

Received: October 9, 2023
Accepted: December 13, 2023

Revised: November 19, 2023
Published: December 26, 2023

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวเปิด M48 The Properties of M48 Open Clusters

วรารณ เตือนสวัสดิ์¹ อาภัสรา จงเจริญ¹ สรวิศิษฐ์ รักพาณิชย์¹ และ นิรุธ ลำเลิศ^{1*}

Waraporn Dueansawat¹ Apatsra Jongjaroen¹ Sornvisit Rakpanich¹ and Niroot Lamler^{1*}

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

¹ Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology Phetchaburi Rajabhat University

* Niroot.lam@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาค่าระยะห่างจากโลก และอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 โดยการวิเคราะห์จากภาพถ่าย ซึ่งทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยกล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ณ ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยใช้การควบคุมกล้องผ่านเว็บไซต์ itelescope.net ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และเหลือง (V) หลังจากนั้นนำภาพถ่ายกระจุกดาวเปิด M 48 ที่ได้ผ่านกระบวนการกำจัดสัญญาณรบกวน จากนั้นวัดค่าความสว่างด้วยโปรแกรม IRIS ของกระจุกดาวเปิด M 48 โดยวัดค่าโชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์จำนวน 243 ดวง แล้วสร้างเป็นแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) เมื่อซ้อนทับแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์มาตรฐานทำการหาจุดวกกลับเพื่อหาค่าระยะห่างจากโลก และอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 พบว่ามีระยะห่างจากโลกประมาณ 794 พาร์เซก หรือ 2,590 ปีแสง และมีอายุประมาณ 495 ล้านปี

คำสำคัญ: ดาวฤกษ์, กระจุกดาวเปิด, M 48

Abstract

In this research, we investigated the properties of stars within the M 48 open cluster. Image data of the M 48 open cluster were obtained using a CCD photometer with B and V filters, which was connected to a 0.5 m reflecting telescope and controlled through the itelescope.net website. The IRIS program was employed to remove interference and adjust intensity in the M 48 image. We applied photometric techniques to determine the magnitudes of stars in the M 48 cluster. Subsequently, we created an H-R diagram for the M 48 cluster and compared it to the standard H-R diagram. The results revealed that the distance to M 48 is approximately 794 parsecs, equivalent to 2,590 light years, and its age is estimated to be 495 million years (Myr).

Keywords: stars, open cluster, M 48

บทนำ

วิถีชีวิตของมนุษย์มีความผูกพันกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์มาช้านานแล้ว ดวงอาทิตย์ถูกไฟดวงใหญ่ให้แสงสว่างและความอบอุ่นแก่สรรพสิ่งบนพื้นโลก ดวงจันทร์และดาวจำนวนมากที่ปรากฏบนท้องฟ้าในยามค่ำคืนเป็นสิ่งที่มนุษย์มีความคุ้นเคย จนสามารถสังเกตเห็นวัฏจักรแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบของวัตถุท้องฟ้า ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากมาย เช่น การปรากฏของดาวหาง ฝนดาวตก ราหูอมจันทร์ เป็นต้น ที่มนุษย์ในยุคก่อนไม่อาจเข้าใจว่าสิ่งที่ปรากฏบนท้องฟ้าเหล่านั้นคืออะไร จะก่อภัยพิบัติแก่สรรพชีวิตบนพื้นโลกหรือไม่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทั้งหลายยังครอบงำให้มนุษย์มีความหวาดกลัวและพยายามหาทางขจัดปัดเป่าให้สูญสิ้นไป ด้วยความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ผลักดันให้มนุษย์พยายามสังเกตวัตถุท้องฟ้าและปรากฏการณ์บนฟากฟ้าอย่างต่อเนื่อง อุปกรณ์ช่วยสังเกตการณ์ ไม่ว่าจะเป็นทรงกลมท้องฟ้า เครื่องวัดพิกัดหรือสิ่งก่อสร้างที่ใช้เป็นหมวยบอกตำแหน่งการขึ้น-ตก ของวัตถุท้องฟ้า ถูกสร้างขึ้นมากมาย ทำให้มนุษย์มีความเข้าใจระบบของธรรมชาติและศาสตร์แห่งท้องฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ และวิชาดาราศาสตร์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

