

บรรณานุกรม



ภาษาไทย

ก้อ สวัสดิพานิชย์. "การขีดเส้นใต้," วิสาขมูติศึกษา, 9(กันยายน, 2514), 10-14.

"การขีดเส้นใต้," ชัยพฤกษ์, 31(สิงหาคม, 2514), 22-25.

ประดมศึกษา, กอง. รายงานผลการวิจัยอันดับ 2. การติดตามผลการอบรมครูสอนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 1. ชนบุรี: โรงเรียนการช่างวุฒิมหาวิทยาลัย แผนกการพิมพ์,  
2506.

มังกร ชัยชนะคารา. "ความเห็นเรื่องการสอนอ่านและการสอนเขียน," วารสาร  
ครุศาสตร์, 6(ตุลาคม - พฤศจิกายน, 2514), 36-47.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย. คู่มือการเขียนวิทยานิพนธ์. พระนคร: 2517.

ชัยพร วิชาวุธ. ความจำมนุษย์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

ชวาล แพร์ตกุล. เทคนิคการวัดผล. พระนคร: วัฒนาพานิชย์, 2509.

เดชนัน จรุงเรืองฤทธิ. คู่มือครูวิชาภาษาไทย. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู,  
2503.

นิยม ปุราคำ. ทฤษฎีของการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์. กรุงเทพมหานคร:  
ทางหุ้นส่วนจำกัด ศ.ส.การพิมพ์, 2517.

"นท," สารานุกรมวิทยาศาสตร์. โดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2515),  
107-108.

บุญเรือน ศิริมงคล. "การอ่านเอาเรื่องภาษาไทย ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3."  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกมัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,  
2516. (อัครสำเนา).

"ปลา," สารานุกรมวิทยาศาสตร์, โดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2515),  
123-124.

ประพิมพ์พรรณ ดุธรรมวงศ์. "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอ่านกับผล  
สัมฤทธิ์ในการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสาธิต." วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกมัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.  
(อัครสำเนา).

ประสิทธิ์ เครือสิงห์. "ทำอย่างไรจึงจะอ่านหนังสือได้ดีขึ้นและเร็วขึ้น," นิตยสาร,  
15(สิงหาคม, 2508), 17.

วิจิตรวาทการ, หลวง. งานคนควาเรื่องชนชาติไทย. พระนคร: กรมประมวลข่าว  
กลาง, 2505.

สุรีย์ เปี่ยมสุข. "การสอนภาษาอังกฤษในชั้น ป.กศ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2503. (พิมพ์คัด).

ภาษาอังกฤษ

Adams, George Sachs. Measurement and Evaluation in Education  
Psychology and Guidance, New York: Rinehart and Winston,  
1964.

Adams, Jack A. Human Memory. New York: McGraw-Hill Book Company,  
1967.

- Arnold, Henry F. "The Comparative Effectiveness of Certain Study Technigues in the Field of History," Journal of Educational Psychology, XXXIII(2942), 449-457.
- Betts, Emmett Albert. Foundations of Reading Instruction with Emphasis or Differentiated Guidance. New York: American Book Company, 1955.
- Birkley, Marilyn. "Effecting Reading Improvement in the Chass-room Through Teacher Self-Improvement Programs," Journal of Reading, XIV(1970), 94.
- Dechant, Emerald V. Improving the Teaching of Reading. 2d ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1970.
- Dynes, John J. "Comparison of Two Methods of Studying History," The Journal of Experimental Education, 1(1932), 42-45.
- Edward, Allen E. Experimental Design in Psychological Research. 3d ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1968.
- Emans, Robert and Patyk, Gloria. "Why Do High Students Read?" Journal of Reading, X(1967), 300-304.
- Garrett, Henry E., and Woodworth, R.S. Statistics in Psychology and Education. Bombay: Vakils, Feffer and Simons Private Ltd., 1969.

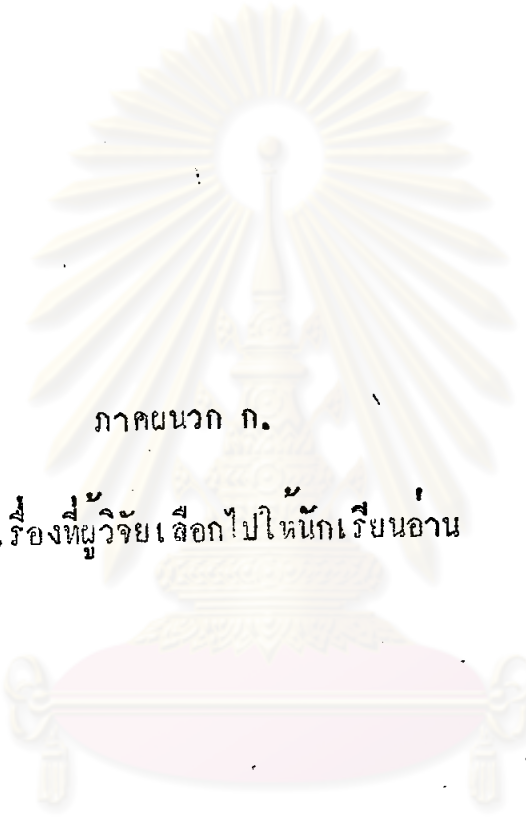
- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York: American Book Company, 1959.
- Gray, Lillian and Reese, Dora. Teaching Children to Read. New York: The Ronald Press Company, 1957.
- Gray, William S., and Rogers, Bernice. "Maturity in Reading," Encyclopedia of Educational Research. 3d ed. London: The Macmillan Company, 1960.
- Harris, Albert J. "Research in Some Aspects of Comprehension: Rate Flexibility and Study Skills," Journal of Reading, 111(1968), 205-210.
- Idstein, Peter and Jenkins, Joseph R. "Underlining Versus Repetitive Reading," Journal of Educational Research, LXV (March, 1972), 321-323.
- Marshall J.C. and Hales, L.W. Classroom Test Construction. Massachusetts: Addison-Westley Publishing Company, 1971.
- Noall, Mabel S. "Effectiveness of Different Methods of Study," The Journal of Educational Research, LV(1962), 51-52.
- Smith, Samuel. Best Methods of Study. 4th ed. New York: Harper & Row, 1970.

- Stordahl, Kalmer E., and Christensen, Clifford M. "The Effect of Study Technigues on Comprehension and Retention," The Journal of Educational Research, II(February, 1956), 61-70.
- Taylor, Marion W., and Schneider, Mary A. "What Books Are Our Children Reading," Chicago School Journal. XXXVIII (January - February, 1957), 1556.
- Tinker, Miles A. "Devices to Improve Speed of Reading," The Reading Teacher, XX(April, 1967), 605-609.
- Tinker, Miles A. Teaching Elementary Reading. New York: Appleton-Century-Crafts, 2952.
- Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. 2d ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962.
- Yorkey, Richard C. Study Skills: for Students of English as a Second Language. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

