

<http://journal.rmutp.ac.th/>

การพัฒนาแบบจำลองและการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในจังหวัดสงขลา

ประนอมกร ชูศรี^{1*} สราวุธ แนบเนียร² วรพันธุ์ การชนะชาติ³ และ สนิธตา เทียนสี⁴

¹ คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

^{2,3,4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

¹ 144 ตำบลดอนยายหอม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

^{2,3,4} 321 ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี 15000

รับบทความ 16 กันยายน 2563; แก้ไขบทความ 30 มีนาคม 2564; ตอรับบทความ 5 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นรังสีที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ได้จากการวัดภาคพื้นดินในจังหวัดสงขลาและนำข้อมูลที่ได้ออกมาคำนวณหาดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองและวิธีการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้จะประกอบด้วยชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) 2 ชั้น และชั้นเอาต์พุต (Output Layer) ซึ่งข้อมูลที่เป็นอินพุต ทั้งหมดมี 4 ตัวแปร ได้แก่ ความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์นอกชั้นบรรยากาศโลก มุมเซนซิของดวงอาทิตย์ ค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง และดัชนีเมฆ ซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มและลดลงของดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้นั้นสามารถคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูปของรากที่สองของค่าเบี่ยงเบนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Difference, RMSD) และค่าเบี่ยงเบนจากความเอนเอียงเฉลี่ย (Mean Bias Difference, MBD) เท่ากับร้อยละ 12.8 และร้อยละ -2.4 ตามลำดับ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงย้อนหลัง 7 วัน เพื่อพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตใน 1 วันหรือ 9 ชั่วโมงถัดไป (ตั้งแต่ 08:00 น.-16:00 น.) ใช้โดยอัลกอริทึมในโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้นและการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) ซึ่งพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSD เท่ากับร้อยละ 17 และ MBD เท่ากับร้อยละ 0.3

คำสำคัญ : โครงข่ายประสาทเทียม; การพยากรณ์; ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต; มะเร็งผิวหนัง

<http://journal.rmutp.ac.th/>

Development of a Model and Forecasting of Hourly UV Index Using Artificial Neural Network (ANN) at Songkhla

Pranomkorn Choosri^{1*} Sarawut Nabnean² Worapan Kanchanachat³
and Sanitta Teansri⁴

¹ College of Health Sciences, Christian University of Thailand

^{2,3,4} Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

¹ 144 Donyahom, Muang Nakhon Pathom, Nakhon Pathom 73000

^{2,3,4} 321 Thale Chupson, Muang Lopburi, Lopburi 15000

Received 16 September 2020; Revised 30 March 2021; Accepted 5 May 2021

Abstract

In this work, solar erythemal ultraviolet radiation (EUV) which affects human skin and skin cancer was investigated at Songkhla province (7.2°N, 100.6°E). EUV was converted to UV index, then the data was used for model development and forecasting of hourly UV index using Artificial Neural Network (ANN). The ANN model has one input layer, two hidden layers and one output layer. This input layer consists of extraterrestrial erythemal ultraviolet radiation, solar zenith angle, aerosol optical depth and cloud index which affect ultraviolet radiation, and the output layer is hourly UV index. The results show that hourly UV index obtained from ANN and that from the measurement are in reasonable agreement, with root mean square difference of 12.8% and mean bias difference of -2.4%. For forecasting of the hourly UV index, the data for 7 days earlier was used for forecasting the next UV index for one day or nine-hour (08:00 am.-16:00 pm.). Multi-layer perceptron and back propagation algorithm were used in the model forecasting. The results show that the UV index from the model forecasting is reasonable agrees with UV index from measurement with root mean square difference of 17.0% and mean bias difference of 0.3%.

Keywords : Artificial Neural Network; Forecasting; UV Index; Carcinoma

** Corresponding Author. Tel.: +668 2722 7601, E-mail Address: pranomkorn.aum@gmail.com*

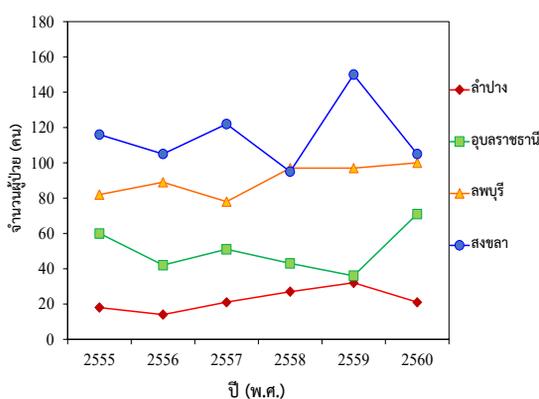
1. บทนำ

รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมรังสีอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 100-400 นาโนเมตร โดยสามารถแบ่งตามผลกระทบทางชีววิทยาได้ 3 ช่วง คือ รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ (315-400 นาโนเมตร) รังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (280-315 นาโนเมตร) และรังสีอัลตราไวโอเล็ตซี (100-280 นาโนเมตร) [1] โดยรังสีอัลตราไวโอเล็ตซีไม่สามารถส่งผ่านมายังพื้นผิวโลกได้เนื่องจากถูกดูดกลืนด้วยโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ไปจนหมด[2] มีเพียงรังสีอัลตราไวโอเล็ตเอและบีเท่านั้นที่สามารถผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศโลกได้ และคิดเป็นเพียงร้อยละ 1.5 ของพลังงานทั้งหมดที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ [3] ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณที่ไม่มาก แต่ในด้านพลังงานฟอตอน รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นรังสีที่มีพลังงานฟอตอนสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก อาทิเช่น หากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ผิวหนังแดง แสบร้อน เป็นผดผื่น เกิดริ้วรอยก่อนวัยอันควร และอาจส่งผลทำให้เกิดเป็นโรคมะเร็งผิวหนังได้ นอกจากนี้รังสีอัลตราไวโอเล็ตยังส่งผลกระทบต่อดวงตา [4] โดยจะส่งผลทำให้จอประสาทตาและเยื่อตาขาวอักเสบ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดต้อเนื้อและต้อกระจก

