

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์ ค่าอนุพันธ์ของข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ระบบ MODIS

ธนัทเดช โรจนกุลศ ¹ สาทิต แสงประดิษฐ์ ² จุมพล อิศระวิสุทธิ ³
และ อีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ ^{4*}

วันที่รับ 6 พฤศจิกายน 63 วันที่แก้ไข 14 พฤศจิกายน 2563 วันที่ตอบรับ 21 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์ค่าอนุพันธ์ของข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ใน 4 ช่วงเวลา (พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561) โดยเลือกจังหวัดสกลนครเป็นพื้นที่ศึกษา สำหรับวิธีการดำเนินงานได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 โดยเป็นข้อมูลรายเดือนของปี พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561 รวม 48 ข้อมูลที่รวบรวมได้ นำมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของจังหวัดสกลนคร ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมมีความใกล้เคียงกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีสหสัมพันธ์พบว่ามีความสัมพันธ์ $R = 0.988$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก นอกจากนี้ เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายยังพบว่ามีความสัมพันธ์การตัดสินใจ $R^2 = 0.9774$ ผลการศึกษาค้นคว้าแสดงให้เห็นว่าการนำข้อมูลจากดาวเทียมมาวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำวิธีการในการศึกษาครั้งนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้

คำสำคัญ : การรับรู้ระยะไกล, อุณหภูมิพื้นผิว, ดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

^{1, 3, 4} ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² ภาควิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

* ผู้แต่ง, อีเมล: teerawong@msu.ac.th

Estimation of Land Surface Temperature by Derivative Analysis of MOD11A2 Product Data, MODIS System

Tanutdech Rotjanakusol ¹ Satith Sangpradid ² Jumpol Itsarawisut ³
and Teerawong Laosuwan ^{4*}

Received 6 November 2020, Revised 14 November 2020, Accepted 21 November 2020

Abstract

This research was aimed to integrate approximation of Land Surface Temperature using value of derivative analysis retrieved from Terra Modis data of MOD11A2 product during 4 time periods years of 2004, 2008, 2013, and 2018, selecting Sakon Nakhon Province was chosen as study area. Terra Modis data Product MOD11A2 was used, which was in monthly format of the year 2004, 2008, 2013, and 2018, 48 data in total for the image processing approximate of Land Surface Temperature. The results showed that Land Surface Temperature data analyzed from the satellite data was similar to the Land Surface Temperature data obtained from Thai Meteorological Department. The correlation was performed using correlation method, it was discovered that the correlation coefficient $R = 0.988$ was very high. In addition, using the above data to analyze by the simple linear regression analysis, it was found that the coefficient of determination, $R^2 = 0.9774$, meaning that the use of satellite data for this surface temperature analysis was reliable and the methodology in this study could be used to analyze surface temperatures in other areas of Thailand.

Keywords : Remote Sensing, Land Surface Temperature, Terra Modis Data

^{1, 3, 4} Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University

² Department of Geo-Informatics, Faculty of Informatics, Mahasarakham University

* Corresponding author, E-mail: teerawong@msu.ac.th

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั่วโลกที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปีมีสาเหตุมาจากปัญหาภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นจากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่เกิดขึ้น [1] ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยพื้นที่ทำการเกษตรเดิมได้ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องในไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งโดยปกติแล้วอุณหภูมิของพื้นที่เกษตรกรรมจะสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นที่ป่าไม้ แต่ก็ยังคงต่ำกว่าอุณหภูมิของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง [2] ความเจริญดังกล่าวส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ และโรงงานอุตสาหกรรม ในทางตรงกันข้ามพื้นที่สีเขียวที่ทำหน้าที่ดูดซับรังสีของดวงอาทิตย์ เช่น ต้นไม้ ป่าไม้ รวมถึงพืชพรรณทางการเกษตรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากรังสีของดวงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งกลับพบว่ามีน้อยลง จึงส่งผลทำให้อุณหภูมิในภาพรวมของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [3]

สำหรับการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวนั้น เป็นการตรวจวัดความร้อนพื้นผิวของโลกอีกรูปแบบหนึ่งที่ยินยอมมาตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวโลก [4] ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีการนำอุณหภูมิพื้นผิวไปใช้ประโยชน์ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องจากโลกมีความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น การศึกษารูปแบบของสภาพภูมิอากาศโดยตรวจสอบการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่มีผลต่อ

