



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.144

## ẢNH HƯỞNG CỦA KHÔ HẠN ĐẾN TỔNG SẢN LƯỢNG SƠ CẤP CỦA RỪNG RỤNG LÁ-TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH RATCHABURI, THÁI LAN

Phan Kiều Diễm<sup>1\*</sup>, Amnat Chidthaisong<sup>2</sup> và Pariwate Varnakovida<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>The Joint Graduate School of Energy and Environment and Center of Excellence on Energy Technology and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi

<sup>3</sup>Department of Mathematics, King Mongkut's University of Technology Thonburi, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Geospatial Engineering and Innovation Center

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Phan Kiều Diễm (email: pkdiem@ctu.edu.vn)

### ABSTRACT

This study was conducted to assess the impact of extreme year (drought induced by El Niño) to GPP of deciduous forest (DF) at Ratchaburi province, Thailand. The measured meteorology data was analyzed to assess the changes in temperature and precipitation over the period of study, 2009-2012. The time series of MODIS NDVI were used to evaluate the shifting of DF phenology in period 2009-2011. The analysis of shifting phenology was compared to the measured GPP between extreme event and other normal years. The results showed that in dry season 2010 (drought year), the air temperature increased, rainfall decreased, corresponding to delay of starting of season (49-50 days), length of season shorter than (54-57 days) in comparison to year 2009 and 2011. The GPP was also significantly reduced in drought year 2010 (376.4 kgC/ha) comparing to year 2009 (581.1 kgC/ha) and 2011 (530.0 kgC/ha). The further studies on the long term monitoring of soil moisture and climate factors to enhance the understanding on main drivers effecting the phenology shift and reduce of the GPP of DF are encouraged.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá sự ảnh hưởng của năm cực đoan (khô hạn) đến tổng sản lượng sơ cấp của rừng rụng lá tại tỉnh Ratchaburi, Thái Lan. Trước tiên, số liệu đo đạc về nhiệt độ và lượng mưa sử dụng nhằm đánh giá sự biến đổi thời tiết. Tiếp theo, chuỗi ảnh NDVI MODIS dùng để đánh giá sự thay đổi mùa sinh trưởng của rừng rụng lá giai đoạn 2009-2011. Các phân tích mùa vụ sinh trưởng sau sùng được so sánh với số liệu đo đạc thực tế tổng sản lượng sơ cấp vào năm khô hạn và năm bình thường khác. Kết quả cho thấy vào mùa khô năm 2010 (khô hạn), nhiệt độ không khí tại điểm nghiên cứu tăng cao, lượng mưa giảm, tương ứng với thời gian bắt đầu mùa sinh trưởng của rừng rụng lá muộn hơn năm bình thường khoảng 49-50 ngày, độ dài của mùa sinh trưởng ngắn hơn khoảng 54-57 ngày so với năm 2009 và 2011. Theo đó, tổng sản lượng sơ cấp của rừng rụng lá cũng giảm đáng kể vào năm khô hạn (376,4 kgC/ha, năm 2010) so với năm bình thường (581,1 kgC/ha năm 2009 và 530,0 kgC/ha năm 2011). Phân tích chuyên sâu hơn nhằm tìm ra nguyên nhân, cơ chế tác động của các yếu tố khí hậu đến sự suy giảm tổng sản lượng sơ cấp cần được quan tâm trong các nghiên cứu tiếp theo.

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/07/2019

Ngày nhận bài sửa: 22/08/2019

Ngày duyệt đăng: 16/10/2019

### Title:

Effect of drought induced by El Niño to gross primary production of deciduous forest – A case study in Ratchaburi province, Thailand

### Từ khóa:

Hạn hán (El Niño), mùa vụ sinh trưởng, rừng rụng lá, tổng sản lượng sơ cấp

### Keywords:

Drought (El Niño), deciduous forest, gross primary production, phenology

Trích dẫn: Phan Kiều Diễm, Amnat Chidthaisong và Pariwate Varnakovida, 2019. Ảnh hưởng của khô hạn đến tổng sản lượng sơ cấp của rừng rụng lá-Trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Ratchaburi, Thái Lan. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu)(2): 175-182.

## 1 GIỚI THIỆU

Diện tích rừng ở Thái Lan chiếm khoảng 31,6% tổng diện tích đất tự nhiên (16,3 triệu ha) năm 2016 (Royal Forest Department, 2017). Rừng rụng lá là loại rừng phổ biến và chiếm khoảng 21,0% tổng diện tích rừng tự nhiên ở Thái Lan. Đặc trưng của loại rừng này là sự rụng lá theo mùa. Để duy trì sự sống và tránh điều kiện không thuận lợi vào mùa khô, cây rụng đi lá khi nhiệt độ tăng cao và mọc thêm lá mới vào đầu mùa sinh trưởng trong năm (thường khi bắt đầu mùa mưa).

Sự hiện diện của lá trong suốt mùa sinh trưởng (độ dài của mùa sinh trưởng) bắt đầu khi cây mọc thêm lá mới (bắt đầu mùa sinh trưởng), kéo dài đến lúc lá rụng vào mùa khô (kết thúc mùa sinh trưởng). Độ dài của mùa sinh trưởng có vai trò quan trọng ảnh hưởng đến chức năng hệ sinh thái bao gồm các chu trình hóa sinh và có liên hệ mật thiết đến khả năng hấp thu carbon của hệ sinh thái. Sự biến đổi của yếu tố này qua các năm cung cấp thông tin, dấu hiệu để nhận biết sự phản ứng của hệ sinh thái rừng đến những biến đổi của khí hậu (Nakagawa *et al.*, 2000; Asner and Townsend, 2000; Saigusa *et al.*, 2008; Dahlin *et al.*, 2015). Vì vậy, các nghiên cứu nhằm tăng cường sự hiểu biết về ảnh hưởng của điều kiện khí hậu cục bộ đến sự biến đổi của mùa vụ

sinh trưởng (thời điểm bắt đầu, kết thúc và độ dài mùa sinh trưởng), cũng như mối liên hệ với khả năng hấp thu carbon là cần thiết.

