การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A DEVELOPMENT OF THE BIOLOGICAL LITERACY TEST FOR GRADE 10 STUDENTS

ชนนิกานต์ ทิมแก้ว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2568

การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชนนิกานต์ ทิมแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A DEVELOPMENT OF THE BIOLOGICAL LITERACY TEST FOR GRADE 10 STUDENTS

CHONNIKAN TIMKAEW

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Measurement, Evaluation, and Research)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2025

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ

ชนนิกานต์ ทิมแก้ว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทร์เพ็ง)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธาการ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	ชนนิกานต์ ทิมแก้ว
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2568
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวิกา ตั้งประภา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนิดา ศกุนตนาค

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 700 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยโมเดล Generalized Partial Credit Model(G-PCM) และศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาโดยใช้ความถี่และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ ที่ยึดมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ 2) ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และนำไปใช้จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.41ถึง 0.58 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.42 ถึง 0.54 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยโมเดล GPCM พบว่า ข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) ตั้งแต่ 1.23 ถึง 3.77 ค่าพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) มีค่าตั้งแต่ -1.69 ถึง 2.11 สารสนเทศของข้อสอบมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 และสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 และ 3) ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ระดับการใช้งาน (Functional)

คำสำคัญ : ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา, แบบทดสอบ, ทกษฎีการตอบสนองข้อสอบ

Title	A DEVELOPMENT OF THE BIOLOGICAL LITERACY TEST FOR GRADE 10 STUDENTS
Author	CHONNIKAN TIMKAEW
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2025
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Taviga Tungprapa
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Panida Sakuntanak

The purposes of this research were as follows: (1) to construct a biological literacy test for Grade 10 students; (2) to examine the qualities of the constructed biological literacy test, and (3) to study the biological literacy of Grade 10 students. The sample included 700 Grade 10 students in schools under the Secondary Educational Service Area Office Surin, selected by multi-stage random sampling. The instrument is a biological literacy test. The verification of the quality of the biological literacy test by using the classical test theory and item response theory with the Generalized Partial Credit Model (G-PCM). Biological literacy was studied by frequency and percentage. The research findings revealed the following: (1) The biological literacy test is a situational essay test based on the core concepts of biological literacy first constructed with 20 items; (2) The results of the content validity by IOC ranged from 0.60 to 1.00 and the quality by classical test theory, 10 items were selected for use showed that the difficulty was in the range of 0.41 to 0.58, the discriminant was in the range of 0.42 to 0.54 and the test's reliability coefficient was 0.85; the quality of biological literacy test by item response theory with G-PCM model showed that discriminant parameters (α_i) ranged from 1.23 to 3.77. The difficulty parameter (δ_{ij}) ranged from -1.69 to 2.11. The item information had the highest ability level (θ) equal to 1.2; and the test information had the highest ability level (θ) equal to 1.2; and (3) the results of the study of biological literacy showed that most of the students were at the functional level of biological literacy.

Keyword : Biological literacy, Test, Item Response Theory

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความเมตตากรุณาและความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ รวมถึงช่วยปรับปรุงแก้ไขจุดที่ควรพัฒนาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตั้งแต่เริ่มต้นดำเนินการจนเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทร์เพ็ง ประธานคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธาการ กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงพัฒนาปริญญานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล นายพิรุณ ไพสนิท นางสาวรัชนีวรรณ เทียนทอง และผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา นางสาวสิวพร ไพรกังวาล นางสาวลีลา สมบุญเรือง และนางสาวเพชราพรรณ สืบสันต์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้อบรมให้ความรู้ รวมทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ช่วยสนับสนุนปัจจัยต่าง ๆ ในการศึกษาของผู้วิจัย และเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยสามารถประสบผลสำเร็จในการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ชนนิกานต์ ทิมแก้ว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

ขอบเขตด้านเนื้อหา 5

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 5

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

1. ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 11

1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 11

1.2 ระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 12

1.3 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 14

1.4 ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 18
1.5 วิธีการวัดและแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 20
2. คุณภาพของแบบทดสอบ 23
2.1 ความเที่ยงตรง (Validity) 23
2.2 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) 25
2.3 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) 28
3. การพัฒนาแบบทดสอบ 37
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 41
1. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง 41
2. วิธีดำเนินการวิจัย 43
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 50
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล 51
บทที่ 4 55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 55
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 56
ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 56
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 59
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ 68
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ 76

สรุปผลการวิจัย 77
อภิปรายผลการวิจัย 80
ข้อเสนอแนะ 83
บรรณานุกรม 85
ภาคผนวก 88
ภาคผนวก ก 89
ภาคผนวก ข 91
ประวัติผู้เขียน 98

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 คุณลักษณะของนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ตามแนวคิดของ Uno และ Bybee 12

ตาราง 2 แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Hazem 21

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Hazem ... 22

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) 46

ตาราง 5 จำนวนข้อคำถามในแต่ละมโมทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 56

ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน 57

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 59

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 60

ตาราง 9 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality) ของแบบทดสอบ 62

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ความชันและพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ 63

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศรายข้อ (Item Information) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 65

ตาราง 12 สารสนเทศของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 67

ตาราง 13 ผลการหาค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบในแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 69

ตาราง 14 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 69

ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียน เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา..... 70

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 71

ตาราง 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 72

ตาราง 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 74

ตาราง 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 75

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 9
ภาพประกอบ 2 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ 31
ภาพประกอบ 3 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ 32
ภาพประกอบ 4 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ 33
ภาพประกอบ 5 แผนผังแสดงการสุ่มตัวอย่าง 43
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 44
ภาพประกอบ 7 โค้งรายการคำตอบข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 64
ภาพประกอบ 8 โค้งรายการคำตอบข้อ 2 65
ภาพประกอบ 9 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 1,3,4,5 และ 9 66
ภาพประกอบ 10 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 10 66
ภาพประกอบ 11 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 6 และ 8 67
ภาพประกอบ 12 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 2 และ 7 67
ภาพประกอบ 13 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 68
ภาพประกอบ 14 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 71
ภาพประกอบ 15 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 72
ภาพประกอบ 16 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 73
ภาพประกอบ 17 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 74
ภาพประกอบ 18 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 75

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ชีววิทยา จัดเป็นหนึ่งในแขนงทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีอัตราการขยายตัวทางด้านความรู้ที่สูงมากในศตวรรษที่ 21 ด้วยผลลัพธ์และความสำเร็จของการศึกษาทางชีววิทยา นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของมนุษย์ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบ อาจกล่าวได้ว่า ยุคปัจจุบันเป็นยุคของ "การปฏิวัติทางชีวภาพ" ชีววิทยา มีบทบาทสำคัญในการทำความเข้าใจสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับอณูชีววิทยาไปจนถึงปฏิสัมพันธ์ในระดับโลก (Suwono, Pratiwi, Susanto, & Susilo, 2017) และเป็นรากฐานของชีวิต ความรู้ทางด้านชีววิทยา มีความสำคัญต่อนักเรียนในฐานะพลเมืองรุ่นใหม่ในการหาคำตอบ การให้เหตุผลทางชีววิทยา การตัดสินใจ และการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชีวิต และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นชีววิทยา จึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนในฐานะพลเมืองยุคใหม่ มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม และทันต่อโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นนักเรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2563) โดย Wei & Xia (2016) กล่าวว่า ชีววิทยา เป็นแหล่งความรู้สำคัญที่มีส่วนช่วยในการส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่มากกว่าวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ ดังนั้นเป้าหมายสูงสุดและจุดประสงค์หลักของการจัดการศึกษาด้านชีววิทยาในยุคสมัยใหม่ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Biological literacy) เป็นความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ด้านชีววิทยา (Suwono et al., 2017) สอดคล้องกับ Uno and Bybee

(1994) ที่กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องเข้าใจหลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ความสำคัญของกระบวนการทางวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับสังคม ตลอดจนความสำคัญของชีววิทยา นอกจากนี้ต้องมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติ การให้เหตุผลเชิงวิพากษ์ ใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสม ตัดสินใจอย่างมีจริยธรรมในประเด็นทางชีวภาพ และใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Onel and Firat (2019) ที่กล่าวว่า บุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องมีความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางชีววิทยาและพัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของชีววิทยา หลักการทางชีววิทยา และผลกระทบของมนุษย์ต่อชีวมณฑล ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพในสังคมตลอดจนความตระหนักของความสำคัญของชีววิทยา ดังนั้นหลักสำคัญของการมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา คือ การมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางชีววิทยา และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในชีวิตระดับบุคคล และสังคม

นอกจากนี้องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้จัดทำรายงานเรื่อง “The Future of Education and Skills Education 2030” โดยมีมุมมองว่า นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในปีจุบัน จะกลายเป็นแรงงานใหม่ในตลาดแรงงานในอนาคต การที่นักเรียนมีความรู้ มีทักษะที่จำเป็น มีเจตคติและการเห็นคุณค่า จะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข และพร้อมรับมือกับโลกแห่งอนาคตในปี 2030 (กนกนันทน์ ไสไทย, 2563) ความฉลาดรู้ คือ การมีความรู้แล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งการสร้างความฉลาดรู้เป็นพื้นฐานสำคัญหนึ่งที่จะช่วยเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับการดำเนินชีวิตในอนาคต (ทิศนา แขมมณี, 2562) ดังนั้นการสร้างความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งถือว่าเป็นพลเมืองสำคัญในอนาคต เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียน เป็นผู้มีความรู้ มีทักษะที่จำเป็น มีเจตคติและการเห็นคุณค่าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข และพร้อมรับมือกับโลกแห่งอนาคตในปี 2030 โดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นแรกในการเรียนเนื้อหาชีววิทยา ดังนั้นสารสนเทศที่ได้จากการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะเป็นสารสนเทศสำคัญที่นำไปสู่การวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาด้านชีววิทยา และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาสูงขึ้น รวมไปถึงนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว และมีความต้องการที่จะพัฒนาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาให้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ชีววิทยาเข้ากับสถานการณ์ในการดำรงชีวิต รวมทั้งประยุกต์ใช้ความรู้นั้นไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม แต่การจะเริ่มต้นพัฒนาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยานั้น จำเป็นต้องมีสารสนเทศที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนพัฒนา ซึ่งการจะได้มาซึ่งสารสนเทศนั้น ต้องผ่านการวัดและประเมินผลด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพและมีความเหมาะสม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ ได้มีการแบ่งระดับการวัดความฉลาดรู้ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional) สอดคล้องกับโมเดลความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ได้รับการคิดค้นและพัฒนาโดย Uno และ Bybee ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะของนักเรียนที่บ่งบอกถึงความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional) ในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลอย่างเป็นระบบ และมีมาตรฐาน เพื่อนำผลมาพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับประเทศไทย การวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในแขนงที่มีความเฉพาะ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ได้แก่ การทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SML) ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยดำเนินการวัดความสามารถหลักใน 3 ด้าน ได้แก่ การเชื่อมโยงความรู้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการสื่อสาร และการทดสอบความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT2) ดำเนินการวัดความสามารถใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ การเชื่อมโยงความรู้ การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารและการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบดังกล่าวมุ่งวัดความสามารถของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้วิจัยมองว่าเป็นการวัดที่ปลายทางสำหรับการได้มาซึ่งสารสนเทศในการส่งเสริมและพัฒนานักเรียนสำหรับการจัดการศึกษาด้านชีววิทยา อีกทั้งจากการศึกษางานวิจัย พบว่า ในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยยึดกรอบมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) ที่ประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของ

ร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรมและวิวัฒนาการ และชีวิตในสิ่งแวดล้อม (AAAS, 2011) และประยุกต์ใช้กรอบโมเดลความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional) เพื่อให้มีความสอดคล้องกับบริบทของการจัดการศึกษาด้านชีววิทยาในปัจจุบัน และการวัดและประเมินผลด้านชีววิทยาในประเทศไทย ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และใช้โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) ในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากโมเดลนี้เหมาะสมกับแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพราะเป็นข้อสอบอัตนัยที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น โดยที่คำถามในแต่ละสถานการณ์มีรายการคำตอบแบบมาตรเรียงลำดับ (Ordered categorical Response) และมีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วนที่แต่ละข้อมีจำนวนลำดับขั้นของการให้คะแนนแตกต่างกันไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2563) ดังนั้นการใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และใช้โมเดล G-PCM ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำให้ได้ผลการวัดที่ชัดเจนตรงประเด็น และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา เนื่องจากเป็นนักเรียนระดับชั้นแรกในการเรียนเนื้อหาชีววิทยา ซึ่งสารสนเทศที่ได้จากการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะเป็นสารสนเทศสำคัญที่นำไปสู่การวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาด้านชีววิทยา และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาสูงขึ้น รวมไปถึงนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเฉพาะของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ เพื่อเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียน สามารถนำสารสนเทศที่ได้จากการวัดไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาการจัดการศึกษาด้านชีววิทยา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่สูงขึ้น และนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาชีววิทยาพื้นฐานที่ยึดตามกรอบมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) ประกอบด้วย 5 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
2. การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์
3. การดำรงชีวิตของพืช
4. พันธุกรรมและวิวัฒนาการ
5. ชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 85 โรงเรียน จำนวน 8,367 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือ (กลุ่ม Try out) และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 4 โรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 10 โรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน ขนาดกลาง 3 โรงเรียน และขนาดเล็ก 2 โรงเรียน จำนวน 630 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา** (Biological literacy) หมายถึง ความสามารถในการตอบคำถามอธิบายหลักการทางชีววิทยา ประยุกต์ใช้ความรู้ และเชื่อมโยงทางความรู้ทางชีววิทยาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันทั้งระดับบุคคลและสังคม โดยความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับนามนัย (Nominal) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน และไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้

1.2 ระดับการใช้งาน (Functional) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย

1.3 ระดับโครงสร้าง (Structural) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้องบางส่วน

1.4 ระดับพหุมิติ (Multidimensional) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง โดยเหตุผลแสดงถึงการเชื่อมโยงความความรู้ทางชีววิทยากับชีวิตประจำวัน

2. **มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา** (Core Biological literacy concept) หมายถึง องค์ความรู้หลักของการศึกษาทางด้านชีววิทยา ประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรมและวิวัฒนาการ และชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS)

3. **แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา** หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยึดกรอบมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และกรอบโมเดล ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น โดยแต่ละสถานการณ์จะมุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้ตอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

4. **คุณภาพของแบบทดสอบ** หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ซึ่งตรวจสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) ที่สามารถวัดคุณลักษณะ ดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาตามวิธีของโรวิเนลและแฮมบิลตัน โดยแบบทดสอบควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

4.2 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT)

1) ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่แสดงคะแนนความสามารถของนักเรียนในการตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้อง สำหรับแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 โดยคำนวณหาจากสูตรของ ดี อาร์ไวท์นีย์ และดีแอล ซาเบอร์ส

2) อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่แสดงถึงประสิทธิภาพของข้อสอบในแต่ละข้อที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้เรียนที่มีคุณลักษณะของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาต่างกัน สำหรับแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคำนวณหาจากสูตรของ ดี อาร์ไวท์นีย์ และดีแอล ซาเบอร์ส

3) ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่แสดงถึงความสอดคล้องของคะแนนที่นักเรียได้จากการทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค

4.3 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT)

1) พารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (Difficulty Parameter) หมายถึง ตำแหน่งของโค้งบนสเกลของความสามารถ (θ) ที่ทำให้มีโอกาสตอบข้อสอบได้ถูกต้อง โดยใช้โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -2.50 ถึง +2.50 พารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบที่มีค่าอยู่ใกล้ -2.50 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย และพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบที่มีค่าอยู่ใกล้ +2.50 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก

2) พารามิเตอร์ความชัน (Discrimination Parameter) หมายถึง ระดับความผันแปรของรายการคำตอบระหว่างข้อเมื่อระดับความสามารถ (θ) ของผู้ตอบเปลี่ยนไป ใช้จำแนกบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาแตกต่างกันได้ โดยใช้โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) โดยทั่วไปพารามิเตอร์ความชัน (Discrimination Parameter) ของข้อสอบ ควรมีค่าตั้งแต่ +0.50 ถึง +2.50

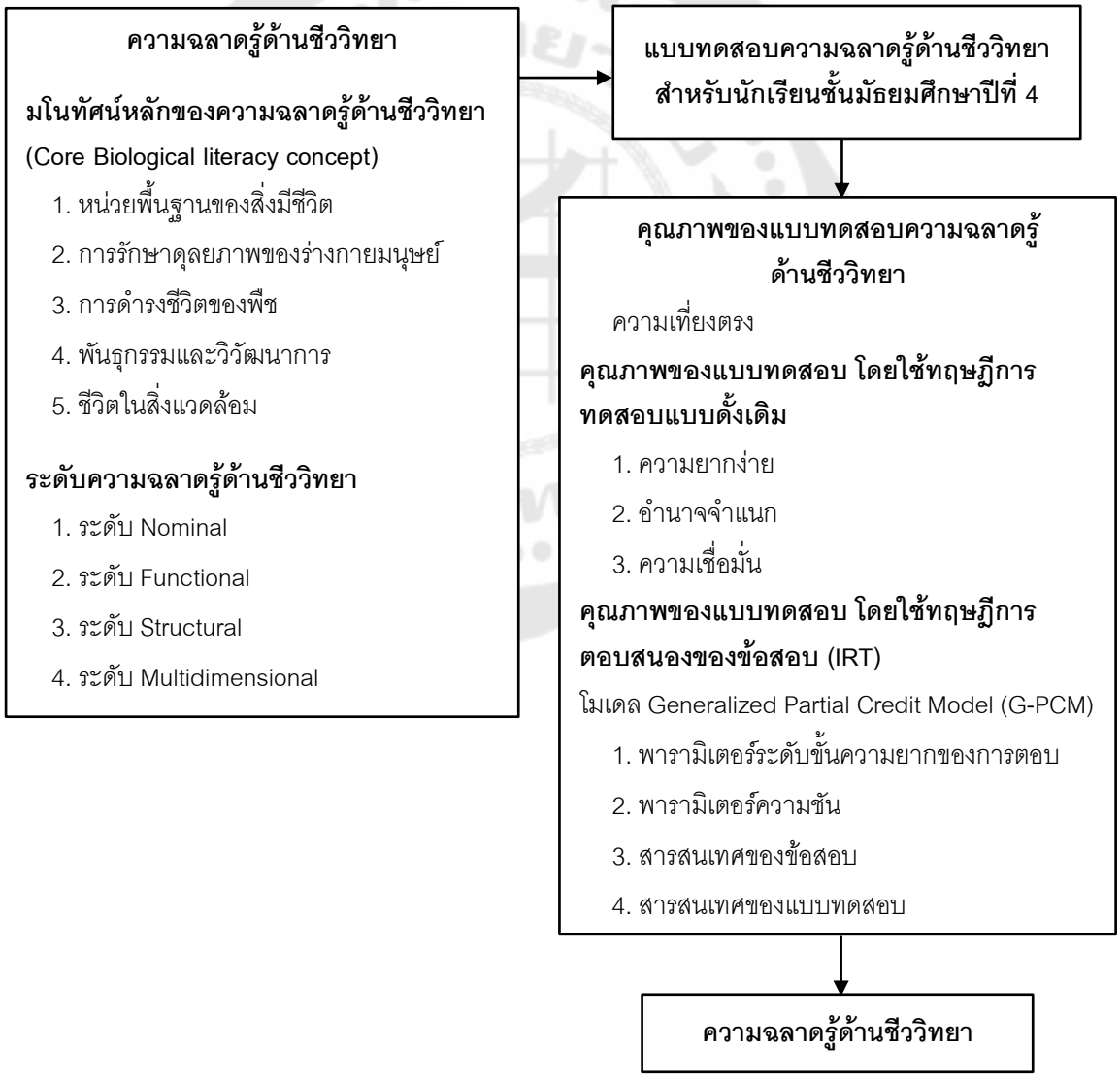
3) สารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) หมายถึง ดัชนีที่บ่งบอกความแม่นยำในการประมาณค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ ณ ตำแหน่งความสามารถ (θ) นั้นๆ

4) สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) หมายถึง ผลรวมพีชคณิตของค่าสารสนเทศของข้อสอบในการระบุความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าคุณลักษณะของผู้ตอบแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ (θ) แตกต่างกัน ซึ่งสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และในประเทศไทย ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่มีการวัดและประเมินผลตามระดับความฉลาดรู้ ซึ่งเป็นเหตุผลให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาตามระดับการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยยึดกรอบมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) ที่ประกอบด้วย 5 ประเด็น ได้แก่ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรมและวิวัฒนาการ และชีวิตในสิ่งแวดล้อม (AAAS, 2011) และประยุกต์ใช้กรอบโมเดลความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ

(Multidimensional) (Uno & Bybee, 1994) ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) ด้วยโมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) และศึกษาเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ได้สารสนเทศสำคัญที่นำไปสู่การวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาด้านชีววิทยาสำหรับครูผู้สอน และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาสูงขึ้น โดยแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น จำนวน 10 สถานการณ์ 10 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์จะมุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้ตอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ซึ่งแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
    1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
    1.2 ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
    1.3 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
    1.4 ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
    1.5 วิธีการวัดและแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
2. คุณภาพของแบบทดสอบ
    2.1 ความเที่ยงตรง (Validity)
    2.2 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT)
        2.2.1 ความยากง่าย (Difficultly)
        2.2.2 อำนาจจำแนก (Discrimination)
        2.2.3 ความเชื่อมั่น (Reliability)
    2.3. คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)
        2.3.1 ลักษณะของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT)
        2.3.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
        2.3.3 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า
        2.3.4 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า
        2.3.5 โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM)
        2.3.6 สารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบ
3. การพัฒนาแบบทดสอบ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

Semilarski and Laius (2021) กล่าวว่า จากการทบทวณวรรณกรรมเกี่ยวคำว่าความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Biological Literacy) พบว่า เริ่มต้นมีการศึกษาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1954 แต่การศึกษายังคงได้รับความสนใจน้อยกว่าความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หากเปรียบเทียบในช่วงเวลาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1954-2020 จากบทความทางวิชาการในฐานข้อมูลของ EBSCOhost พบว่า บทความทางวิชาการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 11,629 ผลงาน ในขณะที่บทความทางวิชาการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีเพียง 584 ผลงาน อีกทั้งการให้คำนิยามและความหมายของคำว่าความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ยังมีความแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา และไม่ได้มีการระบุความหมายที่ชัดเจน แต่เมื่อช่วงทศวรรษที่ผ่านมา พบว่า บทความทางวิชาการเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยากลับมาปรากฏมากขึ้นอีกครั้ง

1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

Semilarski and Laius (2021) ได้ดำเนินการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ ยังไม่ได้มีการนำเสนอความหมายของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ชัดเจน ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

Uno and Bybee (1994) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องเข้าใจหลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ความสำคัญของกระบวนการทางวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับสังคม ตลอดจนความสำคัญของชีววิทยา นอกจากนี้ต้องมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติ การให้เหตุผลเชิงวิพากษ์ ใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสม ตัดสินใจอย่างมีจริยธรรมในประเด็นทางชีวภาพ และใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการแก้ปัญหา โดยหลักสำคัญของการมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา คือ การมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางชีววิทยา และสามารถประยุกต์ความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตระดับบุคคล และสังคม

Suwono et al. (2017) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยา

Onel and Firat (2019) กล่าวว่า บุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องมีความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางชีววิทยาและพัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของชีววิทยา หลักการทางชีววิทยาและผลกระทบของมนุษย์ต่อชีวมณฑล ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพในสังคมตลอดจนความตระหนักของความสำคัญของชีววิทยา

จากการทบทวณวรรณกรรมเกี่ยวกับความหมายของคำว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะอ้างอิงความหมายที่สอดคล้องกับ Uno และ Bybee ในปี 1994 ซึ่งเป็นผู้ที่ได้กำหนดโมเดลของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ส่วนในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาและให้ความหมายของคำว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

สรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในหลักการทางชีววิทยา สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทั้งระดับบุคคล และสังคม

1.2 ระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

Uno and Bybee (1994) ได้กำหนดโมเดล และแบ่งระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาไว้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional)ซึ่ง Krauja และคณะ (2018) กล่าวว่าระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยามีความคล้ายคลึงกับการประเมินการเรียนรู้ตามแนวคิด SOLO Taxonomy

Uno and Bybee (1994) ได้นำเสนอคุณลักษณะของนักเรียนที่แตกต่างกันใน 4 ระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะของนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
ตามแนวคิดของ Uno และ Bybee

ระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	คุณลักษณะของนักเรียน
ระดับนามนัย (Nominal)	Can identify terms and questions as biological in nature, but possess misconceptions and provide naive explanations of biological concepts. สามารถระบุปัญหา และตอบคำถามที่เกี่ยวกับชีววิทยาพื้นฐานทั่วไป แต่มีมโนทัศน์ที่ผิดพลาด และมีการอธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย
ระดับการใช้งาน (Functional)	Use biological vocabulary, define terms correctly, but memorize responses อธิบายหลักการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง โดยมีการใช้คำศัพท์ทางชีววิทยา แต่ยังเป็นระดับความรู้ความจำ

ระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	คุณลักษณะของนักเรียน
ระดับโครงสร้าง (Structural)	Understand the conceptual scheme of biology, possess procedural knowledge and skills, and can explain biological concepts in their own words เข้าใจกรอบแนวคิดทางชีววิทยา มีความรู้และทักษะ และสามารถอธิบายหลักการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้องด้วยคำพูดของตนเอง
ระดับพหุมิติ (Multidimensional)	Understand the place of biology among other disciplines, know the history and nature of biology, and understand the interactions between biology and society เข้าใจบริบทของชีววิทยาที่มีการบูรณาการกับศาสตร์อื่นๆ รู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และธรรมชาติของชีววิทยา และเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างชีววิทยากับสังคม

นอกจากนี้ Onel and Firat (2019) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยยังคงยึดโมเดล Uno และ Bybee ในปี ค.ศ. 1994 เป็นหลัก ดังนี้

1. ระดับนามนัย (Nominal biological literacy): นักเรียนสามารถระบุแนวคิดทางชีววิทยาได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของการสังเคราะห์แสงได้ แต่มีองค์ความรู้เพียงบางส่วนเกี่ยวกับความหมายและกระบวนการ

2. ระดับการใช้งาน (Functional biological literacy): นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดได้ถูกต้อง แต่มีความเข้าใจและประสบการณ์เกี่ยวกับชีววิทยาน้อยอยู่ โดยยังไม่เข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาได้ครอบคลุมทั้งหมด และไม่มีความอยากเรียนรู้ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

3. ระดับโครงสร้าง (Structural biological literacy): นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดทางชีววิทยา สามารถจัดระบบความคิดเกี่ยวกับชีววิทยาได้ทั้งหมด พวกเขารู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายความรู้ทางชีววิทยาได้ด้วยคำพูดของตนเอง นักเรียนในระดับมีความสนใจและต้องการเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชีววิทยา ตัวอย่างเช่น นักเรียนเข้าใจกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงว่าเป็นปฏิกิริยาทางเคมี ทราบว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นพวกเขาจึงตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการนี้ เพราะว่าออกซิเจน อาหาร และเสื้อผ้าที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวัน ล้วนแล้วแต่เป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. ระดับพหุมิติ (Multidimensional biological literacy): เป็นระดับสูงสุดของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยานักเรียนต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาชีววิทยาอย่างละเอียด และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในประเด็นต่างๆ ของชีววิทยาได้ นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยากับวิชาอื่นๆ รวมไปถึงการเรียนรู้แบบสหวิชา และอาจรวมไปถึงการทำวิจัยซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้มีระดับ Multidimensional biological literacy นั้น ค่อนข้างทำได้ยาก

สรุปได้ว่าความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา หมายถึง ความสามารถในการตอบคำถาม อธิบายหลักการทางชีววิทยา ประยุกต์ใช้ความรู้ และเชื่อมโยงทางความรู้ทางชีววิทยาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันทั้งระดับบุคคลและสังคม โดยความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามโมเดลของ Uno และ Bybee ในปี ค.ศ. 1994 ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional) โดยแต่ละระดับแสดงคุณลักษณะของผู้เรียนที่ไต่ระดับความสามารถ ดังนี้

1. ระดับนามนัย (Nominal) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการตอบคำถามพื้นฐานเกี่ยวกับชีววิทยาจากสถานการณ์ที่กำหนด แต่ยังมีมโนทัศน์ที่ผิดพลาด และมีการอธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย

2. ระดับการใช้งาน (Functional) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายหลักการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยมีการใช้คำศัพท์ทางชีววิทยา แต่ยังเป็นการอธิบายเหตุผลในระดับความรู้ความจำ

3. ระดับโครงสร้าง (Structural หมายถึง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายหลักการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้องด้วยคำพูดของตนเองจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาร่วมกับทักษะทางวิทยาศาสตร์

4. ระดับพหุมิติ (Multidimensional) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยากับสังคม และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด

1.3 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) หมายถึง องค์ความรู้หลักเกี่ยวกับการศึกษาทางด้านชีววิทยา ประกอบด้วย 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม

และวิวัฒนาการ และชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS, 2011)

1.3.1 **หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต**

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต เซลล์และโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ สมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตมีลักษณะสำคัญ 7 ประการ ได้แก่ มีการจัดระบบทางชีวภาพ มีความต้องการอาหารและพลังงาน มีกระบวนการเมแทบอลิซึม มีการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต มีการรักษาดุลยภาพของร่างกาย มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า และมีวิวัฒนาการ

2. เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้น ที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่

3. สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่ง 2 แบบ คือ การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดยกระบวนการเอนโดไซโทซิส และลำเลียงสารออกโดยกระบวนการเอกโซไซโทซิส

1.3.2 **การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์**

ศึกษาเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของน้ำ และสารในเลือดโดยการทำงานของไต การควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดเกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย

2. การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจากการทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอดที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์

3. การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายเกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึงปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจากร่างกาย

4. เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อในร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะแบบจำเพาะ เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ

5. บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเองอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้

6. บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIV ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่องและติดเชื้อต่างๆได้ง่ายขึ้น

1.3.3 การดำรงชีวิตของพืช

ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืชด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สารอาหารที่พืชสังเคราะห์ขึ้น ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สร้างขึ้น การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้น ของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชที่เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

2. มนุษย์สามารถนำสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ยาหรือสมุนไพร ในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม

3. ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่างๆ

4. มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช

5. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า ได้แก่ แบบที่มีทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศของสิ่งเร้า เช่น การหุบและการงอกของใบพืชบางชนิด ซึ่งการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่างส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง

1.3.4 **พันธุกรรมและวิวัฒนาการ**

ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ระดับยีนและโครโมโซม การนำเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาใช้ประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1. ดีเอนเอ มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของสายดีเอ็นเอ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ

2. ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสพบในเพศชายและเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และ ฮีโมฟีเลียซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโซมเพศ บางลักษณะมีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีน เช่น หมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

3. มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมีต่างๆ

4. มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงทางพันธุกรรม เพื่อผลิตยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปลงทางพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอนเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหาผู้กระทำผิด

5. สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชันร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิต สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

1.3.5 **ชีวิตในสิ่งแวดล้อม**

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นผลมาจากวิวัฒนาการ ความหมายและประเภทของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทรัพยากรธรรมชาติกับมนุษย์ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและเสนอแนะแนวทางในการดูแลรักษา การป้องกันและแก้ไขปัญหา วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ เป็นเวลานานซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้

2. มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศและระดับโลก

4. การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นตัวอย่างของแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ยั่งยืน

งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาจากมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) มาเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งเป็นกรอบที่มีความเป็นสากลและสอดคล้องกับกรอบของตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เนื่องจากเป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในทุกแผนการเรียนต้องได้เรียนรู้

1.4 **ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา**

ชีววิทยา จัดเป็นหนึ่งในแขนงทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีอัตราการขยายตัวทางด้านความรู้ที่สูงมากในศตวรรษที่ 21 ด้วยผลลัพธ์ และความสำเร็จของการศึกษาทางชีววิทยา นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของมนุษย์ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบ อาจกล่าวได้ว่า ยุคปัจจุบันเป็นยุคของ "การปฏิวัติทางชีวภาพ" ชีววิทยา มีบทบาทสำคัญในการทำความเข้าใจสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับอณูชีววิทยาไปจนถึงปฏิสัมพันธ์ในระดับโลก (Suwono et al., 2017)และเป็นรากฐานของชีวิต ความรู้ทางด้านชีววิทยา มีความสำคัญต่อนักเรียนในฐานะพลเมืองรุ่นใหม่ในการหาคำตอบ การให้เหตุผลทางชีววิทยา การตัดสินใจ และการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชีวิต และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นชีววิทยาจึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนในฐานะพลเมืองยุคใหม่ มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม และทันต่อโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นนักเรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2563) โดย Wei & Xia (2016) กล่าวว่า ชีววิทยา เป็นแหล่งความรู้สำคัญที่มีส่วนช่วยในการส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่มากกว่าวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ ดังนั้นเป้าหมายสูงสุดและจุดประสงค์หลักของการจัดการศึกษาด้านชีววิทยาในยุคสมัยใหม่ คือ ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Biological literacy) เป็นความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยา (Suwono et al., 2017) สอดคล้องกับ (Uno & Bybee, 1994) ที่กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องเข้าใจหลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ความสำคัญของกระบวนการทางวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับสังคม ตลอดจนความสำคัญของชีววิทยา นอกจากนี้ต้องมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติ การให้เหตุผลเชิงวิพากษ์ ใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสม ตัดสินใจอย่างมีจริยธรรมในประเด็นทางชีวภาพ และใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Onel and Firat (2019) ที่กล่าวว่า บุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ต้องมีความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางชีววิทยาและพัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของชีววิทยา หลักการทางชีววิทยา และผลกระทบของมนุษย์ต่อชีวมณฑล ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพในสังคมตลอดจนความตระหนักของความสำคัญของชีววิทยา ดังนั้นหลักสำคัญของการมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา คือ การมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางชีววิทยา และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในชีวิตระดับบุคคล และสังคม

นอกจากนี้องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้จัดทำรายงานเรื่อง “The Future of Education and Skills Education 2030” โดยมีมุมมองว่า นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในปีจจุบัน จะกลายเป็นแรงงานใหม่ในตลาดแรงงานในอนาคต การที่นักเรียนมีความรู้ มีทักษะที่จำเป็น มีเจตคติและการเห็นคุณค่า จะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข และพร้อมรับมือกับโลกแห่งอนาคตในปี 2030 (กนกนันทน์ ไสไทย, 2563) ความฉลาดรู้ คือ การมีความรู้แล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งการสร้างความฉลาดรู้เป็นพื้นฐานสำคัญหนึ่งที่จะช่วยเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับการดำเนินชีวิตในอนาคต (ทิศนา แขมมณี, 2562)

ดังนั้นการสร้างความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาให้กับนักเรียน โดยเฉพาะนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งถือว่าเป็นพลเมืองสำคัญในอนาคต เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียน เป็นผู้มีความรู้ มีทักษะที่จำเป็น มีเจตคติและการเห็นคุณค่าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในชีวิตระดับบุคคล และสังคม ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข และพร้อมรับมือกับโลกแห่งอนาคตในปี 2030

1.5 วิธีการวัดและแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่า มีการนำเสนอวิธีการและแนวทางการวัดที่หลากหลาย แต่ส่วนใหญ่จะยึดกรอบการวัดตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ โดย Hazem (2021)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเมดินา ประเทศซาอุดิอาราเบีย โดยประยุกต์ใช้โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของ Uno และ Bybee ร่วมกับวิสัยทัศน์ของ Project 2061 ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ โดยทำการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามระดับการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังนี้

ระดับนามนัย (Nominal): นักเรียนสามารถบอกหลักการทางชีววิทยาได้ โดยการกำหนดหัวข้อทางชีววิทยา จำนวน 5 หัวข้อ (Gametes, genetic crossing over, law of segregation, genetic code และ hybrid) จากนั้นให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้แบบวัดตามรูปแบบของ Likert 3 ระดับ (Likert three-way scale): ฉันไม่เข้าใจใน

หลักการทางชีววิทยา ฉันเข้าใจในหลักการทางชีววิทยาบางส่วน และฉันเข้าใจในหลักการทางชีววิทยาทั้งหมด

ระดับการใช้งาน (Functional): นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง โดยวัดได้จากการเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากข้อสอบแบบเลือกตอบ

ระดับโครงสร้าง (Structural): นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยา ในการประเมิน และตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน วัดได้จากการเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากข้อสอบสถานการณ์แบบเลือกตอบ

ระดับพหุมิติ (Multidimensional): นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยาได้ วัดได้จากข้อสอบสถานการณ์แบบเขียนตอบ โดยมีข้อคำถามย่อย 4 ข้อที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ 4 ประเด็น ได้แก่ การเชื่อมโยงความรู้เดิมทางชีววิทยา การเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยากับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงความรู้ชีววิทยากับเทคโนโลยี และการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยากับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น

จากแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ ของ (Hazem, 2021) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Hazem

ระดับ	คุณลักษณะที่วัด	เครื่องมือ
ระดับนามนัย	บอกหลักการทางชีววิทยาได้	แบบวัดตามรูปแบบของ Likert 3 ระดับ (Likert three-way scale)
ระดับการใช้งาน	อธิบายความหมายของหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง	ข้อสอบแบบเลือกตอบ
ระดับโครงสร้าง	การประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการประเมิน และตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	ข้อสอบสถานการณ์ แบบเลือกตอบ
ระดับพหุมิติ	การเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยา	ข้อสอบสถานการณ์ แบบเขียนตอบ

Hazem (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเมดินา ประเทศซาอุดิอาราเบีย โดยประยุกต์ใช้

โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของ Uno และ Bybee ร่วมกับวิสัยทัศน์ของ Project 2061 ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและแปลผลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ แยกออกจากกัน ดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Hazem

ระดับ	เครื่องมือ	เกณฑ์การให้คะแนน
ระดับนามนัย	แบบวัดตามรูปแบบของ Likert 3 ระดับ (Likert three-way scale)	1 คะแนน = ฉันไม่เข้าใจในหลักการทางชีววิทยา 2 คะแนน = ฉันเข้าใจในหลักการทางชีววิทยาบางส่วน 3 คะแนน = ฉันเข้าใจในหลักการทางชีววิทยาทั้งหมด
ระดับการใช้งาน	ข้อสอบแบบเลือกตอบ	0 คะแนน = ตอบผิด 1 คะแนน = ตอบถูก
ระดับโครงสร้าง	ข้อสอบสถานการณ์แบบเลือกตอบ	0 คะแนน = ตอบผิด 1 คะแนน = ตอบถูก
ระดับพหุมิติ	ข้อสอบสถานการณ์แบบเขียนตอบ	1 คะแนน = ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการให้เหตุผลประกอบ 2 คะแนน = ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน และมีการให้เหตุผลทางชีววิทยา แต่ยังไม่ครบถ้วน 3 คะแนน = ตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ และมีการให้เหตุผลที่แสดงถึงหลักการทางชีววิทยา