เนื้อเรื่องที่ผู้วิจัยเลือกไปให้นักเรียนอ่าน

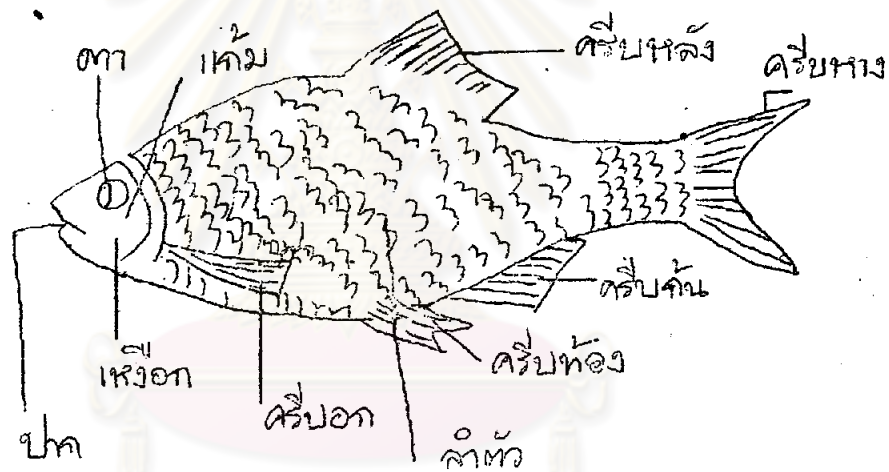
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่องที่ 1

### ปลา

#### สัตว์ซึ่งอาศัยอยู่ในน้ำ

ปลาเป็นสัตว์ที่ถูกจัดอยู่ในประเภทสัตว์มีกระดูกสันหลัง ปลาต่างจากสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ โดยที่มันดำรงชีวิตอยู่ในน้ำตลอดเวลา



ปลามีรูปร่างที่ประเปรี้ยวทุกส่วน ปลาว่ายน้ำทุกส่วน ปลาปากจุกแหลมและลำตัวยาวเรียว ลำตัวปกคลุมด้วยเกล็ด ซึ่งเรียงซ้อนกันไปทางหางของลำตัว ปลาส่วนใหญ่มีครีบซึ่งสามารถพับได้แนบสนิทติดกับลำตัว และไม่มีใบหูหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายที่ยื่นโผล่ออกมาข้างการเคลื่อนไหวที่ในน้ำของมัน ปลาว่ายน้ำได้โดยการโบกหางไปมา ซ้ายและขวา การเคลื่อนไหวที่แนบน้ำอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างครีบลึงของร่างกายกับครีบหางของมัน ครีบที่ตำแหน่งอื่น ๆ ของลำตัวนั้นใช้สำหรับการทรงตัวหรือการขยับไปคานหนาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ครีบหลังทางคาบบน และครีบก้นทางคาบกลางของลำตัวทำหน้าที่คล้ายกระดูกงูใต้ท้องเรือ ช่วยให้ปลาทรงตัวตรงและเคลื่อนไหวที่เป็นแนวตรงสม่ำเสมอ ครีบอกและครีบท้องซึ่งตั้งอยู่



บนครึ่งล่างของลำตัวนั้นมีหน้าที่ช่วยครีบก้นในการทรงตัว โดยเฉพาะครีบก้นก็ยังช่วยในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่และช่วย "หามล" ในเมื่อปลาจำเป็นต้องว่ายน้ำเข้าหรือออกจากตะกอนก้นน้ำ นอกจากนั้นครีบท้องทั้งสองคู่ก็ยังช่วยในการว่ายน้ำตามปกติด้วย

ปลามีรูปร่างลักษณะเพรียวลมมาก จนกระทั่งยากที่จะตัดสินว่า หัว ลำตัว และหางต่อกันที่จุดไหน แรกพอจะกล่าวได้ว่า เส้นกั้นระหว่างหัวกับลำตัว คือเหงือก รูปร่างตั้งอยู่สองข้างลำตัวถัดจากมุมปากและตาไปเล็กน้อย

ปลาเกือบทุกชนิดหายใจโดยเหงือก ปากจะคูดำเข้าผ่านเหงือก ซึ่งจะดูดเอาก๊าซออกซิเจนไว้ปล่อยสู่สายเลือดในขณะเดียวกัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปล่อยจากเหงือกสู่ผิวน้ำ น้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ จะถูกขับออกจากรูเหงือกเพื่อกำจัดก๊าซนี้ออกจากร่างกาย พร้อมกันนั้นก็จะช่วยในการเคลื่อนที่ของปลาไปทางด้านหน้าด้วย

หัวของปลาเป็นที่ตั้งของ ปาก ตา และรูจมูก ซึ่งเป็นอวัยวะรับความรู้สึกเช่นเดียวกับที่พบในสัตว์อื่น ปลาไม่มีใบหู แต่มีหูที่มีประสิทธิภาพดีมาก ในรูหูของปลาหรือหูส่วนใน มีอวัยวะเกี่ยวกับการทรงตัว ถ้าพิจารณาหูอย่างถี่ถ้วนจะพบว่า มีเส้นซึ่งเป็นร่องคลื่น ๆ เรียงตามข้างลำตัวของปลา เส้นนี้เรียกว่า "เส้นข้างลำตัว" เป็นอวัยวะรับความรู้สึกหลายอย่าง รวมทั้งอวัยวะในการลึบสควย

แม้ว่าปลาเกือบทุกชนิดจะหายใจด้วยเหงือก แต่ก็มีบางชนิดที่หายใจด้วยวิธีอื่น เช่น ปลาชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่เชื่อว่าเป็นปลาที่มีปอด เพราะมันสามารถโผล่ขึ้นมาที่ผิวน้ำเพื่อสูดอากาศในขณะที่มันอาศัยอยู่นั้นในน้ำและขาดออกซิเจน ในแอฟริกาที่มีปลาประเภทนี้อยู่ 6 ชนิด ในอเมริกาใต้มีหนึ่งชนิด และในออสเตรเลียมีหนึ่งชนิด ชนิดที่พบในออสเตรเลียมีปอดเพียงหนึ่งปอด ส่วนชนิดอื่นมีสองปอด ปลาเหล่านี้มีเหงือกที่จะใช้ช่วยหายใจด้วยเหมือนกัน แต่ถ้ามันไม่ได้หายใจในอากาศมันจะตาย โดยปกติมันจะโผล่ขึ้นมาที่ผิวน้ำทุก ๆ 20 นาที เพื่อกลืนอากาศเข้าสู่ปอดของมัน

ปลาหมอ สามารถหายใจได้เมื่ออยู่บนน้ำ ปลาชนิดนี้หายใจโดยอาศัยของพิเศษสองช่องซึ่งอยู่เหนือของเหงือก ของพิเศษทั้งสองนี้มีแผ่นกระดูกบาง ๆ เรียงเป็นแถวเป็นวง ๆ มีเยื่อบาง ๆ หุ้มอยู่ และมีเส้นเลือดฝอยกระจายข้างเยื่อนี้ ปลารับออกซิเจนโดยให้

ออกซิเจนผ่านเส้นเลือดเหล่านี้บนเยื่อเข้าสู่สายเลือด แม้ว่าปลาชนิดนี้จะมีเหงือกเช่นปลาธรรมดาอยู่ด้วย แต่เหงือกของมันมีขนาดเล็กมากจนไม่อาจจะทำหน้าที่หายใจได้พอถ้าไม่ได้โผล่ขึ้นหายใจบนผิวน้ำบ่อย ๆ ควบปลาประเภทชนิดนี้สามารถเคลื่อนที่ไปไหนบนบก โดยการแผ่เกล็ดคลุมเหงือกออกค้นพื้นดินข้างชายที่ซวาที่ สลับกันโดยวิธีนี้มันอาจเดินทางได้เป็นระยะ 300 ฟุต ภายใน 30 วินาที