Sản phẩm viễn thám, quang phổ hình ảnh độ phân giải trung bình (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS) hỗ trợ thông tin rất hữu ích về sự khác biệt thực vật nhằm phục vụ công tác theo dõi diễn biến mùa vụ sinh trưởng của các kiểu thực phủ khác nhau (Suepa *et al.*, 2013; Yue *et al.*, 2013; Xu *et al.*, 2015). Chuỗi ảnh đa thời gian về sự khác biệt của thực vật (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về biến đổi các đặc điểm của hậu vật học dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, đặc biệt trong điều kiện cực đoan như hạn hán (Diem *et al.*, 2017). Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của năm cực đoan (khô hạn) đến sự thay đổi mùa vụ sinh trưởng và tổng sản lượng sơ cấp của đối tượng rừng rụng lá tại tỉnh Ratchaburi, Thái Lan.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Địa điểm nghiên cứu

Đề tài được thực hiện trên đối tượng rừng rụng lá tại tỉnh Ratchaburi, phía Tây Thái Lan (13°35'13.3"N: 99°30'3.9"E, độ cao 118 m). Hình 1 mô tả chi tiết vị trí khu vực nghiên cứu tại tỉnh Ratchaburi, Thái Lan.



a) Vị trí tỉnh RatchBuri



- o Diện tích rừng: 90 ha
- o Chiều cao: 6-8 m
- o Loài chiếm ưu thế: *Shorea siamensis*, *S. obtuse*, *Dipterocarpus obtusifolius*, *D. tuberculatus*

b) Hình chụp từ Google Earth khu vực nghiên cứu



c) Hình chụp trạm quan trắc các thông số tổng sản lượng sơ cấp

**Hình 1: Mô tả khu vực nghiên cứu tại Ratchaburi, Thái Lan**

Rừng tại khu vực này được khai thác bởi người dân xung quanh để thu hoạch gỗ, làm than và các mục đích khác. Tuy nhiên từ 2005, rừng được bảo vệ nghiêm ngặt và cây phát triển tự nhiên. Các loài chiếm ưu thế bao gồm *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. Ex Miq, *Shorea siamensis*, Miq., *Shorea*

*obtuse* Wall.ex Blume, *Shorea roxburghii* G.Don, and *Sindora siamensis* Teijsm. & Miq. Cấu trúc đất tầng mặt ở độ sâu 1 m là cát mùn với thành phần cát chiếm 70% và phần rất ít còn lại là sét (Hanpattanakit, 2013). Rừng rụng lá tại tỉnh Ratchaburi ở Thái Lan được chọn nghiên cứu do khu

vực này có loại rừng rụng lá đặc trưng ở Thái Lan đồng thời có điểm quan trắc lâu dài, dữ liệu tổng sản lượng sơ cấp được kế thừa từ các dự án trước đó, là cơ sở để phân tích, đánh giá và so sánh chuỗi số liệu đa thời gian nhằm phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu.

**2.2 Dữ liệu thu thập**

**2.2.1 Khí tượng**

Dữ liệu khí tượng sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm nhiệt độ và lượng mưa được thu thập giai đoạn 2009-2012. Dữ liệu thu thập tại trung tâm khí tượng Thái Lan (<https://www.tmd.go.th>), trong số 33 trạm khí tượng của Thái Lan, trạm được lựa chọn là trạm gần vị trí quan trắc rừng rụng lá của nghiên cứu và số liệu đo được là dữ liệu hàng ngày.

**2.2.2 Viễn thám**

Cả hai sản phẩm MODIS độ phân giải thời gian 8 ngày bao gồm MOD09Q1 cung cấp kênh 1 (RED) và kênh 2 (NIR) ở độ phân giải 250 m, và MOD09A1 ở độ phân giải 500 m được tải miễn phí và sử dụng trong nghiên cứu này (<https://lpdaac.usgs.gov>).

**2.2.3 Tổng sản lượng sơ cấp (GPP)**

Tổng sản lượng sơ cấp (GPP) còn gọi là năng lực hấp thụ CO<sub>2</sub> được đo tại vị trí trạm quan trắc có tọa độ 13°35'13.3"N: 99°30'3.9"E, độ cao 118 m. GPP được đo đạc sử dụng phương pháp phương sai Eddy Covariance (EC) (Sanwangsri, 2017).