อุณหภูมิพื้นผิว [5, 6] การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวส่งผลกระทบต่อแผ่นน้ำแข็งขั้วโลก รวมถึงการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวที่ส่งผลกระทบต่อพืชพรรณในระบบนิเวศในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก [7, 8] เป็นต้น จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในด้านการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวพบว่ามียานงานวิจัยที่ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลจากดาวเทียม เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ชุมชนเมือง การศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน และการตรวจวัด และระบุพื้นที่ที่เกิดไฟป่าจากอุณหภูมิพื้นผิว [9] เป็นต้น นอกจากนี้ ในปัจจุบันพบว่าหลายงานวิจัยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวโดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยข้อมูลจากดาวเทียมที่สามารถบันทึกปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกโดยอาศัยการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม [10, 11] เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลได้รับการยอมรับว่ามีความทันสมัยและมีประสิทธิภาพ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ติดตามและตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนพื้นโลกได้ทันต่อเหตุการณ์ [12] ในขณะเดียวกันยังปรากฏว่ามีหลายงานวิจัยที่พัฒนามาตรการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียม เช่น Radiative Transfer Equation - Based Method, Mono - Window/Single Channel Algorithms และ Split - Window Algorithms [13 - 16] เป็นต้น ด้วยความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิดังที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการประมาณอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์ค่าอนุพันธ์ของ

ข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ใน 4 ช่วงเวลา (พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561) ในพื้นที่จังหวัด สกลนคร

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูล

2.1 พื้นที่ศึกษา

จังหวัดสกลนครเป็นหนึ่งใน 19 จังหวัด ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้งที่ 16 องศา 45 ลิปดา ถึง 18 องศา 15 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 103 องศา 15 ลิปดา ถึง 104 องศา 30 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่รวม 9,605.76 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6,003,603 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปทางด้านทิศใต้เป็นที่อกเขาสูงจากนั้นจะค่อย ๆ เอียงลาดลงมาทางทิศเหนือและทิศตะวันออก พื้นที่อยู่สูงกว่าระดับทะเลปานกลางประมาณ 172 เมตร ภูมิอากาศจัดอยู่ในประเภทอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูหรือแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีอากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตลอดฤดู แต่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาวจะมีอากาศแห้งแล้งเกือบตลอดฤดู

2.2 ข้อมูลจากดาวเทียม

การศึกษานี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลลัพธ์ MOD11A2 ที่บันทึกข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมในปี พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561 ผลลัพธ์ MOD11A2 เป็นข้อมูลรูปแบบอุณหภูมิพื้นผิว ประกอบไปด้วย 12 Science Dataset มีความละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 1,000 เมตร มีโปรเจกชันแบบ Sinusoidal

2.3 ข้อมูลอุณหภูมิภาคพื้นดิน

การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสกลนคร

3. วิธีการดำเนินงาน

เพื่อความกระชับในการนำเสนอของการศึกษานี้ จึงขอลำถึงวิธีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

(1) การจัดเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียมก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการลบจุดภาพ (Pixel) ที่ผิดปกติของข้อมูลจากดาวเทียมออกทั้งหมดด้วยไฟล์ควบคุมคุณภาพ (QA Band)

(2) ทำการแปลงค่าโปรเจกชันแบบ Sinusoidal ของข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลลัพธ์ MOD11A2 จาก Sinusoidal ให้ไปเป็นโปรเจกชันแบบ Geographic Coordinate System 1984 (GCS WGS1984) พร้อมทั้งดำเนินการกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์ เพื่อให้ข้อมูลจากดาวเทียมมีค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่ถูกต้อง

(3) เนื่องจากข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิสผลลัพธ์ MOD11A2 ที่ได้มานั้น ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเพื่อความสะดวกในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล จึงจำเป็นต้องตัดข้อมูลจากดาวเทียมให้เหลือเฉพาะพื้นที่ศึกษา ซึ่งก็คือ จังหวัดสกลนคร

