



Original Article

Non-linear Relationship Between Summer Rainfall Over Red River Delta and El Niño-Southern Oscillation

Bui Minh Tuan*

VNU Hanoi University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 14th August 2024

Revised 09th May 2025; Accepted 15th June 2025

Abstract: In this study, the nonlinear relationship between summer rainfall in the Red River Delta and the El Niño–Southern Oscillation (ENSO) was examined using observational station data and sea surface temperature anomalies in the Niño 3.4 region (ONI). First, the distribution characteristics of rainfall and sea surface temperature (SST) were analyzed based on the frequency of rainfall and temperature within specific ranges. Next, the relationship between the frequency of rainfall across different quantiles and SST was explored using polynomial regression. The results indicated that, during summer, months with negative rainfall anomalies occur more frequently than those with positive anomalies. However, extreme positive rainfall anomalies (>200 mm/month) tend to occur more often than extreme negative ones (<200 mm/tháng). Although the linear correlation between rainfall anomalies in the Red River Delta and ONI is weak, their nonlinear relationship could be captured by polynomial regression, yielding relatively high R^2 values ranging from 0.64 to 0.9. Specifically, for lower rainfall quantiles, regression models using ONI from April to September provide better fits, while for middle and upper quantiles, models based on ONI from May to October perform better.

Keywords: summer rainfall, ENSO, frequency distribution function, dispersion function, polynomial regression.

* Corresponding author.

E-mail address: tuanbm183@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnu.ees.5212>

Mối liên hệ phi tuyến giữa mưa mùa hè trên khu vực Đồng bằng sông Hồng và ENSO

Bùi Minh Tuan*

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 14 tháng 8 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 09 tháng 5 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 6 năm 2025

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, mối liên hệ phi tuyến giữa mưa mùa hè trên khu vực Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) và ENSO được nghiên cứu dựa trên số liệu quan trắc trạm và giá trị dị thường của nhiệt độ bề mặt biển khu vực Nino 3.4 (ONI). Đầu tiên, các đặc trưng phân bố của mưa và nhiệt độ bề mặt biển được phân tích dựa trên tần suất xuất hiện của các biến này ở các ngưỡng khác nhau. Tiếp theo, mối quan hệ giữa tần suất xuất hiện mưa trong 3 phân vị và nhiệt độ bề mặt biển được phân tích dựa trên hàm hồi quy đa thức. Kết quả cho thấy, trong mùa hè, các tháng có sự hụt mưa so với trung bình khí hậu xuất hiện nhiều hơn so với các tháng có sự tăng mưa. Tuy nhiên, các tháng có sự tăng mưa mạnh (>200 mm/tháng), lại có tần suất xuất hiện cao hơn các tháng có sự hụt mưa mạnh (<200 mm/tháng). Mặc dù hệ số tương quan tuyến tính giữa dị thường mưa khu vực ĐBSH và ONI rất thấp, mối liên hệ phi tuyến giữa hai yếu tố này có thể được biểu diễn tốt thông qua phương trình hồi quy đa thức, với giá trị R^2 tương đối cao, từ có thể đạt 0,64 tới 0,9. Đối với dị thường mưa nằm trong phân vị dưới, phương trình hồi quy dựa trên ONI từ tháng Tư đến tháng Chín cho kết quả mô tả tốt hơn. Ngược lại, đối với mưa trong phân vị giữa và phân vị trên, phương trình hồi quy dựa trên ONI từ tháng Năm đến tháng Mười cho kết quả mô tả tốt hơn.

Từ khóa: Mưa mùa hè, ENSO, hàm phân bố tần suất, hàm phân tán, hồi quy đa thức.

1. Mở đầu

ĐBSH là một trong những vùng kinh tế quan trọng nhất của Việt Nam, đóng vai trò trung tâm về chính trị, kinh tế, văn hóa và khoa học - công nghệ. Đây là vùng có mật độ dân số cao nhất cả nước và có mức độ đô thị hóa cao, với Hà Nội là trung tâm kinh tế - chính trị lớn nhất. Các ngành kinh tế chính của ĐBSH bao gồm nông nghiệp, công nghiệp và dịch vụ thương mại [1].

Dự báo mưa hạn dài có vai trò quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội ở ĐBSH. Các thông tin dự báo mưa giúp đưa ra các kế hoạch để hỗ trợ sản xuất nông nghiệp như gieo trồng,

thu hoạch, điều tiết nước, phòng tránh dịch bệnh cho cây trồng vật nuôi. Đồng thời, các thông tin dự báo mưa còn giúp giảm thiểu rủi ro liên quan đến ngập lụt, sạt lở đất điều và các tác động tiêu cực tới cơ sở hạ tầng, năng lượng và giao thông. Do đó, có rất nhiều nghiên cứu được tiến hành để phân tích các đặc trưng và sự biến đổi của mưa tại khu vực này [1-6].

Mùa mưa ở khu vực ĐBSH thường bắt đầu khoảng tháng Năm và kết thúc vào tháng Mười, liên quan đến nhiều quá trình thời tiết ở các quy mô khác nhau [2, 7]. Tuy nhiên, một số đợt mưa lớn vẫn có thể xuất hiện ở khu vực này trong giai

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: tuanbm183@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5212>

đoạn mùa xuân hoặc mùa thu do tác động của front lạnh và các hệ thống thời tiết ngoại nhiệt đới [8]. Trong nửa sau mùa hè (tháng Bảy đến tháng Chín), lượng mưa có xu hướng cao hơn so với giai đoạn đầu mùa hè (từ tháng Năm đến tháng Sáu) do sự xuất hiện nhiều hơn của xoáy thuận nhiệt đới [1, 9]. Một số nghiên cứu khác [7-9] cũng chỉ ra rằng, mưa ở ĐHSB chịu tác động mạnh của dao động nội mùa.

