานเข้า ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาทางสนธิ์
- 7) นายศรายุทธ เสนาวัง ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาทางสนธิ์
- 8) นางปัทมา อินทวัน ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาทางสนธิ์





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

รหัสวิชา ว 32241 รายวิชา ชีววิทยา 3

ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

เรื่อง โครงสร้าง ประสาทของดอก และชนิดผล

เวลา 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวสุภา ปัญญามินทร์

สาระการเรียนรู้ชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง ประสาทของดอก และชนิดผลได้ (K)
2. นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับโครงสร้าง ประสาทของดอก และชนิดผลได้ (P)
3. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม (A)

สาระสำคัญ

โครงสร้างของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ในพืชแต่ละชนิดมีโครงสร้างของดอกแตกต่างกัน บางชนิดมีโครงสร้างหลักครบทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรเพศผู้ (stamen) และเกสรเพศเมีย (pistil) เรียกว่า ดอกสมบูรณ์ (complete flower) ถ้าขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปไม่ครบ 4 ส่วน เรียกว่า ดอกไม่สมบูรณ์ (incomplete flower) และดอกที่มีทั้งเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ถ้ามีแต่เกสรเพศผู้ หรือเกสรเพศเมียอย่างเดียว เรียกว่า ดอกไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flower)

ดอกโดยทั่วไปมีส่วนประกอบ 4 ชั้น คือ ชั้นกลีบเลี้ยง ชั้นกลีบดอก ชั้นเกสรเพศผู้ และชั้นเกสรเพศเมียอาจจำแนกประเภทของดอกได้โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของ ดอกตำแหน่งรังไข่หรือจำนวนดอกที่อยู่บนก้านดอก ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ เช่น ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และ ผลรวม

สาระการเรียนรู้

โครงสร้างของดอก ประสาทของดอก และชนิดผล

กิจกรรมการเรียนรู้ : แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning)

1. สร้างความสนใจ (Engagement) (15 นาที)

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้ใช้คำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ ให้นักเรียนยกตัวอย่างดอกไม้ที่สมบูรณ์เพศและไม่สมบูรณ์เพศ (ดอกสมบูรณ์เพศ เช่น ดอกชบา, ดอกกล้วยไม้, ดอกไม้สมบูรณ์เพศ เช่น ดอกตำลึง, ดอกฟักทอง, ดอกมะละกอ, ดอกข้าวโพด, ดอกมะยม)

2. ครูนำดอกไม้ 4 ชนิดมาให้นักเรียนดู คือ 1). ดอกชบา (สมบูรณ์เพศ) 2). ดอกกุหลาบ (สมบูรณ์เพศ) 3). ดอกฟักทอง (ไม่สมบูรณ์เพศ) 4). ดอกมะละกอ (ไม่สมบูรณ์เพศ) แล้วให้นักเรียนสังเกตดอกไม้ทั้ง 4 ชนิดนี้เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

3. ครูนำผลไม้ 3 ชนิด ที่แทนลักษณะของผลทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ 1). มะม่วง (ผลเดี่ยว) 2. น้อยหน่า (ผลกลุ่ม) 3. สับปะรด (ผลรวม) แล้วให้นักเรียนสังเกต และแยกประเภทของผลไม้แต่ละชนิดนั้น ๆ

4. ครูแจกอุปกรณ์ (บอร์ดเกม)

5. ครูอธิบายชื่อเกม วิธีการเล่นเกม และสาธิตการเล่นเกม โดยเกมนี้มีชื่อว่า flowers & fruit ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างของดอก ประสาทของดอก และชนิดผล

2. สำรวจและค้นหา (Exploration) (45 นาที)

6. นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามที่เป็นไปได้เพื่อสืบเสาะ

7. นักเรียนเริ่มทำการสืบเสาะจากเกม

- แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

- แจกบอร์ดเกมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนทำการวางเกมตามที่ระบุไว้ใน

คู่มือ

- เลือกผู้เล่นคนแรก โดยการหมุน “ผิงจำลอง” หากหัวผิงชี้ไปที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่นคนถัดไปเวียนไปทางซ้ายมือ

- เริ่มเกม ให้ผู้เล่นคนแรกแจกการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผล ให้ผู้เล่นคนอื่นคนละ 5 ใบ โดยผู้เล่นจะเลือกเล่นได้ 1 แบบในแต่ละรอบ คือ

- เลือกจั่วการ์ดหรือหยิบการ์ดที่ผู้เล่นก่อนหน้าทิ้ง

- เลือกปลดล็อกดอกไม้หรือผลไม้

- เลือกเล่นการ์ดพิเศษ

- ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นมีสิทธิ์จั่วการ์ดได้ รอบละ 1 ใบ ยกเว้นจั่วได้ การ์ดพิเศษ ผู้เล่นจึงจะสามารถจั่วการ์ดอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ตามที่ระบุในการ์ดพิเศษนั้น ๆ

- ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นจะต้องสะสมองค์ประกอบของดอกหรือผลไม้ ให้ครบตามลักษณะของดอกไม้หรือผลไม้นั้น ๆ เพื่อปลดล็อกนำดอกไม้หรือผลไม้นั้น มาเป็นของตน

- หากผู้เล่นต้องการเปลี่ยนการ์ดในมือ ให้ทิ้งการ์ดบนมือ 2 ใบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้วจั่วการ์ดจากกองกลางได้ 1 ใบ

- ห้ามผู้เล่นมีการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผลบนมือเกิน 6 ใบ ให้เลือกทิ้งการ์ดที่เกิน ก่อนทำการจั่วใหม่

- การปลดล็อกทำได้รอบละ 1 ครั้ง เท่านั้น

- เมื่อมีคณปลดล็อกได้แล้วให้นำ "การ์ดดอกไม้และผลไม้" ใหม่มาเติมให้ครบ 4 ใบ

- หากผู้เล่นทิ้งการ์ด เพื่อทำการจั่วแล้วจะไม่สามารถปลดล็อก "การ์ดดอกไม้และผลไม้" ได้ต้องรอรอบถัดไป

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมและสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ลงในใบกิจกรรม

3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตัวเองหน้าชั้นเรียน นักเรียนควรสรุปได้ว่า พืชดอกมีการสร้างดอกเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการเจริญของผลชนิดต่าง ๆ จะเกี่ยวข้องกับจำนวนดอกบนก้านดอกและจำนวนรังไข่

10. ครูพิจารณาผลจากการปฏิบัติกิจกรรมที่นักเรียนได้นำเสนอว่าเป็นอย่างไร และครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ในประเด็นที่ยังสงสัยและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

11. จากนั้นครูให้นักเรียนการสะท้อนผลบทเรียน (Reflection) โดยใช้คำถาม ดังนี้

- เล่นแล้วรู้อะไร หรือ ประทับใจอะไรบ้างในเกม ? (เพื่อสะท้อนภายในด้านจิตพิสัย)

- หลังจากเล่นเกมนี้แล้วได้เรียนรู้อะไรบ้าง ? (เพื่อสะท้อนภายในด้านพุทธิพิสัย)

- หลังจากเล่นเกมนี้คิดว่าตนเองได้ฝึกทักษะอะไร ? (เพื่อสะท้อนภายในด้านทักษะพิสัย)

- คิดว่าข้อคิด/บทเรียนในเกมนี้ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ? (เพื่อสะท้อนภายในด้านการประยุกต์ใช้)

4. ขยายความรู้ (Elaboration) (15 นาที)

12. ครูจัดการทดลองสาธิตเพื่อให้นักเรียนศึกษา โครงสร้างของดอก
13. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

5. ประเมิน (Evaluation) (15 นาที)

14. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ เป็นรายบุคคล

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3
2. ใบกิจกรรม
3. แบบทดสอบ
4. ใบความรู้
5. บอร์ดเกม เรื่อง flowers & fruit
6. คู่มือบอร์ดเกม flowers & fruit

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิพิสัย นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง ประเภทของดอก และชนิดผล (K)	- ใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย นักเรียนสามารถสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้าง ประเภทของดอก และ ชนิดผลได้ (P)	- การทำกิจกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
คุณลักษณะ นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำ กิจกรรม (A)	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ในขณะที่ เรียน	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

8. เอกสารอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2561). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสศ.

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

การใช้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

.....

.....

.....

การวัดผล/การประเมินผล

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

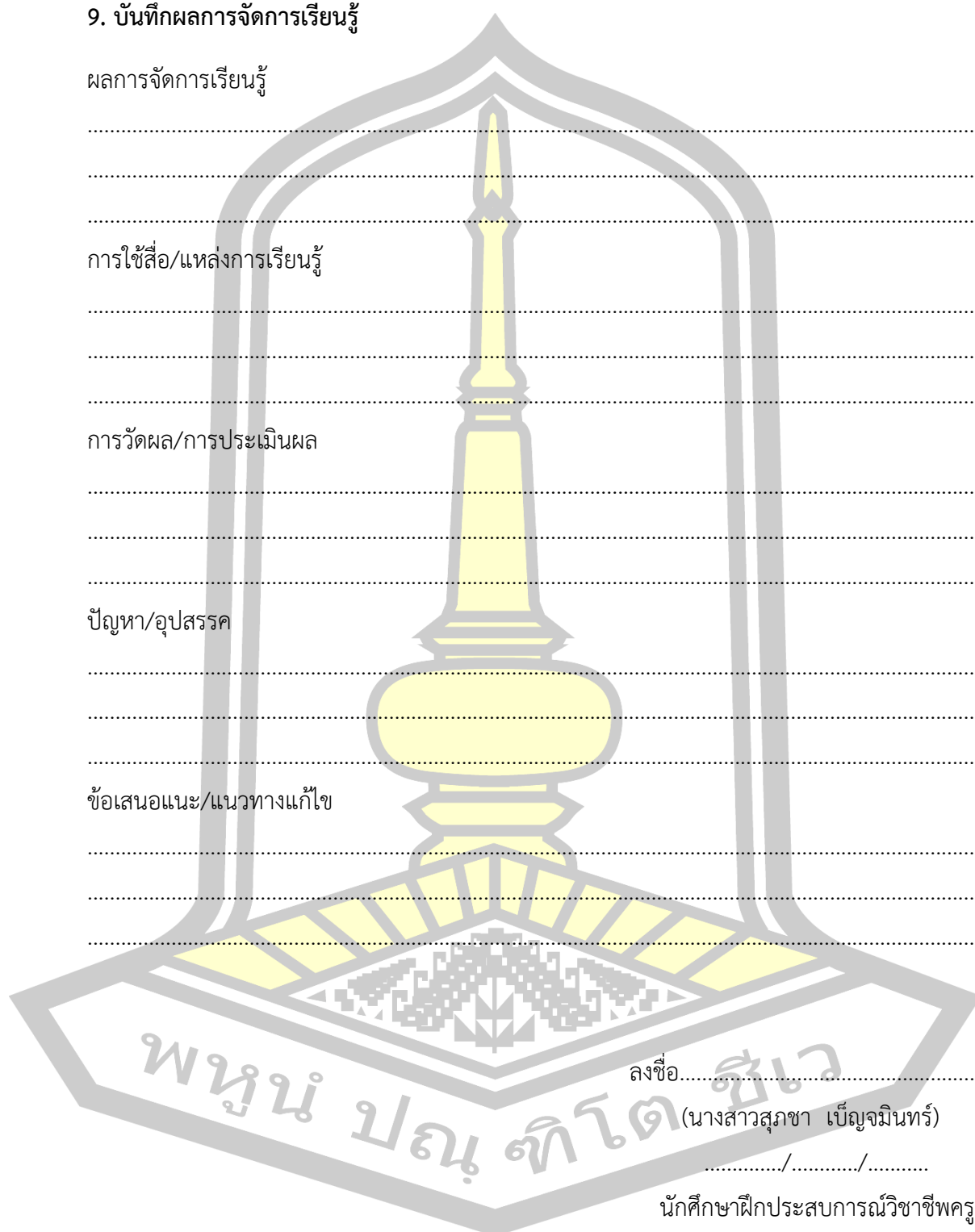
.....

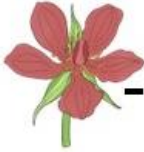
ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....



	ใบกิจกรรม 1 โครงสร้างของดอกไม้	คะแนน
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....		
✓ ผลการเรียนรู้ : ม.5/1 อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก ✓ คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของดอกไม้ที่นำมาศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ แล้วเลือกส่วนต่าง ๆ ตัดลงในตารางให้ถูกต้อง		
ชื่อดอกไม้.....		
ชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ	ส่วนประกอบจริง	
กลีบดอก		ชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ
กลีบเลี้ยง		รังไข่
เกสรเพศเมีย		ฐานรองดอก
เกสรเพศผู้		ก้านดอก
สรุป ลักษณะดอกไม้ที่นำมาศึกษาเป็น ☐ ดอกสมบูรณ์ ☐ ดอกไม่ สมบูรณ์ ☐ ดอกสมบูรณ์เพศ ☐ ดอกไม่สมบูรณ์เพศ ☐ ดอกเดี่ยว ☐ ดอกช่อ ☐ รังไข่อยู่เหนือฐานรองดอก ☐ รังไข่อยู่ใต้ฐานรองดอก		

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
การบันทึกผล การทำกิจกรรม	นักเรียนบันทึกผล กิจกรรม สอดคล้อง กับความเป็นจริง	นักเรียนบันทึกผล กิจกรรม สอดคล้อง กับความเป็นจริง แต่บันทึกไม่ครบ	นักเรียนบันทึก ผลกิจกรรม สอดคล้องกับ ความเป็นจริง บางส่วน และ บันทึกไม่ครบ	ไม่มีการบันทึก ผล
การลงมือปฏิบัติ กรรมด้วย ตนเอง	นักเรียนลงมือทำ กิจกรรมด้วย ตนเอง และปรีชาครู 1 ครั้ง	นักเรียนลงมือทำ กิจกรรมด้วย ตนเองและ ปรีชาครู 1 ครั้ง และถาม เพื่อนกลุ่มอื่น 1-2 ครั้ง	นักเรียนลงมือ ทำกิจกรรมด้วย ตนเอง และ ปรีชาครู และถามเพื่อน กลุ่มอื่น ตลอดเวลา	ไม่มีการบันทึก ผล
การสรุปผลของ ผลกิจกรรม	การสรุปผล กิจกรรม และ ตอบ คำถามได้ถูกต้อง	การสรุปผล กิจกรรม และ ตอบคำถามได้ บางส่วนและให้ ครูช่วยเหลือ 1-2 ครั้ง	การสรุป ผลกิจกรรม และตอบคำถาม ได้บางส่วนและ ให้ครูช่วยเหลือ ตลอดเวลา	ไม่มีการบันทึก ผล