จากการศึกษางานวิจัย Hazem (2021) พบว่า การแปลผลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 4 ระดับ ถูกแยกออกจากกัน โดยแบ่งการแบ่งช่วงคะแนน และแปลผลออกมาเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ ดังนี้

2.34-3.00 คะแนน แปลว่า มี Biological literacy สูง

1.67-2.33 คะแนน แปลว่า มี Biological literacy ปานกลาง

1.00-1.66 คะแนน แปลว่า มี Biological literacy ต่ำ

2. คุณภาพของแบบทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้น ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนการนำไปใช้ โดยการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ จะอาศัยองค์ความรู้ในทฤษฎีการทดสอบ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่มีนัยทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบ และพัฒนาเครื่องมือทดสอบ ซึ่งจะช่วยให้นักวัดผลสามารถทำการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพ สามารถแปลความหมายผลการวัดได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำสารสนเทศไปใช้สำหรับการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยทฤษฎีการทดสอบ สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางใหญ่ๆ ได้แก่ ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่

2.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงว่าเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญของเครื่องมือวัดผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพในด้านของความถูกต้องของผลการวัดที่ได้จากเครื่องมือวัด สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยความเที่ยงตรงถือเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าผลการวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากเพียงใด ถือว่าการวัดมีความตรงมากขึ้นเพียงนั้น ความเที่ยงตรงจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดผลหรือแบบทดสอบแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงจึงเป็นเครื่องมือที่วัดคุณสมบัติที่ต้องการได้ตรงและใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสามารถบ่งบอกถึงสภาพที่แท้จริงของลักษณะที่มุ่งวัดได้อย่างดี

ความเที่ยงตรง เป็นคุณสมบัติสำคัญที่สุดของแบบสอบ สามารถจำแนกความเที่ยงตรงได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์(criterion-related validity) และความเที่ยงตรงตามทฤษฎี (construct validity) ความเที่ยงตรงแต่ละประเภทมีความหมาย วิธีตรวจสอบ และความสำคัญที่แตกต่างกัน

1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง การที่ผู้สอนออกแบบทดสอบได้ตรงตามเนื้อหาที่สอน ในการทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถดำเนินการได้ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา พิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบโดย พิจารณาเป็นรายข้อ วิธีการพิจารณาแบบนี้จะเรียกว่า การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ที่ต้องการวัดกับข้อคำถาม

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาสามารถกระทำได้โดยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่อย่างไร ถ้ามีความสอดคล้องผู้เชี่ยวชาญจะให้ค่าเป็น “+1” แต่ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อสอบข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์จะให้ค่าเป็น “-1” และในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ก็จะให้ค่าเป็น “0”

2) ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (criterion related validity) หมายถึง การวัดคุณภาพของแบบทดสอบ โดยเอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ระดับผลการเรียน ถ้าผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนดี เมื่อทำข้อสอบชุดนั้นแล้วพบว่าได้คะแนนสูง แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ดี แต่ถ้ามีผลตรงกันข้ามแสดงว่า แบบทดสอบนั้นไม่มีความเที่ยงตรง การทดสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1) ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity) หมายถึง การนำเอาผลการวัดจากแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับผลการเรียนอื่นๆ ของผู้เรียนในปัจจุบัน เช่น การนำเอาผลการวัดจากแบบทดสอบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่สร้างขึ้น ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนการปฏิบัติการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เป็นต้น

2.2) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (predictive validity) การทดสอบความเที่ยงตรงที่ใช้หลักการเดียวกับการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เพียงแต่ถ้าเป็นแบบเชิงพยากรณ์จะใช้ข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ในอนาคตไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เช่น ใช้ข้อมูลที่เป็นเกรดเฉลี่ยของผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาแล้ว หรือใช้คะแนนในรายวิชาใดที่ได้สอบผ่านไปแล้วมาเป็นเกณฑ์ เป็นต้น

3) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) หมายถึง การวัดคุณภาพของแบบทดสอบว่าตรงตามลักษณะโครงสร้าง หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะโครงสร้างหรือไม่ โดยที่โครงสร้าง หมายถึง โครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐานโดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะมีมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกันกับแบบทดสอบมาตรฐานหรือไม่ สามารถคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างได้ โดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม

2.2 **คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม** (CTT)

แบบทดสอบที่มีคุณภาพ จะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.2.1 **ความยากง่าย** (Difficultly)

ความยากง่าย เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นยากเพียงใด โดยถือเอาจำนวนผู้ตอบถูกมากน้อยเป็นเกณฑ์ ถ้าถูกหลายคน จัดว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ถ้าถูกน้อยคนจัดว่าเป็นข้อที่ยาก ค่าความยากง่าย เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ P มีค่า 0.00 ถึง +1.00 โดยค่าความยากที่เหมาะสมควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า ความยากของแบบทดสอบเป็นการแสดงถึงร้อยละหรืออัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกหรือเลือกคำตอบนั้นเพื่อตรวจสอบความสามารถของผู้ตอบ

ไพศาล วรคำ (2554) ได้กล่าวว่า ค่าความยากของแบบทดสอบเป็นคุณลักษณะประจำตัวของแบบทดสอบแต่ละข้อที่จะบ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง ดังนั้นความยากของข้อสอบสามารถพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากกว่าผู้ตอบผิด แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความยากง่าย เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความยากของข้อสอบ โดยข้อสอบที่เหมาะสมควรมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

2.2.2 **อำนาจจำแนก** (Discrimination)

อำนาจจำแนก เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่า ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้ดีเพียงใด เช่น จำแนกระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ จำแนกระหว่างกลุ่มผู้สอบผ่านกับกลุ่มผู้สอบไม่ผ่าน เป็นต้น ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Test Item) มีค่าได้ตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 โดยค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมมีค่าตั้งแต่ .20 ถึง 1.00

ไพศาล วรคำ (2554) ได้กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกเป็นคุณสมบัติของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ โดยข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ หมายถึง การที่คนเก่งสามารถทำข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง ขณะที่คนอ่อนทำข้อสอบนั้นผิด

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554) ได้กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบหรือข้อคำถามที่จะแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน โดยอำนาจจำแนกนี้เปรียบได้กับความไวของตาชั่งที่มีต่อน้ำหนักของวัตถุที่วางบนเครื่อง ข้อสอบที่ง่ายเกินไปนักเรียนทุกคนจะสามารถตอบได้ถูกหมด หรือข้อสอบที่ยากเกินไปนักเรียนทุกคนจะตอบผิดหมด แสดงถึงการไม่มีอำนาจจำแนก ไม่สามารถแยกนักเรียนได้ ซึ่งเป็นลักษณะข้อสอบที่ไม่พึงปรารถนา

ล้วน สายยศ and อังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแสดงถึงความสามารถของข้อสอบหรือข้อคำถามในการจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีคุณสมบัติต่างกัน โดยอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1.0 ถึง +1.0 หากค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก แสดงว่าผู้สอบกลุ่มสูง (H) ตอบได้มากกว่าผู้สอบกลุ่มต่ำ (L) ในทางกลับกัน หากค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ แสดงว่าผู้สอบกลุ่มต่ำตอบได้มากกว่าผู้สอบกลุ่มสูง ซึ่งไม่ควรออกมาเป็นเช่นนั้น อำนาจจำแนกที่ดี ควรจะต้องมีค่าเป็นบวก และมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า อำนาจจำแนก เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของข้อสอบในการจำแนกความแตกต่างของผู้สอบที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

2.2.3 **ความเชื่อมั่น** (Reliability)

ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดจากการที่นำแบบทดสอบชุดนั้น ไปทดสอบกับผู้เรียนไม่ว่าจะทดสอบจำนวนกี่ครั้ง คะแนนที่ได้จะไม่แตกต่างกัน ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูงสุดเท่ากับ โดยถ้าค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นคุณสมบัติสำคัญของแบบทดสอบ ตามทฤษฎีความเชื่อมั่นเป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ อาจกล่าวได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึงความคงเส้นคงวา หรือความคงที่ของผลการวัดระหว่างช่วงเวลาการวัดที่ต่างกัน หรือระหว่างแบบสอบที่สมมูลกัน หรือความสอดคล้องภายในของการวัดเนื้อหาเดียวกัน

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นคุณลักษณะสำคัญของการวัด ถ้าเครื่องมือวัดขาดความเชื่อมั่นจะทำให้ผลที่ได้จากการวัดก็จะไม่มีความหมาย แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูง จึงหมายถึงแบบทดสอบที่นำไปสอบกับนักเรียนกี่ครั้งจะได้ผลคะแนนที่คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยปกติความเชื่อมั่น

เป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริง และความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ ในการวัดทางการศึกษาพบปัญหาที่สำคัญ คือ ความเชื่อมั่นในการวัดทางการศึกษาต่ำกว่า ความเชื่อมั่นของแบบสอบเป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบ การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด สามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม วิธีใช้แบบทดสอบสมมูลสอบในช่วงเวลาเดียวกัน วิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูล วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และวิธีความแปรปรวนของฮอยท์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด หมายถึง ความน่าเชื่อถือของผลการวัด การที่นำเครื่องมือวัดนั้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งก็ยังคงได้ผลคะแนนเท่าเดิม ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเป็นค่าสหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากคะแนนผลการวัด ถ้าคำนวณจากคะแนนของแบบทดสอบสองชุดที่ได้จากการสอบซ้ำด้วยแบบสอบฉบับเดียวกัน หรือจากแบบทดสอบคู่ขนานกันสองฉบับ จะได้ค่าหรือสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 อย่างไรก็ตามการแปลความหมายค่าความเชื่อมั่นนั้นจะพิจารณาเฉพาะค่าบวก

ถ้าค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าใกล้ +1.00 แสดงว่าผลการสอบครั้งแรกกับครั้งหลังให้ผลสอดคล้องกันมาก หรือผลการสอบจากแบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับให้ผลสอดคล้องกันมาก ถือว่าค่าความเชื่อมั่นสูงมาก

ถ้าความเชื่อมั่นเป็นศูนย์หรือใกล้ศูนย์ แสดงว่าผลการสอบครั้งแรกกับครั้งหลังนั้นให้ผลไม่สอดคล้องกัน หรือการสอบจากแบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับนั้นให้ผลไม่สอดคล้องกัน ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำหรือไม่มีความเชื่อมั่น

สำหรับค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดที่คำนวณจากค่าความสอดคล้องภายในแบบทดสอบจะมีค่าขอบเขตตั้งแต่ 0 ถึง +1.00 การแปลความหมายค่าความเชื่อมั่นจะแปลผลในทำนองเดียวกัน คือ ค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าใกล้ +1.00 แสดงว่า คะแนนผลการสอบแต่ละข้อหรือแต่ละตอนภายในฉบับให้ผลสอดคล้องกันมาก ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูงมาก แต่ถ้าค่าความเชื่อมั่นเป็นศูนย์หรือใกล้ศูนย์ แสดงว่าคะแนนผลการสอบแต่ละข้อแต่ละตอนภายในฉบับให้ผลไม่สอดคล้องกัน ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำหรือไม่มีความเชื่อมั่น

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูง จะเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการได้อย่างคงเส้นคงวา

2.3 คุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)

2.3.1 ลักษณะของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2563) กล่าวว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เป็นทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขจุดด้อยของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) ซึ่งจุดด้อยที่สำคัญ คือ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะแปรผันตามกลุ่มของผู้สอบ และคะแนนหรือการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบไม่เป็นอิสระขึ้นอยู่กับข้อสอบหรือแบบทดสอบที่นำมาใช้ สำหรับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous Item Response Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบกับการตอบข้อสอบ โดยใช้โค้งคุณลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดคุณลักษณะข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) มีหลักการตรวจให้ คะแนนเพียง 2 ค่า เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ หรือ 0, 1 เป็นต้น

2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous Item Response Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบกับการตอบข้อสอบโดยใช้โค้งคุณลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดคุณลักษณะข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) มีหลักการตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า เช่น ข้อสอบหรือข้อคำถามมาตรประมาณค่า (Rating scale) การตรวจข้อสอบแบบให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial credit)

2.3.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ใน IRT กำหนดไว้ว่า ความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบและคุณลักษณะของข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบจึงตั้งอยู่บนฐาน หรือข้อตกลงเบื้องต้นหลายประการเกี่ยวกับลักษณะข้อมูลที่จะทำให้โมเดลสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ถึงแม้ข้อตกลงเบื้องต้นบางประการจะตรวจสอบไม่ได้โดยตรง แต่สามารถเก็บรวบข้อมูลหรือหลักฐานทางอ้อมมาช่วยสนับสนุนยืนนได้ ข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของ IRT มีดังนี้

1) ความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality)

ข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้กันทั่วไปสำหรับ IRT คือ ข้อคำถามหรือข้อสอบทุกข้อในเครื่องมือหรือแบบสอบมุ่งวัดเพียงคุณลักษณะเดียว หรือ ความสามารถเดียว (One ability) ซึ่งเรียกว่า ความเป็นเอกมิติ

การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของเครื่องมือหรือแบบสอบ สามารถกระทำได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) เพื่อคำนวณค่าไอเกน สำหรับศึกษาอัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนของตัวประกอบแรกกับตัวประกอบถัดไป ถ้ามีอัตราส่วนที่สูงแสดงถึงเครื่องมือหรือแบบสอบวัดคุณลักษณะเด่นเดียว (Single dominant factor) หรือทำการวิเคราะห์ให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้นด้วยการวิเคราะห์ตัวประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบยืนยันว่าเครื่องมือหรือแบบสอบมุ่งวัดเพียงคุณลักษณะเดียวหรือความสามารถเดียว

2) ความเป็นอิสระ (Local Independence)

แนวคิดเกี่ยวกับ "ความเป็นอิสระระหว่างข้อสอบและผู้สอบ" มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงมาจาก "ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ" ความเป็นอิสระระหว่างข้อสอบและผู้สอบหมายถึง เมื่อมีควบคุมความสามารถ (θ) ที่ส่งผลต่อการตอบข้อสอบ หรือให้ θ คงที่แล้ว ผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อ จะต้องเป็นอิสระจากกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เมื่อควบคุมอิทธิพลของ θ แล้วผลการตอบข้อสอบรายข้อ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

3) โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Models)

IRT อยู่บนฐานความเชื่อว่า ฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ หรือโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สามารถสะท้อนความสัมพันธ์จริงระหว่างความสามารถของผู้สอบกับลักษณะของข้อสอบและผลการตอบข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบเสนอ ICC ซึ่งเป็นฟังก์ชันโลจิสด้วยรูปลักษณ์ที่แตกต่างกัน ตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้บรรยายลักษณะของข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous Item Response Models) ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์, 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ การเลือกใช้จึงขึ้นกับจุดมุ่งหมายของงานและ ธรรมชาติของข้อมูล

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อสอบ แต่ละข้อมีพารามิเตอร์ C = 0 และพารามิเตอร์ a เท่ากัน แต่มีความแตกต่างกันเฉพาะพารามิเตอร์ b เท่านั้น โมเดลนี้ จึงเหมาะสำหรับใช้กับข้อสอบอิงเกณฑ์ที่ไม่สลับซับซ้อน

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบ แต่ละข้อมีพารามิเตอร์ C = 0 มีความแตกต่างกันของพารามิเตอร์ a และ b โมเดลนี้จึงเหมาะสำหรับใช้กับข้อสอบที่ ต้องเติมคำตอบ หรือข้อสอบแบบเลือกตอบที่ไม่ยากมากนักและกลุ่มผู้สอบมีความพร้อมในการตอบ

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบ แต่ละข้อมีความแตกต่างกันได้ทั้ง พารามิเตอร์ a, b และ c โมเดลนี้จึงเหมาะสำหรับใช้กับข้อสอบแบบเลือกตอบทั่วไป ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก เนื่องจากผู้สอบสามารถเดาคำตอบได้

4) การสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลา (Nonspeeded Test Administration)

IRT ถือว่าความสามารถ (θ) เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการสอบ ความเร็วในการตอบ จะต้องไม่มีอิทธิพลต่อผลการตอบ การจัดสอบจึงต้องไม่อยู่ในสถานการณ์ที่สอบแข่งขันกันด้วยเวลา การสอบจะต้องอยู่ในลักษณะที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถมีเวลาเพียงพอในการทำข้อสอบ (Power Test Administration)

การตรวจสอบถึงความเหมาะสมของมิติด้านเวลา สำหรับการดำเนินการสอบ สามารถพิจารณาได้จากสัดส่วนหรือร้อยละของจำนวนผู้สอบที่ทำข้อสอบได้ครบทุกข้อ โดยผู้สอบส่วนใหญ่ (เช่น ร้อยละ 80 เป็นต้น) สามารถตอบข้อสอบได้ครบหรือเกือบครบทุกข้อ นอกจากนี้ควรพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างความแปรปรวนของจำนวนข้อที่เว้น กับความแปรปรวนของจำนวนข้อที่ตอบผิด ถ้าอัตราส่วนของความแปรปรวนเข้าใกล้ 0 แสดงว่าการจัดการสอบเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้

2.3.3 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous Item Response Models) ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์, 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ การเลือกใช้จึงขึ้นกับจุดมุ่งหมายของงานและธรรมชาติของข้อมูล

1) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ (One-Parameter Model)

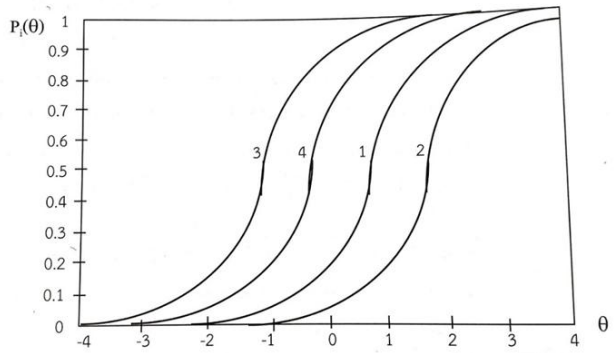
โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ หรือ Rash Model มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-(\theta-b_i)}}$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นของผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_i คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

e คือ 2.718



ภาพประกอบ 2 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าคงที่

c_i = 0

2) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two-Parameter Model)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}}$$

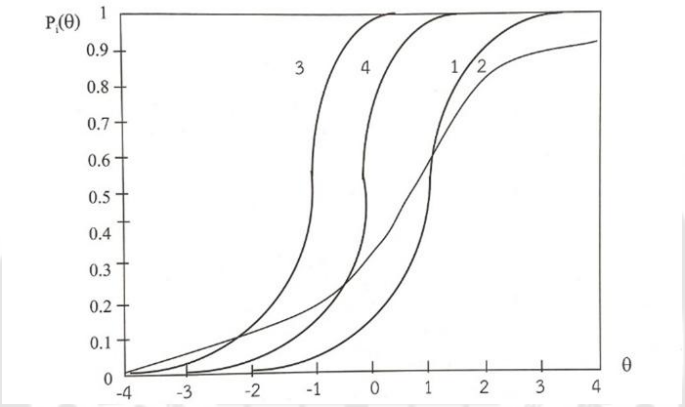
เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นของผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_i คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

a_i คือ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าความชันของ ICC ณ ตำแหน่ง b_i

e คือ 2.718

D คือ 1.70



ภาพประกอบ 3 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

$c_i = 0$

3) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Model)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{(1- c_i)}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}}$$