**2.3 Phương pháp thực hiện**

**2.3.1 Sự khác biệt về khí hậu giữa năm khô hạn và năm khác**

Dữ liệu khí tượng được kiểm tra về tính nhất quán và các giá trị ngoại lệ bất thường sử dụng ngôn ngữ R (Feng *et al.*, 2004). Các giá trị bất thường sẽ được bỏ qua không sử dụng trong nghiên cứu nhằm

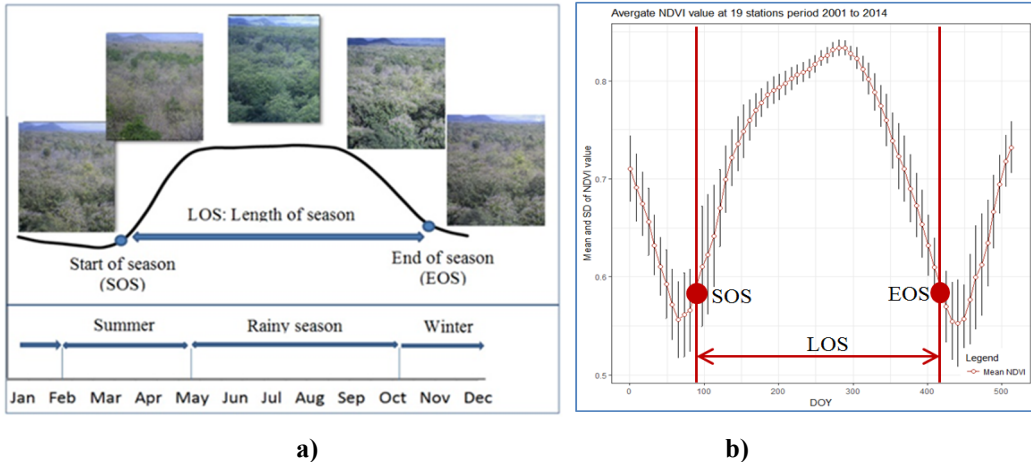
nâng cao chất lượng của dữ liệu khí tượng và tăng cường độ chính xác trong phân tích đánh giá. Dữ liệu nhiệt độ sau đó được tính trung bình cộng và cộng dồn đối với lượng mưa theo chu kỳ 8 ngày, theo mùa và cho từng năm, nhằm so sánh sự chênh lệch về nhiệt độ và lượng mưa giữa năm hạn hán và năm khác.

**2.3.2 Xác định mùa vụ sinh trưởng rừng rụng lá**

Các điểm ảnh bị ảnh hưởng do mây từ sản phẩm MOD09Q1 được ghi nhận bằng cách sử dụng kênh chất lượng từ sản phẩm MOD09A1, sau đó thay thế bằng các giá trị nội suy của chuỗi ảnh. Phương pháp này được Trường Đại học Chiba, Nhật Bản ứng dụng và xây dựng bộ dữ liệu kênh 1, kênh 2 đã xử lý mây, độ phân giải 8 ngày, 250 met toàn cầu từ 2003-2012 (Hoan and Tateishi, 2013). Đề tài ứng dụng phương pháp này nhằm xử lý các điểm ảnh bị mây. Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) sau đó được tính từ kênh 1 (RED) và kênh 2 (NIR) của sản phẩm MOD09Q1 theo công thức (1) (Tucker, 1979)

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \tag{1}$$

Các thông số mùa vụ sinh trưởng bao gồm thời điểm bắt đầu mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá (SOS), và độ dài của mùa sinh trưởng (LOS) được tính toán dựa vào chuỗi NDVI và xử lý bằng chương trình TIMESAT (Jönsson and Eklundh, 2004). Phương pháp Savitzky-Golay đã được áp dụng để loại bỏ nhiễu và làm mịn chuỗi ảnh trước khi tính toán các tham số hiện tượng học (Chen *et al.*, 2004; Xu *et al.*, 2015). Chuỗi NDVI được chọn từ 2009-2012 nhằm đánh giá chu kỳ mùa sinh trưởng của cây rừng trong giai đoạn ba năm, do mỗi mùa sinh trưởng của rừng rụng lá bắt đầu từ tháng 4-5 của năm hiện tại và kết thúc vào tháng 1-2 năm tiếp theo.



**Hình 2: Mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá tại tỉnh Lampang, Thái Lan**

a) Sự thay đổi độ che phủ của rừng rụng lá suốt 12 tháng/năm b) Sự biến đổi giá trị trung bình NDVI cho một mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá (Diem *et al.*, 2018)

Trong nghiên cứu này, SOS được định nghĩa dựa trên ngưỡng sai lệch 20% so với biên độ của NDVI tối thiểu. Sự biến đổi giá trị trung bình NDVI cho một mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá được minh họa ở Hình 2.

Công thức xác định thời điểm bắt đầu (SOS) và kết thúc mùa sinh trưởng (EOS) theo (Eklundha and Jönssonb, 2012) được thể hiện ở công thức (2) và (3) :

$$SOS = NDVI_{min} + (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \times 0,2 \quad (2)$$

$$EOS = NDVI_{min} + (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \times 0,2 \quad (3)$$

Độ dài của mùa vụ sinh trưởng (LOS) được tính là khoảng thời gian từ khi bắt đầu đến khi kết thúc mùa vụ sinh trưởng.

### 2.3.3 Đánh giá sự khác biệt tổng sản lượng sơ cấp (GPP) giữa năm khô hạn và năm khác

Tổng sản lượng sơ cấp (GPP) được tính bằng công thức (4):

