

พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงเชิงอนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณ ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Normalized Difference Vegetation Index Times Series Change Forecasting Using Moving Averages Method and Exponential Smoothing Methods

สาธิต แสงประดิษฐ์

Satith Sangpradid

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Faculty of Informatics, Mahasarakham University

บทคัดย่อ

การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงอนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยของดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) ระหว่างปี พ.ศ.2545 ถึง 2558 สำหรับการพยากรณ์ ปี 2559 การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เพื่อเปรียบเทียบความต่างจากข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI ต้นฉบับกับข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI ที่มีการปรับด้วยอัลกอริทึมทำให้เรียบด้วยวิธีการ RMMEH สำหรับสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยใช้สถิติความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ผลการศึกษพบว่าค่า MAD MSE และ MAPE ของการพยากรณ์จากค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับจากการพยากรณ์ด้วยวิธีการแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เป็น 0.03, 0.0014 และ 0.1906 ตามลำดับ ผลของวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเป็น 0.04, 0.0027 และ 0.3322 ตามลำดับ สำหรับผลการพยากรณ์จากการปรับค่าเฉลี่ย NDVI ด้วยวิธีการ RMMH จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการแบบเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่เป็น 0.03, 0.0010 และ 0.2370 ผลของวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเป็น 0.04, 0.0024 และ 0.3437 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ดัชนีความต่างพืชพรรณ, วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอัลกอริทึมทำให้เรียบ RMMEH, ความถูกต้องของการพยากรณ์

Abstract

This research used Landsat satellite imagery to study of the normalized difference vegetation index (NDVI) time-series change from the years 2002 to 2015 for forecasting events for the year 2017. This study used the moving average method and exponential smoothing methods to comparison forecasting of the normalized difference vegetation index (NDVI) and NDVI smoothing using algorithm RMMEH method. The accuracy assessment of the forecasting methods includes: Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Sum of Square Error (MSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). They compared the results of NDVI and NDVI using RMMH method. The results show that the values of MAD, MSE, and MAPE from the moving average forecasting of NDVI were 0.03, 0.0014, and 0.1906 respectively, and the results from the exponential smoothing forecasting of NDVI were 0.04, 0.0027, and

0.3322 respectively. Meanwhile, the results of the NDVI using RMMH method from the moving average forecasting were 0.03, 0.0010, and 0.2370 respectively. The results from the exponential smoothing forecasting were 0.04, 0.0024 and 0.3437 respectively.

Keywords: NDVI, moving average method, exponential smoothing methods, RMMEH smoothing algorithm, forecasting accuracy



บทนำ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจระยะไกลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาทางด้านทรัพยากรธรรมชาติเพื่อช่วยให้ลดเวลาในการสำรวจข้อมูลในพื้นที่จริง โดยปัจจุบันมีการนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้งานจำนวนมากทั้งข้อมูลภาพที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำและความละเอียดเชิงพื้นที่สูง ซึ่งวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินมีวิธีจำนวนมากเช่น เทคนิคการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแล (supervised classification) ด้วยวิธี Minimum Distance, Maximum Likelihood และ วิธี Parallelepiped โดยเทคนิคการจำแนกต้องอาศัยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (training area) เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลสำหรับการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งผลลัพธ์ของการจำแนกแบบกำกับดูแลมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาจำแนก (Renuka & Santhosh, 2011; Perumal & Bhaskaran, 2010; Al-Ahmadi & Hames, 2009) วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกวิธีหนึ่งคือการจำแนกด้วยวิธีการไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) ด้วยวิธี K-mean และ วิธี ISODATA (Al-Tamimi & Al-Bakri, 2005)

สำหรับการศึกษาทางด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการศึกษาตามแตกต่างของค่าตัวเลขดิจิทัล โดยอาศัยค่าความแตกต่างกันของช่วงเวลา เช่น การใช้เทคนิค CVA (Chang Vector Analysis) เทคนิค PCA (Principle Component Analysis) และวิธีการเปรียบเทียบผลการจำแนกแบบ Post-Classification เป็นต้น อีกวิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมสำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินคือการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

ดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) โดยมีนักวิจัยจำนวนมากที่นำเอาค่าดัชนี NDVI มาวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาศัยคุณสมบัติค่าความแตกต่างของค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR band) กับช่วงคลื่นสีแดง (red band) ตัวอย่างเช่น Gandhi, et al.(2015) ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่าการนำเอาดัชนี NDVIมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่วงเวลาปี 2001 และ ปี 2006 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM / ETM โดยผลแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับ Usman, et al. (2015) ได้นำเอาค่าดัชนี NDVI มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ที่บันทึกระหว่างปี 2005 และปี 2012 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการใช้ ดัชนี NDVI เพื่อแสดงความแตกต่างของดัชนี NDVI ของแต่ละปีที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละพืชพรรณ

การศึกษาการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลา (time series) เป็นการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันซึ่งข้อมูลที่เกิดขึ้นอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลที่จะศึกษา การเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางด้านทรัพยากรธรรมชาติก็เช่นเดียวกันมีการเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติหรือมีการเปลี่ยนแปลงจากผลกระทบของสังคมที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการขยายพื้นที่ทำมาหากินหรือมีสิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาของพืชพรรณ จึงเป็นการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ สุภามน จันทรสกุล (2558) กล่าวว่า “การพยากรณ์อนุกรมเวลาเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณที่มีทั้งวิธีการแบบเชิงเส้น และวิธีการแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งต่างมีข้อจำกัด” โดยในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของดัชนี NDVI

เพื่อใช้ในการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาเป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงนำเอาดัชนี NDVI มาใช้สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลา โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ตั้งแต่ปี 2544 จนถึง 2558 ในช่วงเดือนที่ใกล้เคียงกันเพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยในปี 2559 การพยากรณ์ในครั้งนี้นำวิธีการปรับข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI ด้วยอัลกอริทึมทำให้เรียบโดยใช้วิธีการ RMMEH (Jin & Xu, 2013) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM/ETM เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาของดัชนีความต่างพีชพรรณต้นฉบับกับดัชนีความต่างพีชพรรณด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบ RMMEH ด้วยวิธีพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบโพเนนเชียล

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ใช้ในการพยากรณ์ในอนาคตมีรูปแบบสมการดังนี้

$$Y_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-N+1}}{N} \quad (1)$$

โดยที่

- Y_{t+1} = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา $t+1$
- Y_t = ค่าข้อมูลในช่วงเวลาปัจจุบัน (t)
- N = จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการเฉลี่ย

วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

เป็นวิธีการสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่ใช้หลักการแบบเดียวกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่สามารถใช้งานได้ง่ายโดยใช้สมการ

$$\hat{Y}_{t+1} = aY_t + (1-a)\hat{Y}_t \quad (2)$$

โดยที่

- $\hat{Y}_{t+1}$ = ค่าที่ปรับเรียบใหม่หรือค่าสำหรับการพยากรณ์ช่วงต่อไป
- a = ตัวปรับเรียบคงที่ ($0 < a < 1$)
- Y_t = ค่าข้อมูลใหม่ หรือค่าที่แท้จริงของอนุกรมเวลาช่วงเวลา t
- $\hat{Y}_t$ = ค่าการปรับเรียบเก่าหรือการพยากรณ์ช่วงเวลา t

ดัชนีความต่างพีชพรรณ (NDVI)

ดัชนีความต่างพีชพรรณ หรือ NDVI (Rouse, Haas, Schell, & Deering, 1973) เป็นการหาความต่างของค่าการสะท้อนของพีชพรรณโดยอาศัยคุณสมบัติของค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจากข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสมการ

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3)$$

เมื่อ NDVI คือ ดัชนีความต่างพีชพรรณ

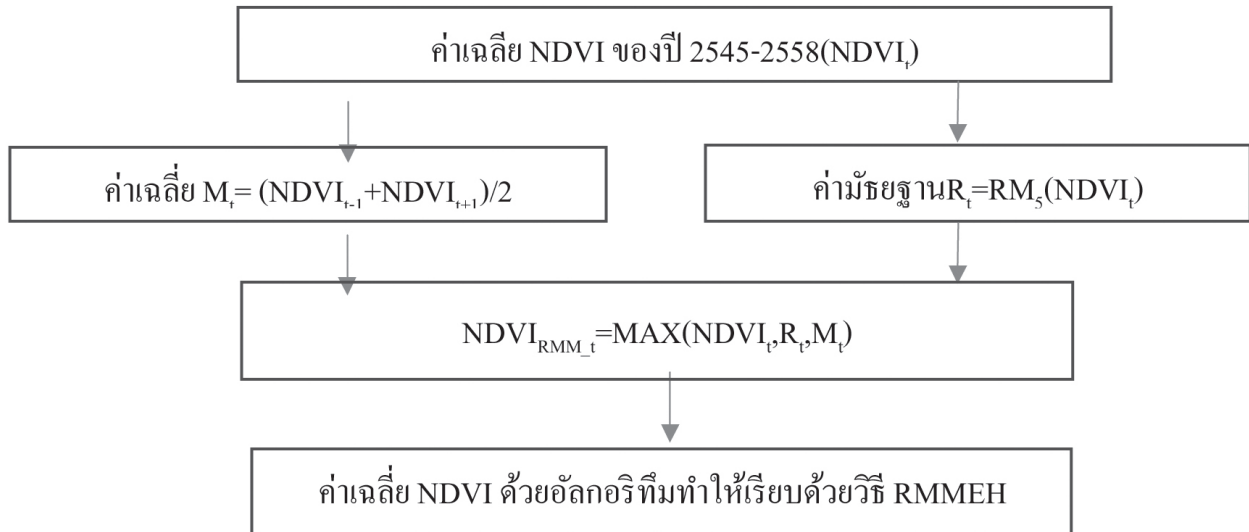
NIR คือ ค่าความสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED คือ ค่าความสะท้อนช่วงคลื่นสีแดง

ผลของสมการมีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าที่มีความเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเป็นพีชพรรณสูง

การปรับข้อมูล NDVI ด้วยอัลกอริทึมทำให้เรียบ

Jin & Xu (2013) นำเสนอเทคนิคการปรับข้อมูลให้เรียบด้วยอัลกอริทึมทำให้เรียบ (Smoothing Algorithm) โดยมีการนำเสนอเทคนิคที่เรียกว่า RMMEH ซึ่งใช้กับการปรับค่า NDVI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS โดยมีขั้นตอนในการทำดังนี้



ภาพ 1 การปรับค่าเฉลี่ย NDVI ด้วยอัลกอริทึมทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH

การหาค่า M_t เป็นการหาค่าเฉลี่ยของค่าดัชนี NDVI ของปีที่ต้องการค้นหาค่าจากสมการ

$$M_t = \frac{(NDVI_{t-1} + NDVI_{t+1})}{2} \quad (4)$$

เมื่อ M_t คือ ค่าเฉลี่ยของ NDVI ของช่วงเวลา t

$NDVI_{t-1}$ คือค่า NDVI ของปีก่อนหน้า ของช่วงเวลา t

$NDVI_{t+1}$ คือ NDVI ของปีถัดไป ของช่วงเวลา t

การหาค่า R_t หรือ ค่ามัธยฐานโดยการหาค่าจากทั้งหมด 5 ช่วงเวลา ระหว่างช่วงเวลา 5 ช่วงที่อยู่ใกล้เคียงจากสมการ

$$R_t = RM_5$$

$$(NDVI_{(t-2)}, NDVI_{(t-1)}, NDVI, NDVI_{(t+1)}, NDVI_{(t+2)}) \quad (5)$$

เมื่อ R_t คือ ค่ามัธยฐานของค่า NDVI ทั้ง 5 ของช่วงเวลา t

RM_5 คือ ค่ามัธยฐานของค่า NDVI ของช่วงเวลา t

$NDVI_{t-1}$ คือ ค่า NDVI ของปีก่อนหน้าของช่วงเวลา t

$NDVI_{t-2}$ คือ NDVI ของ 2 ปีก่อนหน้าของช่วงเวลา t

$NDVI_{t+1}$ คือ ค่า NDVI ของปีถัดไปของช่วงเวลา t

$NDVI_{t+2}$ คือ NDVI ของ 2 ปีถัดไปของช่วงเวลา t

การหาผลของค่า $NDVI_{RMM_t}$ เป็นการหาค่าสูงสุดจากค่า $NDVI_t$ ค่า M_t หรือ ค่า R_t ของ NDVI ของปีที่ต้องการศึกษา จากสมการ

$$NDVI_{RMM_t} = MAX(NDVI_t, M_t, R_t) \quad (6)$$

เมื่อ $NDVI_{RMM_t}$ คือ ค่าสูงสุดจากค่า $NDVI_t$ ค่า M_t หรือ ค่า R_t ของ NDVI ของช่วงเวลา t

$NDVI_t$ คือ ค่า NDVI ของช่วงเวลา t

M_t คือ ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลา t

R_t คือ มัธยฐานของช่วงเวลา t

การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ (forecast accuracy) เป็นการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์จากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล วิธีการวัดความถูกต้องประกอบด้วย

ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation--MAD)

MAD (Hoover, 2006) เป็นการวัดค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยของการพยากรณ์ ซึ่งจะมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการวัดความผิดพลาดในหน่วยเดียวกันกับข้อมูลอนุกรมเวลาเดิม มีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (7)$$

เมื่อ MAD คือ ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย

Y_t คือ ค่าสังเกตที่เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลเปรียบเทียบ

ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Sum of Square Error-- MSE)

สามารถคำนวณค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการพยากรณ์ และค่าการสังเกต n กำลังสอง มีสูตรดังนี้

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (8)$$

เมื่อ MSE คือ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย

Y_t คือ ค่าสังเกตที่เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลเปรียบเทียบ

ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

MAPE (Fildes & Goodwin, 2007) ซึ่งสามารถหาได้จากนำค่าความผิดพลาดที่แท้จริงในแต่ละช่วงเวลาหารด้วยข้อมูลจริงในช่วงเวลานั้น และเฉลี่ยความผิดพลาดที่แท้จริงเป็นร้อยละ ซึ่งมีรูปแบบสมการในการพิจารณาดังนี้

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (9)$$

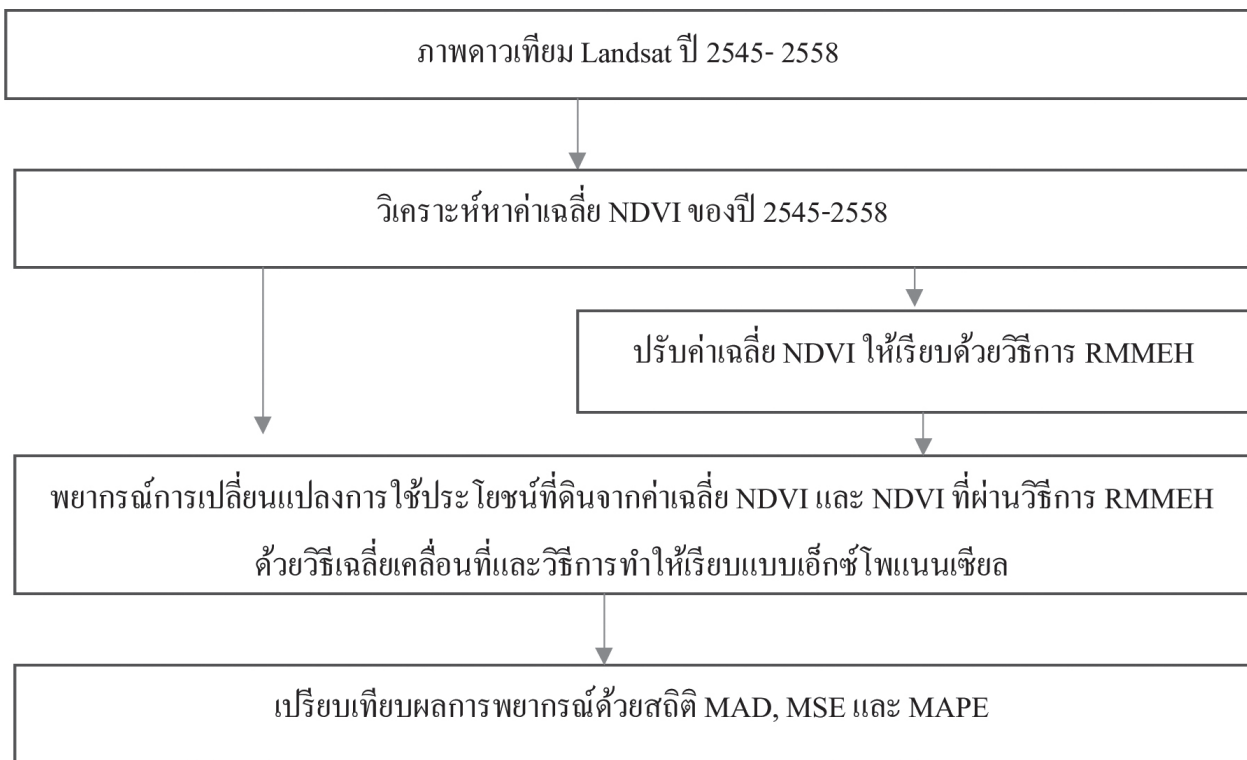
เมื่อ $MAPE$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย

Y_t คือ ค่าสังเกตที่เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลเปรียบเทียบ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

การปรับข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณโดยวิธีการทำให้เรียบแบบ RMMH มีผลต่อการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงเวลาจากดัชนีความต่างพืชพรรณด้วยวิธีการพยากรณ์แบบการเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

วิธีดำเนินการวิจัย

จากกรอบแนวคิดการวิจัยสามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ดัชนีความต่างพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM/ETM ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2558 โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI จากสมการ (4)
2. ปรับค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณโดยใช้ อัลกอริทึมทำให้เรียบ ด้วยวิธีการ RMMEH โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 1 และสมการที่ (4), (5), และ (6)

ตามลำดับ

3. พยากรณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงเวลาของดัชนี NDVI และดัชนี NDVI ที่ผ่านการทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH โดยวิธีพยากรณ์แบบเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
4. ตรวจสอบความถูกต้องและเปรียบเทียบผลการศึกษา

ข้อมูลและพื้นที่ศึกษา

สำหรับข้อมูลงานวิจัยเป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM/ETM ตั้งแต่ปี 2545 ถึง ปี 2558 ของพื้นที่อำเภอกันทรวิชัย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพราะเป็นพื้นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลที่ดาวโหลดจาก <https://earthexplorer.usgs.gov/> โดยข้อมูลที่ดาวโหลดในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ของแต่ละปี ที่สามารถดาวโหลดและมีปริมาณการปกคลุม

ของเมฆที่น้อยที่สุดโดยภาพดาวเทียมที่ใช้ในช่วงปี 2545-2555 จากดาวเทียม Landsat TM 4 และ 5 ข้อมูลช่วงปี 2557 ถึงปี 2558 ใช้ดาวเทียม Landsat 8

ผลการวิจัย

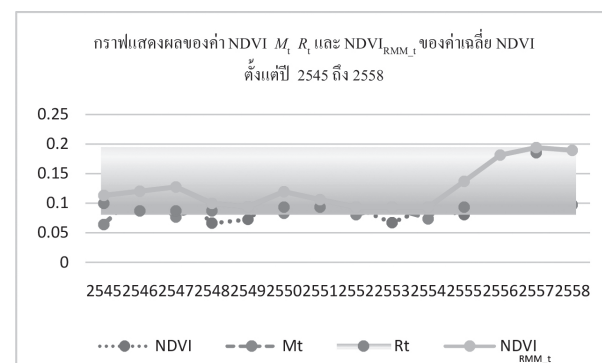
ผลการวิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปี พ.ศ. 2558 เป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ NDVI ในพื้นที่ศึกษาเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI แล้วนำค่าเฉลี่ย NDVI มาทำให้เรียบด้วยอัลกอริทึมแบบ RMMEH จากการวิเคราะห์ค่า NDVI ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่ได้นำมาปรับข้อมูลใหม่ด้วยวิธีอัลกอริทึมทำให้เรียบ ด้วยวิธี RMMH ซึ่งแสดงผลของค่า NDVI MR_t และ $NDVI_{RMM_t}$ ของค่าเฉลี่ย NDVI ตั้งแต่ปี 2544 ถึง 2558 แสดงดังตารางที่ 1 และกราฟแสดงความต่างของแต่ละค่าในรูปที่ 3

ตาราง 1

ตารางแสดงผลค่าเฉลี่ยตัวเลข NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และค่า MR_t และ $NDVI_{RMM_t}$ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

ปี	NDVI	M_t	R_t	$NDVI_{RMM_t}$
2545	0.113	0.064	0.100	0.113
2546	0.087	0.12	0.087	0.12
2547	0.127	0.0765	0.087	0.127
2548	0.066	0.0995	0.087	0.0995
2549	0.072	0.0925	0.094	0.094
2550	0.119	0.083	0.093	0.119
2551	0.094	0.106	0.093	0.106
2552	0.093	0.0805	0.093	0.093
2553	0.067	0.093	0.093	0.093
2554	0.093	0.0735	0.093	0.093
2555	0.08	0.137	0.093	0.137
2556	0.181	0.137	0.181	0.181
2557	0.194	0.185	0.185	0.194
2558	0.189	0.097	0.189	0.189

จากตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย NDVI ของแต่ละปี จะพบว่าค่า NDVI มีค่าน้อยมาก ซึ่งแสดงว่าในพื้นที่อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคามมีความเป็นพืชพรรณน้อย และผลของค่าเฉลี่ยหลังจากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในบางช่วงของแต่ละปี แต่อย่างไรก็ตามในการนำเอาค่า NDVI ไปใช้สำหรับการพยากรณ์ข้อมูล ได้มีการปรับค่าของดัชนี NDVI จากสมการค่า MR_t และ $NDVI_{RMM_t}$ ตามตาราง 1 มีค่าปรับเปลี่ยนไป โดยกำหนดค่าที่จะนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ต่อไป โดยเลือกจากข้อมูลค่า $NDVI_{RMM_t}$ ซึ่งเป็นจุดที่มีความเรียบมากที่สุดดังตารางที่ 1 และรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการ RMMEH เพื่อปรับค่าเฉลี่ย NDVI ให้มีความเรียบ (Smoothing) โดยใช้ค่า $NDVI_{RMM_t}$ มาใช้สำหรับการเลือกข้อมูลที่ดีที่สุด เพื่อปรับข้อมูลให้เรียบก่อนการนำไปพยากรณ์ โดยจุดที่เลือกจะมีค่าที่แตกต่างไปจากข้อมูลต้นฉบับของค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI ซึ่งอาจมีความแปรปรวนมากของแต่ละปี โดยวิธีการใช้ RMMEH เป็นตัวสำหรับค่าของ NDVI ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการปรับค่า NDVI ใหม่ แต่จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่ายังมีจุดที่เป็นจุดเดียวกันกับค่า NDVI ต้นฉบับ



ภาพ 3 กราฟแสดงผลของค่า NDVI MR_t และ $NDVI_{RMM_t}$ ของค่าเฉลี่ย NDVI ตั้งแต่ปี 2545 ถึง 2558

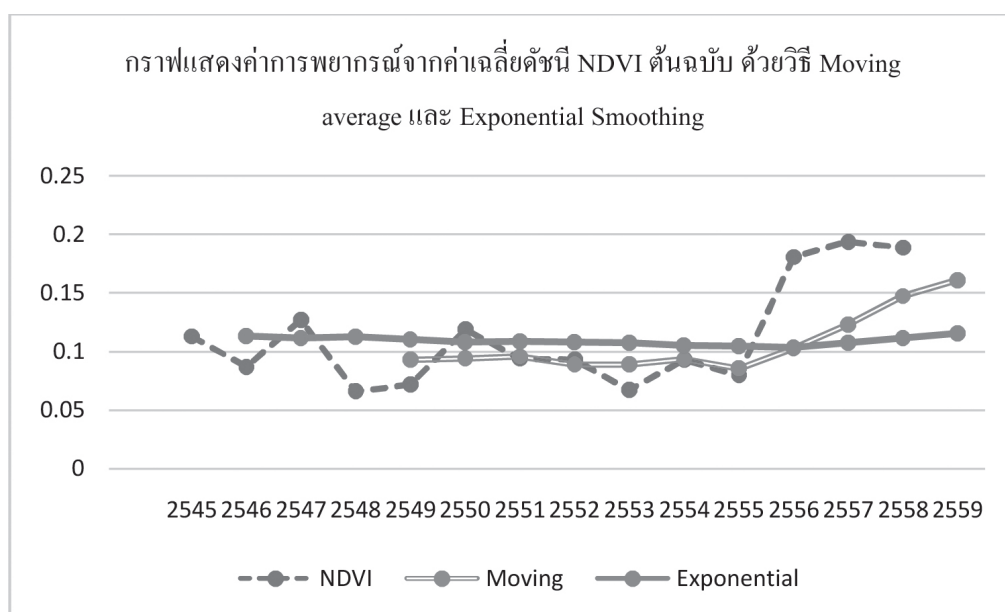
ผลการพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาจากดัชนี NDVI ต้นฉบับกับดัชนี NDVI ที่ผ่านการทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH โดยใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ตาราง 2