ปลาตีน ซึ่งเป็นปลาที่ประหลาดอีกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเหมือนสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำมากกว่าปลา สามารถขึ้นจากน้ำและกระโดดไปบนเลน โดยอาศัยออกซิเจนที่เก็บขังไว้ในช่องเหงือกของมัน ถึงแม้ปลาชนิดนี้จะขึ้นอยู่บนบกได้นานมาก แต่มันก็ยังหายใจได้ทางเหงือกเท่านั้น และจะต้องยกตัวกลับมาน้ำบ่อย ๆ ก่อนที่ช่องเหงือกจะแห้ง การที่ปลาตีนกระโดดบนเลนได้ไกล ๆ ก็เพราะว่าครีบของมันมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อแข็งแรงมากเปลี่ยนมาใช้ทำหน้าที่เดินได้

ปลาบางชนิดกินปลาอื่นหรือสัตว์อื่นที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น หนอน กุ้ง หอย เป็นต้น ปลาเหล่านี้เป็นพวกปลากินเนื้อ ปลาอื่นบางชนิดกินพืชหรือสัตว์ที่มีขนาดเล็กมากที่อาศัยอยู่ตามผิวน้ำ พืชสัตว์ที่เล็กขนาดของสองกลองจึงจะเห็นชัดนี้เรียกว่า แพลงตอน ปลาอื่นนอกจากนี้กินพืชเป็นอาหาร

ปลาไม่มีลิ้นที่เคลื่อนไหวได้สำหรับช่วยในการกินอาหาร ดังนั้นธรรมชาติจึงทำให้ปลาบางชนิดมีริมฝีปากที่ยึดติดคอเมื่อต้องการ ฟันของปลามีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันแล้วแตชนิดของอาหารของมัน ปลาที่มีฟันเล็กละเอียดกินแพลงตอนเป็นอาหาร ส่วนพวกที่มีฟันแหลมคมกินเนื้อสัตว์อื่นเป็นอาหาร

ปลาส่วนมากวางไข่ แต่บางชนิดออกลูกเป็นตัว ปลาบางชนิด เช่น ปลาสร้อยอาศัยอยู่ตามแอ่งขนาดใหญ่ และวางไข่ควยวิธีง่าย ๆ ในระหว่างที่จะมีการผสมพันธุ์ ปลาตัวเมียจะวางไข่ในน้ำ และปลาตัวผู้จะฉีคน้ำเชื้อตัวผู้ผสมไข่ เมื่อไข่จมลงสู่ก้นแอ่งบนทราย พ่อแม่ปลาก็จะทิ้งไป ปลาบางชนิดมีไข่ที่ลอยเรื่อย ๆ ไกลผิวน้ำแทนที่จะจม ในกรณีนี้ถ้าพ่อแม่ทิ้งไข่หลังจากผสมพันธุ์ ไข่ส่วนมากจะถูกสัตว์อื่นกิน ดังนั้นปลาเหล่านี้จึงต้องวางไข่เป็นจำนวนมาก เพื่อให้คงมีลูกหลานอยู่ต่อไป ปลาฉลามบางชนิดมีไข่ที่หุ้มไว้ด้วยถุงที่เหนียวและ

แข็งแรง แต่ปลาบางชนิดก็มีไข่ที่เจริญเป็นตัวอ่อนภายในท้องแม่ และลูกปลาที่เจริญเต็มที่แล้วจะคลอคลุ้งโลกภายนอก

ถึงแม้ว่าปลาส่วนมากจะวางไข่แล้วทิ้งไป แต่ก็มีปลาบางชนิดที่เลี้ยงลูกอย่างดี เช่น ปลากัด ตัวผู้ที่จะเป็นพ่อปลาจะเตรียมรังอย่างระมัดระวัง โดยการพันฟองเล็ก ๆ เตรียมรับไข่จากตัวเมีย ฟองเหล่านี้เหนียวและติดกันเป็นกระจุกลอยอยู่ที่ผิวน้ำ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้ว ตัวผู้จะเฝ้าอย่างเอาใจใส่อยู่จนลูกปลาฟัก ปลาอันบางชนิดสร้างรังควยหญ้าหรือพืชน้ำเพื่อรับการวางไข่ บางชนิดจะมีทั้งพ่อและแม่ปลาเฝ้าระวังไข่เมื่อลูกปลาฟักแล้วมันจะนำลูกปลาไปสู่หลุมดิน ๆ ที่มันขุดเตรียมไว้ในดินหรือโคลน สัญชาตญาณการเลี้ยงลูกชนิดนี้จะเห็นชัดมากในปลาที่อมไข่ในปาก พ่อแม่ปลาชนิดนี้มักจะจับจองบริเวณหนึ่งเป็นของมันโดยเฉพาะในฤดูสืบพันธุ์ และจะไม่ยอมให้ปลาอื่นเข้าใกล้เลย ตัวเมียจะอยู่ประจำกลางบริเวณ ส่วนตัวผู้จะคอยระวังผู้บุกรุกอยู่รอบ ๆ บริเวณ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้ว มันจะอมไข่ไว้ในปาก การอมไข่เช่นนี้เป็นการป้องกันภัยจากศัตรูภายนอก และทำให้ไข่ได้รับกาออกซิเจนจากน้ำที่แม่ปลาสูดเข้าทางปากนานออกทางเหงือกตลอดเวลาหลังจากลูกปลาฟักเป็นตัวแล้วก็ยังต้องไขปากแม่เป็นที่หลบภัยอยู่ โดยจะว่ายน้ำกรูเข้าสู่อปากแม่เมื่อได้รับสัญญาณภัย

ปลาต่างชนิดมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันมาก และสีก็ต่างกัน โดยทั่วไปแล้วปลาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณน้ำตื้นของโลกจะมีสีสดใส โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่อาศัยอยู่ตามเกาะปะการังหรือตามที่แวดล้อมพิศดารอื่น ๆ สีของปลามักจะช่วยในการพรางตาในขณะที่มันต้องหลบหนีศัตรู สีมักจะกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมมาก จนแทบจะมองไม่เห็นตัวปลา

เรื่องที่ 2

มีเรื่องเล่าว่า ครั้งหนึ่งดวงอาทิตย์ส่องแสงแรงกล้ามาก แดดเผาหน้าในโลกจน  
 แห้งเหือด คนและสัตว์เป็นจำนวนมากต้องตายเพราะความกระหายน้ำ ความร้อนนี้มีมาก  
 จนกระทั่งแผ่นดินแตกแยก และนำร้อนไคคินท์พวยพุ่งขึ้นมาหาสิ่งที่มีชีวิตที่ยังคงเหลืออยู่ทั้ง  
 หมด นอกจากชายชราคนหนึ่ง ชื่อ ทาวลีปลิง (Taolipling) กับวัวตัวหนึ่ง อาศัยอยู่ใน  
 เรือที่ท่าควยหิน น้ำขึ้นเออพาเอาเรือขึ้นไปติดอยู่บนยอดเขาสูง ชื่อ อีปา อยู่ทางตะวัน  
 ออกเฉียงเหนือ ชายชราและวัวตัวนั้นก็เลยพำนักอยู่บนยอดเขา น้ำคอย ๆ ลดลง ซาก  
 ศพของมนุษย์และสัตว์น้ำเหี้ยน สกกลันไปถึงพระญเป็นเจ้า ถึงกับต้องส่งไฟลงมาจาก  
 สวรรค์เผาผลาญซากศพเหล่านั้น ชายชราที่อยู่บนยอดเขาไม่สามารถจะทนความร้อนของ  
 ไฟไคจึงต้องฆ่าวัวตัวนั้น แลวมุดเขาไปอาศัยอยู่ในทองของวัว ชายชราพบเมล็ดผักทอง  
 เมล็ดหนึ่งในทองวัว และภายหลังที่ไฟดับแล้วก็เอาเมล็ดผักทองนั้นมาปลูกขึ้นเป็นต้นเจริญ  
 งอกงามแตกแยกออกเป็น 4 กิ่ง กิ่งที่แยกไปทางทิศเหนือตายเพราะความหนาว กิ่งที่  
 แยกไปทางทิศใต้ถูกไฟไหม ส่วนกิ่งที่แยกไปทางทิศตะวันตกก็ตายเพราะถูกน้ำที่ยังเหลือ  
 อยู่ท่วม ยังคงเหลือรอดอยู่แต่กิ่งทางทิศตะวันออก

