

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
VIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN

LÊ MINH HẢI

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
ĐẾN CÂY TRỒNG CHỦ LỰC: TRỪNG HỢP
NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH GIA LAI

Ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường

Mã ngành: 9850101

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

TP. Hồ Chí Minh, năm 2025

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
Địa chỉ: 142 Tô Hiến Thành, Quận 10, TP. Hồ Chí Minh
Điện thoại: 08.38651132; Fax: 08.38655670

Người hướng dẫn khoa học

Hướng dẫn 1: GS.TS. Nguyễn Kim Lợi

Hướng dẫn 2: TS. Hồ Minh Dũng

Phản biện 1:.....

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Phản biện độc lập 1: PGS.TS. Phạm Thanh Vũ

Phản biện độc lập 2: PGS.TS Trương Thanh Cảnh

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án họp tại

.....

.....

Vào lúc:..... giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM
- Thư viện Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM.

GIỚI THIỆU

1.1. Đặt vấn đề

Những biểu hiện và tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đã ngày càng trở nên rõ nét và nghiêm trọng hơn, gây ra nhiều tác động bất lợi một cách trực tiếp cũng như gián tiếp đến các vùng khác nhau trên thế giới. Trong đó, sản xuất nông nghiệp là lĩnh vực chịu tác động nặng nề nhất, đặc biệt là ngành nông nghiệp tại các vùng nông thôn và miền núi, vốn được xem là một trong những nhóm ngành dễ tổn thương trước các tác động của những hiện tượng cực đoan khí hậu (mưa lớn, nhiệt độ cao, hạn hán).

Tại Gia Lai, ngành nông nghiệp đóng vai trò rất quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh. Tuy nhiên những năm gần đây, BĐKH xảy ra trên địa bàn đã gây ra nhiều hiện tượng thời tiết cực đoan, tác động trực tiếp đến năng suất, chất lượng các loại cây trồng và thu nhập của người nông dân.

Trong bối cảnh đó, các nghiên cứu liên quan đến nông nghiệp bền vững, ảnh hưởng của BĐKH đến an ninh lương thực ngày càng thu hút sự quan tâm của các bên liên quan hơn. Tại khu vực tỉnh Gia Lai, nghiên cứu xác định sự thay đổi của các yếu tố khí hậu, khí tượng thủy văn cũng như đánh giá đất đai cho các nhóm cây trồng chủ lực vẫn còn hạn chế. Điều này đặt ra tính cấp thiết cần phải đánh giá lại một cách hệ thống sự thay đổi của các yếu tố khí hậu cho khu vực tỉnh Gia Lai trong giai đoạn gần đây, và cho kịch bản BĐKH tương lai, làm cơ sở cho việc phân vùng khí hậu, góp phần hỗ trợ công tác đánh giá đất đai và xác định các loại cây trồng tối ưu trong điều kiện thay đổi khí hậu.

Bên cạnh đó, trong những năm gần đây, công tác đánh giá thích nghi đất đai cho cây trồng nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu cũng đã nhận được sự quan tâm nhiều hơn từ chính quyền địa phương, cụ thể là được thể hiện rõ trong các văn bản pháp lý liên quan đến công tác định hướng phát triển tổng thể kinh tế xã hội, quy hoạch sử dụng đất và tái cơ cấu ngành

nông nghiệp tỉnh Gia Lai đến năm 2020 trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

Xuất phát từ các nhu cầu thực tiễn và dựa vào những cơ sở khoa học trên, nghiên cứu sinh đề xuất thực hiện Luận án tiến sĩ với tên đề tài: “NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CÂY TRỒNG CHỦ LỰC: TRỪNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI TỈNH GIA LAI” trong bối cảnh biến đổi khí hậu và sự thay đổi bất định của thị trường nông nghiệp, hướng đến việc sử dụng tối ưu đất nông nghiệp địa phương theo khía cạnh tự nhiên và kinh tế xã hội, nhằm góp phần nâng cao chuỗi giá trị nông sản địa phương và ổn định cuộc sống người dân, tạo điều kiện thúc đẩy tỉnh Gia Lai trở thành trung tâm kinh tế-xã hội vùng Tây Nguyên.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

1.2.1. Mục tiêu tổng quát

Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đối với cây trồng chủ lực, theo điều kiện lập địa cụ thể của từng huyện trong tỉnh Gia Lai nhằm khai thác được tiềm năng, lợi thế về đất đai, thổ nhưỡng, khí hậu của tỉnh Gia Lai trong liên kết vùng để phát triển nông nghiệp sạch và bền vững của tỉnh.

1.2.2. Mục tiêu cụ thể

(1) Đánh giá xu hướng khí hậu của tỉnh Gia Lai từ năm 1980 đến nay;

(2) Đánh giá thực trạng cây trồng chủ lực dựa trên mức độ phù hợp với điều kiện lập địa chủ yếu trong từng vùng sản xuất nông nghiệp tỉnh Gia Lai;

(3) Đánh giá tổng hợp khả năng thích nghi tự nhiên, hiệu quả môi trường và hiệu quả kinh tế xã hội cho từng nhóm cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai.

(4) Đề xuất thay đổi cơ cấu cây trồng trong sản xuất dưới tác động biến đổi khí hậu tại tỉnh Gia Lai.

1.3. Các nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện với các nội dung như sau:

(1) Nghiên cứu tổng quan nghiên cứu về BĐKH tác động đến các loại cây trồng chủ lực tại Gia Lai là nền tảng là tiền đề giúp tác giả nghiên cứu tốt hơn về các loại cây trồng chủ lực của tỉnh Gia Lai cũng như hiểu rõ hơn về sự tác động của BĐKH đến các loại cây trồng đó.

(2) Nghiên cứu xu hướng khí hậu của tỉnh Gia Lai trong giai đoạn từ năm 1980 đến nay;

(3) Xây dựng bản đồ thích nghi tự nhiên, môi trường và hiệu quả kinh tế xã hội cho từng nhóm cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai;

(4) Mô hình thay đổi cơ cấu cây trồng trong sản xuất dưới tác động biến đổi khí hậu tại tỉnh Gia Lai.

1.4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

1.4.1. Ý nghĩa khoa học của luận án

Luận án đã đánh giá xu hướng khí hậu của tỉnh Gia Lai từ năm 1980 đến nay với các kịch bản BĐKH (ba kịch bản phát thải khí nhà kính RCP 2.6, 4.5, 8.5; ba giai đoạn 2020s, 2050s, 2080s), qua đó đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đối với cây trồng chủ lực (cây lương thực, cây công nghiệp dài ngày, cây công nghiệp ngắn ngày, cây ăn quả và rau, củ, quả) theo điều kiện lập địa cụ thể của từng huyện trong tỉnh Gia Lai.

1.4.2. Ý nghĩa thực tiễn của luận án

Luận án đã đánh giá thực trạng cây trồng chủ lực dựa trên mức độ phù hợp với điều kiện lập địa chủ yếu trong từng vùng sản xuất nông nghiệp tỉnh Gia Lai dưới tác động của biến đổi khí hậu, từ đó đã đánh giá tổng hợp khả năng thích nghi tự nhiên, hiệu quả môi trường và hiệu quả kinh tế xã hội cho từng nhóm cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai nhằm khai thác được tiềm năng, lợi thế về đất đai, thổ nhưỡng, khí hậu của tỉnh Gia Lai trong liên kết vùng để phát triển nông nghiệp bền vững của tỉnh.