เมื่อ Pi (θ) คือ ความน่าจะเป็นของผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

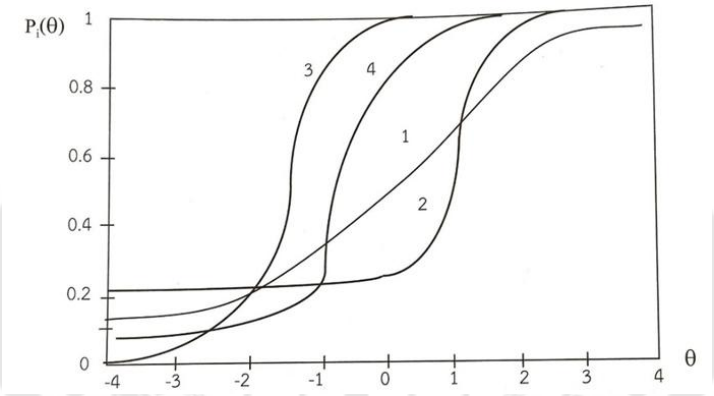
bi คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก

ai คือ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าความชันของ ICC ณ ตำแหน่ง bi

ci คือ ค่าพารามิเตอร์โอกาสเดาข้อสอบได้ถูก

e คือ 2.718

D คือ 1.70



ภาพประกอบ 4 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 4 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

bi = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

ai = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

ci = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

2.3.4 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า

ศิริชัย กาญจนวาสี (2563) กล่าวว่า โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Model) เป็นโมเดลความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงระหว่างความสามารถของผู้ตอบ กับโอกาสของการเลือกตอบแต่ละรายการคำตอบที่กำหนดให้ โดยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่าที่รู้จักกันโดยทั่วไป มี 6 โมเดลหลัก ดังนี้

1) Graded Response Model (GRM) เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีตัวเลือกรายการคำตอบแบบเรียงลำดับ (Ordered categories responses) เช่น มาตรประมาณค่าของ Likert (Likert Rating Scale) โมเดล GRM เป็นโมเดลที่ขยายมาจากโมเดลโลจิสแบบ 2 พารามิเตอร์ (2PL) และมีการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเลือกรายการคำตอบแบบสองขั้นตอน (Two-Step Process) ซึ่งจัดเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบทางอ้อม (Indirect IRT Models) โดยในแต่ละข้อคำถามอาจมีตัวเลือกรายการคำตอบเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้ เพราะไม่ว่าจะมีจำนวนรายการคำตอบเท่ากันหรือไม่เท่ากัน ก็ไม่ส่งผลต่อความยุ่งยากในการประมาณค่าพารามิเตอร์ การวิเคราะห์โมเดล GRM มีเป้าหมายเพื่อประมาณค่า α_i และตำแหน่ง β_{ij} ของผู้ตอบที่มีค่าคุณลักษณะ (θ) บนสเกลที่ต่อเนื่องกัน

2) Modified Graded Response Model (M-GRM) เป็นโมเดลที่ปรับปรุงมาจากโมเดล GRM เหมาะสำหรับวิเคราะห์แบบวัดประเภทมาตรประมาณค่า (Rating Scale) ที่นิยมให้มีจำนวนรายการคำตอบที่เท่ากัน หรือมีรูปแบบการตอบที่คงที่สำหรับทุกข้อคำถาม M-GRM มีลักษณะเป็นโมเดลเฉพาะของโมเดล GRM โดยสามารถนำไปใช้กับข้อคำถามที่มีรายการคำตอบแบบมาตรเรียงลำดับที่มีจำนวนคำตอบเท่ากันทุกข้อคำถาม หรือมีรูปแบบการตอบที่คงที่เหมือนกันทุกข้อ สำหรับการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบใช้วิธี 2 ขั้นตอน (Indirect Method) เหมือนโมเดล GRM

3) Partial Credit Model (PCM) เป็นโมเดลที่ถูกออกแบบมาสำหรับวิเคราะห์ข้อคำถามที่มีหลายขั้นตอน โดยมีการตรวจให้คะแนนการตอบถูกต้อง หรือตอบถูกบางส่วนในแต่ละขั้นของกระบวนการตอบ เช่น ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ โมเดล PCM ยังเหมาะสำหรับวิเคราะห์มาตรวัดเจตคติ หรือมาตรวัดบุคลิกภาพที่มีการประเมินความเชื่อหรือการตอบสนองต่อข้อความโดยมีการให้คะแนนแบบหลายค่าด้วย โมเดล PCM จะแตกต่างจากโมเดล GRM และ M-GRM เพราะเป็นโมเดลแบบทางตรง (Direct Model) เป็นโมเดลที่มีการขยายต่อมาจากโมเดลโลจิสแบบ 1 พารามิเตอร์ (1PL Model) จึงมีคุณลักษณะมาตรฐานต่างๆ เช่นเดียวกับ Rasch Model

4) Generalized Partial Credit Model (G-PCM) เป็นโมเดลที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจากโมเดล PCM ซึ่งพัฒนาโดย Muraki (1992, 1993) ซึ่งกำหนดให้ข้อคำถามแต่ละข้อสามารถมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) แตกต่างกันได้ โดยพารามิเตอร์ความชันในโมเดล G-PCM เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการตอบสนองต่อตัวเลือกรายการคำตอบที่แตกต่างกันไปในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับคุณลักษณะแฝงหรือระดับความสามารถ (θ) ที่เปลี่ยนแปลงไป G-PCM มีลักษณะ

เป็นโมเดลทั่วไปของ PCM และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นการตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method)

5) Rating Scale Model (RSM) เป็นกลุ่มของโมเดลที่มีหลากหลายรูปแบบและอาจก่อให้เกิดความสับสนได้เพราะมีลักษณะคล้ายคลึงกับโมเดลอื่น ๆ เช่น โมเดล PCM อย่างไรก็ดี โมเดล RSM ตามแนวคิดของ Andrich (1978) อ้างถึงใน (Embetson, 2000) มีความแตกต่างที่สำคัญ คือ ข้อคำถามในมาตรวัดซึ่งมีรูปแบบการตอบแบบเดียวกันนั้น ข้อคำถามแต่ละข้อจะมีพารามิเตอร์ตำแหน่ง (Location Parameter: λ_i) เพียงค่าเดียว ซึ่งแสดงถึงความยากหรือง่ายของข้อคำถามนั้น ๆ ขณะที่พารามิเตอร์จุดตัดรายการคำตอบ (Category Intersections Parameter: δ_j) ใช้อธิบายช่วงเทรชโฮลด์ของแต่ละรายการคำตอบ (Category Threshold) ซึ่งมี J ช่วง (J = K – 1 โดย K คือ จำนวนตัวเลือกรายการคำตอบ) โมเดล PCM กับโมเดล RSM แตกต่างกันที่โมเดล PCM ไม่มีแนวคิดเกี่ยวกับระดับความยากง่ายของแต่ละรายการคำตอบ (แต่ละขั้นตอนหรือแต่ละจุดตัดรายการคำตอบ) ในข้อคำถามนั้น ๆ ดังนั้นข้อคำถามแต่ละข้อจึงมีระดับความยากแต่ละขั้นตอน (Difficulties of the Steps) แตกต่างกันได้

6) Nominal Response Model (NRM) พัฒนาโดย Bock (1972) ซึ่งเป็นโมเดลสำหรับใช้วิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่รายการคำตอบไม่ได้ถูกจัดเรียงลำดับ ได้แก่ ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choices) ข้อคำถามที่ใช้วัดเจตคติ ข้อคำถามสำหรับประเมินบุคลิกลักษณะ ความตั้งใจเริ่มแรกในการพัฒนาโมเดลนี้เกิดขึ้นเพื่อให้สามารถศึกษาคุณลักษณะของตัวลวงซึ่งเป็นตัวเลือกหนึ่งในข้อสอบแบบหลายตัวเลือกด้วยเส้นร่องรอย (Trace Line) การคำนวณความน่าจะเป็นในการเลือกรายการคำตอบ คำนวณได้จากพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 พารามิเตอร์ ได้แก่พารามิเตอร์ความชัน (Slope Parameter: α_{ix}) ซึ่งแสดงถึงความชันของเส้นร่องรอยหรือค่าอำนาจจำแนก และพารามิเตอร์จุดตัดรายการคำตอบ (Intercept Parameter: Ci)

2.3.5 โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2563) กล่าวว่า มูราคิ (1992, 1993) ได้พัฒนา Generalized Partial Credit Model (G-PCM) จากโมเดล PCM กำหนดให้ข้อคำถามแต่ละข้อสามารถมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) แตกต่างกันได้ โดยพารามิเตอร์ความชันในโมเดล G-PCM เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการตอบสนองต่อตัวเลือกรายการคำตอบที่แตกต่างกันไปในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับคุณลักษณะแฝงหรือระดับความสามารถ (θ) ที่เปลี่ยนแปลงไป

โมเดล G-PCM มีลักษณะเป็นโมเดลทั่วไปของ PCM Model หรือ Partial Credit Model โดยใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นการตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method)

โมเดล G-PCM มีลักษณะคำถามแต่ละข้อ (i) อธิบายด้วยค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) และค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของโมเดลนี้จึงเขียนได้โดยแทนค่าพารามิเตอร์ความชันลงในสูตรของโมเดล PCM ดังนี้

$$P_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\sum_{J=0}^{x} \alpha_i (\theta - \delta_{ij})\right]}{\sum_{r=0}^{m_i}\left[\exp\sum_{J=0}^{r} \alpha_i (\theta - \delta_{ij})\right]}$$

เมื่อ Pix(θ) แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกหรือสามารถทำรายการคำตอบขั้นที่ X จากจำนวน mi ขั้น (step)

δ_{ij} แทน ค่าพารามิเตอร์ระดับความยากของขั้นการตอบที่ j ในข้อ i (Item step difficulty) เมื่อ j = 1, 2,…, mi

α_i แทน ค่าพารามิเตอร์ความชันของข้อคำถามที่ i

ค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) ซึ่งเป็นสเกลคุณลักษณะ θ ตรงตำแหน่งที่ตัดกันของโค้งรายการคำตอบมีความหมายเหมือนกับโมเดล Partial Credit Model (PCM) แสดงว่าผู้มีคุณลักษณะ θ ณ จุดนั้นมีโอกาสที่จะทำหรือตอบรายการคำตอบขั้นต่อไปได้สูงกว่ารายการคำตอบที่ผ่านมา โดยที่ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) ในแต่ละข้ออาจถูกจัดเรียงลำดับหรือไม่จำเป็นต้องถูกจัดเรียงลำดับกันก็ได้ ส่วนค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) มีความหมายต่างจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 ค่า เพราะว่าในโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ในส่วนของค่าพารามิเตอร์ความชันหรือค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามขึ้นอยู่กับผลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ความชันและตำแหน่งจุดตัดระหว่างรายการคำตอบ ซึ่งในโมเดล G-PCM ค่าพารามิเตอร์ความชันแสดงถึงระดับความผันแปรของรายการคำตอบระหว่างข้อ เมื่อ θ ของผู้ตอบเปลี่ยนไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2563)

2.3.6 **สารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบ**

ศิริชัย กาญจนวาสี (2563) กล่าวว่า สารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) เป็นดัชนีผสมที่สร้างจากดัชนีคุณลักษณะของข้อสอบหลายลักษณะ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ความยาก ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก และค่าความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ เพื่อบ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ

สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test information) เป็นค่าเกิดจากผลรวมเชิงพีชคณิตของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อรวมเข้าด้วยกันทั้งฉบับ ณ ตำแหน่งความสามารถของผู้ตอบเดียวกัน

ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ จึงมีส่วนอย่างเป็นอิสระจากกันต่อค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ ลักษณะเช่นนี้ไม่ได้เกิดกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม เนื่องจากค่าความยากและค่าอำนาจ จำแนกของข้อสอบแต่ละข้อต่างก็ส่งผลต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ แต่ไม่สามารถคำนวณค่าของแต่ละข้อได้อย่างเป็นอิสระจากกัน ดังนั้นคะแนนที่ได้จึงขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกลุ่มข้อสอบ และแบบสอบเฉพาะฉบับที่เลือกมาใช้

เนื่องจากค่าสารสนเทศมีความสัมพันธ์ผกผันกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ดังนั้นถ้าค่าสารสนเทศของแบบสอบมีค่าสูงในช่วงระดับความสามารถของผู้สอบใดก็จะมีความถูกต้องแม่นยำสูง ในการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบในช่วงระดับความสามารถของผู้สอบนั้นๆ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าต่ำ

3. **การพัฒนาแบบทดสอบ**

สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ (2556) กล่าวว่า แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือทางการวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ อันจะทำให้ผู้สอนรับรู้ถึงระดับการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ ความสามารถ และพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งเป็นตัวชี้วัดผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนของตนเอง ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพ จึงควรมีขั้นตอนสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบ
2. กำหนดกรอบของการสร้างแบบทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบทดสอบควรศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผู้พัฒนาแบบทดสอบควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก เพื่อกำหนดโครงสร้าง องค์ประกอบของคุณลักษณะที่ต้องการวัด และให้นิยามเชิงปฏิบัติการของพฤติกรรมนั้น

3. การสร้างผังข้อสอบ (Test Blueprint)

การสร้างผังข้อสอบ เป็นการวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ และเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบ ซึ่งจะต้องครอบคลุมกรอบแนวคิดหลัก

4. เขียนข้อสอบ

ดำเนินการสร้างข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด และควรถูกต้องตามหลักของการสร้าง และลักษณะของข้อสอบแต่ละชนิด

5. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ แก้ไขข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ควรประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

6. การทดลองใช้ข้อสอบ

นำข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ความยากง่าย อำนาจจำแนก จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพรายข้อไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ และดำเนินการปรับปรุงแบบทดสอบให้มีคุณภาพ

7. การนำแบบทดสอบไปใช้จริง

นำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ไปใช้ทดสอบกับตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลและรายงานผลต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านชีววิทยามากกว่าการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และในประเทศไทย ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่มีการวัดและประเมินผลตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังนี้

Bunnaen (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการรู้ด้านชีววิทยา ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนโครงการ วมว. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรู้ด้านชีววิทยา ประเมินความตระหนักในการเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อม และประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ประเมินการรู้ด้าน

ชีววิทยา เป็น ข้อสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice) โดยยึดหลัก Bloom's Revised Taxonomy ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัยเอง

Hazem (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเมดินา ประเทศซาอุดิอาราเบีย โดยประยุกต์ใช้โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของ Uno และ Bybee ร่วมกับวิสัยทัศน์ของ Project 2061 ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ โดยทำการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามระดับการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ได้แก่ แบบวัดตามรูปแบบของลิคเอิร์ท 3 ระดับ (ระดับ Nominal) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (ระดับ Functional) ข้อสอบสถานการณ์แบบเลือกตอบ (ระดับ Structural) และข้อสอบสถานการณ์แบบเขียนตอบ (ระดับ Multidimensional) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับ Nominal สูง และมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับ Multidimensional ต่ำ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา ครูผู้สอนต้องพัฒนารูปแบบการสอนให้ผู้เรียนได้มีประยุกต์ใช้ความรู้ด้านชีววิทยาเข้ากับชีวิตประจำวัน และสังคม รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยาเข้ากับเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ

Firat and Koksal (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านโทคโนโลยีชีวภาพ โดยใช้กรอบการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ Uno และ Bybee ทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ Nominal, Functional, Structural และ Multidimensional โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ แบ่งออกเป็นระดับ Nominal 7 ข้อ ระดับFunctional 4 ข้อ ระดับ Structural 9 ข้อ และระดับ Multidimensional 5 ข้อ และจากการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ พบว่า มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.40 และมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.41

Saputri (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในประเทศอิสราเอล โดยได้พัฒนาเครื่องมือวัดจากการใช้กรอบการประเมินด้านความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งวัดความสามารถของผู้เรียนใน 4 ระดับ ได้แก่ 1) สามารถระบุแนวคิดทางเคมีได้ (ระดับ Nominal) วัดด้วยแบบวัดตามรูปแบบของ Likert 3 ระดับ 2) สามารถอธิบายหลักการสำคัญทางเคมีได้ (ระดับ Functional) วัดด้วยแบบทดสอบเขียนตอบ 3) ใช้ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (ระดับ Structural) วัดด้วยแบบทดสอบหลายตัวเลือก และ 4) ใช้ความรู้ทางเคมีในการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ เพื่อตอบคำถามหรือ

เสนอแนวทาง (ระดับ Multidimensional) วัดด้วยแบบทดสอบเขียนตอบเชิงสถานการณ์ และวัดเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความฉลาดรู้ด้านเคมี ในระดับ Nominal และ Functional เพิ่มขึ้น ส่วนความฉลาดรู้ด้านเคมี ระดับ Structural และ Multidimensional มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงบางส่วนเท่านั้น จากข้อค้นพบของงานวิจัย เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้านเคมี เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ความฉลาดรู้ด้านเคมี และความฉลาดรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ พบว่า ทุกงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้กรอบการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ Uno และ Bybee ทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ Nominal, Functional, Structural และ Multidimensional แต่ยังมีการอธิบายถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดในนักเรียน และลักษณะของเครื่องมือวัดที่แตกต่างกันบ้าง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. วิธีดำเนินการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 85 โรงเรียน จำนวน 8,367 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือ (กลุ่ม Try out) และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 4 โรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ จำนวน 10 โรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 3 โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน และขนาดเล็ก 2 โรงเรียน จำนวน 630 คน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และโมเดล G-PCM ที่กล่าวว่าควรใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 500 คน และ