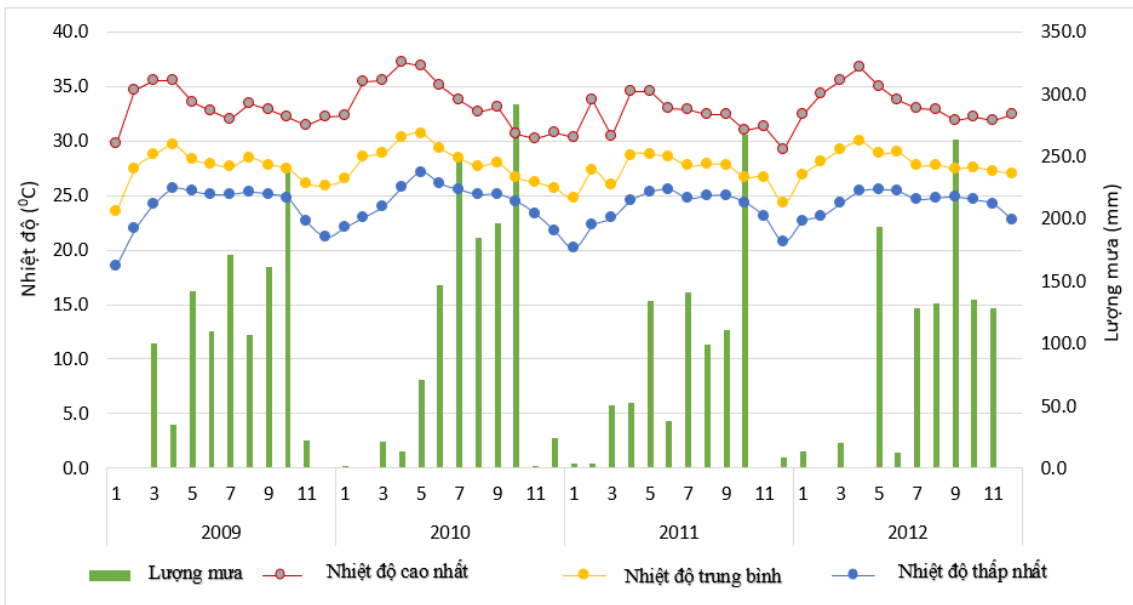
$$GPP = -NEE + RE \quad (4)$$

Trong đó, NEE (net ecosystem exchange) là sản lượng CO<sub>2</sub> trao đổi thuần được đo bằng phương pháp phương sai rối EC (eddy covariance) và RE là lượng CO<sub>2</sub> hô hấp của hệ sinh thái (Sanwangsri, 2017). Toàn bộ dữ liệu NEE và RE được xử lý và loại bỏ số liệu bất thường trước khi tính toán GPP. Sau đó, GPP được cộng theo từng năm nhằm đánh giá tổng quan mức độ khác biệt GPP giữa năm khô hạn và năm khác.

## 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1 Sự khác biệt thông số khí tượng giữa năm khô hạn và năm khác

Theo số liệu thống kê từ trung tâm khí tượng Thái Lan, năm 2010 là năm hạn nặng, theo đó lượng mưa đầu mùa là thấp (21,3 mm và 13,3 mm tương ứng vào tháng 3 và tháng 4 năm 2010), thời gian bắt đầu mùa mưa năm 2010 muộn hơn (71,0 mm vào tháng 5) và nhiệt độ tăng cao hơn (37,2<sup>o</sup>C trong tháng 4/2010) so với các năm khác. Hình 3 thể hiện sự biến đổi nhiệt độ và lượng mưa tại trạm quan trắc rừng rụng lá tại Ratchaburi, tổ hợp theo tháng giai đoạn 2009-2012.



**Hình 3: Biến đổi nhiệt độ và lượng mưa tại trạm quan trắc rừng rụng lá tại Ratchaburi, tổ hợp theo tháng giai đoạn 2009-2012**

Bảng 1 mô tả sự biến đổi nhiệt độ và lượng mưa theo mùa giai đoạn 2009-2012 tại trạm quan trắc ở tỉnh Ratchaburi, Thái Lan. Theo số liệu ghi nhận về khí tượng ở Bảng 1, trung bình nhiệt độ cao nhất vào mùa hè năm 2010 khoảng 36,5<sup>o</sup>C (hạn El Nino) cao hơn mùa hè năm 2009 khoảng 1,7<sup>o</sup>C và cao hơn mùa hè năm 2011 khoảng 3,4<sup>o</sup>C. Trong khi đó, tổng

lượng mưa mùa hè năm 2010 khoảng 105,6 mm, thấp hơn lượng mưa mùa hè năm 2009 khoảng 170,5 mm, đồng thời thấp hơn lượng mưa mùa hè năm 2011 khoảng 131,7 mm. Nhìn chung, năm 2010 (năm khô hạn), nhiệt độ vào mùa hè cao hơn, lượng mưa thấp hơn và bắt đầu muộn hơn so với các năm khác (2009, 2011 và 2012) rất nhiều.

**Bảng 1: Sự biến đổi nhiệt độ và lượng mưa theo mùa giai đoạn 2009-2012 tại trạm quan trắc ở tỉnh Ratchaburi, Thái Lan**

Năm	Mùa	Nhiệt độ (°C)			Lượng mưa (mm)
		Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất	
2009	Mùa	32,6	27,8	25,1	791,4
	Hè	<b>34,9</b>	<b>28,9</b>	<b>25,1</b>	<b>276,1</b>
	Đông	32,0	25,7	21,0	22,2
2010	Mùa	33,0	28,0	25,2	1071,5
	Hè	<b>36,5</b>	<b>29,9</b>	<b>25,6</b>	<b>105,6</b>
	Đông	32,2	26,7	22,5	27,9
2011	Mùa	32,3	27,7	24,9	656,1
	Hè	<b>33,1</b>	<b>27,8</b>	<b>24,3</b>	<b>237,3</b>
	Đông	31,1	25,7	21,5	16,6
2012	Mùa	32,7	27,9	24,8	671,7
	Hè	35,8	29,3	25,1	215,0
	Đông	32,7	27,3	23,2	141,9

Phân tích sự biến động số liệu khí tượng theo năm (Bảng 2) cho thấy trung bình nhiệt độ cao nhất năm 2010 là 33,6°C, cao hơn nhiệt độ trung bình cao nhất năm 2009 và 2011 lần lượt là 0,6°C và 1,5°C. Tổng lượng mưa cả năm 2010 cao hơn so với năm 2009 và 2011, do lượng mưa vào mùa mưa năm 2010 cao hơn các năm còn lại, dù lượng mưa mùa hè 2010 thấp hơn nhiều so với các năm còn lại như đã phân tích ở trên (Bảng 1).