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้นถึงระดับความรุนแรงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) จึงได้กำหนดค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV index) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการบอกระดับความรุนแรงของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์ โดยค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะมีค่าตั้งแต่ 0 เป็นต้นไป ซึ่งค่าดัชนีน้อย ๆ จะแสดงถึงปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตนั้นมีค่าต่ำไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และถ้าค่าดัชนีมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11 จะแสดงถึงปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีค่าสูงจัดและอยู่ในระดับที่รุนแรง โดยที่ประชาชนหรือนักท่องเที่ยวควร

หลีกเลี่ยงจากการออกไปอยู่ที่โล่งแจ้งหรือควรมีวิธีการเตรียมตัวเพื่อป้องกันอย่างถูกวิธี เช่น การทาครีมกันแดด และการใส่เสื้อผ้าที่มิดชิด เป็นต้น

ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ [5], [6] และตัวแปรต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น โอโซน ไอน้ำ ฝุ่นละออง เมฆ และก๊าซต่างๆ เป็นต้น [7]-[9] ดังนั้นจึงมีนักวิจัยจำนวนมากสนใจที่จะทำการวัดและวิเคราะห์การแปรค่าของดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต แต่เนื่องจากเครื่องมือในการตรวจวัดและค่าบำรุงดูแลรักษาค่อนข้างสูง จึงทำให้มีการพัฒนาวิธีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหรือพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในพื้นที่ที่ต้องการศึกษาให้มีความแม่นยำมากที่สุด โดยส่วนใหญ่แบบจำลองที่ได้จะมีทั้งแบบจำลองเชิงฟิสิกส์ [10] แบบจำลองแบบเคมีเอมไพริคัล [11] และแบบเอมไพริคัล [12] นอกจากนี้ยังมีอัลกอริทึมจากโปรแกรมต่างๆ เนื่องจากมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งที่มาของโปรแกรมได้รับการพัฒนาจากนักวิจัยหลายๆ สถาบัน เช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [13], [14] แบบจำลองการส่งผ่านรังสี (Radiative Transfer Model) เป็นต้น



รูปที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งผิวหนังของจังหวัด

ลำปาง อุบลราชธานี ลพบุรี และสงขลา ตั้งแต่ปี 2555-2560 ข้อมูลจากงานทะเบียนโรคมะเร็งที่โรงพยาบาลดังกล่าว

สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับรังสีอาทิตย์สูงตลอดทั้งปี โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย รังสีอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงจะมีผลทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย หากดูสถิติจำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งผิวหนังของแต่ละภาคของประเทศไทย (รูปที่ 1) ซึ่งให้จังหวัดลำปาง อุบลราชธานี ลพบุรี และสงขลา เป็นตัวแทนภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ ตามลำดับ

จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งผิวหนังของจังหวัดสงขลามีจำนวนสูงกว่าจังหวัดอื่นๆ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาลักษณะการแปรค่าของดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในพื้นที่จังหวัดสงขลา รวมทั้งพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

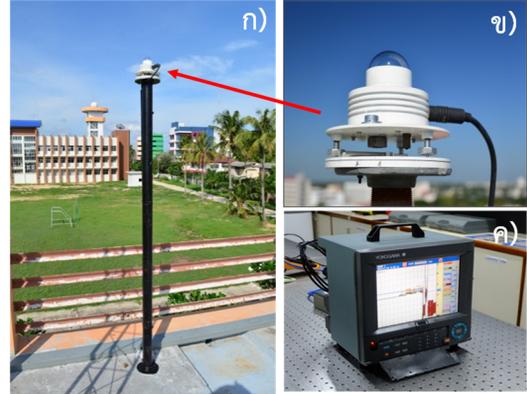
การแปรค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์และตัวแปรต่างๆ ในบรรยากาศ ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและทำการศึกษางานของโครงข่ายประสาทเทียมที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองและการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ โดยระเบียบวิธีวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์ (Erythmal Ultraviolet Radiation, EUV) โดยใช้เครื่องวัดที่มีชื่อว่า ยูวีไบโอมิเตอร์ (UV Biometer) รุ่น 501A ผลิตโดยบริษัทโซลาร์ไลท์ (Solar Light)

เครื่อง UV Biometer ได้ถูกติดตั้งที่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก อำเภอเมือง จังหวัด

สงขลา (7.2°N, 100.6°E) โดยติดตั้งไว้บนดาดฟ้าของอาคารที่มีเสาสูงประมาณ 150 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เงาของสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้บังสัญญาณ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ก) ลักษณะการติดตั้งของเครื่องวัด ข) ลักษณะของเครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเล็ต ค) เครื่องบันทึกข้อมูลของบริษัท Yokogawa รุ่น DX2000