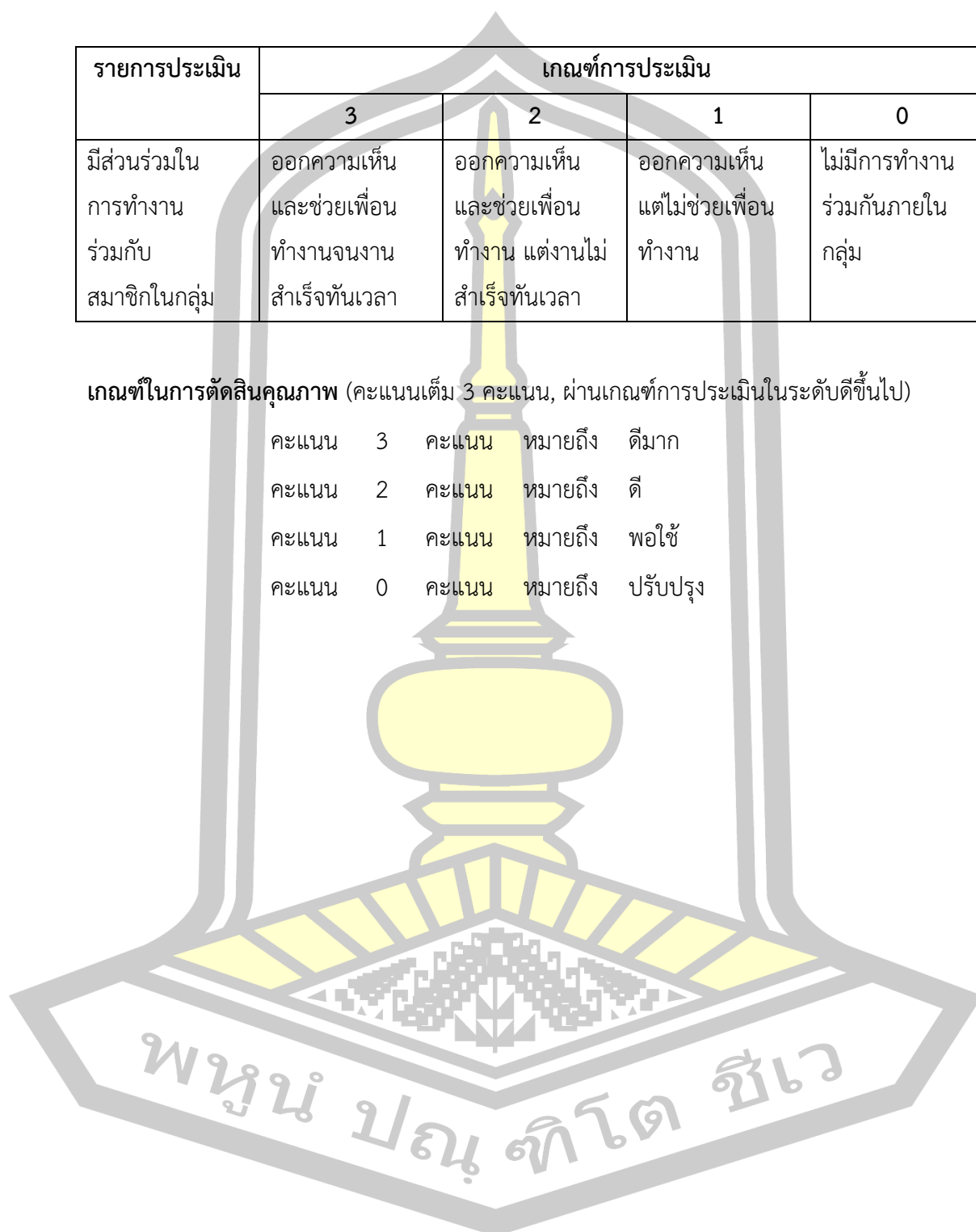
พูน ปณ จิต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
มีส่วนร่วมใน การทำงาน ร่วมกับ สมาชิกในกลุ่ม	ออกความเห็น และช่วยเพื่อน ทำงานจนงาน สำเร็จทันเวลา	ออกความเห็น และช่วยเพื่อน ทำงาน แต่งานไม่ สำเร็จทันเวลา	ออกความเห็น แต่ไม่ช่วยเพื่อน ทำงาน	ไม่มีการทำงาน ร่วมกันภายใน กลุ่ม

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน, ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน	3	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน	2	คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน	1	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน	0	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง



ตัวอย่าง บอร์ดเกมตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

โดยใช้บอร์ดเกม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

บอร์ดเกมที่ 1 : flowers & fruit

จุดมุ่งหมายในการเล่น

นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง ประเภทยของดอก และชนิดผล

จำนวนผู้เล่น : แบ่งผู้เล่นเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

เวลาที่ใช้ในการเล่น : 15 รอบ

เครื่องมือและอุปกรณ์การเล่น :

1. การ์ดดอกไม้และผลไม้ 24 ใบ



2. การ์ดส่วนประกอบของของดอกชนิดผลและการ์ดพิเศษ 92 ใบ



3. ฝิ่งจำลอง 1 ตัว



พูน ปณ ชีเว

กติกา

1. สับการ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผลและการ์ดพิเศษ แจกให้ผู้เล่นคนละ 3 ใบ จากนั้นนำมาคว่ำไว้
2. สับการ์ด ดอกไม้และผลไม้ แล้วนำมาคว่ำไว้
3. เปิด การ์ดดอกไม้และผลไม้ 4 ใบ ไว้กึ่งกลางระหว่างการ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผลและการ์ดพิเศษ และการ์ด ดอกไม้และผลไม้
4. จากนั้นหมุน “ฝั่งจำลอง” หากหัวฝั่งชี้ไปที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่นคนถัดไปเวียนไปทางซ้ายมือ

วิธีการเล่นเกม

การเล่น : ให้ผู้เล่นสะสมการ์ดในมือ ตามลักษณะของ "การ์ดดอกไม้และผลไม้" เพื่อปลดล็อกดอกไม้และผลไม้เหล่านั้นให้มาเป็นของตน

- 1) เลือกผู้เล่นคนแรก โดยการหมุน “ฝั่งจำลอง” หากหัวฝั่งชี้ไปที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่นคนถัดไปเวียนไปทางซ้ายมือ
- 2) เริ่มเกม ให้ผู้เล่นคนแรกแจกการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผล ให้ผู้เล่นคนอื่นคนละ 5 ใบ โดยผู้เล่นจะเลือกเล่นได้ 1 แบบในแต่ละรอบ คือ
 - เลือกจั่วการ์ดหรือหยิบการ์ดที่ผู้เล่นก่อนหน้านี้ทิ้ง
 - เลือกปลดล็อกดอกไม้หรือผลไม้
 - เลือกเล่นการ์ดพิเศษ
- 3) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นมีสิทธิ์จั่วการ์ดได้ รอบละ 1 ใบ ยกเว้นจั่วได้ การ์ดพิเศษ ผู้เล่นจึงจะสามารถจั่วการ์ดอื่น ๆ เพิ่มเติมตามที่ระบุในการ์ดพิเศษนั้น ๆ
- 4) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นจะต้องสะสมองค์ประกอบของดอกหรือผลไม้ ให้ครบตามลักษณะของดอกไม้หรือผลไม้นั้น ๆ เพื่อปลดล็อกนำดอกไม้หรือผลไม้นั้น มาเป็นของตน
- 5) หากผู้เล่นต้องการเปลี่ยนการ์ดในมือ ให้ทิ้งการ์ดบนมือ 2 ใบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้วจั่วการ์ดจากกองกลางได้ 1 ใบ
- 6) ห้ามผู้เล่นมีการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผลบนมือเกิน 6 ใบ ให้เลือกทิ้งการ์ดที่เกิน ก่อนทำการจั่วใหม่

- การปลดล็อกทำได้รอบละ 1 ครั้ง เท่านั้น

- เมื่อมีคนปลดล็อกได้แล้วให้นำ "การ์ดดอกไม้และผลไม้" ใหม่มาเติมให้ครบ 4 ใบ

7) หากผู้เล่นทั้งการ์ด เพื่อทำการจั่วแล้วจะไม่สามารถปลดล็อก"การ์ดดอกไม้และผลไม้" ได้ ต้องรอรอบถัดไป

8) ผู้เล่นสามารถใช้ “การ์ดพิเศษ” ได้ในรอบที่ตนเองเล่นเท่านั้น

การจบเกมและการนับคะแนน :

เมื่อครบ 15 รอบ

การนับคะแนน

"การ์ดดอกไม้และผลไม้" โดยการดูคะแนนจาก “มุมบนด้านขวาของการ์ด” นำมานับรวมกัน ในแต่ละการ์ด หากผู้เล่นคนใดมีแต้มสะสมสูงสุด จะเป็นผู้ชนะ

แต่หากผู้เล่นคนใดที่เลือก “การ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผล” จะถูก ลบ คะแนน โดยคะแนน ที่ถูกลบจะนับจากจำนวนการที่เหลือ 1 การ์ด = -1 คะแนน



คู่มือการเล่นบอร์ดเกมที่ 1 : flowers & fruit

วิธีการวางเกม



- 1) สับการ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผลและการผลิตเศษ แจกให้ผู้เล่นคนละ 3 ใบ จากนั้นนำบัตรไว้ไว้
- 2) สับการ์ด ดอกไม้และผลไม้ 4 ใบ ไว้ที่กลางระหว่างการ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผลและการผลิตเศษ และการ ดอกไม้และผลไม้
- 3) เปิด การ์ดดอกไม้และผลไม้ 4 ใบ ไว้ที่กลางระหว่างการ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผลและการผลิตเศษ และการ ดอกไม้และผลไม้
- 4) จากนั้นหมุน “ฝั่งจำลอง” หากหัวหนึ่งขึ้นที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่นคนถัดไปวนไปทางซ้ายมือ

วิธีการเล่น

การเล่น : ให้ผู้เล่นสะสมการ์ดดอกไม้ ตามลักษณะของ “การ์ดดอกไม้และผลไม้” เมื่อผู้เล่นคนใดมีผลไม้ครบถ้วนให้นำเป็นของตน

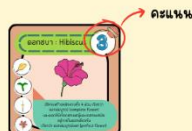
- 1) เลือกผู้เล่นคนแรก โดยหมุน “ฝั่งจำลอง” หากหัวหนึ่งขึ้นที่ผู้เล่นคนใด ให้ผู้เล่นคนนั้น เริ่มเล่นเป็นคนแรก และผู้เล่นคนถัดไปวนไปทางซ้ายมือ
- 2) เริ่มต้น ให้ผู้เล่นคนแรกเลือกการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผล ให้ผู้เล่นคนอื่น คนละ 3 ใบ โดยผู้เล่นจะเลือกเล่นได้ 1 แบบในแต่ละรอบ คือ
 - เลือกการ์ดหรือบัตรที่ผู้เล่นคนอื่นนำทั้ง
 - เลือกการ์ดดอกไม้หรือผลไม้
 - เลือกการ์ดการผลิต
- 3) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นมีสิทธิ์ที่จะการ์ดได้ รอบละ 1 ใบ ยกเว้นผู้ที่ได้ การ์ดพิเศษ ผู้เล่นจึงจะสามารถนำการ์ดอื่น ๆ นั้นได้ตามที่จะไปในการผลิตเศษนั้น ๆ
- 4) ในแต่ละรอบการเล่น ผู้เล่นจะต้องสะสมส่วนของดอกหรือผลไม้ให้ครบตาม ลักษณะของดอกไม้หรือผลไม้ที่เลือกมาเพื่อปลูกดอกไม้หรือผลไม้ใน นาฬิกาของตน
- 5) หากผู้เล่นต้องการเปลี่ยนการ์ดในมือ ให้ทิ้งการ์ดแบบใด 2 ใบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน แล้วนำการ์ดจากกองกลางได้ 1 ใบ
- 6) หากผู้เล่นมีการ์ดส่วนประกอบของดอกและชนิดผลครบถ้วน 6 ใบ ให้เลือกที่จะการ์ด ที่ขึ้น ก่อนที่จะการ์ดใหม่
 - การปลูกดอกไม้ได้รอบละ 1 ครั้ง เท่านั้น
 - เมื่อผู้เล่นปลูกดอกไม้แล้วให้นำ “การ์ดดอกไม้และผลไม้” ในนาฬิกาของตน 4 ใบ
- 7) หากการ์ดที่การ์ด เมื่อทำการแล้วแล้วไม่สามารถปลูกดอกไม้ “การ์ดดอกไม้และผลไม้” ได้คือรอบรอบถัดไป
- 8) ผู้เล่นสามารถใช้ “การ์ดพิเศษ” ได้ในรอบที่ตนเองเล่นเท่านั้น

จบเกม

การจบเกม
เมื่อครบ 15 รอบ

นับคะแนน

นับคะแนนจาก “การ์ดดอกไม้และผลไม้” โดยการดูคะแนน จาก “แบบนับด้านขวาของการ์ด” นำมานับรวมกันในแต่ละการ์ด หากผู้เล่นคนใดมีคะแนนสูงสุด จะเป็นผู้ชนะ แต่หากผู้เล่นคนใดที่เลือก “การ์ดส่วนประกอบของดอกชนิดผล” จะถูก ลบ คะแนนโดยคะแนนที่ถูกลบจะนับจากจำนวนการที่เลือก 1 การ์ด = -1 คะแนน



คำแนะนำการใช้งาน

FLOWERS & FRUIT เป็น STRATEGY GAME ที่สอดแทรกความรู้เรื่องโครงสร้างของพืชดอก และชนิดของผล สามารถเล่นได้ 2-6 คน ภายในเวลา 45 นาที โดย PLAYER จะต้องรวบรวมส่วนประกอบของดอกไม้แต่ละส่วน ให้ครบเพื่อนำไปปลูกดอกไม้และผลไม้

กลไก : SET COLLECTION

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง ประเภทของดอกไม้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถจำแนกชนิดผลได้
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดเชิงระบบ

บอร์ดเกมออกแบบมาใช้ในการสอนสำหรับ 2 ชั่วโมง โดยมีการแบ่งเป็นส่วน ดังนี้

1. สร้างความสนใจ (นำเข้าสู่บท) 15 นาที
2. สืบสวนและค้นหา (เล่นเกม) 45 นาที
3. อธิบาย ลงข้อสรุป และสะท้อนผลบทเรียน 20 นาที
4. ขยายความรู้ 15 นาที
5. ประเมิน 15 นาที



พูน ปณ ทัต ชีเว

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

คำชี้แจง ข้อสอบฉบับนี้มี 1 ตอน จำนวน 7 หน้า

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (10 คะแนน)

คำอธิบาย

1. ตอนที่ 1 ให้นักเรียนใช้ปากกา ทำเครื่องหมาย X ลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละข้อในกระดาษคำตอบ
2. ห้ามนักเรียนนำข้อสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดคำนวณใด ๆ ทุกชนิด
4. หากมีการทุจริตในการสอบ จะยกเลิกคะแนนสอบในครั้งนั้นแล้วให้ดำเนินการสอบใหม่ทันที

ผลการเรียนรู้

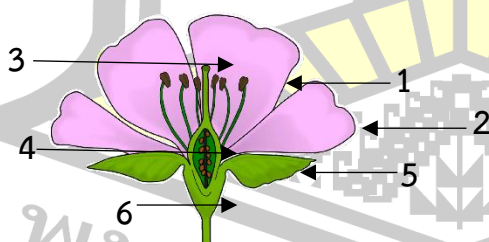
1. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
2. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอกและ อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
3. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล

คำอธิบาย : ให้นักเรียนเลือก 1 คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวลงใน

ผลการเรียนรู้ที่ 1 : อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

1. จากรูปภาพต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามต่อไปนี้

2. ข้อใดจัดเป็นผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวม ตามลำดับ



- ก. มังคุด ลำไย มะม่วง
- ข. น้อยหน่า ลำไย มังคุด
- ค. สับปะรด องุ่น น้อยหน่า
- ง. มะม่วง สตอเบอร์รี่ ขนุน

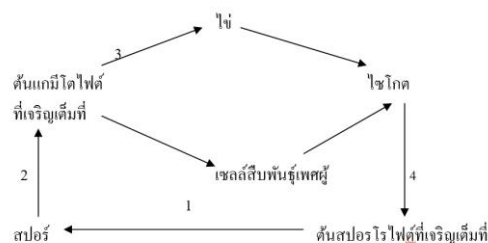
3. วัฏจักรชีวิตของพืชดอกแบ่งได้กี่ระยะ

- ก. 2 ระยะ คือ ระยะแบบสลับ และ ระยะสืบพันธุ์
- ข. 2 ระยะ คือ อาศัยเพศ และ ไม่อาศัยเพศ
- ค. 2 ระยะ คือ แกมีโทไฟต์ และสปอร์โรไฟต์
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. หมายเลข 1 ทำหน้าที่สร้างละอองเรณู
- ข. หมายเลข 4 ทำหน้าที่ดักจับละอองเรณู
- ค. หมายเลข 2 ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้ดอกตูม
- ง. หมายเลข 5 ทำหน้าที่ช่วยล่อแมลงให้มาผสมเกสร

4. จากแผนภาพวงจรชีวิตแบบสลับนี้ จะมีการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสที่ระยะใด



- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

ผลการเรียนรู้ที่ 2 : อธิบายและเปรียบเทียบ

กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอกและ อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก

5. ถุงเอ็มบริโอ (embryo sac) ของพืชดอก มีนิวเคลียสอยู่ภายในทั้งหมดเท่าไร

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 4
- ง. 8

6. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เกิดมาจากเซลล์ใด

- ก. fertilized egg
- ข. scutellum
- ค. female gametophyte
- ง. fertilized polar nuclei + sperm

7. ในการแบ่งเซลล์ spore mother cell เพื่อสร้างละอองเรณูนั้นใช้วิธีใด

- ก. ไมโทซิส
- ข. ไมโอซิส
- ค. ไมโทซิส ก่อน ไมโอซิส
- ง. ไมโอซิส ก่อน ไมโทซิส

8. โพลาร์นิวคลีไอ มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. กลุ่มเซลล์ที่อยู่ตรงข้าม ไมโครไพล์ 3 เซลล์ มี 3 นิวเคลียส
- ข. กลุ่มทางด้านไมโครไพล์ เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่น
- ค. กลุ่มที่อยู่กลางเซลล์มี 2 นิวเคลียส แต่มีเยื่อหุ้มรวมกันกลายเป็น 1 เซลล์
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

9. การถ่ายละอองเรณู หมายถึงข้อใด

- ก. การที่สเปิร์มเข้าไปผสมกับอวุล
- ข. การที่ละอองเรณูงอกที่ยอดเกสรเพศเมีย
- ค. การที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย
- ง. การที่สเปิร์มนิวเคลียส แบ่งตัวแบบไมโทซิสบนยอดเกสรเพศเมีย

10. ถ้ากำหนดให้

- 1 = การถ่ายละอองเรณู
- 2 = การงอกของละอองเรณู
- 3 = นิวเคลียสทั้งสองผสมกัน
- 4 = ได้ไซโกต

ขั้นตอนที่ถูกต้องของการถ่ายละอองเรณูคือข้อใด

- ก. 3 2 1 4
- ข. 2 3 1 4
- ค. 1 2 3 4
- ง. 1 3 2 4

11. ข้อใดเป็นลักษณะสำคัญของยอดเกสรเพศเมีย

- ก. อยู่ด้านในสุด มองเห็นเด่นชัด
- ข. เป็นแผ่นบางๆ มีกลิ่นหอมช่วยล่อแมลง
- ค. เป็นตุ่ม มีรสหวาน มีสารเหนียวหรือขนช่วยดักจับเรณู
- ง. เป็นตุ่ม ไม่มีกลิ่น อยู่บริเวณโคนดอก ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์

12. ข้อใดต่อไปนี้อธิบาย การปฏิสนธิคู่ (double fertilization) ของพืชดอก ระหว่างสเปิร์มกับเซลล์ไข่ได้ถูกต้อง

ก.	1. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ ไฮโคต 2. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ โพลาร์นิวคลีโอ
ข.	1. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ เอ็มบริโอ 2. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ โพลาร์นิวคลีโอ
ค.	1. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ ไฮโคต 2. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ เอนโดสเปิร์ม
ง.	1. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ เอ็มบริโอ 2. สเปิร์ม+เซลล์ไข่ ได้ เอนโดสเปิร์ม

13. นักเรียนคิดว่า ข้าวสารที่ผ่านการขัดสีเอารำข้าวออกไป จะทำให้จุกข้าวหรือเอ็มบริโอซึ่งอยู่ที่ปลายเมล็ด หลุดออกไปด้วย ข้าวสารจะงอกเป็นต้นกล้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. งอกได้ เพราะเอนโดสเปิร์มภายในเมล็ดจะเจริญไปเป็นส่วนรากและลำ ต้นของต้นกล้า
- ข. งอกได้ เพราะใบแรกเกิดไม่ได้หลุดออกไปด้วย จึงสามารถเจริญเป็นส่วนรากและลำต้นได้
- ค. งอกไม่ได้ เพราะเอนโดสเปิร์มจะหลุดออกไปด้วยเป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นส่วนรากและลำต้นของต้นกล้า
- ง. งอกไม่ได้ เพราะเอ็มบริโอเป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นส่วนรากและลำต้นของต้นกล้า หลุดออกไปแล้ว

ผลการเรียนรู้ที่ 3 : อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล

14. กะลามะพร้าวคือส่วนประกอบของผลในข้อใด

- ก. ผนังผลชั้นใน
- ข. ผนังผลชั้นนอก
- ค. ผนังผลชั้นกลาง
- ง. ผนังผลระหว่างชั้นกลางกับชั้นใน

15. ข้อใดอธิบายส่วนประกอบของเมล็ดได้ไม่ถูกต้อง

- ก. เอ็มบริโอ เจริญมาจากไฮโคต
- ข. เปลือกเมล็ด เจริญมาจากผนังออวุล เป็นส่วนที่อยู่นอกสุด
- ค. ผิวของเปลือกหุ้มเมล็ดมีรอยแผลเป็นเล็ก ๆ เรียกว่า ไมโครไฟล์
- ง. เอนโดสเปิร์ม ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

16. เมล็ดถั่วเขียวมีเปลือกแข็ง น้ำเข้าไม่ได้ เมื่อนำมาเพาะปกติจะไม่งอก ต้องนำเมล็ดไปแช่น้ำก่อน 1 คืน ก่อนเพาะเมล็ด การที่เป็นเช่นนี้เพราะอะไร

- ก. น้ำกระตุ้นให้เอ็มบริโอเจริญ
- ข. น้ำเร่งการทำให้เร็วขึ้น
- ค. น้ำทำลายสารยับยั้งการงอกในเอ็มบริโอ
- ง. น้ำทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดยอมให้น้ำเข้าได้

17. ผลชนิดใดต่อไปนี้ที่สามารถรับประทานผนังผลได้ทั้ง 3 ชั้น

- ก. แตงกวา มะเฟือง มะเขือเปราะ
- ข. องุ่น มะม่วง มะละกอ
- ค. เงาะ ลำไย กระท้อน
- ง. มะเขือเทศ มันฝรั่ง มะม่วง

18. เพื่อก มีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน จะเก็บสะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต คล้ายกับเมล็ดพืชชนิดใด

- ก. พุเรียน ข้าวสาลี
- ข. ข้าวเจ้า ลูกเดือย
- ค. ถั่วเขียว งา
- ง. มัน มะละกอ

19. เมื่อนักเรียนจะต้องเลือกเมล็ดพืชมา 1 ชนิด เพื่อที่จะทำมาทอเป็นผ้า 1 ผืน นักเรียนจะเลือกใช้เส้นใยจากพืชชนิดใด เพราะเหตุใด

- ก. มัน เพราะ เป็นเส้นใยที่เกาะพันกันทำให้มีความเหนียว
- ข. ฝ้าย เพราะ มีลักษณะเส้นใยที่สั้น เบา ไม่เปียกน้ำง่าย
- ค. มัน เพราะ มีลักษณะเส้นใยที่สั้น เบา ไม่เปียกน้ำง่าย
- ง. ฝ้าย เป็นเส้นใยที่เกาะพันกันทำให้มีความเหนียว

20. หากเด็กหญิงตั้งเมย์ ต้องการที่จะสกัดน้ำมันหอมระเหย จะต้องเลือกใช้ผลหรือเมล็ดจากพืชประเภทใด

- ก. พืชที่สามารถผลิตเส้นใย
- ข. พืชที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว
- ค. พืชที่ผิวน้ำนอกมีต่อมน้ำมัน
- ง. พืชที่สะสมอาหาร



แบบทดสอบการคิดเชิงระบบ

คำชี้แจง : แบบทดสอบฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกตอบคำถามที่ถูกต้องที่สุด

เมื่อวันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2565 กรมอุตุนิยมวิทยา ประกาศฉบับ 21 พายุดีเปรสชัน "โนรู" ศูนย์กลางอยู่บริเวณ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด ทั้งนี้ หากดูจากเส้นทางของพายุพบว่า จาก ร้อยเอ็ด พายุลูกนี้จะเคลื่อนเข้าไปยังจังหวัด มหาสารคาม, ชัยภูมิ, เพชรบูรณ์, พิจิตร, พิษณุโลก, กำแพงเพชร และ สุโขทัย เตรียมอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรง พร้อมเช็กรายชื่อ จังหวัดที่คาดว่าจะเจอ "ฝนตกหนักมาก" อันเนื่องมาจากเกิดฝนตกหนักเป็นระยะเวลาต่อเนื่องกัน หลายวัน ทำให้พื้นที่น้ำขาดในบางพื้นที่ และเกิดน้ำล้นตลิ่งแม่น้ำไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน จึงทำให้มวลน้ำได้ไหลทะลักลงไปที่พื้นที่ด้านล่าง ซึ่งจะส่งผลกระทบให้พื้นที่นาข้าวเน่าเสียหาย และ บ้านเรือนประชาชนได้รับผลกระทบ ระดับน้ำสูงกว่า 80 ซม.รถเล็กไม่สามารถสัญจรผ่านไปมาได้ จากสาเหตุนี้ทำให้หลายหน่วยงานเล็งเห็นว่าจะต้องมีการตกแต่งดินตามลาดตลิ่งให้เรียบมิให้เป็นอุปสรรคต่อ ทางเดินของน้ำ และออกแบบโดยเพิ่มค่าระยะพ้นน้ำเพื่อรองรับการกระทำของคลื่น ลดการพังทลาย ของลำน้ำโดยก่อสร้างให้อยู่ห่างจากบริเวณที่น้ำไหลเร็ว

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 1 – 3

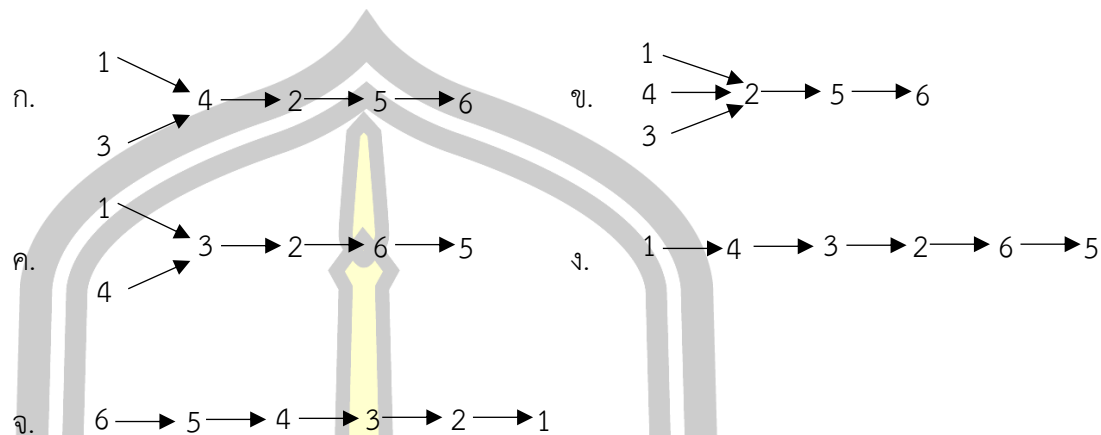
1. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใดมากที่สุด

- ก. การแก้ไขปัญหาน้ำท่วม
- ข. ผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วม
- ค. การรณรงค์เรื่องปัญหาน้ำท่วม
- ง. ปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไปจนความจำเป็น
- จ. ความรับผิดชอบของภาครัฐต่อปัญหาน้ำท่วม

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

- 1. ปรับปรุงสภาพลำน้ำ
 - 2. สร้างคันกั้นน้ำเสริมขอบตลิ่ง
 - 3. การระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่ม
 - 4. การหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณ
 - 5. การก่อสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ
 - 6. การก่อสร้างทางผันน้ำหรือชุดคลองสายใหม่
- เชื่อมต่อกับแม่น้ำ

2. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



3. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรใช้เกณฑ์ในข้อใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์นี้

- ก. ปริมาณน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำลดลง
- ข. พื้นที่กักเก็บน้ำมีเพิ่มมากขึ้น
- ค. คุณภาพน้ำดีขึ้น
- ง. อัตราน้ำท่วมในปัดมาพื้นที่มีจำนวนลดลง
- จ. รัฐบาลสั่งชุดคลองสายใหม่เพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันนี้มีโฆษณาสินค้ายาลดความอ้วนหรือผลิตภัณฑ์ลดความอ้วนชนิดต่าง ๆ เกินจริง ออกมาทางโทรทัศน์ สื่อโซเชียลไม่ว่าจะเป็น Facebook TikTok และ Youtube อย่างกว้างขวาง ผลของการโฆษณาย่อมมีอิทธิพลสูงใจบุคคลที่รับชมนั้นหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ลดความอ้วนมากขึ้น จึงเป็นเรื่องที่น่าคิดว่า ถึงเวลาแล้วหรือยังที่ควรจะมีการควบคุมการโฆษณาสินค้าที่เกินความจริง เพื่อลดความเข้าใจผิดของผู้บริโภคและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาตามมาได้ภายหลัง

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 4 – 6

4. สาเหตุสำคัญที่ทำให้บุคคลใช้ยาลดความอ้วนมากขึ้นคือข้อใด

- ก. สื่อมวลชน
- ข. สิ่งแวดล้อม
- ค. การโฆษณา
- ง. โรงงานผลิตยาลดความอ้วน
- จ. เพื่อนชักจูง

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. ควบคุมการโฆษณา | 2. ลดการโฆษณาทางหนังสือพิมพ์ |
| 3. ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับโทษของยาลดความอ้วน | 4. ลดการโฆษณาทางวิทยุ |
| 5. รัฐบาลควบคุมการผลิต | 6. ลดการโฆษณาทางสื่อโซเชียล |
| 7. การใช้ยาลดความอ้วนลดลง | |

5. ขั้นตอนใดควรจะเป็นขั้นตอนแรกในการแก้ไขปัญหา

- ก. 1
- ข. 3
- ค. 5
- ง. 4
- จ. 3 และ 7

6. การตรวจสอบการแก้ปัญหว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. การใช้เวลาว่างของบุคคลให้เกิดประโยชน์
- ข. รณรงค์ไม่ให้เชื่อโฆษณาที่เกินจริงผ่านสื่อโซเชียล
- ค. พ่อแม่ดูแลสอดส่องพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด
- ง. ควบคุมและตรวจสอบการผลิตสินค้าประเภทยาลดความอ้วน
- จ. รัฐบาลห้ามโฆษณาสรรพคุณยาลดความอ้วนที่เกิดจริง

ปัจจุบันขยะที่เก็บจากบ้านเรือนและสถานที่ต่าง ๆ มีปริมาณที่สูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามการขยายตัวของของบ้านเรือนประชาชน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของชุมชนที่มีความต้องการที่จะจัดการและแก้ไขปริมาณขยะที่มีเพิ่มมากขึ้นเหล่านี้ ซึ่งขยะบางชนิดนั้นสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ แต่ก็ถือว่านับเป็นส่วนที่น้อยมากในปริมาณขยะทั้งหมด เมื่อเทียบกับขยะประเภทที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ทำให้ยังคงเหลือขยะที่ตกค้างอีกมากมาย เช่น พลาสติก โฟม แก้ว เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการกำจัดขยะเหล่านี้ด้วยการฝังกลบเผา ทำให้เกิดผลที่ตามมาคือเกิดควันและมลพิษต่าง ๆ ตามมาส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 7-9

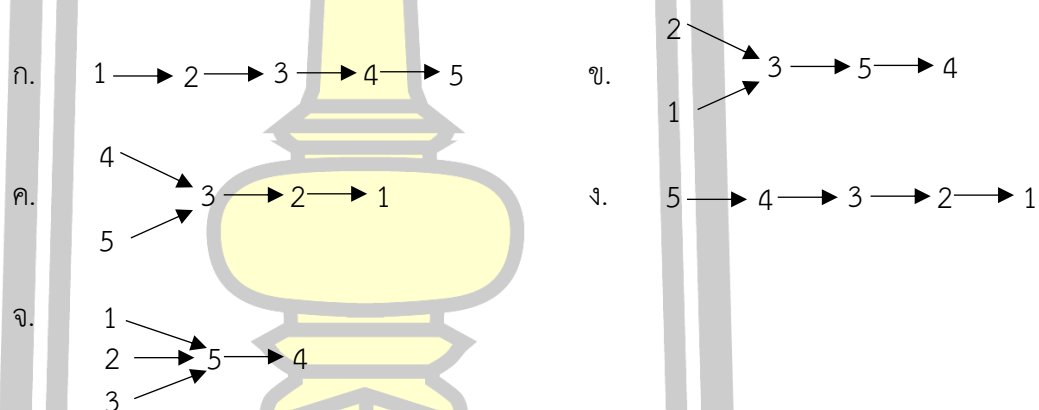
7. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด

- ก. การฝังกลบ เผา
- ข. ขยะไม่ย่อยสลาย
- ค. ขยะมีปริมาณที่สูงขึ้น
- ง. การทำลายขยะผิดวิธี
- จ. ควันและมลพิษต่าง ๆ

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

- 1. คัดแยกขยะ
- 2. ลดการใช้ขยะ
- 3. เลือกซื้อของที่รีไซเคิล
- 4. เพิ่มการกำจัดขยะที่มีประสิทธิภาพ
- 5. การนำขยะมาแปรรูปใหม่

8. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



9. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. มลพิษลดลง
- ข. สุขภาพดีขึ้น
- ค. ขยะมีปริมาณลดลง
- ง. การกำจัดขยะที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- จ. การเลือกใช้ขยะสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

การบูลลี่ (Bully) หรือ “การกลั่นแกล้ง” เป็นการกระทำที่กระทำต่อบุคคลที่อ่อนแอกว่า ให้ได้รับอันตรายทางร่างกายหรือรู้สึกเจ็บปวดทางจิตใจ ด้วยการกระทำซ้ำ ๆ อย่างตั้งใจ ในปี 2563 เด็กไทยมีพฤติกรรมการกลั่นแกล้งหรือบูลลี่กัน เป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองจากประเทศญี่ปุ่น หรือเด็กไทยโดนบูลลี่ปีละประมาณ 600,000 คน ซึ่งคิดเป็น 40% ของนักเรียนทั้งหมด “การบูลลี่ในโรงเรียน” เป็นปัญหาของสังคมไทยที่ไม่สามารถหาทางรับมือหรือแก้ไขได้อย่างเป็นรูปธรรม และกลายเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อเด็กและเยาวชน เนื่องจากการรังแกกันที่เกิดขึ้นในสถานศึกษาถือว่าเป็นความรุนแรงรูปแบบหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาพร่างกายและจิตใจของผู้ถูกรังแก เช่น ซึมเศร้า เครียด ขาดความมั่นใจในตนเอง ไม่อยากมาเรียนหนังสือ ทำร้ายตัวเองหรือคนอื่นที่อ่อนแอกว่า รวมถึงการฆ่าตัวตาย เป็นต้น

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 10-12

10. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใด

- ก. ความเครียด
- ข. อัตราส่วนของพฤติกรรม
- ค. พฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม
- ง. การได้รับอันตรายด้านร่างกายและจิตใจ
- จ. การบูลลี่ (Bully) หรือ “การกลั่นแกล้ง”

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. การมองเห็นคุณค่าในตัวเอง
2. ตอบโต้ด้วยการแสดงความมั่นใจในตัวเอง
3. พยายามทำความเข้าใจฝ่ายที่ชอบกลั่นแกล้ง
4. ปรึกษาครอบครัว ครูอาจารย์เพื่อนร่วมงาน หัวหน้างาน หรือคนที่ไว้วางใจได้
5. ผู้ปกครองสอนให้รู้ว่าการรังแกผู้อื่นเป็นพฤติกรรมรุนแรงที่ไม่ได้รับการยอมรับ

พหุบัน ปณ จิตโต ชีโว

11. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด

ก. $4 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5$

ข. $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 2$

ค. $5 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 2$
 $5 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2$

ง. $5 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$
 $4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$

จ. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 3$
 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 5$

12. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

ก. การบูลี่ลตลง

ข. เด็กมั่นใจในตนเองมากขึ้น

ค. เด็กเห็นคุณค่าในตนเองมากขึ้น

ง. โรงเรียนมีการดูแลเอาใจใส่มากขึ้น

จ. ผู้ปกครองหันมาอบรมสั่งสอนบุตรของตนมากขึ้น

อาชญากรรมเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญในสังคมไทยในปัจจุบัน ที่มีแนวโน้มที่จะรุนแรงขึ้นทั้งในด้านสถิติตัวเลข วิธีการประกอบอาชญากรรมของผู้กระทำความผิด ที่สามารถมองเห็นได้ เช่น คดีลักทรัพย์ ชิงทรัพย์ ปล้นทรัพย์ ข่มขืนกระทำชำเรา คดียาเสพติด เป็นต้น และที่มองไม่เห็น เช่น คดีเกี่ยวกับอาชญากรรมคอมพิวเตอร์ แก๊งคอลเซ็นเตอร์ การหลอกลวงขายสินค้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น อันเนื่องมาจากสาเหตุในหลากหลายด้าน เช่น การขาดความอบอุ่นทางจิตใจ การเปลี่ยนแปลงทางสังคมมากขึ้น สิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม และการมีค่านิยมในทางที่ผิด

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 13-15

13. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใด

ก. คดีผิดกฎหมายต่าง ๆ

ข. ความรุนแรงของอาชญากรรม

ค. การก่ออาชญากรรมในสังคมไทย

ง. อาชญากรรมคอมพิวเตอร์

จ. วิธีการประกอบอาชญากรรม

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบข้าง
2. อบรมสั่งสอนและให้ความรัก ความอบอุ่นจากครอบครัว
3. รัฐและหน่วยงานรับผิดชอบควรช่วยกันแก้ไขปัญหา
4. ปลุกฝังและพัฒนาจิตใจของสมาชิกในสังคมให้มีคุณธรรม
5. การความร่วมมือกับหน่วยงานและเจ้าหน้าที่

14. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด

ก. $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 4$

ค. $5 \begin{matrix} \nearrow 2 \\ \searrow 4 \end{matrix} \rightarrow 1 \rightarrow 3$

จ. $3 \rightarrow 5 \begin{matrix} \nearrow 2 \\ \searrow 4 \end{matrix} \rightarrow 1$

ข. $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \begin{matrix} \nearrow 2 \\ \searrow 4 \end{matrix}$

ง. $1 \begin{matrix} \nearrow 4 \\ \searrow 2 \end{matrix} \rightarrow 5 \rightarrow 3$

15. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. ค่าปรับที่ลดลง
- ข. เพื่อโทษจำคุก
- ค. กฎหมายที่เข้มงวดมากขึ้น
- ง. อาชญากรรมในสังคมไทยมีอัตราที่ลดลง
- จ. มีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมมากขึ้น

การใช้ยาเสพติดในกลุ่มวัยรุ่นหรือเยาวชน ยังเป็นปัญหาใหญ่ของประเทศไทย เป็นปัญหาที่สร้างความกังวลให้กับทุกคน เพราะไม่เพียงแต่ประเทศจะต้องสูญเสียทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งเป็นทรัพยากรอันมีค่าที่สุดของประเทศไปแล้ว ปัญหายาเสพติดยังนำมาซึ่งปัญหาอื่นอีกมากมาย ทั้งในแง่สังคมอย่างเช่นการก่ออาชญากรรม ปล้น 搶 ฆาตกรรม ปัญหาส่วนบุคคลในด้านสุขภาพกาย และสุขภาพจิต เช่น ปัญหาทางจิต ปัญหาด้านสุขภาพ ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ซึ่งสาเหตุของการติดยาเสพติดอันเนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ อยากทดลอง ความคึกคะนอง การชักชวนของคนอื่น การถูกหลอกลวง หรือแม้กระทั่งเกิดจากสาเหตุของความเจ็บป่วย

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 16-18

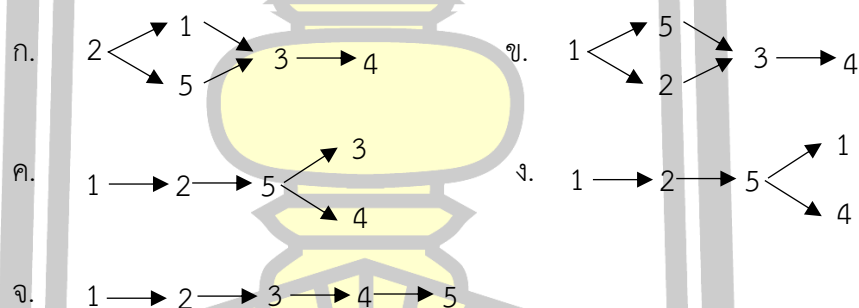
16. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด

- ก. ความยากจน
- ข. ความคึกคะนอง อายากรู้ยาทดลอง
- ค. สิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม
- ง. การขาดความรู้
- จ. ประกอบอาชีพบางอย่างที่ต้องการเพิ่มงานมากขึ้น

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. ผนรงค์ต่อต้านยาเสพติด
2. ให้ความรู้เรื่องโทษของยาเสพติด
3. จัดให้มีการบำบัดและรักษาผู้ติดยาเสพติด
4. ป้องกันและปราบปรามผู้ซื้อและผู้ขายอย่างเด็ดขาด
5. การร่วมมือสอดส่องดูแลความประพฤติของเด็กอย่างใกล้ชิด

17. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



18. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. สุขภาพดีขึ้น
- ข. ยาเสพติดมีปริมาณลดลง
- ค. อัตราการเสพยาหรือใช้ยาเสพติดลดลง
- ง. เยาวชนมีความรู้เรื่องยาเสพติดเพิ่มขึ้น
- จ. อัตรานักโทษก่ออาชญากรรมที่เป็นผลมาจากยาเสพติดลดลง

ปัญหาโรคเอดส์ หรือ AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome) เป็นอาการระยะสุดท้ายในผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสเอชไอวี (HIV) ไวรัสนี้จะทำลายระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันร่างกายทำงานบกพร่องและไม่สามารถป้องกันหรือกำจัดการติดเชื้อได้ตามปกติ จึงเสี่ยงต่อการป่วยด้วยโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้ง่าย จนนำไปสู่การเสียชีวิตได้ในที่สุด โรคเอดส์มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมเสี่ยงต่าง ๆ เช่น การมีเพศสัมพันธ์โดยไม่สวมถุงยางอนามัย การติดเอดส์ผ่านทางบาดแผลทั้งบริเวณผิวหนังและช่องปาก ขาดความรู้ในการป้องกันโรค เป็นต้น

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 19-21

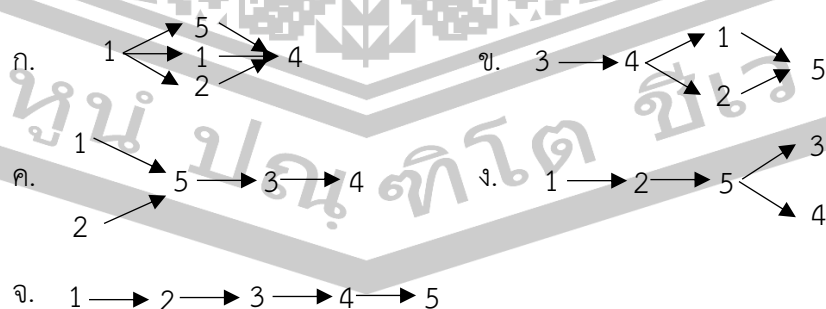
19. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด

- ก. ปัญหายาเสพติด
- ข. ขาดความรู้ในการป้องกันโรค
- ค. การติดเอดส์จากมารดาสู่ทารก
- ง. การมีเพศสัมพันธ์โดยไม่สวมถุงยางอนามัย
- จ. การใช้เข็มฉีดยา หรือกระบอกฉีดยาร่วมกับผู้ที่ติดเชื้อ

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. มีคู่นอนเพียงคนเดียว
2. ใช้ถุงยางอนามัยทุกครั้งที่มีเพศสัมพันธ์
3. ให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการโรคเอดส์ให้กับประชาชน
4. ตรวจสุขภาพประจำปี
5. การงดใช้เข็มฉีดยาร่วมกับผู้อื่น

20. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



21. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. การมีถุงยางอนามัยแจกฟรี
- ข. ยอดการมีเพศสัมพันธ์ลดลง
- ค. ยอดขายถุงยางอนามัยที่เพิ่มขึ้น
- ง. เยาวชนรู้วิธีการใช้ถุงยางอนามัย
- จ. ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติตนป้องกันโรคเอดส์

การทุจริตคอร์รัปชันของประเทศไทยเป็นปัญหาสังคมที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน การคอร์รัปชันเป็นปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการบริหารประเทศ นับวันมีแต่ทวีความรุนแรงขึ้น ทั้งเป็นปัญหาที่ทุกประเทศต้องการขจัดให้หมดไป แต่เป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้คงทำได้เพียงปราบปรามให้น้อยลง คอร์รัปชันนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ หลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ความยากจนของข้าราชการชั้นผู้น้อย การขัดกันของผลประโยชน์ การทุจริตโดยนโยบาย เป็นต้น

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 22-24

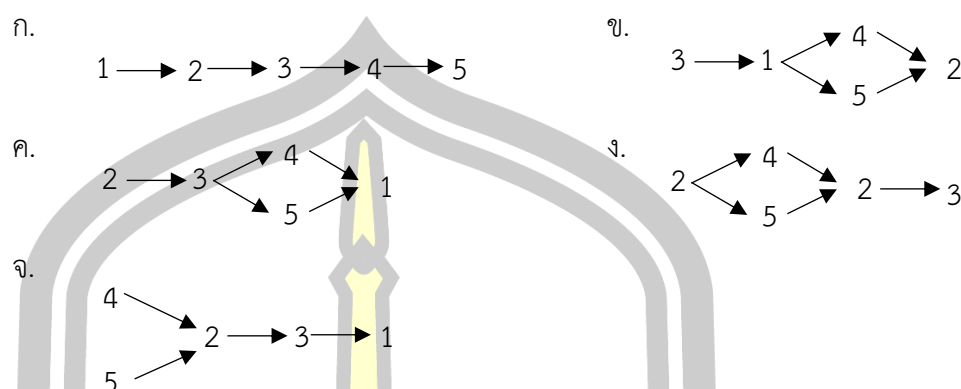
22. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใด

- ก. การพัฒนาประเทศ
- ข. ปัจจัยของการทุจริตคอร์รัปชัน
- ค. การทุจริตคอร์รัปชันของประเทศไทย
- ง. ผลกระทบของการทุจริตคอร์รัปชัน
- จ. ผลประโยชน์ของการทุจริตคอร์รัปชัน

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหตามสถานการณ์มีดังนี้

1. พัฒนากฎหมายและกระบวนการยุติธรรม
2. สร้างการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน
3. สร้างความแข็งแกร่งของหน่วยงานต่อต้านคอร์รัปชันภาครัฐ
4. ผนึกคําคูณธรรม จริยธรรมและการต่อต้านคอร์รัปชันครั้งใหญ่
5. ผลักดันมาตรการเรื่อง “ความโปร่งใส” ที่สอดคล้องกับมาตรฐานของ UNODC

23. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



24. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. มีธุรกิจส่วนตัวเพิ่มขึ้น
- ข. การทุจริตคอร์รัปชันลดลง
- ค. ข้าราชการชั้นผู้น้อยมีรายได้เพิ่มขึ้น
- ง. ภาษีรายได้ลดลง
- จ. แก๊ซ พรบ ข้อมูลข่าวสารให้โปร่งใสมากขึ้น

ความยากจนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมไทยที่สั่งสมมานานเป็นภาวะความขาดแคลนที่ไม่มี ความมั่นคงทางเศรษฐกิจในระดับบุคคล ส่งผลให้เกิดความทุกข์ยากในการดำเนินชีวิต รวมถึง การขาดโอกาสที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิตในหลาย ๆ ด้าน และส่งผลต่อการพัฒนาในระดับประเทศ ตามมาในที่สุด จากรายงานการวิเคราะห์ของ ธนพล สราญจิตร (2558) สาเหตุสำคัญของปัญหานั้นมี สองประการ คือ สาเหตุจากปัจจัยภายในตัวบุคคล เช่น การขาดการศึกษา ทำให้มีรายได้ต่ำ การมีบุตรมากเกินไป รายได้ไม่พอกับรายจ่าย เป็นต้น และสาเหตุจากปัจจัยภายนอกตัวบุคคล เช่น สภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างรายได้ ลักษณะอาชีพมีรายได้ไม่แน่นอนสม่ำเสมอ เช่น กรรมกร รับจ้าง เป็นต้น

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 25-27

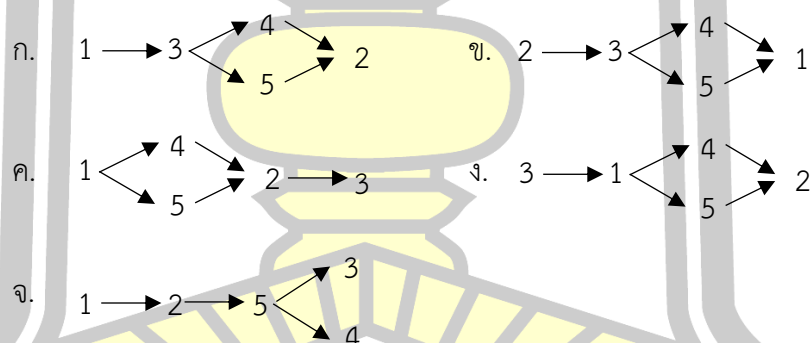
25. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์นี้ คือข้อใด

- ก. ลักษณะอาชีพมีรายได้ไม่แน่นอนสม่ำเสมอ
- ข. การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร
- ค. การมีนิสัยเฉื่อยชาและเกียจคร้าน ไม่ชอบทำงาน
- ง. เศรษฐกิจภายในประเทศ
- จ. การเปลี่ยนแปลงทางสังคมมากขึ้น

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

1. พัฒนาคุณภาพของประชากร
2. ประสานความร่วมมือระหว่างองค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน
3. มุ่งให้ชุมชนสามารถพึ่งพิงตนเองตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง
4. พัฒนาสังคม เช่น ขยายการศึกษาเพิ่มมากขึ้น บริการฝึกอาชีพให้กับประชาชน
5. พัฒนาเศรษฐกิจ เช่น กระจายรายได้ การสร้างงานในชนบท เป็นต้น

26. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



27. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. คุณภาพของประชากรดีขึ้น
- ข. ชุมชนมีรายได้ และมีการผลิตสินค้าส่งขายมากขึ้น
- ค. รัฐบาลกระตุ้นเศรษฐกิจการท่องเที่ยวท้องถิ่น
- ง. หน่วยงานต่าง ๆ ซื้อสินค้าชุมชน
- จ. การจับจ่ายมีกำลังที่เพิ่มขึ้น

ละครทีวีในปัจจุบันอาจมีผลทำให้เยาวชนสับสนกับพฤติกรรมของตัวละครได้ เพราะเกิดคิดว่าพฤติกรรมของตัวละครเป็นสิ่งที่ถูกต้อง หลายฝ่ายมุ่งแต่จะแสดงความคิดเห็นในเชิงวิจารณ์ แต่ไม่ได้แก้ไขถึงแม้ว่าละครทีวีเป็นรายการประเภทความบันเทิง ผู้ผลิตละครก็อย่ามุ่งแต่ผลิตเพื่อเพียงเป็นแค่ความบันเทิงอย่างเดียว

จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามข้อที่ 28-30

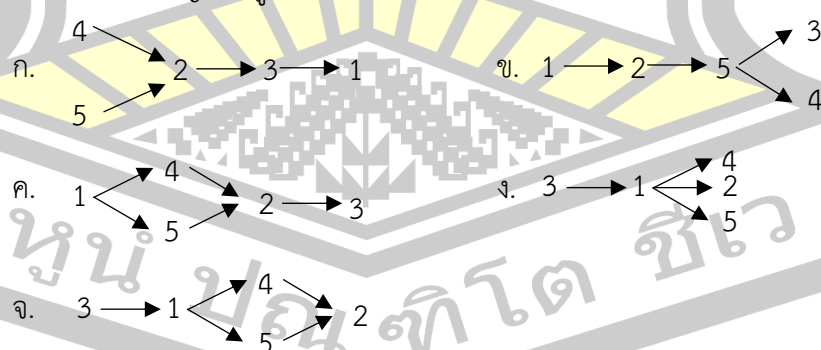
28. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใด

- ก. ละครทีวีปัจจุบันไม่มีคุณภาพ
- ข. ละครทีวีทำให้สังคมเกิดปัญหา
- ค. ผู้ผลิตมุ่งผลิตละครประเภทบันเทิง
- ง. ละครทีวีมุ่งผลิตเพื่อเน้นด้านการตลาดเป็นความสำคัญ
- จ. เยาวชนเลียนแบบพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของตัวละคร

ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์มีดังนี้

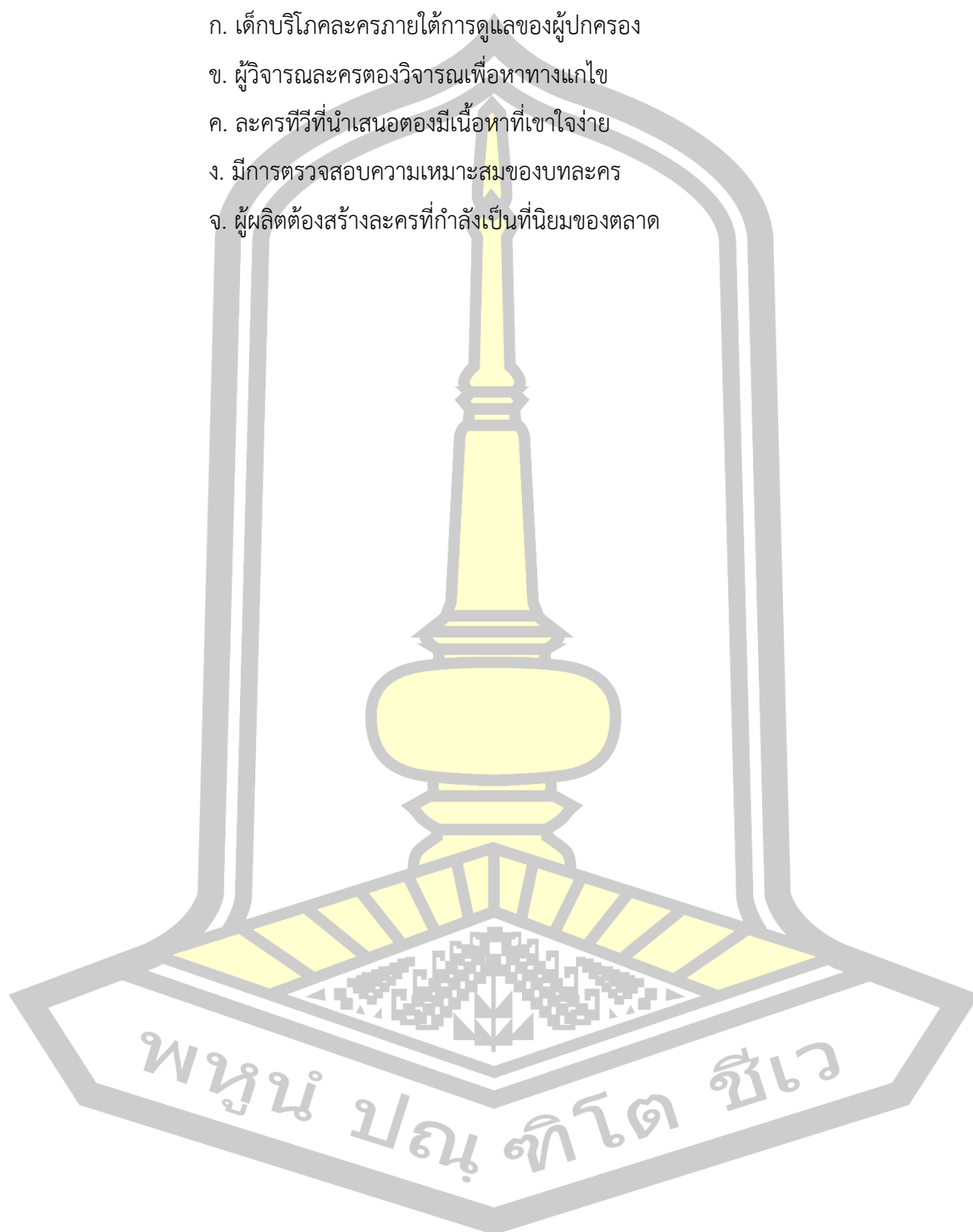
1. ตรวจสอบคุณภาพด้านการศึกษาของผู้ผลิตละคร
2. ละครทีวีมีคุณภาพเป็นประโยชน์ต่อสังคม
3. ผู้ปกครองดูแลการบริโภคละครของเด็กอย่างใกล้ชิด
4. มีการตรวจสอบความเหมาะสมของบทละครอย่างเคร่งครัด
5. กำหนดนโยบายและสัดส่วนประเภทของละคร

29. แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง คือข้อใด



30. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. ได้กับริโอละครภายใต้การดูแลของผู้ปกครอง
- ข. ผู้วิจารณ์ละครต้องวิจารณ์เพื่อหาทางแก้ไข
- ค. ละครทีวีที่น่าเสนอต้องมีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย
- ง. มีการตรวจสอบความเหมาะสมของบทละคร
- จ. ผู้ผลิตต้องสร้างละครที่กำลังเป็นที่นิยมของตลาด



แบบประเมินความพึงพอใจ

ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในรายวิชาชีววิทยา

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง : แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมในการตอบแบบประเมินของนักเรียนครั้งนี้ไม่มีถูกหรือผิด และไม่มีผลต่อการสอบได้หรือตก ดังนั้น จึงขอความร่วมมือในการตอบตามความเป็นจริง โดยการเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับ ระดับความพึงพอใจของตนเองเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด	4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง	2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด			

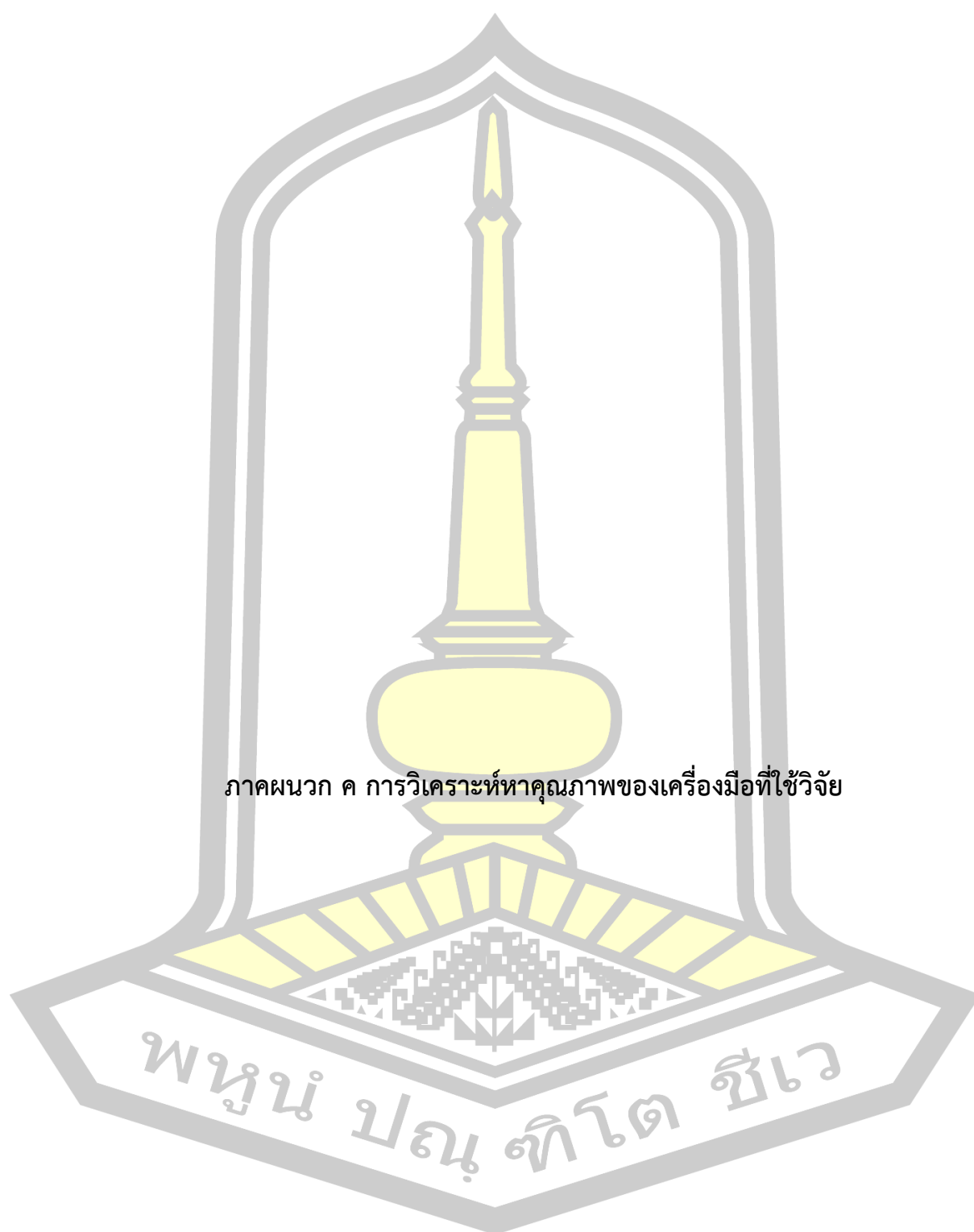
ข้อ ที่	ประเด็นการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					
		5	4	3	2	1	หมายเหตุ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1	ข้าพเจ้ามีสนุกสนานในการจัดการเรียนรู้						
2	ข้าพเจ้ามีความพึงพอใจต่อการสอนของครู						
ด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
3	เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่ยากจนเกินไป						
4	สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้						
5	การจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น						
ด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้							
6	บอร์ดเกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีคำชี้แจงอธิบายรายละเอียดวิธีการเล่นที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย						
7	ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเหมาะสม ใช้เวลาไม่นาน						
8	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความสวยงามดึงดูดความสนใจ						
9	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการคิดเชิงระบบได้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

ตารางที่ 18 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกมในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก รายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มี ต่อแผนการจัดการเรียนรู้						รวม	สรุป
	1	2	3	4	5	6		
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5.00	4.8	4.8	5	4.6	4.8	4.83	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัดได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	4.60	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.63	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.60	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	4.70	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.80	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.80	4.6	4.8	4.4	4.8	4.6	4.67	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	4.40	4.6	4.8	4.6	4.8	4.8	4.67	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	4.8	4.6	4.6	4.8	4.8	4.73	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.67	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	4.80	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.67	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.80	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.67	มากที่สุด
4. ด้านกิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้								
4.1 ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.80	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.57	มากที่สุด

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มี ต่อแผนการจัดการเรียนรู้						รวม	สรุป
	1	2	3	4	5	6		
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.60	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6	4.60	มากที่สุด
4.4 จัดกิจกรรมโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	5.00	4.8	4.6	4.8	4.8	4.4	4.73	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมมีเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน	4.60	4.6	4.6	4.6	4.2	4.6	4.53	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและการประเมินผล								
5.1 สามารถวัดและประเมินผลได้ครอบคลุม ตัวชี้วัด	4.60	4.6	4.6	4.8	4.6	4.6	4.63	มากที่สุด
5.2 วัดประเมินผลได้สอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	4.4	4.8	4.8	4.8	4.6	4.67	มากที่สุด
5.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4.80	4.4	4.8	4.8	4.8	4.6	4.70	มากที่สุด
6. ด้านสื่อการเรียนรู้								
6.1 สื่อส่งเสริมนักเรียนด้านความรู้ ทักษะการคิดเชิงระบบ	4.80	4.6	4.8	4.8	4.6	4.6	4.70	มากที่สุด
6.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.60	4.6	4.8	4.8	4.6	4.6	4.67	มากที่สุด
6.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5.00	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.80	มากที่สุด
6.4 สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.73	มากที่สุด
รวม	4.75	4.65	4.68	4.70	4.66	4.64	4.68	มากที่สุด

