



ผลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2565

The First Visibility of Crescent Moon in Thailand during the Year 2010-2022

ฟิรดาว เจ๊ะแด่¹ อารีเฟ็น รัศมีศาสน์² สุกัญญา มัจฉา^{3,4} และนารีมัส เจะและ^{2*}Firdaow Chetae¹, Areefen Rassamesard², Sukanya Matcha^{3,4} and Nareemas Chehlaeh^{2*}¹หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000²สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000³หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000⁴สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180¹Bachelor of Science (Physics), Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Meang, Pattani 94000²Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Meang, Pattani 94000³Regional Observatory for the Public, Songkhla, Muang District, Songkhla 90000⁴National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization), Maerim, Chiangmai 50180

*Corresponding author, e-mail: nareemas.c@psu.ac.th

(Received: Nov 3, 2023; Revised: Jan 19, 2024; Accepted: Feb 13, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลรายงานการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยย้อนหลัง 13 ปี จากสำนักจุฬาราชมนตรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 เทียบกับแบบจำลองทางดาราศาสตร์ เพื่อหาค่าเฉลี่ยตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์เหล่านั้นกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ การศึกษาครั้งนี้ มีข้อมูลผลรายงานการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกทั้งหมด 72 ครั้ง จาก 153 ข้อมูล และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากโปรแกรมทางด้านดาราศาสตร์ (Stellarium และ Accurate time) ผลจากการวิเคราะห์พบว่าอายุเฉลี่ยจันทร์เสี้ยวแรกที่สังเกตเห็นได้ในประเทศไทย คือ 16 ± 7 ชั่วโมง โดยมีค่ามุมเงยเฉลี่ย 3.4 ± 2.7 องศา มุมห่างเฉลี่ยระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่า 8.7 ± 3.8 องศา และค่าความสว่างจันทร์เสี้ยวแรกมีค่าร้อยละ 0.69 ± 0.67 อย่างไรก็ตาม ยังพบข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกที่ไม่สอดคล้องกับหลักดาราศาสตร์ โดยมีรายงานการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในวันที่ดวงจันทร์ตกก่อนดวงอาทิตย์ ข้อมูลที่ผิดปกติคิดเป็นร้อยละ 1 จากข้อมูลทั้งหมด จากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่าง ๆ พบว่า จำนวนข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยสอดคล้องกับเกณฑ์ของ Yallop (1997), MABIMS (2016) และ Odeh (2004) คิดเป็นร้อยละ 1 ร้อยละ 39 และร้อยละ 66 ของข้อมูลทั้งหมด ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าร้อยละความแตกต่างของความสว่างจันทร์เสี้ยวแรกมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่รายงานจากประเทศมาเลเซียคิดเป็นร้อยละ 28 การศึกษาผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยครั้งนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงเพื่อพัฒนาเกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย และช่วยยกระดับความแม่นยำในการกำหนดวันขึ้นต้นเดือนใหม่สำหรับปฏิทินฮิจเราะห์ศักราช งานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยแรกที่รายงานข้อมูลเชิงสถิติของการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย

คำสำคัญ : ปฏิทินฮิจเราะห์ การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก อายุของจันทร์เสี้ยว

Abstract

This research aims to compare the results of the first visibility of the crescent moon carried out in Thailand over the past 13 years, from 2010 to 2022 by the Sheikhu Islam Office, with various astronomical models, to calculate the average values of astronomical parameters related to practical crescent moon observations in Thailand, and to compare those astronomical parameters obtained from Thailand with different crescent visibility criteria. This study includes 72 data of the first crescent moon visibility out of 153 lunar observations, and additional data from astronomical software (Stellarium and the Accurate Time). The analysis revealed that the average age of the crescent was 16 ± 7 hours, with an average altitude was 3.4 ± 2.7 degrees. The average elongation angle between the sun and the moon was 8.7 ± 3.8 degrees, and the crescent's brightness was $0.69 \pm 0.67\%$. However, it was also found that

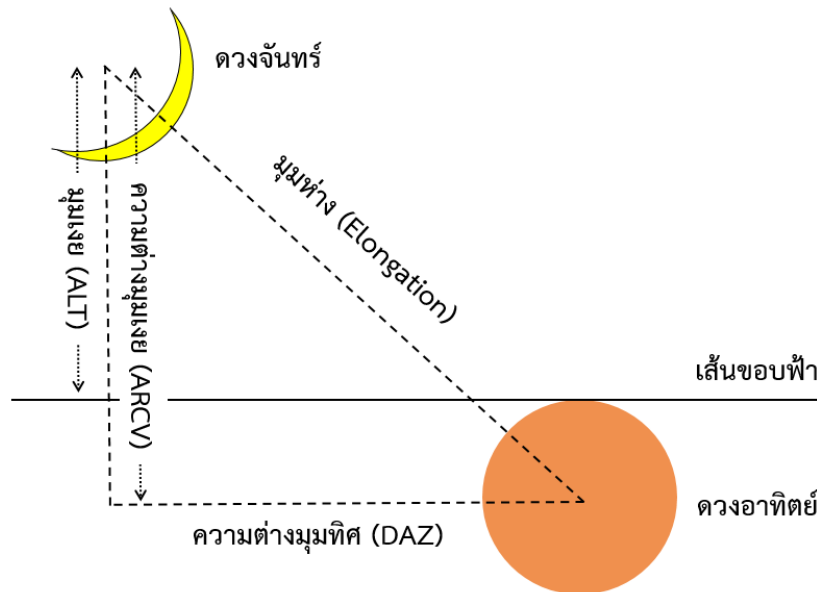
crescent observation data were inconsistent with the astronomical principles, with reported sightings of the crescent moon on the day when the moon sets before sunset accounting for 1.39% of the total data. Upon comparing the results of crescent observations in Thailand with various crescent visibility criteria, it was found that our data corresponds to the criteria of Yallop (1997), MABIMS (2016), and Odeh (2004), with percentages of 1%, 39%, and 66% of the total data, respectively. Furthermore, the percentage difference in crescent brightness from this research closely matches the values reported from Malaysia, accounting for 28%. The results of the first visibility of the crescent moon in Thailand from this research can be used as a reference database to develop crescent moon visibility criteria in Thailand, improving the accuracy of determining the first day of the new month for the Hijri (Islamic) calendar. The research is the first work to report statistical data on the first visibility of the crescent moon in Thailand.