เครื่องวัด UV Biometer สามารถวัดปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตในช่วงความยาวคลื่น 280-400 นาโนเมตร ซึ่งเครื่องวัดมีการตอบสนองที่ใกล้เคียงกับการตอบสนองของผิวหนังมนุษย์ (Erythmal Response) [15]

เครื่องมือวัดจะให้สัญญาณออกมาในรูปของศักย์ไฟฟ้า จากนั้นทำการแปลงค่าโดยใช้สมการที่ 1 เพื่อให้ได้ค่าความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์

$$I_{EUV} = \frac{V}{S} \quad (1)$$

โดยที่

I_{EUV} = ปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

V = ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัด (โวลต์)

S = ค่าการตอบสนองของเครื่องวัด (โวลต์ต่อวัตต์ต่อตารางเมตร)

เมื่อทำการแปลงข้อมูลเป็นปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เป็นรายชั่วโมงมาทำการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตตั้งสมการต่อไปนี่ [1]

$$UV\ index = k_{er} I_{EUV} \quad (2)$$

โดยที่

k_{er} = ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 40 (ตารางเมตรต่อวัตต์)

I_{EUV} = ปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 2 ปี เพื่อทำการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองในลำดับต่อไป

2.2 ข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

การสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณและพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในพื้นที่จังหวัดสงขลา นอกจากข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้ว ผู้วิจัยยังได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์นอกชั้นบรรยากาศโลก มุมเซนธิของดวงอาทิตย์ ค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง และดัชนีเมฆในบรรยากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตนอกบรรยากาศโลก

ในการคำนวณหาปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์นอกชั้นบรรยากาศโลก เพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองนั้นสามารถคำนวณหาได้ดังสมการต่อไปนี่ [16]

$$I_o = I_{sc} E_o \cos \theta_z \quad (3)$$

โดยที่

I_o = ค่าความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตนอกชั้นบรรยากาศโลก (วัตต์ต่อตารางเมตร)

I_{sc} = ค่าคงที่ของรังสีอัลตราไวโอเล็ตนอกชั้นบรรยากาศโลก (วัตต์ต่อตารางเมตร)

E_o = ค่าแฟคเตอร์สำหรับแก้ผลความรีของวงโคจรของโลกกับดวงอาทิตย์ (-)

θ_z = มุมเซนธิของดวงอาทิตย์ (องศา)

2.2.2 มุมเซนธิของดวงอาทิตย์

ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ส่งผ่านมายังพื้นผิวโลกจะมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ เช่น ตอนเช้าในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะมีค่าน้อย และถ้าตอนเที่ยงวันหรือช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นตรงกับศีรษะมากที่สุดดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะมีค่าสูง ซึ่งเป็นผลจากระยะทางที่แสงถูกลดทอนด้วยตัวแปรทางบรรยากาศ (Optical Path Length) โดยมุมเซนธิของดวงอาทิตย์สามารถคำนวณหาได้ดังสมการ [16]

$$\cos \theta_z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (4)$$

โดยที่

ω = มุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์ (องศา)

φ = ละติจูด (องศา)

δ = มุมเดคลิเนชัน (องศา)

2.2.3 ความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง

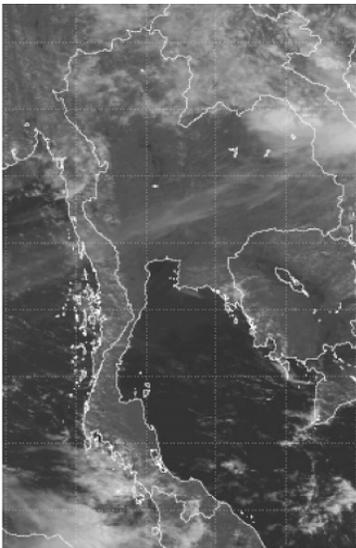
ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีผลต่อการดูดกลืนและกระเจิงรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ที่แต่ละความยาวคลื่นแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดและปริมาณของฝุ่นละออง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง (Aerosol Optical Depth) ที่ได้จากเครื่องวัดรังสีตรงหรือเซนโฟโตมิเตอร์

เครื่องเซนโฟโตมิเตอร์สามารถวัดรังสีอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 1020, 870, 675, 500, 440, 380 และ

340 นาโนเมตร ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปคำนวณหาค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองที่ความยาวคลื่นต่างๆ โดยเครือข่ายการวัดสมบัติเชิงแสงของฝุ่นละอองอัตโนมัติ (Aerosol Robotic Network, AERONET) ขององค์การนาซ่าและทำการเผยแพร่ข้อมูลทางเว็บไซต์ <https://aeronet.gsfc.nasa.gov> จากนั้นผู้วิจัยทำการดาวน์โหลดข้อมูลความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นในช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต ตั้งแต่ 08:00 น.-16:00 น.