1.5. Tính mới của luận án

Luận án có hai tính mới so với các nghiên cứu đi trước:

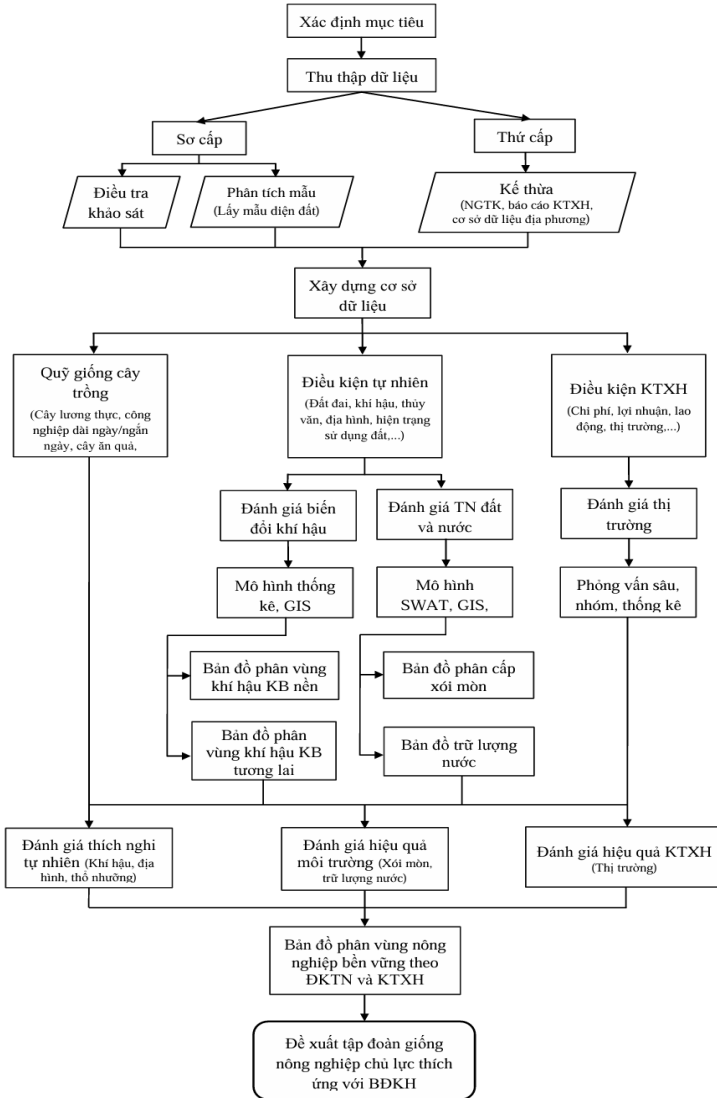
(1) Luận án đã đánh giá đặc điểm, xu thế biến đổi của lượng mưa và nhiệt độ không khí trong quá khứ tại tỉnh Gia Lai trong giai đoạn 1980 đến nay thông qua cách tiếp cận phương pháp kỹ thuật khai phá dữ liệu (EDA), với bài toán phân tích xu thế, nghiên cứu đã đề cập đồng thời đến việc nhận dạng xu thế (đánh giá mức ý nghĩa thống kê) và định lượng, ước tính xu thế dựa trên các phương pháp kiểm định thống kê phi tham số Mann–Kendall và hệ số dốc Sen. (Đã được công bố trên 2 bài báo quốc tế uy tín: Temporal Trend Possibilities of Annual Rainfall and Standardized Precipitation Index in the Central Highlands, Vietnam. *Earth Syst Environ* **6**, 69–85 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00211-y>; IF=7.2, Q1 và Evaluating Trends of Temperature Index in Gia Lai Province based on IITA and IPTA Approaches under Climate Change. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*).

(2) Luận án đã đánh giá tổng hợp khả năng thích nghi tự nhiên, hiệu quả môi trường và hiệu quả kinh tế xã hội cho từng nhóm cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai theo kịch bản biến đổi khí hậu và thị trường. Thông qua đó, đưa ra đề xuất cơ cấu, mô hình cây trồng chủ lực có hiệu quả, phù hợp với từng vùng sản xuất trên địa bàn tỉnh nhằm khai thác được tiềm năng, lợi thế về đất đai, thổ nhưỡng, khí hậu tại địa phương, tạo tiền đề phát triển nông nghiệp bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai.

CHƯƠNG 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp luận

Đề tài tiếp cận vấn đề nghiên cứu theo hướng liên/đa ngành, khái quát nhiều khía cạnh như môi trường, tài nguyên thiên nhiên, biến đổi khí hậu, nông nghiệp và kinh tế thị trường trong công tác xác định giải pháp tối ưu cho việc đề xuất cây trồng nông nghiệp chủ lực cho tỉnh Gia Lai dựa theo hướng thích nghi bền vững về điều kiện tự nhiên (khí hậu, địa hình, thổ nhưỡng, xói mòn, trữ lượng nước) và hiệu quả về kinh tế xã hội (hiệu quả kinh tế, thị trường) địa phương như được trình bày trong Hình 2.1. Bên cạnh đó, hướng tiếp cận của đề tài còn được xác định dựa trên ứng dụng và tích hợp nhiều công cụ và phương pháp hiện đại bao gồm hệ thống thông tin địa lý (GIS), viễn thám, công nghệ thông tin, phân tích đa tiêu chí, mô hình thống kê và mô hình toán thủy văn. Cụ thể, Hình 2.1 khái quát hướng tiếp cận trong đề tài này, với mục tiêu tổng quát là đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai nhằm khai thác được tiềm năng, lợi thế về đất đai, thổ nhưỡng, khí hậu của tỉnh và đề xuất tập đoàn giống cây trồng chủ lực cho tỉnh Gia Lai trong bối cảnh biến đổi khí hậu.



Hình 2.1 Sơ đồ phương pháp luận nghiên cứu

Theo đó, dựa vào các mục tiêu cụ thể đã được xác định, bước đầu nghiên cứu sẽ tiến hành thu thập và tổng hợp các nguồn số liệu sơ cấp và thứ cấp nhằm phục vụ bước xây dựng một hệ thống cơ sở dữ liệu tổng thể,

bao gồm dữ liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội và đặc biệt là các loại giống cây trồng hiện nay ở tỉnh Gia Lai. Sau đó, nghiên cứu lần lượt sử dụng các phương pháp và công cụ mạnh mẽ để tiến hành đánh giá biến đổi khí hậu, đánh giá tài nguyên đất và nước, đánh giá thị trường nhằm làm cơ sở để thực hiện đánh giá thích nghi đất đai theo từng khía cạnh khác nhau. Cuối cùng, kết quả đánh giá thích nghi (được thể hiện dưới dạng bản đồ) sẽ được kết hợp để phân vùng nông nghiệp bền vững theo tự nhiên và kinh tế-xã hội, để xác định tập đoàn giống cây trồng chủ lực tại Gia Lai dưới những tác động bất lợi của biến đổi khí hậu và sự thay đổi bất định của thị trường nông nghiệp.

2.2. Các phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chuẩn hóa dữ liệu địa hình, thổ nhưỡng, sử dụng đất

Do dữ liệu địa hình, thổ nhưỡng, sử dụng đất được thu thập từ nhiều nguồn nên chúng không có sự đồng nhất về định dạng, cách thức tổ chức dữ liệu nên cần tiến hành chuẩn hóa để đưa về một định dạng GIS thống nhất.

2.2.2. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn, thị trường nông sản

CSDL địa lý khí tượng thủy văn lưu trữ số liệu khí tượng thủy văn của 5 trạm đo trong giai đoạn 1980-2019 được thiết lập trên nền tảng Enterprise Geodatabase của phần mềm ArcGIS do ESRI phát triển.