ตารางที่ 19 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม
ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

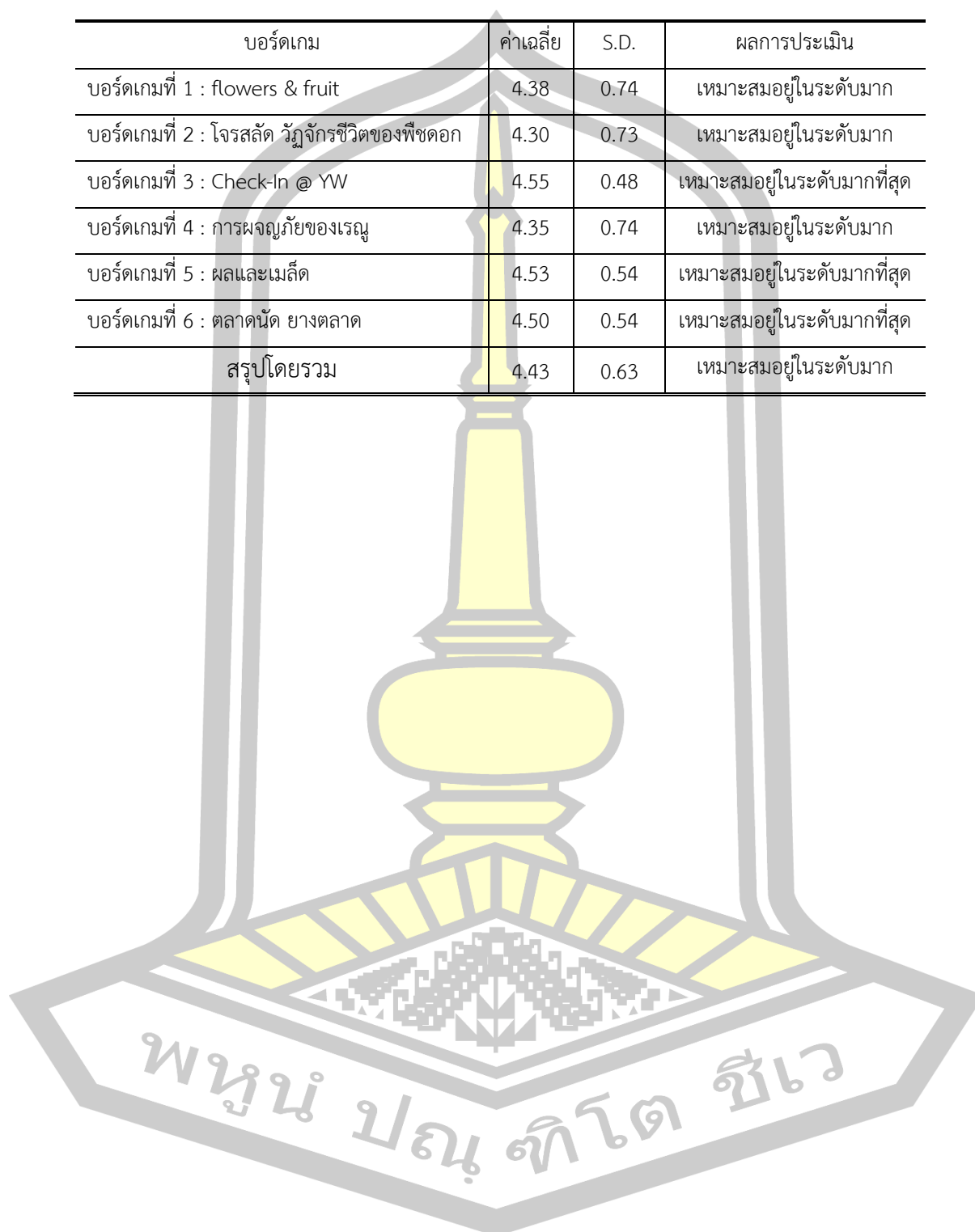
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านสาระสำคัญ	4.74	0.09	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	4.69	0.14	มากที่สุด
ด้านสาระการเรียนรู้	4.67	0.10	มากที่สุด
ด้านการวัดและการประเมินผล	4.61	0.15	มากที่สุด
ด้านการวัดและการประเมินผล	4.67	0.14	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้	4.73	0.11	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.68	0.12	มากที่สุด

ตารางที่ 20 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม
ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
แผนการเรียนรู้ที่ 1	4.75	0.52	มากที่สุด
แผนการเรียนรู้ที่ 2	4.65	0.56	มากที่สุด
แผนการเรียนรู้ที่ 3	4.68	0.55	มากที่สุด
แผนการเรียนรู้ที่ 4	4.70	0.54	มากที่สุด
แผนการเรียนรู้ที่ 5	4.66	0.51	มากที่สุด
แผนการเรียนรู้ที่ 6	4.64	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.68	0.54	มากที่สุด

ตารางที่ 21 สรุปผลการประเมินบอร์ดเกมการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ

บอร์ดเกม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมิน
บอร์ดเกมที่ 1 : flowers & fruit	4.38	0.74	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
บอร์ดเกมที่ 2 : โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก	4.30	0.73	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
บอร์ดเกมที่ 3 : Check-In @ YW	4.55	0.48	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
บอร์ดเกมที่ 4 : การผจญภัยของเรณู	4.35	0.74	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
บอร์ดเกมที่ 5 : ผลและเมล็ด	4.53	0.54	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
บอร์ดเกมที่ 6 : ตลาดนัด ยางตลาด	4.50	0.54	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
สรุปโดยรวม	4.43	0.63	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก



ตารางที่ 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 1 flowers & fruit จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33	0.58
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	4	5	4	13	4.33	0.58
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	5	5	4	14	4.67	0.58
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (คาบสอน)	5	5	4	14	4.67	0.58
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	4	5	4	13	4.33	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	5	15	5.00	0.00
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	4	5	3	12	4.00	1.00
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	3	5	5	13	4.33	1.15
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	3	5	4	12	4.00	1.00
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	3	4	4	11	3.67	0.58

ตารางที่ 22 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	4	5	3	12	4.00	1.00
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
16. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	3	13	4.33	1.15
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	3	13	4.33	1.15
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	5	4	4	13	4.33	0.58
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	5	4	14	4.67	0.58
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีการปกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้	4	5	4	13	4.33	0.58
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในเกม	5	5	5	15	5.00	0.00
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.38	0.74

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 2 โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก
จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	12	4.00	0.00
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	3	5	4	12	4.00	1.00
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	4	3	4	11	3.67	0.58
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	3	5	3	11	3.67	1.15
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้(คาบสอน)	4	5	4	13	4.33	0.58
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	3	5	4	12	4.00	1.00
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	4	5	4	13	4.33	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	4	5	3	12	4.00	1.00
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	0.58
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	3	5	4	12	4.00	1.00
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	4	5	5	14	4.67	0.58

ตารางที่ 23 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุ อุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัย และความสนใจของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของ บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความ สนใจของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
16. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุ อุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหา การเรียนรู้	5	5	3	13	4.33	1.15
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของ บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา การเรียนรู้	5	3	4	12	4.00	1.00
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็น ต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	4	5	4	13	4.33	0.58
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	5	5	15	5.00	0.00
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความ สนใจของผู้เล่นได้	4	5	4	13	4.33	0.58
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ใน เกม	5	5	5	15	5.00	0.00
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.30	0.73

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 3 Check-In @ YW จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	12	4.00	0.00
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	4	5	4	13	4.33	0.58
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	4	5	4	13	4.33	0.58
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (คาบสอน)	3	5	4	12	4.00	1.00
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	5	5	5	15	5.00	0.00
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับ ลักษณะของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	4	4	5	13	4.33	0.58

ตารางที่ 24 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร(Font)และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
16. แบบตัวอักษร(Font)และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67	0.58
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาการเรียนรู้	5	4	4	13	4.33	0.58
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	4	3	5	12	4.00	1.00
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	5	5	15	5.00	0.00
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีการปกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้	5	5	5	15	5.00	0.00
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในเกม	5	5	5	15	5.00	0.00
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.55	0.48

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 4 การพจนัญของเรณู จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	13	4.33	0.58
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	4	5	4	13	4.33	0.58
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	3	4	4	11	3.67	0.58
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	4	5	3	12	4.00	1.00
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (คาบสอน)	5	5	4	14	4.67	0.58
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	5	5	3	13	4.33	1.15
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	3	5	4	12	4.00	1.00
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	3	5	3	11	3.67	1.15

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
16. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	3	13	4.33	1.15
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาการเรียนรู้	5	3	4	12	4.00	1.00
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	4	4	5	13	4.33	0.58
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	4	4	13	4.33	0.58
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีการปกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้	5	5	5	15	5.00	0.00
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในเกม	4	5	5	14	4.67	0.58
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.35	0.74

ตารางที่ 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 5 การเกิดผลและเมสส์ จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33	0.58
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	4	5	4	13	4.33	0.58
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	4	5	4	13	4.33	0.58
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (คาบสอน)	3	5	4	12	4.00	1.00
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	4	5	4	13	4.33	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	0.58
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	3	5	5	13	4.33	1.15
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	4	4	4	12	4.00	0.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
16. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67	0.58
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67	0.58
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	4	4	5	13	4.33	0.58
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	5	5	15	5.00	0.00
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีกราฟิกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้	5	5	4	14	4.67	0.58
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในเกม	5	5	5	15	5.00	0.00
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.53	0.54

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกมที่ 6 ผลหรือเฉลี่ย จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
1. บอร์ดเกมสร้างได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	12	4.00	0.00
2. บอร์ดเกมมีกลไกและกติกาการเล่นที่ส่งเสริมตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา (การคิดเชิงระบบ)	3	5	4	12	4.00	1.00
3. ประเภทของบอร์ดเกม (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
4. ปริมาณเนื้อหาในบอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับประเภทของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น (Party/Family/Strategy)	4	4	4	12	4.00	0.00
5. ประเภทของบอร์ดเกมการศึกษา (Party/Family/Strategy) ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับช่วงอายุของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
6. ระยะเวลาการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมต่อเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (คาบสอน)	5	5	4	14	4.67	0.58
7. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับทักษะการสื่อสารของผู้เล่น	4	5	4	13	4.33	0.58
8. การสื่อสารของผู้เล่นที่เกิดขึ้นจากกติกาของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	4	5	4	13	4.33	0.58
9. ลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้เล่นเกม	5	5	4	14	4.67	0.58
10. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีธีมเกม (Theme) ที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	5	5	3	13	4.33	1.15
11. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีวิธีจับเกมที่ผู้เล่นเข้าใจตรงกัน อย่างชัดเจน	5	5	4	14	4.67	0.58
12. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ใช้กลไกมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
13. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้นมีกติกาการเล่นที่เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน ใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่าย	4	5	4	13	4.33	0.58

ตารางที่ 27 (ต่อ)

รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3			
14. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
15. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและความสนใจของผู้เล่น	5	5	4	14	4.67	0.58
16. แบบตัวอักษร (Font) และขนาดตัวอักษรที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67	0.58
17. ขนาดและลักษณะของภาพ ที่ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาการเรียนรู้	5	3	4	12	4.00	1.00
18. คู่มือของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นระบุข้อมูลที่จำเป็นต่อผู้เล่นไว้ครบถ้วนชัดเจน	4	4	5	13	4.33	0.58
19. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ดเกมครบถ้วน (ชื่อเกม อายุ และจำนวนผู้เล่นเกม ระยะเวลาในการเล่น ข้อมูลการผลิต เป็นต้น)	5	4	5	14	4.67	0.58
20. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีการปกที่สอดคล้องกับเนื้อหา หรือ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้	5	5	5	15	5.00	0.00
21. บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ของบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับลักษณะและปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ในเกม	5	5	5	15	5.00	0.00
22. บอร์ดเกมที่สร้างขึ้น สามารถผลิตซ้ำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่สูง	4	5	5	14	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.50	0.54

ตารางที่ 28 ผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (เต็ม 5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	-1	3	0.6	สอดคล้อง
6	1	0	0	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
7	1	1	-1	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
8	1	1	1	-1	1	3	0.6	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	-1	3	0.6	สอดคล้อง
12	1	-1	-1	1	1	1	0.2	ไม่สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	0	-1	1	1	2	0.4	ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (เต็ม 5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
21	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
28	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	-1	3	0.6	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุ ประถมศึกษา

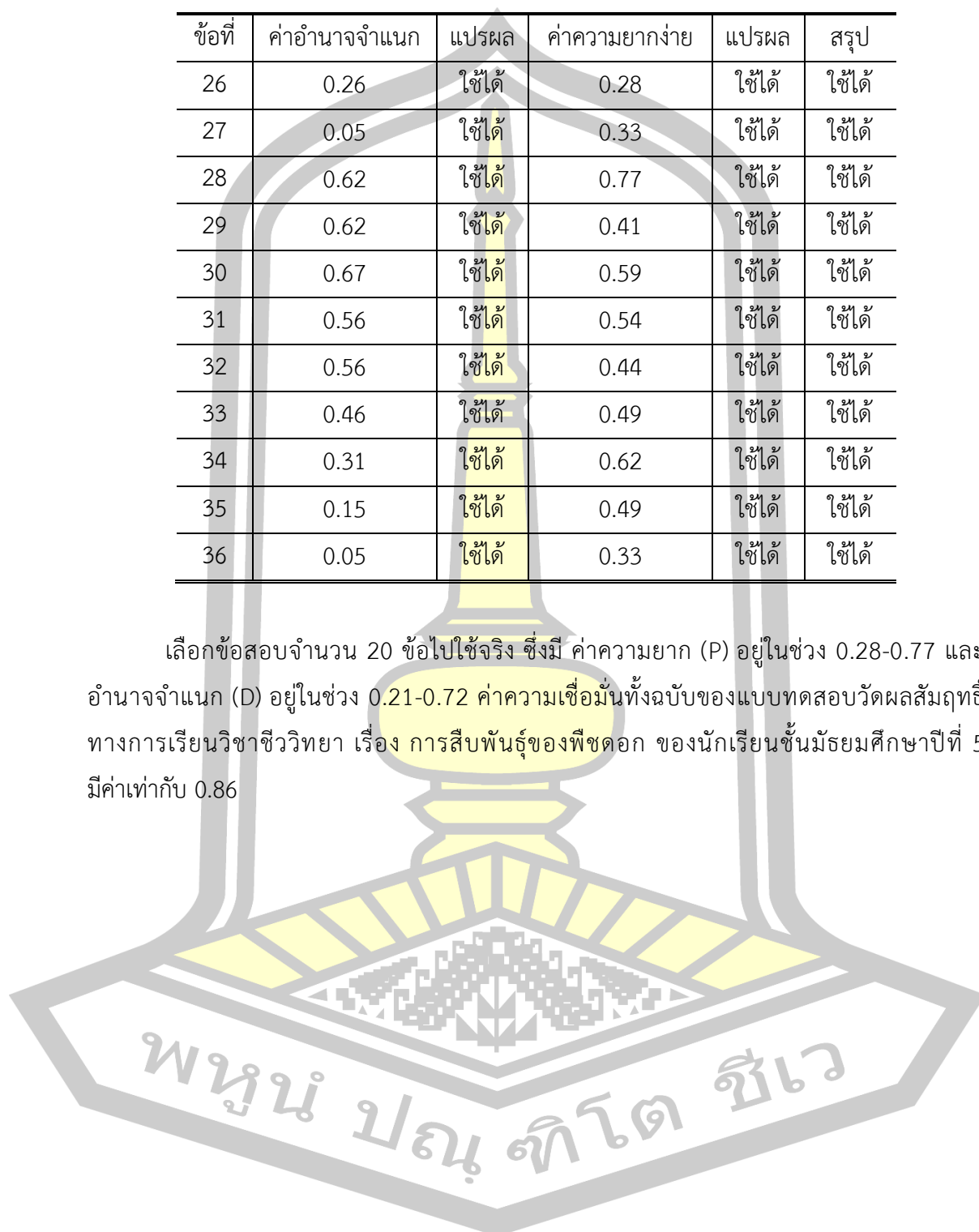
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุป
1	0.77	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.46	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.56	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.56	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.41	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.56	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.51	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.36	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.56	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.77	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.72	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.05	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.36	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.56	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.36	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.21	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.46	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.51	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.56	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.41	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.72	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.72	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.21	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.41	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.26	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรรูป	ค่าความยากง่าย	แปรรูป	สรุป
26	0.26	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.05	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.62	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.62	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.67	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.56	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.56	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.46	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.31	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.15	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.05	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.28-0.77 และอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.21-0.72 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.86