ENSO (El Niño-Southern Oscillation) là một trong những yếu tố có tác động lớn tới sự biến đổi của mưa ở nhiều khu vực trên thế giới và ở Việt Nam [1-3]. Ở khu vực Châu Á, các đợt El Niño (pha ấm của ENSO) mạnh gây ra sự giảm mưa và tình trạng hạn hán nghiêm trọng ở nhiều quốc gia trong khu vực Đông Nam Á như Indonesia, Philippines, Thái Lan [12]. Không chỉ tác động ở vùng nhiệt đới, El Niño làm giảm mưa ở phía bắc và phía nam của Trung Quốc nhưng làm tăng mưa ở khu vực miền trung của quốc gia này [13]. Xu thế ngược lại được quan sát thấy trong các năm La Niña.

Ở khu vực Việt Nam, Mai Trọng Thông và Hoàng Lưu Thu Thủy [14] tính toán hệ số tương quan tuyến tính giữa nhiệt độ bề mặt biển (SST) tại các vùng Nino và mưa trung bình tháng tại một số trạm quan trắc cho thấy, nhìn chung, mưa có xu hướng tăng ở hầu hết các trạm khi SST giảm, đặc biệt trong các tháng Tư và Năm. Nghiên cứu này cũng nhấn mạnh hệ số tương quan có giá trị cao hơn tại các trạm ở khu vực phía nam so với các trạm ở phía bắc. Các nghiên cứu sau này cũng cho thấy, ENSO có mối liên hệ yếu với sự biến đổi của mưa trên khu vực ĐBSH [1, 2].

Mặc dù đã có rất nhiều nghiên cứu được tiến hành để tìm hiểu mối liên hệ giữa ENSO và mưa trên khu vực Việt Nam, các nghiên cứu này chủ yếu dựa trên hệ số tương quan tuyến tính giữa mưa và nhiệt độ bề mặt biển. Tuy nhiên, các quá trình trong khí quyển thường là phi tuyến, do đó, hệ số tương quan tuyến tính sẽ không phản ánh đầy đủ mối liên hệ giữa mưa và ENSO. Từ các nghiên cứu trước đây cũng có thể thấy, mưa ở ĐBSH có mối liên hệ yếu với ENSO, do đó rất khó để xây dựng được phương trình dự báo mưa chỉ đơn thuần dựa trên mối quan hệ tuyến tính. Trong nghiên cứu này, mối liên hệ phi tuyến giữa

mưa mùa hè trên khu vực ĐBSH và ENSO được phân tích, kết quả nghiên cứu được kì vọng sẽ giúp xây dựng phương pháp dự báo mưa tốt hơn cho khu vực ĐBSH. Mục 2 trình bày số liệu và phương pháp nghiên cứu. Kết quả được trình bày trong Mục 3. Cuối cùng là kết luận và thảo luận.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Bộ số liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu là số liệu tái mưa tích lũy ngày, được quan trắc tại 11 trạm trên khu vực ĐBSH trong giai đoạn từ 1961–2020. Danh sách và vị trí các trạm được cho trong Bảng 1. Giá trị mưa tháng được tính bằng tổng lượng mưa của tất cả các ngày trong tháng đó. Bên cạnh số liệu mưa trạm, số liệu dị thường nhiệt độ bề mặt biển trung bình trong khu vực Nino 3.4 (ONI) được sử dụng để xác định các pha của ENSO. Giá trị này được cung cấp bởi Trung tâm Khí quyển Đại Dương Hòa Kỳ (NOAA). Khi giá trị ONI lớn hơn (nhỏ hơn) hoặc bằng 0,5 (-0,5) sẽ được coi là pha nóng (lạnh). Khi giá trị ONI nằm trong khoảng từ -0,5 tới 0,5 sẽ được coi là pha trung tính.

Bảng 1. Danh sách và vị trí các trạm quan trắc được sử dụng trong nghiên cứu

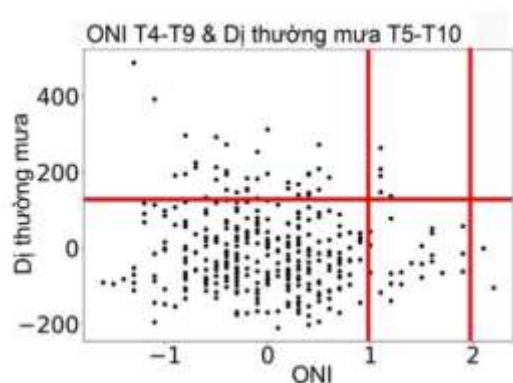
STT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ
1	Ba Vì	21,6 °N	105,26 °E
2	Sơn Tây	21,08 °N	105,03 °E
3	Hà Đông	20,58 °N	105,46 °E
4	Hưng Yên	20,4 °N	106,03 °E
5	Chí Linh	21,07 °N	106,23 °E
6	Hải Dương	20,57 °N	106,18 °E
7	Hà Nam	20,31 °N	105,55 °E
8	Ninh Bình	20,15 °N	105,59 °E
9	Nam Định	20,26 °N	106,09 °E
10	Văn Lý	20,07 °N	106,18 °E
11	Thái Bình	20,25 °N	106,23 °E

2.2. Phương pháp

Đầu tiên, mưa quan trắc tại 13 trạm được tính trung bình để thu được chuỗi số liệu mưa duy nhất biểu diễn cho sự thay đổi mưa trên toàn bộ

khu vực ĐBSH. Tiếp theo, số liệu mưa dị thường được tính bằng cách lấy số liệu mưa từng tháng trừ đi số liệu mưa trung bình khí hậu của tháng đó trong giai đoạn 1961–2020. Do số liệu ONI được tính toán dựa trên dị thường nhiệt độ bề mặt biển, dị thường mưa được sử dụng một cách tương ứng để nghiên cứu thay vì giá trị mưa toàn phần. Do mưa trên khu vực ĐBSH chủ yếu tập trung từ tháng Năm tới tháng Mười, chúng tôi chọn giai đoạn này để nghiên cứu mối liên hệ giữa mưa và ENSO.