Keywords: Hijri calendar, First visibility of the crescent moon, Age of the moon

บทนำ

สังคมมุสลิมทั่วโลกใช้การปรากฏของดวงจันทร์เพื่อสร้างปฏิทินจันทรคติ (Lunar calendar) หรือปฏิทินฮิจเราะห์ศักราช (Hijri calendar) ซึ่งใช้กำหนดวันสำคัญทางศาสนา โดยดิถีของดวงจันทร์ (Phase of the moon) ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละคืนจะเริ่มตั้งแต่จันทร์ดับ (New moon) ไปจนถึงดวงจันทร์เต็มดวง (Full moon) และค่อย ๆ ลดความสว่างลงจนกระทั่งไม่สามารถสังเกตเห็นดวงจันทร์ได้อีกครั้งเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดทั้งเดือน ในหนึ่งปีฮิจเราะห์ศักราชจะประกอบด้วย 12 เดือนกอมารีย์ห์ ในแต่ละเดือนกอมารีย์ห์จะมี 29 วัน หรือ 30 วัน ขึ้นอยู่กับผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรก (Crescent moon) หลังดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้า (Wahyuni *et al.*, 2019) โอกาสที่จะสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกด้วยตาเปล่าหรือใช้อุปกรณ์ทางดาราศาสตร์ในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกัน จึงทำให้การขึ้นต้นเดือนใหม่ของปฏิทินฮิจเราะห์ศักราชในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน (Bentchikou *et al.*, 2011) การกำหนดการขึ้นต้นเดือนใหม่ของปฏิทินฮิจเราะห์ศักราชในประเทศไทยอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานจุฬาราชมนตรีที่เป็นหน่วยงานรับรายงาน และรับรองผลรายงานการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกด้วยตาเปล่าจากทั่วประเทศ การเริ่มต้นนับเดือนกอมารีย์ห์จะใช้การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกช่วงดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าของวันที่เกิดจันทร์ดับเป็นเกณฑ์หลัก จันทร์ดับเกิดขึ้นเมื่อตำแหน่งดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์อยู่ในแนวเดียวกันคือ มุมห่าง (Elongation) ระหว่างดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์มีค่าเป็นศูนย์ ช่วงเวลาเกิดจันทร์ดับไปถึงอีกจันทร์ดับหนึ่งเท่ากับ 1 เดือนจันทรคติ หรือ 29.53059 วัน (Gislén, 2018)

เกณฑ์ความเป็นไปได้ในการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกมีหลายรูปแบบ เช่น หลักอิมกาน อัลรุกยะห์ (expected visibility) ซึ่งมีเงื่อนไขสามข้อ คือ 1) เกิดจันทร์ดับก่อนดวงอาทิตย์ตกในวันที่ทำการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกเพื่อกำหนดวันแรกของเดือนกอมารีย์ห์ 2) จันทร์เสี้ยวแรกอยู่เหนือเส้นขอบฟ้าในขณะดวงอาทิตย์ตก 3) สามารถสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกได้ (Hajiwaming, 2002) ส่วนหลักการสร้างปฏิทินโดยวิธีพิจารณาวงโคจรจริงของดวงจันทร์ประกอบการคำนวณ เรียกว่า “ฮิซาบ ฮากิกิ (Hisab hakiki)” เป็นการกำหนดวันต้นเดือนกอมารีย์ห์ด้วยวิธีการคำนวณที่อาศัยข้อมูลทางดาราศาสตร์โดยตรง เพราะอายุของดวงจันทร์แต่ละเดือนแตกต่างกัน (Ridwan & Zain, 2021) การพิจารณาความเป็นไปได้ในการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกโดยพิจารณาจากข้อมูลการสังเกตการณ์เป็นหลัก มีตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุของดวงจันทร์ (Moon's age) ระยะเวลาดวงจันทร์ค้างฟ้า (Moon's lag time) มุมเงยของดวงจันทร์ (Moon's altitude, ALT) ค่าความต่างมุมเงยระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (Arc of vision, ARCV) มุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (Elongation) และค่าความต่างมุมทิศระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (Delta azimuth, DAZ) ดังแสดงในรูปที่ 1 นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนาดความกว้างส่วนสว่างของจันทร์เสี้ยวแรก (Crescent width, W) ที่วัดตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ (Odeh, 2004) และร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยว (Illumination) คือเปอร์เซ็นต์ความสว่างของดวงจันทร์เทียบกับจันทร์เต็มดวง สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ $\frac{1}{2} [1 - \cos(E)] \times 100\%$ โดยที่ E คือมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (Ahmed & Abdul Aziz, 2014)



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งดวงจันทร์ที่อยู่เหนือเส้นขอบฟ้า ในขณะที่ดวงอาทิตย์ตก (ดัดแปลงภาพจาก Odeh, 2004) โดยที่ ALT คือ มุมเงยของดวงจันทร์ ARCV คือ ค่าความต่างมุมเงยระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ Elongation คือ ระยะห่างเชิงมุมระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ และ DAZ คือ ค่าความต่างมุมทิศระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (ระยะเชิงมุมทั้ง 4 ตัวแปรมีหน่วยเป็นองศา)

จากงานวิจัยของ Schaefer (1996) พบว่า การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกไม่สามารถคาดการณ์โดยใช้ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งได้ แต่การคาดการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถคำนวณลักษณะการปรากฏของจันทร์เสี้ยวแรกตามเงื่อนไขทางด้านดาราศาสตร์ต้องอาศัยตัวแปรต่าง ๆ เช่น มุมเงย มุมห่าง และอายุขั้วขึ้นต่ำของดวงจันทร์ตั้งแต่เกิดจันทร์ดับ รวมถึงสภาพอากาศในวันที่เกิดการณ์ ในทำนองเดียวกัน Ozlem (2014) พบว่า มุมเงยและขนาดความกว้างส่วนสว่างของดวงจันทร์เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคาดการณ์ความเป็นไปได้ในการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกได้อย่างแม่นยำ

Odeh (2004) ได้ศึกษาเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกใหม่โดยใช้ข้อมูลสังเกตการณ์ทั้งหมด 737 ครั้ง จากการศึกษาเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกใหม่จะขึ้นอยู่กับค่ามุมห่างมีค่าเท่ากับ 6.0 องศา หรือ 6.4 องศา ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่สังเกต ต่อมา Ahmed & Abdul Aziz (2014) ได้นำเสนอเกณฑ์ใหม่สำหรับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก โดยใช้ข้อมูลสังเกตการณ์จันทร์เสี้ยวแรกด้วยตาเปล่าและอุปกรณ์สังเกตการณ์เชิงแสง (Optically aided) จำนวน 141 ครั้ง จากประเทศมาเลเซีย และ 52 ครั้ง จากประเทศอิหร่าน จากการศึกษาระบุว่าร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.52 ± 0.10 และ 0.39 ± 0.10 สำหรับประเทศมาเลเซียและประเทศอิหร่าน ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความสว่างของท้องฟ้าในช่วงพระอาทิตย์ตกเท่ากับ 6.80 ± 1.13 แมกนิจูดต่อตารางฟิลิปดา ร้อยละความสว่างของดวงจันทร์เท่ากับ 0.39 เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก ในขณะที่ร้อยละความสว่าง 0.52 เหมาะสำหรับบริเวณเส้นศูนย์สูตรที่มีความชื้นและความอบอุ่นมาก Anwar *et al.* (2016) ได้ประเมินความเกี่ยวข้องในการใช้เกณฑ์อายุของดวงจันทร์เป็นหนึ่งในเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกแบบอิมกาน อัลรุกยะห์ ที่ใช้ในประเทศมาเลเซีย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2558 ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ เวลาที่ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ตก และเวลาเกิดจันทร์ดับ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ในการกำหนดวันเริ่มต้นเดือนกอมารียะห์จากข้อมูลดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อน 22 รายการ ที่พบว่ายอายุของดวงจันทร์ไม่สอดคล้องกับมุมเงย และระยะห่างเชิงมุมระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ซึ่งเป็นตัวแปรหลักในการพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะเห็นจันทร์เสี้ยวแรก จึงสรุปว่าการใช้อายุของจันทร์เสี้ยวแรกอาจไม่เกี่ยวข้องกับการเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเสมอไป Wahidi *et al.* (2020) ศึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการตามเกณฑ์ของสมาคมรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศาสนาของบรูไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ (The Minister of Religion of Brunei, Indonesia, Malaysia and Singapore หรือ MABIMS) ในการกำหนดการขึ้นต้นเดือนกอมารียะห์ในประเทศอินโดนีเซียและบรูไนดารุสซาลาม จากการวิจัยพบว่า ทั้งสองประเทศใช้เกณฑ์การคำนวณทั้งปี ยกเว้นเดือนรอมฎอน เซาวาล และซุลฮิจยะห์ ซึ่งเป็นเดือนที่มีวันสำคัญ

