Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Vol. 4 No. 1 ISSN 2673-0480 (Online)

Received: 15 November 2021
Revised: 3 December 2021
Accepted: 11 December 2021

การศึกษาหาระยะทาง อายุและอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิด M29

Study for distance, age and the temperature of the open clusters M29

ซาฮีดา สาแม[1*] นารินี มะเด็ง[1] รุสนี มะเด็ง[1] สมกรณ์ ชัยวรากรณ์[1]
Sahida Samae[1] Narinee Madeng[1] Rusnee Madeng[1] and Sommkorn Chaiwarakorn[1]
[1] คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[*] Sund9873@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหาระยะทาง อายุและอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิด M29 ได้ทำการเก็บข้อมูล ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา โดยทำการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดีโมโตมิเตอร์ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่ากระจุกดาวเปิด M29 มีระยะทาง 325.087297 พาร์เซก มีอายุ 4.3 พันล้านปี และมีอุณหภูมิประมาณ7,300 เคลวิน จากข้อมูลการศึกษาระยะทาง อายุและอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิด M29 ทำให้สามารถทราบถึงวิวัฒนาการของกระจุกดาว

คำสำคัญ: กระจุกดาวเปิด M29, ระยะทาง, อายุ, อุณหภูมิ

Abstract This research aims to study the distance, age and the temperature of the open clusters M29. The data was collected at the Observatory in honor of the 7 celebrations of Chachoengsao. via CCD photometer in B and V filters connected to a 0.7 m reflecting telescope. The results of the calculations revealed that the M29 open clusters have distance 325.087297 pc age 4.3 Billion and temperature 7,300 Kelvin and from the distance age and the temperature of the star cluster M29 can learn about the evolution of star clusters.

Keywords: Open ClustersM29, Distance, Age, Temperature

บทนำ

ดาวฤกษ์เป็นวัตถุท้องฟ้าที่เป็นก้อนพลาสมาสว่างขนาดใหญ่ที่คงอยู่ได้ด้วยแรงโน้มถ่วง ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด คือ ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานหลักของโลก และสามารถมองเห็นดาวฤกษ์อื่นๆได้บนท้องฟ้ายามราตรี ดาวฤกษ์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันเรียกว่า กระจุกดาว ซึ่งกระจุกดาวเป็นแหล่งรวมของดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่ใกล้กัน กระจุกดาวบางกลุ่มจะมีดาวกระจัดกระจายกันอย่างหลวมๆ แต่บางกลุ่มมีดาวจำนวนมากอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น โดยทั่วไปกระจุกดาวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กระจุกดาวเปิด และกระจุกดาวทรงกลม ดังนั้นการศึกษากระจุกดาวส่วนใหญ่จะศึกษาสมบัติทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิพื้นผิว มวล และประเภทของดาวฤกษ์

กระจุกดาวเปิด M29 หรือ NGC6913 อยู่ในกลุ่มดาวหงส์ มีตำแหน่ง R.A. $20^{h}23^{m}58^{s}$ และ Dec. +38° 29' 54" อยู่ห่างจากโลก 4,000 พันปีแสง ค้นพบโดย ชาลส์ เมสิเยร์ กระจุกดาวนี้มีความสวยงามและมีขนาดเล็ก ทำการถ่ายภาพด้วยกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพทางดาราศาสตร์แบบ ซีซีดี โฟโตเมตรี นำภาพมาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Aperture Photometry Tool (APT) และนำมาเทียบกับแผนภาพเฮิร์ตซปรุง-รัสเซลล์ และวิเคราะห์ H-R Diagram เทียบกับ H-R Diagram มาตรฐาน ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างค่าโชติมาตรปรากฏและค่าดัชนีสี โดยอาศัยแผนภาพความสัมพันธ์ดังกล่าว มาวิเคราะห์หาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M29 และอุณหภูมิพื้นผิวของกระจุกดาว M29 เนื่องจากอุณหภูมิพื้นผิวของดาวสามารถจำแนกประเภทของดาว โดยการคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของดาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อคำนวณหาระยะทาง อายุและอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิดM29

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

กระจุกดาวเป็นระบบของดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่ใกล้กัน ดาวสมาชิกต่างๆ จะมีการเคลื่อนที่คล้องจองกัน ด้วยความเร็วเท่ากันหมดและอยู่ห่างจากผู้สังเกตเท่ากัน จากการสังเกตกระจุกดาวต่างๆ ทำให้นักดาราศาสตร์สามารถจัดแบ่งกระจุกดาวออกได้ 2 จำพวกคือ กระจุกดาวเปิด และกระจุกดาวทรงกลม (ดำรงศักดิ์ มณีพงษ์สวัสดิ์, 2532)