2.2.3. Phương pháp đánh giá đặc điểm khí hậu

Đánh giá đặc điểm khí hậu về mức độ dao động, sự biến thiên và xu thế thay đổi của các yếu tố khí hậu tại một khu vực nhất định đóng vai trò quan trọng trong việc lồng ghép yếu tố khí hậu vào công tác quy hoạch nông nghiệp trong bối cảnh BĐKH. Nghiên cứu tập trung vào ba khía cạnh chính, bao gồm (i) đánh giá mức độ dao động, biến thiên qua các năm, (ii) nhận dạng và định lượng xu thế trong các khoảng thời gian qua, và (iii) xây

dựng bản đồ phân bố không gian cho các đặc điểm và xu thế của từng yếu tố khí hậu chính. Đối với nhóm bài toán đánh giá mức độ dao động, biến thiên của các yếu tố khí hậu, nghiên cứu kết hợp sử dụng các chỉ số thống kê mô tả cơ bản với nhiều dạng đồ thị trực quan hoá dữ liệu như biểu đồ hộp, biểu đồ đường, biểu đồ dây màu. Các công cụ này được đánh giá có khả năng ứng dụng cao trong nhóm các phương pháp kỹ thuật khai phá dữ liệu (EDA). Đối với nhóm bài toán phân tích xu thế, nghiên cứu đã đề cập đồng thời đến việc nhận dạng xu thế (đánh giá mức ý nghĩa thống kê) và định lượng, ước tính xu thế dựa trên các phương pháp kiểm định thống kê phi tham số như Mann–Kendall và hệ số dốc Sen. Ngoài ra, ảnh hưởng của yếu tố tự tương quan hay tương quan chuỗi cũng đã được xét đến trong các phân tích dựa theo kỹ thuật Trend-free Pre-whitening. Đối với nhóm bài toán phân vùng không gian, nghiên cứu sử dụng công cụ GIS trực quan hoá dữ liệu và các phương pháp nội suy không gian phổ biến như Ordinary Kriging và IDW (Inverse Distance Weighting) để thành lập bản đồ.

2.2.4. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

Kịch bản thay đổi của các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa ngày được xây dựng dựa theo hướng tiếp cận chi tiết hoá thống kê. Cụ thể, bước đầu thu thập và hoàn thiện cơ sở dữ liệu cần thiết bao gồm số liệu khí hậu quan trắc theo ngày và số liệu trích xuất từ mô hình khí hậu toàn cầu như NCEP và CanESM2. Trong đó, số liệu quan trắc nhiệt độ hay lượng mưa đóng vai trò là biến được dự báo, còn số liệu NCEP và CanESM2 đóng vai trò là biến dự báo lần lượt trong bước mô phỏng giai đoạn nền và dự báo khí hậu tương lai.

Trong bước tiếp theo, nghiên cứu áp dụng đồng thời các phương pháp phân tích tương quan, phân tích tương quan từng phần và phân tích hồi quy từng bước để xác định và lựa chọn tập hợp biến dự báo tối ưu nhất cho từng yếu tố khí hậu tại mỗi trạm quan trắc. Hơn nữa, nghiên cứu cũng kiểm tra lại vấn đề cộng tuyến tính dựa theo giá trị VIF (Variance Inflation

Factor); theo đó, giá trị VIF nhỏ hơn 5 được đánh giá là đảm bảo không gặp vấn đề cộng tuyến tính trong tập hợp biến dự báo. Sau đó, nghiên cứu lần lượt thiết lập, tùy chỉnh các thông số cần thiết để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình trực tiếp trong công cụ SDSM.

Trong bước đánh giá mô hình, nghiên cứu ứng dụng đồng thời đồ thị Taylor với chỉ số thống kê có và không có thứ nguyên để xác định rõ khả năng ứng dụng mô hình cho bước xây dựng kịch bản BĐKH theo từng kịch bản phát thải khí nhà kính thấp (RCP 2.6), trung bình (RCP 4.5) và cao (RCP 8.5). Cuối cùng, nghiên cứu xác định giá trị chỉ số thống kê Delta để ghi nhận mức độ tăng/giảm của mỗi yếu tố khí hậu theo từng kịch bản trong các giai đoạn tương lai. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đề cập đến khía cạnh phân bố không gian cho các kết quả chi tiết hoá kịch bản BĐKH dựa trên tích hợp với những thuật toán nội suy không gian phổ biến như Ordinary Kriging và IDW (Inverse Distance Weighting).

2.2.5. Phương pháp mô phỏng hạn hán

Hạn hán là một trong những dạng thiên tai tự nhiên có liên hệ chặt chẽ với nguồn tài nguyên nước tại một khu vực nhất định, bao gồm nguồn nước đến (VD: lượng mưa, dòng chảy đến trên sông, hồ) và nguồn nước đi (VD: sử dụng nước cho sinh hoạt, nông nghiệp, dòng chảy đi, bốc thoát hơi tự nhiên). Bên cạnh đó, thiệt hại do hạn hán còn phụ thuộc nhiều vào từng đối tượng bị tác động. Có thể thấy hạn hán là một vấn đề phức tạp và mang tính đa chiều, vì vậy cần phải xác định hướng tiếp cận phù hợp trong nghiên cứu hạn hán. Hiện nay, phương pháp phân tích chỉ số được xem là một trong những cách tiếp cận phù hợp và khả thi để làm rõ những đặc điểm hạn hán tại một khu vực nhất định.

Tiến trình mô phỏng hạn hán tại tỉnh Gia Lai như sau: Cụ thể, bước đầu nghiên cứu thu thập và hoàn thiện cơ sở dữ liệu khí hậu bao gồm các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa quan trắc theo ngày trong các thập kỷ qua cũng như trong các kịch bản BĐKH. Bước tiếp theo nghiên cứu lần lượt xây

dựng chuỗi giá trị chỉ hạn khí tượng, cụ thể là 2 chỉ số phổ biến và hữu hiệu nhất hiện nay bao gồm chỉ số lượng mưa chuẩn hoá SPI (Standardized Precipitation Index) và chỉ số lượng mưa – bốc thoát hơi chuẩn hoá SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) theo các bước thời gian 3, 6, 9 và 12 tháng. Trên cơ sở đó, một số đặc điểm thay đổi quan trọng của vấn đề hạn khí tượng như cường độ, tần suất, sự kiện, giai đoạn và quy mô được phân tích, đánh giá chi tiết. Ngoài ra, tiến hành mô phỏng phân bố không gian cho một số đặc điểm hạn khí tượng dựa trên sử dụng những thuật toán nội suy không gian phổ biến như Ordinary Kriging và IDW (Inverse Distance Weighting).

Chỉ số SPI được xác định theo công thức sau:

$$SPI = (R - R_{tb}) / \sigma$$

Trong đó: R là lượng giáng thủy trong khoảng thời gian xác định (mm), R_{tb} là lượng giáng thủy trung bình trong khoảng thời gian xác định (mm), σ là độ lệch chuẩn (mm). R được giả thiết là có phân bố chuẩn nên SPI sẽ có phân bố chuẩn chuẩn hoá với trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1. Tuy nhiên, trên thực tế phân bố của R thường là không chuẩn mà xấp xỉ tốt với phân bố Gamma, do đó để tính SPI trước hết chuỗi số liệu R cần được xấp xỉ bởi hàm phân bố Gamma, sau đó biến đổi về phân bố chuẩn chuẩn hoá.

Chỉ số SPEI được xác định theo công thức sau:

$$SPEI = (D - D_{tb}) / \sigma$$

Trong đó: D là hiệu giữa lượng mưa và bốc thoát hơi tiềm năng trong khoảng thời gian xác định (mm), D_{tb} là giá trị trung bình của hiệu giữa lượng mưa và bốc thoát hơi tiềm năng trong khoảng thời gian xác định (mm), σ là độ lệch chuẩn (mm).

2.2.6. Phương pháp mô phỏng tiềm năng nước, xói mòn đất

SWAT là mô hình thủy văn bán phân phối, dựa trên quá trình vật lý và theo thời gian liên tục, được thiết kế để dự báo những ảnh hưởng của

thực hành quản lý sử dụng đất đến nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Mô hình là sự tập hợp những phép toán hồi quy để thể hiện mối quan hệ giữa giá trị thông số đầu vào và thông số đầu ra [64]. Các thành phần chính của mô hình bao gồm thời tiết, thủy văn, tính chất và nhiệt độ của đất, sinh trưởng cây trồng, dưỡng chất, thuốc bảo vệ thực vật, vi khuẩn, mầm bệnh, và quản lý đất đai [65].