ทางศาสนาอิสลาม ใช้แนวทางการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกด้วยตาเปล่าร่วมกับกล้องโทรทรรศน์เชิงแสง และในแง่ของความถูกต้องของการใช้เกณฑ์ MABIMS โดยในอินโดนีเซียและบรูไนดารุสซาลามตามหลักศาสนาและหลักดาราศาสตร์ อนุญาตให้ใช้ข้อมูลเชิงสังเกตการณ์ (Observational data) ได้ Ahmad *et al.* (2020) ได้ศึกษาการเสนอแนวทางการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกแบบใหม่ โดยใช้แบบจำลองการถดถอยสำหรับข้อมูลวงกลม (Regression on circular data) จึงได้สร้างแบบจำลองดังกล่าวเพื่อใช้กับข้อมูล 254 รายการ ที่ได้เก็บรวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2563 ณ หอสังเกตจันทร์เสี้ยวเตโละ เกอฆัง ประเทศมาเลเซีย จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้วิจัยได้เสนอมุมท่างมีค่าเท่ากับ 7.28 องศา มุมเงยมีค่าเท่ากับ 3.33 องศา และค่าความต่างมุมเงยมีค่าเท่ากับ 3.74 องศา เป็นเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกใหม่ที่มีผลอย่างมากในการกำหนดปฏิทินอิสลามที่มีความแม่นยำสูงสำหรับประเทศมาเลเซีย

จากบทบาทและความสำคัญของการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่มีต่อการกำหนดปฏิทินฮิจเราะห์ศักราชและการกำหนดวันสำคัญทางศาสนาอิสลาม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับศาสนกิจของชาวมุสลิมทั่วโลก ผนวกกับในประเทศไทยยังไม่มีเกณฑ์กลางในการกำหนดความเป็นไปได้ในการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกตามหลักดาราศาสตร์ และมีประเด็นการถกเถียงในสังคมมุสลิมเป็นวงกว้างถึงความน่าเชื่อถือของการรายงานผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรก โดยเฉพาะการกำหนดวันสำคัญทางศาสนาของอิสลาม เช่น ประเด็นการกำหนดการเข้าวันแรกของเดือนรอมฎอน หรือวันฮัจญ์ที่ไม่ตรงกัน ผู้วิจัยเห็นว่าควรที่จะศึกษาข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย เพื่อหาหลักเกณฑ์การเข้าเดือนใหม่ตามปฏิทินอิสลามที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลผลรายงานการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยย้อนหลัง 13 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 โดยข้อมูลได้รับจากสำนักจุฬาราชมนตรี เทียบกับแบบจำลองทางดาราศาสตร์ในโปรแกรมมาตรฐาน Stellarium และ Accurate Time เพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์เหล่านั้นกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกอย่างเป็นระบบ และไม่มีเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่ถูกกำหนดขึ้นอย่างเป็นทางการ งานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยแรกที่รายงานการศึกษาเชิงสถิติของผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย โดยผลการวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงในการพัฒนาเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยจากสำนักจุฬาราชมนตรี โดยข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลสรุปผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 รวมระยะเวลาทั้งหมด 13 ปี และเป็นข้อมูลผลการสังเกตที่เห็นจันทร์เสี้ยวแรกทั้งหมด 72 ครั้ง จาก 153 เดือน ข้อมูลที่ได้รับประกอบด้วย วันที่กำหนดการดวงจันทร์ เดือนกอมารียะห์ ผลการดวงจันทร์ วันที่กำหนดเดือนใหม่ สถานที่และเวลาที่สังเกตจันทร์เสี้ยวแรก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในปี พ.ศ. 2553-2565 ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักจุฬาราชมนตรี แสดงข้อมูลจำนวน 26 เดือน จากข้อมูลทั้งหมด 153 เดือน นับจากข้อมูลล่าสุดย้อนกลับไป 26 เดือน

วันที่กำหนดการดูจันทร์เสี้ยวแรก	เดือนกอมารียะห์	ผลการดวงจันทร์	วันที่กำหนดเดือนใหม่	สถานที่และเวลาสังเกตการณ์ (ชั่วโมง:นาที)
18 ตุลาคม 2563	รอปืออัลเอวาล	เห็นดวงจันทร์	19 ตุลาคม 2563	*
16 พฤศจิกายน 2563	รอปืออัลอาคร	เห็นดวงจันทร์	17 พฤศจิกายน 2563	ชลบุรี (18:08 น.)
15 ธันวาคม 2563	ยะมาดีลเอวาล	ไม่เห็นดวงจันทร์	17 ธันวาคม 2563	
14 มกราคม 2564	ยะมาดีลอาคร	เห็นดวงจันทร์	15 มกราคม 2564	กระเป๋ (18:35 น.) ระยอง (18:31 น.) กทม. (18:10 น.)
12 กุมภาพันธ์ 2564	รอปืออัล	เห็นดวงจันทร์	13 กุมภาพันธ์ 2564	ระยอง (18:32 น.)
13 มีนาคม 2564	ชะบาน	ไม่เห็นดวงจันทร์	15 มีนาคม 2564	
12 เมษายน 2564	รอมฎอน	เห็นดวงจันทร์	13 เมษายน 2564	*
11 พฤษภาคม 2564	เซาวาล	ไม่เห็นดวงจันทร์	13 พฤษภาคม 2564	
10 มิถุนายน 2564	ซุลเกาะดะห์	ไม่เห็นดวงจันทร์	12 มิถุนายน 2564	



ตารางที่ 1 (ต่อ)