Sau khi số liệu mưa dị thường được tính toán, các ngưỡng giá trị tam phân vị của chuỗi số liệu này được xác định. Việc tính tam phân vị nhằm chia tập mẫu thành 3 phần với số tháng bằng nhau. Cách chia này là tương đối và có thể phụ thuộc vào từng mục đích cụ thể. Đồng thời, giá trị ONI cũng được chia thành các khoảng bằng nhau, mỗi khoảng cách nhau 0,3 °C. Tiếp theo, số lần xuất hiện của các tháng có dị thường mưa trong từng phân vị, ứng với mỗi khoảng của ONI được thống kê.



Hình 1. Biểu đồ phân tán của dị thường mưa trên khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ trong tháng Năm đến tháng Mười và ONI từ tháng Tư đến tháng Chín. Đường nằm ngang (màu đỏ) chỉ tam phân vị trên và hai đường thẳng đứng (màu đỏ) chỉ khu vực có ONI nằm trong khoảng 1 °C đến 2 °C. Trục hoành là ONI và trục tung là dị thường mưa. Số liệu được lấy trong giai đoạn 1961-2020.

Ví dụ trực quan trong việc xác định tần suất mưa ứng với mỗi khoảng giá trị của ONI được thể hiện trong Hình 1. Trong giai đoạn 1961–2020, có 21 lần giá trị ONI xuất hiện trong

ngưỡng từ 1 °C đến 2 °C (được biểu diễn bởi số điểm nằm 2 đường thẳng đứng 1 °C đến 2 °C), và trong 21 lần đó, có 4 lần giá trị mưa dị thường xuất hiện trong tam phân vị thứ nhất (4 điểm có giá trị mưa nằm phía trên đường nằm ngang). Vậy tần suất xuất hiện mưa ứng với giá trị ONI nằm trong khoảng 1 °C đến 2 °C là 4/21 (khoảng 19%). Cách tính này được lặp lại nhiều lần ở các khoảng ONI khác nhau. Sau khi xác định được tần suất của mưa ứng với mỗi khoảng ONI, phương pháp hồi quy đa thức được thực hiện để xây dựng hàm số biểu diễn mối liên hệ giữa ONI và xác suất xuất hiện mưa. Cần nhấn mạnh rằng, thay vì trực tiếp xây dựng phương trình hồi quy giá trị mưa dựa trên ONI như các nghiên cứu truyền thống, nghiên cứu này chỉ đưa ra tính toán về xác suất xuất hiện mưa trong một ngưỡng giá trị cụ thể.

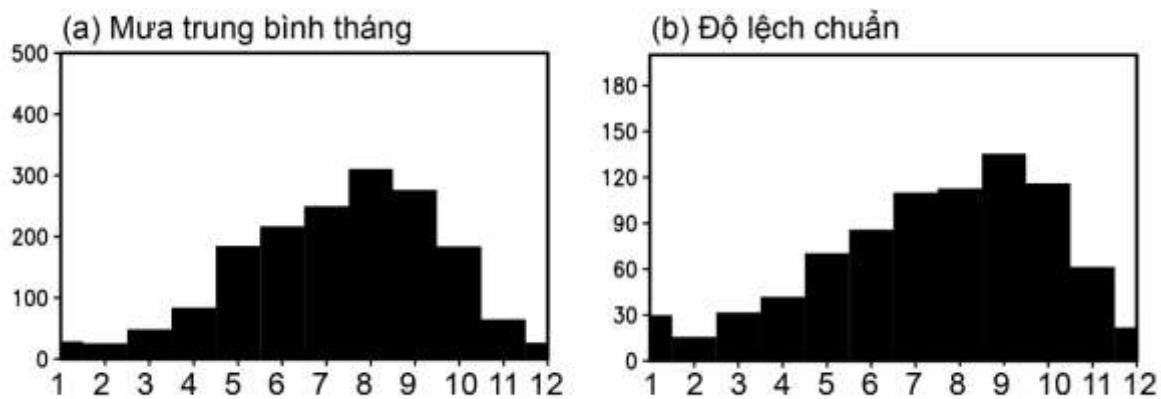
3. Kết quả

3.1. Một số đặc trưng của mưa và ONI

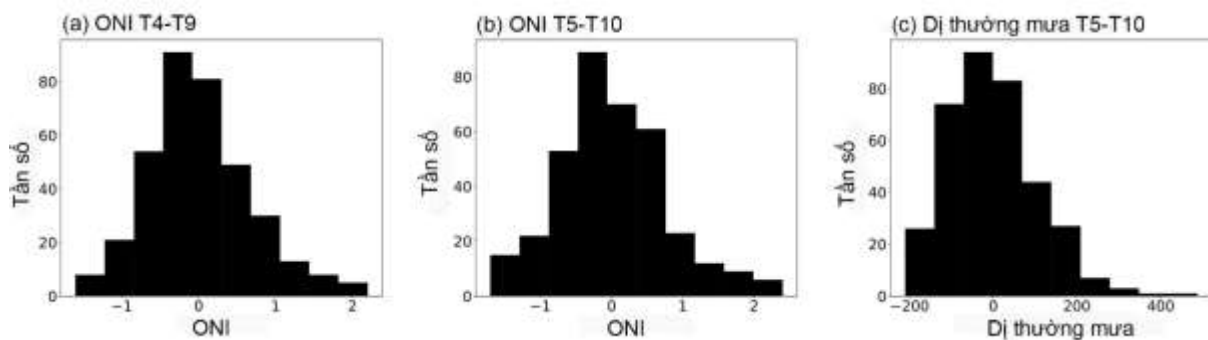
Đặc trưng biến đổi theo thời gian của mưa trung bình khu vực ĐBSH được thể hiện trong Hình 2a. Từ tháng Một đến tháng Tư, lượng mưa tương đối nhỏ (dưới 100 mm/tháng), tương ứng với giai đoạn mùa khô trên khu vực. Trong giai đoạn này, do ảnh hưởng của khối không khí lạnh khô từ vùng ngoại nhiệt đới, khí quyển tương đối ổn định và không thuận lợi cho việc hình thành đối lưu sâu. Tuy nhiên, mưa phùn có thể xuất hiện từ tháng Ba do gió đông bắc thổi qua Vịnh Bắc Bộ và mang một lượng ẩm lớn vào đất liền. Một số đợt mưa lớn cũng có thể xuất hiện do sự khơi sâu của dòng xiết ở các mực trên cao, kết hợp với không khí lạnh [10]. Sang tháng Năm, lượng mưa bắt tăng nhanh, tương ứng với chu kỳ phát triển hàng năm của gió mùa mùa hè trên khu vực. Trong các tháng sau đó, lượng mưa tiếp tục được duy trì ở ngưỡng cao và đạt cực đại trong tháng Tám. Tới tháng Chín lượng mưa giảm dần và tiếp tục giảm trong tháng Mười, đồng thời với sự rút lui của gió mùa mùa hè Châu Á. Tới tháng Mười Một và Mười Hai, lượng mưa đã giảm dưới ngưỡng 100 mm/tháng, đánh dấu sự trở lại của mùa khô trên khu vực.