(4) ทำการ Re-scaling ค่า Digital Number (DN) ของข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 7500 ถึง 65535 ให้เปลี่ยนเป็นข้อมูลอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature) ในหน่วยของเคลวิน (Kelvin) ด้วยสมการที่ 1 [17] จากนั้นทำการเปลี่ยนค่าหน่วยของเคลวินไปเป็นองศาเซลเซียส (°C) ด้วยสมการที่ 2 [17]

$$LST = DN * 0.02 \quad (1)$$

เมื่อ

LST = อุณหภูมิพื้นผิว

DN = ค่า Digital Number (DN)

$$^{\circ}C = Kelvin - 273.15 \quad (2)$$

เมื่อ

$^{\circ}C$ = อุณหภูมิพื้นผิวขององศาเซลเซียส

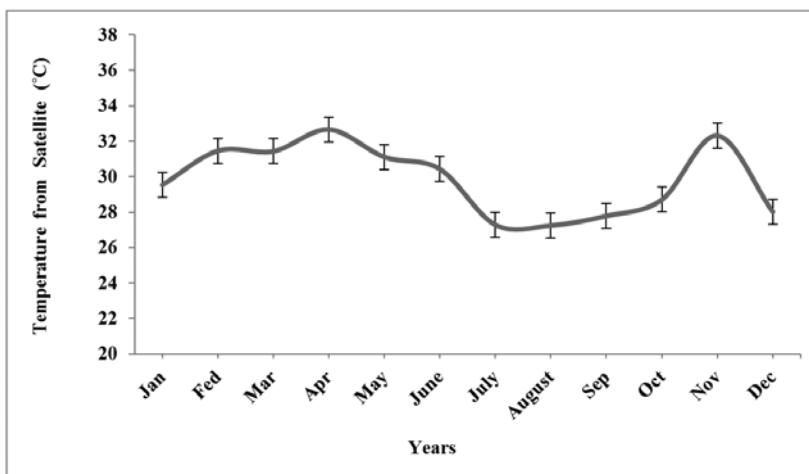
(5) นำข้อมูลจากดาวเทียมรายเดือนจาก 12 เดือน (มกราคม - ธันวาคม) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาประมวลผลเป็นข้อมูลรายปีเฉลี่ยและขั้นตอนสุดท้าย

(6) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ โดยนำผลอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติกับข้อมูลอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียม

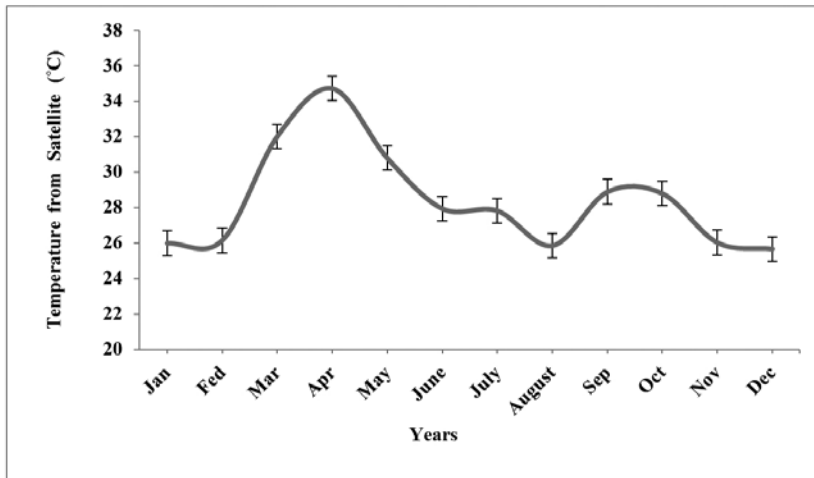
ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 รายเดือนของ 4 ช่วงเวลา (พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561) สามารถแสดงผลอุณหภูมิในรูปแบบของกราฟเส้นดังรูปที่ 1 - 4