ตารางที่ 30 ผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

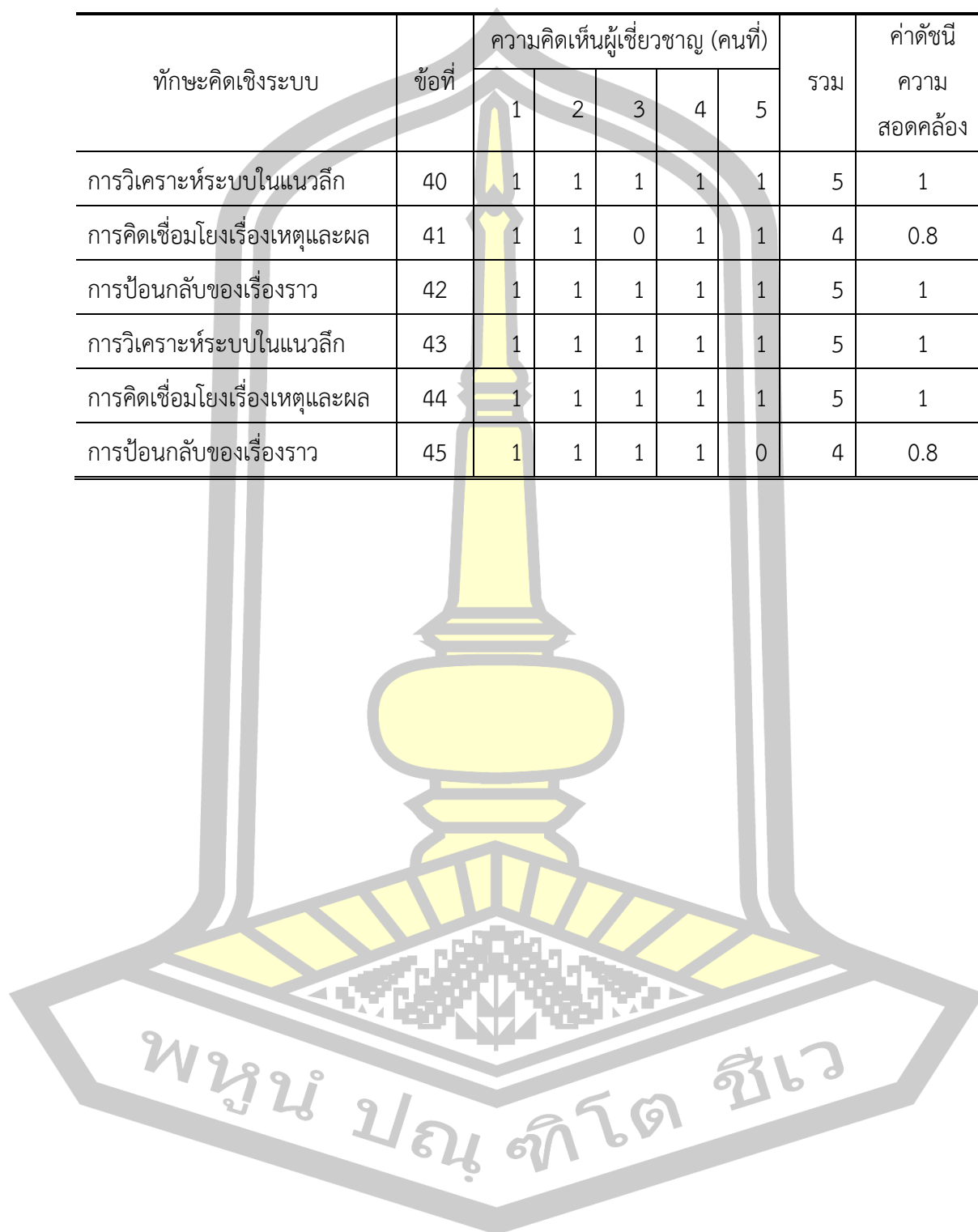
ทักษะคิดเชิงระบบ	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	3	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	4	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	7	1	1	0	0	1	3	0.6	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	11	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	14	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ทักษะคิดเชิงระบบ	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	19	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	23	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	26	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	29	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	30	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	32	1	0	1	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	33	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	34	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	35	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	37	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	38	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	39	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ทักษะคิดเชิงระบบ	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5			
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	40	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	41	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	42	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก	43	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	44	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
การป้อนกลับของเรื่องราว	45	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง



ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุป
1	0.41	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.56	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.51	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.77	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.46	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.67	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.62	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.62	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.41	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.51	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.51	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.46	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.51	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.41	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.62	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.46	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.72	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.56	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.51	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.51	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.67	ใช้ได้	0.36	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
22	0.51	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.62	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.51	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.46	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	ค่าความยากง่าย	แปรผล	สรุป
26	0.67	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.56	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.67	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.77	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.56	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.56	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.67	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.62	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.62	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.51	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.77	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.46	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.41	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.67	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.67	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.62	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.62	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.31	ใช้ไม่ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
44	0.41	ใช้ได้	0.36	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
45	0.46	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.41-0.72 และอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.41-0.77 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.71

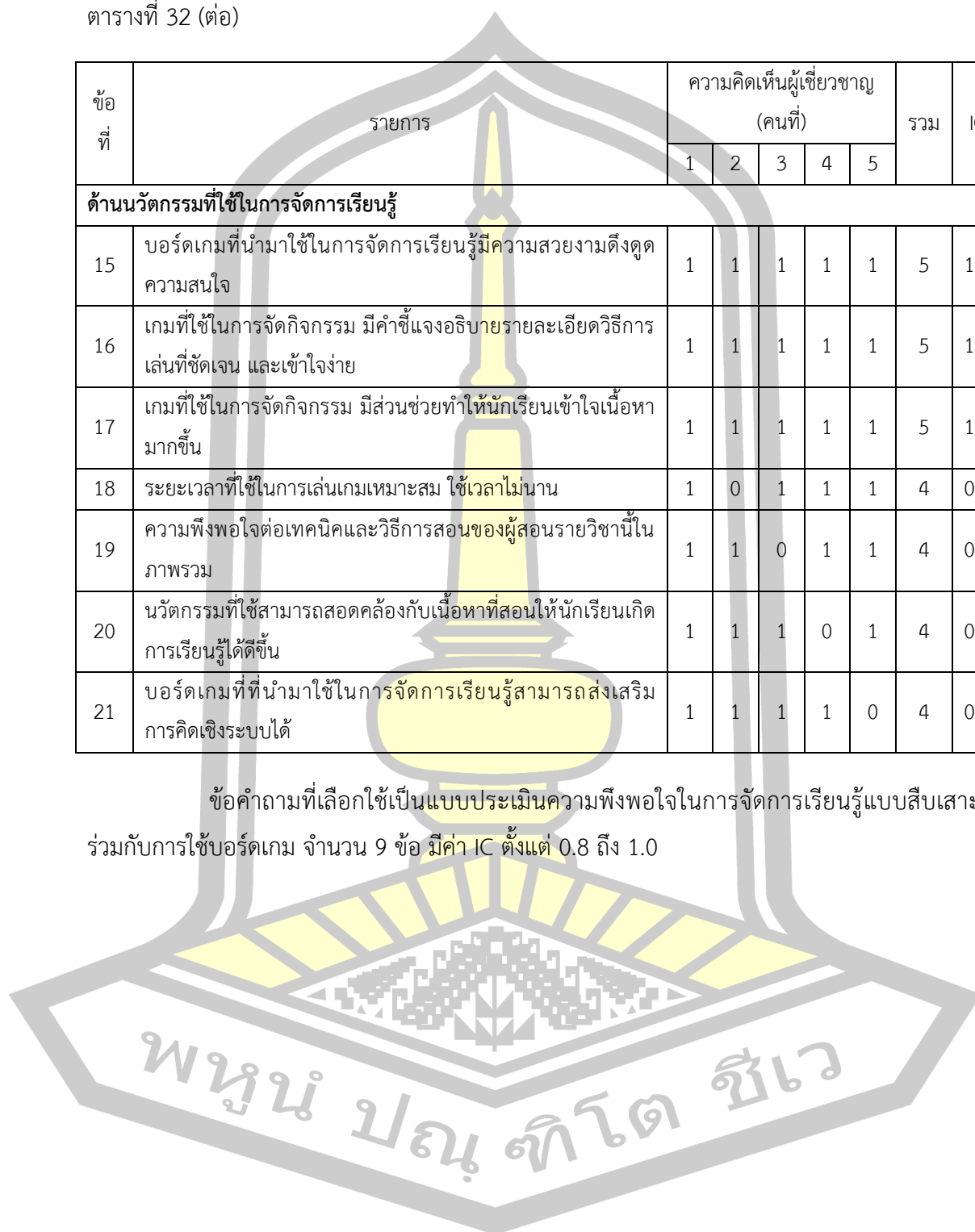
ตารางที่ 32 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

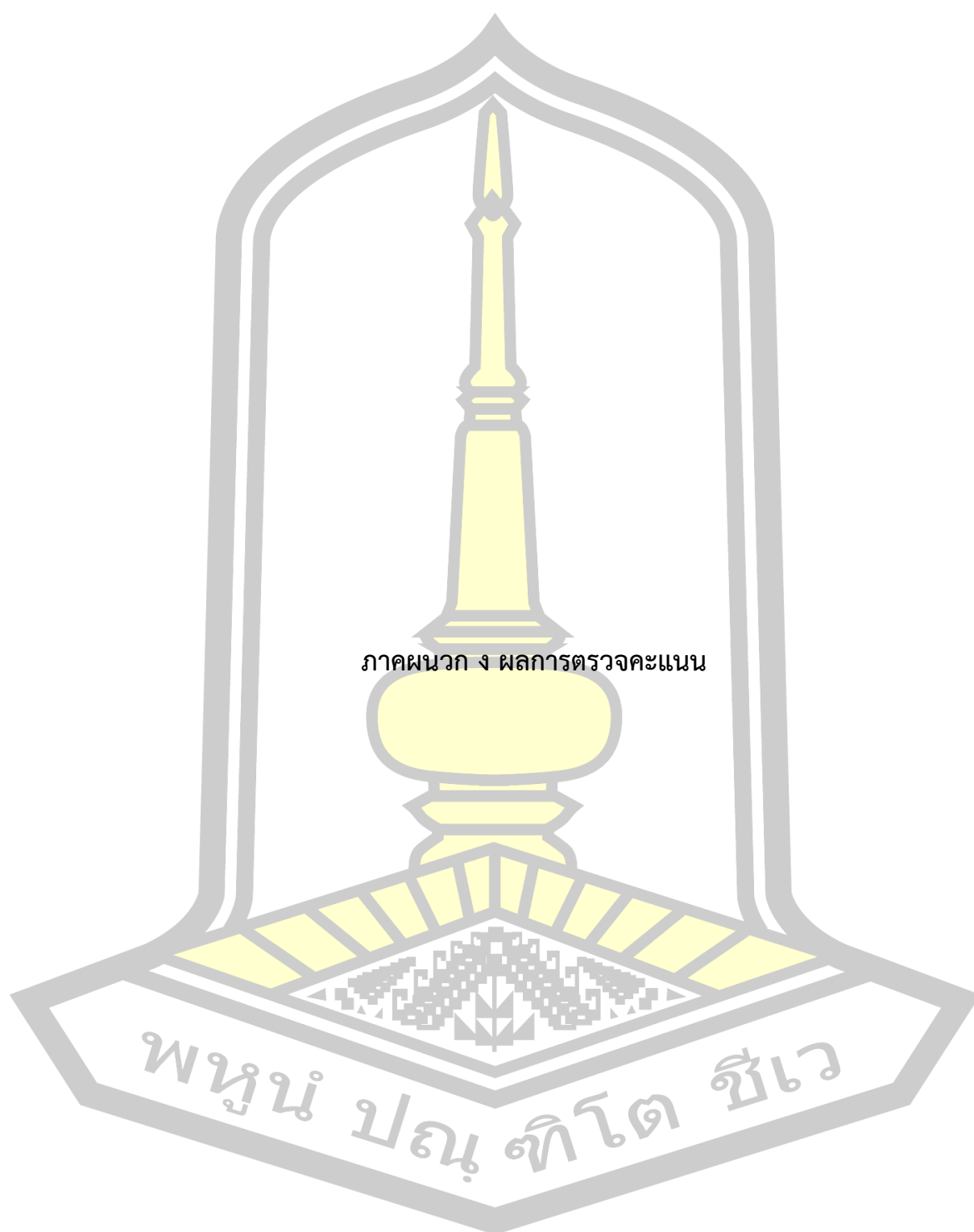
ข้อ ที่	รายการ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	IC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ด้านกิจกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้									
1	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวม	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	นักเรียนมีสนุกสนานในการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนของครู	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	กิจกรรมการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ และความคิด	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
6	กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	0	0	1	0	1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
7	กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
ด้านเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้									
8	เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่ยากเกินไป	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
10	เนื้อหา มีความเหมาะสมตามจุดประสงค์ของรายวิชา	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
11	มีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงแก่นักเรียนในเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	การจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
13	เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ และความสามารถของนักเรียน	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ไม่ได้
14	การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น	1	1	0	0	0	2	0.4	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	IC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้									
15	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความสวยงามดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	เกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีคำชี้แจงอธิบายรายละเอียดวิธีการเล่นที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	เกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรม มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเหมาะสม ใช้เวลาไม่นาน	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
19	ความพึงพอใจต่อเทคนิคและวิธีการสอนของผู้สอนรายวิชานี้ในภาพรวม	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
20	นวัตกรรมที่ใช้สามารถสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
21	บอร์ดเกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการคิดเชิงระบบได้	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้

ข้อคำถามที่เลือกใช้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม จำนวน 9 ข้อ มีค่า IC ตั้งแต่ 0.8 ถึง 1.0





ผลคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ตารางที่ 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)
1	16	20	17
2	15	21	16
3	14	22	15
4	16	23	17
5	17	24	16
6	15	25	16
7	16	26	14
8	15	27	17
9	14	28	18
10	16	29	12
11	17	30	16
12	18	31	17
13	17	32	17
14	16	33	17
15	13	34	20
16	15	35	17
17	18	36	16
18	16	37	15
19	15	38	20

ผลคะแนนการทดสอบการคิดเชิงระบบ

ตารางที่ 34 คะแนนการเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	11	20	7	20
2	8	21	21	6	12
3	6	7	22	6	17
4	7	16	23	4	13
5	8	19	24	7	21
6	8	16	25	9	17
7	5	20	26	4	14
8	5	12	27	12	22
9	6	8	28	9	21
10	8	20	29	7	7
11	6	8	30	5	9
12	8	20	31	8	21
13	5	23	32	9	18
14	10	21	33	6	15
15	4	14	34	15	25
16	6	12	35	4	14
17	12	23	36	5	16
18	7	21	37	6	10
19	7	12	38	16	28





ที่ อว 0605.5(2)/ว1670

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

ด้วย นางสาวสุภา เบ็ญจมิตร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวสุภา เบ็ญจมิตร ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0610401239