2.2.4 ดัชนีเมฆ

เมฆเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต เนื่องจากเมฆสามารถดูดกลืนและสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้



รูปที่ 3 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้อยู่ในรูปภาพฉายแบบผิวทรงกระบอก

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลเมฆจากดาวเทียม MTSAT (ข้อมูลปี พ.ศ. 2559) และ Himawari (ข้อมูลปี พ.ศ. 2560) ซึ่งเป็นดาวเทียมค้างฟ้าที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศญี่ปุ่น (The Japan Meteorological Agency, JMA) ซึ่งดาวเทียมจะทำการ

บันทึกภาพทุก ๆ 1 ชั่วโมงตลอดทั้งวัน โดยภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จะเป็นข้อมูลดิจิทัล 8 บิต โดยแต่ละภาพจะประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ที่มีค่าเป็นระดับความเทา (Gray Level) ตั้งแต่ 0-255 ซึ่งเป็นสัดส่วนการสะท้อนของพื้นผิวโลก บรรยากาศ และเมฆในบรรยากาศ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวจะเห็นเป็นส่วนโค้งของพื้นผิวโลก (Satellite Projection) ทำให้ระยะทางภาพไม่แปรโดยตรงกับระยะบนพื้นผิวโลก ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการแปลงภาพดังกล่าวให้อยู่ในรูปภาพฉายแบบผิวทรงกระบอก (Cylindrical Projection) ซึ่งระยะบนภาพจะแปรโดยตรงกับระยะบนพื้นดินและนำแผนที่ประเทศไทยมาซ้อนทับเพื่อหาพิกัดของพิกเซลในข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังรูปที่ 3

เนื่องจากค่าระดับความเทาไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาดัชนีเมฆในบรรยากาศได้ เราต้องแปลงค่าระดับความเทาดังกล่าวให้อยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์การสะท้อนของเมฆ บรรยากาศ และพื้นผิวโลก โดยอาศัยตารางสอบเทียบ สำหรับการคำนวณดัชนีเมฆ (Cloud Index) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ [17]

$$n = \frac{\rho_{SAT} - \rho_{min}}{\rho_{max} - \rho_{min}} \quad (5)$$

โดยที่

n = ดัชนีเมฆในบรรยากาศ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 (-)

ρ_{SAT} = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของเมฆ บรรยากาศ และพื้นผิวโลก (-)

ρ_{min} = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวโลก (-)

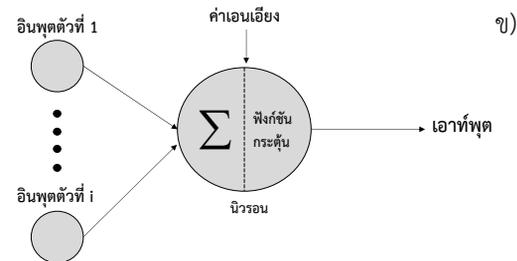
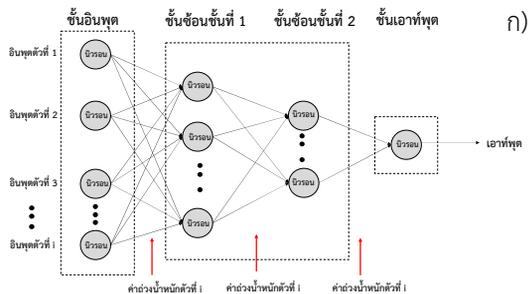
ρ_{max} = สัมประสิทธิ์การสะท้อนสูงสุดของเมฆ (-)

จากสมการที่ 5 จะเห็นได้ว่า ในกรณีท้องฟ้าปราศจากเมฆค่า ρ_{SAT} จะเท่ากับค่า ρ_{min} ทำให้ค่า n เท่ากับ 0 และกรณีที่พิกเซลนั้นถูกปกคลุมด้วยเมฆ

ทั้งหมด ค่า p_{SAT} จะเท่ากับค่า p_{max} ทำให้ค่า n เป็น 1 ดังนั้นค่า n จึงเป็นดัชนีชี้บอกปริมาณเมฆในบรรยากาศ

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN)

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นระบบทางคณิตศาสตร์ที่เขียนในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถจำลองการทำงานของระบบต่าง ๆ โดยเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์และสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจากโปรแกรม เวก้า (Weka) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยไวคาโต (Waikato) ประเทศนิวซีแลนด์ [18]



รูปที่ 4 ก) ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียมที่ประกอบด้วยชั้นอินพุต ชั้นซ่อน 2 ชั้นและชั้นเอาต์พุต
ข) แผนภูมิการทำงานของประสาทเทียม 1 หน่วย

โครงข่ายประสาทเทียมที่นิยมใช้งานด้านรังสีอาทิตย์ คือ แบบเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multi-layer

Perceptron) [19] โดยโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย ชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นเอาต์พุต (Output Layer) โดยชั้นซ่อนอาจมีได้หลายชั้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 4 ก)

จากรูปที่ 4 ข) ประสาทเทียม 1 หน่วยหรือนิวรอนจะรับข้อมูลอินพุตต่าง ๆ เข้ามา จากนั้นจะคูณด้วยตัวถ่วงน้ำหนัก (Weight) และทำการหาผลบวกของผลคูณของอินพุตกับตัวถ่วงน้ำหนักพร้อมกับบวกด้วยตัวแปรบอกความเอนเอียง (Bias Parameter) หลังจากนั้นจะส่งผลเข้าไปเป็นตัวแปรอิสระของฟังก์ชันกระตุ้น (Activate Function) และให้เอาต์พุตออกมา เพื่อส่งไปให้ประสาทเทียมอื่น ๆ โดยเอาต์พุตที่ได้จากประสาทเทียมสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้ [20]

$$y = f(b + \sum_i w_i x_i) \tag{6}$$

โดยที่

- y = เอาต์พุตของประสาทเทียม
- b = ตัวแปรบอกความเอนเอียง
- w_i = ค่าตัวถ่วงน้ำหนักสำหรับตัวแปรอินพุตที่ i
- x_i = ตัวแปรอินพุตที่ i , ($i=1, 2, 3, \dots, n$)

