

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NĂNG SUẤT LÚA TẠI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Thị Minh Phương¹, Nguyễn Văn Toàn¹, Nguyễn Lê Hiệp¹

Ngày nhận bài: 10/04/2023

Ngày nhận bản sửa: 25/05/2023

Ngày duyệt đăng: 26/06/2023

Tóm tắt: Nghiên cứu này xem xét ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế. Chúng tôi sử dụng bộ dữ liệu bảng về nhiệt độ không khí, lượng mưa và năng suất lúa trong khoảng thời gian 26 năm (1996-2021) và phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS) và phương pháp hệ thống chỉ số thống kê. Kết quả nghiên cứu cho thấy năng suất lúa của tỉnh sau các thời điểm xảy ra hiện tượng khí tượng cực đoan (lũ lụt, mưa bão) đều giảm và là yếu tố quyết định đến sự biến động sản lượng lúa của tỉnh, nhất là vụ lúa hè thu. Trong các chỉ số thời tiết đang xét thì lượng mưa tháng lớn nhất và nhiệt độ tháng cao nhất có tác động cùng chiều đến năng suất lúa, có ý nghĩa thống kê tại mức 1%. Kết quả ước lượng còn cho thấy lượng mưa trung bình và nhiệt độ tháng thấp nhất có ảnh hưởng ngược chiều đến năng suất lúa tại mức ý nghĩa tương tự. Các yếu tố khí tượng khác như lượng mưa thấp nhất, nhiệt độ trung bình trong nghiên cứu này không đạt mức có ý nghĩa thống kê.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu; Năng suất lúa; FGLS; Lũ lụt.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu (BĐKH) đã gây ra tình trạng cực đoan về thời tiết, nhất là tình trạng hạn hán và bão lụt, ngập úng ngày càng trầm trọng ở vùng đồng bằng sông Hồng, đồng bằng sông Cửu Long và vùng Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, ảnh hưởng lớn đến sản xuất lúa của các địa phương.

Đã có một số nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất lúa được thực hiện ở các vùng trọng điểm sản xuất lúa của cả nước. Nghiên cứu của Le và Phung (2019), sử dụng mô hình hỗ trợ chuyển giao kỹ thuật nông nghiệp (DSSAT) nhằm dự báo ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa ở tỉnh Vĩnh Long. Khoa và Báu (2021) xem xét tác động của biến đổi khí hậu tới năng suất một số cây trồng chủ lực ở khu vực đồng bằng sông Hồng, sử dụng ước lượng OLS với mô hình thực nghiệm dựa trên dữ liệu giai đoạn 2005 - 2020 để nghiên cứu tác động của nhiệt độ và lượng mưa đến năng suất các nông sản chủ lực gồm lúa, ngô và khoai lang. Các nghiên cứu của Phong và cộng sự (2017), Trần và cộng sự (2017) cũng tập trung nghiên cứu ảnh hưởng

¹Trường Đại học Kinh tế, Đại học Huế, email: ntmphuong@hce.edu.vn

của các chỉ số thời tiết điển hình đến năng suất lúa ở đồng bằng sông Cửu Long và sông Hồng.

Thừa Thiên Huế là tỉnh thuộc khu vực bắc Trung bộ, có đến hơn 70% dân số ở nông thôn và sinh sống bằng các nghề liên quan đến nông nghiệp, phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên và tài nguyên nước và bị tác động mạnh mẽ nhất bởi BĐKH. Diện tích trồng lúa của tỉnh phần lớn tập trung ở vùng đồng bằng thấp ở các huyện Phong Điền, Quảng Điền, Hương Trà, Phú Vang, Hương Thủy và Phú Lộc. Đây là vùng đất thấp trũng với cao độ từ -0,5m đến +3m, hệ thống đê bao thấp, nằm sát dọc theo hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và cửa biển Thuận An - Tư Hiền. Theo báo cáo tổng hợp của UBND tỉnh Thừa Thiên Huế (2021), vùng thấp trũng ven biển thường xuyên bị ảnh hưởng nặng nề của bão lụt. Năm 2015 có 4.686 ha lúa bị ngập, trong đó có khoảng 2.300 ha ảnh hưởng năng suất, 1.630 ha thiệt hại từ 5%-20% và 670 ha thiệt hại trên 50%. Năm 2017, các đợt lũ cuối tháng 5 và bão số 4 đã làm hơn 12.478 ha lúa các vụ Đông - Xuân và Hè - Thu bị ngập úng, gãy đổ; trong đó bị thiệt hại nặng từ 30%-50% là 5.181 ha; khoảng 1.268 ha bị hư hại, ngập úng, trong đó có 969 ha bị hư hại hoàn toàn.

Một số nghiên cứu được thực hiện tại địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế liên quan đến các khía cạnh của tác động của BĐKH đối với sản xuất nông nghiệp như tính thích ứng với biến đổi khí hậu cấp cộng đồng, như Thăng (2011), Phùng và Quân (2011), Tuấn (2011) tuy nhiên cho đến nay, chưa có một công trình nào vận dụng các mô hình kinh tế lượng để nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa ở tỉnh Thừa Thiên Huế.

Nghiên cứu này nhằm mục tiêu đánh giá và đo lường những thay đổi của các chỉ số khí hậu điển hình như nhiệt độ, lượng mưa và các hiện tượng thời tiết cực đoan ảnh hưởng, khám phá các yếu tố chủ yếu làm thay đổi năng suất lúa trong giai đoạn nghiên cứu. Từ đó đề xuất định hướng và giải pháp nhằm nâng cao tính thích ứng và giảm thiểu các tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với năng suất lúa của tỉnh Thừa Thiên Huế trong thời gian tới.

2. Tổng quan nghiên cứu

Có nhiều nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đến sản xuất ngành trồng trọt, mà cụ thể hơn là đối với năng suất và sản lượng cây lương thực ở phạm vi khác nhau (thế giới, khu vực, quốc gia cụ thể) và xét cả đến mùa vụ gieo trồng ở phạm vi địa lý nhỏ hơn.

Ở phạm vi toàn cầu, nghiên cứu của Lobell và Field (2007) chỉ ra phản ứng tiêu cực của sản lượng lương thực toàn cầu đối với sự gia tăng nhiệt độ. Tác giả kết hợp dữ liệu năng suất cây trồng của hai trong số các loại cây trồng chính trên thế giới là lúa và ngô, mà chủ yếu là lúa. Với dữ liệu nhiệt độ và lượng mưa tương ứng từ 66 quốc gia trong giai đoạn 1971-2002 để nghiên cứu tác động của sự thay đổi của nhiệt độ và lượng mưa đến năng suất cây trồng. Sử dụng hồi quy định lượng, nghiên cứu tìm thấy bằng chứng: sự gia tăng nhiệt độ và lượng mưa vượt quá một ngưỡng nhất định có thể

gây hại cho cả năng suất lúa và ngô, sự gia tăng thay đổi của các biến khí hậu có tác động tiêu cực lớn hơn ở các nước có năng suất lúa thấp.

Bosello và Zhang (2005) nghiên cứu ước tính bằng cách sử dụng mô hình cân bằng tổng thể có thể tính toán được tác động của BĐKH đối với toàn nền kinh tế, nhất là đối với các ngành nông nghiệp toàn cầu vào năm 2050. Điểm đặc biệt của nghiên cứu này là sự kết hợp giữa mô hình kinh tế với mô hình khí hậu để dự báo sự gia tăng nhiệt độ trong năm liên quan ảnh hưởng như thế nào đến mô hình tăng trưởng cây trồng, cụ thể với năng suất ngũ cốc. Kết quả chính của nghiên cứu chỉ ra: một mặt ảnh hưởng hạn chế của BĐKH đối với nguồn cung cấp lương thực thế giới; mặt khác, hậu quả quan trọng của nó tác động tiêu cực mạnh hơn tập trung vào các nước đang phát triển.

Ở khu vực Đông Nam Á, Lee và Hartarska (2012) chỉ ra rằng tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với ngành nông nghiệp sẽ đặc biệt nguy hiểm vì nông nghiệp liên quan trực tiếp đến an ninh lương thực và tính mạng con người. Nghiên cứu phân tích tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất nông nghiệp ở 13 quốc gia châu Á từ năm 1998 đến năm 2007, ước tính mô hình tác động cố định (FE) cấp quốc gia đối với sản xuất nông nghiệp bằng cách sử dụng các biến khí hậu theo mùa và các biến đầu vào khác. Kết quả cho thấy nhiệt độ cao hơn và lượng mưa nhiều hơn vào mùa hè làm tăng sản lượng nông nghiệp, trong khi nhiệt độ mùa thu cao hơn lại có tác động ngược lại ở khu vực Nam và Đông Nam Á.

Có thể kể đến một nghiên cứu khác liên quan đến tác động của biến đổi khí hậu, mà cụ thể hơn là yếu tố nhiệt độ ở khu vực này đối với năng suất lúa. Welch và cộng sự (2010) đã chỉ ra nhiệt độ tối thiểu tăng lên có thể làm giảm năng suất lúa, trong khi nhiệt độ tối đa cao hơn lại làm tăng năng suất lúa ở các quốc gia Đông Nam Á.

Có thể thấy, bằng nhiều cách tiếp cận khác nhau, các nghiên cứu đều chỉ ra rằng sự biến đổi khí hậu nhất là các biểu hiện cực đoan của thời tiết đã tác động mạnh mẽ đến sản xuất trồng trọt, nhất là đối với lúa – là cây lương thực chủ lực ở khu vực Đông Nam Á. Mức độ ảnh hưởng phụ thuộc vào các vùng sinh thái có điều kiện tiểu khí hậu khác nhau.

Ở Việt Nam, có một số nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến sản xuất nông nghiệp, nhất là sản xuất lúa được tiến hành trong thời gian gần đây.

Kontgis và cộng sự (2019) nghiên cứu những tác động tiềm tàng đến năng suất lúa do biến đổi khí hậu vào giữa thế kỷ trước ở Đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu thu thập tại hiện trường về đặc điểm bề mặt đất và thực tiễn quản lý kết hợp với dữ liệu khí hậu dự báo, đã mô phỏng sản xuất lúa cụ thể cho khu vực nghiên cứu và nhận thấy rằng thiệt hại về năng suất do nhiệt độ ước tính trong khoảng giữa thế kỷ này không thể bù đắp được. Những thiệt hại này sẽ tăng thêm nếu mực nước biển dâng làm ngập các ruộng lúa ven biển, hoặc nếu các đập ở thượng nguồn dẫn đến dòng chảy của sông bị thay đổi.

The và cộng sự (2013), khi nghiên cứu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sản lượng gạo ở đồng bằng sông Hồng và đồng bằng Sông Cửu Long đã chỉ ra rằng: trong

điều kiện canh tác bình thường, xu hướng năng suất của các vụ lúa và cả ĐBSH và ĐBSCL sẽ giảm đến năm 2050 cho tất cả các kịch bản nhất định về biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Lúa xuân bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu nhiều hơn lúa nước ở ĐBSH. Lúa mùa sẽ dễ bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu hơn lúa xuân.

Nghiên cứu của Lobell và Burke (2010) cho thấy năng suất lúa của Việt Nam có thể giảm từ 10-20% vào cuối thế kỷ này do biến đổi khí hậu. Các tác giả đã sử dụng kết hợp các mô hình khí hậu và phương pháp thống kê để ước tính tác động của nhiệt độ tăng và những thay đổi về lượng mưa đối với năng suất lúa.

Phong và cộng sự (2017) đã nghiên cứu tác động của nhiệt độ tăng lên ảnh hưởng đến năng suất lúa ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Các tác giả nhận thấy nhiệt độ tăng 1 °C có thể làm giảm năng suất lúa từ 7,4-8,4% và có tác động tiêu cực rõ rệt hơn trong giai đoạn sinh sản của cây lúa. Trong khi nghiên cứu của Trần và cộng sự (2017) về những thay đổi về lượng mưa đối với năng suất lúa ở khu vực đồng bằng sông Hồng, nhận thấy rằng lượng mưa giảm trong mùa sinh trưởng có thể làm giảm năng suất lúa từ 10-12%. Ngược lại, lượng mưa tăng trong mùa thu hoạch có thể làm giảm chất lượng gạo, dẫn đến giá bán thấp hơn cho nông dân.

Khi nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa, phần lớn các tác giả chọn các yếu tố khí tượng điển hình, chủ yếu là lượng mưa và nhiệt độ không khí. Chẳng hạn, nghiên cứu của Khoa và Báu (2021) chỉ ra rằng năng suất lúa ở ĐBSH đã bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất. Nghiên cứu này chỉ ra rằng tác động của nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất không cùng chiều với năng suất lúa. Cụ thể, khi nhiệt độ trung bình của tháng thấp nhất lên cao hơn bình thường thì năng suất lúa có xu hướng sụt giảm. Một số nghiên cứu khác của Li, T và cộng sự (2015), Matsui và cộng sự (2017), Vân và cộng sự (2017) đều chỉ ra rằng nhiệt độ tăng có tác động ngược chiều với năng suất lúa. Các nghiên cứu đề cập đến điều kiện cụ thể, như thời kỳ sinh trưởng của cây lúa, nhiệt độ ban ngày hay ban đêm, mùa đông hay mùa hè.

Về tác động của lượng mưa đến năng suất lúa, nhiều nghiên cứu phát hiện khi lượng mưa trung bình tăng có ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất lúa.

Một số nghiên cứu đã áp dụng mô hình hồi quy OLS để nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa:

Đã có khá nhiều nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy để nghiên cứu tác động của BĐKH đến năng suất lúa. Phần lớn các nghiên cứu này dùng các chỉ số nhiệt độ không khí và lượng mưa trong một khoảng thời gian đủ lớn để nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa ở một vùng trồng lúa tập trung, một vùng có điều kiện khí hậu đặc thù.

Ignacio và Mina (2015), nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đối với sản lượng lúa ở Philippines bằng mô hình hồi quy OLS. Các tác giả sử dụng dữ liệu từ Viện Nghiên cứu Lúa gạo Philippine và Cơ quan Quản lý Dịch vụ Thiên văn, Địa vật lý và Khí quyển Philippine để ước tính tác động của nhiệt độ, lượng mưa và nồng độ CO₂ đối

với năng suất lúa. Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ có tác động tiêu cực đến năng suất lúa, trong khi nồng độ CO₂ có tác động tích cực.

Các tác giả đề xuất rằng các biện pháp thích ứng để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất lúa gạo ở Philippines nên tập trung vào việc cải thiện hệ thống thủy lợi, thúc đẩy sử dụng các giống lúa chịu hạn và cải thiện khả năng tiếp cận thông tin thời tiết cho nông dân.

Nghiên cứu của Baulch và Haughton (2015) đã phân tích tác động của biến đổi khí hậu đối với sản lượng lúa ở Campuchia bằng mô hình hồi quy OLS. Các tác giả xem xét tác động của nhiệt độ, lượng mưa và các biến số khí hậu khác đối với năng suất lúa bằng cách sử dụng dữ liệu từ Khảo sát kinh tế xã hội Campuchia. Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ có tác động tiêu cực đến năng suất lúa, trong khi lượng mưa có tác động tích cực. Các tác giả cho rằng các biện pháp thích ứng để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất lúa gạo ở Campuchia nên tập trung vào việc cải thiện hệ thống thủy lợi, tăng cường sử dụng các giống lúa chịu hạn và thúc đẩy đa dạng hóa cây trồng. Ở Việt Nam, phần lớn các nghiên cứu được thực hiện ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng. Nghiên cứu "Tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất lúa gạo tại các cánh đồng lúa chính của Việt Nam" của Minh và cộng sự (2017) xem xét tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa trên các cánh đồng lúa chính của Việt Nam. Các tác giả đã sử dụng mô hình hồi quy OLS để ước tính ảnh hưởng của nhiệt độ, lượng mưa và nồng độ CO₂ đến năng suất lúa. Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ có tác động tiêu cực đến năng suất lúa, trong khi lượng mưa có tác động tích cực. Các tác giả đề xuất rằng các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu nên tập trung vào việc tăng sản lượng lúa ở những vùng có đủ nguồn nước, cải tiến giống lúa và giảm tình trạng bỏ ruộng.

Hoang và cộng sự (2019) nghiên cứu phân tích tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long bằng mô hình hồi quy OLS. Các tác giả sử dụng dữ liệu từ Sáng kiến Thích ứng và Biến đổi Khí hậu Đồng bằng sông Cửu Long để ước tính tác động của nhiệt độ và lượng mưa đến năng suất lúa. Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ có tác động tiêu cực đến năng suất lúa, trong khi lượng mưa có tác động tích cực. Các tác giả đề xuất các biện pháp thích ứng để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu đối với sản xuất lúa gạo ở ĐBSCL nên tập trung vào cải thiện hệ thống thủy lợi, thúc đẩy sử dụng các giống lúa chịu hạn và tăng cường hệ thống dự báo và cảnh báo thời tiết.

Đáng chú ý là nghiên cứu của Khoa & Báu (2021) sử dụng kết quả hồi quy OLS để phân tích tác động dài hạn của các biến khí hậu đến năng suất cây trồng ở đồng bằng sông Hồng. Thông qua biến đổi 2 yếu tố khí hậu quan trọng là nhiệt độ và lượng mưa, đến năng suất một số cây trồng chủ lực ở khu vực ĐBSH. Nghiên cứu sử dụng phương pháp ước lượng OLS dựa trên dữ liệu về năng suất cây trồng và các dữ liệu về khí hậu được quan sát trong thời kỳ 2005 - 2020 để đánh giá các tác động này. Trên cơ sở kết

qua nghiên cứu thực nghiệm, tác giả sẽ đưa ra một số hàm ý nhằm giúp các địa phương khu vực ĐBSH giảm thiểu các tác động tiêu cực, tận dụng các tác động tích cực từ BĐKH để phát triển sản xuất các cây trồng chủ lực

Ở tỉnh Thừa Thiên Huế, một số nghiên cứu của Thăng (2011), Phùng và Quân (2011), Tuấn (2011) đề cập đến các vấn đề về BĐKH, tác động và ứng phó của cộng đồng. Tuy nhiên, cho đến nay chúng tôi chưa được thấy nghiên cứu nào vận dụng mô hình hồi quy để lượng hóa được ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đối với năng suất lúa được công bố.

3. Phương pháp nghiên cứu và thu thập dữ liệu

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi thừa kế kết quả các nghiên cứu trước đây và dựa trên thực tế của đối tượng nghiên cứu để lựa chọn 2 phương pháp nghiên cứu chủ yếu:

a. Phương pháp hệ thống chỉ số tổng hợp

Theo Lịch và cộng sự (2021), Xuân & cộng sự (1997), chúng tôi sử dụng phương pháp hệ thống chỉ số tổng hợp sau:

Chỉ số chung về sản lượng lúa (I_q) = Chỉ số năng suất lúa (I_n) x Chỉ số diện tích (I_d)

Từ biểu thức thể hiện mối quan hệ giữa năng suất (n), diện tích (d) và sản lượng lúa (q), hệ thống chỉ số phân tích ảnh hưởng của năng suất, diện tích đến sự biến động của sản lượng lúa thể hiện:

$$\frac{\sum n_1 d_1}{\sum n_0 d_0} = \frac{\sum n_1 d_1}{\sum n_0 d_1} \times \frac{\sum n_0 d_1}{\sum n_0 d_0}$$

Số tuyệt đối tăng (giảm):

$$(\sum n_1 d_1 - \sum n_0 d_0) = (\sum n_1 d_1 - \sum n_0 d_1) + (\sum n_0 d_1 - \sum n_0 d_0)$$

Số tương đối tăng (giảm):

$$\frac{\sum n_1 d_1 - \sum n_0 d_0}{\sum n_0 d_0} = \frac{\sum n_1 d_1 - \sum n_0 d_1}{\sum n_0 d_0} + \frac{\sum n_0 d_1 - \sum n_0 d_0}{\sum n_0 d_0}$$

b. Phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS).

b1. Mô hình nghiên cứu

Từ nghiên cứu lý thuyết và các nghiên cứu gần đây của Ignacio & Mina (2015), Baulch và Haughton (2015), Hoàng và cộng sự (2019), Minh và cộng sự (2017), Khoa và Bá (2021) đã đề cập, chúng tôi chọn 6 nhân tố ảnh hưởng đến năng suất lúa tại địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế, đó là lượng mưa trung bình, lượng mưa cao nhất, lượng mưa thấp nhất, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất. Mô hình nghiên cứu được viết như sau:

$$\begin{aligned} Riceyield_{it} = & \alpha + \beta_1 Rainmin_{it} + \beta_2 Rainmax_{it} + \beta_3 Rainave_{it} \\ & + \beta_4 Temmin_{it} + \beta_5 Temmax_{it} + \beta_6 Temave_{it} + e_{it} \end{aligned}$$

Trong đó, $Rainyield$ đo lường năng suất lúa, $Rainave$ là lượng mưa trung bình, $Rainmax$ là lượng mưa cao nhất, $Rainmin$ là lượng mưa thấp nhất, $Temave$ là nhiệt độ trung bình, $Temmax$ là nhiệt độ cao nhất, $Temmin$ nhiệt độ thấp nhất. Ngoài ra, $i = 1, \dots,$

N, với N là số huyện, thị xã trồng lúa trong mẫu nghiên cứu, $t = 1, \dots, T$, với T là giai đoạn nghiên cứu, trong nghiên cứu này $N=9$ và $T=26$.

2. Phương pháp ước lượng mô hình

Nhằm nghiên cứu ảnh hưởng giữa năng suất lúa và các yếu tố biến đổi khí hậu: nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, nhiệt độ trung bình, lượng mưa cao nhất, lượng mưa thấp nhất, lượng mưa trung bình, phương pháp phân tích thực nghiệm với dữ liệu bảng được sử dụng. Đối với phân tích thực nghiệm với dữ liệu bảng, có thể sử dụng hai mô hình là: mô hình các ảnh hưởng cố định (Fixed effects model - FEM) và mô hình các ảnh hưởng ngẫu nhiên (Random effects model - REM). Tuy nhiên, phân tích dữ liệu bảng với số cá thể quan sát lớn trong chuỗi thời gian ngắn có nhược điểm là phát sinh hiện tượng phương sai sai số thay đổi. Vì vậy, nghiên cứu này sẽ tiến hành kiểm định trước các khuyết tật của các mô hình nghiên cứu, từ đó sử dụng phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS). Mô hình FGLS có thể kiểm soát được hiện tượng tự tương quan và phương sai sai số thay đổi (Wooldridge, 2002).

Các kiểm định được thực hiện và kết quả trong nghiên cứu được sử dụng để đánh giá sự phù hợp của mô hình:

Kiểm định Hausman: cho phép lựa chọn giữa mô hình hồi quy tác động cố định FEM và hồi quy tác động ngẫu nhiên REM. Giả thuyết H_0 là không có tương quan giữa các biến giải thích và thành phần ngẫu nhiên, điều đó cho thấy mô hình REM là phù hợp; giả thuyết H_1 là có tương quan giữa các biến giải thích và thành phần ngẫu nhiên, nghĩa là mô hình FEM là phù hợp. Nếu giả thuyết H_0 bị từ chối, tức là có tương quan, mô hình hồi quy tác động ngẫu nhiên sẽ cho kết quả bị thiên lệch. Như vậy mô hình hồi quy tác động cố định thích hợp hơn.

Kiểm định Wooldridge: cho hiện tượng tự tương quan trong mô hình, với giả thuyết H_0 : Mô hình không có hiện tượng tự tương quan trong mô hình.

Kiểm định Breusch – Pagan Lagrangian multiplier: nhằm kiểm định hiện tượng phương sai sai số thay đổi trong mô hình REM, với giả thuyết H_0 : Mô hình không có hiện tượng phương sai sai số thay đổi.

Ngoài ra, do các biến khí hậu trong mô hình là ngoại sinh hoàn toàn nên có thể bỏ qua vấn đề tương quan giữa các biến khí hậu trên và các biến không quan sát được (không đưa vào mô hình).

3.2. Dữ liệu

Chúng tôi sử dụng bộ dữ liệu bảng về năng suất lúa và 6 chỉ số khí tượng như nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, nhiệt độ trung bình, lượng mưa cao nhất, lượng mưa thấp nhất và lượng mưa trung bình để phân tích, ước lượng mô hình OLS thể hiện ảnh hưởng của BĐKH đến năng suất lúa. Dữ liệu về khí tượng được thu thập theo báo cáo của các Trạm khí tượng thủy văn Huế, Nam Đông và A Lưới, được thống kê và tính toán theo các huyện, thị xã trong tỉnh. Số liệu về năng suất lúa trong nghiên cứu này là

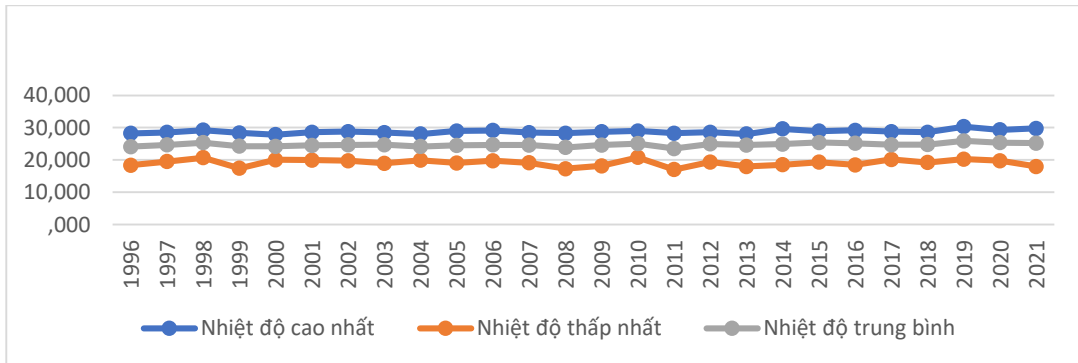
năng suất lúa cả năm, theo vụ đông xuân và hè thu, được thu thập trong Niên giám thống kê của tỉnh trong 26 năm, từ 1996 đến 2021.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

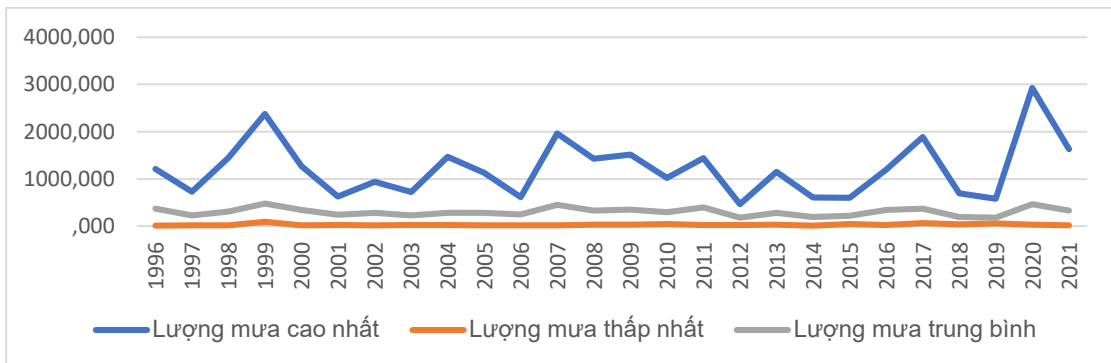
4.1. Biến động của năng suất, sản lượng lúa do tác động của biến đổi khí hậu

Biến động của nhiệt độ không khí và lượng mưa ở tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 1996 -2021 ở thể hiện ở Hình 1 và Hình 2.

Qua sự mô tả về biến động nhiệt độ không khí và lượng mưa trong khoảng thời gian khảo sát, dễ dàng nhận thấy các chỉ số về nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất và nhiệt độ trung bình trong khoảng thời gian này giao động từ 15 đến 31°C và không có biến động lớn, trừ chỉ số nhiệt độ thấp nhất xác định được ở những năm 1998 – 2000 và 2010 – 2012 vào khoảng 12 đến 17 °C. Về lượng mưa, chỉ số lượng mưa cao nhất có biến động lớn nhất là 1998 - 2000, 2006 - 2008, 2016 - 2018 và 2019 – 2021. Trong thực tế ở những khoảng thời gian vừa nêu, trên địa bàn tỉnh đã xảy ra hiện tượng cực đoan về thời tiết nhất là tại các năm 1999/2000 và 2019/2020 lượng mưa cao bất thường, lên đến 2922 mm (2020) và đã có những trận lũ lụt lịch sử, ảnh hưởng lớn đến sản xuất nông nghiệp và đời sống của người dân.



Hình 1. Biến động nhiệt độ không khí ở tỉnh Thừa Thiên Huế, giai đoạn 1996- 2021



Hình 2. Biến động lượng mưa ở tỉnh Thừa Thiên Huế, giai đoạn 1996 - 2021

Nguồn: Kết quả thống kê của tác giả

Vận dụng phương pháp hệ thống chỉ số trình bày tại công thức (1), (2) và (3) nêu ở phần phương pháp nghiên cứu, chúng tôi tính toán và có kết quả trình bày ở Bảng 1. Qua số liệu ở Bảng 1 dễ dàng nhận thấy ảnh hưởng của hiện tượng khí tượng cực đoan, trong trường hợp nghiên cứu là lũ lụt gây ngập úng diện rộng, đã làm cho sản lượng lúa giảm rõ rệt.

Bảng 1. Kết quả phân tích biến động của sản lượng lúa do ảnh hưởng của diện tích, năng suất lúa của tỉnh Thừa Thiên Huế tại các năm xảy ra lũ lụt.

Chỉ tiêu phân tích		ĐVT	Năm 2000 so với năm 1999(*)	Năm 2020 so với năm 2019(**)
Biến động chung về sản lượng lúa (SL)	Số tuyệt đối	Tạ	-189.086	-126.130
	Số tương đối	%	-8,88	-3,85
Biến động SL do ảnh hưởng của yếu tố năng suất lúa	Số tuyệt đối	Tạ	-197.546	-96.676
	Số tương đối	%	-9,24	-2,95
Biến động của SL do ảnh hưởng của yếu tố diện tích	Số tuyệt đối	Tạ	+8460	-29.454
	Số tương đối	%	+0,39	-0,89

Chú thích: (*), (**) So sánh năm trước và sau thời điểm xảy ra lũ lụt

Nguồn: Kết quả thống kê của tác giả

- Sản lượng lúa năm 2000 so với 1999 giảm 8,88 %, tương đương với giảm 189.086 tạ và năm 2020 so với 2019 giảm 3,85% tương đương với giảm 126.130 tạ, là do 2 nguyên nhân:

- Năng suất lúa giảm đã làm cho sản lượng lúa giảm 9,24% tương đương 197.546 tạ (năm 2020 so với 2019) và giảm 2,95% tương đương với 96.676 tạ (năm 2020 so với 2019).

- Biến động về sản lượng lúa do ảnh hưởng của diện tích là không lớn (0,39 đến 0,89%). Từ số liệu phân tích có thể thấy năng suất là yếu tố chính làm giảm sản lượng lúa của tỉnh tại các thời điểm xảy ra hiện tượng cực đoan về thời tiết và ảnh hưởng này ở những năm sau có xu hướng thấp hơn các năm trước đó.

4.2. Phân tích tác động của BĐKH đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế theo phương pháp FGLS

Đầu tiên, để thấy được tổng quan của bộ dữ liệu, bài nghiên cứu sẽ trình bày thống kê mô tả với một số chỉ tiêu của các biến qua các năm qua Bảng 2.

Số liệu thống kê mô tả ở bảng 2 cho thấy: có sự chênh lệch rất lớn về lượng mưa trung bình tháng thấp nhất với lượng mưa trung bình tháng cao nhất trong năm (33,27 mm so với 1216,85mm). Lượng mưa tháng thấp nhất thường vào vụ lúa Đông xuân và lượng mưa tháng cao nhất thường vào vụ lúa Hè thu. Lượng mưa trung bình năm ở Thừa thiên Huế trong khoảng thời gian nghiên cứu là 302,75mm, lớn hơn nhiều so với lượng mưa trung bình ở đồng bằng Bắc bộ (100-200mm) (Khoa và cộng sự, 2021). Các chỉ số nhiệt độ tháng cao nhất, nhiệt độ trung bình năm là 28,77 và 24,72 °C, tương đương với các mức nhiệt độ không khí ở đồng bằng Bắc bộ, nhưng có nhiệt độ trung bình vào mùa đông cao hơn, thường 3 đến 5°C.

Bảng 2. Thống kê mô tả với một số chỉ tiêu đối với các biến trong mô hình

Tên biến	Ký hiệu	Đơn vị tính	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị tối thiểu	Giá trị tối đa
Năng suất lúa	Riceyield	tạ/ha	49,20299	10,37446	21,5	65,7
Lượng mưa thấp nhất	Rainmin	mm	33,27692	23,06535	5,3	132,7
Lượng mưa lớn nhất	Rainmax	mm	1216,865	630,6204	365,0	3449,3
Lượng mưa trung bình	Rainave	mm	302,7573	94,9001	150,5	587,8
Nhiệt độ thấp nhất	Temmin	°C	19,11453	1,324044	15,1	21,3
Nhiệt độ lớn nhất	Temmax	°C	28,77179	1,264154	24,7	31,0
Nhiệt độ trung bình	Temave	°C	24,72094	1,083801	21,0	26,4

Nguồn: Kết quả thống kê của tác giả

Bảng 3. Ma trận hệ số tương quan giữa các biến nghiên cứu

	Riceyield	Rainmin	Rainmax	Rainave	Temmin	Temmax	Temave
Riceyield	1,0000						
Rainmin	0,1277	1,0000					
Rainmax	0,0094	0,3360	1,0000				
Rainave	-0,1640	0,2812	0,8905	1,0000			

Temmin	0,1451	-0,0085	-0,1624	-0,2702	1,0000		
Temmax	0,5981	-0,0223	-0,0934	-0,2880	0,5134	1,0000	
Temave	0,5759	0,0251	-0,0965	-0,2878	0,6540	0,9179	1,0000

Nguồn: Kết quả thống kê của tác giả

Bảng 3 cho thấy hệ số tương quan giữa các cặp biến trong mô hình đều nhỏ hơn 0,7, ngoại trừ cặp biến Rainave và Tave có hệ số tương quan 0,9. Ngoài ra, hệ số VIF của các biến đều nhỏ hơn 10 và giá trị VIF trung bình là 5,22. Do vậy, dữ liệu nghiên cứu xuất hiện đa cộng tuyến không hoàn hảo, tuy nhiên, bằng cách lựa chọn phân tích dữ liệu theo dữ liệu bảng và sử dụng mô hình FGLS, ta có thể tái cấu trúc lại mô hình để giảm thiểu hiện tượng đa cộng tuyến giữa các biến.

Sau khi ước lượng mô hình FEM và REM, tác giả thực hiện kiểm định Hausman và nhận thấy giá trị p-value bằng 0,9999 lớn hơn 0,05 nên chấp nhận giả thuyết H0 và bác bỏ giả thuyết H1, tức là mô hình hồi quy các ảnh hưởng ngẫu nhiên REM phù hợp với bộ dữ liệu nghiên cứu hơn mô hình hồi quy các ảnh hưởng cố định FEM. Tiếp theo, để kiểm tra có sự tồn tại của hiện tượng tự tương quan trong mô hình, tác giả thực hiện kiểm định Wooldridge và nhận được kết quả $F(1,8)=25,171$ Prob >F = 0,0010 nhỏ hơn mức ý nghĩa 5%, tức là bác bỏ giả thuyết H0 và có hiện tượng tự tương quan trong mô hình. Ngoài ra, kiểm định Breusch & Pagan Lagrangian multiplier được tiến hành nhằm kiểm tra hiện tượng phương sai sai số thay đổi trong mô hình REM và nhận thấy giả thuyết H0 không được chấp nhận, nghĩa là tồn tại hiện tượng phương sai sai số thay đổi (Prob > Chibar2 = 0,0000). Như vậy, để có được ước lượng là tin cậy và hiệu quả, thì phương pháp FGLS được sử dụng trong mô hình này để khắc phục các hiện tượng trên.

Bảng 4. Kết quả phân tích các chỉ số khí hậu ảnh hưởng đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế theo phương pháp FGLS

RiceYield	Coef.	Std.Err.	z	P> z
Rainmin	0,0124046	0,0098588	1,26	0,208
Rainmax	0,0026799***	0,0009133	2,93	0,003
Rainave	-0,0176153***	0,0065242	-2,70	0,007
Temmin	-0,8868277***	0,218275	-4,06	0,000
Temmax	1,499907***	0,4484999	3,34	0,001
Temave	0,7309094	0,6765215	1,08	0,280
Cons	6,835965	11,79098	0,58	0,562

Wald chi2(6) = 49,01

Prob > chi2 = 0,0000

Chú thích: (***) Ý nghĩa thống kê ở mức 1%; (**) Ý nghĩa thống kê ở mức 5%; (*) Ý nghĩa thống kê ở mức 10%.

Nguồn: Kết quả ước lượng của tác giả

Kết quả ước lượng trong bảng 4 cho thấy, trong 6 yếu tố hồi quy đang xét thì có đến 4 yếu tố ảnh hưởng có ý nghĩa đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế, đó là: lượng mưa tháng lớn nhất, lượng mưa trung bình, nhiệt độ tháng lớn nhất và nhiệt độ tháng tối thiểu. Trong đó, lượng mưa tháng lớn nhất và nhiệt độ tháng cao nhất có tác động cùng chiều đến năng suất lúa, có ý nghĩa thống kê tại mức 1%. Thực nghiệm cho thấy ở tháng đầu vụ hè thu tiết trời khô nóng không thuận lợi cho lúa sinh trưởng, khi lượng mưa tăng cao sẽ tác động tốt đến năng suất khi thu hoạch. Vào vụ đông xuân nhiệt độ không khí tháng cao nhất vẫn ở mức thấp, nhiệt độ ẩm lên sẽ tác động tốt đến sinh trưởng và phát triển cây lúa. Ảnh hưởng của lượng mưa và nhiệt độ tháng cao nhất phù hợp với kết quả nghiên cứu của Li và cộng sự (2015), Matsui và cộng sự (2017), và Vân và cộng sự (2017).

Nghiên cứu phát hiện rằng lượng mưa trung bình và nhiệt độ tháng thấp nhất có ảnh hưởng ngược chiều đến năng suất lúa tại mức ý nghĩa 1%. Điều này phù hợp với điều kiện thời tiết vụ đông xuân thường có mức nhiệt độ không khí thấp, việc thời tiết ẩm lên trong khoảng thời gian này sẽ tác động không tốt đến phát triển của cây lúa. Lượng mưa trung bình được lý giải tương tự. Phát hiện này phù hợp với các nghiên cứu của Khoa và cộng sự (2021), Rahman và cộng sự (2016), Erenstein và cộng sự (2007), và Kumar và cộng sự (2013).

5. Kết luận

Nghiên cứu này xem xét biến đổi khí hậu ảnh hưởng như thế nào đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế. Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, chúng tôi sử dụng bộ dữ liệu bảng về nhiệt độ không khí, lượng mưa và năng suất lúa trong khoảng thời gian 26 năm (1996-2021), sử dụng phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS) và phương pháp hệ thống chỉ số thống kê. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng biến đổi khí hậu có tác động đến năng suất lúa tỉnh Thừa Thiên Huế nhất là vào các thời điểm có lượng mưa lớn bất thường. Năng suất lúa của tỉnh sau các thời điểm xảy ra hiện tượng khí tượng cực đoan này (lũ lụt, mưa bão) đều giảm và là yếu tố quyết định đến sự biến động sản lượng lúa của tỉnh, nhất là vụ lúa hè thu.

Trong các chỉ số thời tiết đang xét thì lượng mưa trung bình và nhiệt độ tháng thấp nhất có ảnh hưởng ngược chiều đến năng suất lúa tại mức ý nghĩa 1%. Phát hiện này cho thấy nhiệt độ ẩm lên về mùa đông và lượng mưa trung bình trong năm tăng lên ảnh hưởng không tốt đến năng suất lúa thu hoạch. Việc nghiên cứu tác động của biến

đổi khí hậu đến năng suất lúa cần được xem xét đến yếu tố mùa vụ lúa và vùng sinh thái cụ thể sẽ có ý nghĩa hơn.

Để tăng khả năng ứng phó với biến đổi khí hậu, đối với sản xuất lúa ở tỉnh Thừa Thiên Huế cần thiết phải cải tạo hệ thống tưới và tiêu nước. Quan trọng nhất là đảm bảo nhu cầu tối đa của cây trồng vào mùa khô hạn, kịp thời tiêu úng kịp cho vụ hè thu ở những vùng thấp trũng, vùng ven đầm phá. Cung cấp thông tin cảnh báo mưa bão kịp thời cho cộng đồng và giống lúa có khả năng chịu hạn, chịu úng tốt là những biện pháp hữu hiệu nhằm tăng khả năng thích ứng của sản xuất lúa đối với biến đổi khí hậu ở tỉnh Thừa Thiên Huế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Baulch, B., & Haughton, J. (2015), The impact of climate change on rice yields in the Mekong River Delta Region, *Climate and Development*, 7(5), 401-410. doi: 10.1080/17565529.2014.954368
- Bosello, F., & Zhang, J. (2005), Assessing Climate Change Impacts on Agriculture, FEEM Working Paper No. 94.05; CMCC Research Paper No. 2, [Online] available: <http://ssrn.com/abstract=771245> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.771245> (02 November 2013)
- Erenstein, O., Laxmi, V., & Gupta, R. K. (2007), Assessing the regional and seasonal impact of rainfall variability on rice yields in India, *Field Crops Research*, 102(2), 139-151. doi: 10.1016/j.fcr.2007.02.002
- Hoang, L. T.T., Pham, T. N., Nguyen, Q. T., Le, Q. T., & Vu, P. T. (2019), Impact of climate change on rice yield in the Mekong River Delta: A case study in Can Tho City, Vietnam, *Environment and Natural Resources Journal*, 17(3), 31- 41.
- Ignacio, C., & Mina, C. (2015), Studying the impact of climate change on rice production in the Philippines using OLS regression model, *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(5), 1075-1080.
- Kontgis, C., Schneider, A., Ozdogan, M., Kucharik, C., Duc, N. H., & Schatz, J. (2019), Climate change impacts on rice productivity in the Mekong River Delta, *Applied Geography*, 102, 71-83.
- Khoa, N.Đ & Báu, N.Đ. (2021), Tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất một số nông sản chủ lực ở Đồng bằng sông Hồng, *Tạp chí Công Thương – Các kết quả nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ*, 27.
- Kumar, D. N., Nagarajan, R., Mohanty, S., Singh, R., Singh, A. K., & Dadhwal, V. K. (2013), Understanding the relationships between rainfall patterns, soil moisture, and rice yield in eastern India using remote sensing data, *Agricultural and Forest Meteorology*, 171-172, 107-115. doi: 10.1016/j.agrformet.2012.12.007
- Lee, J., Nadolnyak, D., & Hartarska, V. (2012), Impact of climate change on agricultural production in Asian, *Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Birmingham, AL, Feb 4 - 7, 2012.

- Li, T., Tao, H., & Li, X. (2015), Effects of high temperature on rice yields in the main rice growing regions of China, *Field Crops Research*, 183, 57-61. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.009
- Lịch, H. K., Bình, C. T., Kiên, N. T., Phương, T. T. T. (2021), *Giáo trình nguyên lý thống kê*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 146-147.
- Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007), Global Scale Climate-crop Yield Relationships and the Impacts of Recent Warming, *Environmental Research Letters*, 2(1): 014002.
- Matsui, T., Omasa, K., Horie, T., & Hirasawa, T. (2017), Elevated atmospheric CO₂ can partially offset the negative effects of high temperature on rice yield and quality, *Agricultural and Forest Meteorology*, 237-238, 13-20. doi: 10.1016/j.agrformet.2017.02.009
- Minh, H. V., Trung, N. H., Dung, T. V., & Thach, P. N. (2017), Impacts of climate change on rice production in main rice fields of Vietnam, *Climate*, 5(4), 90. doi: 10.3390/cli5040090
- Phong, N. D., Hien, H. V., Phong, P. T., & Duong, T. T. (2017), Impacts of increased temperature on rice yield in the Mekong Delta Region, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 11, 474-481. doi: 10.1016/j.aaspro.
- Phùng, L. Đ., & Quân, H. M. (2011), *Biến đổi khí hậu: tác động, thích ứng và chính sách nông nghiệp*, NXB Nông nghiệp.
- Rahman, M. M., Sarkar, M. A. R., Islam, M. N., Islam, M. R., & Rony, M. A. (2016), Effect of excessive rainfall and waterlogging on rice (*Oryza sativa* L.) growth and yield in wetland condition, *Agricultural Water Management*, 173, 40-48. doi: 10.1016/j.agwat.2016.04.016
- Thăng, L. V. (2011), *Mô hình thích ứng với biến đổi khí hậu cấp cộng đồng tại vùng trũng thấp ở Thừa Thiên Huế*, NXB Nông nghiệp.
- Tran, T. P., Nguyen, T. T., Le, Q. A., & Hoang, L. H. (2017), Impacts of Climate Change on Rice Production in Vietnam: Evidence from Panel Data Analysis, *Journal of Agricultural Science*, 9(11), 231-241. doi: 10.5539/jas.v9n11p231
- Tuấn, T. H. (2011), Nguyên cứu khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu của các cộng đồng dân cư ven biển tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 27b (3), 379 -386.
- Ủy ban nhân dân tỉnh Thừa Thiên Huế. (2021), *Báo cáo tổng hợp Đánh giá khí hậu tỉnh Thừa Thiên Huế*.
- Van, D. T., Wang, D., Nguyen, T. H., Nguyen, C. V., Nguyen, V. L., & Nguyen, H. T. (2017), Impact of high temperature on rice yield and quality in a tropical delta: Field surveys and simulation studies, *PLOS ONE*, 12(6), e0179240. doi: 10.1371/journal.pone.0179240
- Welch, J. R., Vincent, J. R., Auffhammer, M., Moya, P. F., Dobermann, A., Dawe, D. (2010), *Rice yields in tropical/subtropical Asia exhibit large but opposing sensitivities to minimum and maximum temperatures*, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.
- Wooldridge, J. M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge, USA, MA: MIT Press.
- Xuân, M. V., Toàn, N. V., & Hòa, H. H. (1997), *Lý thuyết thống kê*, NXB Đại Học Huế.

IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON RICE YIELD IN THUA THIEN HUE PROVINCE

Nguyen Thi Minh Phuong, Nguyen Van Toan, Nguyen Le Hiep

Abstract. This study examines the effects of climate change on rice yield in Thua Thien Hue province. We use a panel dataset of air temperature, rainfall and rice yield over a 26-year period (1996-2021) with a feasible generalized least squares (FGLS) and statistical index system methods. The research results show that the rice productivity of the province after the occurrence of extreme meteorological events (floods, rainstorms) decreases and is a decisive factor to the fluctuation of rice production in the province, especially summer-autumn rice crop. Among the weather indicators under consideration, the highest rainfall and the highest temperature have a positive impact on the rice yield, which is statistically significant at the 1% level. The estimation results also show that the average rainfall of the year and the lowest temperature have a negative effect on rice yield at a similar significance level. Other meteorological factors such as the lowest rainfall and the average temperature of the year in this study did not reach any statistical significance.

Keywords: Climate change; Rice yield; FGLS; Floods