กระจุกดาว M48 เป็นกระจุกดาวเปิดในกลุ่มดาวงูไฮดรา (Hydra) ค้นพบโดย Charles Messier ในปี ค.ศ. 1771 อยู่ห่างจากโลกโดยประมาณ 1,500 ปีแสง มี R.A. 08h 13m 38.9s และ Dec. -05° 43' 34'' (SIMBAD astronomical database) จากการศึกษาของ ฉัตรสกุล อุ่นเพชร และคณะ (2559) ทำการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และแสงสีที่ตามองเห็น (V) ของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M48 มีจำนวน 392 ดวง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าระยะทางและอายุของกระจุกดาว M48 โดยวิธีเทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry) พบว่ากระจุกดาว M48 มีระยะทาง 724 พาร์เซก (pc) และเมื่อพิจารณาดาวฤกษ์ในกระจุกดาวพบว่าดาวฤกษ์มีอายุประมาณ 5.036×10^8 ปี ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Wu และคณะ (2005) ที่ทำการศึกษาในช่วงความยาวคลื่น 400 ถึง 1000 นาโนเมตร พบว่าอายุของกระจุกดาวมีค่า 320 ล้านปี และมีระยะห่าง 780 พาร์เซก Balaguer-Núñez และคณะ (2005) ศึกษาเกี่ยวกับระยะทางของกระจุกดาว M48 มีค่าเท่ากับ 725 พาร์เซก ค่าดัชนีสี (B-V) อยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 0.03 และมีอายุประมาณ 400 ล้านปี Sydney และคณะ (2015) ทำการศึกษาอายุของกระจุกดาวโดยใช้แผนภาพดัชนีสีของดาว พบว่าอายุของกระจุกดาว M48 โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 450 ปี

งานวิจัยนี้จะศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวเปิด M48 โดยทำการศึกษาหาอายุและระยะทางของกระจุกดาวเปิด M48 โดยใช้เทคนิคโฟโตเมตรีในการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาอายุและระยะทางของกระจุกดาวเปิด M48

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด NGC 2323 ในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากการสังเกตการณ์ ด้วยกล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้การควบคุมกล้องผ่านเว็บไซต์ itelelescope.net ผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และ สีเหลือง (V) ในวันที่ 20 เดือน มกราคม พ.ศ. 2565 จำนวน 243 ภาพ ภาพถ่ายที่ได้มาจัดทำสัญญาณรบกวน (Reduction Image) และทำการวัดแสงด้วยเทคนิคโฟโตเมตรีด้วยโปรแกรม IRIS กำหนดดาวอ้างอิง แล้วเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล SIMBAD

Astronomical Database จากนั้นหาโชติมาตรปรากฏ (V) ของดาวอ้างอิง เพื่อนำมาสร้างแผนภาพเอชอาร์ (H-R diagram) นำแผนภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกับแผนภาพเอชอาร์ (H-R diagram) มาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์หาค่าโชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ และดัชนีสีของกระจุกดาวเปิด M48

ทำการวิเคราะห์ค่าระยะทางได้จากความสัมพันธ์ของโชติมาตรปรากฏ และโชติมาตรสัมบูรณ์ของกระจุกดาวที่อ่านจากแผนภาพเอชอาร์ (H-R diagram) โดยใช้สมการ

$$d = 10^{\left[\frac{m - M + 5}{5}\right]} \quad (1)$$

เมื่อ m คือ โชติมาตรปรากฏ
 M คือ โชติมาตรสัมบูรณ์
 d คือ ระยะทาง (พาร์เซก)

หาความสัมพันธ์ของโชติมาตรปรากฏและระยะทางเพื่อกำลึงส่องสว่างของกระจุกดาว โดยใช้สมการ

$$m - m_{\text{sun}} = -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{d_{\text{sun}}}{d} \right)^2 \right] \quad (2)$$

เมื่อ m คือ โชติมาตรปรากฏของกระจุกดาว M48
 L คือ กำลังส่องสว่างของกระจุกดาว M48 (วัตต์)
 d คือ ระยะทางของกระจุกดาว M48 (พาร์เซก)
 m_{sun} คือ โชติมาตรปรากฏของดวงอาทิตย์ (-26.5)
 L_{sun} คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์ (วัตต์)
 d_{sun} คือ ระยะทางของดวงอาทิตย์ (4.85×10^{-6} พาร์เซก)

จากความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่างของกระจุกดาวกับดวงอาทิตย์สามารถหามวลของกระจุกดาวโดยใช้ความสัมพันธ์ ดังสมการ

$$\frac{L}{L_{\text{sun}}} = \left[\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right]^{3.5} \quad (3)$$

เมื่อ L คือ กำลังส่องสว่างของกระจุกดาว M48 (วัตต์)
 L_{sun} คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์ (วัตต์)
 M คือ มวลของกระจุกดาว M48 (กิโลกรัม)
 M_{sun} คือ มวลของดวงอาทิตย์ (กิโลกรัม)

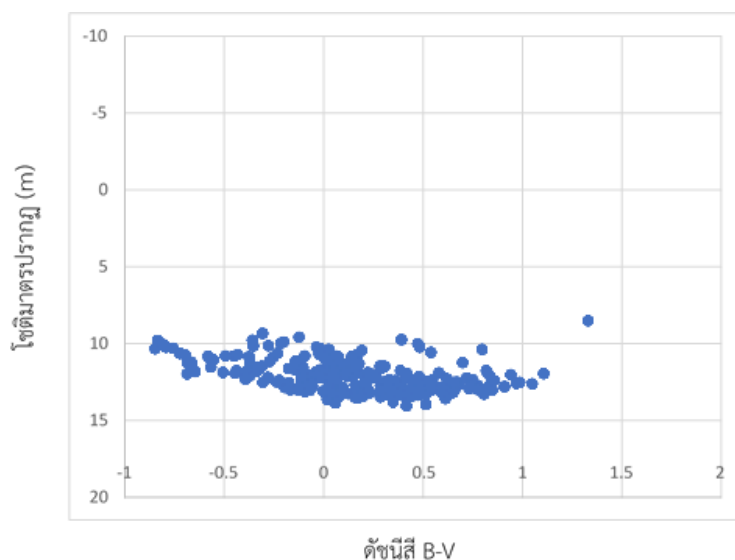
คำนวณอายุของกระจุกดาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมวลของกระจุกดาวและมวลของดวงอาทิตย์ ดังสมการ

$$t \approx 10^{10} \text{ years} \left[\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right]^{-2.5} \quad (4)$$

เมื่อ t คือ อายุของกระจุกดาว M48 (ล้านปี)
 M คือ มวลของกระจุกดาว M48 (กิโลกรัม)
 M_{sun} คือ มวลของดวงอาทิตย์ (กิโลกรัม)

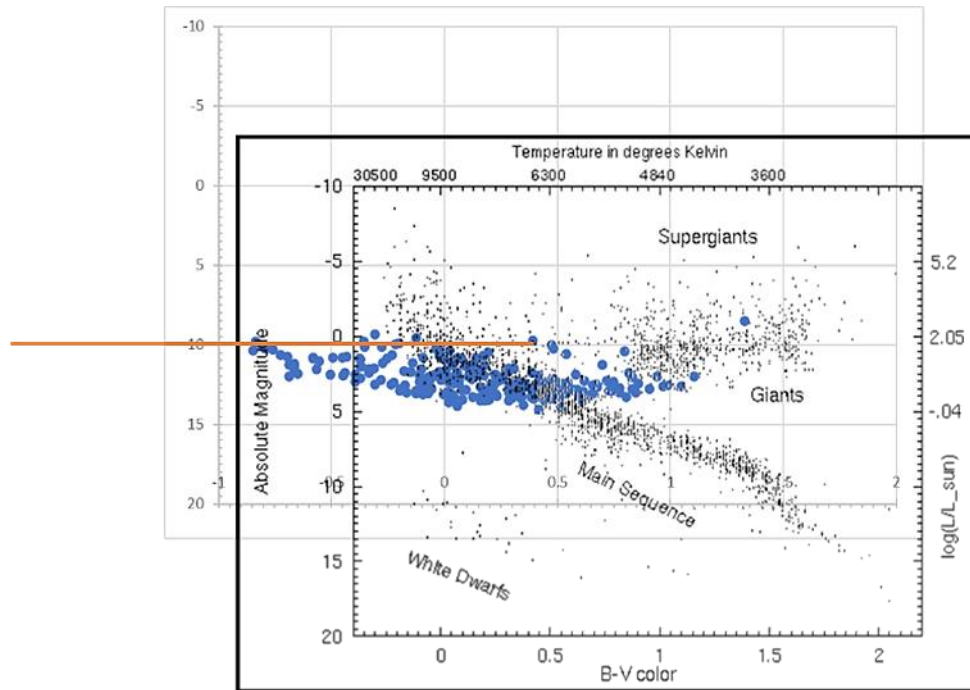
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M 48 ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายกระจุกดาวเปิด M 48 จำนวน 243 ดวง โดยการวิเคราะห์หาค่าความสว่าง (Intensity) ด้วยโปรแกรม IRIS แล้วนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟ เพื่อสร้างแผนภาพเฮอร์ตซ์ปรง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) โดยกำหนดแกนตั้งเป็นค่าโชติมาตรปรากฏ (m) และแกนนอนเป็นค่าดัชนีสี ($B-V$) ดังแสดงในภาพที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพเฮอร์ตซ์ปรง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) ของกระจุกดาวเปิด M 48