Biên độ dao động theo chu kì năm của mưa cũng cho thấy xu thế tương tự với tổng lượng mưa (Hình 2b). Trong các tháng mùa khô, độ lệch chuẩn của mưa rất nhỏ, dưới 30 mm/tháng, trong khi đó, giá trị này đều đạt trên 60 mm/tháng đối với các tháng mùa mưa. Giá trị độ lệch chuẩn lớn nhất được nhận thấy vào tháng Tám, tương ứng với tổng lượng mưa tháng lớn

nhất trong năm. Các nghiên cứu trước đây cho thấy, các dao động nội mùa có tần suất hoạt động rất cao trong tháng Tám trên khu vực Bắc Bộ [7]. Đồng thời, đây cũng là giai đoạn có nhiều bão đổ bộ vào khu vực [11]. Sự thay đổi của các yếu tố gây mưa này có thể dẫn đến sự thay đổi mạnh hơn của tổng lượng mưa so với các tháng khác.



Hình 2. Biểu đồ lượng mưa trung bình tháng (a) và độ lệch chuẩn của mưa trung bình tháng (b) của mưa trung bình các quan trắc trạm tại khu vực ĐBSH. Trục tung là lượng mưa và trục hoành là tháng. Số liệu được tính trong giai đoạn 1961–2020.



Hình 3. Số lần xuất hiện của ONI từ tháng Năm đến tháng Mười (a), và của ONI từ tháng Tư đến tháng Chín (b), trục y là số lần xuất hiện và trục x là giá trị ONI. Số lần xuất hiện dị thường mưa trung bình trạm tại khu vực ĐBSH từ tháng Năm đến tháng Mười (c), trục tung là số lần xuất hiện và trục hoành là giá trị dị thường mưa tháng. Tất cả số liệu được lấy trong giai đoạn 1961–2020.

Hình 3 biểu diễn tần suất xuất hiện của dị thường mưa và ONI trong các tháng mùa hè. Do tác động của sự thay đổi nhiệt độ bề mặt biển tới hoàn lưu khí quyển có thể chậm theo thời gian, tần suất xuất hiện của ONI từ tháng Tư tới tháng

Chín cũng được thống kê để tìm ra mối tương quan giữa ENSO và lượng mưa (Hình 3a). Có thể thấy, ONI có tần suất xuất hiện tương tự trong hai giai đoạn (từ tháng Tư tới tháng Chín và từ tháng Năm tới tháng Mười), với tần suất

cao nhất trong khoảng giá trị từ $-0,5^{\circ}\text{C}$ tới 0°C , sau đó giảm dần ở các ngưỡng còn lại. Càng xa giá trị 0°C , tần suất xuất hiện của ONI càng thấp. Xu thế giảm của tần suất ONI trong khoảng giá trị dương chậm hơn so với trong khoảng giá trị âm. Kết quả này cho thấy, mặc dù pha trung tính âm (từ $-0,5$ tới 0) có tần suất xuất hiện cao nhất, nhưng tổng số pha nóng (El Niño) lại có xu thế xuất hiện nhiều hơn so với pha lạnh (La Niña) trong mùa hè.

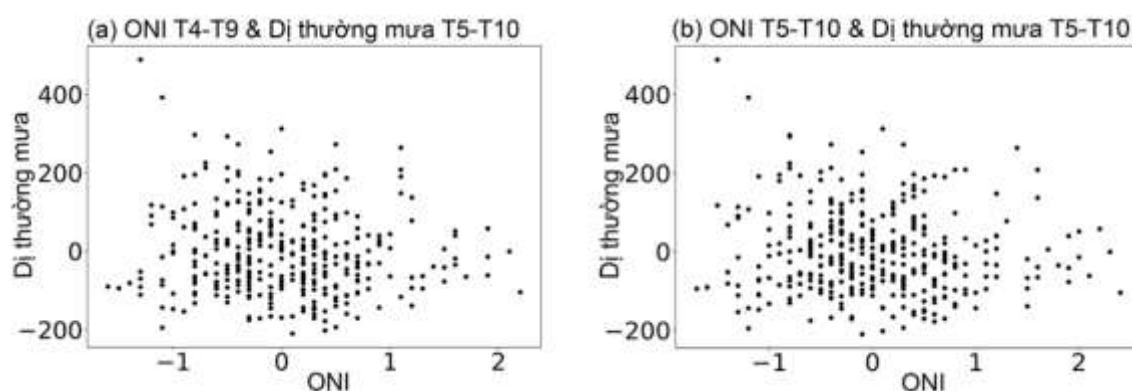
Giá trị mưa dị thường trên khu vực ĐBSH cũng cho phân bố tần suất tương tự, với giá trị cực đại của tần suất xuất hiện trong khoảng từ -50 đến 0 mm/tháng. Tuy nhiên khác với ONI, dị thường mưa duy trì tần suất xuất hiện cao ở ngưỡng giá trị âm (-100 đến 50 mm/tháng) trong khi đó tần suất giảm nhanh trong các ngưỡng giá trị dương. Kết quả này cho thấy, các tháng có sự hụt mưa (so với trung bình khí hậu) xuất hiện nhiều hơn so với các tháng có sự tăng mưa trong mùa hè trên khu vực ĐBSH. Tuy nhiên, các tháng có sự tăng mưa lớn (>200 mm/tháng) lại có tần suất xuất hiện lớn hơn các tháng có sự hụt mưa lớn (<-200 mm/tháng).