วันที่กำหนดการดูจันทร์เสี้ยวแรก	เดือนกอมารียะห์	ผลการดูดวงจันทร์	วันที่กำหนดเดือนใหม่	สถานที่และเวลาสังเกตการณ์ (ชั่วโมง:นาที)
10 กรกฎาคม 2564	ซูลอิจยะห์	ไม่เห็นดวงจันทร์	12 กรกฎาคม 2564	
9 สิงหาคม 2564	มุฮ์รอม	เห็นดวงจันทร์	10 สิงหาคม 2564	ระยอง (19:01 น.)
7 กันยายน 2564	ซอฟิร	ไม่เห็นดวงจันทร์	9 กันยายน 2564	
7 ตุลาคม 2564	รอบีอุลอาวาล	เห็นดวงจันทร์	8 ตุลาคม 2564	ระยอง (18:21 น.)
5 พฤศจิกายน 2564	รอบีอุลอาคร	ไม่เห็นดวงจันทร์	7 พฤศจิกายน 2564	
5 ธันวาคม 2564	ยะมาดีลอาวาล	เห็นดวงจันทร์	6 ธันวาคม 2564	กระบี่ (18:30 น.) กทม. (18:10 น.)
3 มกราคม 2565	ยะมาดีลอาคร	เห็นดวงจันทร์	4 มกราคม 2565	ระยอง (18:25 น.)
1 กุมภาพันธ์ 2565	รอยัยบ	ไม่เห็นดวงจันทร์	3 กุมภาพันธ์ 2565	
3 มีนาคม 2565	ชะบาน	ไม่เห็นดวงจันทร์	5 มีนาคม 2565	
2 เมษายน 2565	รอมฎอน	เห็นดวงจันทร์	3 เมษายน 2565	อยุธยา (19:04 น.)
1 พฤษภาคม 2565	เชาวาล	เห็นดวงจันทร์	2 พฤษภาคม 2565	*
30 พฤษภาคม 2565	ซุลเกาะดะห์	ไม่เห็นดวงจันทร์	1 มิถุนายน 2565	
29 มิถุนายน 2565	ซูลอิจยะห์	ไม่เห็นดวงจันทร์	1 กรกฎาคม 2565	
29 กรกฎาคม 2565	มุฮ์รอม	เห็นดวงจันทร์	30 กรกฎาคม 2565	*
27 สิงหาคม 2565	ซอฟิร	ไม่เห็นดวงจันทร์	29 สิงหาคม 2565	
26 กันยายน 2565	รอบีอุลอาวาล	ไม่เห็นดวงจันทร์	28 กันยายน 2565	
26 ตุลาคม 2565	รอบีอุลอาคร	ไม่เห็นดวงจันทร์	28 ตุลาคม 2565	

2. นำข้อมูลที่ได้รับดังกล่าว หาเวลาที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ตก มุมทิศ (Azimuth) ของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ มุมเงย (Altitude) ของดวงจันทร์ มุมห่าง (Elongation) ระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ค่าร้อยละความสว่าง (Illumination) ของจันทร์เสี้ยว และอายุของดวงจันทร์ (Moon's age) โดยข้อมูลดังกล่าวอ้างอิงจากโปรแกรม Stellarium และเวลาที่เกิดจันทร์ดับอ้างอิงจากโปรแกรม Accurate time โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

2.1 เปิดโปรแกรม Stellarium¹ ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองท้องฟ้า แสดงกลุ่มดาวและการเคลื่อนที่ของท้องฟ้าเหมือนจริง ใช้เพื่อจำลองตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ ผู้ใช้สามารถตั้งค่าตำแหน่งที่ต้องการศึกษาในกรณีนี้คือ สถานที่ที่สังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกที่ได้รับข้อมูลมาจากสำนักจุฬาราชมนตรี โดยพิมพ์ค้นหาตำแหน่งที่ตั้งหรือระบุพิกัดจังหวัดที่สังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก จากนั้นเลือกวัตถุที่ต้องการศึกษาคือ ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ แล้วตั้งค่าวันที่และเวลาจากข้อมูลที่ได้รับ เมื่อนำภาพจันทร์เสี้ยวแรกจากโปรแกรม Stellarium มาเปรียบเทียบกับภาพจริงที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูป และภาพที่ถ่ายผ่านกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง จะพบว่า ภาพทั้งสามมีความสอดคล้องกัน ดังแสดงในภาพที่ 2

2.2 เปิดโปรแกรม Accurate time² ตั้งค่าตำแหน่งที่ต้องการศึกษา ในกรณีนี้คือ สถานที่ที่สังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกที่ได้รับข้อมูลมาจากสำนักจุฬาราชมนตรี สามารถตั้งค่าโดยการเลือกไปที่ปุ่ม Location จากแถบเมนู จากนั้นพิมพ์หาตำแหน่งหรือระบุพิกัดจังหวัดที่สังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก เมื่อตั้งค่าตำแหน่งที่ตั้งเรียบร้อยแล้ว ทำการเลือกไปที่เมนูการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก หรือ Crescent visibility เพื่อกำหนดวันที่และเวลาที่ต้องการศึกษา จากนั้นกดปุ่ม Calculate และโปรแกรมจะแสดงข้อมูลที่เราต้องการศึกษา โดยจะใช้เพียงข้อมูลของเวลาที่เกิดจันทร์ดับเท่านั้น

2.3 เมื่อใช้โปรแกรม Stellarium จะได้ค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์ ได้แก่ เวลาที่ดวงอาทิตย์ตก มุมทิศของดวงจันทร์เมื่อดวงอาทิตย์ตก และเวลาที่ดวงจันทร์ตก ดังแสดงในตารางที่ 2 และยังได้ข้อมูลของดวงจันทร์เมื่อดวงอาทิตย์ตก เช่น ค่าอายุของดวงจันทร์ ร้อยละความสว่าง มุมทิศ มุมเงย และมุมห่างของจันทร์เสี้ยวแรก ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนโปรแกรม Accurate time จะให้ข้อมูลเวลาที่เกิดจันทร์ดับ จากนั้นนำค่าอายุของดวงจันทร์ ร้อยละความสว่าง มุมทิศ มุมเงย และมุมห่างของจันทร์เสี้ยวแรกมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์เหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4

3. คำนวณร้อยละความสอดคล้องของผลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในงานวิจัยนี้กับเกณฑ์ต่าง ๆ โดยไม่พิจารณาข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่ไม่สอดคล้องกับหลักดาราศาสตร์จำนวน 1 ครั้ง ทำให้เหลือข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยว

แรกทั้งหมด 71 ครั้ง เมื่อพิจารณาเกณฑ์ของ Odeh (2004) กำหนดให้ค่ามุมห่ามีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 6.4 องศา นำค่ามุมห่าในแต่ละครั้งที่มีการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังกล่าว ในงานวิจัยนี้มีผลการสังเกตการณ์ที่ผ่านเกณฑ์ของ Odeh (2004) จำนวน 47 ครั้ง จากข้อมูลทั้งหมด 71 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 66.20 และคำนวณเช่นเดียวกันนี้กับเกณฑ์อื่น ๆ

¹ดาวนโหลตโปรแกรม Stellarium ได้จาก <http://www.Stellarium.org/>

²ดาวนโหลตโปรแกรม Accurate time ได้จาก <https://accurate-times.software.informer.com/>



ภาพที่ 2 ภาพจันทร์เสี้ยวแรกในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ณ ชั้นดาดฟ้า ตึกพรีคลินิก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ภาพ (ก) ภาพที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูป ภาพ (ข) ภาพที่ถ่ายผ่านกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง ภาพ (ค) ภาพจากโปรแกรม Stellarium อายุของจันทร์เสี้ยวแรกมีค่า 28 ชั่วโมง 46 นาที มุมเงย 8 องศา 33 ลิปดา และมุมห่าระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เท่ากับ 16 องศา 12 ลิปดา