กิ่งนี้เจริญงอกงามเป็นอันมาก ออกลูกเป็นผักทองผลใหญ่ ภายในเต็มไปด้วย  
 มนุษย์ สัตว์ นก ปลา และพืชทุกชนิด ความแปลกประหลาดคือว่า ชายชรา คือ ทาวลีปลิง  
 ซึ่งรอดตายจากน้ำท่วมก็อยู่ที่ผลผักทองนี้ด้วย สิ่งมีชีวิตเหล่านี้พยายามอย่างเต็มความ  
 สามารถที่จะหลุดออกมาภายนอก เสียงร้องและการดิ้นรนไคยไปถึงพระกรรพของ  
 เองคอน หรือพระอินทร์ (Lengdon or Indra) เองคอนจึงส่งทูตชื่อ ปานทอย  
 (Panthoi) ลงมาสู่เหตุการณ์ ปานทอยก็รีบไปถวายรายงาน เองคอนจึงส่งโอรส  
 องค์ใหญ่ ชื่อ อายผาลาน (Aiphalan) ลงมาจัดการเผาผลผักทอง โดยมีสายอสุณีมาดเป็น  
 เครื่องมือ อายผาลานเลือกหาที่เหมาะสมบนผลผักทองเพื่อที่จะใช้สายอสุณีมาดเผา แหกไว้รับ  
 คำร้องขอจากมนุษย์ สัตว์ และพืชที่อยู่ในผักทอง ใตผาตรงที่ ๆ มีศพพวกคนอยู่ มนุษย์ให้  
 เหตุผลว่า ถ้าเขาออกไปไคเขาจะไคทำการเพาะปลูก ส่วนสัตว์ก็อ้างว่า หากวาพวกมัน

มีชีวิตอยู่ ก็จะไต่เป็นเครื่องมือของมนุษย์สำหรับเพาะปลูก อาศัยผานกันจนใจ ไม่รู้ว่าจะ  
 เลือกลงไหน ในที่สุดชายชราที่ผลพักทอง คือ ทาวลีปลิง ซึ่งนั่งอยู่ตรงนอกพักทองโรย  
 จากผล แสดงความยินดีที่จะอุทิศที่ของตนเป็นที่สำหรับเขา โดยมีขอเรียกกรองว่า มนุษย์จะ  
 ทองจักงานฉลองและนับถือบูชาตัวใบเมื่อท่านหาชีวิตไม่แล้ว ซึ่งมนุษย์ก็ให้คำมั่นว่าจะปฏิบัติ  
 ดังกล่าว อาศัยผานจึงไซ้สายอสุณี่มาลงที่ตรงนั้น ทาวลีปลิงก็ถึงแก่ความตาย ผลพักทอง  
 แยกออก สิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายก็ได้รับอิสรภาพ อาศัยผานโคสอนมนุษย์ให้รู้จักอาชีพต่าง ๆ  
 สอนนกให้รู้จักสร้างรัง และสอนสัตว์อื่น ๆ ให้รู้จักช่วยตัวเอง ทาวลีปลิงยังคงเป็นที่  
 เคารพกราบไหว้ของพวกอาหม ที่เรียกว่า เทวไท และ ไพลอง (Deodhais &  
 Bailongs) และนักโหราศาสตร์ซึ่งยังคงเป็นชาวอาหม พวกเดี้ยวที่ยังคงเชื่อมั่นอยู่กับ  
 เรื่องโบราณ และยังคงทำการตั้งเวรควยขม ขาว และอาหารอื่น ๆ อยู่เป็นนิจ พระ  
 อินทร์เป็นเทพเจ้าสูงสุดของชนพวกนี้ ก็มีหวงหามก็กัณมิให้ชาวอาหมเคารพสักการะชาย  
 ชราผู้นี้ ในเมื่อการเสียสละของชายชรายังคงอยู่ในความทรงจำของชาวอาหม จนกระทั่ง  
 ทุกวันนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เรื่องที่ 3

นก



## สัตว์ที่พบบนท้องฟ้า

นกเป็นสัตว์ที่กระจายอยู่ทั่วโลก ตั้งแต่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ที่หนาวจัดจนถึงแถบร้อนจัดบริเวณศูนย์สูตร ไม่มีที่ใดเลยที่จะไม่มีนกอาศัยอยู่ สิ่งที่แสดงความแตกต่างระหว่างนกกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมก็คือ การที่นกกมีขนชนิดที่เรียกว่าขนนก (Feather) ซึ่งมีลักษณะเหมือนใบไม้มีแกนกลาง และนกแทบทุกชนิดสามารถบินได้ นกที่ไม่สามารถบินได้ เช่น นกกระจอกเทศ นกอีมู นกกีวี นกเรย์ และนกคาซโซวารี เป็นต้น ล้วนแต่เป็นนกที่มีขนาดใหญ่ เทอะทะ และเป็นที่เชื่อกันว่ามั่นคงไม่เคยมีบรรพบุรุษที่บินได้เลย แต่บรรพบุรุษของนกเพนกวินสามารถบินได้ ถึงแม้ในปัจจุบันนี้ปีกของมันไร้การไปไต่เลย สำหรับการบิน ฉะนั้นแทนที่จะบินไปไหน ๆ นกเพนกวินจึงมักจะอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ และปีกของมันก็เลยกลายเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่คล้ายครีบช่วยใหวายน้ำได้อย่างว่องไว นกที่บินไม่ได้ก็อีกชนิดหนึ่งได้แก่ นกกาน้ำ ที่พบตามเกาะกาลาปากอส ปีกของมันมีขนาดพอ ๆ กับปีกของนกเพนกวินและไม่สามารถใช้บินได้ แต่กลับประหลาดที่ว่านกกาน้ำที่พบที่นั่นทั่วโลกสามารถบินได้ทั้งนั้น

ร่างกายของนกกมีส่วนดีและลักษณะทุกประการที่เหมาะสมสำหรับการบิน กระดูกของมันเบามาก และภายในกลวง แต่ก็มีความแข็งแรงในเป็นเส้นโครงสร้างที่แข็งแรง กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการกระพือปีกมีขนาดใหญ่มาก และมีน้ำหนักถึงประมาณ 1/5 ของน้ำหนักตัวทั้งหมด