Mô hình SWAT được dùng để mô phỏng tiềm năng nước và xói mòn đất cho các lưu vực trên địa bàn tỉnh Gia Lai. Từ bản đồ địa hình, sử dụng đất 2015, thổ nhưỡng đã chuẩn hóa theo GIS, cơ sở dữ liệu đất của FAO và số liệu khí tượng - thủy văn theo ngày (1980-2019), ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng, hiệu chỉnh, kiểm định lưu lượng dòng chảy, lưu lượng chất lơ lửng trong quá khứ (1990-2019) trên địa bàn tỉnh theo các lưu vực chính. Sau đó, nhập số liệu các kịch bản BĐKH (RCP 2.6, 4.5, 8.5; 2020s, 2050s, 2080s) vào mô hình SWAT đã hiệu chỉnh, kiểm định để mô phỏng tiềm năng nước, xói mòn đất cho các lưu vực trên địa bàn tỉnh dưới tác động của BĐKH đến cuối thế kỷ 21. Cuối cùng kết hợp với GIS, phân vùng, so sánh tiềm năng nước, xói mòn đất cho các lưu vực trên địa bàn tỉnh giữa các kịch bản.

2.2.7. Phương pháp đánh giá thích nghi tự nhiên cho nhóm cây trồng chủ lực

Tiến trình đánh giá thích nghi tự nhiên cho nhóm cây trồng chủ lực bao gồm 9 bước sau:

Bước 1: Thu thập dữ liệu bao gồm bản đồ địa hình, thổ nhưỡng; cơ sở dữ liệu GIS về khí tượng – thủy văn (1980–2019), số liệu BĐKH về nhiệt độ (trung bình, cực đại, cực tiểu), lượng mưa đến giữa (2041–2070) và cuối thế kỉ XXI (2071–2100) theo kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình (RCP 4.5) – kịch bản có nhiều khả năng xảy ra hơn so với các kịch bản RCP khác (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016), danh sách, yêu cầu sử

dụng đất của các loại cây trồng chủ lực.

Bước 2: Từ bản đồ địa hình, xây dựng mô hình độ cao số (DEM), tính toán – phân cấp – chuyển đổi sang vector – lập bản đồ độ dốc.

Bước 3: Từ bản đồ thổ nhưỡng, trích xuất – lập bản đồ loại đất, tầng dày, thành phần cơ giới.

Bước 4: Từ cơ sở dữ liệu khí tượng – thủy văn (1980 – 2019), nội suy – phân cấp – chuyển đổi sang vector – lập các bản đồ khí hậu hiện tại về nhiệt độ không khí, lượng mưa, độ ẩm không khí, số giờ nắng, mưa phùn, khô hạn.

Bước 5: Từ số liệu BĐKH giữa và cuối thế kỉ XXI theo kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình, nội suy – phân cấp – chuyển đổi sang vector – lập các bản đồ khí hậu tương lai về nhiệt độ không khí, lượng mưa, mưa phùn, khô hạn.

Bước 7: Chồng lớp giao nhau các bản đồ đất đai đơn tính hiện tại (độ dốc; loại đất, tầng dày, thành phần cơ giới; nhiệt độ không khí, lượng mưa, độ ẩm không khí, số giờ nắng, mưa phùn, khô hạn) cho ra bản đồ đơn vị đất đai hiện tại cho các loại cây trồng chủ lực.

Bước 8: Chồng lớp giao nhau bản đồ đơn vị đất đai hiện tại và các bản đồ đất đai đơn tính tương lai (nhiệt độ không khí, lượng mưa, mưa phùn, khô hạn đến giữa và cuối thế kỉ XXI theo kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình) cho ra bản đồ đơn vị đất đai tương lai cho các loại cây trồng chủ lực.

Bước 9: Từ bản đồ đơn vị đất đai hiện tại/ tương lai và yêu cầu sử dụng đất của các loại cây trồng chủ lực, phân cấp thích nghi tự nhiên cho từng tính chất đất đai theo hướng dẫn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2010). Sau đó, gán mức thích nghi tổng hợp theo phương pháp hạn chế lớn nhất của FAO cho từng đơn vị đất đai, cho ra bản đồ thích nghi tự nhiên hiện tại/ tương lai của các loại cây trồng chủ lực.

2.2.8. Phương pháp đánh giá hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường của nhóm cây trồng chủ lực

Hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường của các nhóm cây trồng chủ lực tại tỉnh Gia Lai được đánh giá thông qua việc thu thập các dữ liệu về tình hình phát triển kinh tế- xã hội, cơ sở hạ tầng, sản xuất nông nghiệp, thị trường nông sản, năng suất cây trồng, tiềm năng nước, xói mòn đất và phiếu điều tra nông hộ, phỏng vấn cán bộ quản lý địa phương. Hiệu quả kinh tế phản ánh mối tương quan giữa lượng kết quả đạt được và lượng chi phí bỏ ra trong hoạt động trồng trọt với các chỉ tiêu kinh tế bao gồm: giá trị sản xuất, giá trị gia tăng và hiệu quả sản xuất, được định lượng bằng tiền, quy đổi theo giá trị, đơn giá hiện hành (năm 2021). Các chỉ tiêu xã hội bao gồm: mức độ thu hút lao động (số công lao động cần thiết để sản xuất trên một đơn vị ha), khả năng tiêu thụ sản phẩm (khả năng xuất khẩu sản phẩm ra nước ngoài, tiêu thị trong nước và trong tỉnh; mức độ phù hợp thị hiếu của người tiêu dùng), mức độ tiếp cận vốn (Tỉ lệ % số hộ được hỏi về sự thuận lợi trong tiếp cận vốn để sản xuất nông nghiệp), mức độ tiếp cận kỹ thuật (Tỉ lệ % số hộ được hỏi về mức độ tiếp cận kỹ thuật sản xuất nông nghiệp). Hiệu quả môi trường thể hiện mức độ ảnh hưởng tốt hoặc xấu của các hoạt động trồng trọt tới môi trường với các chỉ tiêu môi trường bao gồm: lượng xói mòn đất (khả năng bảo vệ, hạn chế xói mòn đất của cây trồng), lượng nitrat thất thoát (khả năng duy trì ổn định hàm lượng chất dinh dưỡng trong đất của cây trồng).

2.2.9. Phương pháp dự báo thay đổi cơ cấu cây trồng cho nhóm cây trồng chủ lực

Tiến trình dự báo sử dụng đất đến năm 2035 tỉnh Gia Lai bao gồm các bước sau:

Từ các bản đồ sử dụng đất 2005, 2010, 2015, 2020, gom các thửa đất trong từng bản đồ thành 8 nhóm sử dụng đất: đất sản xuất nông nghiệp (SXN), đất rừng đặc dụng (RDD), đất rừng phòng hộ (RPH), đất rừng sản

xuất (RSX), đất ở (OTC), đất chuyên dùng (CDG), đất sông suối và mặt nước chuyên dùng (SMN), đất chưa sử dụng (CSD).

Các nhóm sử dụng đất được thống kê diện tích, tỉ lệ tương ứng với từng thời điểm 2005, 2010, 2015, 2020. Sau đó, thống kê thay đổi về diện tích, tỉ lệ sử dụng đất trong các giai đoạn 2005-2010, 2010-2015, 2015-2020.

Chồng lớp từng cặp bản đồ sử dụng 2005-2010, 2010-2015, 2015-2020 theo thuật toán Giao, cho ra dữ liệu thay đổi sử dụng đất của từng giai đoạn tương ứng.

Dựa trên dữ liệu thay đổi sử dụng đất giai đoạn 2005-2010, 2010-2015, 2015-2020, thành lập bản đồ, ma trận chuyển đổi sử dụng đất của từng nhóm sử dụng đất cho từng giai đoạn tương ứng.

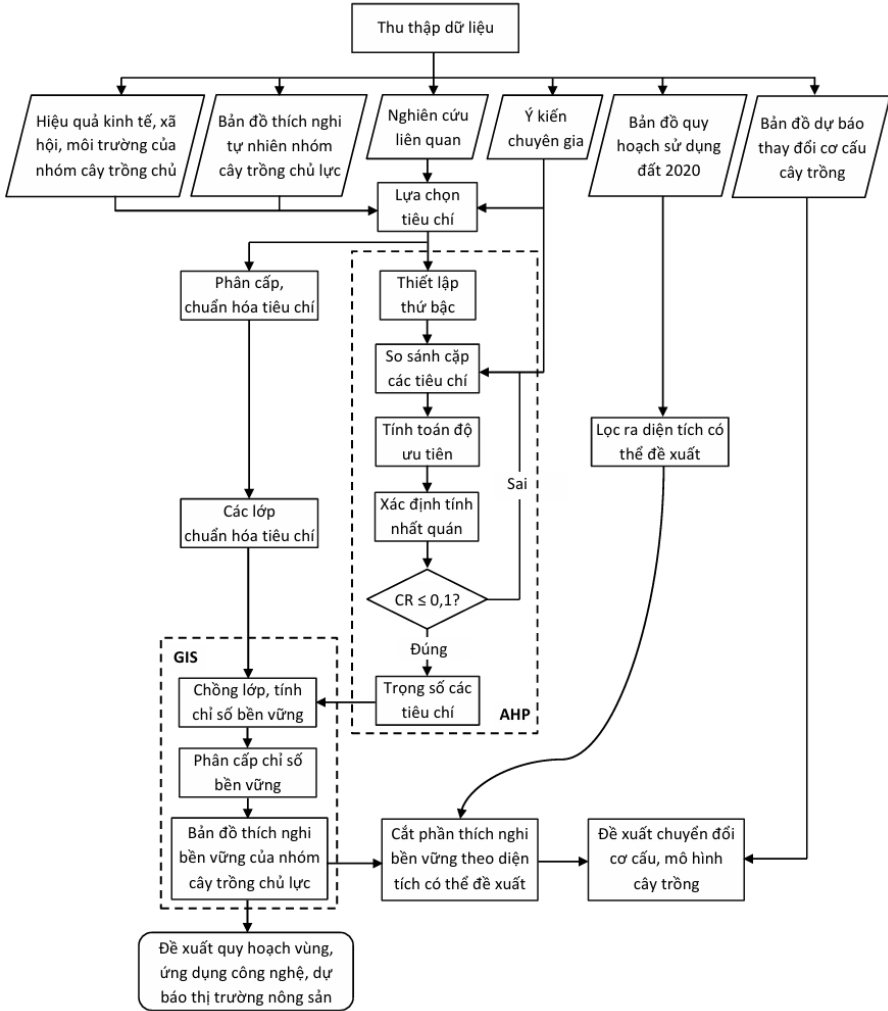
Từ diện tích các nhóm sử dụng đất năm 2020 và ma trận tỉ lệ chuyển đổi sử dụng đất giai đoạn 2015 – 2020, áp dụng chuỗi Markov để dự báo sự thay đổi các nhóm sử dụng đất đến năm 2035.

2.2.10. Phương pháp mô phỏng, dự báo năng suất của nhóm cây trồng chủ lực

Mô hình SWAT được dùng để mô phỏng, dự báo năng suất của nhóm cây trồng chủ lực trên địa bàn tỉnh Gia Lai. Từ mô hình SWAT đã hiệu chỉnh, kiểm định lưu lượng dòng chảy, lưu lượng chất lơ lửng, tiến hành mô phỏng, hiệu chỉnh, kiểm định năng suất cây trồng trong quá khứ (2015-2019). Sau đó, nhập số liệu các kịch bản BĐKH (RCP 2.6, 4.5, 8.5; 2020s, 2050s, 2080s) vào mô hình SWAT đã hiệu chỉnh, kiểm định để dự báo năng suất cây trồng dưới tác động của BĐKH đến cuối thế kỷ 21. Cuối cùng kết hợp với GIS, phân vùng, so sánh năng suất cây trồng trên địa bàn tỉnh giữa các kịch bản.

2.2.11. Phương pháp đề xuất giải pháp phát triển bền vững cây trồng

Trên cơ sở quy trình đánh giá đất đai bền vững của FAO, đề tài tiến hành đề xuất sử dụng đất nông nghiệp bền vững cho các loại hình sử dụng đất nông nghiệp trên khu vực nghiên cứu.



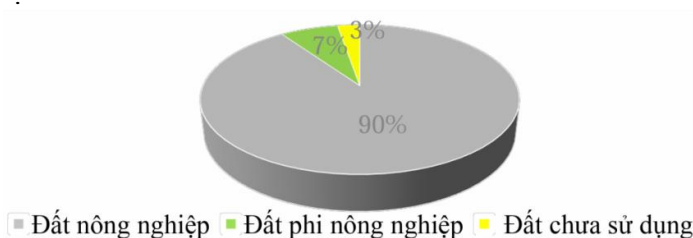
Hình 2.14. Tiến trình đề xuất giải pháp phát triển bền vững cây trồng

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sản xuất nông nghiệp tại tỉnh Gia Lai

3.1.1. Hiện trạng sử dụng đất tỉnh Gia Lai

Hiện trạng sử dụng đất tỉnh Gia Lai theo kết quả kiểm kê năm 2020 cho thấy cơ cấu đất nông nghiệp chiếm tỷ lệ lớn nhất với 90,31% tổng diện tích tự nhiên. Tiếp đến là đất phi nông nghiệp với 7,00% tổng diện tích tự nhiên và cuối cùng là đất chưa sử dụng với 2,69% tổng diện tích tự nhiên. Trong đất nông nghiệp, diện tích đất dùng sản xuất nông nghiệp chiếm đến 59% tổng diện tích đất.



Hình 3.1. Biểu đồ thể hiện cơ cấu sử dụng các loại đất năm 2020 tỉnh Gia Lai

3.1.2. Các loại hình cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai

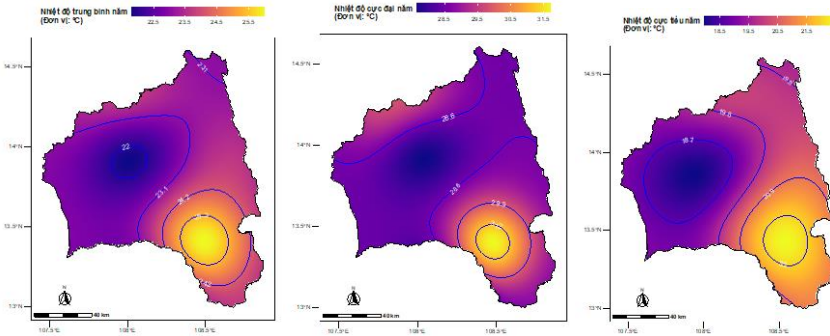
Trong năm 2020, tiếp tục triển khai kế hoạch hành động thực hiện Đề án tái cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu, gắn tái cơ cấu ngành với đẩy mạnh thực hiện chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới. Tỉnh Gia Lai tập trung chỉ đạo tái cơ cấu cây trồng tập trung vào nhóm cây chủ lực phù hợp với thế mạnh của địa phương gắn với nhu cầu thị trường và thích ứng với biến đổi khí hậu. Tổng diện tích gieo trồng năm 2020 đạt 549.368 ha trong đó:

- Diện tích cây hàng năm 309.252 ha, chiếm 56,29%.
- Diện tích cây công nghiệp dài ngày 220.954 ha, chiếm 40,22%.
- Diện tích cây ăn quả 18.180 ha, chiếm 3,31%.
- Diện tích cây dược liệu, lâu năm khác: 982 ha, chiếm 0,18%.

3.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến cây trồng chủ lực tại tỉnh Gia Lai

3.2.1. Đặc điểm khí hậu tỉnh Gia Lai

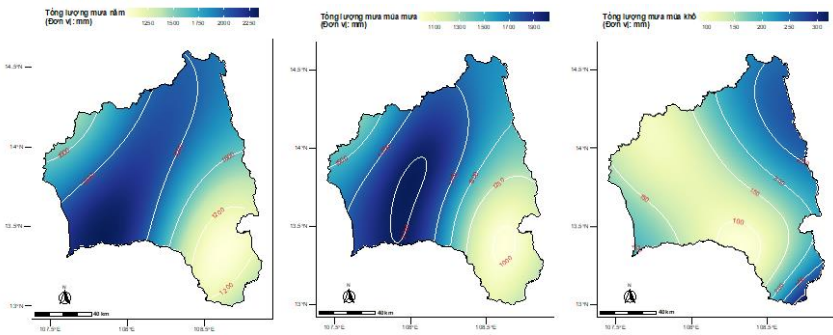
Về sự phân bố giá trị trung bình nhiều năm cho các yếu tố nhiệt độ, kết quả phân tích cho thấy các yếu tố nhiệt độ có sự phân bố không đồng nhất trên phạm vi toàn tỉnh Gia Lai. Về cường độ, giá trị trung bình nhiều năm đối với nhiệt độ trung bình năm có khoảng biến thiên dao động chủ yếu từ 22–26°C; trong khi đó, khoảng biến thiên đối với nhiệt độ cực đại năm chủ yếu từ 28–31°C và đối với nhiệt độ cực tiểu năm chủ yếu từ 18–22°C.



Hình 3.3 Bản đồ giá trị trung bình nhiều năm cho nhiệt độ trung bình, cực đại và cực tiểu năm tại tỉnh Gia Lai

Về sự phân bố giá trị trung bình nhiều năm cho tổng lượng mưa, kết quả phân tích cho thấy tổng lượng mưa có sự phân bố không đồng nhất trên phạm vi toàn tỉnh Gia Lai. Về cường độ, giá trị trung bình nhiều năm đối với tổng lượng mưa năm có khoảng biến thiên dao động chủ yếu từ 1200–2200 mm; tương tự, giá trị này biến thiên trong khoảng từ 1000–1900 mm trong mùa mưa, và khoảng từ 100–300 mm trong mùa khô. Cụ thể, khu vực phía đông nam tỉnh Gia Lai bao gồm các huyện/thị xã Krông Pa, Ayun Pa, Ia Pa và một phần Kông Chro được đánh giá là vùng có tổng lượng mưa

mùa mưa và tổng lượng mưa cả năm thấp nhất, với khoảng giá trị trung bình nhiều năm lần lượt chủ yếu từ 1000–1300 mm và 1200–1500 mm. Trong khi đó, khu vực phía bắc (bao gồm các thành phố Pleiku, huyện Đăk Đoa và một phần Mang Yang) và phía nam, tây nam (bao gồm huyện Chư Prông và phần lớn huyện Chư Puh, Chư Sê) tỉnh Gia Lai được đánh giá là vùng có tổng lượng mưa mùa mưa và tổng lượng mưa cả năm cao nhất, với khoảng giá trị trung bình nhiều năm lần lượt cao hơn 1800 mm và cao hơn 2000 mm.



Hình 3.5 Bản đồ giá trị trung bình nhiều năm cho tổng lượng mưa năm và hai mùa tại tỉnh Gia Lai

3.2.2. Kịch bản thay đổi nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Gia Lai

Đối với yếu tố nhiệt độ trung bình năm, trong giai đoạn đầu thế kỷ 21 (2011–2040), kết quả phân tích cho thấy khoảng biến thiên giá trị nội suy tương đối giống nhau giữa các kịch bản phát thải RCP2.6, 4.5 và 8.5, chủ yếu từ 22.5–26.0°C. Đến những năm 2050s (2041–2070), kết quả nội suy ghi nhận nhiệt độ trung bình năm tăng dần trên phần lớn khu vực tỉnh Gia Lai, và ghi nhận cao nhất có thể đạt gần 29°C trong kịch bản RCP4.5 và 8.5 tại khu vực phía đông nam tỉnh. Đến cuối thế kỷ 21 (2071–2100), phần lớn diện tích tại tỉnh Gia Lai có nhiệt độ trung bình năm cao hơn 24°C, và khu vực nhiệt độ trung bình năm cao gần 29°C cũng mở rộng hơn, đặc biệt là trong kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

Đối với yếu tố nhiệt độ cực đại năm, khoảng biến thiên giá trị nội suy

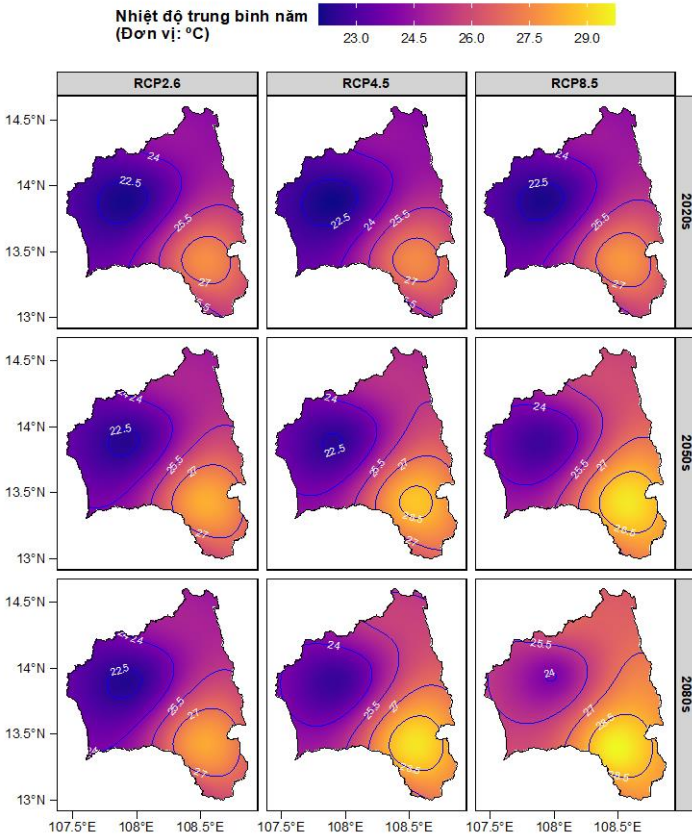
trong các kịch bản tương đối đồng nhất về mặt không gian hơn so với nhiệt độ trung bình năm. Cụ thể, kết quả phân tích cho thấy giá trị nội suy chủ yếu từ 29.5–30.3°C trong giai đoạn đầu của thế kỷ 21 (2020s), và dao động trong khoảng từ 30–32°C trong giai đoạn những năm 2050s (2041–2070). Trong khi đó, đến cuối thế kỷ 21 trong những năm 2071–2100 (2080s), kết quả nội suy cho thấy có sự khác biệt rõ giữa các kịch bản RCP2.6, 4.5 và 8.5, và giá trị nội suy của nhiệt độ cực đại năm trong kịch bản RCP8.5 vào giai đoạn 2080s cũng cao hơn nhiều so với các kịch bản còn lại, có thể đạt đến 33°C.

Đối với yếu tố nhiệt độ cực tiểu năm, kết quả nội suy không gian cho thấy có khuynh hướng gia tăng nền nhiệt dần theo hướng từ tây, tây bắc sang hướng đông nam của tỉnh Gia Lai trong các kịch bản. Ngoài ra, kết quả nội suy cho nhiệt độ cực tiểu năm cũng thể hiện rõ khoảng giá trị tăng dần từ kịch bản thấp, trung bình đến cao, và từ những năm 2020s, 2050s đến 2080s. Cụ thể, trong những năm đầu của thế kỷ 21 (2011–2040), nhiệt độ cực tiểu năm tại tỉnh Gia Lai dao động chủ yếu từ 19–22°C. Trong giai đoạn những năm 2050s (2041–2070), nhiệt độ cực tiểu cũng ghi nhận có giá trị nội suy chủ yếu trong khoảng 19–22°C, nhưng có khuynh hướng mở rộng diện tích cho nhóm giá trị cao hơn, đặc biệt là đối với kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Đến cuối thế kỷ 21 (2071–2100), phần lớn các khu vực tỉnh Gia Lai có nhiệt độ cực tiểu năm trong khoảng từ 20–23°C, và đặc biệt là kịch bản RCP8.5 trong giai đoạn 2080s có giá trị nhiệt độ cực tiểu năm đa phần cao hơn 21°C và có vùng đạt gần 23°C.

Trong những năm đầu của thế kỷ 21 (2011–2040), tổng lượng mưa năm tại tỉnh Gia Lai có cường độ tương đối giống nhau trong các kịch bản RCP2.6, 4.5 và 8.5, với kết quả nội suy có khoảng biến thiên chủ yếu từ 1300–1900 mm. Tương tự, tổng lượng mưa trong mùa mưa có khoảng giá trị chủ yếu từ 1100–1700 mm. Trong mùa khô, kết quả nội suy không gian cũng cho thấy cường độ mưa tương đối giống nhau giữa các kịch bản, với

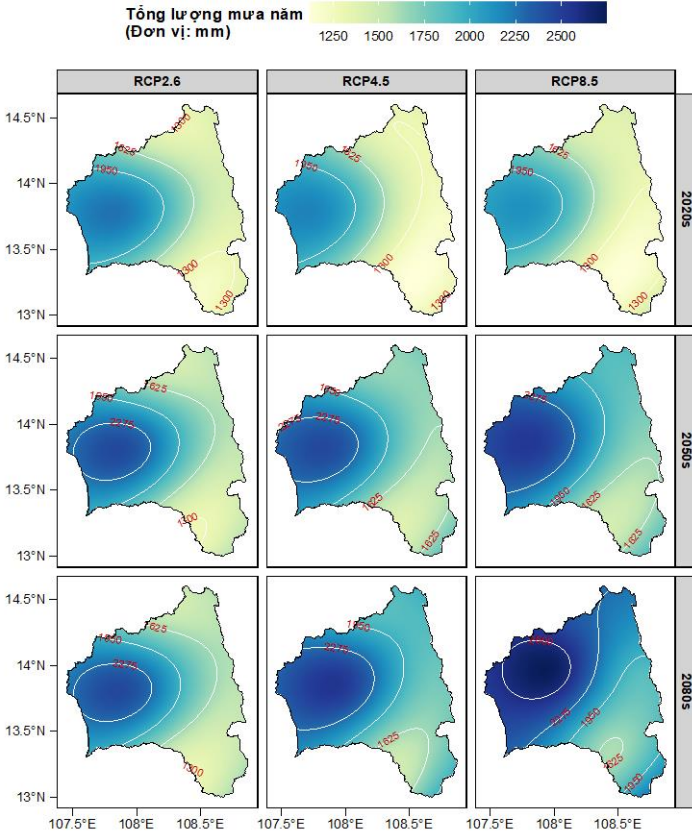
cường độ trong khoảng 90–180 mm.

Đến những năm 2050s (2041–2070), tổng lượng mưa có khuynh hướng tăng lên trong các kịch bản. Cụ thể, tổng lượng mưa năm có cường độ chủ yếu từ 1600–2200 mm, và khu vực có mưa nhiều cũng mở rộng hơn trong kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 so với kịch bản RCP2.6. Tương tự, tổng lượng mưa trong mùa mưa có giá trị nội suy dao động chủ yếu trong khoảng 1300–2000 mm. Trong khi đó, lượng mưa trong mùa khô thay đổi không đáng kể, với khoảng giá trị nội suy không gian chủ yếu từ 130–180 mm.



(Ghi chú: 2020s: 2011 – 2040 | 2050s: 2041 – 2070 | 2080s: 2071 – 2100)

Hình 3.8 Bản đồ phân bố không gian cho kịch bản BĐKH đối với nhiệt độ trung bình năm trên tỉnh Gia Lai



(Ghi chú: 2020s: 2011 – 2040 | 2050s: 2041 – 2070 | 2080s: 2071 – 2100)

Hình 3.9 Bản đồ phân bố không gian cho kịch bản BĐKH đối với tổng lượng mưa năm trên tỉnh Gia Lai

3.3. Đánh giá bền vững đất đai trong điều kiện BĐKH

Giá định với mức thích nghi tự nhiên cao, hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường và tính bền vững của các loại cây trồng trong điều kiện BĐKH được tổng hợp như Bảng 3.76. Theo đó đến giữa và cuối thế kỉ XXI, lúa và ngô thuộc nhóm cây lương thực có mức bền vững lần lượt là thấp, trung bình. Trong nhóm cây công nghiệp dài ngày, hồ tiêu có mức bền vững rất

cao, sau đó là cà phê, cao su với mức cao, cuối cùng là điều với mức thấp đến giữa và cuối thế kỉ XXI. Nhóm rau, củ, quả có mức bền vững cao. Trong nhóm cây công nghiệp ngắn ngày, sắn có mức bền vững cao đến giữa và cuối thế kỉ XXI, trong khi mía có mức bền vững trung bình đến giữa thế kỉ XXI và giảm xuống thấp đến cuối thế kỉ XXI. Nhóm cây ăn quả phần lớn có mức bền vững rất cao như sầu riêng, mít; ngoại trừ bơ ở mức cao đến giữa và cuối thế kỉ XXI. Riêng xoài ở mức trung bình đến giữa thế kỉ XXI và giảm xuống thấp đến cuối thế kỉ XXI.

Bảng 3.76. Diện tích thích nghi đất nông nghiệp bền vững tương lai của tỉnh Gia Lai (ha)

STT	Phân cấp bền vững	Cây lương thực	Cây công nghiệp ngắn ngày	Cây công nghiệp ngắn ngày	Cây ăn quả	Rau, củ, quả
Giữa thế kỉ XXI						
1	Cao	-	-	-		17.992,16
2	Trung bình	345,75	300.619,62	907.345,89	1.188.551,87	1.517.448,43
3	Thấp	1.535.094,83	1.234.820,96	628.094,70	346.792,89	-
4	N tự nhiên	-	-	-	95,83	-
5	Mặt nước	18.251,41	18.251,41	18.251,41	18.251,41	18.251,41
Tổng diện tích		1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00
Cuối thế kỉ XXI						
1	Cao	-	-	-		18.095,64
2	Trung bình	-	65.772,02	-	1.183.401,70	1.517.344,95
3	Thấp	1.535.440,59	1.469.668,56	1.535.440,59	351.943,06	-
4	N tự nhiên	-	-	-	95,83	-
5	Mặt nước	18.251,41	18.251,41	18.251,41	18.251,41	18.251,41
Tổng diện tích		1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00	1.553.692,00

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Luận án đã thực hiện đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến cây trồng chủ lực theo mục tiêu đề ra, cụ thể:

(1) Đã tổng quan được các nghiên cứu về biến đổi khí hậu. Đặc điểm khí hậu về mức độ dao động, sự biến thiên và xu thế biến đổi theo không gian và thời gian tại một khu vực nhất định có vai trò quan trọng trong công tác lồng ghép yếu tố khí hậu và tác động của biến đổi khí hậu đến các ngành, lĩnh vực kinh tế xã hội tại địa phương. Cơ sở dữ liệu khí hậu, khí tượng thủy văn trong quá khứ (số liệu quan trắc) và trong giai đoạn tương lai (số liệu kịch bản) đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu đánh giá tác động và đề xuất giải pháp cho các vấn đề liên quan đến biến đổi khí hậu.

(2) Luận án đã đề xuất khung phương pháp nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến cây trồng chủ lực tỉnh Gia Lai. Qua đó, đã xây dựng được bộ bản đồ số về địa hình, thổ nhưỡng, hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất tỉnh Gia Lai; Xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) về khí tượng – thủy văn và thị trường nông sản; Xây dựng bộ số liệu dự báo thị trường nông sản của 5 nhóm cây trồng chủ lực; Xây dựng bộ bản đồ số về biến đổi khí hậu.

(3) Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến cây trồng chủ lực:

- Kết quả đánh giá thích nghi tự nhiên cho thấy tác động của BĐKH đến các loại cây trồng khác nhau là không giống nhau. BĐKH làm suy giảm mức độ thích nghi của cây lúa nước, ngô vụ mùa, cà phê chè, cao su, tiêu, bơ và sầu riêng nhưng lại làm gia tăng mức độ thích nghi của cây ngô vụ Đông Xuân, cà phê vối, điều, mía, sắn, xoài, mít, rau ăn lá.

- Đánh giá thích nghi bền vững cho các nhóm cây trồng chủ lực cho thấy hiện tại nhóm cây lương thực và cây công nghiệp ngắn ngày có tính bền vững thấp; Cây công nghiệp dài ngày phần lớn ở mức bền vững thấp (73%); Cây ăn quả phần lớn diện tích ở mức bền vững trung bình (74%); Nhóm rau, củ, quả có tính bền vững trung bình.

- Tuy nhiên, dưới tác động của BĐKH, nhóm cây lương thực và cây công nghiệp ngắn ngày có tính bền vững trung bình và thấp đến giữa thế kỉ XXI nhưng giảm xuống mức thấp đến cuối thế kỉ XXI. Đối với cây công nghiệp dài ngày, phần lớn diện tích ở mức bền vững thấp vào giữa thế kỉ XXI và tiếp tục mở rộng đến cuối thế kỉ XXI. Đối với cây ăn quả, phần lớn diện tích ở mức bền vững trung bình vào giữa thế kỉ XXI nhưng tiếp tục thu hẹp đến cuối thế kỉ XXI, kéo theo sự gia tăng mức bền vững thấp. Nhóm rau, củ, quả phần lớn có mức bền vững trung bình nhưng thu hẹp đến cuối thế kỉ XXI, ngược lại với phần diện tích có mức bền vững cao.

(4) Giải pháp phát triển bền vững cây trồng tại tỉnh Gia Lai

- Quy hoạch vùng sản xuất: Đối với từng loại cây trồng cụ thể, luận án đã đề xuất các khu vực, vùng trồng có điều kiện môi trường, tự nhiên, kinh tế tối ưu nhất để hình thành vùng sản xuất, nhằm nâng cao năng suất và phát triển nông nghiệp bền vững.

- Chuyển đổi cơ cấu và mô hình cây trồng: Dựa trên diện tích đề xuất sử dụng đất bền vững hiện tại và trong điều kiện BĐKH, luận án đã đề xuất cơ cấu cây trồng chủ lực cho 5 nhóm cây chủ lực tại từng huyện, thị xã, thành phố sao cho có hiệu quả, phù hợp với các điều kiện lập địa trong từng vùng sản xuất của tỉnh, theo kịch bản biến đổi khí hậu và thị trường.

2. Kiến nghị

Cần tích hợp dữ liệu hiện trạng, quy hoạch thủy lợi trong đánh giá thích nghi tự nhiên cho các nhóm cây trồng chủ lực (cây lương thực, cây công nghiệp dài ngày, cây công nghiệp ngắn ngày, cây ăn quả và rau, củ, quả) để đánh giá hiệu quả của hoạt động quản lý, quy hoạch tài nguyên nước đến tiềm năng sản xuất nông nghiệp trong ngắn hạn, trung hạn và dài hạn.

Do khả năng tiếp cận dữ liệu hạn chế nên kết quả dự báo thị trường nông sản đến cuối thế kỉ XXI chỉ dựa trên chuỗi số liệu giá cả các loại nông sản tại Việt Nam trong giai đoạn 2005 – 2018, chưa xem xét biến động giá cả, tình hình cung cầu trên thế giới.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

Tạp chí nước ngoài

- 1) Phan Thi Ha, Dang Nguyen Dong Phuong, Le Minh Hai, Nguyen Thi Huyen, Nguyen Ngoc Thuy, Nguyen Phu Hoa and Nguyen Kim Loi. (2021). Overall and Partial Trend Identification of High Resolution Gridded Rainfall Data over Vietnam by Applying Innovative-Şen Trend Analysis (ITA) Method, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci* 652 012022. DOI 10.1088/1755-1315/652/1/012022
- 2) Dang Nguyen Dong Phuong, Le Minh Hai, Ho Minh Dung, Nguyen Kim Loi. (2022) Temporal Trend Possibilities of Annual Rainfall and Standardized Precipitation Index in the Central Highlands, Vietnam. *Earth Syst Environ* 6, 69–85. DOI <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00211-y>; IF=7.2. (Q1, Scopus).
- 3) Phan Thi Ha, Le Minh Hai, Nguyen Duy Liem, Nguyen Le Tan Dat, Nguyen Thi Huyen, Nguyen Ngoc Thuy, Nguyen Kim Loi. (2023). Analyzing the relationship between meteorological changes and evapotranspiration trends in Gia Lai province, Central Highlands of Vietnam. *Journal of Water and Climate Change* 2023; Vol 15 No 2, 554-568, jwc2023485. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2023.485> (Q2, Scopus).
- 4) Le Minh Hai, Ho Minh Dung, Vo Ngoc Quynh Tram, Phan Thi Ha, Nguyen Thi Huyen, Le Hoang Tu. (2024). Assessing impact of climate change on surface water resources: A case study in Ba River watershed, Vietnam. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*1345 012025. DOI:10.1088/1755-1315/1345/1/012025
- 5) Le Minh Hai, Phan Thi Ha, Dang Nguyen Dong Phuong, Nguyen Thi Hong, Nguyen Duy Liem, Ho Minh Dung. (2024). Evaluating Trends of Temperature Index in Gia Lai Province based on IITA and IPTA Approachs under Climate Change. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1345 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/1345/1/012016

Tạp chí trong nước

- 1) Lê Minh Hải, Lê Hoàng Tú, Hồ Minh Dũng, Nguyễn Thành Nghĩa, Phan Thị Hà, Đặng Nguyễn Đông Phương, Nguyễn Kim Lợi, Nguyễn Thị Huyền. (2021). Tích hợp GIS và chuỗi Markov trong phân tích động thái thay đổi sử dụng đất: Trường hợp nghiên cứu tại thượng nguồn lưu vực sông Ba, tỉnh Gia Lai. *Tạp Chí Nông nghiệp Và Phát triển* 20(4), Tr. 69-77. DOI: [10.52997/jad.8.04.2021](https://doi.org/10.52997/jad.8.04.2021)
- 2) Lê Hoàng Tú, Nguyễn Thị Huyền, Phan Thị Hà, Đặng Nguyễn Đông Phương, Nguyễn Thành Nghĩa, Lê Minh Hải, Nguyễn Duy Liêm, Hoàng Hà Anh, Phạm Gia Diệp, Nguyễn Kim Lợi. (2022). Ứng dụng mô hình SWAT phục vụ phân vùng tài nguyên nước mặt và xói mòn đất tại tỉnh Gia Lai. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2021, Số 732, Tr. 13-27. DOI: 10.36335/VNJHM.2021(732).13-27