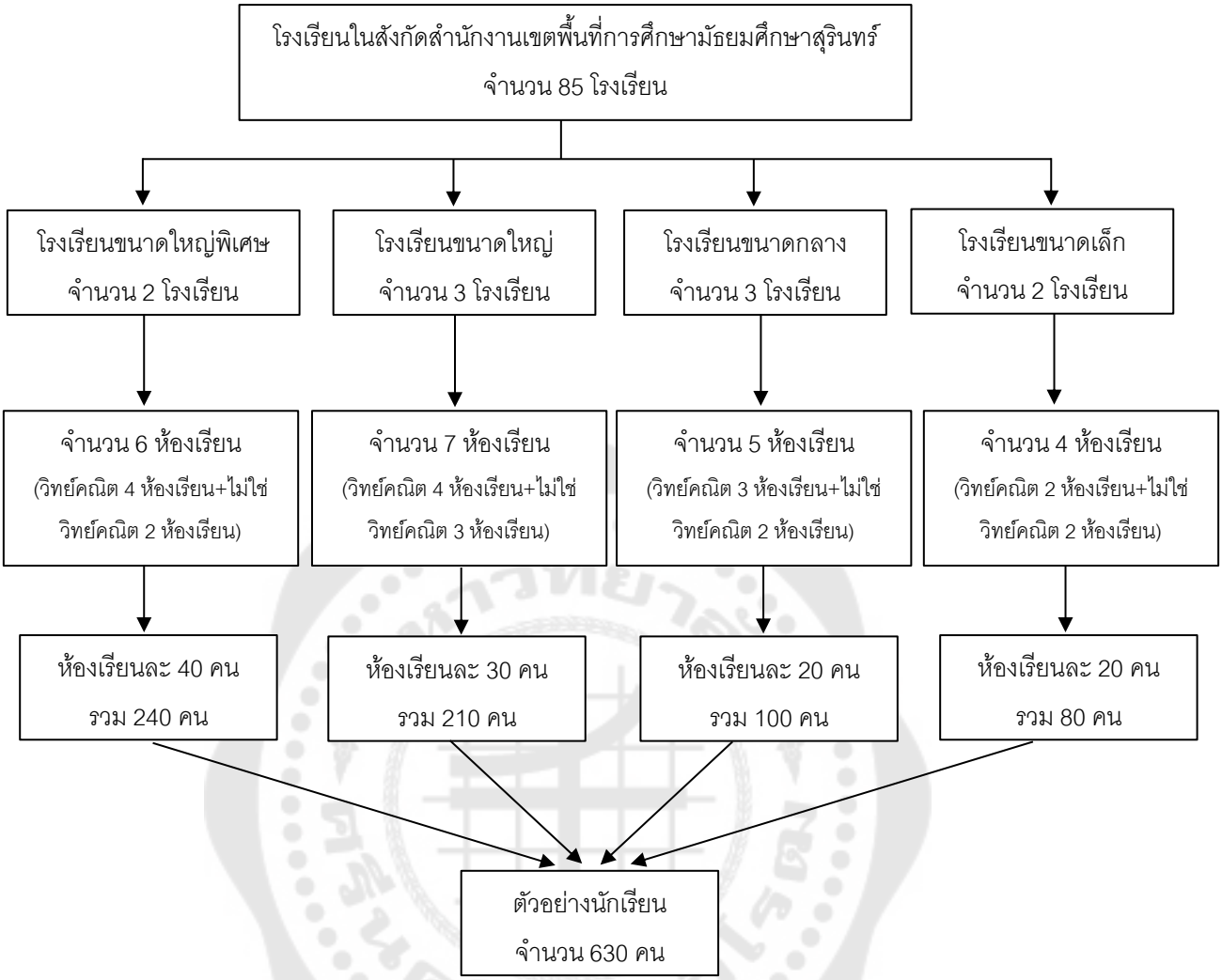
ควรกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่พอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์มีขนาดเล็กถึงระดับที่ยอมรับได้ตามเป้าหมายของการนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2563) ทั้งนี้การสุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) จำนวน 10 โรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน ขนาดกลาง 3 โรงเรียน และขนาดเล็ก 2 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มเลือกห้องเรียนจากโรงเรียนในขั้นตอนที่ 1 ด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยจำแนกตามแผนการเรียน ได้แก่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และแผนการเรียนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสุ่มมาจำนวน 6 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่สุ่มมาจำนวน 7 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลางสุ่มมาจำนวน 5 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็กสุ่มมาจำนวน 4 ห้องเรียน ทำให้ได้ห้องเรียนที่เป็นตัวอย่างทั้งหมด 22 ห้องเรียน

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียนจะแตกต่างกันตามขนาดโรงเรียน โดยโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสุ่มนักเรียนห้องเรียนละ 40 คน โรงเรียนขนาดใหญ่สุ่มนักเรียนห้องเรียนละ 30 คน โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็กสุ่มนักเรียนห้องเรียนละ 20 คน ทำให้ผู้วิจัยได้ตัวอย่างนักเรียนจำนวน 630 คน

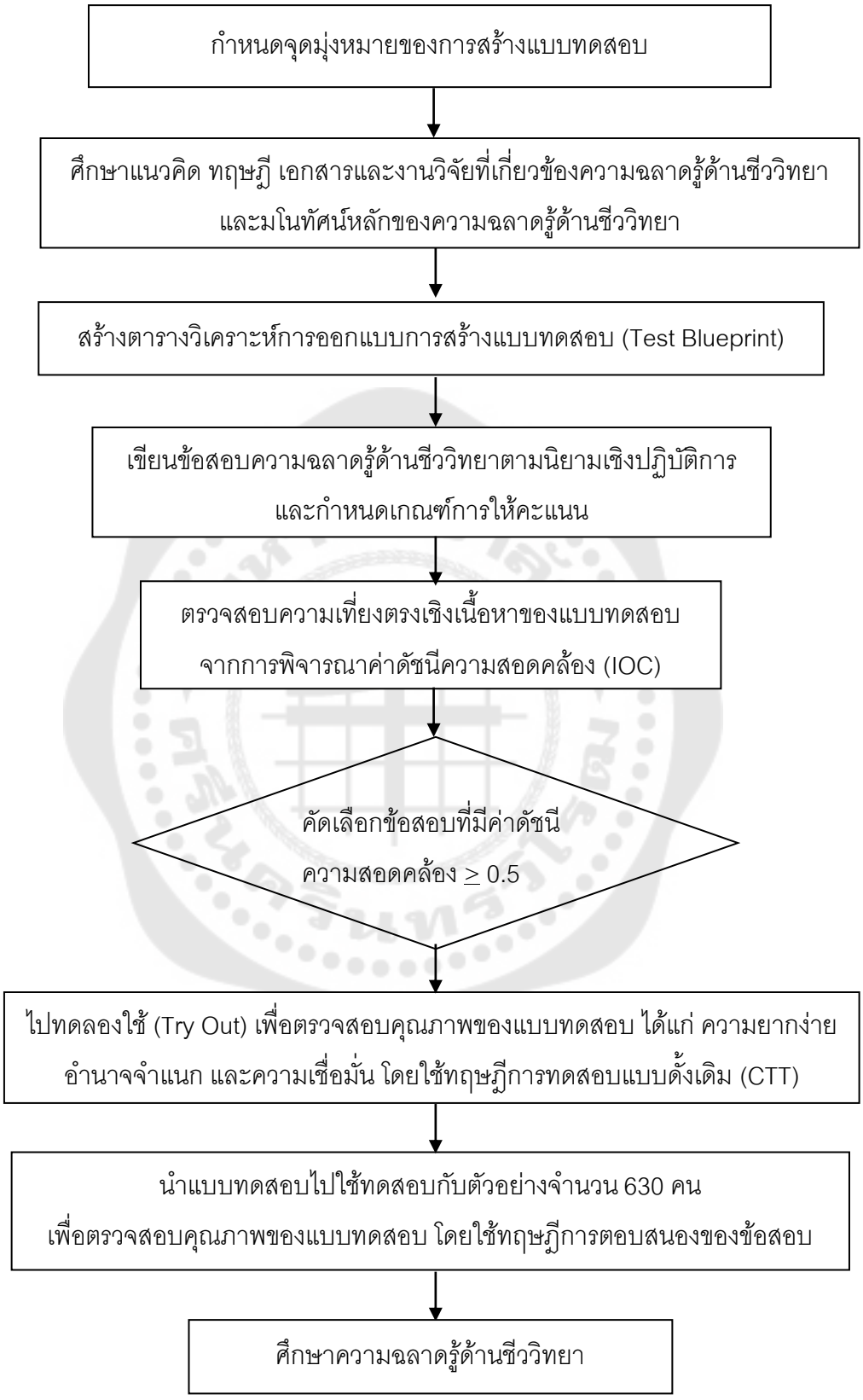
ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) แสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แผนผังแสดงการสุ่มตัวอย่าง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือตามลำดับขั้นตอน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากแผนภาพข้างต้น สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา กรอบมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Core Biological literacy concept) ประกอบด้วย 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรมและวิวัฒนาการ และชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS, 2001) และกรอบโมเดลระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาตามโมเดลของ Uno และ Bybee (1994) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย (Nominal), ระดับการใช้งาน (Functional), ระดับโครงสร้าง (Structural) และระดับพหุมิติ (Multidimensional)

3. สร้างนิยามศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (Biological literacy) หมายถึง ความสามารถในการตอบคำถามอธิบายหลักการทางชีววิทยา ประยุกต์ใช้ความรู้ และเชื่อมโยงทางความรู้ทางชีววิทยาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันทั้งระดับบุคคลและสังคม โดยความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

3.1 ระดับนามนัย (Nominal) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน และไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้

3.2 ระดับการใช้งาน (Functional) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย

3.3 ระดับโครงสร้าง (Structural) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้องบางส่วน

3.4 ระดับพหุมิติ (Multidimensional) หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง โดยเหตุผลแสดงถึงการเชื่อมโยงความความรู้ทางชีววิทยากับชีวิตประจำวัน

4. สร้างตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ดังตาราง 4

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint)

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	สถานการณ์	จำนวน (ข้อ)	คะแนนเต็ม
หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	สถานการณ์ที่ 1	1	4
	สถานการณ์ที่ 2	1	4
การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์	สถานการณ์ที่ 3	1	4
	สถานการณ์ที่ 4	1	4
การดำรงชีวิตของพืช	สถานการณ์ที่ 5	1	4
	สถานการณ์ที่ 6	1	4
พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	สถานการณ์ที่ 7	1	4
	สถานการณ์ที่ 8	1	4
ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	สถานการณ์ที่ 9	1	4
	สถานการณ์ที่ 10	1	4
รวม		**10**	**40**

5. สร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น จำนวน 10 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมี 1 ข้อคำถามที่มุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้ตอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พร้อมระบุเกณฑ์การให้คะแนน

ตัวอย่างข้อสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

สถานการณ์ที่ 1

ในวันหยุดนี้ นักเรียนจำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาชุมชน คือ การเก็บขยะ และปรับปรุงภูมิทัศน์ของชุมชน ซึ่งจัดขึ้นในบริเวณกลางแจ้งที่มีแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน นักเรียนมีความกังวลว่าถ้าตนเองเข้าร่วมกิจกรรมเป็นเวลานานเกินไป อาจจะเกิดอาการของโรคลมแดดได้ นักเรียนจึงไปศึกษาข้อมูล พบว่าโรคลมแดดเกิดจากการที่ร่างกายอยู่ในบริเวณแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน ร่างกายจึงปรับสมดุลอุณหภูมิไม่ทัน ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงถึง 40-41 องศาเซลเซียส โดยอาการของผู้ป่วยที่เป็นโรคลมแดด คือ มีอาการเป็นลม เพ้อ หมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการป้องกันตนเองจากโรคลมแดดได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการนั้น

.....

.....

คะแนน	แนวคำตอบ
0	ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้อง หรือตอบไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
1	ตอบได้ถูกต้องบางส่วน และไม่มีเหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา - เข้าร่วมกิจกรรมแค่ไม่นาน - เตรียมหาพื้นที่ในการหลบแดด
2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลอย่างง่าย แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะจะได้ไม่ร้อน - การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันแดด เช่น หมวก แว่นกันแดด เพราะจะได้ไม่ร้อนและไม่แสบตา - การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะร่างกายจะได้ไม่ขาดน้ำ
3	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้องบางส่วน แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะช่วยระบายความร้อน ช่วยลดความร้อนในร่างกาย - การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันแดด เช่น หมวก แว่นกันแดด เพราะช่วยป้องกันความร้อนจากแสดงแดด หรือไม่ให้ร่างกายได้รับแสงแดดในปริมาณที่มากเกินไป - การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายมากเกินไป
4	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง โดยเหตุผลแสดงถึงการเชื่อมโยงความความรู้ทางชีววิทยากับชีวิตประจำวัน

คะแนน	แนวคำตอบ
	แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะช่วยเพิ่มการระเหยของเหงื่อและการพาความร้อน ทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดลงและอยู่ในสมดุล - การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะช่วยชดเชยการสูญเสียน้ำจากเหงื่อ

6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาด้านชีววิทยาในแต่ละสถานการณ์ รวมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 คะแนน หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 คะแนน หมายถึง ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

7. คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8. นำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

9. วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้

9.1 ความยากง่าย พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20-0.80

9.2 อำนาจจำแนก พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

10. นำเฉพาะข้อคำถามในสถานการณ์ที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ไปตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค และพิจารณาค่าความเชื่อมั่น 0.7 ขึ้นไป

11. นำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับสมบูรณ์

12. นำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ทดสอบกับตัวอย่าง จำนวน 630 คน

13. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous Item Response Theory) โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) โดยใช้โปรแกรม IRT Pro ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

13.1) พารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (Difficulty Parameter) หมายถึง ค่าสเกลระดับความสามารถ (θ) ตรงตำแหน่งที่ตัดกันของรายการโค้งคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยใช้โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM)

13.2) พารามิเตอร์ความชัน (Discrimination Parameter) หมายถึง ระดับความผันแปรของรายการคำตอบระหว่างข้อเมื่อระดับความสามารถ (θ) ของผู้ตอบเปลี่ยนไป ใช้จำแนกบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาแตกต่างกันได้ โดยใช้โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) โดยทั่วไปค่าพารามิเตอร์ความชัน (Discrimination Parameter) ของข้อสอบไม่ควรติดลบและนิยมใช้ข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ +0.50 ถึง +2.50

13.3) สารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) หมายถึง ดัชนีที่บ่งบอกความแม่นยำในการประมาณค่าคุณลักษณะของผู้ตอบ ณ ตำแหน่งความสามารถ (θ) นั้นๆ

13.4) สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) หมายถึง ผลรวมพีชคณิตของค่าสารสนเทศของข้อสอบในการระบุความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าคุณลักษณะของผู้ตอบแบบทดสอบที่ระดับความสามารถ (θ) แตกต่างกัน ซึ่งสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบ

14. กำหนดคะแนนจุดตัด เพื่อแปลความหมายคะแนนของแบบทดสอบ และศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อกำหนดเกณฑ์จุดตัดระดับคะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา จะได้ค่าเฉลี่ย δ_1, δ_2, δ_3 และ δ_4 จากนั้นนำค่ามาใช้แบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย ระดับการใช้งาน ระดับโครงสร้าง และระดับพหุมิติ

15. ศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ในภาพรวม และแยกตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง และกลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก โดยใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือรับรองจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อขอนัดหมายวัน เวลาที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลถึงผู้บริหารโรงเรียน

2.2 ขออนุญาตชี้แจงครูผู้ดำเนินการสอบเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการทำแบบทดสอบ และขั้นตอนที่จะให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

3. จัดเตรียมแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่จะสอบในแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ และให้คำแนะนำแก่ครูผู้ดำเนินการสอบ ดังนี้

3.1 อธิบายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ เพื่อให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นและตั้งใจในการทำแบบทดสอบ

3,2 อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบ และเวลาในการสอบ ให้นักเรียนเข้าใจก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

4. ดำเนินการทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 630 คน

5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การคำนวณค่าวถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ รายงานผลการศึกษาโดยภาพรวม และแยกตามขนาดโรงเรียน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาด้านการสอนชีววิทยาต่อไป

4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ที่ต้องการวัดกับข้อคำถาม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

2.1 ความยากง่าย พิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่ายของข้อสอบที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยจะพิจารณาคะแนนรวมของผู้สอบทุกคนแล้วแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เทคนิค 25% ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบคือกลุ่มเก่ง (คะแนนสูง) และกลุ่มอ่อน (คะแนนต่ำ) แล้วนำมาวิเคราะห์ความยากของข้อสอบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ ดังนี้

$$P_E = \frac{S_{U+}S_{L-(2N}X_{min}\ )}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยากง่าย

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.2 อำนาจจำแนก พิจารณาดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย ด้วยสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ ดังนี้

$$D = \frac{S_{U-}S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 ความเชื่อมั่น คำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค ด้วยสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k\text{-}1}\right]\left[1\text{-}\frac{\Sigma S_i^2}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมส่วนที่ i

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม x

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT)

3.1 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ) และค่าพารามิเตอร์ความชันร่วม (α) ด้วยโปรแกรม IRT PRO โมเดล Generalized Partial Credit Model (G-PCM) ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของโมเดลนี้ เขียนแทนค่าพารามิเตอร์ความชันลงในสูตรของโมเดล ดังนี้

$$P_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\sum_{j=0}^{x} \alpha_i(\theta - \delta_{ij})\right]}{\sum_{r=0}^{m}\left[\exp\sum_{j=0}^{r} \alpha_i(\theta - \delta_{ij})\right]}$$

เมื่อ $P_{ix}(\theta)$ แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกหรือสามารถทำรายการคำตอบขั้นที่ X จากจำนวน mi ขั้น (step)

δ_{ij} แทน ค่าพารามิเตอร์ระดับความยากของขั้นการตอบที่ j ในข้อ i (Item step difficulty) เมื่อ j = 1, 2,…, mi

α_i แทน ค่าพารามิเตอร์ความชันของข้อคำถามที่ i

3.2 ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ

ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ เป็นดัชนีผสมที่สร้างจากดัชนีคุณลักษณะของข้อสอบหลายลักษณะ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ความยาก ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก และค่าความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ เพื่อใช้บ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$I_i(\theta) = \frac{\left[P_i'(\theta)\right]^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)} \quad , i = 1, 2, \ldots, k$$

เมื่อ $I_i(\theta)$ แทน ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากข้อสอบข้อที่ i สำหรับผู้ตอบที่มีความสามารถ θ

$P'_i(\theta)$ แทน ความชันของฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่ i ณ ตำแหน่งความสามารถ θ

$P_i(\theta)$ แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

$Q_i(\theta)$ แทน $1- P_i(\theta)$

3.3 ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ

ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ เป็นค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ เกิดจากผลรวมเชิงพีชคณิตของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อรวมเข้าด้วยกันทั้งฉบับ ณ ตำแหน่ง θ เดียวกัน โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^{k} I_i(\theta) \quad , i = 1, 2, \ldots, k$$

เมื่อ I(θ) แทน ค่าฟังก์ชันสารสนเทศ หรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากแบบทดสอบสำหรับผู้ตอบที่มีความสามารถ θ

4. สถิตที่ใช้ในการกำหนดคะแนนจุดตัด

ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ)

5. สถิติที่ใช้ในการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้การวิเคราะห์สถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมาย 3 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดอักษรย่อ และสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

p	แทน	ความยากง่าย
r	แทน	อำนาจจำแนก
δ_{ij}	แทน	ค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ
α_i	แทน	ค่าพารามิเตอร์ความชัน
θ	แทน	ระดับความสามารถของผู้ตอบ
S.E.	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
T.I.	แทน	สารสนเทศของแบบทดสอบ
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาและมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา นำไปสู่การสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่สอดคล้องกับมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา 5 ประเด็น ประเด็นละ 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 20 สถานการณ์ โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีข้อคำถามจำนวน 1 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนข้อคำถามในแต่ละมโมทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	สถานการณ์ที่	จำนวนคำถาม (ข้อ)
หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	1-4	4
การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์	5-8	4
การดำรงชีวิตของพืช	9-12	4
พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	13-15	4
ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	16-20	4
รวม		**20**

โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมี 1 ข้อคำถามที่มุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้สอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พร้อมสร้างเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 คะแนน ตามระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงในตาราง 6

ตัวอย่างข้อสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

สถานการณ์ที่ 1

ในวันหยุดนี้ นักเรียนจำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาชุมชน คือ การเก็บขยะ และปรับปรุงภูมิทัศน์ของชุมชน ซึ่งจัดขึ้นในบริเวณกลางแจ้งที่มีแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน นักเรียนมีความกังวลว่าถ้าตนเองเข้าร่วมกิจกรรมเป็นเวลานานเกินไป อาจจะเกิดอาการของโรคลมแดดได้ นักเรียนจึงไปศึกษาข้อมูล พบว่า โรคลมแดดเกิดจากการที่ร่างกายอยู่ในบริเวณแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน ร่างกายจึงปรับสมดุลอุณหภูมิไม่ทัน ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงถึง 40-41 องศาเซลเซียส โดยอาการของผู้ป่วยที่เป็นโรคลมแดด คือ มีอาการเป็นลม เพ้อ หมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการป้องกันตนเองจากโรคลมแดดได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการนั้น

.....

.....

ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	แนวคำตอบ
0	ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกต้อง หรือตอบไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
1	ตอบได้ถูกต้องบางส่วน และไม่มีเหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา - เข้าร่วมกิจกรรมแค่ไม่นาน - เตรียมหาพื้นที่ในการหลบแดด
2	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลอย่างง่าย แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะจะได้ไม่ร้อน - การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันแดด เช่น หมวก แว่นกันแดด เพราะจะได้ไม่ร้อนและไม่แสบตา

คะแนน	แนวคำตอบ
	- การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะร่างกายจะได้ไม่ขาดน้ำ
3	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้องบางส่วน แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะช่วยระบายความร้อน ช่วยลดความร้อนในร่างกาย - การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันแดด เช่น หมวก แว่นกันแดด เพราะช่วยป้องกันความร้อนจากแสดงแดด หรือไม่ให้ร่างกายได้รับแสงแดดในปริมาณที่มากเกินไป - การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายมากเกินไป
4	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง โดยเหตุผลแสดงถึงการเชื่อมโยงความความรู้ทางชีววิทยากับชีวิตประจำวัน แนวคำตอบ - การสวมใส่เสื้อผ้าที่บางเบา หรือระบายอากาศได้ดี เพราะช่วยเพิ่มการระเหยของเหงื่อและการพาความร้อน ทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดลงและอยู่ในสมดุล - การดื่มน้ำให้เพียงพอ เพราะช่วยชดเชยการสูญเสียน้ำจากเหงื่อ

ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ โดยยึดมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 5 ประเด็น ประเด็นละ 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 20 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 1 ข้อ ที่มุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้สอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พร้อมสร้างเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 คะแนน ตามระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้น จำนวน 20 สถานการณ์ โดยใน 1 สถานการณ์มีข้อคำถาม 1 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล 2 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการคัดเลือก
		1	2	3	4	5		
หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	1	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	0	1	0	1	0.60	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	0	1	1	0.80	คัดเลือกไว้
การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์	5	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	7	1	0	1	1	1	0.80	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
การดำรงชีวิตของพืช	9	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	10	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	11	1	0	1	1	1	0.80	คัดเลือกไว้
	12	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	13	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	14	1	0	1	0	1	0.60	คัดเลือกไว้
	15	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	16	1	0	0	1	1	0.60	คัดเลือกไว้
ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	17	1	1	0	1	1	0.80	คัดเลือกไว้

	18	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	19	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	20	1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่า ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 ผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) จึงนำข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปปรับปรุงข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำข้อคำถามไปจัดทำแบบทดสอบสำหรับทดลองใช้เครื่องมือ (Try out) เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT)

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

2.2.1 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่ม Try out) จำนวน 100 คน จากนั้นนำข้อมูลจากการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	ข้อ	p	แปลผล	r	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา
หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	1	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.38	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	2	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.42	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	3	0.54	ยากง่ายปานกลาง	0.46	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	4	0.85	ง่าย	0.18	จำแนกไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์	5	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.36	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	6	0.55	ยากง่ายปานกลาง	0.52	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	7	0.57	ยากง่ายปานกลาง	0.44	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา	ข้อ	p	แปลผล	r	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา
	8	0.43	ยากง่ายปานกลาง	0.37	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
การดำรงชีวิตของพืช	9	0.41	ยากง่ายปานกลาง	0.44	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	10	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.37	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	11	0.55	ยากง่ายปานกลาง	0.54	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	12	0.39	ค่อนข้างยาก	0.15	จำแนกไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	13	0.36	ค่อนข้างยาก	0.10	จำแนกไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	14	0.37	ค่อนข้างยาก	0.17	จำแนกไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	15	0.44	ยากง่ายปานกลาง	0.46	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	16	0.57	ยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	17	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.24	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	18	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.38	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
	19	0.41	ยากง่ายปานกลาง	0.53	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
	20	0.58	ยากง่ายปานกลาง	0.51	จำแนกได้	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ข้อสอบมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.85 และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.10 ถึง 0.54 เมื่อจำแนกตามเกณฑ์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ทำให้สามารถคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ได้ทั้งสิ้น 16 ข้อ และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก และทำการคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ รวมทั้งสิ้น 10 ข้อ หากมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาใดมีจำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์มากกว่า 2 ข้อ จะเลือกพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนก

ดังนั้น ผลการคัดเลือกข้อสอบในแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์และนำไปใช้ มีทั้งหมด 10 ข้อ โดยครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.58 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42 ถึง 0.54

2.2.2 ความเชื่อมั่น

ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และนำไปใช้ ทั้งหมด 10 ข้อ ไปหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบรัค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 ถือว่าแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 630 คน โดยสามารถเก็บแบบทดสอบมาคืนได้จำนวน 600 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 95.24 เพื่อนำมาตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

2.3.1 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยการตรวจสอบความเป็นเอกมิติหรือมิติเดียว (Unidimensionality) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อคำนวณค่าไอเกน (Eigen Value) ด้วยโปรแกรม SPSS ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality) ของแบบทดสอบ

Component	Total Variance Explained					
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loading		
	Total	% of Variance	Cumulative%	Total	% of Variance	Cumulative%
1	6.615	66.153	66.153	6.615	66.153	66.153
2	.715	7.152	73.306			
3	.438	4.378	77.684			
4	.397	3.966	81.650			
5	.393	3.926	85.576			
6	.374	3.738	89.313			
7	.335	3.348	92.661			
8	.278	2.784	95.445			
9	.241	2.406	97.851			

Component	Total Variance Explained					
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loading		
	Total	% of Variance	Cumulative%	Total	% of Variance	Cumulative%
10	.215	2.149	100.000			

จากตาราง 9 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่า เมื่อพิจารณาค่าไอแกน (Eigen value) มีค่าเท่ากับ 6.61 ซึ่งมากกว่า 3.00 บ่งบอกถึงความเป็นเอกมิติตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

2.3.2 **ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ความชัน** (Discrimination Parameter) **และพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ** (Difficulty Parameter)

แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 0, 1, 2, 3 และ 4 ทำให้ระดับขั้นความยากของการตอบแบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความชัน และค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ ดังแสดงในตาราง 10

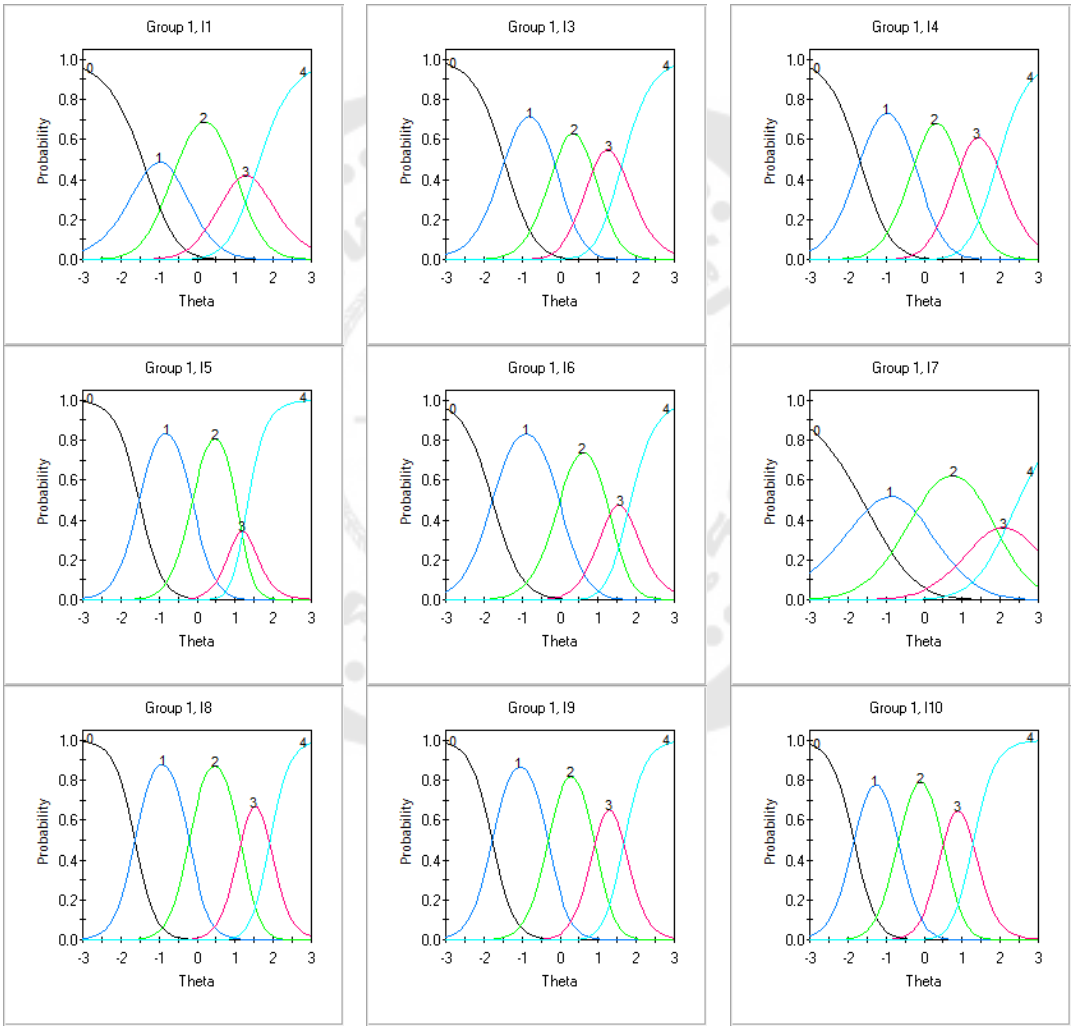
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ความชันและพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ

ข้อ	α_i	s.e.	พารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij})								X^2	df	Probability
			δ_1	s.e.	δ_2	s.e.	δ_3	s.e.	δ_4	s.e.			
1	1.84	0.15	-1.34	0.10	-0.92	0.08	0.77	0.08	1.49	0.10	123.78	55	0.0001
2	2.21	0.19	-1.25	0.19	-1.43	0.14	0.70	0.08	1.98	0.11	115.07	41	0.0001
3	2.45	0.20	-1.40	0.09	-0.66	0.06	0.37	0.06	1.69	0.09	128.12	50	0.0001
4	2.38	0.19	-1.69	0.12	-0.73	0.07	0.49	0.06	1.92	0.10	144.75	48	0.0001
5	3.31	0.28	-1.04	0.07	-0.99	0.07	0.32	0.04	1.71	0.08	134.25	43	0.0001
6	2.62	0.20	-1.45	0.11	-1.00	0.08	0.34	0.06	2.11	0.11	141.19	43	0.0001
7	1.23	0.11	-1.58	0.21	-1.32	0.16	0.81	0.12	2.08	0.14	675.42	63	0.0001
8	3.77	0.27	-1.60	0.10	-0.86	0.06	0.52	0.05	1.94	0.10	71.29	38	0.0009
9	3.52	0.25	-1.55	0.09	-0.80	0.05	0.45	0.05	1.91	0.10	152.39	39	0.0001
10	3.36	0.24	-1.47	0.07	-0.70	0.05	0.51	0.05	1.66	0.10	102.99	43	0.0001

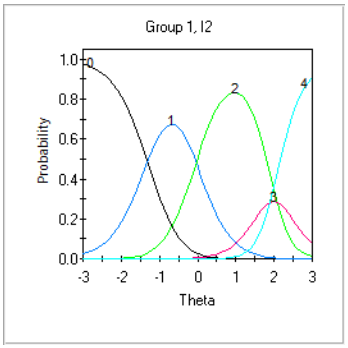
จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ความชัน พบว่า พารามิเตอร์ความชัน (α_i) มีค่าตั้งแต่ 1.23 ถึง 3.77 ข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันสูงที่สุด คือ ข้อที่ 8 มีค่าเท่ากับ 3.77 และข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันต่ำที่สุด คือ ข้อที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.23

เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) พบว่า δ_1 มีค่าตั้งแต่

-1.69 ถึง -1.04, δ_2 มีค่าตั้งแต่ -1.43 ถึง -0.70, δ_3 มีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.81 และ δ_4 มีค่าตั้งแต่ 1.49 ถึง 2.11 โดยข้อสอบข้อที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่า $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \delta_4$ อาจกล่าวได้ว่า ขั้นความยากของการตอบ ถูกเรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด ดังแสดงในภาพประกอบ 7 ในขณะที่ข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบไม่เรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 7 โค้งรายการคำตอบข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10



ภาพประกอบ 8 โค้งรายการคำตอบข้อ 2

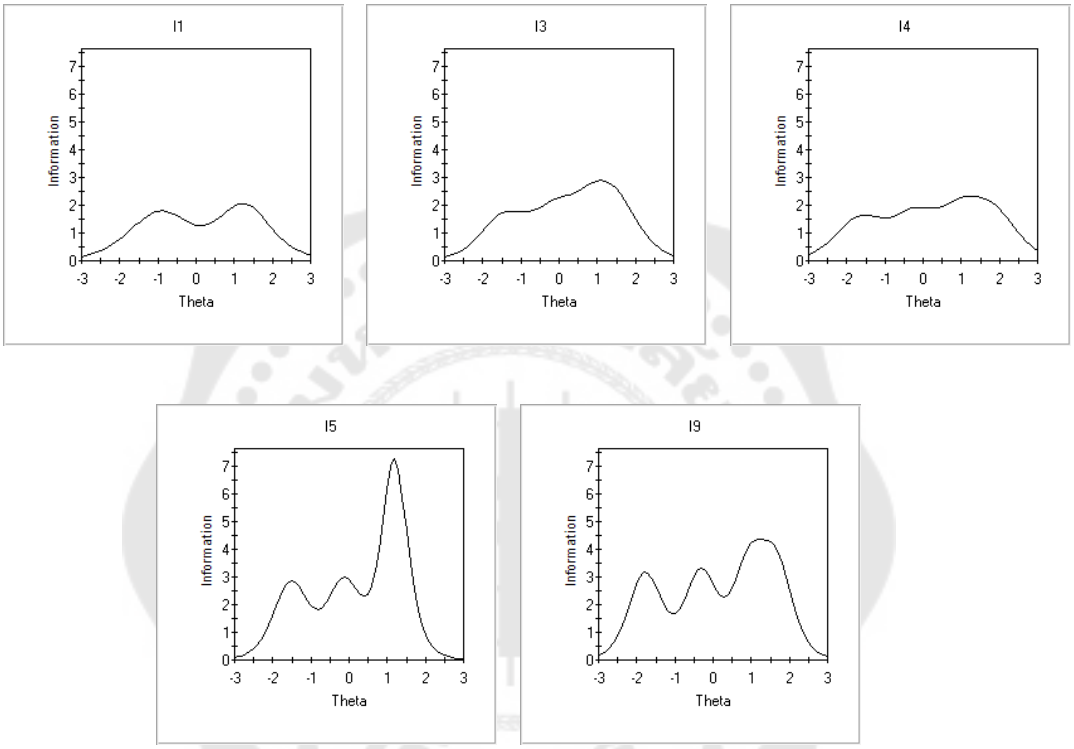
2.3.3 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศรายข้อ (Item Information) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศรายข้อ (Item Information) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

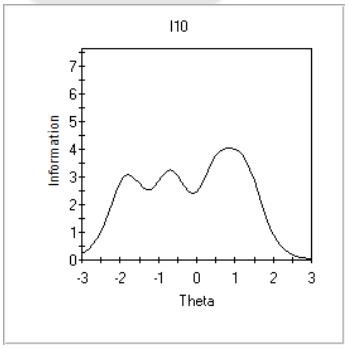
	ระดับความสามารถของผู้สอบ (θ)														
ข้อ	-2.8	-2.4	-2.0	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	-0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
1	0.22	0.42	0.77	1.26	1.69	1.78	1.53	1.29	1.35	1.75	**2.05**	1.76	1.12	0.60	0.30
2	0.18	0.39	0.77	1.25	1.56	1.60	1.61	1.52	1.19	0.93	1.23	2.48	**3.54**	2.31	0.92
3	0.21	0.51	1.05	1.62	1.79	1.76	2.01	2.27	2.43	2.75	**2.86**	2.39	1.50	0.73	0.31
4	0.35	0.76	1.32	1.63	1.57	1.60	1.84	1.92	1.92	2.15	**2.31**	2.23	1.84	1.17	0.58
5	0.16	0.55	1.58	2.78	2.38	1.83	2.57	2.90	2.30	4.01	**7.26**	3.49	0.90	0.23	0.06
6	0.42	0.95	1.61	1.73	1.30	1.17	1.59	1.99	1.90	2.11	3.14	**3.65**	2.49	1.15	0.45
7	0.25	0.35	0.48	0.61	0.72	0.77	0.77	0.73	0.71	0.75	0.87	1.01	**1.05**	0.92	0.68
8	0.17	0.72	2.31	3.61	2.26	1.84	3.33	3.23	1.89	2.74	4.52	**4.68**	4.00	1.73	0.47
9	0.33	1.15	2.72	2.93	1.77	2.04	3.25	2.75	2.36	3.68	**4.34**	4.11	2.49	0.86	0.23
10	0.42	1.32	2.76	2.91	2.56	3.19	2.83	2.46	3.51	**4.03**	3.81	2.42	0.91	0.26	0.07

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศรายข้อ (Item Information) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ที่วิเคราะห์ตามโมเดล G-PCM พบว่า ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงสุด เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) = 1.2 จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1, 3, 4, 5 และ

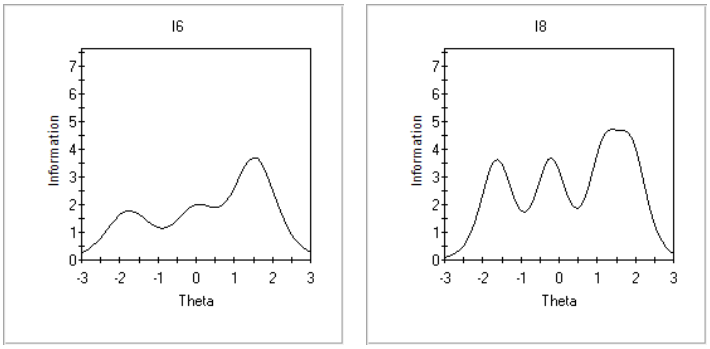
9 ดังแสดงในภาพประกอบ 9 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) = 0.8 จำนวน 1 ข้อ คือ ข้อที่ 10 ดังแสดงในภาพประกอบ 10 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) = 1.6 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 6 และ 8 ดังแสดงในภาพประกอบ 11 และเมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) = 2.0 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 2 และ 7 ดังแสดงในภาพประกอบ 12 โดยข้อที่ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด คือ ข้อที่ 5 ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด เท่ากับ 7.26 ที่ระดับความสามารถ (θ) = 1.2



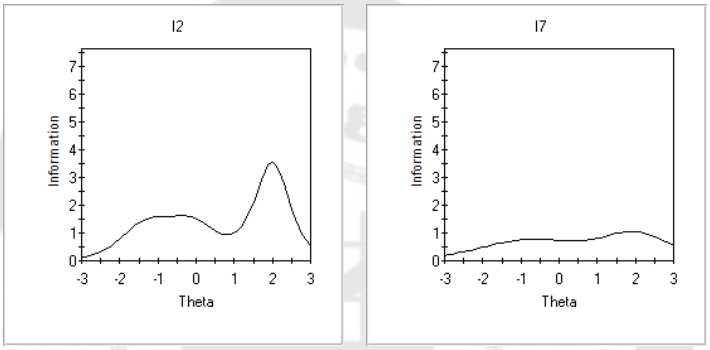
ภาพประกอบ 9 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 1,3,4,5 และ 9