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย

จากผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยย้อนหลัง 13 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2565 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้รับดังกล่าวมาคำนวณหาค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เวลาดวงอาทิตย์ตก (Sunset) มุมทิศเมื่อดวงอาทิตย์ตก (Azimuth at sunset) เวลาดวงจันทร์ตก (Moonset) เวลาที่เกิดจันทร์ดับ (New moon) อายุของดวงจันทร์ (Moon's age) ร้อยละความสว่าง (Illumination) มุมทิศ (Azimuth) ของดวงจันทร์ มุมเงย (Altitude) ของดวงจันทร์ มุมห่า (Elongation) ระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ จากการศึกษาได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 สรุปได้ว่า อายุของจันทร์เสี้ยวแรกที่สามารถสังเกตเห็นในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยคือ 16.2 ± 6.6 ชั่วโมง ร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกที่สามารถสังเกตเห็นในประเทศไทย คือ 0.69 ± 0.67 มุมเงยของดวงจันทร์ที่สามารถสังเกตเห็นมีค่าเฉลี่ยคือ 3.4 ± 2.7 องศา (3 องศา 21 ลิปดา 00 ฟลิปดา) โดยค่ามุมเงยที่น้อยที่สุดที่สามารถสังเกตเห็นได้คือ 0.02 องศา (0 องศา 01 ลิปดา 5 ฟลิปดา) ในวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2554 และค่ามุมเงยของดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้มากที่สุดคือ 12.6 องศา (12 องศา 34 ลิปดา 23 ฟลิปดา) ในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2564 และมุมห่าระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้ มีค่าเฉลี่ยคือ 8.7 ± 3.8 องศา (8 องศา 42 ลิปดา 36 ฟลิปดา) โดยค่ามุมห่าระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่มีค่าน้อยที่สุดที่สังเกตเห็นได้คือ 3.7 องศา (3 องศา 39 ลิปดา 58 ฟลิปดา) ในวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2562 และค่ามุมห่าระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้มากที่สุดคือ 23.0 องศา (23 องศา 2 ลิปดา 7 ฟลิปดา) ในวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2563



ตารางที่ 2 ข้อมูลการวิเคราะห์ผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในปี พ.ศ. 2553-2565 แสดงข้อมูลจำนวน 17 ครั้ง จากข้อมูลทั้งหมด 72 ครั้ง นับจากข้อมูลล่าสุดย้อนกลับไป 17 ครั้ง

วัน-เดือน-ปี* (พุทธศักราช)	วัน-เดือน-ปี* (ฮิจเราะห์ศักราช)	วันกำหนด ขึ้นเดือนใหม่*	สถานที่* (เวลาสังเกตการณ์)	เวลา ดวงอาทิตย์ตก**	มุมทิศเมื่อ ดวงอาทิตย์ตก**	เวลา ดวงจันทร์ตก**
27-07-2557	29 Syawwal 1435	28-07-2557	กทม. (18:57 น.)	18:48 น.	290° 33' 44"	18:56 น.
:	:	:	:	:	:	:
25-01-2563	29 Jamadul-Akhir 1441	26-01-2563	ระยอง (18:26 น.)	18:13 น.	251° 21' 32"	18:38 น.
23-04-2563	29 Ramadan 1441	24-04-2563	ยะลา (18:31 น.)	18:23 น.	283° 13' 21"	18:40 น.
21-07-2563	29 Zul-Hijjah 1441	22-07-2563	ยะลา (18:54 น.)	18:35 น.	291° 13' 01"	19:17 น.
18-10-2563	29 Rabiul-Awwal 1442	19-10-2563	ยะลา (18:41 น.)	17:59 น.	261° 11' 00"	19:31 น.
16-11-2563	29 Rabiul-Awwal 1442	17-11-2563	ชลบุรี (18:08 น.)	17:46 น.	251° 56' 41"	18:54 น.
14-01-2564	29 Jamadul-Akhir 1442	15-01-2564	ระยอง (18:31 น.)	18:08 น.	249° 35' 33"	19:17 น.
12-02-2564	29 Rajab 1442	13-02-2564	ระยอง (18:32 น.)	18:20 น.	256° 56' 53"	18:54 น.
12-04-2564	29 Ramadan 1442	13-04-2564	ยะลา (18:32 น.)	18:24 น.	279° 17' 18"	18:40 น.
09-08-2564	29 Muharram 1443	10-08-2564	ระยอง (19:01 น.)	18:38 น.	287° 39' 00"	19:27 น.
07-10-2564	29 Rabiul-Awwal 1443	08-10-2564	ระยอง (18:21 น.)	18:01 น.	256° 26' 56"	18:51 น.
05-12-2564	29 Jamadul-Awwal 1443	06-12-2564	กระบี่ (18:08 น.)	18:05 น.	247° 33' 59"	19:12 น.
03-01-2565	29 Jamadul-Akhir 1443	04-01-2565	ระยอง (18:25 น.)	18:01 น.	247° 58' 16"	18:40 น.
02-04-2565	29 Ramadan 1443	03-04-2565	อยุธยา (19:04 น.)	18:30 น.	277° 37' 15"	19:29 น.
01-05-2565	29 Syawwal 1443	02-05-2565	ยะลา (18:36 น.)	18:23 น.	285° 47' 2.4"	18:49 น.
29-07-2565	29 Muharram 1444	30-07-2565	ยะลา (18:52 น.)	18:34 น.	289° 30' 57"	19:12 น.
25-11-2565	29 Jamadul-Awwal 1444	26-11-2565	ยะลา (18:34 น.)	17:56 น.	249° 57' 34"	19:19 น.
24-12-2565	29 Jamadul-Akhir 1444	25-12-2565	ยะลา (18:25 น.)	18:07 น.	246° 57' 43"	19:10 น.

*ข้อมูลที่ได้รับจากสำนักจุฬารัฐมนตรี

**ค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรมมาตรฐาน Stellarium



ตารางที่ 3 ข้อมูลการวิเคราะห์ผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในปี พ.ศ. 2553-2565 แสดงข้อมูลเวลาที่เกิดจันทร์ดับจากโปรแกรม Accurate Time และข้อมูลของดวงจันทร์เมื่อดวงอาทิตย์ตกจากโปรแกรม Stellarium จากข้อมูลทั้งหมด 72 ครั้ง นับจากข้อมูลล่าสุดย้อนกลับไป 17 ครั้ง