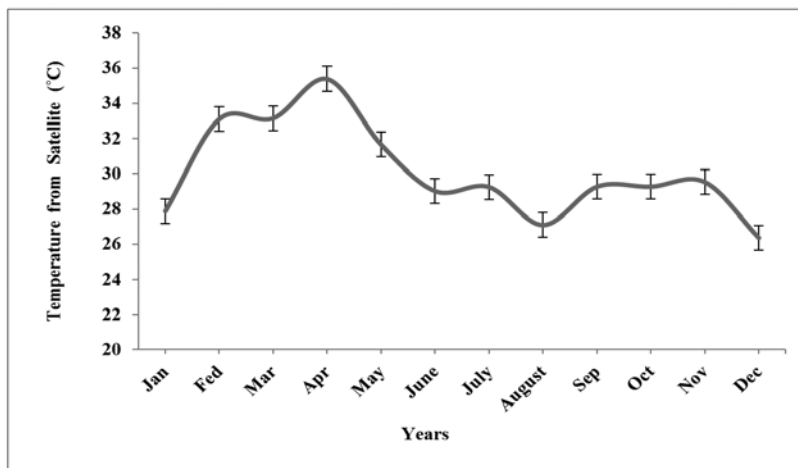
รูปที่ 1 อุณหภูมิพื้นผิวรายเดือน พ.ศ. 2547

ในปี พ.ศ. 2547 เส้นกราฟได้แสดงถึงค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยรายเดือนและแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายน และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือนสิงหาคม

ในปี พ.ศ. 2551 เส้นกราฟได้แสดงถึงค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยรายเดือนและแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายน และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือนธันวาคม



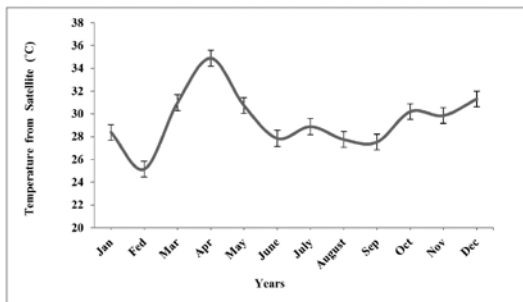
รูปที่ 2 อุณหภูมิพื้นผิวรายเดือน พ.ศ. 2551



รูปที่ 3 อุณหภูมิพื้นผิวรายเดือน พ.ศ. 2556

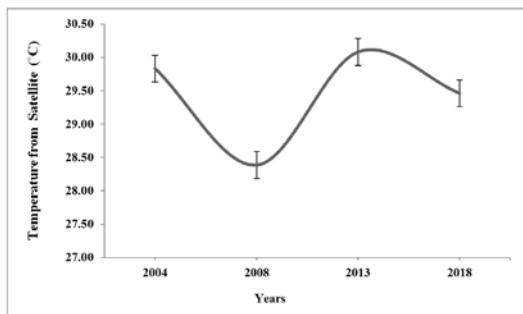
ในปี พ.ศ. 2556 เส้นกราฟได้แสดงถึงค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยรายเดือนและแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายน และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือนธันวาคม

ในปี พ.ศ. 2561 เส้นกราฟได้แสดงถึงค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยรายเดือนและแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายน และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์



รูปที่ 4 อุณหภูมิพื้นผิวน้ำรายเดือน พ.ศ. 2561

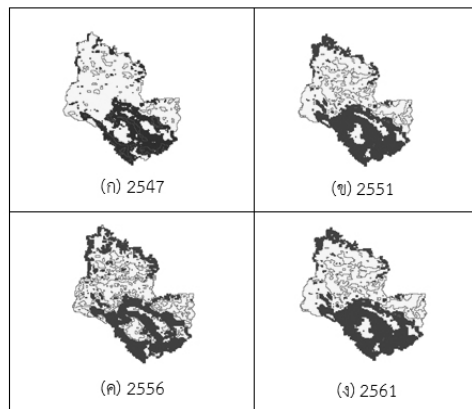
นอกจากนี้ เมื่อนำผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 รายเดือน ของ 4 ช่วงเวลา มาวิเคราะห์เป็นอุณหภูมิพื้นผิวน้ำรายปี ก็สามารถแสดงผลอุณหภูมิในรูปแบบของกราฟเส้น ดังรูปที่ 5 และแสดงผลในรูปแบบข้อมูลพื้นผิวน้ำเฉลี่ยเชิงพื้นที่ที่ถูกจำแนกออกเป็น 5 ระดับ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 อุณหภูมิพื้นผิวน้ำรายปี พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561