ภาพประกอบ 10 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 10



ภาพประกอบ 11 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 6 และ 8

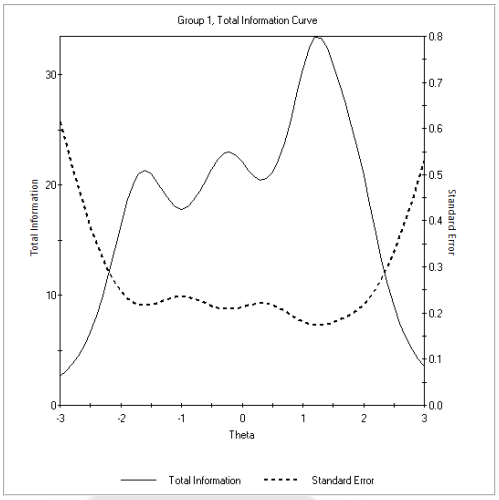


ภาพประกอบ 12 โค้งสารสนเทศของข้อสอบข้อ 2 และ 7

2.3.4 สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 12 สารสนเทศของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

	ระดับความสามารถของผู้สอบ (θ)														
ข้อ	-2.8	-2.4	-2.0	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	-0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
T.I	3.70	8.13	16.38	21.34	18.58	18.57	22.33	22.06	20.57	25.89	**33.39**	29.23	20.84	10.95	5.05
s.e.	0.52	0.35	0.25	0.22	0.23	0.23	0.21	0.21	0.22	0.20	**0.17**	0.18	0.22	0.30	0.44



ภาพประกอบ 13 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จากตาราง 12 และภาพประกอบ 13 พบว่า แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ให้สารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 โดยมีค่าสารสนเทศเท่ากับ 33.39 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีความแม่นยำในการประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูง แต่ทั้งนี้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบยังปรากฏค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดอีก 2 ตำแหน่ง คือที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ -0.4 และ -1.6 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

3.1 การกำหนดจุดตัดแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

เกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีเกณฑ์การให้คะแนน 0, 1, 2, 3, 4 ทำให้ระดับขั้นความยากของการตอบแบ่งเป็น 4 ระดับ เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) มาหาค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ เพื่อกำหนดเกณฑ์จุดตัดระดับคะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (θ) พบว่า ได้ค่าเฉลี่ย δ_1, δ_2, δ_3 และ δ_4 เท่ากับ -1.44, -0.94, 0.53 และ 1.85 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 12 และสามารถแบ่งตามเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาออกเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการหาค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบในแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

ข้อ	พารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij})			
	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
1	-1.34	-0.92	0.77	1.49
2	-1.25	-1.43	0.70	1.98
3	-1.40	-0.66	0.37	1.69
4	-1.69	-0.73	0.49	1.92
5	-1.04	-0.99	0.32	1.71
6	-1.45	-1.00	0.34	2.11
7	-1.58	-1.32	0.81	2.08
8	-1.60	-0.86	0.52	1.94
9	-1.55	-0.80	0.45	1.91
10	-1.47	-0.70	0.51	1.66
รวม	-14.37	-9.41	5.28	18.49
ค่าเฉลี่ย/คะแนนจุดตัด	**-1.44**	**-0.94**	**0.53**	**1.85**

ตาราง 14 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

คะแนนจุดตัด	ระดับความสามารถ	ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา
1.85	ตั้งแต่ 1.85 ขึ้นไป	ระดับพหุมิติ
0.53	0.53 ถึง 1.84	ระดับโครงสร้าง
-0.94	-0.94 ถึง 0.54	ระดับการใช้งาน
-1.44	-1.44 ถึง -0.95	ระดับนามนัย

จากตาราง 14 พบว่า ผลการสร้างเกณฑ์ประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับนามนัย คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ -1.44 ถึง -0.95 ระดับการใช้งาน คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ -0.94 ถึง 0.54 ระดับโครงสร้าง คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ 0.53 ถึง 1.84 และระดับพหุมิติ คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถตั้งแต่ 1.85 ขึ้นไป

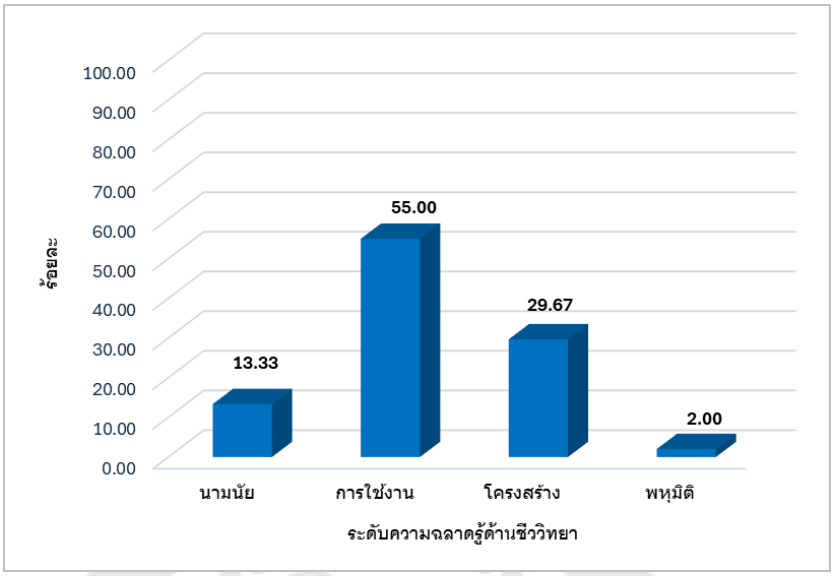
3.2 ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

ผู้วิจัยนำระดับความสามารถของนักเรียนจำนวน 600 คน มาเทียบกับเกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่ผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนจุดตัดมาแล้วข้างต้น ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียน เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จำนวนนักเรียน (คน)	**ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา**			
	นามนัย	**การใช้งาน**	**โครงสร้าง**	**พหุมิติ**
600	80 (13.33)	330 (55.00)	178 (29.67)	12 (2.00)

จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน (Functional) จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 รองลงมา คือ ระดับโครงสร้าง (Structural) จำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 29.67 ระดับนามนัย (Nominal) จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และระดับพหุมิติ (Multidimensional) จำนวน 12 คน ร้อยละ 2.00 ตามลำดับ โดยผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับการใช้งาน ดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ แยกตามขนาดโรงเรียน

3.3.1) ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ

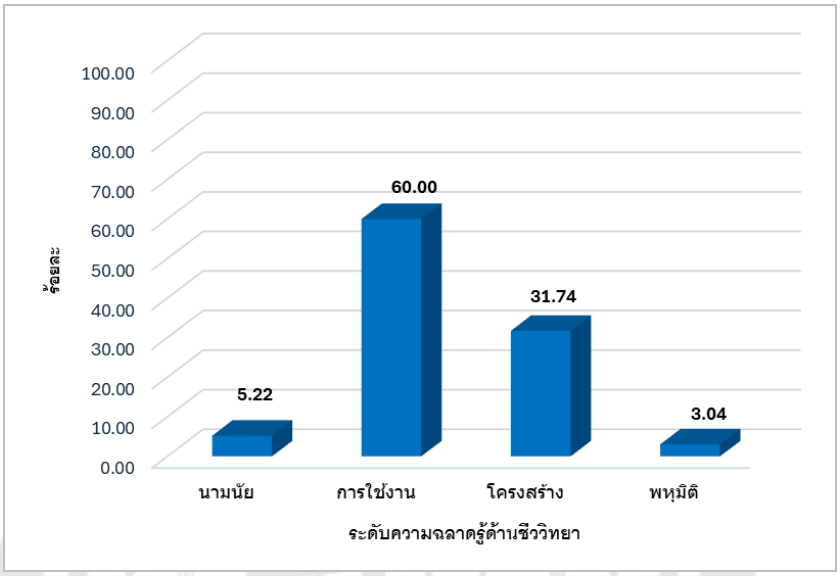
ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จำนวนนักเรียน (คน)	**ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา**			
	นามนัย	**การใช้งาน**	**โครงสร้าง**	**พหุมิติ**
230	12 (5.22)	138 (60.00)	73 (31.74)	7 (3.04)

จากตาราง 16 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน จำนวน 138 คน

คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมา คือ ระดับโครงสร้าง จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 31.74 ระดับนามนัย จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.22 และระดับพหุมิติ จำนวน 7 คน ร้อยละ 3.04 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ

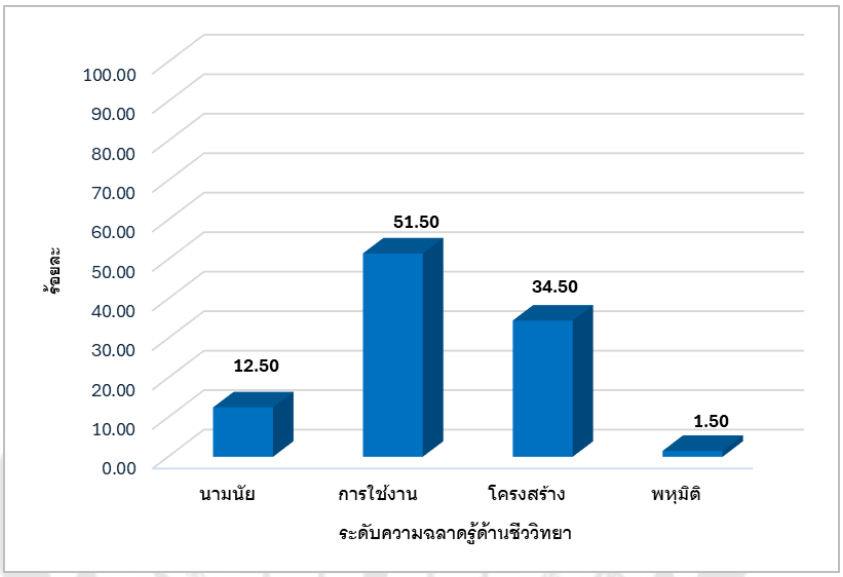
3.3.2) ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่

ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จำนวนนักเรียน (คน)	**ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา**			
	นามนัย	**การใช้งาน**	**โครงสร้าง**	**พหุมิติ**
200	25 (12.50)	103 (51.50)	69 (34.50)	3 (1.50)

จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 51.50 รองลงมา คือ ระดับโครงสร้าง จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 34.50 ระดับนามนัย จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และระดับพหุมิติ จำนวน 3 คน ร้อยละ 1.50 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่

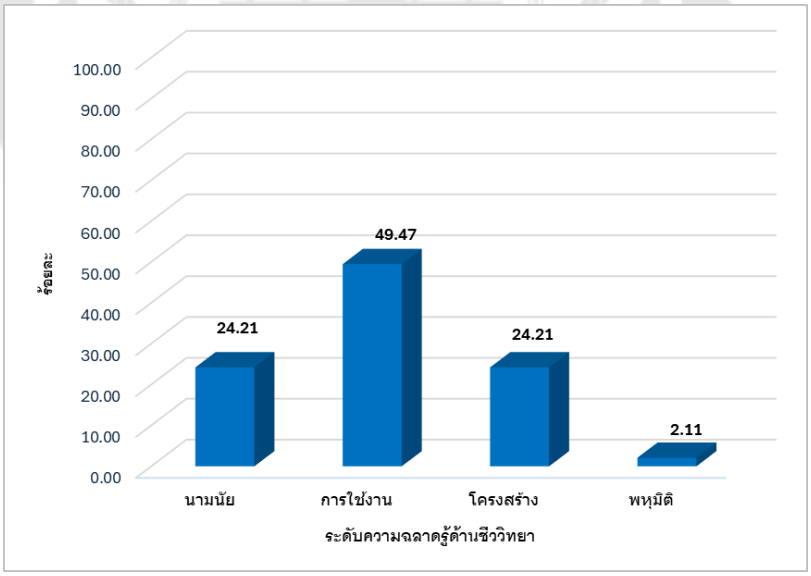
3.3.3) ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง

ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จำนวนนักเรียน (คน)	ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา			
	นามนัย	การใช้งาน	โครงสร้าง	พหุมิติ
95	23 (24.21)	47 (49.47)	23 (24.21)	2 (2.11)

จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 49.47 รองลงมา คือ ระดับนามนัย จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 24.21 ระดับโครงสร้าง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 24.21 และระดับพหุมิติ จำนวน 2 คน ร้อยละ 2.11 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง

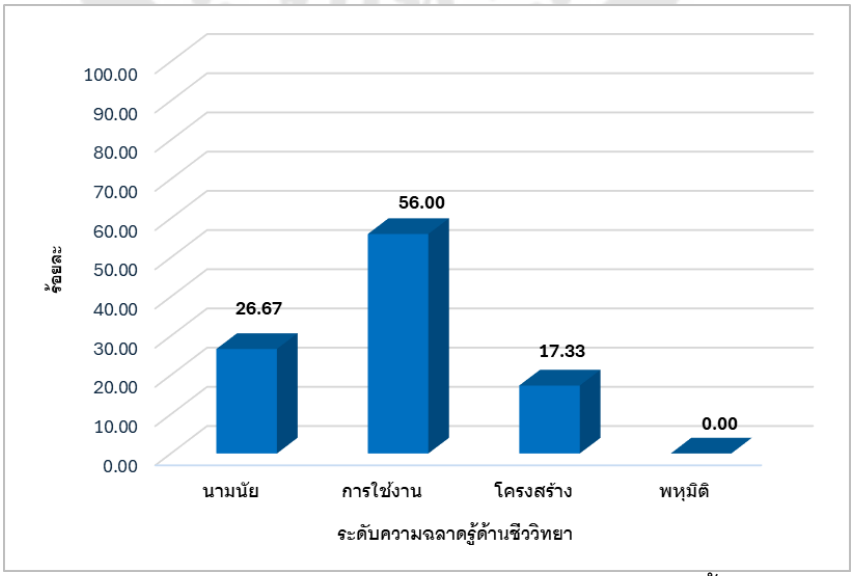
3.3.4) ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก

ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

จำนวนนักเรียน (คน)	**ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา**			
	นามนัย	**การใช้งาน**	**โครงสร้าง**	**พหุมิติ**
75	20 (26.67)	42 (56.00)	13 (17.33)	0 (0.00)

จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 รองลงมา คือ ระดับนามนัย จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 และระดับโครงสร้าง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 17.33 ตามลำดับ และไม่มีนักเรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับพหุมิติ ดังแสดงในภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และกลุ่มที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 600 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ประกอบด้วยการตรวจสอบความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยโมเดล G-PCM โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ พารามิเตอร์ความชันสารสนเทศของข้อสอบ และสารสนเทศของแบบทดสอบ

การศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ โดยการกำหนดคะแนนจุดตัด เพื่อแปลความหมายคะแนนของแบบทดสอบ และศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) มาหาค่าเฉลี่ย

เพื่อกำหนดเกณฑ์จุดตัดระดับคะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แล้ววิเคราะห์โดยใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ โดยยึดมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 5 ประเด็น โดยสร้างข้อสอบฉบับตั้งต้น ประเด็นละ 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 20 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 1 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ ที่มุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้สอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พร้อมสร้างเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 คะแนน ตามระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 **ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา**

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่า ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00

2.2 **การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**

ความยากง่าย และอำนาจจำแนก

ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ข้อสอบมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36-0.85 และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.10-0.54 เมื่อจำแนกตามเกณฑ์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ทำให้สามารถคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ได้ทั้งสิ้น 16 ข้อ และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก และทำการคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ รวมทั้งสิ้น 10 ข้อ หากมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาใดมีจำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์มากกว่า 2 ข้อ จะเลือกพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนก

ดังนั้น ผลการคัดเลือกข้อสอบในแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์

และนำไปใช้ มีทั้งหมด 10 ข้อ โดยครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.41-0.58 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.42-0.54

ความเชื่อมั่น

ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และนำไปใช้ ทั้งหมด 10 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบรัค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 ถือว่าแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

พารามิเตอร์ความชัน

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ความชัน พบว่า ข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) ตั้งแต่1.23 ถึง 3.77 ข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันสูงที่สุด คือ ข้อที่ 8 มีค่าเท่ากับ 3.77 และข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันต่ำที่สุด คือ ข้อที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.23

พารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ พบว่า δ_1 มีค่าตั้งแต่ -1.69 ถึง -1.04, δ_2 มีค่าตั้งแต่ -1.43 ถึง -0.70, δ_3 มีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.81 และ δ_4 มีค่าตั้งแต่ 1.49 ถึง 2.11 โดยข้อสอบข้อที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่า $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \delta_4$ อาจกล่าวได้ว่า ขั้นความยากของการตอบ ถูกเรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด ในขณะที่ข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบไม่เรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด

สารสนเทศของข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์สารสนเทศของข้อสอบ พบว่า ข้อสอบให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงสุด เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1, 3, 4, 5 และ 9 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 0.8 จำนวน 1 ข้อ คือ ข้อที่ 10 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.6 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 6 และ 8 และเมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 2.0 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 2 และ 7 โดยข้อที่ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด คือ ข้อที่ 5 ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด เท่ากับ 7.26 ที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2

สารสนเทศของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ให้สารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 โดยมีค่าสารสนเทศเท่ากับ 33.39 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีความแม่นยำในการประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูง แต่ทั้งนี้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบยังปรากฏค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดอีก 2 ตำแหน่ง คือที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ -0.4 และ -1.6 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

3.1 การกำหนดจุดตัดแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา

เกณฑ์ระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีเกณฑ์การให้คะแนน 0, 1, 2, 3, 4 ทำให้ระดับขั้นความยากของการตอบแบ่งเป็น 4 ระดับ เมื่อค่าพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ (δ_{ij}) มาหาค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ระดับขั้นความยากของการตอบ เพื่อกำหนดเกณฑ์จุดตัดระดับคะแนนความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา (θ) พบว่า ได้ค่าเฉลี่ย δ_1, δ_2, δ_3 และ δ_4 เท่ากับ -1.44, -0.94, 0.53 และ 1.85 ตามลำดับ และสามารถแบ่งตามเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ Nominal คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ -1.44 ถึง -0.95 ระดับ Functional คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ -0.94 ถึง 0.54 ระดับ Structural คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถ 0.53 ถึง 1.84 และระดับ Multidimensional คือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถตั้งแต่ 1.85 ขึ้นไป

3.2 ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ ส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน (Functional) จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 รองลงมา คือ ระดับโครงสร้าง (Structural) จำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 29.67 ระดับนามนัย (Nominal) จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และระดับพหุมิติ (Multidimensional) จำนวน 12 คน ร้อยละ 2.00 ตามลำดับ โดยผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับการใช้งาน คือ นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทาง

ชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์และสรุปผล สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. **ผลการสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 4

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ โดยยึดมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 5 ประเด็น ประเด็นละ 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 20 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 1 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ ที่มุ่งวัดแต่ละมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และคำตอบของผู้สอบจะสะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พร้อมสร้างเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 คะแนน ตามระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยในการสร้างแบบทดสอบมีการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ ข้อสอบอัตนัยได้มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนซึ่งสอดคล้องกับระดับของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hazem (2021) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเมดินา ประเทศซาอุดิอาราเบีย โดยประยุกต์ใช้โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของ Uno และ Bybee มีการสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ และมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาทั้ง 4 ระดับ

2. **ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 4

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา พบว่าข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ข้อสอบมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.85 และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.10 ถึง 0.54 เมื่อจำแนกตามเกณฑ์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ทำให้สามารถคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ได้ทั้งสิ้น 16 ข้อ

และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก และทำการคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ รวมทั้งสิ้น 10 ข้อ หากมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาใดมีจำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์มากกว่า 2 ข้อ จะเลือกพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนก ดังนั้น ผลการคัดเลือกข้อสอบในแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และนำไปใช้ มีทั้งหมด 10 ข้อ โดยครอบคลุมทั้ง 5 มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา แบ่งออกเป็นมโนทัศน์ละ 2 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.58 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.42 ถึง 0.54 โดยกล่าวได้ว่าแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาฉบับนี้มีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง และสามารถจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับปานกลาง ตามเกณฑ์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และนำไปใช้ ทั้งหมด 10 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบรัค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 ถือว่าแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

3. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ค่าพารามิเตอร์ความชัน พบว่า ข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_i) ตั้งแต่ 1.23 ถึง 3.77 ข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันสูงที่สุด คือ ข้อที่ 8 มีค่าเท่ากับ 3.77 และข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันต่ำที่สุด คือ ข้อที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.23 ซึ่งในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันอยู่ระหว่าง +0.50 ถึง +2.50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) แสดงให้เห็นว่ามีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าพารามิเตอร์ความชันไม่เป็นไปตามเกณฑ์ คือมีค่ามากกว่า 2.50 ทั้งนี้การมีค่าพารามิเตอร์ความชันที่สูงเกณฑ์เกิน อาจแปลความหมายได้ว่าข้อสอบดังกล่าวไม่สามารถจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีแนวการตอบซ้อนทับกันบางส่วน

ค่าพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบ พบว่า δ_1 มีค่าตั้งแต่ -1.69 ถึง -1.04, δ_2 มีค่าตั้งแต่ -1.43 ถึง -0.70, δ_3 มีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.81 และ δ_4 มีค่าตั้งแต่ 1.49 ถึง 2.11 โดยข้อสอบข้อที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีค่า $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \delta_4$ อาจกล่าวได้ว่า ขั้นความยากของการตอบ ถูกเรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด ในขณะที่ข้อสอบ

ข้อที่ 2 มีค่าพารามิเตอร์ขั้นความยากของการตอบไม่เรียงลำดับจากการตอบขั้นที่ง่ายที่สุดไปการตอบขั้นที่ยากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีแนวการตอบซ้อนทับกันบางส่วน จึงส่งผลให้ δ_2 มีค่าน้อยกว่า δ_1

สารสนเทศของข้อสอบ พบว่า ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงสุด เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1, 3, 4, 5 และ 9 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 0.8 จำนวน 1 ข้อ คือ ข้อที่ 10 เมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.6 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 6 และ 8 และเมื่อผู้สอบมีระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 2.0 จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 2 และ 7 โดยข้อที่ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด คือ ข้อที่ 5 ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงที่สุด เท่ากับ 7.26 ที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2

สารสนเทศของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ให้สารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ 1.2 โดยมีค่าสารสนเทศเท่ากับ 33.39 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีความแม่นยำในการประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูง แต่ทั้งนี้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบยังปรากฏค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดอีก 2 ตำแหน่ง คือที่ระดับความสามารถ (θ) เท่ากับ -0.4 และ -1.6 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ยังไม่สามารถประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูงเพียงกลุ่มเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา ซึ่งนำไปสู่การสร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้สอบบางกลุ่มอาจมีความถนัดในมโนทัศน์ใดมโนทัศน์หนึ่ง และเนื่องจากเป็นข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า มีเกณฑ์การให้คะแนนหลายระดับ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในบางระดับอาจมีแนวคำตอบที่ซ้อนทับกัน จึงส่งผลทำให้สารสนเทศของแบบทดสอบ ปรากฏค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดมากกว่า 1 ตำแหน่ง

4. ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์

ผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน (Functional) จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 รองลงมา คือ ระดับโครงสร้าง (Structural) จำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 29.67 ระดับนามนัย (Nominal) จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และระดับพหุมิติ (Multidimensional) จำนวน 12 คน ร้อยละ

2.00 ตามลำดับ โดยผลการศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับการใช้งาน สอดคล้องกับงาน Hazem (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเมดินา ประเทศซาอุดิอาราเบีย โดยประยุกต์ใช้โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของ Uno และ Bybee ร่วมกับวิสัยทัศน์ของ Project 2016 ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ โดยทำการวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับการใช้งานสูง และมีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับพหุมิติต่ำ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา ครูผู้สอนต้องพัฒนารูปแบบการสอนให้ผู้เรียนได้มีประยุกต์ใช้ความรู้ด้านชีววิทยาเข้ากับชีวิตประจำวัน และสังคม รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยาเข้ากับเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการนำผลการวิจัยไปให้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เหมาะสำหรับการนำไปใช้เพื่อคัดเลือกผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูง เช่น การสอบคัดเลือกนักเรียนเพื่อจัดห้องเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน เนื่องจากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีความแม่นยำในการประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูง

1.2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาอยู่ในระดับการใช้งาน (Functional) กล่าวคือ นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยามาใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางชีววิทยาได้ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลได้เพียงอย่างง่าย ดังนั้นครูผู้สอน หรือผู้บริหาร สามารถนำผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ในการวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้านชีววิทยา และออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาที่สูงขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ด้านชีววิทยาเข้ากับการดำเนินชีวิตประจำวันได้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีการศึกษาเนื้อหาตามมโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา และกรอบการประเมินที่มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาให้มีความถูกต้อง และทันสมัยต่อรูปแบบการวัดและประเมินผล

2.2 การสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในครั้งนี้ มีข้อค้นพบเกี่ยวกับสารสนเทศของแบบทดสอบ คือ แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา มีความแม่นยำในการประมาณค่าสูงสุดเมื่อนำไปใช้กับผู้สอบที่มีความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในระดับสูง แต่ทั้งนี้โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบยังปรากฏค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงสุดอีก 2 ตำแหน่งในระดับความสามารถที่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงเป็นข้อพึงระวังในการสร้างสถานการณ์ของข้อสอบ การสร้างข้อคำถาม และการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการตอบ ข้อคำถามสามารถนำไปสู่คำตอบที่สะท้อนระดับความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาได้อย่างชัดเจน การสร้างแนวคำตอบในแต่ละระดับที่ชัดเจน และแนวคำตอบที่ดีไม่ควรมีความซ้อนทับกันในแต่ละระดับ

2.3 ผลการวิจัยในครั้งนี้ ได้แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งควรวิจัยพัฒนาแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาในรูปแบบแพลตฟอร์มดิจิทัล เพื่อให้สามารถนำแบบทดสอบไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

Bunnaen, W. (2017). The Biological Literacy, Environmental Awareness and Integrated Science Process Skills in the SCiUS Students of Mahasarakham University Demonstration School (Secondary). *International Journal of Agricultural Technology, 13*(7.2), 1875-1887.

Firat, E. A., & Koksal, M. S. (2019). Development and Validation of the Biotechnology Literacy Test. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 2*(47), 179-188.

Hazem. (2021). Assessment of Biological Literacy Levels Among Third-Grade Secondary School Students in Medina. *International Education Studies, 14*(7), 47-58.

Krauja, I., Birzina, R., & Cedere, D. (2018). Meaningful Reading Skills for Improvement of Biological Literacy in Primary School. *Rural Environment, Education, Personality* 185-193.

Onel, A., & Firat, S. (2019). Identifying the predictive power of biological literacy and attitudes toward biology in academic achievement in high school students. *International Online Journal of Educational Sciences, 11*(2), 214-228.

Saputri, A. (2020). Development of Biological Science Literacy Questions Based on the PISA Framework. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 44-49.

Semilarski, H., & Laius, A. (2021). Exploring biological literacy: A systematic literature review of biological literacy. *European Journal of Educational Research, 10*(3), 1181-1197.

Suwono, H., Pratiwi, H., Susanto, H., & Susilo, H. (2017). Enhancement of students' biological literacy and critical thinking of biology through socio-biological case-based learning. *Indonesian Journal of Science Education, 6*(2), 213-222.

Uno, G. E., & Bybee, W. R. (1994). Understanding the dimensions of biological literacy. *BioScience, 44*(8), 553-557.

กนกนันทน์ ไสไทย. (2563). การสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Scientific and Mathematical Literacy: SML) ตามแนวทางของ สสวท. นิตยสาร สสวท , *44*, 9-11.

โครงการ PISA ประเทศไทย. (2563). ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/

ทิศนา แขมมณี. (2562). ทำไมจึงต้องสร้างความฉลาดรู้: ศึกษาจากปรากฏการณ์และทำนายอนาคต. สืบค้นจาก shorturl.at/mnsIY

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

ไพศาล วรคำ. (2554). การวิจัยทางการศึกษา (*Educational research)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

ล้วน สายยศ, & อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสรน์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (*Classical Test Theory)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2563). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (*Modern Test Theories)* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2556). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2554). การประเมินผลการศึกษา (*Educational Evaluation)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

1. นายพิรุณ	ไพสนิท	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุรวิทยาคาร
2. นางสาวรัชนีวรรณ	เทียนทอง	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสิรินธร

ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา

1. นางสาวสิวพร	ไพรกังวาล	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสิรินธร
2. นางสาวลีลา	สมบุญเรือง	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบัวเชดวิทยา
3. นางสาวเพชราพรรณ	สืบสันต์	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทพอุดมวิทยา

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง:

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่มีสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น จำนวน 10 สถานการณ์ (โดยผลการตอบแบบทดสอบจะไม่มีผลต่อคะแนนการเรียนการสอนของนักเรียน และข้อมูลที่นักเรียนตอบจะถูกเก็บเป็นความลับ)

2. แบบทดสอบฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา จำนวน 10 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 1 ข้อรวมทั้งสิ้น 10 ข้อ

3. ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ

ตอนที่ 1: **ข้อมูลทั่วไป**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ❒ ที่ตรงกับข้อมูลนักเรียน

1. ชื่อสถานศึกษา

.....

2. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง

3. แผนการเรียน

❒ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

❒ อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

ตอนที่ 2: **แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา จำนวน** 10 **ข้อ**

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา: การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์

สถานการณ์ที่ 1

ในวันหยุดนี้ นักเรียนและเพื่อนต้องเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน คือ ช่วยเก็บขยะในบริเวณกลางแจ้งที่มีแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน ซึ่งนักเรียนมีความกังวลว่าตนเองอาจจะเกิดอาการของโรคลมแดดได้ นักเรียนจึงไปศึกษาข้อมูล พบว่า โรคลมแดด เกิดจากการที่ร่างกายอยู่ในบริเวณแดดร้อนจัดเป็นเวลานาน ร่างกายจึงปรับสมดุลอุณหภูมิไม่ทัน ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงถึง 40-41 องศาเซลเซียส โดยอาการของผู้ป่วยที่เป็นโรคลมแดด คือ มีอาการเป็นลม เพ้อ หมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการป้องกันตนเองจากโรคลมแดดได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการนั้น

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

ไขมันทรานส์ คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีบางส่วน ทำให้น้ำมันที่อยู่ในสภาพของเหลวเปลี่ยนเป็นไขมันที่มีสภาพแข็งขึ้นหรือกึ่งเหลว พบในอุตสาหกรรมเนยเทียม ซึ่งจะเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยไขมันทรานส์พบในอาหารจำพวกขนมอบ เบเกอรี่ พิซซ่า เค้ก ไก่ทอด ไขมันทรานส์ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการบริโภคไขมันทรานส์จะก่อให้เกิดให้ผลร้ายกว่ากรดไขมันอิ่มตัว คือ ทำให้ระดับคอเลสเตอรอล ไขมันชนิดไม่ดี (LDL) และไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและเกิดไขมันส่วนเกิน รวมทั้งอาจทำให้เกิดกระบวนการอักเสบในร่างกาย

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการในการเลือกรับประทานไขมันทรานส์อย่างไรให้ดีต่อสุขภาพ และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีนั้น

.....

.....

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา: ชีวิตในสิ่งแวดล้อม

สถานการณ์ที่ 3

ปัจจุบันความกังวลเกี่ยวกับปัญหาขยะพลาสติกในทะเลมีมากขึ้น เนื่องจากขยะพลาสติกใช้เวลานานหลายร้อยปีในการย่อยสลาย และเกิดการสะสมเป็นแพขยะขนาดใหญ่ โดยแพขยะพลาสติกจะค่อย ๆ ผุพัง และย่อยสลายจนมีขนาดเล็กลง ถึงระดับนาโนเมตร ซึ่งพลาสติกขนาดเล็กเหล่านี้ สามารถดูดซับสารปนปื้อนจากน้ำทะเล เช่น ยาฆ่าแมลง ดีดีที โดยสัตว์ทะเลมีโอกาสบริโภคสารพิษที่อยู่ในรูปของพลาสติกขนาดเล็กนี้ได้โดยตรง ซึ่งสารเหล่านี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และสามารถถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นผ่านห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศได้อีกด้วย

คำถาม: หากขยะพลาสติกในทะเลถูกย่อยสลายจนมีขนาดเล็กมาก ๆ จะทำให้สิ่งมีชีวิตใดในห่วงโซ่อาหารได้รับปริมาณสารพิษมากที่สุด และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ขยะพลาสติกขนาดเล็ก → แพลงก์ตอนพืช → แพลงก์ตอนสัตว์ → ปลาทะเล → มนุษย์

ตอบ .....

.....

สถานการณ์ที่ 4

ปัจจุบันประเทศไทยเผชิญปัญหามลภาวะทางอากาศที่รุนแรงมากขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในเมืองหลวงและพื้นที่ทางภาคเหนือ เราจะได้ยินข่าวสารผลกระทบสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฝุ่น PM2.5 ซึ่งฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ และซึมเข้าสู่กระแสเลือด นอกจากนี้ ตัวฝุ่นเองยังเป็นพาหะนำสารมลพิษอื่นเข้ามาด้วย เช่น โลหะหนัก สารก่อมะเร็ง เป็นต้น สำหรับผู้ที่ร่างกายแข็งแรงเมื่อได้รับฝุ่น PM2.5 อาจจะไม่มีผลกระทบในระยะแรก แต่ถ้าได้รับสัมผัสเป็นระยะเวลานาน หรือมีการสะสมในร่างกาย ก็จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในภายหลังได้ แต่สำหรับผู้ที่มีโรคประจำตัว จะได้รับผลกระทบมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคทางเดินหายใจเรื้อรัง โรคหลอดเลือดและหัวใจเรื้อรัง มะเร็งปอด

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการป้องกันตนเองจากฝุ่น PM 2.5 ได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีนั้น

.....

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา: การดำรงชีวิตของพืช

สถานการณ์ที่ 5

กระบองเพชร เป็นพืชที่เจริญเติบโตในพื้นที่ทะเลทราย ซึ่งเป็นพื้นที่แห้งแล้ง น้ำน้อย ส่งผลให้กระบองเพชรต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและหน้าที่ของใบและลำต้น เพื่อให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต โดยลดขนาดของใบกลายเป็นหนาม ขณะที่ลำต้นมีการปรับเปลี่ยนให้มีรูปร่างอวบ และทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างอาหารแทนใบ

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ กระบองเพชร มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงต้องเป็นเช่นนั้น

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6

เอทิลีน เป็นฮอร์โมนพืชที่มีสถานะเป็นแก๊ส มีบทบาทสำคัญในการสุกของผลไม้ ผลไม้บางชนิดเมื่อเจริญเต็มที่จะมีการสร้างเอทิลีนสูงขึ้นมาก ส่งผลทำให้เกิดการเพิ่มอัตราการหายใจระดับเซลล์ มีการเปลี่ยนสีของผลจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เกิดการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ทำให้มีรสชาติหวานขึ้น โดยปกติมะม่วงแต่ละผลในช่อเดียวกันมักจะสุกไม่พร้อมกัน แต่เกษตรกรสามารถทำให้มะม่วงสุกพร้อมกันได้ เพื่อให้จำหน่ายได้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค โดยนำมะม่วงที่ยังดิบใส่ในภาชนะปิด และใส่มะม่วงที่ใกล้สุกลงไปด้วย

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้การนำมะม่วงที่ใกล้สุกใส่ลงไปในภาชนะปิดกับมะม่วงดิบด้วย มีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร และเพราะเหตุใด

.....

.....

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา: หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

สถานการณ์ที่ 7

ปกติเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีขนาดเล็ก เพื่อความเหมาะสมในการทำงาน และควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในร่างกายให้คงที่ ซึ่งเซลล์แต่ละชนิดจะมีรูปร่างและลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่ของเซลล์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เมื่อเจริญเต็มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โดยมีลักษณะกลมแบน ตรงกลางเว้า ไม่มีนิวเคลียส ผู้ป่วยโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว เป็นโรคทางพันธุกรรมที่ทำให้การสร้างเม็ดเลือดแดงไม่สมบูรณ์ เม็ดเลือดแดงไม่เป็นทรงกลมและไม่มีรอยบุ๋มตรงกลาง แต่มีรูปร่างคล้ายเคียว ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ลดลง นอกจากนี้ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ไม่สมบูรณ์จะมีอายุที่สั้นและแตกสลายง่ายกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงปกติ

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ผู้ป่วยโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว มักมีอาการอ่อนล้าอ่อนเพลีย เนื่องจากสาเหตุใด และส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ที่ 8

อหิวาตกโรคเป็นโรคติดเชื้อในทางเดินอาหารเฉียบพลันที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่ง โดยมักเป็นเชื้อแบคทีเรียผ่านการรับประทานอาหาร หรือเชื้อจากบริเวณอื่นแล้วมีการสัมผัสผ่านเข้าทางช่องปาก สารพิษจากแบคทีเรียนี้จะทำให้มีการลำเลียงไอออนชนิดต่าง ๆ และน้ำจำนวนมากออกจากเซลล์เข้าสู่ลำไส้เล็ก ผู้ป่วยจึงถ่ายเป็นน้ำออกมาปริมาณมาก การเสียดุลยภาพของน้ำและไอออน ส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการขาดน้ำอย่างรวดเร็วและรุนแรง ซึ่งถ้าไม่ได้รับการรักษาทันเวลา จะมีโอกาสเสียชีวิตสูง

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการป้องกันตนเองจากโรคอหิวาตกโรคได้อย่างไร และเพราะเหตุใด

.....

.....

มโนทัศน์หลักของความฉลาดรู้ด้านชีววิทยา: พันธุกรรมและวิวัฒนาการ

สถานการณ์ที่ 9

มิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยธรรมชาติจะคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ทำให้ลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆ ไปได้ ความหลากหลายที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นเป็นระยะเวลานานหลายชั่วรุ่น จนนำไปสู่ความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิต ยิ่งโลกมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก ยิ่งจะเป็นผลดีต่อสิ่งมีชีวิต เพราะลดการแก่งแย่งทรัพยากร และเพิ่มโอกาสในการอยู่รอดและการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่อไป

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนมีวิธีการช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างไร และเพราะเหตุใด

สถานการณ์ที่ 10

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับพืช โดยนำยีนอื่นเข้าไปในพืชเพื่อปรับปรุงพันธุ์ เช่นพืชบีทีซึ่งผลิตสารพิษที่เป็นอันตรายต่อหนอนศัตรูพืชบางชนิด มะละกอต้านไวรัสที่ทำให้เกิดโรคใบด่าง ข้าวสีทองซึ่งเพิ่มวิตามินเอและธาตุเหล็กให้กับผู้บริโภค แอปเปิลที่เนื้อไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อถูกอากาศ กล้วยไม้ที่มีดอกอายุยาวขึ้น ซึ่งการตัดต่อพันธุกรรมพืชนี้มีทั้งผลดีและผลเสีย

คำถาม: จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าพืชบีทีส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร และเพราะเหตุใด

ประวัติผู้เขียน