3.2. Mối liên hệ giữa dị thường mưa và ONI

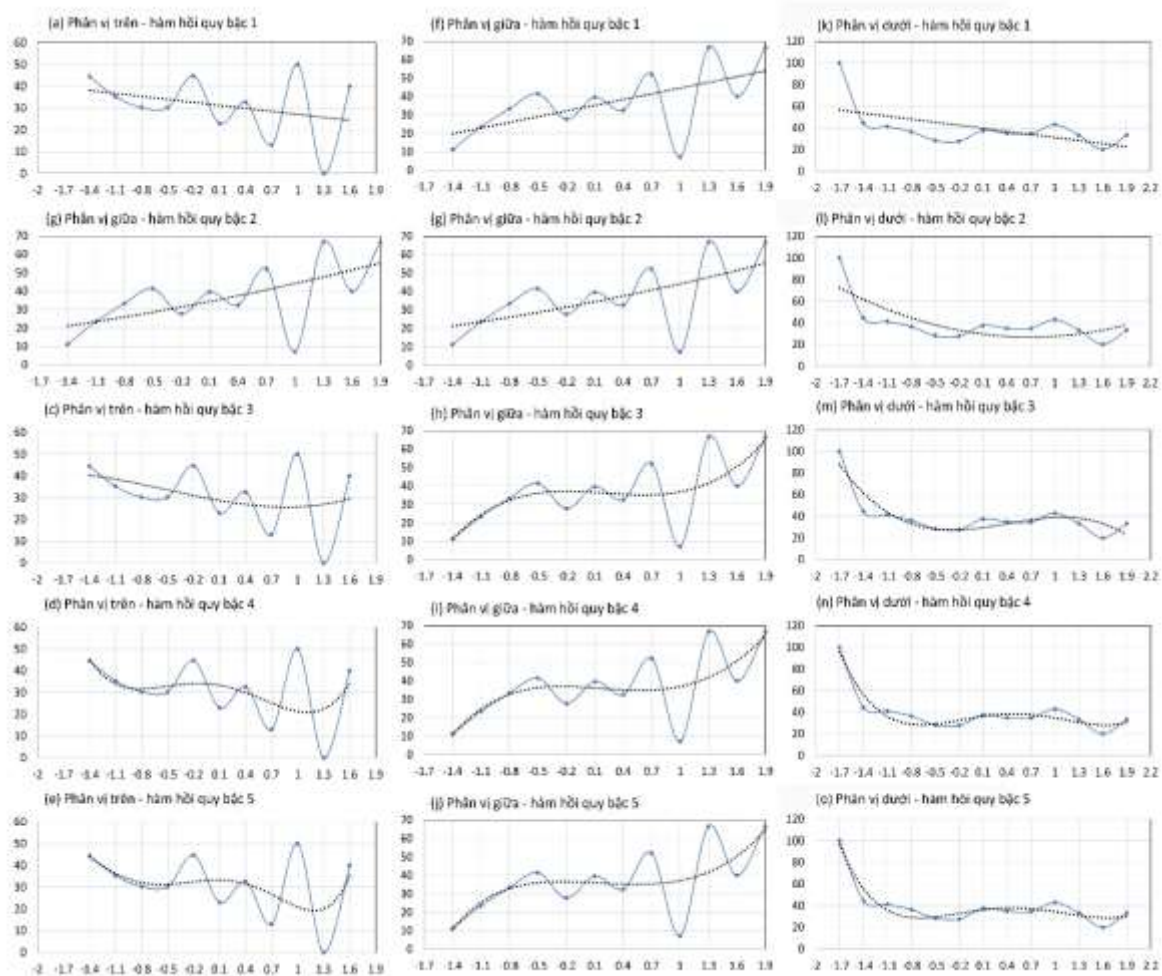
Biểu đồ phân tán biểu diễn mối quan hệ giữa dị thường mưa trên khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ và ONI được thể hiện trên Hình 4. Có thể thấy, trong cùng một khoảng giá trị của ONI (ví dụ từ

$-0,5^{\circ}\text{C}$ đến 0°C), dị thường mưa có thể xuất hiện ở khoảng giá trị rộng, dao động từ <-100 mm/tháng tới các giá trị rất lớn, ví dụ >-300 mm/tháng. Kết quả tương tự cũng được nhận thấy ở các khoảng giá trị của ONI còn lại, trong cả giai đoạn từ tháng Tư đến tháng Chín và từ tháng Năm đến tháng Mười. Thậm chí trong những pha ENSO mạnh, khi giá trị ONI lớn hơn 1°C , hoặc nhỏ hơn -1°C , dị thường mưa vẫn có biên độ dao động rất mạnh. Kết quả này một lần nữa khẳng định mối quan hệ tuyến tính giữa sự giảm và tăng mưa trên khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ và ONI là không rõ ràng, phù hợp với các nghiên cứu trước đây về mối quan hệ tuyến tính yếu giữa mưa ở ĐBSH và ENSO [1, 2].

Để phân tích mối quan hệ phi tuyến giữa dị thường mưa và ONI, tần suất xuất hiện của dị thường mưa trong các ngưỡng phân vị khác nhau ứng với mỗi khoảng giá trị của ONI từ tháng Năm đến tháng Mười được biểu diễn trong Hình 5. Có thể thấy, tần suất xuất hiện của dị thường mưa có sự biến động mạnh, đặc biệt đối với phân vị trên và phân vị giữa đối với các ngưỡng ONI dương (Hình 5a–i). Ngược lại, biến động của dị thường mưa trong phân vị dưới nhỏ hơn và không có sự chênh lệch quá lớn giữa các ngưỡng ONI (Hình 5k–o). Do đó, các hàm hồi quy có xu hướng phù hợp với giá trị quan trắc ở ngưỡng phân vị dưới hơn so với phân vị trên và phân vị giữa.