จากการศึกษาการจำแนกอุณหภูมิพื้นผิวน้ำจากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวน้ำเฉลี่ยเชิงพื้นที่รายปีจังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2547 พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส ปี พ.ศ. 2551 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 16 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส

ปี พ.ศ. 2556 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 39 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส และปี พ.ศ. 2561 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 14 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส



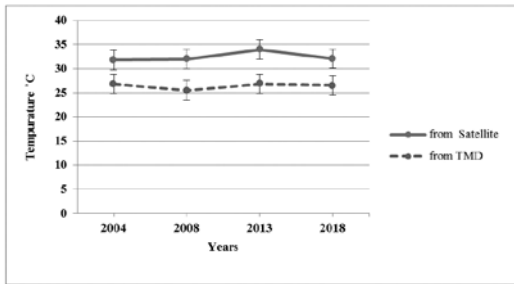
รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวน้ำจากการจำแนกเป็น 5 ระดับ

4.2 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวน้ำเฉลี่ย

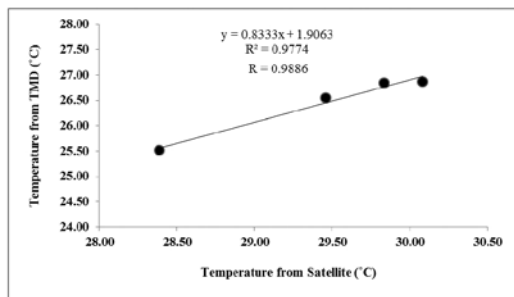
ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวน้ำเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 และค่าเฉลี่ยจากกรมอุตุนิยมวิทยาของทั้ง 4 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา สามารถแสดงได้รูปที่ 7 โดยเส้นกราฟได้แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของอุณหภูมิพื้นผิวน้ำในแต่ละปี

นอกจากนี้ เมื่อนำข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวน้ำเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 และค่าเฉลี่ยจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาของทั้ง 4 ช่วงเวลาดังกล่าวมาหาค่า

ความสัมพันธ์ในรูปแบบ 1) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation Analysis) 2) การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression) โดยผลการหาความสัมพันธ์แสดงได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิพื้นผิวน้ำ



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวน้ำจากดาวเทียมกับข้อมูลอุณหภูมิจากสถานีวัด

จากรูปที่ 8 สามารถอธิบายตัวสารสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมและอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ดังนี้ เมื่อนำข้อมูลทั้งสองชุดดังกล่าวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างง่าย ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด อีกทั้งมีทิศทางความสัมพันธ์อย่างไร โดยเมื่อ x เป็นตัวแปรอิสระ และ y เป็นตัวแปรตาม ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดให้ตัวแปรอิสระ (x) เป็นอุณหภูมิพื้นผิว

ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลจากดาวเทียม ส่วนตัวแปรตาม (y) เป็นอุณหภูมิที่ได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิวจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยาในทิศทางเดียวกันประมาณ 98.86% ($R = 0.9886$) เมื่อนำข้อมูลทั้งสองชุดดังกล่าวมาวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย เป็นการวิเคราะห์การประมาณการ (Predictor, x) และตัวตอบสนอง (Response, y) ก็พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมนั้นมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยาประมาณ 97.74% ($R^2 = 0.9774$) ส่วนที่เหลือ 2.26% เป็นผลมาจากสาเหตุอื่น ๆ

5. สรุป

การประมาณอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์ค่าอนุพันธ์ของข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิสใน 4 ช่วงเวลา (พ.ศ. 2547, 2551, 2556, 2561) ทั้งในรูปแบบเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลาของค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิสผลิตภัณฑ์ MOD11A2 มีความสอดคล้องและมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจะเห็นว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 จะมีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา 1 - 3 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมมีค่ามากขึ้น อุณหภูมิพื้นผิวจากสถานีตรวจวัดของ

กรมอุตุนิยมวิทยาก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ในทางตรงกันข้าม หากค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมมีค่าลดลง ค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาก็จะมีค่าลดลงตาม ดังนั้นความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาระหว่างข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากดาวเทียมมีค่าแปรผันตรงกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากกรมอุตุนิยมวิทยา

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Laosuwan, T., Gomathit, T., & Rotjanakusol, T. (2017). Application of Remote Sensing for Temperature Monitoring: The Technique for Land Surface Temperature Analysis. *Journal of Ecological Engineering*, 18 (3), 53 - 60.