Nhìn chung, xét dữ liệu khí tượng cho thấy:

Nhiệt độ cao nhất vào mùa hè và nhiệt độ trung bình năm của năm khô hạn (2010) đều cao hơn so với các năm khác (2009, 2011, và 2012);

Lượng mưa trung bình năm 2010 có cao hơn các năm còn lại (2009, 2011, và 2012), tuy nhiên lượng

**3.2 Xác định mùa vụ sinh trưởng rừng rụng lá**

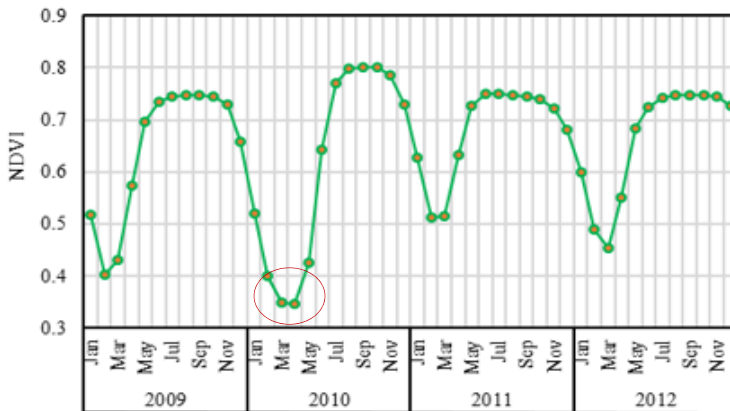
Hình 4 thể hiện diễn biến chuỗi NDVI tổ hợp theo tháng tại trạm quan trắc rừng rụng lá ở tỉnh Ratchaburi, Thái Lan. Quan sát chuỗi ảnh NDVI 8

mưa vào mùa hè năm 2010 (thời điểm bắt đầu mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá) lại thấp hơn và thời gian bắt đầu các trận mưa lớn muộn hơn rất nhiều so với các năm khác (tháng 5/2010, so với tháng 3 trong các năm khác)

**Bảng 2: Sự biến đổi nhiệt độ và lượng mưa theo năm giai đoạn 2009-2012 tại trạm quan trắc ở tỉnh Ratchaburi, Thái Lan**

Năm	Nhiệt độ (°C)			Lượng mưa (mm)
	Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất	
2009	33,0	27,4	23,7	1.089,7
<b>2010</b>	<b>33,6</b>	<b>28,0</b>	<b>24,4</b>	<b>1.205,0</b>
2011	32,1	27,0	23,6	910,0
2012	33,5	28,0	24,3	1.028,7

ngày cho thấy trung bình giá trị NDVI ở thời điểm bắt đầu mùa sinh trưởng vào tháng 3 và 4, năm 2010 (khoảng 0,3-0,4), thấp hơn rất nhiều so với giá trị NDVI tại thời điểm bắt đầu mùa sinh trưởng năm 2009 (khoảng 0,4), năm 2011 (khoảng 0,5) và năm 2012 (gần 0,5).

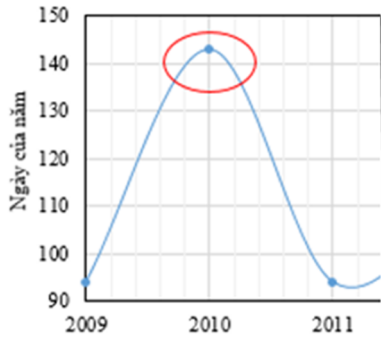


**Hình 4: Chuỗi NDVI tổ hợp theo tháng tại trạm quan trắc rừng rụng lá tỉnh Ratchaburi (2009-2012)**

Kết quả tính toán thông số mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá tỉnh Ratchaburi, Thái Lan (Hình 5) cho thấy thời điểm bắt đầu mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá năm 2010 (hạn do El Nino) muộn hơn so các năm khác trong giai đoạn nghiên cứu. Năm 2010, mùa sinh trưởng rừng rụng lá bắt đầu vào ngày 143 (cuối tháng 4 - đầu tháng 5), trong khi năm 2009 và năm 2011 mùa sinh trưởng bắt đầu vào khoảng ngày 93-94 (đầu tháng 3 năm 2009 và 2011), muộn

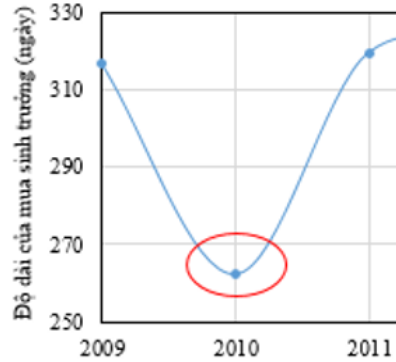
hơn khoảng 50 ngày so với năm 2009 và 49 ngày so với năm 2011. Thời điểm kết thúc mùa sinh trưởng không quan sát được khác biệt lớn khi so sánh giữa các năm 2009, 2010 và 2011, nguyên nhân tùy thuộc vào tác động kết hợp của các yếu tố môi trường nền (nhiệt độ, lượng mưa, ẩm độ), đặc điểm mùa sinh trưởng của rừng rụng lá vùng nhiệt đới chịu sự chi phối của lượng nước cung cấp cho cây (Pau *et al.*, 2010).