Hình 4. Biểu đồ phân tán của dị thường mưa trên khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ trong tháng Năm đến tháng Mười và ONI từ tháng Tư đến tháng Chín (a) và ONI từ tháng Năm đến tháng Mười (b). Trục hoành là ONI và trục tung là dị thường mưa. Số liệu được lấy trong giai đoạn 1961-2020.



Hình 5. Biểu đồ tần suất xuất hiện của dị thường mưa trong các ngưỡng phân vị trên (a-e), phân vị giữa (f-i) và phân vị dưới (k-o), tương ứng với giá trị của ONI từ tháng Năm đến tháng Mười (đường nét đậm) và hàm hồi quy đa thức với các bậc từ 1 đến 5 (đường nét đứt). Trục y là tần suất (%), trục x là giá trị ONI. Số liệu được lấy trong giai đoạn 1961-2020.

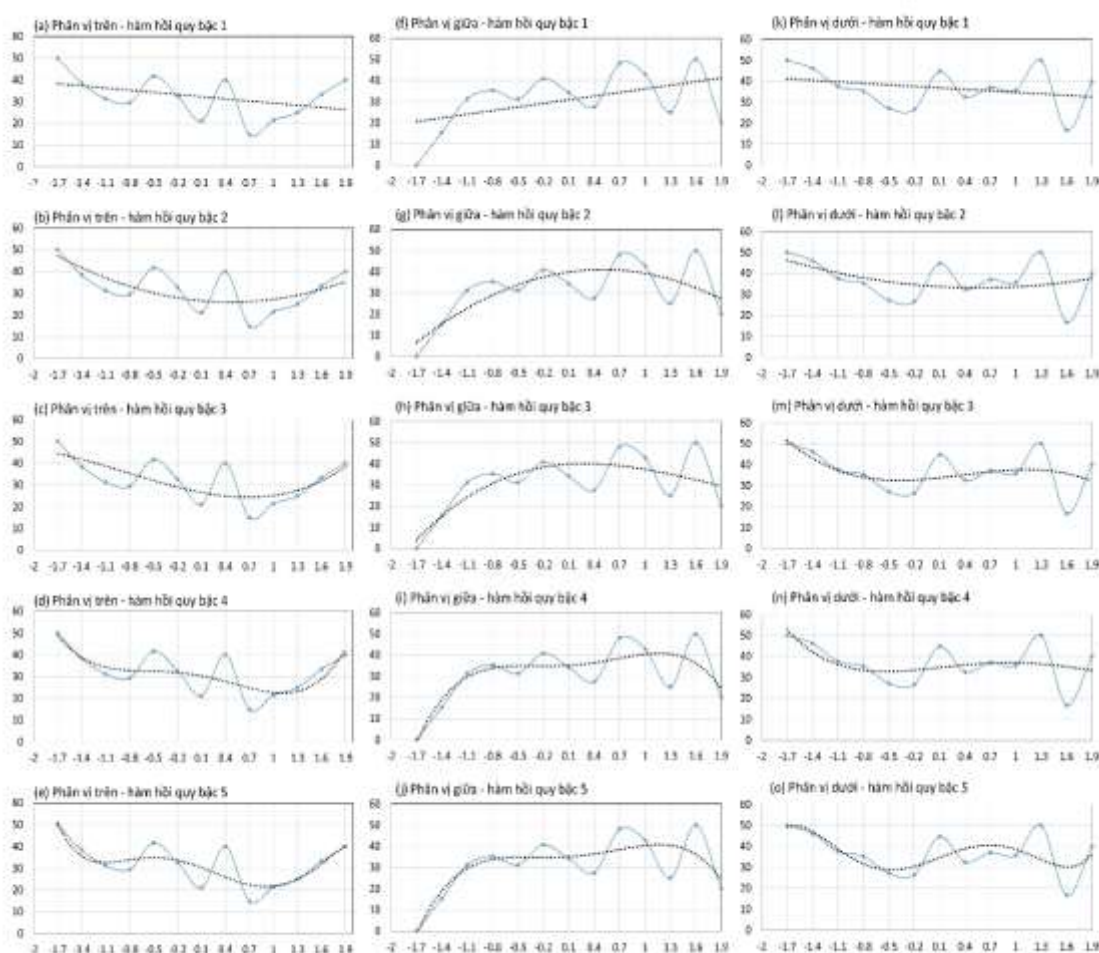
Hình 5 cũng cho thấy, các hàm hồi quy có bậc cao hơn cho đường cong phù hợp hơn với giá trị quan trắc hơn. Để đánh giá mức độ phù hợp của mô hình hồi quy, giá trị R^2 được sử dụng (Bảng 2). Giá trị R^2 này dao động trong khoảng 0 và 1, cho thấy tỷ lệ phần trăm của phương sai của biến phụ thuộc có thể được dự đoán từ các biến độc lập. Giá trị R^2 càng tiến gần tới 1, phương trình hồi quy càng mô tả tốt hơn bộ dữ liệu ban đầu. Đối với phân vị trên, giá trị R^2 đạt giá trị nhỏ đối với hàm hồi quy tuyến tính (0,09) và tăng tới 0,21 đối với hàm hồi quy đa thức

bậc 5. Do giá trị R^2 quá thấp, hàm hồi quy đa thức chưa thực sự phù hợp với giá trị quan trắc. Đối với phân vị giữa, giá trị R^2 tăng từ 0,35 đối với hàm hồi quy tuyến tính tới 0,47 đối với hàm hồi quy đa thức bậc 5, do đó, hàm hồi quy phù hợp ở mức độ trung bình với giá trị quan trắc. Ngược lại, đối với dị thường mưa ở phân vị dưới, giá trị R^2 đạt 0,8 ở hàm hồi quy bậc 2 và 0,9 ở hàm hồi quy bậc 4 và 5. Do đó, ngay cả hàm hồi quy đa thức bậc 4 đã cho thấy sự phù hợp với giá trị quan trắc.