มอดูลัสระยะทาง (Distance modulus)ค่าความแตกต่างระหว่างโชติมาตรปรากฏและโชติมาตรสัมบูรณ์(m — M) เรียกว่า distance modulus ถ้าเราทราบโชติมาตรปรากฏและระยะทางของดาว เราก็จะทราบโชติมาตรสัมบูรณ์

$$V - Mv = 5 \log d - 5 \qquad (1)$$

เมื่อ V คือ โชติมาตรปรากฏของแสงสีที่ตามองเห็น, Mv คือ โชติมาตรสัมบูรณ์ของแสงสีที่ตา มองเห็น, d คือ ระยะทางของกระจุกดาว M34 มีหน่วยเป็น (pc) (บุญรักษา สุนทรธรรม,2550) ซึ่งดังที่ได้นี้ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ระทางของกระจุกดาว

สีและดัชนีสี ดาวทั้งหลายที่ปรากฏอยู่บนท้องฟ้ามีสีแตกต่างกันไปตั้งแต่สีแดงจนถึงสีน้ำเงินในช่วงที่สเปกตรัมที่ตามองเห็นได้ เช่น ดาวบีเทลจูส และดาวแอนทารีสจะมีสีแดงส่วนดาวซิริอุสจะมีสีขาว และดาวไรเจลมีสีน้ำเงินแกมขาว เป็นต้น

ตาของมนุษย์มีความไวต่อแสง สีแดงและสีเหลืองมากกว่าสีน้ำเงิน ดังนั้นตาจะเห็นดาวสีน้ำเงินมีค่าโชติมาตรมากกว่าดาวสีแดงเมื่อดาวทั้งสองนี้มีกำลังส่องสว่างที่แท้จริงและระยะทางเท่ากัน แต่ถ้าฟิล์มถ่ายรูปจะเกิดผลตรงข้าม กล่าวคือ ภาพของดาวสีน้ำเงินที่เกิดบนแผ่นฟิล์มจะใหญ่ และเข้มกว่าภาพของดาวสีแดงเมื่อใช้เวลาถ่ายภาพเท่ากันความแตกต่างเหล่านี้มาเป็นหลักในการพิจารณา สีและดัชนีของดวงดาว โดยกำหนดว่าดัชนีสี คือผลต่างของโชติมาตร เมื่อวัดด้วยอุปกรณ์แสง 2 ชนิด ซึ่งมีผลตอบสนองแสงต่างกันในการสังเกตการณ์ทางโฟโตเมตรี ถ้าใช้แผ่นกรองแสงสีน้ำเงินวัดโชติมาตรได้ B และถ้าใช้แผ่นกรองแสงสีเหลืองวัดโชติมาตรได้ V ดังนั้นจะเห็นได้ว่า

ค่าดัชนีสี (C) = B-V

$$(C) = -2.5\log(c_b c_v) \quad (2)$$

เมื่อ C_b คือ ค่านับสุทธิในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B)

C_v คือ ค่านับสุทธิในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง (V)

ดาวที่มีสีน้ำเงินดัชนีสีจะเป็นลบ ดาวที่มีสีเหลืองค่าจะเป็นบวก และถ้าดาวเป็นดาวสีขาวถือว่าดาวดวงนี้จะมีผลตอบสนองต่อสีน้ำเงินและสีเหลืองเท่ากัน ค่าดัชนีสีเท่ากับศูนย์สี (ไพบูลย์ ทองเชื้อ,2549)

Class	B−V	U−B	V−R	R−I	T_{eff} (K)
O5V	−0.33	−1.19	−0.15	−0.32	42,000
B0V	−0.30	−1.08	−0.13	−0.29	30,000
A0V	−0.02	−0.02	0.02	−0.02	9,790
F0V	0.30	0.03	0.30	0.17	7,300
G0V	0.58	0.06	0.50	0.31	5,940
K0V	0.81	0.45	0.64	0.42	5,150
M0V	1.40	1.22	1.28	0.91	3,840

ภาพที่ 1 ค่าดัชนีสีของดาวฤกษ์
(ที่มา : https.//en.wikipedia.)

อุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์เป็นอุณหภูมิของดาวที่มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งถือเป็นการแผ่รังสีของวัตถุดำ โดยอุณหภูมิที่ผิวของดาวฤกษ์ที่เป็นผลรวมของทุก

ความยาวคลื่นของความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยผิวดาวที่นี้คือบรรยากาศ 15 ชั้นโฟโตสเฟียร์ของดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นบรรยากาศชั้นบางๆด้านนอกปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา การวัดอุณหภูมิยังผลสามารถทำได้โดยหาค่า ดัชนีสีดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นผลต่างของโชติมาตรของดาวในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินกับสีที่ตามองเห็น ตามความสัมพันธ์ดังสมการ

$$1/T_{eff} = (9.52307\ X10^{-5})+(1.32488X10^{-4})\ (B\text{-}V)$$

T_{eff} คือ อุณหภูมิยังผล หน่วยเคลวิน

B-V คือ ดัชนีสี

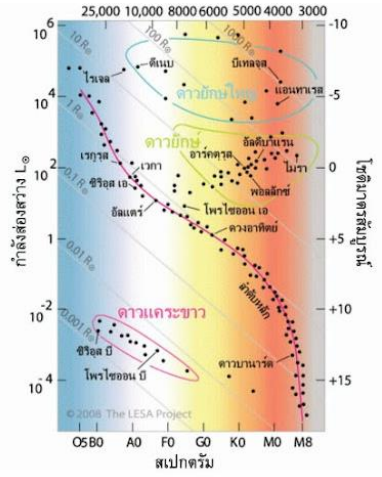
อายุขัยของดาวในลำดับหลักดาวในลำดับหลักต้องการไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงและการเผาผลาญไฮโดรเจนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปไม่ช้าก็เร็ว ดาวในลำดับหลักทุกดวงก็ไม่สามารถคงปฏิกิริยาฟิวชันในแกนกลางของดาวได้อีกต่อไป จึงหมดอายุขัยและค่อยๆเลื่อนออกจากแถบลำดับหลักบน H-R Diagram ไปเป็นดาวประเภทอื่นต่อไปสามารถประมาณอายุขัยของดาวในลำดับหลักได้ จากสมการ

$$\mathrm{TMS} \approx 10^{10}\mathrm{Years}\left[\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}_{\Theta}}\right]^{-2.5} \qquad (3)$$

เมื่อ M คือ มวลของกระจุกดาว

M_{Θ} คือ มวลของดวงอาทิตย์

แผนภาพของแฮร์ทสชปรุง-รัสเซลล์ (Hertzsprung-Russell diagram) หรือ H-R Diagram แผนภาพของแฮร์ทสชปรุง-รัสเซลล์เป็นแผนภาพคู่ลำดับระหว่างสีของดาวฤกษ์กับความสว่างของดาวซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่าง โชติมาตรสัมบูรณ์ ประเภทของดาวฤกษ์และอุณหภูมิของดาวฤกษ์

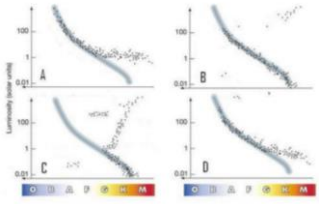


ภาพที่ 2 H-R diagram

(ที่มา : http://www.lesa.biz/ hr-diagram)

Journal of Earth Science, Astronomy and Space
Vol. 4 No. 1 ISSN 2673-0480 (Online)

ดาวทุกดวงส่วนใหญ่ปรากฏขึ้นบนแถบที่วิ่งจากด้านบนซ้ายไปยังด้านล่างขวาที่เรียกว่าลำดับหลัก นี่คือดาวฤกษ์เหมือนดวงอาทิตย์ของเราซึ่งหลอมไฮโดรเจนเข้าสู่ฮีเลียม ดาวทุกดวงใช้ชีวิตส่วนใหญ่บนแถบลำดับหลัก หากดาวเริ่มหลอมรวมองค์ประกอบที่หนักกว่ามันจะย้ายออกจากลำดับหลักไปทางด้านขวาบนของแผนภาพเพื่อเป็นดาวยักษ์และดาวยักษ์ใหญ่เนื่องจากดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลักที่ร้อนขึ้นจะเริ่มหลอมรวมฮีเลียมเร็วกว่าดาวลำดับหลักที่เย็นกว่าดังนั้นแผนภาพ H-R Diagram จึงสามารถใช้หาอายุของกระจุกดาวได้ ดาวฤกษ์ในกระจุกมักจะก่อตัวในเวลาเดียวกันดังนั้นพวกมันจึงมีอายุเท่ากันและเนื่องจากเราสามารถทำนายอายุขัยของดาวตามขนาดเราสามารถบอกได้ว่ากระจุกดาวมีอายุเท่าไรโดยดูว่าดาวใดเป็นเพียงแค่เริ่มออกจากลำดับหลัก



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบ H-R diagram
(ที่มา:https://www.chegg.com/ /53-hr-diagrams)