Thời điểm bắt đầu mùa sinh trưởng



a) Thời điểm bắt đầu mùa sinh trưởng

Độ dài của mùa sinh trưởng



b) Độ dài mùa sinh trưởng

**Hình 5: Các thông số mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá tỉnh Ratchaburi, Thái Lan (2009-2011)**

Hình 5 còn cho thấy độ dài mùa sinh trưởng năm 2010 ngắn hơn độ dài mùa sinh trưởng năm 2009 và 2011 khoảng 54-57 ngày. Sự khác biệt này tương ứng với nhiệt độ tăng cao và lượng mưa giảm thấp vào mùa hè năm 2010 khi so với dữ liệu khí tượng năm 2009 và 2011. Bảng 1 cho thấy trung bình nhiệt độ cao nhất vào mùa hè năm 2010 cao hơn mùa hè năm 2009 khoảng 1,7°C và cao hơn mùa hè năm 2011 khoảng 3,4°C; lượng mưa mùa hè năm 2010 khoảng 105,6 mm, thấp hơn lượng mưa mùa hè năm 2009 (170,5 mm), và năm 2011 (131,7 mm). Điều này cho thấy khả năng ảnh hưởng của yếu tố khí hậu đến sinh trưởng của rừng rụng lá theo mùa là rất lớn và cho thấy sự cần thiết để có các thí nghiệm chuyên sâu và kéo dài nhằm lượng hóa mức độ ảnh hưởng của khí hậu cực đoan và biến đổi khí hậu đến hệ sinh thái này. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu đã được công bố trước đó (Kaewthongrach *et al.*, 2018; Diem *et al.*, 2018) tại Thái Lan thông qua số liệu đo đạc thực tế về chỉ số diện tích lá và chỉ số thực vật chiết xuất từ MODIS, thời vụ bắt đầu mùa sinh trưởng của đối tượng rừng rụng lá ở Lampang, Thái Lan bắt đầu muộn hơn khoảng 19-33 ngày vào mùa khô năm khô hạn 2010 so với trung bình cả giai đoạn 2001-2016.

### 3.3 Đánh giá sự khác biệt tổng sản lượng sơ cấp giữa năm khô hạn và năm khác

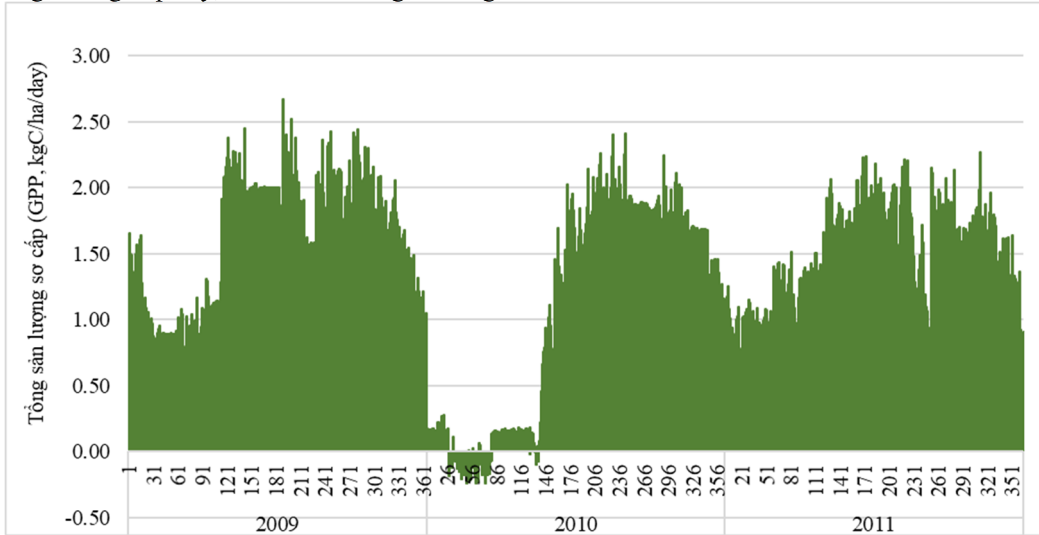
Số liệu đo đạc về tổng sản lượng sơ cấp (GPP) rừng rụng lá tại Ratchaburi qua các năm nghiên cứu thay

đổi như sau: GPP năm 2009, 2010 và 2011 lần lượt là 581.13 kgC/ha/năm, 376.38 kgC/ha/năm và 530 kgC/ha/năm. Lượng GPP năm hạn nặng 2010 thấp hơn rất nhiều so với năm 2009, giảm khoảng 204 kgC/ha/năm. So với năm 2011, lượng GPP năm 2010 giảm hơn 153.92 kgC/ha.