วัน-เดือน-ปี (พุทธศักราช)	เวลาที่เกิด จันทร์ดับ*	ข้อมูลของดวงจันทร์เมื่อดวงอาทิตย์ตก				
		อายุของดวง จันทร์**	ร้อยละความ สว่าง**	มุมทิศ**	มุมเงย**	มุมห่าง**
27-07-2557	05:42 น.	13h 15m	0.40%	283 ° 34' 42"	-0 ° 49' 03"	7 ° 23' 59"
:	:	:	:	:	:	:
25-01-2563	04:49 น.	13h 37m	0.30%	248 ° 41' 59"	2 ° 07' 50"	6 ° 16' 52"
23-04-2563	09:26 น.	09h 05m	0.20%	280 ° 09' 29"	1 ° 36' 08"	5 ° 02' 47"
21-07-2563	00:33 น.	18h 21m	0.70%	290 ° 50' 36"	4 ° 21' 55"	9 ° 24' 19"
18-10-2563	02:31 น. (17.10.2563)	40h 10m	4.00%	253 ° 13' 10"	10 ° 41' 13"	23 ° 02' 07"
16-11-2563	12:07 น. (15.11.2563)	30h 01m	2.10%	244 ° 50' 43"	9 ° 11' 12"	16 ° 37' 00"
14-01-2564	12:00 น. (13.01.2564)	30h 31m	1.90%	245 ° 11' 05"	9 ° 05' 05"	15 ° 45' 26"
12-02-2564	02:06 น.	16h 26m	0.60%	253 ° 07' 42"	4 ° 24' 31"	8 ° 44' 10"
12-04-2564	09:31 น.	09h 01m	0.20%	276 ° 49' 21"	1 ° 28' 0.6"	4 ° 41' 32"
09-08-2564	20:50 น.	19h 30m	1.00%	285 ° 47' 07"	5 ° 16' 14"	11 ° 21' 41"
07-10-2564	18:05 น. (06.10.2564)	24h 16m	1.30%	259 ° 58' 31"	6 ° 22' 31"	13 ° 07' 45"
05-12-2564	14:43 น. (04.12.2564)	27h 25m	1.80%	240 ° 46' 45"	12 ° 34' 23"	15 ° 30' 59"
03-01-2565	01:33 น.	16h 52m	0.70%	242 ° 56' 60"	2 ° 31' 43"	9 ° 47' 45"
02-04-2565	13:24 น. (01.04.2565)	29h 40m	1.50%	277 ° 18' 01"	5 ° 04' 19"	13 ° 58' 30"
01-05-2565	03:28 น.	15h 08m	0.30%	286 ° 38' 50"	2 ° 31' 48"	6 ° 15' 24"
29-07-2565	00:55 น.	17h 57m	0.60%	290 ° 51' 39"	3 ° 52' 17"	8 ° 46' 1.2"
25-11-2565	05:57 น. (24.11.2565)	36h 37m	3.10%	241 ° 27' 01"	8 ° 33' 51"	20 ° 11' 21"
24-12-2565	17:17 น. (23.12.2565)	25h 29m	1.60%	241 ° 15' 08"	8 ° 41' 04"	14 ° 35' 54"
ค่าเฉลี่ยจากการสังเกตการณ์ 72 ครั้ง		16h 12m	0.69%	268 ° 55' 23"	3 ° 21' 00"	8 ° 42' 36"

*ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรม Accurate Time

**ค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรมมาตรฐาน Stellarium

2. เปรียบเทียบผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยและเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่างๆ

จากการวิเคราะห์ผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกย้อนหลัง 13 ปี ของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 3 ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกดังนี้ อายุของจันทร์เสี้ยวแรกที่สามารถสังเกตเห็น คือ 16.2 ± 6.6 ชั่วโมง ค่าความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกคือร้อยละ 0.69 ± 0.67 มุมเงยของจันทร์เสี้ยวแรกคือ 3.35 ± 2.67 องศา และมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์คือ 8.7 ± 3.8 องศา จากข้อมูลการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยเกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบได้มาจากการเก็บข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกและวิเคราะห์โดยใช้หลักทางสถิติ เพื่อนำเกณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือมาใช้จริงในการกำหนดวันขึ้นเดือนใหม่ของปฏิทินอิสลาม อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้อภิปรายเฉพาะเกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกของ Yallop (1997), Odeh (2004) และเกณฑ์ของกลุ่ม MABIMS เนื่องจากเป็นเกณฑ์การ

สังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกที่ได้รับนิยามกันอย่างแพร่หลาย ความเป็นไปได้ที่เห็นจันทร์เสี้ยวแรกไม่สามารถคาดการณ์โดยใช้ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งได้ อย่างน้อยต้องใช้สองตัวแปรพิจารณา คือ มุมเงยของดวงจันทร์ และมุมห่างระหว่างดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์ ส่วนอายุของดวงจันทร์เป็นเพียงตัวแปรรองในการพิจารณา แต่อย่างไรก็ตาม อายุของดวงจันทร์ก็เป็นตัวแปรที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสว่างของจันทร์เสี้ยว

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยและเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ

เกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยว	ตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง					อ้างอิง
	อายุจันทร์ (ชั่วโมง)	ความสว่าง (ร้อยละ)	มุมเงย (องศา)	มุม DAZ* (องศา)	มุมห่าง (องศา)	
Danjon (1936)	-	-	-	-	≥ 7	(1)
งานประชุมที่ประเทศตุรกี (1978)	-	-	≥ 5	-	≥ 8	(2)
McNally (1983)	-	-	-	-	≥ 5	(1)
Schaefer (1991)	-	-	-	-	≥ 7	(1)
Ilyas (1994)	-	-	≥ 3	-	≥ 10.5	(1)
Yallop (1997)	-	-	-	0	≥ 12	(1)
Odeh (2004)	-	-	-	-	≥ 6.4	(1)
งานประชุมที่ประเทศตุรกี (2016)	-	-	≥ 3	-	≥ 8	(2)
เกณฑ์ของกลุ่ม MABIMS (2016)	-	-	≥ 3	-	≥ 6.4	(3)
งานประชุมที่กรุงจาการ์ตา (2017)	-	-	≥ 3	-	≥ 6.4	(2)
ผลการวิเคราะห์จากงานวิจัยนี้	16.2	0.69	3.4	3.8	8.7	

*มุม DAZ คือ ค่าความต่างของมุมทิศระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ดังแสดงในภาพที่ 1

(1) Odeh (2004)

(2) Zainon (2019)

(3) Maskufa *et al.* (2022)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย

จากผลการศึกษาสามารถสรุปค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก ดังแสดงในตารางที่ 5 จากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด มีผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่ไม่สอดคล้องกับหลักดาราศาสตร์ 1 ครั้ง พบในวันที่ 29 เมษายน 1435 ตรงกับวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งในวันดังกล่าวเกิดจันทร์ดับเวลา 05:42 น. เวลาที่ดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้าคือ 18:48 น. เวลาที่ดวงจันทร์ตกกลับขอบฟ้าจริงคือ 18:56 น. แต่มีผู้รายงานการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเวลา 18:57 น. แสดงว่าเวลาที่รายงานการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเป็นเวลาที่ดวงจันทร์ได้ตกกลับขอบฟ้าไปแล้ว จากการพิจารณาการกำหนดการขึ้นต้นเดือนใหม่ตามหลักอิมกาน อัลรูกยะห์ ซึ่งเป็นหลักที่ใช้กันแพร่หลายและในประเทศมาเลเซียได้มีการใช้หลักการนี้ในการกำหนดวันขึ้นต้นเดือนใหม่ตามปฏิทินอิสเราะห์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 (Anwar *et al.* 2016) โดยพิจารณาการเกิดจันทร์ดับกับตำแหน่งของจันทร์เสี้ยวแรกที่อยู่เหนือขอบฟ้า ร่วมกับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรก ซึ่งมีเงื่อนไขอยู่สามข้อ คือ 1) เกิดจันทร์ดับก่อนดวงอาทิตย์ตกในวันที่ทำการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกเพื่อกำหนดวันแรกของเดือนกอมารียะห์ 2) จันทร์เสี้ยวแรกอยู่เหนือเส้นขอบฟ้าในขณะที่ดวงอาทิตย์ตก 3) สามารถสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกได้ (Hajiwaming, 2002) จากเงื่อนไขของหลักอิมกาน อัลรูกยะห์พบว่า การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้อที่ 2 ซึ่งในวันดังกล่าวตำแหน่งมุมเงยของจันทร์เสี้ยวแรกคือ 0 องศา 18 ลิปดา 49 มิลิปดา หรือตำแหน่งของจันทร์เสี้ยวแรกได้ตกกลับขอบฟ้าไปแล้ว แสดงให้เห็นว่าการกำหนดการขึ้นต้นเดือนใหม่ในวันดังกล่าวอาจเกิดความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 1 ของข้อมูลทั้งหมด หากเกิดความผิดพลาดในการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรก ส่งผลให้ปฏิทินอิสลามไม่ตรงตามการปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้า และทำให้วันสำคัญทางศาสนาอิสลามไม่ตรงตามปฏิทินจันทรคติ

ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษาอายุ ค่าร้อยละความสว่าง มุมเงย และมุมห่างของจันทร์เสี้ยวแรกที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

สมบัติทางกายภาพของจันทร์เสี้ยวแรก	ค่าที่ได้	วันที่สังเกตเห็น
1. อายุของจันทร์เสี้ยว (ชั่วโมง)		
1.1. อายุเฉลี่ยของจันทร์เสี้ยวแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้ในประเทศไทย	16.2 ± 6.6 ชั่วโมง	
1.2. จันทร์เสี้ยวแรกที่มีอายุน้อยที่สุดที่สังเกตเห็น	7.3 ชั่วโมง	19 กรกฎาคม 2555
1.3. จันทร์เสี้ยวแรกที่มีอายุมากที่สุดที่สังเกตเห็น	40.2 ชั่วโมง	18 ตุลาคม 2563
2. ค่าความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรก (ร้อยละ)		
2.1. ร้อยละความสว่างเฉลี่ยของจันทร์เสี้ยวแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้	$0.69\% \pm 0.67\%$	
2.2. ร้อยละความสว่างน้อยที่สุดที่สังเกตเห็นได้	0.10%	10 พฤษภาคม 2556 และ 6 มกราคม 2562
2.3. ร้อยละความสว่างมากที่สุดของจันทร์ที่สังเกตเห็นได้	4.00%	18 ตุลาคม 2563
3. มุมเงยของดวงจันทร์ (องศา)		
3.1. มุมเงยเฉลี่ยของดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้	3.4 ± 2.7 องศา	
3.2. มุมเงยที่น้อยที่สุดของดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้	0.02 องศา	29 สิงหาคม 2554
3.3. มุมเงยมากที่สุดของดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้	12.6 องศา	05 ธันวาคม 2564
4. มุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (องศา)		
4.1. มุมห่างเฉลี่ยระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่สังเกตเห็นได้	8.7 ± 3.9 องศา	
4.2. มุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่มีค่าน้อยที่สุดที่สังเกตเห็นได้	3.7 องศา	6 มกราคม 2562
4.3. มุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มากที่สุดที่สังเกตเห็นได้	23.0 องศา	18 ตุลาคม 2563

2. เปรียบเทียบผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยและเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวรูปแบบต่าง ๆ

2.1 เปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Yallop

เกณฑ์ของ Yallop (1997) มีเงื่อนไขคือ สามารถสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเมื่อมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 12.0 องศา และค่าความต่างของมุมทิศเท่ากับหรือมากกว่า 0.0 องศา จากการวิเคราะห์และสรุปผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยมุมห่างของดวงจันทร์คือ 8.7 องศา และค่าความต่างมุมทิศระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์คือ 3.8 องศา แสดงให้เห็นว่าข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยไม่สอดคล้องกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Yallop (1997) เนื่องจากมีค่ามุมห่างของดวงจันทร์น้อยกว่าเงื่อนไขที่เกณฑ์กำหนด และพบว่าจำนวนข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวในประเทศไทยสอดคล้องตามเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Yallop (1997) คิดเป็นร้อยละ 1 ของข้อมูลทั้งหมด

2.2 เปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Odeh

เกณฑ์ของ Odeh (2004) มีเงื่อนไขคือ สามารถสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเมื่อมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 6.4 องศา จากการวิเคราะห์และสรุปผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่าเท่ากับ 8.7 องศา แสดงให้เห็นว่าผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทยมีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่เกณฑ์กำหนด และพบว่าจำนวนข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยสอดคล้องและเป็นไปตามเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Odeh (2004) คิดเป็นร้อยละ 66 ของข้อมูลทั้งหมด ถือเป็นเกณฑ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยมากที่สุด

2.3 เปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ MABIMS

เกณฑ์ของ MABIMS หรือ สมาคมรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศาสนาของบรูไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ ที่ประกาศเมื่อปี พ.ศ. 2559 มีเงื่อนไขคือ สามารถสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกเมื่อค่ามุมเงยของดวงจันทร์มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 3.0 องศา และมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 6.4 องศา (Anwar *et al.* 2016) จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยมุมเงยของดวงจันทร์คือ 3.4 องศา และมุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์คือ 8.7 องศา แสดงให้เห็นว่าค่ามุมเงยของดวงจันทร์



และค่ามุมห่างระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์จากผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกข้างต้นมีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่กำหนด และพบว่าจำนวนข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทยเป็นไปตามเกณฑ์ผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ MABIMS คิดเป็นร้อยละ 39 ของข้อมูลทั้งหมด ถือว่ามีความสอดคล้องน้อยกว่าเกณฑ์ของ Odeh เนื่องจากเกณฑ์ของ MABIMS มีเงื่อนไขของมุมเงยเข้ามาเกี่ยวข้องในการพิจารณา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรก จากงานวิจัยของ Ahmed & Abdul Aziz (2014) ได้เสนอเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่มีอายุน้อยที่ขึ้นอยู่กับความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกและแบบจำลองความสว่างของท้องฟ้า จากการศึกษาระบุว่าร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกต้องมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.52 ± 0.10 สำหรับประเทศมาเลเซีย และมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.39 ± 0.10 สำหรับประเทศอิหร่าน จากผลการวิเคราะห์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.69 ± 0.67 จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยและจากงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า ผลจากการวิเคราะห์ร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยมีค่าใกล้เคียงกับร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศมาเลเซียมากกว่าประเทศอิหร่าน โดยมีร้อยละความแตกต่างคือร้อยละ 28

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าในงานวิจัยแต่ละงานมีการกำหนดเกณฑ์การเห็นจันทร์เสี้ยวที่แตกต่างกัน เพราะความเห็นต่างทางหลักนิติศาสตร์อิสลามระหว่างการมองเห็นด้วยตาเปล่า การคำนวณ และการใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการมองเห็นจันทร์เสี้ยวแรก เช่น หน่วยงานของประเทศไทยไม่ยอมรับการเห็นจันทร์เสี้ยวแรกด้วยกล้องโทรทรรศน์เชิงแสงและการคำนวณทางดาราศาสตร์ ในขณะที่หน่วยงานของประเทศมาเลเซียรับรองการเห็นจันทร์เสี้ยวแรกด้วยตาเปล่าและกล้องโทรทรรศน์เชิงแสง เป็นต้น ทำให้การขึ้นเดือนใหม่ในแต่ละประเทศมีความต่างกันขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เลือกใช้ ในงานวิจัยนี้มีการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยกับเกณฑ์การสังเกตรูปแบบต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบรายงานผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยว่ามีความสอดคล้องกับเกณฑ์ใดบ้าง มากน้อยเพียงใด และสอดคล้องกับหลักดาราศาสตร์หรือไม่