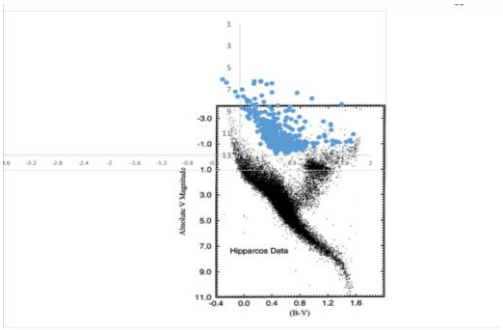
ในภาพด้านบนกลุ่มที่อายุน้อยที่สุดอยู่ทางซ้ายและด้านที่เก่าที่สุดอยู่ทางขวา ขอให้สังเกตว่าดาวที่ส่องสว่างมากเริ่มเคลื่อนไปยังระยะยักษ์ก่อน นี่เป็นดาวที่มีมวลมากที่สุดและมีอายุสั้นที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษากระจุกดาว M29 จะเก็บข้อมูลที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา โดยทำการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดีโมโตมิเตอร์ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) โดยใช้เวลาในการถ่าย 25 วินาทีพร้อมถ่าย Bias, Dark และ flat เพื่อลบสัญญานรบกวน ได้ข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์คำนวณหาระยะทางอายุและอุณหภูมิพื้นผิวของกระจุกดาวเปิดM29 นำภาพที่ได้มากำจัดสัญญาณรบกวนด้วยโปรแกรม Maxim DL และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรม Aperture Photometry Tool (APT)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากภาพที่2 คือกราฟ H-R Diagram ที่ได้วิเคราะห์จากโปรแกรม Excel นำมาเปรียบเทียบกับ H-R Diagram มาตรฐานของดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลักเพื่อหาจุดเบนออกจากแถบลำดับหลัก (Turnoff Point)



ภาพที่ 4 การซ้อนทับแผนภาพแฮรท์สชปรุง–รัสเซลล์

1.การคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวเปิด M29

V − Mv = 5log d −5

$d = 10^{(m-M+5)/5}$

$d = 10^{(15.38-7.825)/5}$

$d=10^{2.512}$

d=325.087297pc

2.การคำนวณหาอายุของกระจุกดาวเปิด M29

$$TMS \approx 10^{10} Years \left[\frac{M}{M_{\Theta}}\right]^{-2.5}$$

$$TMS \approx 10^{10} Years \left[\frac{-1.4}{1}\right]^{-2.5}$$

$\approx$ 4,312,011504 $year$

3.การเทียบหาอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิด M29

= B-V

≈ 0.3

=7,300 เคลวิน

สรุปผลการวิจัย

การคำนวณหาระยะทาง อายุและอุณหภูมิของกระจุกดาวเปิด M29 พบว่ากระจุกดาวเปิดM29 มีระยะทาง 325.087297 พาร์เซก มีอายุ 4.3 พันล้านปี และมีอุณหภูมิประมาณ 7,300 เคลวิน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก นายสุวนิตย์ วุฒสังข์ เจ้าหน้าที่สารสนเทศ และนางสาวณัฐยา ศิริวนสกุล เจ้าหน้าที่สารสนเทศชำนาญการ ที่ชี้แนะแนวทาง ในการจัดเก็บข้อมูล ให้คำปรึกษาและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นางสาวณัฐยา ศิริวนสกุล เจ้าหน้าที่สารสนเทศชำนาญการ และนางสาวสาวิตรี เดชศรีมนตรี เจ้าหน้าที่สารสนเทศ ที่ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา ที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ฉัตรสกุล อุ่นเพชร และคณะ. (2561). **การคำนวณหาระยะทางและอายุ ของกระจุกดาว M48**. การประชุมวิการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 (ฉบับที่ 2).

ตระกูลเกียรติ ปัดภัย และคณะ. (2560). **การศึกษากระจุกดาว M37**. วารสารวิทยาศาสตร์โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ปีที่ 1 (ฉบับที่ 1).

ยุพยงค์ สินทมครบุรี. (2541). **การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวเปิด M41 โดยเทคนิค ซีซีดี โฟโตเมตรี**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาการสอนฟิสิกส์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุพรรณี ไพรศรีจันทร์. (2549). **สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวปิด M15**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาฟิสิกส์)มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำนวย เสน่ดี. (2548). **วิวัฒนาการของกระจุกดาวเปิด M45 โดยเทคนิค ซีซีดี โฟโตเมตรี**. วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต (สาขาการสอนฟิสิกส์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพบูลย์ ทองเชื้อ. (2549). **การสร้างและวิเคราะห์แผนภาพเอช-อาร์ของกระจุกดาวเปิด M35**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาฟิสิกส์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.