นกเป็นสัตว์ที่ไวเสียงมากกว่าสัตว์อื่น และนกแต่ละชนิดมีเสียงเฉพาะของมันไม่ซ้ำแบบชนิดอื่น เสียงร้องคล้ายเพลงของนก เช่น ในคิงเกต คีรีบูน นกเขา และนกนางแอ่น เพราะมาก แต่เสียงร้องของนกอื่น เช่น นกแก้วหรือกาน้ำแข็งขาว ไม่ว่าเสียงของนกจะเป็นแบบไหน เสียงแต่ละแบบก็มีความหมายเฉพาะเจาะจง มันอาจจะเป็นเสียง

เดือนให้ระวางภัยศัตรูที่จะมาไกลลูกอ่อน หรือเสี่ยงทายทายคู่แข่งขัน

นกทุกชนิดวางไข่ และเกือบทุกชนิดสามารถสร้างรังปักไข่ได้ รังนกมีรูปร่าง และขนาดต่าง ๆ กัน บางชนิดเป็นเพียงช่อรูอยู่ในดิน บางชนิดเป็นกระจุกกิ่งไม้ หรือ ขนนกต่าง ๆ ที่นำมาสานถักกันเป็นรังที่กันน้ำได้อย่างดี ในกระบวนนกที่สร้างรังอย่าง พิสดาร ไข่แกนกว่าพวกหนึ่งซึ่งอยู่รวมกันเป็นสังคมใหญ่ และสร้างรังรวมกันเป็นรังใหญ่ ทำค้ายหญ้า ซึ่งรังนี้อาจจะใหญ่ถึงขนาดสูง 10 ฟุต แต่ละรังอาจมีนกถึง 30 ตัว ข้างกัน สร้าง และภายในรังก็จะมีห้องเล็ก ๆ แต่ละห้องสำหรับนกหนึ่งคู่ ไม่ปะปนกัน มีนกกระจิบ ชนิดหนึ่งในประเทศอินเดีย ไข่ชื่อว่า "ข้างเย็บใบ" เพราะวิธีการสร้างรังของมัน มันมักจะเริ่มเจาะใบไม้ค้ายปากของมันเป็นรู ๆ และไขสารที่มีลักษณะคล้ายเส้นค้ายสาน ไปตามรูของใบ เย็บใบ 2 ใบติดกันเป็นรูปคล้ายท่อสำหรับสร้างรังอยู่ใน เราอาจ พบรังนกต่าง ๆ ตามรูที่เจาะอยู่ตามกำแพง หรือตามรูในต้นไม้ที่ตายแล้ว บางชนิดก็ไป แอบอยู่ตามซอก รังนกบางชนิดก็มีลักษณะคล้ายลูกโลก มีประตูเขาทางคานข้าง และทำ ค้ายโคลน เศษไม้ หนามและหญ้าแปะติดกันอยู่ รังนกบางชนิดใหญ่มากและมีหลายช่อง โดยมีทางเขาเป็นปล่องยื่นออกมาทางคานข้าง หรือเป็นรู เขาคคเคี้ยวจากยอดของรัง มีนก 2 - 3 ชนิดที่ไม่สร้างรังเลย บางกรณีเป็นเพราะสภาพแวดล้อมของมัน เช่น ใน แถบขั้วโลกใต้ซึ่งหนาวเย็นมาก และไม่มีสิ่งใดที่พอจะนำมาใช้ในการสร้างรังได้ นกเพน- กิวินปักไข่ของมันเองโดยวิธีที่ทั้งตัวผู้และตัวเมียต่างช่วยกันกักไข่ โดยผลิตกักวางไข่บน เตาของมันกักไข่จนกระทั่งถึงเวลาปัก มีนกอีกชนิดหนึ่งลักษณะคล้ายนกในตระกูลกาเหว่า กะปูดเป็นนกที่ไม่สร้างรังเหมือนกัน แต่ไม่ใช่เป็นเพราะสภาพแวดล้อมไม่อำนวย แมนก ชนิดนี้ชอบเลือกวางไข่ของมันไว้ในรังของนกอีกชนิดหนึ่ง และโดยปกติไข่ของมันก็จะฟัก เป็นตัวก่อนไข่ของเจ้าของรัง เมื่อเป็นเช่นนั้นเจ้าลูกนกที่เกิดก่อน ก็จะเสียไข่ทิ้งไม่ฟัก ออกจากรัง ถึงแม้วานที่มาอาศัยจะฟักออกทีหลังก็มักจะหาโอกาสกำจัดลูกเจ้าของรังเสีย ไข่เหมือนกัน เมื่อเหลือมันอยู่เพียงตัวเดียวในรัง ลูกนกหลังรังก็จะเจริญอย่างรวดเร็ว และในไม่ช้าก็จะใหญ่โตกว่าพ่อแม่เลี้ยงแมเลี้ยงของมัน ผู้ซึ่งใช้เวลาเกือบทั้งวันไปเสาะหา อาหารมาเลี้ยงเจ้าลูกนกนี้ และก่นาประหลาดอีกเหมือนกันที่มันกักเหมือนไม่สงสัยเลยว่า

เจ้าลูกนกนี้ไม่ใช่ลูกของตนเอง พ่อเจ้าลูกนกเจริญพร้อมที่จะบินได้ หอคือเริ่มฤดูหนาวมันก็จะบินหนีทิ้งพ่อแม่เลี้ยงของมัน เริ่มออกเดินทางจากทวีปยุโรปมาจนถึงแอฟริกากลาง มาอาศัยหากินอยู่ที่นั่นจนกระทั่งหมดฤดูร้อนและบินกลับยุโรปอีกครั้งหนึ่ง สิ่งที่เหลือเชื่อในการบินไปมาของนกชนิดนี้ก็คือ ถึงแม้มันจะไม่เคยรู้จักทวีปแอฟริกาเลยแต่ก็สามารถบินไปถูก

นกอื่น ๆ ที่มีอพยพไปมาแต่ละปีเช่นนี้ ได้แก่ นกแซงแซว นกแร้งแซวจากยุโรป มักจะเดินทางไปแอฟริกาใต้ แต่กลับเทิร์นจากขั้วโลกเหนือเดินทางไกลความมาก ก็อาจดำรงชีวิตอยู่ตลอดฤดูร้อนในทวีปอาร์กติก พอถึงฤดูหนาวในอาร์กติกซึ่งตรงกับฤดูร้อนในทวีปแอนตาร์กติก มันจะเดินทางไปแอนตาร์กติกของขั้วโลกใต้ การเดินทางไปกับของนกพวกนี้เป็นระยะทางประมาณถึงเที่ยวละ 11,000 ไมล์

นกที่บินไม่ได้อีกกล่าวถึงในตอนต้น มักจะโคกแกนนกจำพวกที่มีขนาดใหญ่มากที่สุด คือ นกกระจอกเทศ ซึ่งเมื่อรวมคอที่ยาวของมันเข้าด้วยกันอาจสูงถึง 8 ฟุต และหนักกว่า 300 ปอนด์ มันสามารถวิ่งได้เร็วถึง 40 ไมล์ต่อชั่วโมง นกฮัมในทวีปออสเตรเลียใหญ่เป็นที่สองรองลงมา ส่วนนกเรียบของอเมริกาใต้นั้นใหญ่ที่สุดในทวีปอเมริกา