[2] Dechaphongthana, W., Karnchanasutham, S., Nualchawee, K., & Intarawichian N. (2016). The Relationships between Land Surface Temperature and NDVI of Paddy Rice Areas in Stages of Growth from Satellite Data. *Journal of Geoinformation Technology of Burapha University*, 1 (2), 14 - 30.

[3] Rotjanakusol, T., & Laosuwan, T. (2020). Model of Relationships between Land Surface Temperature and Urban Built-Up Areas in Mueang Buriram District, Thailand. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29 (5), 3783 - 3790.

[4] Rotjanakusol, T., & Laosuwan, T. 2018. Estimation of Land Surface Temperature using Landsat Satellite Data: A case study

of Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province, Thailand for the years 2006 and 2015. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*, 27 (4): 401 - 409.

[5] Mukhelif, A., Al.Ammar, K., & Al. Jooburi, M. (2016). The Seasonal Variation of the Urban Heat Island Effect and Estimating the Human – Discomfort Index at the City of Hillah. *Pure and Applied Sciences*, 24 (2), 423 - 434.

[6] Mathew, A., Khandelwal, S., & Kaul, N. 2017. Investigating spatial and seasonal variations of urban heat island effect over Jaipur city and its relationship with vegetation, urbanization and elevation parameters. *Sustainable Cities and Society*, 35, 157 - 177.

[7] Prohmdirek, T., Chunpang, P., & Laosuwan, T. (2020). The Relationship between Normalized Difference Vegetation Index and Canopy Temperature that Affects the Urban Heat Island Phenomenon. *Geographia Technica*, 15 (2), 222 - 234.

[8] Lemke, P., Ren, J., Alley, R.B., Allison, I., Carrasco, J., Flato, G., Fujii, Y., Kaser, G., Mote, P.W., Thomas, R.H., & Zhang, T. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[9] Hally B., Wallace, L., Reinke, K., Jones, S., Skidmore A. (2018). *Advances in*

active fire detection using a multi-temporal method for next-generation geostationary satellite data, *International Journal of Digital Earth*, 12 (9): 1030 - 1045.

[10] Uttaruk, Y., & Laosuwan, T. (2018). Community Forest for global warming mitigation: the technique for estimation of biomass and Above Ground Carbon Storage using Remote Sensing method. *Agriculture and Forestry*, 64 (3), 47 - 57.

[11] Uttaruk, Y., Laosuwan, T. (2020). Comparison of Carbon Storage Measurement Methods on Agroforestry Systems in Sakon Nakhon Province, Northeast Thailand. *The Scientific Journal of King Faisal University, Basic and Applied Sciences*, 21 (2), 95 - 99.

[12] Rotjanakusol, T., & Laosuwan, T. (2020). Surface Water Body Extraction Using Landsat 8 Images and Different Forms of Physical Models. *The Scientific Journal of King Faisal University, Basic and Applied Sciences*, 21 (2), 218 - 223.

[13] Ren, Huazhong., Du, Chen., Liu, Rongyuan., Qin, Qiming., Yan, Guangjian., Li, Zhao-Liang., & Meng, J. (2015). Atmospheric water vapor retrieval from Landsat 8 thermal infrared images. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 120 (5), 1723 - 1738.

[14] Yu, X., Guo, X., & Wu, Z. (2014). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 8 TIRS-Comparison between Radiative Transfer Equation-Based Method, Split Window Algorithm and Single Channel Method. *Remote*

Sensing, 6 (10), 9829 - 9852.

[15] Chen, F., Yang S., Su, Z., & He, B. (2015). A New Single-channel Method for Estimating Land Surface Temperature Based on The Image Inherent Information: The HJ - 1B case. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101, 80 - 88.

[16] Du, C., Ren, H., Qin, Q., Meng, J., & Zhao, S. (2015). A Practical Split-Window Algorithm for Estimating Land Surface Temperature from Landsat 8 Data. *Remote Sensing*, 7 (1), 647 - 665.

[17] Chokkuea W. (2019). Spatial - temporal Change of Land Surface Temperature using Satellite Remote Sensing Data. *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 29 (2): 65 - 69.