จากรูปที่ 1 นำมาคำนวณหาระยะห่างจากโลกของกระจุกดาวเปิด M 48 โดยวิธีการซ้อนลำดับหลัก (Main Sequence Fitting) โดยซ้อนแผนภาพเฮอร์ตซ์ปรง-รัสเซลล์ของกระจุกดาวเปิด M 48 กับแผนภาพเฮอร์ตซ์ปรง-รัสเซลล์มาตรฐาน เพื่อหาค่าโชติมาตรสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude) รูปที่ 2



รูปที่ 2 การซ้อนแผนภาพ H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด M 48 กับแผนภาพ H-R Diagram มาตรฐาน

แสดงผลการซ้อนลำดับหลักของโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาวเปิด M 48 กับเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) จะได้โชติมาตรปรากฏของดาว (m) มีค่าประมาณ 10.0 และ ค่าโชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน (M) มีค่าประมาณ 0.5 คำนวณหาระยะห่างจากโลก (d) ของกระจุกดาวเปิด M 48 ด้วยสมการที่ (1)

$$d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)}$$

$$d = 10^{\left(\frac{10-0.5+5}{5}\right)}$$

$$d = 10^{\left(\frac{14.5}{5}\right)}$$

$$d = 10^{(2.9)}$$

$$d = 794.328234724282 \text{ พาร์เซก}$$

$$d = 2,590 \text{ ปีแสง}$$

ระยะห่างจากโลกของกระจุกดาวเปิด M 48 มีค่าประมาณ 794 พาร์เซก หรือประมาณ 2,590 ปีแสง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Balaguer-Núñez และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาอายุและระยะห่างจากโลกระหว่างกระจุกดาวเปิด M 48 ได้ค่าระยะห่างจากโลก 725 pc และ ฉัตรสกุล อุ่นเพชร และคณะ (2559) ได้ทำการคำนวณระยะทางและอายุของกระจุกดาว M48 ซึ่งได้ค่าระยะทางเท่ากับ 724 pc

คำนวณหาอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 ด้วยสมการที่ (4) โดยทำการเปลี่ยนค่าโชติมาตรปรากฏ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังส่องสว่าง เพื่อหามวลของดาวฤกษ์ในการคำนวณหาอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 จากสมการที่ (2)

$$\begin{aligned}
 m_1 - m_2 &= -2.5 \log \left[\left(\frac{L_1}{L_2} \right) \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \right] \\
 10.0 - (-26.5) &= -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{4.848132 \times 10^{-6}}{794} \right)^2 \right] \\
 36.5 &= -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) (6.105959698 \times 10^{-9})^2 \right] \\
 36.5 &= -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) 3.728274383 \times 10^{-17} \right] \\
 \frac{36.5}{-2.5} &= \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) 3.728274383 \times 10^{-17} \right] \\
 -14.6 &= \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) 3.728274383 \times 10^{-17} \right] \\
 \left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) &= \frac{10^{-14.6}}{3.728274383 \times 10^{-17}} \\
 \frac{L}{L_{\text{sun}}} &= 67.374
 \end{aligned}$$