สำหรับฟังก์ชันกระตุ้นอาจมีได้หลายรูปแบบทั้งแบบเชิงเส้น และแบบไม่เชิงเส้น ตัวอย่างของฟังก์ชันกระตุ้นที่ใช้ในงานด้านโครงข่ายประสาทเทียม เช่น แบบเชิงเส้น แบบเกาเซียนและแบบซิกมอยด์

2.4 การสร้างและทดสอบแบบจำลองสำหรับคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ผู้วิจัยได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) และใช้การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) พร้อมกับเลือกใช้ฟังก์ชันแบบซิกมอยด์ในการสร้างแบบจำลอง เนื่องจากอัลกอริทึมและฟังก์ชันดังกล่าวมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านฟิสิกส์

บรรยากาศ [13], [14] และสามารถคำนวณและทำนายรังสีอาทิตย์ที่มีความซับซ้อนได้ค่อนข้างแม่นยำ

สำหรับขั้นตอนในการสร้างและทดสอบแบบจำลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้คัดเลือกตัวแปรทางบรรยากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต ได้แก่ ปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์นอกชั้นบรรยากาศโลก (EUV_0) มุมเซนธิของดวงอาทิตย์ (θ_z) ค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง (AOD) และดัชนีเมฆ (n)

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมด 2 ปี (2559-2560) และทำการแบ่งข้อมูลที่ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม (ข้อมูลปี 2559) กลุ่มที่สองใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (ข้อมูลปี 2560)

ขั้นตอนที่ 3 ทำการสุ่มเพื่อหาจำนวนชั้นซ่อน (Hidden) และจำนวนรอบในการฝึกสอน (Training time) ที่เหมาะสมกับแบบจำลองมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบจำลองที่ได้มาทำการทดสอบกับข้อมูลกลุ่มที่สอง เพื่อดูความแม่นยำในการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมง

2.5 การพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ผู้วิจัยได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้นและใช้การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเพื่อพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในจังหวัดสงขลา โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลปี 2559 ในการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมง โดยข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์นั้น ผู้วิจัยใช้ข้อมูลในช่วงที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆรายชั่วโมงย้อนหลัง 7 วัน (08:00 น. – 16:00 น.) เพื่อพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในอีก 9 ชั่วโมงข้างหน้า ยกตัวอย่างเช่น ใช้ข้อมูลวันที่ 1-7 มกราคม 2559 ตั้งแต่เวลา 08:00 น. – 16:00 น. ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้นพยากรณ์

ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในวันที่ 8 มกราคม 2559 ในช่วงเวลา 08:00 น. – 16:00 น. (รวม 9 ชั่วโมง) เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแต่ละเดือน จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าที่ได้จากการวัดภาคพื้นดิน

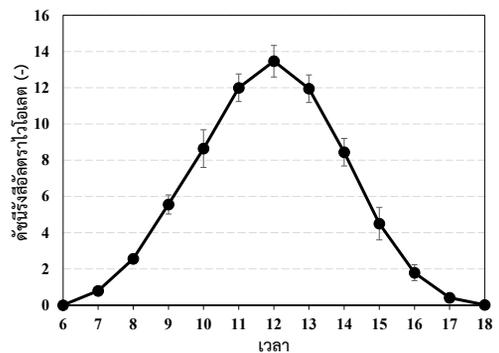
ขั้นตอนที่ 3 เพื่อตรวจสอบว่าวิธีการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้นสามารถคำนวณได้แม่นยำ ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการพยากรณ์แบบอื่น คือ การใช้สมการเชิงเส้นและสมการเกาเซียน [18] ในการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต และนำค่าที่ได้จาก 3 แบบจำลองมาเปรียบเทียบว่า แบบจำลองใดพยากรณ์ได้แม่นยำที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การแปรค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ได้

จากการวัดภาคพื้นดิน

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือนในช่วงระยะเวลา 2 ปี (พ.ศ. 2559-2560) มาเขียนกราฟการแปรค่าตามเวลาในรอบวัน พร้อมทั้งแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ตัวอย่างการแปรค่าแสดงดังรูปที่ 5

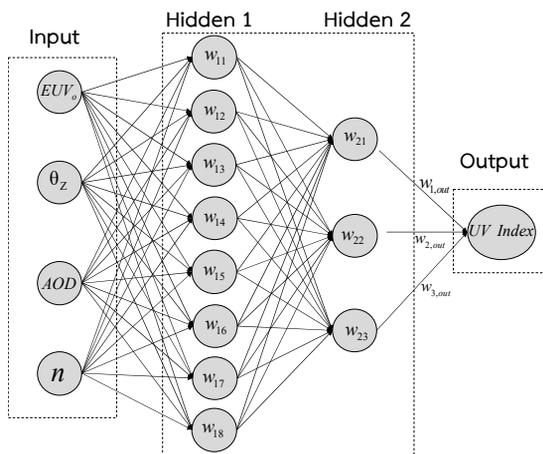


รูปที่ 5 ตัวอย่างการแปรค่าตามเวลาในรอบวันของดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตของเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ตั้งแต่เวลา 06:00 น. -18:00 น.