นกบินได้ที่ใหญ่ที่สุดคือ แอนเดียนคอนเคอร์ ซึ่งเป็นนกชนิดหนึ่งที่ทำรังอยู่ตามชะง่อนเขาสูง ๆ ในทวีปอเมริกาใต้ ปีกของมันเมื่อกางเต็มที่แล้วจะกว้างถึง 12 ฟุต แต่ก็มีนกอีกชนิดหนึ่งที่ดีควรจะกล่าวถึงคือ นกอัลบาทรอส ซึ่งถึงแม้ลำตัวของมันจะเล็กกว่าแต่ปีกของมันก็กว้างไม่แพ้ปีกของนกแร้งชนิดแอนเดียนคอนเคอร์ นกที่เล็กที่สุดในโลกคือนกที่เรียกว่า ฮัมมิง นกเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก แต่ก็ช่วยงานมากด้วย บางตัวมีขนาดเท่ากบมีเชื้อขนาดใหญ่เท่านั้น

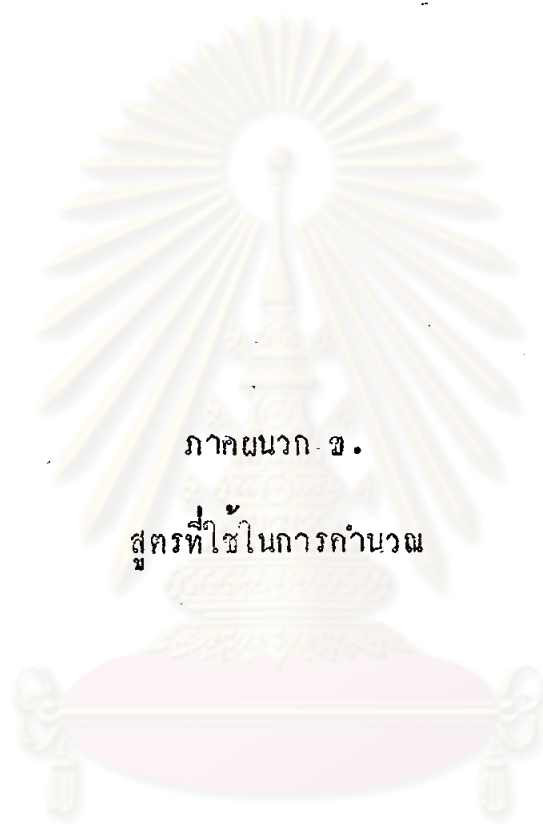
เรามักจะนึกถึงนกว่าเป็นสัตว์ที่บินอยู่ในอากาศ แต่ก็มีนกหลายชนิดที่ใช้เวลาส่วนมากในการดำรงชีวิตในบริเวณใกล้น้ำหรือในน้ำ มีนกบางชนิด เช่น นกเพอริงโก นกฮัมมิง และนกปากเป็ดมีขายาวเหมาะสำหรับการท่องน้ำ เพื่อจับอาหารกิน เป็ด นาน และหงส์ มีเท้าชนิดที่เป็นเยื่อซึ่งระหว่างนิ้ว ทำให้มันสามารถว่ายน้ำได้สบาย และนก



จำพวกนี้อยู่ตามผิวน้ำเกือบตลอดเวลา มีนกอีกชนิดหนึ่งชื่อ นกจู๋ เป็นนกกำน้ำที่ทำลาย  
สถิติในหมูนกด้วยกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

### 1. สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบ

#### ก. การหาระดับความยากของข้อระทง

$$p = \frac{R_H + R_L}{N}$$

เมื่อ  $p$  แทน ระดับความยากของข้อระทง

$R_H$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำถูก

$R_L$  แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำถูก

$N$  แทน จำนวนคนทั้งหมด

#### ข. การหาอำนาจจำแนกของข้อระทง

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H} \quad \text{เมื่อ } N_H = N_L$$

เมื่อ  $r$  แทน อำนาจจำแนกของข้อระทง

$R_H$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำถูก

$R_L$  แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำถูก

$N_H$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงซึ่ง เทากับจำนวนคนในกลุ่มต่ำ ( $N_L$ )

#### ค. ความเที่ยงของแบบสอบ

สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formula)

$$R_{kr21} = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{M(n-M)}{n(SD)^2} \right)$$

เมื่อ  $R_{kr21}$  แทน ความเชื่อถือได้ของแบบสอบ

$n$  แทน จำนวนข้อสอบในชุดที่คองการหาค่า

$M$  แทน ค่ามัธยิมเลขคณิตของชุดที่คองการหาค่า

$SD$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดที่คองการหาค่า

ง. รายชื่อผู้ตัดสินความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ

1. คร. วิชาศ สิงหวีสัย
2. คร. สวัสดิ์ ประทุมราช
3. รศ. ประคอง กรวรรณสุต
4. ผศ. สุภาพ วากเขียน
5. อ. อรพันธ์ โภชนกา
6. อ. สุนทร ชวงสุนิษ
7. อ. โรจน์ จโนภาษ

2. มัชฌิมเลขคณิต

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน มัชฌิมเลขคณิต

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ  $SD$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนน

$\sum x^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

ตารางข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบพหุคูณ แฟกทอเรียล ดีไซน์ (p x q factorial design)

พหุคูณ

Row	Columns B								Total	
	b <sub>1</sub>		b <sub>2</sub>		...	b <sub>k</sub>		b <sub>q</sub>		
A	p <sub>u</sub> X <sub>1</sub>	p <sub>ost</sub> Y <sub>1</sub>	p <sub>u</sub> X <sub>2</sub>	p <sub>ost</sub> Y <sub>2</sub>	X	Y	X	Y		
a <sub>1</sub>	X <sub>111</sub>	Y <sub>111</sub>	X <sub>112</sub>	Y <sub>112</sub>	X <sub>11k</sub>	Y <sub>11k</sub>	X <sub>11q</sub>	Y <sub>11q</sub>	A <sub>X<sub>1</sub></sub> A <sub>Y<sub>1</sub></sub>	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
⋮	X <sub>n11</sub>	Y <sub>n11</sub>	X <sub>n12</sub>	Y <sub>n12</sub>	X <sub>n1k</sub>	Y <sub>n1k</sub>	X <sub>n1q</sub>	Y <sub>n1q</sub>		
a <sub>2</sub>	X <sub>121</sub>	Y <sub>121</sub>	X <sub>122</sub>	Y <sub>122</sub>	X <sub>12k</sub>	Y <sub>12k</sub>	X <sub>12q</sub>	Y <sub>12q</sub>	A <sub>X<sub>2</sub></sub> A <sub>Y<sub>2</sub></sub>	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
⋮	X <sub>n21</sub>	Y <sub>n21</sub>	X <sub>n22</sub>	Y <sub>n22</sub>	X <sub>n2k</sub>	Y <sub>n2k</sub>	X <sub>n2q</sub>	Y <sub>n2q</sub>		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
a <sub>j</sub>	X <sub>1j1</sub>	Y <sub>1j1</sub>	X <sub>1j2</sub>	Y <sub>1j2</sub>	X <sub>1jk</sub>	Y <sub>1jk</sub>	X <sub>1jq</sub>	Y <sub>1jq</sub>	A <sub>X<sub>j</sub></sub> A <sub>Y<sub>j</sub></sub>	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
⋮	X <sub>nj1</sub>	Y <sub>nj1</sub>	X <sub>nj2</sub>	Y <sub>nj2</sub>	X <sub>njk</sub>	Y <sub>njk</sub>	X <sub>njq</sub>	Y <sub>njq</sub>		
a <sub>p</sub>	X <sub>1p1</sub>	Y <sub>1p1</sub>	X <sub>1p2</sub>	Y <sub>1p2</sub>	X <sub>1pk</sub>	Y <sub>1pk</sub>	X <sub>1pq</sub>	Y <sub>1pq</sub>	A <sub>X<sub>p</sub></sub> A <sub>Y<sub>p</sub></sub>	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
⋮	X <sub>np1</sub>	Y <sub>np1</sub>	X <sub>np2</sub>	Y <sub>np2</sub>	X <sub>npk</sub>	Y <sub>npk</sub>	X <sub>npq</sub>	Y <sub>npq</sub>		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
	B <sub>X<sub>1</sub></sub>	B <sub>Y<sub>1</sub></sub>	B <sub>X<sub>2</sub></sub>	B <sub>Y<sub>2</sub></sub>	B <sub>X<sub>k</sub></sub>	B <sub>Y<sub>k</sub></sub>	B <sub>X<sub>q</sub></sub>	B <sub>Y<sub>q</sub></sub>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">X<sub>ijk</sub></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Y<sub>ijk</sub></div>
									↓	↓
									p <sub>u</sub>	p <sub>ost</sub>