Tần suất xuất hiện của dị thường mưa trong các ngưỡng phân vị khác nhau ứng với mỗi khoảng giá trị của ONI trong giai đoạn từ tháng Tư đến tháng Chín được biểu diễn trong Hình 6. Có thể thấy, dị thường mưa ở phân vị trên có sự biến động mạnh đối với ONI ở các ngưỡng từ -1 tới 1, trong khi đó, dị thường mưa ở phân vị giữa và phân vị dưới có sự biến động mạnh hơn đối với ONI trong khoảng từ 0 tới 2. Nhìn chung, các hàm hồi quy có xu hướng khớp với giá trị quan trắc hơn (Bảng 2), ngoại trừ đối với phân vị dưới, cho thấy mối liên hệ giữa dị thường mưa ở phân

vị trên và giữa và ONI được biểu diễn tốt hơn khi không có độ trễ pha của ONI.

Đối với dị thường mưa ở phân vị trên, giá trị R^2 đạt giá trị 0,59 và 0,64 đối với hàm hồi quy đa thức bậc 4 và 5, cho thấy hàm hồi quy đã phù hợp tốt hơn đối với giá trị quan trắc. Tương tự đối với phân vị giữa, giá trị R^2 đạt giá trị 0,69 và 0,7, cho thấy, hàm hồi quy cũng có sự phù hợp tốt hơn với giá trị quan trắc. Ngược lại, đối với dị thường mưa ở phân vị dưới, giá trị R^2 chỉ đạt giá trị 0,42 đối với hàm hồi quy đa thức bậc 5, cho thấy sự phù hợp kém hơn nhiều so với hàm hồi quy khi sử dụng ONI có độ trễ pha 1 tháng.



Hình 6. Giống như Hình 5, ngoại trừ ONI được lấy trong giai đoạn từ tháng Tư đến tháng Chín.

Bảng 2. Phương trình hồi quy đa thức giữa tần suất dị thường mưa và ONI và R^2 hiệu chỉnh

Giai đoạn ONI	Phân vị	Bậc phương trình	Phương trình hồi quy đa thức	R^2
Tháng 4-9	Trên	1	$y = -4,5673x + 31,678$	0,09
		2	$y = 2,7767x^2 - 5,1226x + 29,206$	0,11
		3	$y = 1,5048x^3 + 2,3253x^2 - 7,4881x + 29,446$	0,12
		4	$y = 7,7811x^4 - 1,6077x^3 - 14,715x^2 - 4,0178x + 33,809$	0,19
		5	$y = 4,0666x^5 + 5,7478x^4 - 12,791x^3 - 11,279x^2 + 1,917x + 33,193$	0,21
	Giữa	1	$y = 10,342x + 34,242$	0,35
		2	$y = 0,8292x^2 + 9,9277x + 33,405$	0,35
		3	$y = 7,3215x^3 - 4,662x^2 - 2,7019x + 36,791$	0,47
		4	$y = -0,4638x^4 + 7,7853x^3 - 3,5866x^2 - 3,2976x + 36,479$	0,47
		5	$y = 0,5276x^5 - 1,1233x^4 + 6,308x^3 - 2,3137x^2 - 2,4461x + 36,211$	0,47
	Dưới	1	$y = -9,4126x + 40,529$	0,32
		2	$y = 7,9156x^2 - 10,996x + 30,634$	0,55
		3	$y = -8,7681x^3 + 10,546x^2 + 8,4694x + 28,67$	0,8
		4	$y = 5,6736x^4 - 11,037x^3 - 7,1312x^2 + 12,05x + 35,108$	0,9
		5	$y = -0,5214x^5 + 5,9343x^4 - 8,9778x^3 - 7,7596x^2 + 10,479x + 35,269$	0,9
Tháng 5-10	Trên	1	$y = -3,3141x + 32,568$	0,15
		2	$y = 4,5732x^2 - 4,2287x + 26,851$	0,44
		3	$y = 1,6181x^3 + 4,0878x^2 - 7,8209x + 27,214$	0,47
		4	$y = 3,2435x^4 + 0,3207x^3 - 6,0181x^2 - 5,7738x + 30,894$	0,59
		5	$y = -2,2395x^5 + 4,3633x^4 + 9,1669x^3 - 8,7167x^2 - 12,52x + 31,587$	0,64
	Giữa	1	$y = 5,7005x + 30,331$	0,23
		2	$y = -7,1044x^2 + 7,1213x + 39,211$	0,58
		3	$y = 1,4242x^3 - 7,5316x^2 + 3,9596x + 39,53$	0,61
		4	$y = -4,0588x^4 + 3,0477x^3 + 5,1143x^2 + 1,3979x + 34,925$	0,69
		5	$y = -1,2941x^5 - 3,4117x^4 + 8,1595x^3 + 3,5549x^2 - 2,5007x + 35,325$	0,7
	Dưới	1	$y = -2,3864x + 37,101$	0,08
		2	$y = 2,5312x^2 - 2,8927x + 33,938$	0,17
		3	$y = -3,0423x^3 + 3,4439x^2 + 3,8613x + 33,256$	0,29
		4	$y = 0,8153x^4 - 3,3684x^3 + 0,9037x^2 + 4,3759x + 34,181$	0,33
		5	$y = 3,5336x^5 - 0,9516x^4 - 17,326x^3 + 5,1618x^2 + 15,021x + 33,088$	0,42

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, mối liên hệ của dị thường mưa trên khu vực ĐBSH và ENSO được tính toán dựa trên số liệu mưa quan trắc trạm và số liệu ONI. Một số kết quả chính thu được như sau:

Đối với sự biến đổi của nhiệt độ bề mặt biển khu vực Nino3.4, pha trung tính âm có tần suất xuất hiện cao nhất, nhưng pha nóng (El Niño) lại có tần suất xuất hiện cao hơn so với pha lạnh (La Niña) trong mùa hè. Đối với mưa trên khu vực ĐBSH trong mùa hè, các tháng có sự hụt mưa

(so với trung bình khí hậu) xuất hiện nhiều hơn so với các tháng có sự tăng mưa. Tuy nhiên, các tháng có sự tăng mưa lớn (>200 mm/tháng) lại có tần suất xuất hiện lớn hơn các tháng có sự hụt mưa lớn (<200 mm/tháng).