จากกราฟเห็นได้ว่า ค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือนค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากช่วงเช้า และจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณเที่ยงวัน จากนั้นค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะค่อยๆ ลดลงจนถึงช่วงเย็น นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละปีสูงสุดอยู่ในเดือนมีนาคมและเมษายน โดยการแปรค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือนหรือตามเวลาในรอบวันนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมเซนธิซของดวงอาทิตย์ ทำให้ค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแต่ละรอบวันมีค่าที่แตกต่างกัน

3.2 แบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง

จากวิธีการสร้างแบบจำลองในหัวข้อที่ 2.4 ผลที่ได้พบว่า จำนวนชั้นซ่อน จำนวนโหนดและรอบของการฝึกสอนที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองในงานวิจัยนี้คือ จำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น โดยที่ชั้นซ่อนชั้นแรกมี 8 โหนด และชั้นซ่อนที่ 2 มี 3 โหนด และจำนวนการฝึกสอนทั้งหมด 10,000 รอบ ซึ่งแบบจำลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในจังหวัดสงขลา

หลักการคำนวณในชั้นซ่อนที่ 1

$$L_{11} = \text{sigmoid}(EUV_o w_{11} + \theta_z w_{11} + AOD w_{11} + n w_{11} + \beta_{11})$$

$$L_{12} = \text{sigmoid}(EUV_o w_{12} + \theta_z w_{12} + AOD w_{12} + n w_{12} + \beta_{12})$$

$$\vdots$$

$$L_{18} = \text{sigmoid}(EUV_o w_{18} + \theta_z w_{18} + AOD w_{18} + n w_{18} + \beta_{18})$$

(7)

หลักการคำนวณในชั้นซ่อนที่ 2

$$L_{21} = \text{sigmoid}(L_{11} w_{21} + L_{12} w_{21} + L_{13} w_{21} + L_{14} w_{21} + L_{15} w_{21} + L_{16} w_{21} + L_{17} w_{21} + L_{18} w_{21} + \beta_{21})$$

$$L_{22} = \text{sigmoid}(L_{11} w_{22} + L_{12} w_{22} + L_{13} w_{22} + L_{14} w_{22} + L_{15} w_{22} + L_{16} w_{22} + L_{17} w_{22} + L_{18} w_{22} + \beta_{22})$$

$$L_{23} = \text{sigmoid}(L_{11} w_{23} + L_{12} w_{23} + L_{13} w_{23} + L_{14} w_{23} + L_{15} w_{23} + L_{16} w_{23} + L_{17} w_{23} + L_{18} w_{23} + \beta_{23})$$

(8)

หลักการคำนวณในชั้นเอาต์พุต

$$UV \text{ index} = \text{linear}(L_{21} w_{3,out} + L_{22} w_{3,out} + L_{23} w_{3,out} + \beta)$$

(9)

โดยที่

- L_{ij} = ลำดับชั้นที่ i โหนดที่ j (-)
- w_{ij} = ค่าถ่วงน้ำหนัก ชั้นที่ i โหนดที่ j (-)
- β_{ij} = ค่าความเอนเอียง ชั้นที่ i โหนดที่ j (-)

โดยค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความเอนเอียง ในสมการที่ 7-9 แสดงดังตารางที่ 1

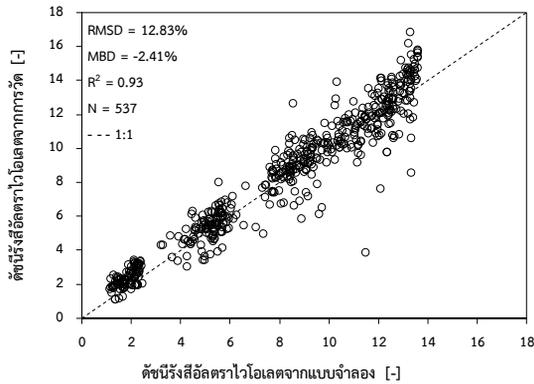
ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละชั้นที่ได้จากโปรแกรม Weka

| ตัวแปร | ค่าสัมประสิทธิ์ชั้นซ่อนที่ 1 | | | | |
|-----------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | E | Z | A | C | β |
| W ₁₁ | 7.975 | 1.059 | -1.618 | -11.012 | -14.923 |
| W ₁₂ | 1.624 | 3.743 | -0.230 | -3.831 | -7.385 |
| W ₁₃ | 4.297 | 1.301 | -0.540 | 0.114 | -4.087 |
| W ₁₄ | 2.501 | -12.281 | -12.608 | -5.909 | -14.845 |
| W ₁₅ | 5.576 | -7.516 | -3.913 | 4.043 | -7.334 |
| W ₁₆ | 3.181 | -4.210 | 2.968 | 3.704 | -4.202 |
| W ₁₇ | 3.696 | 0.101 | -0.464 | 0.350 | -3.876 |
| W ₁₈ | 2.663 | -0.693 | -0.664 | -0.694 | -0.639 |

| ตัวแปร | ค่าสัมประสิทธิ์ชั้นซ่อนที่ 2 | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| | L ₁₁ | L ₁₂ | L ₁₃ | L ₁₄ | L ₁₅ | L ₁₆ | L ₁₇ | L ₁₈ | β |
| W ₂₁ | -0.652 | -1.264 | -1.777 | -2.016 | -6.059 | -0.550 | -1.632 | 0.536 | -2.167 |
| W ₂₂ | -0.307 | 1.274 | -1.811 | -1.799 | -1.227 | 0.470 | -1.837 | -0.902 | 0.040 |
| W ₂₃ | -8.072 | -1.073 | -0.681 | -9.716 | 8.143 | -4.354 | -0.372 | -4.111 | -1.912 |

| ตัวแปร | ค่าสัมประสิทธิ์ชั้นเอาต์พุต | | | |
|---------|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | W _{1,out} | W _{2,out} | W _{3,out} | β |
| UVindex | -2.593 | -1.712 | -5.305 | 0.734 |