เมื่อ  $i$  แทน คนที่  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j$  แทน ระดับที่  $j$  ของแฟคเตอร์ A,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$

$k$  แทน ระดับที่  $k$  ของแฟคเตอร์ B,  $k = 1, 2, 3, \dots, q$

$$G_X = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \quad \text{or} \quad G_X = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk}$$

$$G_Y = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk}$$

$$G_X G_Y = \left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)$$

$$XY = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} Y_{ijk}$$

4.1 สูตรที่ใช้ในการหาผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)

4.1.1 ผลบวกกำลังสองของค่าแปรรวม

$$\begin{aligned}
 * A_{XX} &= \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{nq} - \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{npq} \\
 B_{XX} &= \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{np} - \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{npq} \\
 AB_{XX} &= \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{n} - \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{nq} \\
 &= \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{np} + \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right)^2}{npq}
 \end{aligned}$$

$p = 2$   
 $q = 2$   
 $n = 14$

$$E_{XX} = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (x_{ijk})^2 - \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n x_{ijk} \right)^2}{n}$$

#### 4.1.2 ผลบวกกำลังสองของตัวแปรตาม

$$A_{YY} = \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{nq} - \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{npq}$$

$$B_{YY} = \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{np} - \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{npq}$$

$$AB_{YY} = \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{n} - \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{np}$$

$$- \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{np} + \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{npq}$$

$$E_{YY} = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (y_{ijk})^2 - \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)^2}{n}$$

#### 4.1.3 ผลบวกกำลังสองของผลคูณ (Sum of Products)

$$A_{XY} = \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n x_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)}{nq} - \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n y_{ijk} \right)}{npq}$$

$$B_{XY} = \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{np}$$

$$= \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{npq}$$

$$AB_{XY} = \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{n}$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{nq}$$

$$= \frac{\sum_{k=1}^q \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{np}$$

$$+ \frac{\left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{npq}$$

$$E_{XY} = \sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n X_{ijk} Y_{ijk} - \frac{\sum_{k=1}^q \sum_{j=1}^p \left( \sum_{i=1}^n X_{ijk} \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_{ijk} \right)}{n}$$

4.1.4 การหาผลบวกกำลังสองที่ปรับแล้ว (Adjusted Sum of Squares)

$$E'_{YY} = E_{YY} - \frac{E_{YY}^2}{E_{XX}}$$

$$A'_{YY} = (A_{YY} + E_{YY}) - \frac{(A_{XY} + E_{XY})^2}{A_{XX} + E_{XX}} - E'_{YY}$$



$$B_{YY}' = (B_{YY} + E_{YY}) - \frac{(B_{XY} + E_{XY})^2}{B_{XX} + E_{XX}} - E_{YY}'$$

$$AB_{YY}' = (AB_{YY} + E_{YY}) - \frac{(AB_{XY} + E_{XY})^2}{AB_{XX} + E_{XX}} - E_{YY}'$$

4.1.5 การหาความแปรปรวนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (Adjusted Mean Squares)

$$MS_{adj} = \frac{SS_{adj}}{df}$$

4.1.6 การหาอัตราส่วน F

$$F = \frac{MS_{adj}}{E_{YY}'}$$

เมื่อ

X	แทน คะแนนทั่วไปรวม
Y	แทน คะแนนทั่วไปตาม
n	แทน จำนวนคนในแต่ละเซลล์ (cell)
p	แทน จำนวนระดับในตัวประกอบ A
q	แทน จำนวนระดับในตัวประกอบ B
i	แทน คนที่ i, i=1,2,3, ..., n
j	แทน ระดับที่ j ในตัวประกอบ A, j=1,2,3, ..., p
k	แทน ระดับที่ k ในตัวประกอบ B, k=1,2,3, ..., q
$MS_{adj}$	แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองที่ปรับแล้ว (Adjusted mean Squares)
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)
F	แทน อัตราส่วนความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (Fisher's Variance Ratio)

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	F
แนวนอน (A)	$A'_{YY}$	p-1	$MS'_a$	$MS'_a/MS'_{error}$
แนวตั้ง (B)	$B'_{YY}$	q-1	$MS'_b$	$MS'_b/MS'_{error}$
ผลรวม (AB)	$AB'_{YY}$	(p-1)(q-1)	$MS'_{ab}$	$MS'_{ab}/MS'_{error}$
ภายในกลุ่ม (Error)	$E'_{YY}$	pq(n-1)-1	$MS'_{error}$	

4.1.7 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Test of homogeneity)

$$F = \frac{S_2/(pq - 1)}{S_1/pq (n - 2)}$$

เมื่อ

แหล่งความแปรปรวน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
$E'_{YY} = E_{YY} - (E_{XY}^2/E_{XX})$	pq (n - 1) - 1
$S_1 = E_{YY} - \sum \sum (E_{XY_{jk}}^2 / E_{XX_{jk}})$	pq (n - 2)
$S_2 = \sum \sum (E_{XY_{jk}}^2 / E_{XX_{jk}}) - (E_{XY}^2 / E_{XX})$	pq - 1



ภาคผนวก ค.

การคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การคำนวณ

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนที่

$$\text{อ่านโดยการขีดเส้นใต้} = \frac{3193}{160} = 19.96$$

$$\text{อ่านธรรมดา} = \frac{2514}{160} = 15.71$$

$$\text{ทวน 10 นาที} = \frac{2769}{160} = 17.31$$

$$\text{ทวน 20 นาที} = \frac{2938}{160} = 18.36$$

2. คำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนความสามารถในการจำของนักเรียนที่

$$\text{อ่านโดยการขีดเส้นใต้} = \sqrt{\frac{160 (69,357) - (3193)^2}{160 (159)}} = 5.95$$

$$\text{อ่านธรรมดา} = \sqrt{\frac{160 (43,028) - (2514)^2}{160 (159)}} = 4.71$$

$$\text{ทวน 10 นาที} = \sqrt{\frac{160 (53,705) - (2769)^2}{160 (159)}} = 6.03$$

$$\text{ทวน 20 นาที} = \sqrt{\frac{160 (58,680) - (2938)^2}{160 (159)}} = 5.45$$

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

ตารางข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

	$b_1$			$b_2$			total		
	X	XY	Y	X	XY	Y	X	XY	Y
$a_1$	6,544 (549,730)	130,471	1,528 (32,542)	6,556 (548,886)	139,882	1,665 (36,815)	13,100 (1,098,616)	270,353	3,193 (69,357)
$a_2$	6,106 (475,654)	96,554	1,241 (21,163)	6,174 (484,308)	99,819	1,273 (21,865)	12,280 (959,962)	196,373	2,514 (43,028)
total	12,650 (1,025,384)	227,025	2,769 (53,705)	12,730 (1,033,194)	239,701	2,938 (58,680)	25,380 (2,058,578)	466,726	5,707 (112,385)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 3.1 ผลรวมยกกำลังสองของตัวแปรรวม