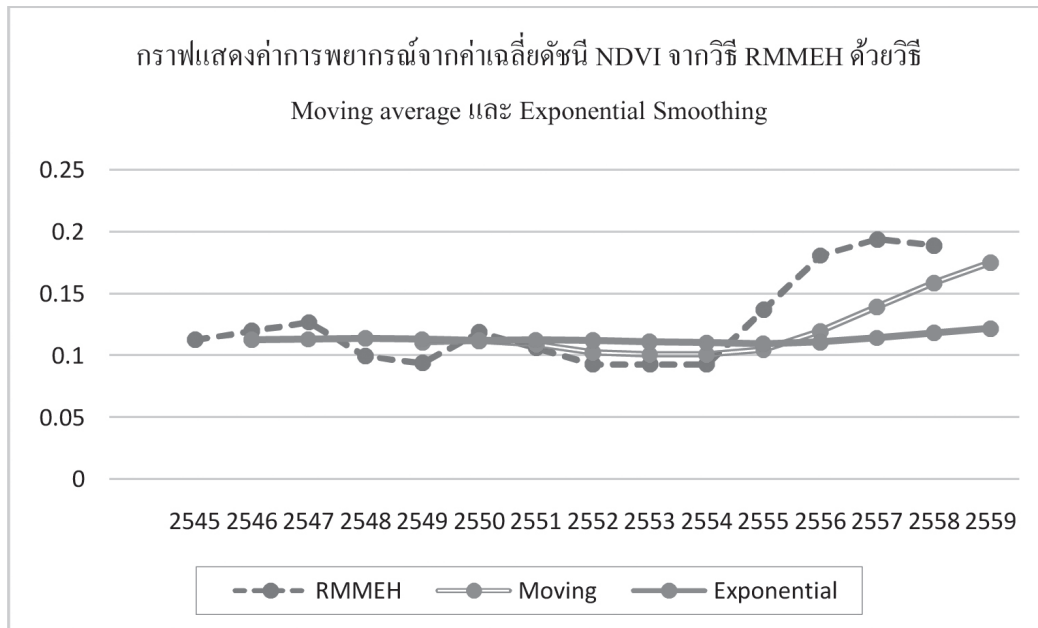
ตารางเปรียบเทียบการพยากรณ์ ของค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับกับ ค่าเฉลี่ย NDVI ผ่านการทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH โดยใช้ การพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ปี	NDVI	Moving Average	Exponential Smoothing	RMMEH	Moving Average	Exponential Smoothing
2545	0.113			0.113		
2546	0.087		0.113	0.120		0.113
2547	0.127		0.112	0.127		0.113
2548	0.066		0.112	0.100		0.114
2549	0.072	0.093	0.110	0.094	0.111	0.113
2550	0.119	0.094	0.108	0.119	0.112	0.112
2551	0.094	0.096	0.109	0.106	0.109	0.113
2552	0.093	0.089	0.108	0.093	0.102	0.112
2553	0.067	0.089	0.107	0.093	0.101	0.111
2554	0.093	0.093	0.105	0.093	0.101	0.110
2555	0.080	0.085	0.105	0.137	0.104	0.110
2556	0.181	0.103	0.103	0.181	0.119	0.111
2557	0.194	0.123	0.107	0.194	0.140	0.114
2558	0.189	0.147	0.112	0.189	0.159	0.118
2559		0.161	0.116		0.175	0.122

จากตารางที่ 2 นำมาแสดงกราฟเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของการพยากรณ์ทั้งสองวิธีจากข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI และข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI ที่มีการปรับให้เรียบด้วยวิธี RMMEH และแสดงกราฟดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ



ภาพ 4 แสดงกราฟผลการพยากรณ์ ด้วย moving average และ exponential smoothing จากข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI



ภาพ 5 แสดงกราฟผลการพยากรณ์ ด้วย moving average และ exponential smoothing จากข้อมูล RMMEH ของข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI

วัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์

การวัดค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ของเทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี ว่ามีเทคนิคการพยากรณ์ใดให้ค่าคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. Mean Absolute Deviation (MAD) ค่า MAD ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งดี
2. Mean Squared Error (MSE) ค่า MSE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งดี
3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ค่า MAPE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งดี

ตาราง 3

ตารางเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยวิธี การพยากรณ์ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI กับ RMMEH

วิธี การวัด	NDVI		RMMEH	
	Moving Average	Exponential Smoothing	Moving Average	Exponential Smoothing
MAD	0.03	0.04	0.03	0.04
MSE	0.0014	0.0027	0.0010	0.0024
MAPE	0.1906	0.3322	0.2370	0.3437

ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยผลการพยากรณ์พบว่าผลการพยากรณ์จากข้อมูลที่มีการปรับทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH มีค่าความถูกต้องดีกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับเพียงเล็กน้อย