จากนั้นผู้วิจัยนำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้มาคำนวณหาดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงที่ได้จากการวัดและแบบจำลอง

จากกราฟการเปรียบเทียบดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงจะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้จากการวัดและค่าที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกันดี โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูป Root Mean Square Difference (RMSD) และ Mean Bias Difference (MBD) เท่ากับร้อยละ 12.8 และ -2.4 ตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงได้จากการวัดมากกว่าที่ได้จากแบบจำลอง สาเหตุอาจเป็นเพราะสภาพภูมิอากาศของจังหวัดสงขลา เนื่องจากสงขลาเป็นจังหวัดที่มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดพาเมฆและฝุ่นละอองเข้ามาที่จังหวัดสงขลา ซึ่งเมฆและฝุ่นละอองสามารถกระเจิงรังสีในช่วงความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดี ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ได้จากภาคพื้นดินมีค่าสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์ ทำให้ความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีค่าสูงเกือบตลอดทั้งปีเช่นกัน

3.3 ผลการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมง จากทั้ง 3 วิธี คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบจำลองเชิงเส้นและแบบฟังก์ชันเกาเซียน ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่อยู่ในโปรแกรม Weka ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตวิธีต่าง ๆ

| เดือน | ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงจากการพยากรณ์โดยวิธี | | | | | |
|------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | โครงข่ายประสาทเทียม | | เชิงเส้น | | เกาเซียน | |
| | RMSD | MBD | RMSD | MBD | RMSD | MBD |
| มกราคม | 10.9228 | 2.8269 | 15.2755 | -4.4226 | 10.1421 | 4.7608 |
| กุมภาพันธ์ | 18.0369 | -11.4624 | 37.26996 | -24.5227 | 16.08026 | 12.11768 |
| มีนาคม | 12.7911 | 7.9586 | 17.6765 | -1.1923 | 4.8939 | -1.0418 |
| เมษายน | 8.5512 | -1.7258 | 12.4785 | 4.6979 | 19.0876 | 13.1441 |
| พฤษภาคม | 9.7143 | 1.6597 | 12.7084 | 5.6386 | 7.6034 | -2.7284 |
| มิถุนายน | 29.3260 | 12.1249 | 36.8915 | -10.2373 | 36.2017 | 17.0723 |
| กรกฎาคม | 14.9207 | -1.0552 | 18.3000 | -15.8197 | 31.2863 | -28.5439 |
| สิงหาคม | 19.8329 | 11.6128 | 10.6306 | 7.3030 | 11.6835 | 7.7586 |
| กันยายน | 22.6534 | -11.3544 | 43.9624 | -26.7833 | 27.8976 | -24.0238 |
| ตุลาคม | 23.6631 | 4.0360 | 27.0625 | 17.3888 | 22.3802 | 8.9629 |
| พฤศจิกายน | 13.3237 | -0.4156 | 23.1408 | 9.2289 | 31.8342 | 14.1591 |
| ธันวาคม | 20.3580 | -11.2153 | 46.5136 | -9.3108 | 10.5802 | -2.1495 |
| เฉลี่ย | 17.0078 | 0.2492 | 25.1592 | -4.0026 | 19.1392 | 1.6240 |

ผลการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในพื้นที่จังหวัดสงขลาในตารางที่ 2 พบว่า การพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนทำให้ไม่มีผลของเมฆเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเดือนที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดผ่านเข้ามาในประเทศไทยเกิดเป็นแนวปะทะอากาศมวลอากาศลอยตัวสูงขึ้นแล้วกลั่นตัวเป็นเมฆและเกิดเป็นฝนตกลงมา ส่งผลทำให้การพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าช่วงฤดูร้อน

จากการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยวิธีต่าง ๆ พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันซิกมอยด์มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด และให้ค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ใกล้เคียงกับ

การวัดมากที่สุด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูป RMSD และ MBD เท่ากับร้อยละ 17.0 และ 0.3

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตและวิธีการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตอย่างง่ายของจังหวัดสงขลา โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตภาคพื้นดินและตัวแปรทางบรรยากาศที่เกี่ยวข้องที่สถานีวัดอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560

จากข้อมูลในงานวิจัยจะเห็นได้ว่า ค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากช่วงเช้า (มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.70 อยู่ในระดับปานกลาง) และจะมีค่าสูงสุดที่ประมาณเที่ยงวัน (มีค่าเฉลี่ยประมาณ 9.86 อยู่ในระดับสูงมาก) จากนั้นค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงช่วงเย็น (มีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.40 อยู่ในระดับต่ำ) ซึ่งเป็นผลมาจากทางเดินของดวงอาทิตย์และปริมาณตัวแปรทางบรรยากาศที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในพื้นที่จังหวัดสงขลา นั้นประกอบด้วยจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น ชั้นแรกเป็นชั้นของข้อมูลอินพุต มีข้อมูลทั้งหมด 4 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีผลต่อผิวหนังมนุษย์นอกชั้นบรรยากาศโลก มุมเซนธิธของดวงอาทิตย์ ความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง และดัชนีเมฆ ชั้นที่สองและสามเป็นชั้นซ่อน มีโหนดหรือเซลล์ประสาททั้งหมด 8 โหนด และ 3 โหนด ตามลำดับ ส่วนชั้นที่สุดท้ายเป็นชั้นเอาต์พุต ผลการทดสอบแบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่ได้สามารถคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงในพื้นที่จังหวัดสงขลาได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูป RMSD และ MBD เท่ากับร้อยละ 12.8 และ -2.4 ตามลำดับ

สำหรับการพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมง ผู้วิจัยได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเช่นเดียวกับการคำนวณดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยใช้ข้อมูลดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงย้อนหลัง 1 สัปดาห์ เพื่อพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตชั่วโมงล่วงหน้า 9 ชั่วโมง (08:00 น.-16:00 น.) ผลวิจัยพบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตรายชั่วโมงค่อนข้างดี โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูป RMSD และ MBD เท่ากับร้อยละ 17.0 และ 0.3 ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลปริมาณความเข้มรังสีอัลตราไวโอเล็ตและตัวแปรต่างๆ ในบรรยากาศ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] WHO, O.M.d.l Santé, Global Solar UV Index: A Practical Guide, A joint recommendation of World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection, WHO, Geneva, 2002.
- [2] A. A. Ghoneim, I.M. Kadad and M.S. Altouq, "Statistical analysis of solar UVB and global radiation in Kuwait," *Energy*, vol. 60, pp. 23-34, 2013.
- [3] G.W. Petty, *A First Course in Atmospheric Radiation*, Sundog Publishing, Madison, Wisconsin, 2004.

- [4] L. Wang, W. Gong, Y. Ma, B. Hu, W. Wang and M. Zhang, "Analysis of ultraviolet radiation in Central China from observation and estimation," *Energy*, vol. 5, pp. 764-774, 2013.
- [5] P. Koronakis, G. Sfantos, A. Paliatsos, J. Kaldellis, J. Garofalakis and I. Koronaki, "Interrelations of UV global/global/diffuse solar irradiance components and UV-global attenuation on air pollution episode days in Athens, Greece," *Atmospheric Environment*, vol. 36, no.19, pp. 3173-3181, 2002.
- [6] A. Kylling, A. Dahlback and B. Mayer, "The effect of clouds and surface albedo on UV irradiances at a high latitude site," *Geophysical Research Letters*, vol. 27, no. 9, pp. 1411-1414, 2000.
- [7] J. Calbó and J. A. González, "Empirical studies of cloud effects on UV radiation: A review," *Review of Geophysics*, vol. 43, no. 2, Jun. 2005.
- [8] A. Lindfors and A. Arola, "On the wavelength dependent attenuation of UV radiation by clouds," *Geophysical Research Letters*, vol. 35 no. 5, 2008.
- [9] B. Wenny, V. Saxena and J. Frederick, "Aerosol optical depth measurements and their impact on surface levels of ultraviolet-B radiation," *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, vol. 106, pp. 17311-17319, 2001.
- [10] S. Janjai, S. Buntung, R. Wattan and I. Masiri, "Mapping solar ultraviolet radiation from satellite data in a tropical environment," *Remote Sensing*, vol. 114, pp. 682-691, 2010.
- [11] S. Buntoung, S. Janjai, M. Nunez, P. Choosri, N. Pratummasoot and K. Chiwpreecha, "Sensitivity of erythemal UV/ global irradiance ratios to atmospheric parameters: application for estimating erythemal radiation at four sites in Thailand," *Atmospheric Research*, vol. 148, pp. 24-34, 2014.
- [12] L. Wang, W. Gong, Y. Ma, B. Hu, W. Wang and M. Zhang, "Analysis of ultraviolet radiation in Central China from observation and estimation," *Energy*, vol. 59, pp. 764-774, 2013.
- [13] S.S. Leal, C. Tiba and R. Piacentini, "Daily UV radiation modeling with the usage of statistical correlations and artificial neural networks," *Renewable Energy*, vol. 36, pp. 3337-3344, 2011.
- [14] J. N. Latosinsk, M. Latosinska and J. Bielak, "Towards analysis and predicting maps of ultraviolet index from experimental astronomical parameters (solar elevation, total ozone level, aerosol index, reflectivity. Artificial neural networks global scale approach," *Aerospace Science and Technology*, vol. 43, pp. 301-313, 2015.
- [15] A.F. McKinlay and B.L. Diffey, "A Reference Action Spectrum for Ultraviolet Induced

- Erythema in Human Skin,” *CIE Journal*, vol. 6, pp. 17-22, 1987.
- [16] M. Iqbal, *An introduction to solar radiation*, New York, Academic Press, 1983.
- [17] D. Cano, J. M. Monget, M. Albuissou, H. Guillard, N. Regas and L. Wald, “A method for the determination of the global solar radiation from meteorological satellite data,” *Solar Energy*, vol. 37, pp. 31–39, 1986.
- [18] E. Frank, M. A. Hall and I. H. Witten, *The WEKA Workbench. Online Appendix for “Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques,”* Morgan Kaufmann Publishers Inc, 4th ed, 2016.
- [19] F. S. Tymvios, S. C. Michealides and C. Skouteli, *Estimation of surface solar radiation with artificial neural networks, In.V. Badeacu (Ed.) Modeling Solar Radiation at the Earth Surface*, Springer, Berlin, 2008.
- [20] M.T. Hagan, H.B. Demuth and M.H. Beale, “Applying the artificial neural network to estimate the drag force for an autonomous underwater vehicle,” *Open Journal of Fluid Dynamics*, vol. 4, no. 3, pp. 334-346, 1996.