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว1672 วันที่ 16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เมืองเฉลิม

ด้วย นางสาวสุภา เบื่องามินทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/1672 วันที่ 16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพร แสนสุข

ด้วย นางสาวสุภา เบ็ญจมิตร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยรัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



ที่ อว 0605.5(2) /4818

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

6 ตุลาคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี เชื้อชัย

ด้วย นางสาวสุภา เบ็ญจมินทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้บอร์ดเกม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนิวรรณ ตั้งภักดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ คุสอ์น)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239



ที่ อว 0605.5(2) / ว4605

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กันยายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์

ด้วย นางสาวสุกษา เบ็ญจมินทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้บอร์ดเกม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนิวรรณ ตั้งภักดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239



ที่ อว 0605.5(2) / ว4605

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กันยายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วิจิต เทพประสิทธิ์

ด้วย นางสาวสุกษา เบ็ญจมินทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้บอร์ดเกม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนิวรรณ ตั้งภักดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสุอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239



ที่ อว 0605.5(2)/ว1672

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้วิทยุตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางบรรดล ภูพานเข้า

ด้วย นางสาวสุกษา เบ็ญจมิตร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239

บุญ ภิเษก



ที่ อว 0605.5(2)/ว1672

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้วัสดุตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายศรายุทธ เสนาวัง

ด้วย นางสาวสุภา เบ็ญจมิตร นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239

บุญ ภิเษก



ที่ อว 0605.5(2)/ว1672

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางปัทมา อินทวัน

ด้วย นางสาวสุกษา เบ็ญจมินทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0610401239

บุญ ภิเษก





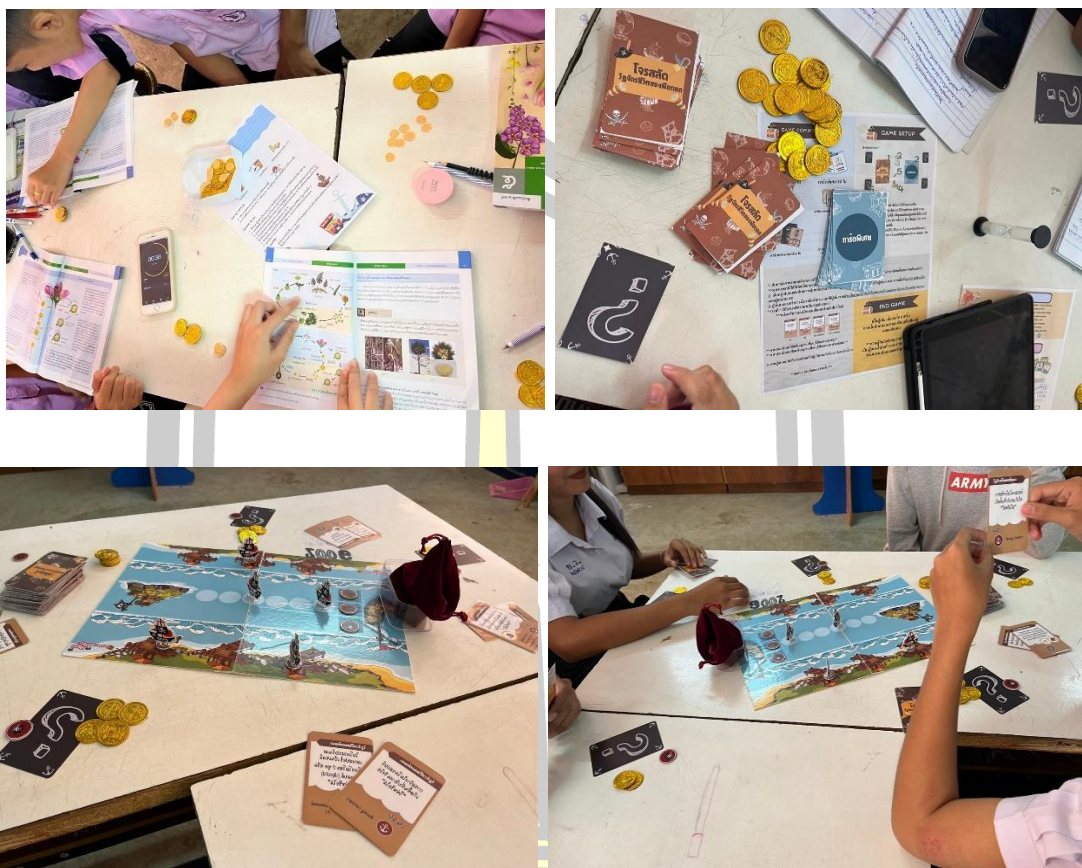
ภาพที่ 12 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บอร์ดเกม รายวิชาชีววิทยา





ภาพที่ 13 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 1 flowers & fruit



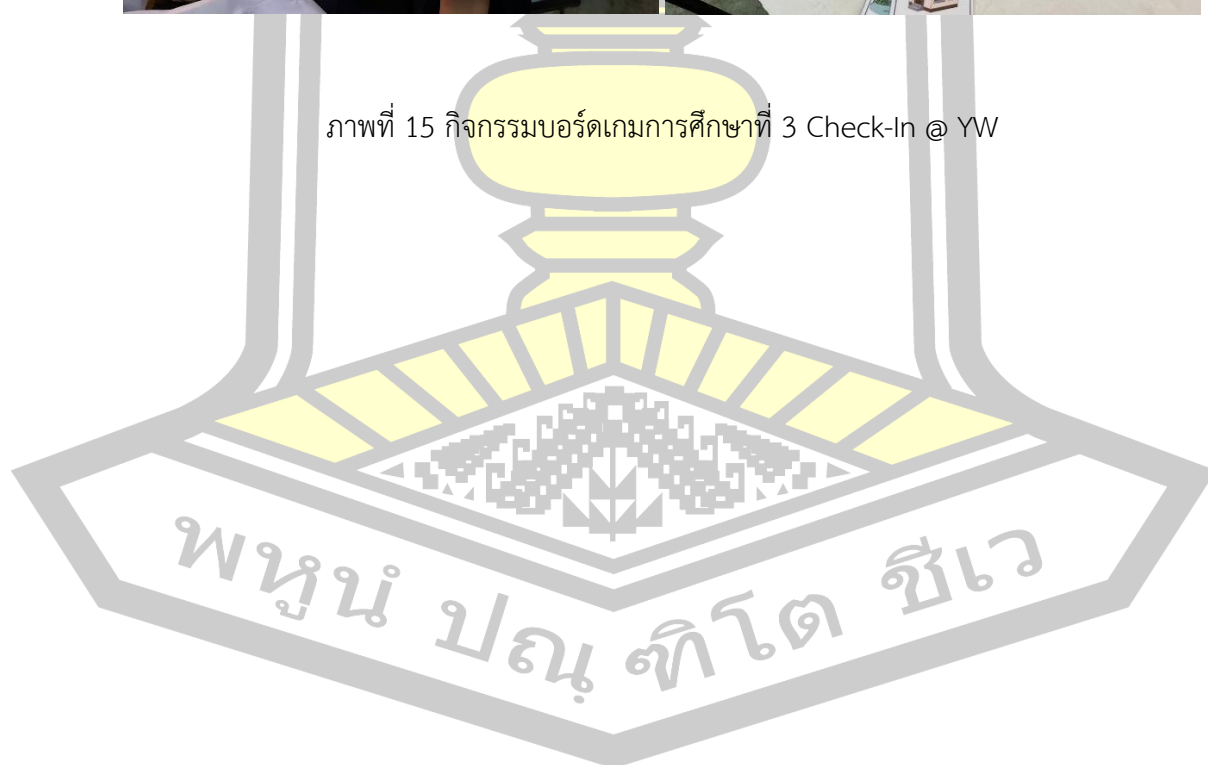


ภาพที่ 14 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 2 โจรสลัด วัฏจักรชีวิตของพืชดอก





ภาพที่ 15 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 3 Check-In @ YW





ภาพที่ 16 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 4 การผจญภัยของเรณู





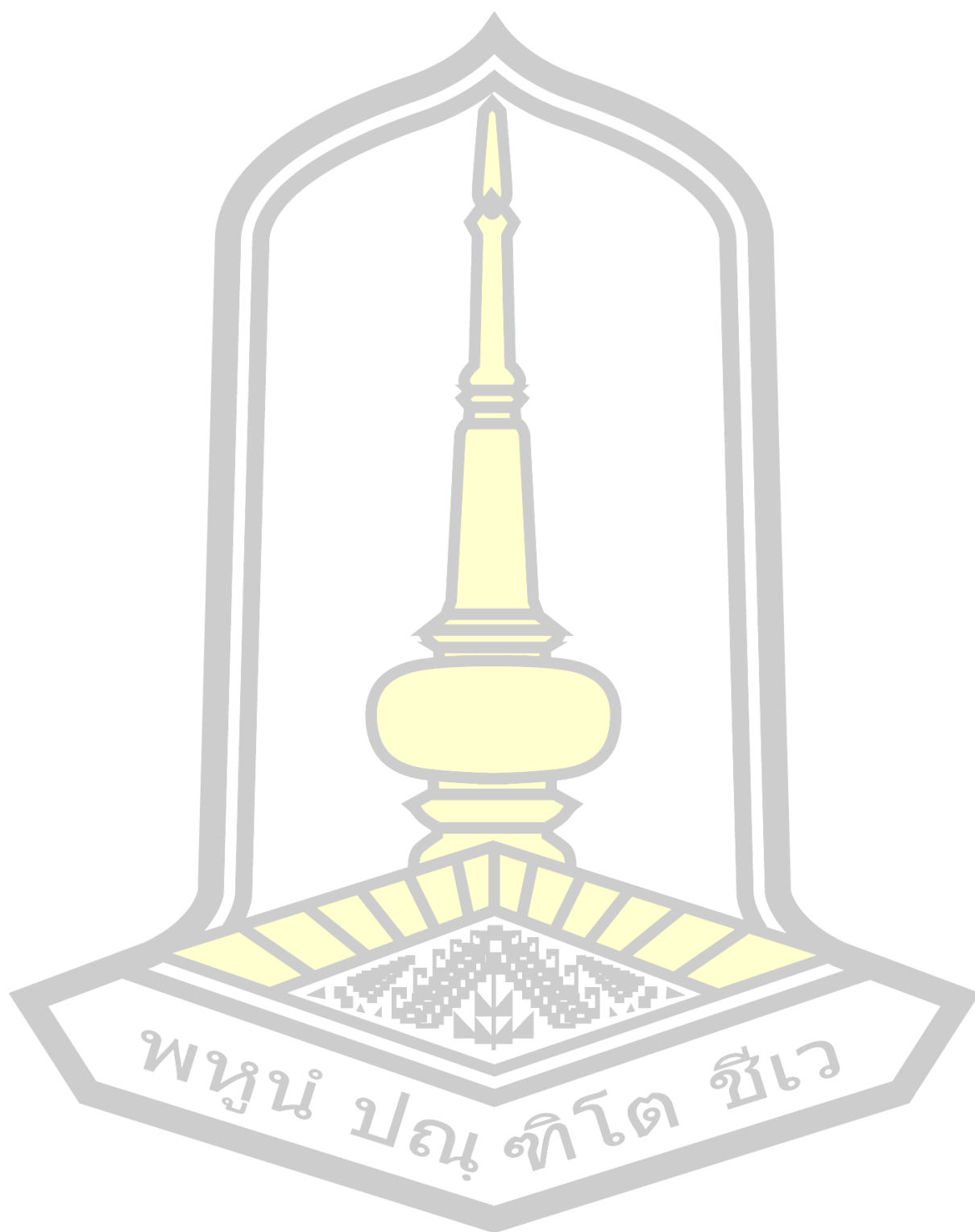
ภาพที่ 17 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 5 การเกิดผลและเมล็ด

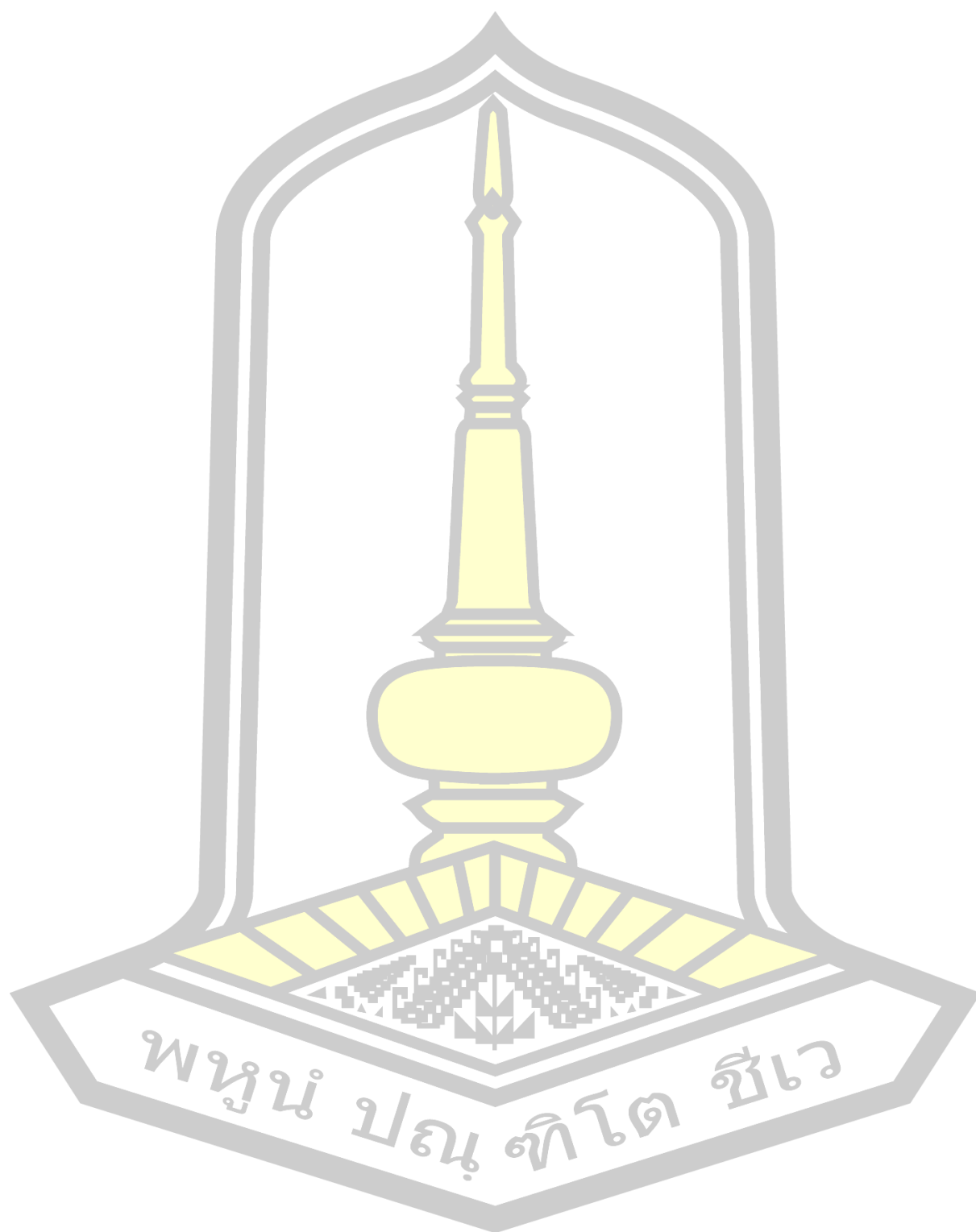




ภาพที่ 18 กิจกรรมบอร์ดเกมการศึกษาที่ 6 ตลาดนัดยางตลาด







ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุกษา เบ็ญจมินทร์
วันเกิด	วันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ.2541
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 123 หมู่ที่ 1 บ้านสวนโคก ตำบลดงลิง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกเมยประชาพัฒนา อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกศรีเมือง อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ พ.ศ. 2560 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคกศรีเมือง อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ.2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	การขยายพันธุ์ในหลอดทดลองและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของกระเจียวราศี

พูน ปณ จิต ชีวะ