การอภิปรายผล

จากผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงเชิงอนุกรมเวลาของค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) มาใช้ในการพยากรณ์ในการศึกษาทำการเปรียบเทียบผลระหว่างการใช้ข้อมูลเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับและข้อมูลการทำให้เรียบของ NDVI ด้วยวิธี RMMEH มาใช้ในการพยากรณ์ โดยวิธีการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ 2 วิธีคือวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลจากการศึกษาสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ (1) ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 1 และรูปที่ 4 แสดงผลการใช้วิธี RMMH มาใช้ในการปรับข้อมูลเฉลี่ย NDVI พบว่าค่าเฉลี่ย NDVI ที่ถูกจากวิธี RMMH มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย NDVI เดิม แสดงให้เห็นว่าวิธีการ RMMEH สามารถลดความแปรปรวนของข้อมูลเบื้องต้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจากรูปที่ 4 จะเห็นว่า

ค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงตั้งแต่ปี 2556 เป็นต้นไป (2) เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล จากตารางที่ 2 และรูปที่ 4 และ 5 ผลการพยากรณ์จากค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับและค่าเฉลี่ย NDVI ที่ผ่านการทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH พบว่าวิธีการพยากรณ์แบบเฉลี่ยเคลื่อนที่มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับมากกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (3) เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวัดค่าตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ ด้วยสถิติ MAD MSE และ MAPE พบว่าค่า MAD MSE และ MAPE ของการพยากรณ์จากค่าเฉลี่ย NDVI ต้นฉบับและ ค่าเฉลี่ย NDVI ที่ผ่านการทำให้เรียบด้วยวิธี RMMEH พบว่าค่า MAD MSE และ MAPE มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจากผลการศึกษารังนี้พบว่าในการ

ปรับข้อมูลค่าเฉลี่ย NDVI ให้เรียบด้วยวิธีการ RMMEH สามารถนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีอื่น ๆ ได้ ซึ่งผลของการปรับค่าเฉลี่ย NDVI ด้วยวิธี RMMEH ของข้อมูลที่มีความแปรปรวนมาก

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการนำเอาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat มาใช้ในการทดลองโดยใช้ข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคมถึง เดือนพฤษภาคม ของแต่ละปี ซึ่งข้อมูลที่ได้ไม่สามารถระบุวันเวลาที่แน่นอนได้ และข้อมูลของแต่ละภาพไม่อยู่ในช่วงวันเดียวกันของแต่ละปีทำให้ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นมีค่าการสะท้อนมีความคมชัดไม่เท่ากัน ดังนั้นภาพที่นำมาใช้ในการศึกษาอาจจะทำให้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) คลาดเคลื่อนได้



References

- Al-Ahmadi, F. S., & Hames, A. S. (2009). Comparison of four classification methods to extract land use and land cover from raw satellite images for some remote arid areas, Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of King Abdulaziz University Earth Sciences*, 20(1), 167-191.
- Al-Tamimi, S., & Al-Bakri, J. T. (2005). Comparison between supervised and unsupervised classifications for mapping land use/cover in Ajloun area. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1), 73-83.
- Fildes, R., & Goodwin, P. (2007). Against your better judgment? How organizations can improve their use of management judgment in forecasting. *Interfaces*, 37(6), 570-576.
- Gandhi, G.M., Parthiban, S., Thummalu, N., & Christy, A. (2015). *Ndvi: Vegetation change detection using remote sensing and GIS – A case study of Vellore district*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915019444>
- Hoover, J. (2006). Measuring forecast accuracy: Omissions in today's forecasting engines and demand-planning software. *Foresight: The International Journal of Applied Fore-casting*, 2(4), 32-35.
- Jansakul, S. (2015). Time series forecasting: Linear approach, non-linear approach and hybrid models. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 9(2), 50-63. (in Thai)
- Jin, Z., & Xu, B. (2013). A novel compound smoother-RMMH to reconstruct MODIS NDVI time series. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letter*, 10(4), 942-946.
- Perumal, K., & Bhaskaran, R. (2010). Supervised classification performance of multispectral images. *Journal of Computing*, 2(2), 124-129.

- Renuka, D. M., & Santhosh, B.S. (2011). Land use and land cover classification using RGB&L base supervised classification algorithm. *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, 2(10), 167-180.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). *Monitoring vegetationsystems in the great plains with ERTS*. Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>
- Usman, M., Liedl, L., Shahid, M. A., & Abbas, A. (2015). Land use/land cover classification and its change detection using Multi-Temporal MODIS NDVI data. *Journal of Geographical Sciences*. 25(12), 1479-1506.