Hình 6 về tổng sản lượng sơ cấp (GPP) của rừng rụng lá tại Ratchaburi cho thấy vào năm 2010 lượng GPP vào mùa hè rất thấp, tương ứng giá trị NDVI thời điểm này thấp nhất (Hình 4) và thời điểm bắt đầu mùa sinh trưởng (SOS) trễ hơn so với hai năm còn lại của giai đoạn nghiên cứu. Lượng GPP năm 2010 chỉ bắt đầu tăng vào cuối tháng 4, đầu tháng 5 tương ứng với thời gian nhiệt độ không khí giảm và mưa đầu mùa bắt đầu (Hình 3), thời điểm này rừng bắt đầu đâm các chồi non và lá mới bắt đầu cho mùa vụ sinh trưởng trong năm. Sự khác biệt GPP giữa các năm là do mùa vụ sinh trưởng bắt đầu trễ hơn và độ dài mùa sinh trưởng năm 2010 ngắn hơn các năm còn lại nên GPP cũng giảm. Hình 6 cho thấy vào khoảng tháng 2 đến tháng 3 đầu năm 2010, lượng GPP có giá trị âm là do mối liên hệ giữa các thành phần NEE (lượng CO<sub>2</sub> trao đổi thuần của hệ sinh thái), RE (lượng hô hấp của hệ sinh thái), theo công thức (4). Kết quả này cũng tương ứng với kết luận nghiên cứu về lượng CO<sub>2</sub> trao đổi của hệ sinh thái rừng tại Vườn Quốc gia Nam Cát Tiên, Việt Nam. Hầu hết các tháng trong năm hệ sinh thái rừng ở đây tích lũy lượng CO<sub>2</sub> từ khí quyển qua quang hợp ngoại trừ một số thời điểm tháng 3, tháng 4 hệ sinh

thái rừng vận chuyển CO<sub>2</sub> vào khí quyển, tuy nhiên với khối lượng ở mức nhỏ, biểu hiện là NEE đạt giá trị âm ở hầu hết các tháng trong năm và chỉ đạt giá trị dương với trị số thấp vào tháng 3 và 4 (trong đó lượng vận chuyển vào khí quyển phổ biến ở tháng 4). Trong trường hợp này, hệ sinh thái rừng đã đóng

vai trò như một bể chứa C khi tiếp nhận lượng CO<sub>2</sub> từ khí quyển thông qua quang hợp của thực vật và ngược lại khi vận chuyển lượng CO<sub>2</sub> vào khí quyển thông qua hô hấp hệ sinh thái rừng lại đóng vai trò như là một nguồn phát thải C (Đình Bá Duy, 2015).



**Hình 6: Tổng sản lượng sơ cấp (GPP) của rừng rụng lá tại Ratchaburi, 2009-2011**

Nhìn chung, số liệu đo đạc cho thấy tổng sản lượng sơ cấp (GPP) của rừng rụng lá tại Ratchaburi, Thái Lan có sự biến động theo chiều hướng giảm mạnh vào mùa khô năm hạn (2010) so với các năm khác, tương ứng với nhiệt độ tăng cao và lượng mưa giảm mạnh cùng, đồng thời mùa vụ sinh trưởng cũng bắt đầu muộn hơn so với các năm khác. Suepa *et al.*, (2016) cũng chỉ ra rằng có sự giảm đáng kể sự phát triển của thảm thực vật trong năm khô hạn (El Nino). Các cơ chế kiểm soát hiện tượng lá trong rừng khô nhiệt đới có liên quan đến sự hạn chế về nước, trái ngược với giới hạn ánh sáng đối với rừng mưa nhiệt đới (Pau *et al.*, 2010). Một nghiên cứu trước đây tại rừng rụng lá tại Lampang đã phát hiện sự thay đổi liên tục của thời gian lá đâm chồi mới có liên quan đến việc tăng giảm độ ẩm của đất trong giai đoạn từ tháng 3 đến tháng 5. Nghiên cứu gần đây về tác động của khí hậu đến mùa vụ sinh trưởng của các loài rừng rụng lá ở vùng gió mùa Khu vực Châu Á cho thấy sự khác biệt trong quá trình bù nước sau mùa khô cùng với sự khác biệt về nguồn nước dự trữ tại các điểm nghiên cứu là các yếu tố chính kiểm soát thời điểm lá đâm chồi (Borchert, 1994).

**4 KẾT LUẬN**

Chuỗi ảnh chỉ số thực vật (NDVI) tính toán từ sản phẩm MODIS sử dụng có hiệu quả trong xác định mùa vụ sinh trưởng của rừng rụng lá tại khu vực nghiên cứu, tỉnh Ratchaburi, Thái Lan.

Thông qua kết quả quan sát mối liên hệ giữa biến động dữ liệu khí tượng, các thông số về mùa vụ sinh trưởng kết hợp với dữ liệu quan trắc về tổng sản lượng sơ cấp (GPP) của rừng rụng lá tại Ratchaburi. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy nhiệt độ tăng và lượng mưa giảm vào mùa hè của năm cực đoan (năm khô hạn 2010) làm mùa vụ sinh trưởng bắt đầu muộn hơn khoảng 49-50 ngày, độ dài của mùa sinh trưởng ngắn hơn (54-57 ngày) đồng thời lượng tổng sản lượng sơ cấp của rừng rụng lá giảm đáng kể so với các năm bình thường khác. Số liệu đo đạc quan trắc dài hạn về mối quan hệ giữa các yếu tố môi trường, mùa vụ sinh trưởng và tổng sản lượng sơ cấp cần được thu thập, nghiên cứu bổ sung nhằm minh chứng mối liên hệ đã phát hiện trong nghiên cứu này.

Nghiên cứu chuyên sâu về phân tích mối liên hệ của mùa vụ sinh trưởng với chỉ số ẩm độ đất và các yếu tố môi trường khác nhằm tìm ra nguyên nhân, cơ chế tác động đến sự biến động tổng sản lượng sơ cấp và phát triển của hệ sinh thái rừng rụng lá trong điều kiện khí hậu cực đoan cần được quan tâm và thực hiện trong các nghiên cứu tiếp theo.