$$A_{XX} = \frac{13100^2 + 12280^2}{(80)(2)} - \frac{25380^2}{(80)(2)(2)} = 2015052.5 - 2012951.2$$

$$= 2101.3$$

$$B_{XX} = \frac{12650^2 + 12730^2}{(80)(2)} - \frac{25380^2}{(80)(2)(2)} = 2012971.2 - 2012951.2$$

$$= 20.0$$

$$AB_{XX} = \frac{6544^2 + 6106^2 + 6556^2 + 6174^2}{80} - \frac{13100^2 + 12280^2}{(80)(2)}$$

$$- \frac{12650^2 + 12730^2}{(80)(2)} - \frac{25380^2}{(80)(2)(2)}$$

$$= 2015082.3 - 2015052.5 - 2012971.2 + 2012951.2$$

$$= 9.8$$

$$E_{XX} = 2058578 - \frac{6544^2 + 6106^2 + 6556^2 + 6174^2}{80}$$

## 3.2 ผลรวมยกกำลังสองของตัวแปรตาม

$$A_{YY} = \frac{3193^2 + 2514^2}{(80)(2)} - \frac{5707^2}{(80)(2)(2)} = 103221.53 - 101780.77$$

$$= 1440.76$$

$$B_{YY} = \frac{2769^2 + 2938^2}{(80)(2)} - \frac{5707^2}{(80)(2)(2)} = 101870.03 - 101780.77$$

$$= 89.26$$

$$\begin{aligned}
 AB_{YY} &= \frac{1528^2 + 1241^2 + 1665^2 + 1273^2}{80} - \frac{3193^2 + 2514^2}{(80)(2)} \\
 &\quad - \frac{2769^2 + 2938^2}{(80)(2)} + \frac{5707^2}{(80)(2)(2)} \\
 &= 103314.22 - 103221.53 - 101870.03 + 101780.77 = 3.43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{YY} &= 112.385 - \frac{1528 + 1241^2 + 1665^2 + 1273^2}{80} \\
 &= 112385 - 103314.22 = 9070.78
 \end{aligned}$$

3.3 ผลรวมยกกำลังสองของผลคูณ

$$\begin{aligned}
 A_{XY} &= \frac{(13100)(3193) + (12280)(2514)}{(80)(2)} - \frac{(25380)(5707)}{(80)(2)(2)} \\
 &= 454378.87 - 452636.43 = 1742.44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_{XY} &= \frac{(12650)(2769) + (12730)(2939)}{(80)(2)} - \frac{(25380)(5707)}{(80)(2)(2)} \\
 &= 452678.68 - 452636.43 = 42.25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AB_{XY} &= \frac{(6544)(1528) + (6106)(1241) + (6556)(1665) + (6174)(1273)}{80} \\
 &\quad - \frac{(13100)(3193) + (12280)(2514)}{(80)(2)} \\
 &\quad - \frac{(12650)(2769) + (12730)(2938)}{(80)(2)} + \frac{(25380)(5707)}{(80)(2)(2)} \\
 &= 454400.25 - 454378.87 - 452678.68 + 452636.43 \\
 &= 20.87
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{XY} &= \frac{466726 - (6544)(1528) + (6106)(1241) + (6556)(1665) + (6174)(1273)}{80} \\
 &= 466726 - 454400.25 \\
 &= 12325.75
 \end{aligned}$$

3.4 ผลรวมยกกำลังสองที่ปรับแล้ว

$$\begin{aligned}
 E'_{YY} &= 9070.78 - (12325.75^2/43495.7) \\
 &= 5577.9264
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A'_{YY} &= (1440.76 + 9070.78) - \frac{(1742.44 + 12325.75)^2}{2101.3 + 43495.7} - 5577.9264 \\
 &= 10511.54 - 4340.5 - 5577.9264 \\
 &= 6171.04 - 5577.9264 = 593.11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B'_{YY} &= 89.26 + 9070.78 - \frac{(42.25 + 12325.75)^2}{20.0 + 43495.7} - 5577.9264 \\
 &= 9160.04 - 3515.2238 - 5577.9264 \\
 &= 5644.8162 - 5577.9264 = 66.8898
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AB'_{YY} &= 3.43 + 9070.78 - \frac{(20.87 + 12325.75)^2}{9.8 + 43495.7} - 5577.9264 \\
 &= 9160.04 - 3503.9 - 5577.9264 \\
 &= 5656.14 - 5577.9264 \\
 &= 78.2136
 \end{aligned}$$

3.5 ค่าเฉลี่ยกำลังสองที่ปรับแล้ว

$$\begin{aligned}
 MS'_a &= 593.11/1 = 593.11 \\
 MS'_b &= 66.8898/1 = 66.8898
 \end{aligned}$$



$$MS_{ab} = 78.2136/1 = 78.2136$$

$$MS_{error} = 5577.9264/315 = 17.7077$$

### 3.6 คำนวณค่า

$$F_a = 593.11/17.7077 = 33.494468$$

$$F_b = 66.8892/17.7077 = 3.7774$$

$$F_{ab} = 78.2136/17.7077 = 4.4169252$$

### ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวก กำลังสอง	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	F
วิธีอ่าน (A)	593.11	1	593.11	33.494468**
เวลาที่ไซทอทวน (B)	66.8898	1	66.8898	3.7774
ผลรวม (AB)	78.2136	1	78.2136	4.4169259*
ภายในกลุ่ม (error)	5577.9264	315	17.7077	

\*\*  $p < .01$

\*  $p < .05$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.6 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 E_{XYjk}^2 / E_{XYjk} &= \left[ 130471 - \frac{(6544)(1528)}{80} \right]^2 / \left[ 549.730 - \frac{(6544)^2}{80} \right] \\
 &+ \left[ 139882 - \frac{(6556)(1665)}{80} \right]^2 / \left[ 548886 - \frac{6556^2}{80} \right] \\
 &+ \left[ 96554 - \frac{(6106)(1241)}{80} \right]^2 / \left[ 475654 - \frac{6106^2}{80} \right] \\
 &+ \left[ 99819 - \frac{(6174)(1273)}{80} \right]^2 / \left[ 484308 - \frac{6174^2}{80} \right] \\
 &= 3597.3554
 \end{aligned}$$

แหล่งความแปรปรวน

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

$E_{YY}$	= 5577.9264	315
$s_1$	= 9070.78 - 3597.3554	312
	= 5473	
$s_2$	= 3597.3554 - $\frac{12325.75^2}{43495.7}$	3
	= 3597.3554 - 3492.8525	
	= 104.5029	

$$F = \frac{104.5029/3}{5473.4246/312} = \frac{34.8343}{17.543} = 1.9856$$

## ประวัติการศึกษา

นางสาวสุพรรณี ปาจริยพงษ์ สำเร็จการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต จากคณะ  
ศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2516 และได้เข้าศึกษาต่อในสาขา  
สถิติศึกษา แผนกวิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการ  
ศึกษา 2517



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย