

Bài báo nghiên cứu

ẢNH HƯỞNG CỦA ENSO ĐẾN VCI KHU VỰC NAM TRUNG BỘ, TÂY NGUYÊN VÀ ĐÔNG NAM BỘ

Luong Văn Việt

Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Tác giả liên hệ: Luong Văn Việt – Email: luongvanviet@iuh.edu.vn

Ngày nhận bài: 04-5-2022; ngày nhận bài sửa: 29-6-2022; ngày duyệt đăng: 04-9-2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá các ảnh hưởng của ENSO (the El Niño Southern Oscillation) đến sự phát triển của thực vật qua chỉ số điều kiện thực vật (VCI). Kết quả cho thấy, ENSO đã tác động đáng kể đến khu vực này trong các tháng mùa xuân và mùa đông. Không phải tất cả các kì El Niño đều mang tính tiêu cực và các kì La Niña mang tính tích cực đối với sự phát triển của thực vật vùng nhiệt đới này. Mức độ tác động tiêu cực hay tích cực của El Niño và La Niña đến thảm thực vật phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên của từng tiểu vùng và mùa trong năm. Các ảnh hưởng tiêu cực của El Niño đến VCI được thể hiện rõ ở khu vực Tây Nguyên vào các tháng mùa xuân, khu vực phía Nam của Nam Trung Bộ vào các tháng mùa hè. Ảnh hưởng tiêu cực của La Niña xảy ra vào các tháng mùa đông trên phần phía Bắc của Nam Trung Bộ. Trong số các chỉ số giám sát ENSO thì chỉ số Niño đại dương (ONI) có quan hệ tốt nhất với VCI tại đây. Do có thời gian trễ giữa VCI và ONI là 2 tháng nên có thể sử dụng chỉ số này trong cảnh báo sự phát triển của thực vật. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn cho thấy, do ENSO ít hoạt động từ tháng 5 đến tháng 7 và thời gian trễ của hoạt động này với VCI khoảng 2 tháng nên các tháng trong mùa thu thực vật tại đây ít chịu ảnh hưởng của ENSO.

Từ khóa: biến động khí hậu; ENSO; ONI; VCI

1. Đặt vấn đề

Khu vực nghiên cứu được chọn bao gồm 3 tiểu vùng khí hậu của Việt Nam là Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ với diện tích 122 ngàn km² và được kí hiệu tương ứng là S1, S2 và S3 (Hình 1). Đây là khu vực có thảm thực vật khá phong phú và thường xuyên xảy ra hạn hán trong giữa và cuối mùa khô.

Năm 1969, Kriegler và cộng sự đã đề xuất một phép biến đổi dải đơn giản bằng cách lấy bức xạ cận hồng ngoại (NIR) trừ bức xạ đỏ (RED) và chia cho tổng của chúng để tạo ra một hình ảnh mới được gọi là Chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI) (Kriegler et al., 1969). Chỉ số này được sử dụng rộng rãi trong giám sát sự phát triển của thực vật (Phung et

Cite this article as: Luong Van Viet (2022). Effects of ENSO on VCI in the North of South Vietnam. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 19(9), 1415-1430.

al., 2019; Huang et al., 2021; Bannari et al., 1995). NDVI có quan hệ khá tốt với một số đặc tính của thảm thực vật như mức độ che phủ, chỉ số diện tích lá (Tian et al., 2017), khả năng hấp thụ bức xạ quang hợp, sinh khối (Zhu & Liu, 2015; Vu et al., 2018), nồng độ chất diệp lục trong lá (Pastor-Guzman et al., 2015), năng suất cây trồng (Vicente-Serrano et al., 2016), và căng thẳng thực vật (Chavez et al., 2016). NDVI cũng được sử dụng rộng rãi để khám phá mối quan hệ giữa điều kiện thực vật và các chỉ số khí hậu quy mô lớn trong đó có các chỉ số giám sát hoạt động của ENSO (Shuai et al., 2016).

Do NDVI có sự khác biệt đáng kể về độ lệch chuẩn và giá trị trung bình giữa các tháng, nên khi phân tích chuỗi thời gian thì chỉ số điều kiện thực vật (VCI) được sử dụng thay thế. VCI là một dạng chuẩn hóa chuỗi dữ liệu NDVI theo thời gian. Chỉ số này được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá tình trạng của thực vật như độ che phủ, khả năng quang hợp, sinh khối, cũng như được sử dụng trong đánh giá các áp lực lên thực vật trong đó có hạn hán (Zhu & Liu, 2015; Banniyar et al., 2019; Jean et al., 2021; Do et al., 2017).

Một số nghiên cứu đã chứng minh rằng sự phát triển của thảm thực vật chủ yếu phụ thuộc vào nhiệt độ, lượng mưa, thời gian nắng và bức xạ mặt trời (Chen et al., 2014; Nemani et al., 2003). Kết quả nghiên cứu của Nemani và cộng sự (2003) cho thấy rằng lượng mưa ảnh hưởng đến sự phát triển thảm thực vật toàn cầu hơn 40%, trong khi nhiệt độ và bức xạ mặt trời ảnh hưởng đến sự tăng trưởng thảm thực vật toàn cầu lần lượt là 33% và 27%.

Phản ứng của thảm thực vật đối với biến động khí hậu phụ thuộc vào từng khu vực địa lý và các yếu tố môi trường như kiểu thảm thực vật, loại đất và sử dụng đất (Usman et al., 2013; Ray et al., 2015). Các biến động khí hậu toàn cầu đã ảnh hưởng đến tình trạng thảm thực vật và đóng góp vào một phần ba sự thay đổi năng suất cây trồng hằng năm (Ray et al., 2015).

ENSO gây ra biến động khí hậu tại nhiều khu vực trên thế giới và gây ảnh hưởng đến VCI. Mức độ ảnh hưởng của ENSO đến VCI phụ thuộc vào cường độ của ENSO và điều kiện tự nhiên của từng khu vực (Stefan et al., 2009). Theo Luong (2021), Nguyen và cộng sự (2014), Phan và cộng sự (2009) thì khi ENSO hoạt động, lượng mưa, số giờ nắng và nhiệt độ khu vực nghiên cứu có thay đổi rõ rệt. Ngoài ra theo nghiên cứu của Stojanovic và cộng sự (2020) cho thấy các tiểu vùng khí hậu ở khu vực này khá nhạy cảm với ENSO. Do chưa có các nghiên cứu về đánh giá ảnh hưởng của ENSO đến VCI cũng như cảnh báo về tình trạng phát triển của thực vật dựa trên các chỉ số giám sát ENSO tại đây nên nghiên cứu này được thực hiện.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

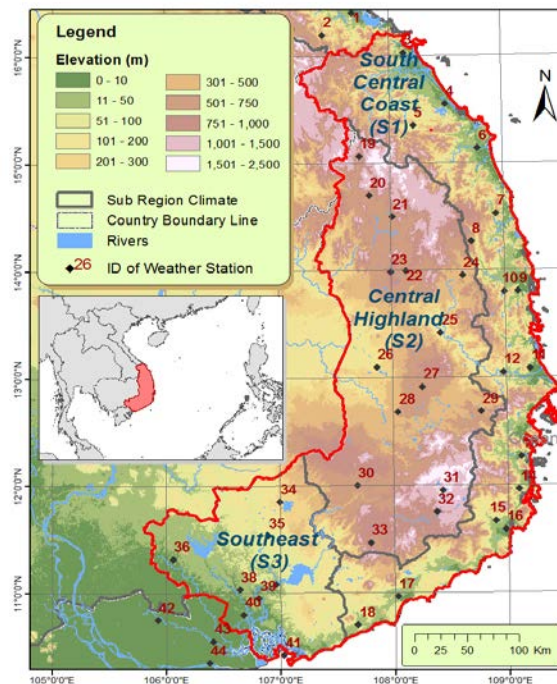
Các số liệu chính sử dụng trong nghiên cứu gồm số liệu quan trắc khí tượng và NDVI trên khu vực nghiên cứu cùng với các chỉ số giám sát ENSO. Thời gian sử dụng chuỗi số liệu là từ năm 2000 tới 2020.

NDVI được lấy từ gói Mod13A1 VI, đây là một sản phẩm từ MODIS. Số liệu này có độ phân giải không gian là 463,3m x 463,3m và độ phân giải thời gian là 16 ngày. Dữ liệu này được lấy từ trang <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Do sự chòng chéo quỹ đạo, nhiều quan sát có thể tồn tại trong một ngày và tối đa 64 quan sát có thể được thu thập được trong chu kỳ 16 ngày.

Do ảnh hưởng của mây và các điều kiện khí quyển khác, số lượng pixel có thể chấp nhận được thường tập trung trong khoảng từ 1 đến 5. Để loại bỏ các ảnh hưởng này, kỹ thuật tổng hợp giá trị tối đa (Maximum Value Composite) được sử dụng trong xây dựng gói trên.

Số liệu khí tượng trên khu vực nghiên cứu được lấy tại các trạm thể hiện trên Hình 1. Có tổng số 44 trạm quan trắc đưa vào phân tích. Số liệu sử dụng gồm các biến khí tượng có liên quan đến phát triển của thực vật bao gồm lượng mưa, nhiệt độ, gió, độ ẩm tương đối và số giờ nắng.

Các chỉ số giám sát ENSO được đưa vào phân tích gồm ONI (Ocean Niño Index), SOI (the Southern Oscillation Index) và MEI (Multivariate ENSO Index). Chỉ số ONI là một chỉ số được CPC (The United States Climate Prediction Center) và IRI (the International Research Institute for Climate and Society) xây dựng dựa trên trung bình trượt 3 tháng của SST (Sea Surface Temperature) khu vực Niño 3.4. Trong 5 tháng liên tiếp, khi giá trị của ONI trên $0,5^{\circ}\text{C}$ thì một kì El Niño được xác định (pha nóng), ngược lại nếu nhỏ hơn $-0,5^{\circ}$ thì một kì La Niña được xác định (pha lạnh). Dữ liệu ONI được lấy từ trang <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>. Chỉ số SOI được tính dựa trên chênh lệch giữa khí áp bề mặt trạm Darwin và Tahiti, được lấy từ trang <http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/>. MEI được tính dựa trên 6 biến khí tượng ở vùng nhiệt đới Thái Bình Dương bao gồm SST, SLP, nhiệt độ không khí bề mặt, thành phần gió bề mặt và tổng lượng mây, chỉ số này có từ trang <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>.



Hình 1. Vị trí các trạm khí tượng và địa hình các tiểu vùng khí hậu khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nội dung chính của nghiên cứu này là tính hệ số tương quan Pearson giữa VCI với các chỉ số giám sát ENSO và các yếu tố khí tượng có liên quan nhằm chỉ ra các ảnh hưởng của

ENSO đến VCI theo không gian và thời gian. Để kết quả tính toán được ổn định, các phương pháp xử lý dữ liệu bao gồm:

- **Tính VCI từ NDVI**

VCI là giá trị chuẩn hóa của NDVI theo thời gian qua và được tính theo công thức sau:

$$VCI = 100 \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (1)$$

Trong đó $NDVI_i$ là giá trị NDVI của pixel trong một năm cụ thể vào thời gian thứ i , $NDVI_{max}$ và $NDVI_{min}$ lần lượt là giá trị NDVI tối đa và tối thiểu trong một khoảng thời gian đưa vào phân tích. Tử số là sự khác biệt giữa giá trị thực tế và giá trị nhỏ nhất của NDVI, nó thể hiện tình trạng phát triển của thực vật cùng các điều kiện khí tượng. Giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của mẫu số phản ánh điều kiện tốt nhất, xấu nhất của sinh trưởng và phần nào phản ánh điều kiện của thảm thực vật địa phương. Như vậy, VCI chứa cả thông tin lịch sử và thời gian thực của NDVI. VCI nằm trong khoảng từ 0 đến 100 trong đó các giá trị VCI nhỏ hơn cho thấy thực vật kém phát triển và mức độ khô hạn cao hơn. Trong nghiên cứu này VCI được tính toán cho từng tháng ứng với khoảng thời gian từ năm 2000 đến 2020. Để tính VCI hàng tháng, phương pháp tổng hợp giá trị tối đa (Maximum value composite – MVC) đã được áp dụng để lấy dữ liệu NDVI hàng tháng bằng cách giảm tác động khí quyển đối với các đám mây và aerosol (Holben, 1986; Li et al., 2016; Li et al., 2017; Chu et al., 2019).

- **Nội suy và chuẩn hóa các biến phân tích**

Yêu cầu khi phân tích mối quan hệ giữa VCI và các biến khí tượng là chúng phải có chung độ phân giải về không gian và thời gian. Về thời gian, giá trị của VCI và các yếu tố ảnh hưởng được chọn theo tháng. Số liệu mưa, nhiệt, ẩm, gió, số giờ nắng được nội suy bằng phương pháp Kriging cho từng tháng với cùng bước lưới không gian như với VCI. Sau bước nội suy này ta thu được dữ liệu của VCI và các yếu tố ảnh hưởng có cùng độ phân giải về không gian và thời gian. Việc phân tích mối quan hệ giữa VCI với các biến khí tượng được thực hiện dựa trên chuỗi thời gian trên từng ô lưới.

Để đảm bảo tính ổn định trong phân tích thống kê, dữ liệu đưa vào phân tích cần đảm bảo độ dài. Ngoài ra do khí hậu khu vực nghiên cứu cũng có tính mùa rõ rệt, các ảnh hưởng của ENSO đến khí hậu khu vực này cũng có sự khác biệt giữa các tháng trong năm, nên trong nghiên cứu này việc phân tích theo thời gian được thực hiện theo mùa trong năm.

Do các dữ liệu đưa vào phân tích của các tháng khác nhau có sự khác nhau về giá trị trung bình và độ lệch chuẩn nên khi ghép nối giữa chúng để tạo một chuỗi số liệu dài cần phải tiến hành chuẩn hóa trước. Việc chuẩn hóa cho tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến VCI bao gồm nhiệt độ, lượng mưa và số giờ nắng được thực hiện giống nhau và theo cách chuẩn hóa lượng mưa (the Standardized Precipitation Index – SPI).

SPI được McKee cùng các đồng sự đề xuất vào năm 1993, đây là một chỉ số được sử dụng rộng rãi trên thế giới. SPI là một chỉ số được xác định dựa trên hàm phân bố của lượng mưa và được tính với quy mô thời gian khác nhau, từ 1 đến nhiều tháng. Gọi x là lượng mưa ứng với bước thời gian chọn trước của một tháng bất kì trong năm, SPI sẽ được tính theo các bước sau:

Xác định các tham số hình dạng (β) và tham số tỉ lệ (α) của hàm phân bố Gamma theo công thức sau:

$$\beta = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4U}{3}}}{4U}, \tag{2}$$

$$\alpha = \frac{\bar{X}}{\beta}, \tag{3}$$

ở đây, \bar{X} là giá trị trung bình của X và U là hệ số thống kê. Gọi n là độ dài của chuỗi quan trắc, khi đó U được tính như sau:

$$U = \ln(\bar{X}) - \frac{\sum \ln(X)}{n} \tag{4}$$

Xác định xác suất tích lũy của lượng mưa theo phương trình sau:

$$G(x) = \frac{\int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)}, \tag{5}$$

ở đây, $\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)!$. Vì hàm Gamma không được xác định cho $x = 0$ và phân phối lượng mưa có thể chứa các số không, nên xác suất tích lũy trở thành:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x), \tag{6}$$

trong đó q là xác suất ứng với $x = 0$.

Tính SPI

Xác suất tích lũy H (x) sau đó được chuyển thành biến ngẫu nhiên chuẩn hóa với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng một, là giá trị của SPI:

$$SPI = \frac{2,515517 + 0,802583t + 0,010328t^2}{1 + 1,432788t + 0,189269t^2 + 0,001308t^3} - t \quad 0 < H(x) \leq 0,5$$

$$SPI = t - \frac{2,515517 + 0,802583t + 0,010328t^2}{1 + 1,432788t + 0,189269t^2 + 0,001308t^3} \quad 0,5 < H(x) \leq 1 \tag{7}$$

Ở đây

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{H(x)^2}\right)} \quad 0 < H(x) \leq 0,5$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)} \quad 0,5 < H(x) \leq 1 \tag{8}$$

Để tính SPI, nghiên cứu này sử dụng subroutine cdfgam để tính hàm phân bố Gamma. Subroutine này được lấy trong gói Cdflib.f90 từ trang của Florida State University, https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/f_src/cdflib/cdflib.html.

3. Kết quả và thảo luận

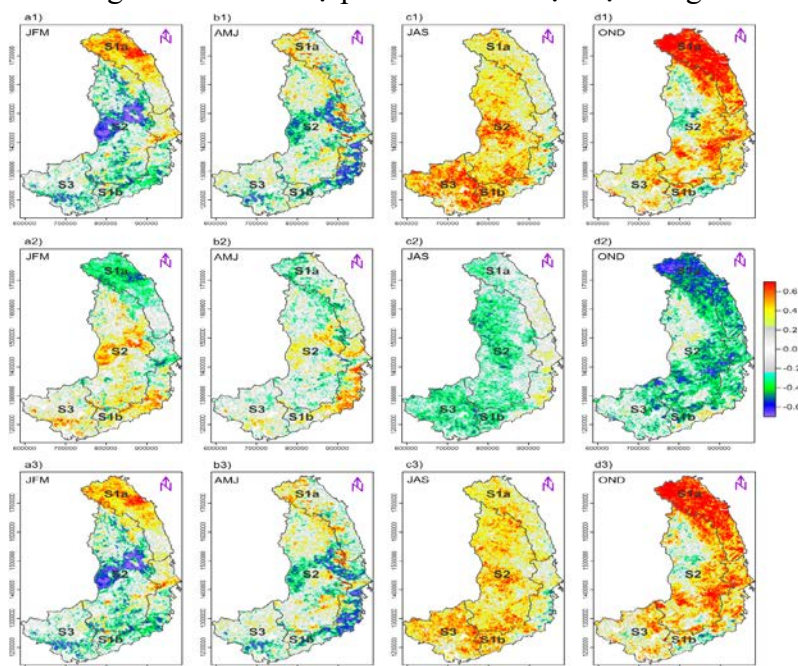
3.1. Hệ số tương quan giữa các chỉ số số giám sát ENSO với VCI

Việc đánh giá mối quan hệ này nhằm chọn lựa chỉ số ENSO phù hợp trong đánh giá các ảnh hưởng của chúng đến sự phát triển của thực vật. Các chỉ số giám sát ENSO được đưa vào phân tích gồm ONI, SOI và MEI. Do có dao động trễ giữa VCI và các chỉ số giám sát ENSO nên các khoảng thời gian trễ cũng được xem xét đánh giá. Ở đây thời gian trễ được xác định dựa trên hệ số tương quan lớn nhất giữa các chỉ số này và VCI. Kết quả tính toán cho thấy thời gian trễ giữa các chỉ số giám sát ENSO này với VCI là 2 tháng. Kết quả tính

toán hệ số tương quan giữa ONI, SOI và MEI với VCI tương ứng với thời gian trễ này được thể hiện trong Hình 2. Trong hình này vùng màu xám có hệ số tương quan với mức ý nghĩa dưới 0.05. Do tiểu vùng khí hậu S1 kéo dài theo hướng Bắc Nam và có sự khác biệt đáng kể về ảnh hưởng của ENSO đến khu vực này nên nó được chia làm 2 phần là S1a và S1b.

Hình 2 cho thấy mức độ ảnh hưởng của ENSO đến các khu vực là khác nhau. Ngoài sự phụ thuộc vào pha của ENSO thì tác động của ENSO đến VCI là tiêu cực hay tích cực còn phụ thuộc vào từng khu vực và mùa trong năm. Khu vực nhạy cảm nhất với ENSO trong mùa xuân là vùng giữa của S2, mùa hè là S1b, mùa thu là S3 và mùa đông là S1. Theo hình này thì tác động của ENSO đến thảm thực vật rõ nhất là trong mùa đông và mùa xuân.

Theo Bảng 1 thì ONI là chỉ số có quan hệ tốt hơn so với các chỉ số khác. Điều này được dựa trên hai tiêu chí về độ lớn trung bình của hệ số tương quan với mức ý nghĩa 0.05 và tỉ lệ phần trăm về diện tích đáp ứng (có hệ số tương quan lớn hơn hệ số tương quan giới hạn với mức ý nghĩa này). MEI cũng có quan hệ khá tốt với VCI và không khác biệt đáng kể so với ONI, và SOI là kém nhất. Dựa trên kết quả này ONI sẽ được chọn để phân tích đánh giá các ảnh hưởng của ONI đến sự phát triển của thực vật trong các bước tiếp theo.



Hình 2. Hệ số tương quan giữa ONI và VCI trong a1) mùa xuân, b1) mùa hè, c1) mùa thu và d1) mùa đông. Các hình a2) đến d2) và a3) đến d3) là các hình tương ứng khi thay ONI bằng SOI và MEI

Bảng 1. Giá trị trung bình của hệ số tương quan giữa ONI, SOI và MEI với VCI ứng với mức ý nghĩa 0,05 và tỉ lệ phần trăm diện tích đáp ứng

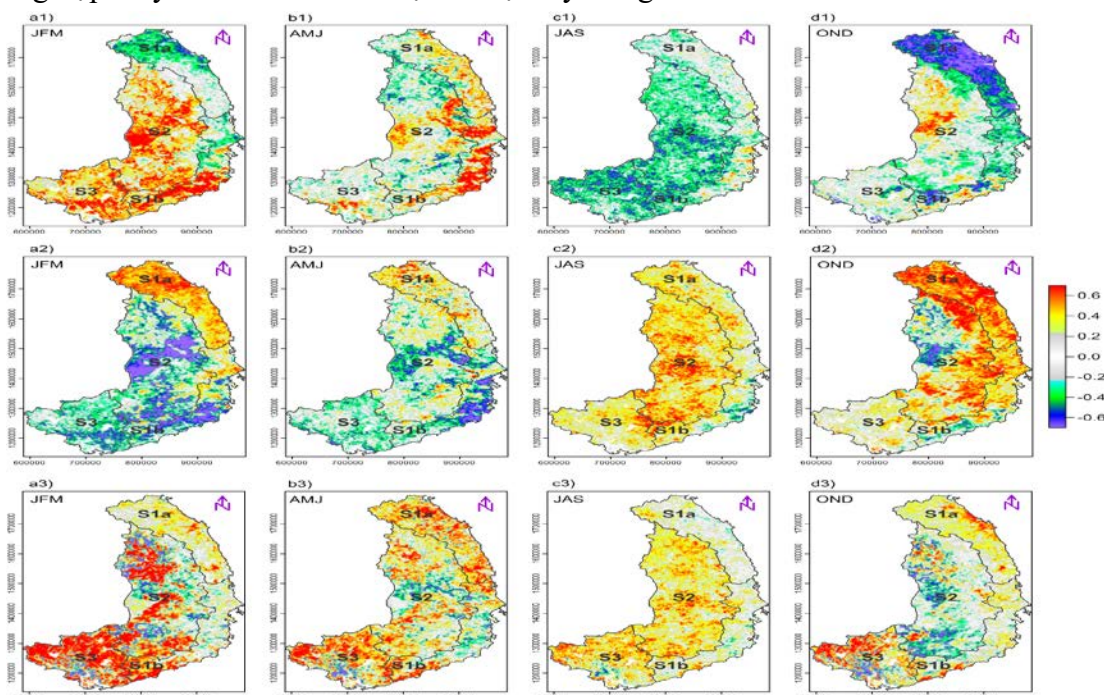
	ONI	SOI	MEI
R	0,51	0,47	0,50
A(%)	26,1	15,0	25,0

3.2. Hệ số tương quan giữa các yếu tố khí tượng với VCI

Việc đánh giá mối quan hệ này nhằm xem xét ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng tới VCI. Các yếu tố ảnh hưởng được đưa vào phân tích bao gồm nhiệt độ, lượng mưa và số giờ nắng. Số liệu VCI đưa vào phân tích là số liệu trung bình tháng, còn số liệu các yếu tố ảnh hưởng được lấy với quy mô thời gian là từ 1 đến 5 tháng. Hình 3 là kết quả minh họa cho phân bố hệ số tương quan này theo không gian ứng với quy mô thời gian 3 tháng.

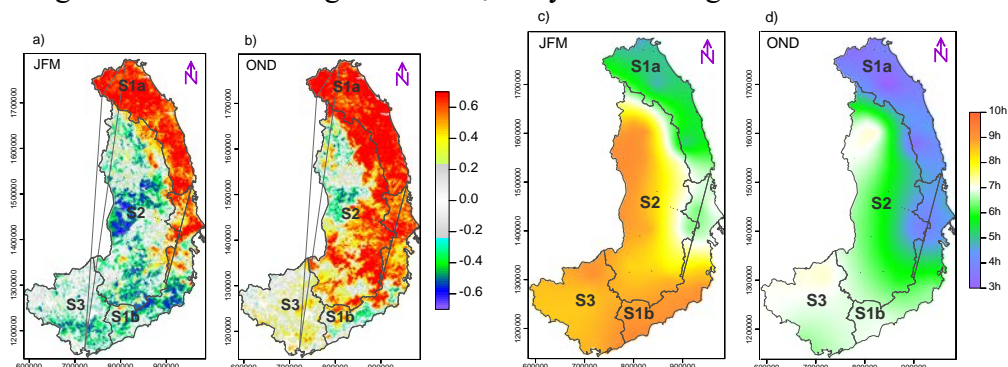
Kết quả khảo sát hệ số tương quan cho thấy ngoại trừ số giờ nắng trong mùa đông thì bước thời gian tích lũy 3 tháng của các yếu tố ảnh hưởng này cho hệ số tương quan cao nhất. Trong mùa đông hệ số tương quan giữa VCI và số giờ nắng ứng với bước thời gian tích lũy 1 tháng cho kết quả cao nhất. Ngoài ra khi xem xét trên khu vực S1a trong các tháng mùa xuân thì số giờ nắng tích lũy 1 tháng cũng cho hệ số tương quan cao nhất, các kết quả được thể hiện trên Hình 4a và Hình 4b. Điều này liên quan đến số giờ nắng thấp trên khu vực S1a trong hai mùa này như trên Hình 4c và Hình 4d.

Theo Hình 3 thì quan hệ giữa lượng mưa và số giờ nắng với VCI theo không gian là gần tương tự và chỉ ngược nhau về dấu. Hai yếu tố này đều ảnh hưởng rõ rệt nhất đến thảm thực vật vào các tháng mùa xuân và mùa đông. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tình trạng thực vật không có sự thống nhất về phân bố theo không gian giống như lượng mưa và số giờ nắng. Như vậy trên khu vực này VCI của một số loại cây có quan hệ tốt với lượng mưa và giờ nắng, số khác lại quan hệ tốt với nhiệt độ. Điều này là do sự khác biệt về yêu cầu bức xạ quang hợp và yêu cầu nước của một số loại cây trồng.



Hình 3. Hệ số tương quan giữa lượng mưa chuẩn hóa 3 tháng và VCI trong các tháng a1) mùa xuân, b1) mùa hè, c1) mùa thu và d1) mùa đông. Các hình a2) đến d2) và a3) đến d3) là các hình tương ứng khi thay lượng mưa chuẩn hóa bằng số giờ nắng và nhiệt độ chuẩn hóa

Theo Hình 4 cho thấy trong mùa đông tới mùa xuân thảm thực trên tiểu vùng S1a rất nhạy cảm với số giờ nắng của tháng phân tích. Trong khoảng thời gian này, khu vực S1a thường chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc. Kết hợp với địa hình nâng dần thuận lợi cho hiệu ứng phơn nên lượng mây tầng thấp thường cao. Đây cũng là các tháng có độ cao mặt trời thấp trên khu vực này nên lượng bức xạ quang hợp thường không đáp ứng. Như vậy, khi số giờ nắng cao sẽ làm VCI tăng trên khu vực này và làm tăng VCI.



Hình 4. Hệ số tương quan giữa số giờ nắng chuẩn hóa 1 tháng và VCI trong các tháng a) mùa xuân, b) mùa đông và số nắng trung bình trong mùa xuân c) và mùa đông d)

Vai trò của các yếu tố khí tượng đến sự phát triển của thực vật thông qua hoạt động của ENSO được thể hiện qua mức độ tương đồng hoặc tương phản giữa các Hình 2a1 tới Hình 2d1 với các hình trong Hình 3 tương ứng theo các mùa trong năm. Mức độ phù hợp giữa các cặp hình này được đánh giá qua hệ số tương quan giữa chúng và kết quả được thể hiện trên Bảng 2. Theo Bảng này thì nhiệt độ là yếu tố có độ lớn của hệ số tương quan thấp nhất. Giữa số giờ nắng và lượng mưa thì lượng mưa thể hiện vai trò kém hơn vào các tháng mùa đông, mùa xuân và điều này xảy ra ngược lại vào mùa thu.

Bảng 2. Mức độ phù hợp của các bản đồ trên Hình 2a1 tới Hình 2d1 với các hình trong Hình 3 tương ứng theo các mùa trong năm qua đánh giá về hệ số tương quan

	Mưa	Nắng	TTb
Xuân	-0,81	0,89	0,30
Hạ	-0,85	0,82	0,59
Thu	-0,75	0,66	0,60
Đông	-0,85	0,88	0,22
Mean	-0,81	0,81	0,43

Kết quả thống kê hệ số tương quan giữa VCI và các yếu tố ảnh hưởng trên Bảng 3 cho thấy số giờ nắng là yếu tố có quan hệ rõ rệt nhất với VCI qua cả chỉ tiêu về độ lớn của hệ số tương quan trung bình và phần trăm diện tích có hệ số tương quan lớn hơn hệ số tương quan tới hạn với mức ý nghĩa 0,05.

So sánh giữa các hình trong Hình 2 tương ứng với các hình từ Hình 3a1 đến Hình 3d2 cũng cho thấy phân bố về độ lớn của hệ số tương quan là gần tương tự khi xem xét trong cùng một mùa. Như vậy các tác động của ENSO đến thực vật khu vực này được thể hiện qua

lượng mưa và số giờ nắng. So sánh giữa Bảng 1 và Bảng 2 cho thấy số giờ nắng có quan hệ tốt nhất với VCI. Tuy nhiên do thời gian trễ trong các tháng mùa xuân bằng 0, nên nó ít có ý nghĩa trong cảnh báo tình trạng phát triển của thực vật trên khu vực này.

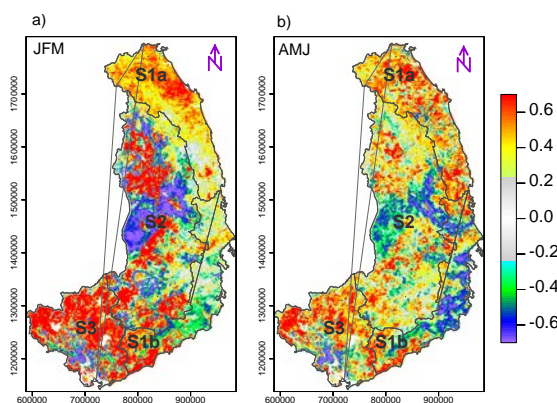
Bảng 3. Giá trị trung bình của hệ số tương quan giữa các yếu tố ảnh hưởng với VCI ứng với mức ý nghĩa 0,05 và tỉ lệ phần trăm diện tích đáp ứng (A)

	Lượng mưa	Nhiệt độ	Số giờ nắng
R	0,51	0,52	0,53
A(%)	23,5	26,3	32,1

3.3. Khả năng kết hợp giữa ONI và nhiệt độ bề mặt khu vực nghiên cứu trong cảnh báo VCI các tháng mùa khô

Mùa khô trên khu vực này thường bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 5, ngoại trừ vùng S1b là từ tháng 1 đến tháng 7. Hạn hán thường xuất hiện trong mùa xuân và mùa hè, nhất là khoảng thời gian từ tháng 3 đến tháng 5, đây là khoảng thời gian có lượng mưa thấp và nền nhiệt độ cao. Theo kết quả nêu trên thì VCI trên khu vực này có độ trễ so với ONI khoảng 2 tháng. Khoảng thời gian trễ giữa VCI các tháng mùa xuân và mùa hè với nhiệt độ có khoảng thời gian trễ là 4 và 6 tháng tương ứng. Căn cứ vào phân bố khác biệt của hệ số tương quan trong Hình 2a1 đến 2d1 và Hình 3a3 đến 3d3 và thời gian trễ nêu trên, cho thấy khả năng kết hợp giữa ONI và nhiệt độ để cảnh báo tình trạng phát triển của thực vật trong khoảng thời gian này.

Chọn hệ số tương quan có giá trị lớn nhất giữa Hình 2a1, 2b1 với Hình 3a1 và 3b1 tương ứng theo mùa ta được hệ số tương quan lớn nhất như trên Hình 5. Trong đó R có độ tin cậy 0,001 của các tháng mùa xuân và mùa hè chiếm tương ứng là 44,6% và 39,2% diện tích. Theo kết quả này thì phần lớn diện tích của khu vực nghiên cứu trong mùa xuân và mùa đông đều có hệ số tương quan với độ tin cậy trên 0,05, hay việc kết hợp giữa nhiệt độ các trạm quan trắc và ONI sẽ giúp cảnh báo tốt hơn tình trạng phát triển của thực vật trên khu vực này.



Hình 5. Hệ số tương quan lớn nhất giữa ONI và nhiệt độ với VCI trong các tháng a) mùa xuân và b) mùa hè

3.3. *Chênh lệch VCI giữa các năm El Niño và La Niña*

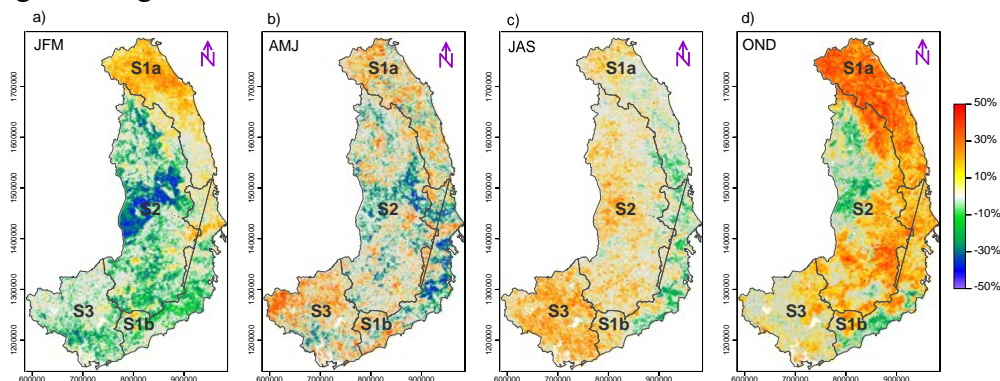
Theo ONI, trong khoảng thời gian từ 2000-2020 có 6 đợt El Niño và 8 đợt La Niña hoạt động với tổng thời gian tương ứng là 60 tháng và 76 tháng. Theo cách phân loại các kì El Niño và La Niña thì trong khoảng thời gian dài số tháng hoạt động của hai pha này là bằng nhau. Như vậy trong khoảng thời gian 2000-2020, thời gian hoạt động của các kì La Niña là dài hơn đáng kể so với hoạt động của El Niño.

Vào các năm El Niño hoạt động thì thời tiết trên khu vực này thường có những thay đổi như nhiệt độ tăng, số giờ nắng tăng và lượng mây giảm, ngược lại vào các năm La Niña. Hệ số tương quan trong Bảng 1 đã cho thấy mối quan hệ khá tốt giữa ENSO và VCI. Để thấy rõ hơn các ảnh hưởng của ENSO đến thảm thực vật dưới đây sẽ phân tích mức chênh lệch VCI giữa các kì El Niño và La Niña (ΔVCI). Dựa trên các pha ENSO được xác định dựa trên ONI, kết quả thống kê ΔVCI theo các mùa trong năm được thể hiện trên Hình 6. Trong hình này phần màu xám có độ tin cậy dưới 95%.

Trong các tháng mùa xuân (JFM), theo Hình 6a thì VCI khu vực trung tâm S2 có sự suy giảm mạnh vào các năm có El Niño hoạt động, với mức chênh lệch so với các năm La Niña khoảng 30-40%. Sự suy giảm này là do vào các kì El Niño, lượng mưa các tháng cuối mùa mưa thường khá thấp và nhiệt độ tăng cao trong các tháng mùa khô đã làm cho cây trồng kém phát triển. Ngược lại với các khu vực nêu trên, ở phần phía Bắc S1 (S1a), các năm El Niño hoạt động lại làm cho VCI tăng. Điều này là do: 1) Phía Bắc S1 chịu ảnh hưởng của gió mùa mùa đông, đới gió này có nguồn gốc từ Áp cao lạnh lục địa châu Á. Khi đới gió này tăng cường làm cho thời tiết tại đây thay đổi như nhiệt độ giảm, mây tầng thấp phát triển và số giờ nắng giảm. So với khu vực kế bên thì số giờ nắng trên S1a thấp hơn khá nhiều (Hình 4c); 2) Kết quả thống kê cho thấy số giờ nắng trong các năm El Niño cao hơn so với các năm La Niña khoảng 0,7-0,9h/ngày trên cả 3 tiểu vùng khí hậu, trong đó mức chênh lệch cao nhất thuộc vùng S1a. Như vậy, vào các năm El Niño hoạt động, bức xạ trên khu vực này đáp ứng tốt hơn cho hoạt động quang hợp so với các năm La Niña và làm VCI tăng.

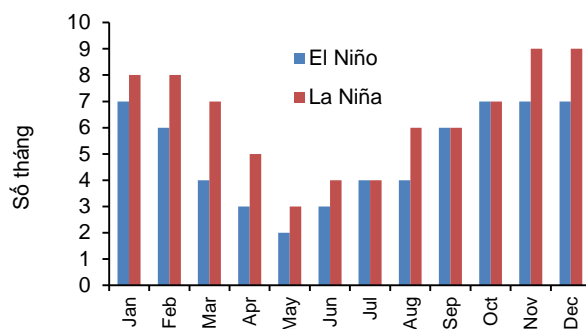
Trong các tháng mùa hè (AMJ), mức độ ảnh hưởng của El Niño đối với thảm thực vật là ít hơn so với khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng 3 (Hình 6b). Trong đó, trên khu vực S3, diện tích chịu ảnh hưởng của El Niño là không đáng kể. Trên khu vực S2, diện tích khu vực có VCI giảm cũng như mức độ giảm của VCI cũng nhỏ hơn so với mùa xuân. Ngược lại, trên tiểu vùng S1b, mức độ ảnh hưởng của El Niño là rõ rệt hơn so với mùa xuân. Điều này là do sự khác biệt về thời gian bắt đầu và kết thúc mùa mưa giữa các khu vực. Trên khu vực S2 và S3 mùa mưa bắt đầu từ đầu tháng 5 và kết thúc vào cuối tháng 11, trùng với thời kì hoạt động của gió mùa mùa hè và dải hội tụ nhiệt đới. Trên khu vực S1b, mùa mưa bắt đầu từ tháng 8 và kết thúc vào tháng 12. Mùa mưa đến trễ hơn trên khu vực này là do ảnh hưởng của hiệu ứng phơn. Do tiếp giáp giữa S1 và S2 là sống núi cao với độ cao từ 500-1500m, kết hợp với hướng gió mùa hè là tây nam trong khoảng thời gian này đã làm cho mùa mưa đến trễ hơn. Việc đến trễ của mùa mưa và sự thiếu hụt lượng mưa trong các năm

El Niño đã làm cho tình trạng hạn ở tiểu vùng S1b trầm trọng hơn và làm giảm VCI. Ngoài ra theo Hình 3b1 và Hình 3b2 cũng cho thấy VCI tiểu vùng này có quan hệ chặt chẽ với số giờ nắng và lượng mưa.



Hình 6. Mức chênh VCI giữa năm El Niño và La Niña, giai đoạn 2000-2020 trong các tháng a) mùa xuân, b) mùa hè, c) mùa thu và d) mùa đông

Sự thay đổi của VCI giữa các năm El Niño và La Niña trong các tháng mùa thu (JAS) được thể hiện trên Hình 6c. Hình này cho thấy vào các năm El Niño thì VCI chỉ có sự giảm nhẹ trên khu vực S1b, các khu vực còn lại VCI thường tăng nhưng không nhiều. Kết hợp giữa Hình 3c1, 3c2 và 3c3 với Hình 6c và phân tích hệ số tương quan giữa chúng, kết quả cho thấy VCI thay đổi chủ yếu là do lượng mưa và số giờ nắng. Mức chênh của VCI giữa các năm El Niño và La Niña không cao, chỉ nằm trong khoảng từ -20% đến +20%. VCI ít biến động trong mùa này là do điều kiện khí hậu khá thuận lợi cho thảm thực vật như lượng mưa dồi dào, số giờ nắng tương đối cao. Ngoài ra VCI ít biến động còn do đây là khoảng thời gian mà ENSO ít tác động đến khu vực này trong mùa thu. Từ số liệu ONI cho thấy các kì El Niño và La Niña thường bắt đầu vào giữa mùa thu và kết thúc vào đầu mùa hè. Kết quả thống kê hoạt động của ENSO trên Hình 7 cho thấy khoảng thời gian từ tháng 5 đến tháng 7 là khoảng thời gian mà El Niño và La Niña ít hoạt động nhất. Theo kết quả phân tích về mối quan hệ giữa VCI và các chỉ số giám sát ENSO đã cho thấy ảnh hưởng của El Niño và La Niña đến VCI trễ khoảng hai tháng. Do thời gian trễ này và sự ít hoạt động cũng như hoạt động yếu của El Niño và La Niña trong các tháng này là nguyên nhân mà VCI ít thay đổi trong mùa thu.



Hình 7. Tần suất mà El Niño và La Niña hoạt động trong giai đoạn 2000-2020

Trong các tháng mùa đông (OND), so với các năm La Niña thì vào các năm El Niño hoạt động VCI thường tăng đáng kể tại S1a, phía Nam S1b, và phần trên S2 tiếp giáp với S1 (Hình 6d). Mức chênh VCI là cao nhất tại S1a với giá trị từ 30% đến 50%. Biến động của VCI do hoạt động của ENSO trên các khu vực này cũng có nguyên nhân gần tương tự như trên tiểu vùng S1a trong các tháng mùa xuân và đã được phân tích. Mức độ thay đổi dương của VCI trong mùa đông là cao hơn cũng như mở rộng hơn so với mùa xuân là do: 1) Tại khu vực có ΔVCI dương trong mùa đông thì số giờ nắng là rất thấp (Hình 4d); 2) Mức chênh của số giờ nắng giữa các năm El Niño và La Niña trên các tiểu vùng là từ 1,0-1,5 giờ/ngày trong mùa này, mức chênh cao nhất thuộc tiểu vùng S1a với giá trị từ 1,2-1,5 giờ/ ngày. Với các lí do này nên vào các năm El Niño hoạt động lượng bức xạ là đáp ứng tốt hơn cho nhu cầu quang hợp so với các năm La Niña và làm VCI tăng. Hình 3 cũng cho thấy số giờ nắng là yếu tố có quan hệ tốt nhất với VCI, phân tích hệ số tương quan cũng cho thấy Hình 3d2 cũng có sự phù hợp tốt nhất với Hình 6d. Từ đây cho thấy biến động số giờ nắng do hoạt động của ENSO là yếu tố chính gây thay đổi về VCI trong các tháng mùa đông.

Thống kê phần trăm diện tích có mức chênh VCI rõ rệt giữa năm El Niño và La Niña với mức ý nghĩa 0,05 cho kết quả theo các mùa xuân, hạ, thu, đông với giá trị tương ứng là 45%, 39%, 36% và 61%. Nói cách khác, mức độ nhạy cảm với ENSO dựa trên diện tích vùng ảnh hưởng sẽ rõ nhất vào các tháng mùa đông, rồi đến mùa xuân, mùa hè và mùa thu.

Giá trị trung bình của ΔVCI theo mùa và theo các tiểu vùng khí hậu được thể hiện trên Bảng 4. Theo bảng này và Hình 6 cho thấy phần lớn ΔVCI thường dương, hay những năm có El Niño hoạt động VCI thường cao hơn so với các năm La Niña. Cũng theo bảng và hình này thì vùng có tác động tiêu cực của El Niño đối với thảm thực vật thường xảy ra vào mùa xuân trên tiểu vùng S2 và S3 và một phần diện tích của S1b, và mùa hè trên một phần diện tích của S1b và S2. Như vậy cả El Niño và La Niña đều thể hiện các tác động tiêu cực và tích cực đối với sự phát triển của thảm thực vật. Điều này tùy thuộc vào điều kiện khí hậu của từng khu vực và sự thay đổi của các yếu tố khí hậu khi ENSO hoạt động. Ngoài ra nó còn có thể phụ thuộc vào đặc tính của từng loại cây.

Bảng 4. Giá trị trung bình của ΔVCI theo mùa và theo các tiểu vùng khí hậu

	S1a	S1b	S2	S3
Xuân	15	0	-6	-4
Hạ	10	-2	1	10
Thu	4	2	8	17
Đông	28	14	16	10

4. Kết luận

Qua phân tích mối quan hệ giữa ENSO với VCI cho thấy hiện tượng này ảnh hưởng rõ rệt đến sự phát triển của thực vật trên khu vực nghiên cứu. Trong số các chỉ số giám sát ENSO thì ONI thể hiện quan hệ rõ rệt nhất với VCI. Tùy thuộc vào khu vực và thời gian mà các ảnh hưởng El Niño và La Niña đến sự phát triển của thảm thực vật trên khu vực này có thể là tiêu cực hay tích cực. Nhưng nhìn chung, trong mùa xuân và mùa hè của các năm EL Niño thực vật thường kém phát triển, điều này xảy ra ngược lại vào các tháng mùa thu và mùa đông. So với mùa xuân và mùa đông, các tháng mùa hè và mùa thu thể hiện ít rõ nét hơn các ảnh hưởng của ENSO. Dựa trên thời gian trễ cho thấy có thể sử dụng ONI để cảnh báo VCI với thời gian trước khoảng 2 tháng.

Tương tự như phân tích hệ số tương quan giữa ONI và VCI, mức chênh VCI giữa các năm El Niño và La Niña cũng cho kết quả tương tự về phân bố các khu vực mà thực vật nhạy cảm với biến động khí hậu. Mức chênh VCI giữa các năm EL Niño và La Niña có thể tới 30-50% tại một số khu vực, rõ nhất là tiểu vùng khí hậu S1a trong mùa đông. Ngoài ra qua phân tích còn cho thấy do tần suất hoạt động của El Niño và La Niña thấp nhất vào các tháng mùa hè, thời gian trễ giữa hoạt động này với VCI là khoảng vài tháng đã làm cho thực vật trong các tháng mùa thu ít chịu ảnh hưởng của hiện tượng này.

Kết quả xác định hệ số tương quan giữa các yếu tố khí tượng cho thấy số giờ nắng có quan hệ rõ rệt nhất với VCI. Kết quả phân tích mức tương đồng về phân bố hệ số tương quan giữa các yếu tố ảnh hưởng này với VCI và giữa ONI với VCI cho thấy ngoại trừ nhiệt độ, các yếu tố còn lại đều thể hiện mối quan hệ với VCI gần tương tự như ONI với VCI. Trong mùa xuân và mùa đông thì số giờ nắng là yếu tố có liên quan chính đến sự thay đổi của VCI khi ENSO hoạt động. Trong mùa hè, số giờ nắng cũng giữ vai trò tương tự như đối với lượng mưa. Như vậy có thể sử dụng số giờ nắng trong việc đánh giá tình trạng phát triển của thảm thực vật nhất là vào các năm có El Niño và La Niña hoạt động.

Trong một số tháng ONI có hệ số tương quan thấp với VCI thì nhiệt độ không khí bề mặt lại có quan hệ tốt với VCI. VCI cũng có dao động trễ hơn nhiệt độ không khí bề mặt 2 đến 6 tháng nên khả năng kết hợp giữa ONI và nhiệt độ các trạm trong cảnh báo tình trạng phát triển của thực vật là khả thi.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Baniya, B., Tang, Q., Xu, X., Haile, G. G., & Chhipi-Shrestha, G. (2019). Spatial and Temporal Variation of Drought Based on Satellite Derived Vegetation Condition Index in Nepal from 1982–2015. *Sensors*, *19*(430). doi: 10.3390/s19020430
- Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., & Huete, A. R. (1995). A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, *13*, 95-120.
- Chavez, R. O., Clevers, J. G. P. W., Decuyper, M., De B. S., & Herold, M. (2016). 50 years of water extraction in the Pampa del Tamarugal basin: Can *Prosopis tamarugo* trees survive in the hyper-arid Atacama Desert (Northern Chile). *J Arid Environ*, *124*, 292-303.
- Chen, B., Xu, G., Coops, N. C., Ciais, P., Innes, J. L., Wang, G., ... Liu, Y. (2014). Changes in vegetation photosynthetic activity trends across the Asia–Pacific region over the last three decades. *Remote Sens. Environ.*, *144*, 28-41.
- Chu, H., Venevsky, S., Wu, C., & Wang, M. (2019). NDVI-based vegetation dynamics and its response to climate changes at Amur-Heilongjiang River Basin from 1982 to 2015. *Science of the Total Environment*, *650*, 2051-2062, doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.115
- Do, T. N. A., Nguyen, Q. P., & Nguyen, H. S. (2017). Nghiên cứu phương pháp canh bao hạn nông nghiệp vùng hạ lưu sông Ca [Research method agricultural drought warning in downstream of Ca river]. *Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, *56*, 24-33.
- Holben, B. N. (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. *Int. J. Remote Sens.*, *7*, 1417-1434.
- Huang, S., Tang, L., & Hupy, J.P. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *J. For. Res.* *32*, 1-6, doi: 10.1007/s11676-020-01155-1
- Jean, M. K., Emmanuel, E., Emnet, N., Darius, P., Royd, V., Atkilt, G., & Amanuel, Z. (2021). Assessing the spatio-temporal variability of NDVI and VCI as indices of crops productivity in Ethiopia: a remote sensing approach. *Geomatics. Natural Hazards and Risk*, *12*, 2880-2903, doi: 10.1080/19475705.2021.1976849
- Kriegler, F. J., Malila W. A., Nalepka, R. F., & Richardson W. (1969). Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition. *Remote Sens Environ*, *6*, 97-132.
- Li, H., Li, Y., Gao, Y., Zou, C., Yan, S., & Gao, J. (2016). Human impact on vegetation dynamics around Lhasa, Southern Tibetan Plateau. *China. Sustainability*, *8*, 1146. doi: 10.3390/su8111146
- Li, J., Fan, K., & Zhou, L. (2017). Satellite Observations of El Niño Impacts on Eurasian Spring Vegetation Greenness during the Period 1982–2015. *Remote Sensing*, *9*, 628, doi: 10.3390/rs9070628
- Luong, V. V. (2021). Development of a new ENSO index to assess the effects of ENSO on temperature over southern Vietnam. *Theor. Appl. Climatol.*, *144*, 1119-1129.
- Nemani, R. R., Keeling, C. D., Hirofumi, H., Jolly, W. M., Piper, S. C., Tucker, C. J., ... RunNiñg, S. W. (2003). Climate–driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science*, *300*, 1560-1563.
- Nguyen, D., Q., Renwick, J., & McGregor, J. (2014). Variations of surface temperature and rainfall in Vietnam from 1971 to 2010. *Int. J. Climatol.*, *34*, 249-264.

- Pastor-Guzman, J., Atkinson, P., Dash, J., & Rioja-Nieto, R. (2015). Spatiotemporal variation in mangrove chlorophyll concentration using Landsat 8. *Remote Sens*, 7(11),14530-14558.
- Phan, V. T., Ngo, D. T., & Hageman, H. T. M. (2009). Seasonal and interannual variations of surface climate elements over Vietnam. *Clim. Res.*, 40, 49-60.
- Phung, V. K., Nguyen, Q. H., Nguyen, T. T. A., Phi, D. S., & Pham, V. D. (2019). Su dung NDVI de xac dinh nhanh mot so trang thai rung o khu vuc Tay Nguyen, Vietnam [Using NDVI to rapidly identify forest status types in the Central Highlands of Vietnam]. *Journal of Forestry Science and Technology*, 5, 81-89.
- Ray, D. K., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., & West, P. C. (2015). Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nat. Commun*, 6(5989). doi: 10.1038/ncomms6989
- Shuai, J., Zhang, Z., Tao, F., & Shi, P. (2016). How ENSO affects maize yields in China: understanding the impact mechanisms using a process-based crop model. *Int. J. Climatol.* 36, 424-438, doi: 10.1002/joc.4360
- Stefan, E., Pavel, P., Martin K., & Oleg, P. (2009). Spatial Patterns of NDVI Variation over Indonesia & Their Relationship to ENSO Warm Events during the Period 1982–2006. *Journal of Climate*, 22, 6612-6623, doi: 10.1175/2009JCLI2460.1
- Tian, J., Wang, L., Li, X., Gong, H., Shi, C., Zhong, R., & Liu, X. (2017). Comparison of UAV and WorldView-2 imagery for mapping leaf area index of mangrove forest. *Int J Appl Earth Obs Geoinf*, 61, 22-31.
- Usman, U., Yelwa, S. A., Gulumbe, S. U., & Danbaba, A. (2013). Modelling Relationship between NDVI and Climatic Variables Using Geographically Weighted Regression. *Journal of Mathematical Sciences and Applications*, 1, 24-28. doi:10.12691/jmsa-1-2-2
- Vicente-Serrano, S. M., Camarero, J. J., Olano, J. M., Martín-Hernández, N., Peña-Gallardo, M., Tomás-Burguera, M., Gazol, A., Azorin-Molina, C., Bhuyan, U., & El Kenawy A. (2016). Diverse relationships between forest growth and the normalized difference vegetation index at a global scale. *Remote Sens Environ*, 187,14-29.
- Vu, M. Q., Nguyen, D. T., Tran, T. M. T., John, B., & Venkat, L. (2018). So sanh suy giam nang suat sinh khoi gay ra do con nguoi tai cac nuoc vung ha luu song Mekong [A comparison of human-induced biomass productivity decline in the Lower Mekong Basin countries using annual NDVI time series derived from NOAA AVHRR and Terra MODIS]. *HCMUE J. Sci.*, 15(11b), 94-100.
- Zhu, X., & Liu, D. (2015). Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI time-series. *ISPRS J Photogramm Remote Sens*, 102, 222-231.

EFFECTS OF ENSO ON VCI IN THE NORTH OF SOUTH VIETNAM**Luong Van Viet***Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam**Corresponding author: Luong Van Viet – Email: luongvanviet@iuh.edu.vn**Received: May 04, 2022; Revised: June 29, 2022; Accepted: September 04, 2022***ABSTRACT**

This study analyzes the effects of ENSO (the El Niño Southern Oscillation) on plant growth based on the Vegetation Condition Index (VCI) for the north of southern Vietnam. The results showed that ENSO had a significant impact on vegetation in the Central Highlands and South Central regions during spring and winter. Not all EL Niños are negative, and La Niños are positive for the growth of this tropical plant. The negative or positive impact of El Niño or La Niña on plants depends on the natural conditions of each sub-region and the season of the year. The negative effects of El Niño on VCI are evident in the Central Highlands in the spring and the southern part of the South Central Coast in the summer. The negative influence of La Niña occurs in the winter over the northern part of South Central Vietnam. Among the ENSO monitoring indices, the Ocean Niño Index has the best relationship with the VCI here. Because there is a lag time between VCI and Ocean Niño Index of two months, this index can be used to warn of vegetation growth. In addition, the research results also show that because El Niño and La Niña are less active from May to July and the lag time of this activity with the VCI is about two months, the autumn in this area are less affected by ENSO.

Keywords: climate change; ENSO; ONI; VCI