Mối liên hệ phi tuyến giữa dị thường mưa trên khu vực ĐBSH với ONI có thể được biểu diễn thông qua các phương trình hồi quy đa thức. Đối với dị thường mưa nằm trong phân vị dưới, phương trình hồi quy dựa trên ONI từ tháng Tư đến tháng Chín cho kết quả mô tả tốt hơn, với giá trị R^2 đạt 0,9. Đối với mưa trong phân vị giữa và phân vị trên, phương trình hồi quy dựa trên ONI

từ tháng Năm đến tháng Mười cho kết quả mô tả tốt hơn, với giá trị R^2 đạt cao nhất tương ứng là 0,64 và 0,7.

Việc xác định được các phương trình đa thức biểu diễn mối quan hệ tốt giữa ONI và xác suất xuất hiện mưa có thể coi là thành công bước đầu trong việc tìm hiểu quy luật biến đổi của mưa tại ĐBSH dưới tác động của ENSO. Mặc dù nghiên cứu này chưa chỉ ra được các cơ chế vật lý liên quan, tuy nhiên cách tiếp cận này có thể chỉ ra tường minh mối quan hệ phi tuyến giữa ENSO và mưa, một điều không thực hiện được bằng các phương pháp học máy như mạng thần kinh nhân tạo. Trong các nghiên cứu tiếp theo, các yếu tố quy mô lớn sẽ được thêm vào phương trình hồi quy đa biến, nhằm nắm bắt tốt hơn các điều kiện xuất hiện mưa ở ĐBSH, từ đó tiến tới xây dựng các phương trình dự báo.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.06-2021.28.

Tài liệu tham khảo

- [1] A. Jintrawet, C. Buddhaboorn, El Nino–Southern Oscillation and Rice Production in Thailand During 1980–2002 Period: In International Conference on the Role of Agriculture and Natural Resources on Global Changes (ANGC2011), Chiang Mai, 2011.
- [2] B. M. Tuan, Extratropical Forcing of Submonthly Variations of Rainfall in Vietnam: J. Climate, Vol. 32, 2019, pp. 2329-2348, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0453.1>.
- [3] D. T. Dinh, B. M. Hai, L. T. Hung, Y. T. Fu, C. C. Lin, M. C. Yen, Factors Affecting Interannual Variation in Late Summer Rainfall in The Red River Delta of Vietnam: Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, Vol. 34, No. 1, 2023, pp. 12, <https://doi.org/10.1007/s44195-023-00045-3>.
- [4] M. T. Thong, H. L. T. Thuy, The Relationship between Rainfall and ENSO Indices in Various Regions of Vietnam: Journal of Meteorology and Hydrology, Vol. 553, 2007, pp. 2-6 (in Vietnamese).
- [5] M. T. Thong, H. L. T. Thuy, The Relationship between Rainfall and ENSO Indices in Regions of Vietnam. Journal of Meteorology and Hydrology, Vol. 553, No. 1, 2007, pp 2-6 (in Vietnamese).
- [6] N. D. Ngu et al., The Impact of ENSO on Weather, Climate, Environment, and Socio-Economic Conditions in Vietnam, Independent National-level Scientific Research Project. Institute of Meteorology and Hydrology, 2002 (in Vietnamese).
- [7] N. D. Quang, J. Renwick, J. McGregor, Variations of Surface Temperature and Rainfall in Vietnam from 1971 to 2010: International Journal of Climatology, Vol. 34, No. 1, 2014, pp. 249-264, <https://doi.org/10.1002/joc.3684>.
- [8] N. M. Truong, B. M. Tuan, Large-scale Patterns and Possible Mechanisms of 10-20-day Intra-seasonal Oscillation of the Observed Rainfall in Vietnam: International Journal of Climatology, Vol. 38, No. 10, 2018, pp. 3801-3821, <https://doi.org/10.1002/joc.3684>.
- [9] N. M. Truong, B. M. Tuan, Structures and Mechanisms of 20-60-Day Intraseasonal Oscillation of the Observed Rainfall in Vietnam, J. Climate, Vol. 32, 2019, pp. 5191-5212, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0239.1>.
- [10] N. T. H. Anh, J. Matsumoto, N. D. Thanh, N. Endo, A Climatological Study of Tropical Cyclone Rainfall in Vietnam: Sola, Vol. 8, 2012, pp. 41-44, <https://doi.org/10.2151/sola.2012-011>.
- [11] N. V. Thang et al., Climatic Factors Associated with Heavy Rainfall in Northern Vietnam in Boreal Spring: Advances in Meteorology, 2022, <https://doi.org/10.1155/2022/5917729>.
- [12] P. V. Tan, N. M. Truong, On the Relationship between ENSO and the Periodic Variability of Rainfall in Central Vietnam: Proceedings of the Second Scientific Conference of the University of Science, 2001, pp. 114-118, (in Vietnamese).
- [13] P. V. Tan, N. M. Truong, P. V. Huan, Study on the Trends and Oscillation Cycles of Air Temperature and Rainfall in Several Regions of Vietnam: VNU Journal of Science, Vol. 6, 1997, pp. 8-24 (in Vietnamese).
- [14] R. Zhang, A. Sumi, M. Kimoto, A Diagnostic Study of the Impact of El Niño on the Precipitation in China: Adv. Atmos. Sci. Vol. 16, 1999, pp. 229-241, <https://doi.org/10.1007/BF02973084>.