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษามูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลรายงานการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยย้อนหลัง 13 ปี จากสำนักจุฬาราชมนตรี กับแบบจำลองทางดาราศาสตร์จากโปรแกรม Stellarium และ Accurate Time เพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางดาราศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อายุจันทร์เสี้ยวแรก มุมเงย มุมห่าง ความต่างของมุมทิศ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบค่าตัวแปรทางดาราศาสตร์เหล่านั้นที่สังเกตเห็นในประเทศไทยกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาข้อมูลการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกอย่างเป็นระบบ และไม่มีเกณฑ์การสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกที่ถูกกำหนดขึ้นอย่างเป็นทางการ งานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยแรกที่ศึกษามูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย จากงานวิจัยนี้ สรุปได้ว่าความเป็นไปได้ที่จะสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยอยู่ในช่วงอายุเฉลี่ยของจันทร์เสี้ยวแรก คือ 16 ± 7 ชั่วโมง ร้อยละความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรก คือ 0.69 ± 0.67 มุมเงยเฉลี่ยของจันทร์เสี้ยวแรก คือ 3.4 ± 2.7 องศา และมุมห่างเฉลี่ยระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์คือ 8.71 ± 3.35 องศา อีกทั้งยังพบข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกที่เกิดพลาด 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 1 ของข้อมูลทั้งหมด เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวเปรียบเทียบกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวต่าง ๆ ได้แก่ เกณฑ์ของ Yallop, Odeh และ MABIMS พบว่า เกณฑ์ของ Yallop, Odeh และ MABIMS ที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 1 ร้อยละ 66 และร้อยละ 39 ของข้อมูลทั้งหมด ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของ Odeh มากที่สุด นอกจากนี้ค่าร้อยละความแตกต่างของความสว่างของจันทร์เสี้ยวแรกที่ได้จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่รายงานจากประเทศมาเลเซียคิดเป็นร้อยละ 28

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการเก็บข้อมูลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกของทุก ๆ เดือนในรอบปี โดยมีการระบุสถานที่ที่ทำการสังเกตการณ์ (ละติจูดและลองจิจูดของผู้สังเกต) เวลาที่เห็นจันทร์เสี้ยวแรก ลักษณะและรูปร่างของจันทร์เสี้ยวแรก ชื่อผู้รายงานผลและผู้รับรองผลการรายงานให้ครบถ้วนเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยทางด้านดาราศาสตร์อิสลามต่อไปในอนาคต จากงานวิจัยนี้ สามารถนำผลการศึกษามาเป็นฐานข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้สร้างเป็นหลักเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทย เพื่อความถูกต้องในการสังเกตเห็นจันทร์เสี้ยวแรกใน



การกำหนดการขึ้นต้นเดือนใหม่ของปฏิทินฮิจเราะห์ และลดความขัดแย้งในสังคมในแง่ของการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรก ทำให้มุสลิมทั่วประเทศไทยสามารถปฏิบัติศาสนกิจในวันขึ้นต้นเดือนใหม่ได้อย่างถูกต้องและตรงตามปฏิทินจันทรคติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลผลการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรกในประเทศไทยจากสำนักจุฬาราชมนตรี ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์นิเวศ หะยีวามิง อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยฟาฏอนี และนายรอยาลี มามะ เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ที่ได้กรุณาให้ข้อมูล คำปรึกษา และคำชี้แนะเกี่ยวกับการศึกษาการสังเกตจันทร์เสี้ยวแรก อันเป็นประโยชน์ต่องานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ahmad, N., Mohd Nawawi, M. S. A., Zainuddin, M. Z., Mohd Nasri, Z., Mohamad Yunus, R. & Mohamed, I. (2020). A new crescent moon visibility criteria using circular regression model: A case study of Teluk Kemang. Malaysia. *Sains Malaysiana*, 49(4), 859-870.
- Ahmed, A. K. & Abdul Aziz, A. H. (2014). Young moon visibility criterion based on crescent illumination and sky brightness contrast model. *Scientific Research*, 21(9), 1-4.
- Anwar, S., Mohd Omar, K. & Che Awang, M. S. (2016). The relevance of using the moon's age as an alternative in Imkanur Rukyah criteria. *The International Conference on Geomatic and Geospatial Technology*, October 3–5, 2016. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Bentchikou, A., Rasiwala, M. & Patel, A. (2011). On the visibility of the earliest crescent moon: An Islamic calendar for Makkah. *Selenology Today*, 21, 39-58.
- Danjon, A. (1936). Le croissant lunaire. *L'Astronomie*, 50, 57-65
- Gislén, A. (2018). On lunisolar calendars and intercalation schemes in Southeast Asia. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 21(1), 2-6.
- Hajiwaming, N. (2002). Al-Falak practical astronomy for Muslim (1st ed.). Bangkok: Islamic Academy. (in Thai)
- Ilyas, M. (1994). Lunar crescent visibility criterion and Islamic calendar. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 35(4), 425-461.
- Maskufa, M., Sopa, S., Hidayati, S. & Damanhuri, A. (2022). Implementation of the new MABIMS crescent visibility criteria: Efforts to unite the Hijriyah calendar in the Southeast Asian Region. *Ahkam: Jurnal Ilmu Syariah*, 22(1), 209–236.
- McNally, D. (1983). The length of the lunar crescent. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 24(4), 417-429.
- Odeh, M. S. (2004). New criterion for lunar crescent visibility. *Experimental Astronomy*, 18, 39-64.
- Ozlem A. (2014). A simplified crescent visibility criterion [Online]. Retrieved on June 29, 2023, from: <http://www.icoproject.org/>.
- Ridwan, R. & Zain, M. F. (2021). Religious symbol on determining the beginning and end of Ramadan in Indonesia. *HTS Teologiese Studies/Theological Studies*, 77(4), 1-9.
- Schaefer, B. E. (1991). Length of the lunar crescent. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 32, 265-277.
- Schaefer, B. E. (1996). Lunar crescent visibility. *Quarterly Journal of Royal Astronomical Society*, 37, 759-768.
- Wahidi, A., Yasin, N., Kadir, A., Rouf, Abd. & Haq, S. (2020). Implementation of the MABIMS criteria in determining the beginning of Islamic month in Indonesia and Brunei Darussalam. *Atlantis Press.*, 529, 96-108.



- Wahyuni, R., Issaac, G. M., Rachmaputri, G. & Muchtadi-Alamsya, I. (2019) Modelling of Islamic calendar system based on moon phase. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series*, 1127, 012069.
- Yallop, B. (1997). A method for predicting the first sighting of the new crescent moon, *Cambridge: Nautical Almanac Office*.
- Zainon, O., Ali, H. R. & Abu Hussin, M. F. (2019). Comparing the new moon visibility criteria for International Islamic calendar concept. The *6th International Conference on Space Science and Communication (IconSpace)*, July 28-30, 2019. Johor Bahru, Malaysia.