**LỜI CẢM ƠN**

Tác giả chân thành cảm ơn Ts. Rungnapa Kaewthongrach và Ts. Montri Sanwangsri đã hỗ trợ cung cấp số liệu đo đạc tổng sản lượng sơ cấp, số liệu khí tượng và các thông tin có liên quan tại khu vực nghiên cứu Thái Lan. Số liệu đề tài được hỗ trợ

kinh phí từ dự án “Analysis of historic forest carbon changes in Myanmar and Thailand and the contribution of climate variability and extreme weather events” của tổ chức United States Agency for International Development (USAID) and the National Science Foundation under the Partnership for Enhanced Engagement in Research (PEER) program (Grant number PGA-2000003836), và dự án “Land-air Carbon, water and energy fluxes over different terrestrial ecosystems in the Asia Monsoon region and their response mechanisms to climate variability” (Grant number RDG 5930015).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Asner, G.P., and Alan, T., 2000. Satellite observation of El Nino effects effects on amazon forest phenology and productivity. *Geophysical Research Letters*. 27(7): 981–84.
- Borchert, R., 1994. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *trees*. <https://doi.org/10.1007/BF00196635>.
- Chen, J., Jönsson, P., Masayuki, T., Zhihui, G., Bunkei, M., and Eklundh, L., 2004. A simple method for reconstructing a high-quality ndvi time-series data set based on the Savitzky-Golay Filter. *Remote Sensing of Environment*. 91(3–4): 332–44. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.03.014>.
- Dahlin, K. M., Fisher, R. A., and Lawrence, P. J., 2015. Environmental drivers of drought deciduous phenology in the community land model. *Biogeosciences*. 12(16): 5061–74. <https://doi.org/10.5194/bg-12-5061-2015>.
- Diem, P.K., Pimple, U., Sitthi, A., *et al.*, 2018. Shifts in growing season of tropical deciduous forests as driven by El Niño and La Niña during 2001–2016. *Forests*. 9(8): 1–20. <https://doi.org/10.3390/f9080448>.
- Diem, P.K., Uday, P., Asamaporn, S., Pariwate, V., Rungnapa, K., and Amnat, C., 2014. Responses of tropical deciduous forest phenology to climate variation in Northern Thailand. *In 5th International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2017)*, 23-25, August, 2017, Penang, Malaysia.
- Đình Bá Duy, 2015. Nghiên cứu xác định lượng carbon trao đổi (hấp thụ) của hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới nam cát tiên bằng phương pháp Eddy-Covariance. Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 6, 1310–16.
- Eklundha, L., and Jönssonb, P., 2012. TIMESAT 3.1 software manual. Lund University, Sweden, 1–82. [http://www.nateko.lu.se/TIMESAT/docs/timesat3\\_1\\_1\\_SoftwareManual.pdf](http://www.nateko.lu.se/TIMESAT/docs/timesat3_1_1_SoftwareManual.pdf).
- Feng, S., Qi, H., and Weihong, Q., 2004. Quality control of daily meteorological data in China, 1951–2000: A new dataset.” *International Journal of Climatology*. 24(7): 853–70. <https://doi.org/10.1002/joc.1047>.
- Hanpattanakit, H., 2013. Temporal variations of soil respiration in a dry dipterocarp forest. Dissertation at King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- Hoan, N.T., and Tateishi, R., 2013. Global MODIS 250 m dataset for 10 years (2003–2012) User’s manual.
- Jönsson, P., and Eklundh, L., 2004. TIMESAT - A program for analyzing time-series of satellite sensor data. *Computers and Geosciences* 30: 833–45. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.05.006>.
- Nakagawa, M., Tanaka, K., Nakashizuka, T., Tatsuhiro, O., Tsuyoshi, K., Teizou, M., Kaori, S., 2000. Impact of severe drought associated with the 1997–1998 el niño in a tropical forest in sarawak. *Journal of Tropical Ecology*. 16(July 2016): 355–67. <https://doi.org/10.1017/S0266467400001450>.
- Pau, S., Gregory, S., and Thomas, W.G., 2010. Asynchronous response of tropical forest leaf phenology to seasonal and El Niño-driven drought. *PLoS ONE*. 5(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011325>.
- Rungnapa, K., Diem, P.K., and Amnat, C., 2018. Detecting the El Niño’s induced changes in phenology of a secondary dry dipterocarp forest by using remote sensing. *In the 2nd Sirindhorn Conference on Geo-Informatics 2018*.
- Royal Forest Department, 2017. Forestry Statistics. Available at: <http://forestinfo.forest.go.th/Content.aspx?id=9>. Accessed on Dec 29 2017.
- Sanwangsri, M., 2017. Seasonal dynamics of CO2 and Energy exchange in dry dipterocarp forest of Western Thailand. Dissertation at King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- Saigusa, N., Susumu, Y., Ryuichi, H., Yoshikazu, O., Reiko, I., Asanuma, J., Minoru, G., 2008. Temporal and spatial variations in the seasonal patterns of CO2 flux in boreal, temperate, and tropical forests in East Asia. *Agricultural and Forest Meteorology*. 148(5): 700–713. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2007.12.006>.
- Suepa, T., 2013. Satellite time-series data for vegetation phenology detection and environmental assessment in Southeast Asia. Dissertation at Michigan State University.
- Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0).
- Xu, L., Li, B., Yecheng, Y., Xizhang, G., and Zhang, T., 2015. A temporal-spatial iteration method to reconstruct NDVI time series datasets. *Remote Sensing*. 7(7): 8906–8924. <https://doi.org/10.3390/rs70708906>.
- Yue, H.E., Gao-feng, F., Zhang, X.W., Li, Z.Q., and Gao, D.W., 2013. Vegetation phenological variation and its response to climate changes in zhejiang province. *Journal of Natural Resources*.