นำมาคำนวณหาอัตราส่วนมวลของดาวต่อมวลดวงอาทิตย์ จากสมการ (3)

$$\begin{aligned}
 \log \left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) &= 3.5 \log \left(\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right) \\
 3.5 \log \left(\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right) &= \log(67.374) \\
 \log \left(\frac{M}{M_{\text{sun}}} \right) &= \frac{1.828492332}{3.5} \\
 \frac{M}{M_{\text{sun}}} &= 10^{0.522} \\
 \frac{M}{M_{\text{sun}}} &= 3.327
 \end{aligned}$$

คำนวณหาอายุของกระจุกดาวเปิด M 48

$$t = 10^{10} \text{ years} \left[\frac{M}{M_{\text{sum}}} \right]^{-2.5}$$

$$t = 10^{10} \text{ years} [3.327]^{-2.5}$$

$$t = 10^{10} \times 0.0495$$

$$t = 495000000$$

$$t = 495 \text{ ล้านปี}$$

จากการคำนวณอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 ได้ประมาณ 495 ล้านปี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sydney และคณะ (2015) ทำการศึกษาอายุของกระจุกดาวโดยใช้แผนภาพดัชนีสีของดาว พบว่าอายุของกระจุกดาว M48 โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 450 ปี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M 48 เพื่อคำนวณหาอายุและระยะห่างจากโลกของกระจุกดาวเปิดด้วยซีซีดีโฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) ในวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ.2565 พบว่าอายุของกระจุกดาวเปิด M 48 มีอายุประมาณ 495 ล้านปี และระยะห่างจากโลกประมาณ 794 พาร์เซก หรือ 2,590 ปีแสง

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรสกุล อุ้นเพชร, รุ่งนภา ดอกรักกลาง, ประจักษ์ พักกระโทก, รณกฤต รัตนมาลา และลัดดา ดีสวน. (2559). การคำนวณระยะทางและอายุของกระจุกดาว M48. (รายงานสืบเนื่อง)การประชุมวิชาการระดับชาติสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3. (น. 353 - 357). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
- โชติ เนื่องนันท์ และชีวะ ทศนา. (2560). การหาอายุ และระยะทางของกระจุกดาวทรงกลม M3 กระจุกดาวเปิด M35 M44 และ M67 ด้วยเทคนิคซีซีดีโฟโตเมทรีและการศึกษาเปรียบเทียบ (รายงานผลการวิจัย). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
- ตระกูลเกียรติ ปัดภัย, คุณานนต์ รอยุค, ณัฐวุฒิ จงเพียร และรณกฤต รัตนมาลา. (2561). การศึกษากระจุกดาว M37. วารสารวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ, 1(1): 29-36.
- บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- วิระภรณ์ ไหมทอง, นววรรณ บางโป่ง, เบญจภรณ์ตุ่นภักดี และสุนิตย์ วุฒสังข์. (2560). การศึกษากระจุกดาวเปิดด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (ฉบับพิเศษ จากงานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 27)*, 20(3): 284-291.
- Balaguer-Núñez, L., Jordi, C. and Galadí-Enríquez, D. (2005). Uvby-Hbeta CCD photometry and membership segregation of the open cluster NGC 2548; Gaps in the Main Sequence of open clusters. *Astronomy and Astrophysics*, 437(2): 457-466.
- Messier Objects. (2021). Messier 38: Starfish Cluster. Retrieved 21 March 2022, <http://www.messier-objects.com/messier-38-starfish-cluster>
- Simbad Astronomical Database. Retrieved 21 March 2022, <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad>
- Sydney, A. B., Joerg, W., Thomas, G., Federico, S. and Klaus, G. S. (2015). A color-period diagram for the open cluster M 48 (NGC 2548), and its rotational age. *Astronomy and Astrophysics*, 583: 1-22.
- Wu, Z., Zhou, X., Ma, J., Jiang, Z., and Chen, J. (2005). Thirteen-Color Photometry of Open Cluster M48. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 117(827), 32–36.