ĐẠI HỌC HUẾ
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

**LÊ NGỌC HÀNH**

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

**Ngành: Địa lý tự nhiên**
**Mã số: 9440217**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ NGÀNH ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

Huế, 2026

ĐẠI HỌC HUẾ
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

**LÊ NGỌC HÀNH**

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Ngành: **Địa lý tự nhiên**

Mã số: **9440217**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ NGÀNH ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

**Người hướng dẫn:**
**PGS. TS. NGUYỄN HOÀNG SƠN**
**TS. LÊ PHÚC CHI LĂNG**

Huế, 2026

# MỤC LỤC

Trang

**MỞ ĐẦU ..... 1**
1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA LUẬN ÁN ..... 1
2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN ..... 1
2.1.1. Mục tiêu chung ..... 1
2.1.2. Mục tiêu cụ thể ..... 1
3. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU ..... 1
4. NỘI DUNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU ..... 2
4.1. Nội dung nghiên cứu ..... 2
4.2. Phạm vi nghiên cứu ..... 2
5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN ..2
5.1. Ý nghĩa khoa học ..... 2
5.2. Ý nghĩa thực tiễn ..... 3
6. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN ..... 3
7. LUẬN ĐIỂM BẢO VỆ CỦA LUẬN ÁN ..... 3
8. CƠ SỞ TÀI LIỆU ..... 3
**CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN VỀ CÁC TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT ..... 4**
1.1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT ..... 4
1.1.1. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt trên thế giới ..... 4
1.1.2. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở Việt Nam ..... 4
1.1.3. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở thành phố Đà Nẵng và huyện Hòa Vang ..... 4
1.1.4. Xác định khoảng trống nghiên cứu ..... 5
1.2. CƠ SỞ LÝ LUẬN LIÊN QUAN ĐẾN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU ..... 5
1.2.1. Cơ sở lý luận liên quan đến thủy tai ..... 5
1.2.2. Cơ sở lý luận liên quan đến ngành trồng trọt ..... 5
1.2.3. Cơ sở lý luận về tác động của thủy tai đến trồng trọt ....6

1.3. CƠ SỞ THỰC TIỄN CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.... 6
1.3.1. Tình hình và tác động của ngập lụt đến ngành trồng trọt trên thế giới ..... 6
1.3.2. Tình hình và tác động của ngập lụt đến ngành trồng trọt ở Việt Nam ..... 6
1.3.3. Tình hình và tác động của hạn hán đến ngành trồng trọt trên thế giới ..... 6
1.3.4. Tình hình và tác động của hạn hán đến ngành trồng trọt ở Việt Nam ..... 6
1.4. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG. 7
1.4.1. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng thủy tai ở huyện Hòa Vang ..... 7
1.4.2. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng và biến động sử dụng đất trồng trọt ở huyện Hòa Vang ..... 7
1.4.3. Phương pháp phân vùng nguy cơ và đánh giá tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang..... 8
1.5. QUY TRÌNH NGHIÊN CỨU CHUNG CỦA LUẬN ÁN .... 9
**CHƯƠNG 2: HIỆN TRẠNG THỦY TAI VÀ NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG .....10**
2.1. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN THỦY TAI VÀ NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG ..... 10
2.1.1. Các yếu tố tự nhiên..... 10
2.1.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội ..... 11
2.2. HIỆN TRẠNG VÀ BIẾN ĐỘNG NGẬP LỤT Ở HUYỆN HÒA VANG ..... 12
2.2.1. Khái quát về tình hình ngập lụt và ảnh hưởng đến sản xuất trồng trọt ở huyện Hòa Vang..... 12
2.2.2. Thành lập các bản đồ ngập lụt ở huyện Hòa Vang giai đoạn 2015 - 2024 bằng ảnh viễn thám radar..... 12
2.2.3. Đánh giá độ chính xác của các kết quả ngập lụt..... 12
2.2.4. Kết quả đánh giá biến động không gian ngập lụt ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng trên nền GIS ..... 12

2.3. HIỆN TRẠNG HẠN HÁN Ở HUYỆN HÒA VANG .. 12
2.3.1. Khái quát tình hình hạn hán ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng ..... 12
2.3.2. Đánh giá hạn nông nghiệp ở huyện Hòa Vang..... 13
2.3.3. Đánh giá hạn khí tượng tại huyện Hòa Vang ..... 13
2.4. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG ..... 13
2.4.1. Hiện trạng ngành trồng trọt huyện Hòa Vang ..... 13
2.4.2. Phân tích biến động sử dụng đất trồng trọt giai đoạn 2015 - 2024 ở huyện Hòa Vang ..... 14
**CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT, ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG Ở HUYỆN HÒA VANG ..... 15**
3.1. PHÂN VÙNG TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI Ở HUYỆN HÒA VANG ..... 15
3.1.1. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt ..... 15
3.1.2. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ hạn hán kết hợp giữa hạn khí tượng và hạn nông nghiệp..... 16
3.1.3. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ thủy tai ..... 16
3.2. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG THỦY TAI ĐỐI VỚI NGÀNH TRỒNG TRỌT ..... 16
3.2.1. Đánh giá tác động của thủy tai đến không gian sản xuất của ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang..... 16
3.2.2. Đánh giá tác động của thủy tai đến hạ tầng ngành trồng trọt ..... 17
3.2.3. Đánh giá tác động của thủy tai đến lịch mùa vụ..... 17
3.3. DỰ BÁO ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TAI ĐẾN ĐẤT TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG ..... 17
3.3.1. Dự báo ảnh hưởng của ngập lụt đến đất trồng trọt....17
3.3.2. Dự báo ảnh hưởng của hạn hán đến đất trồng trọt . 18
3.3.3. Dự báo tác động tổng hợp của thủy tai đến đất trồng trọt ..... 19
3.4. ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN NGÀNH

TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG THÍCH ỨNG VỚI THỦY TAI TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU .... 21
3.5. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG THÍCH ỨNG VỚI THỦY TAI TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ..... 21
3.5.1. Giải pháp công trình ..... 21
3.5.2. Giải pháp phi công trình ..... 21
**KẾT LUẬN ..... 23**
**DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ**

# MỞ ĐẦU

## 1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA LUẬN ÁN

Biến đổi khí hậu đang làm gia tăng mức độ khốc liệt của các thủy tai, gây tổn thất nặng nề trên toàn cầu. Trồng trọt là ngành chịu ảnh hưởng nghiêm trọng nhất do phụ thuộc trực tiếp vào thời tiết, điển hình là thiệt hại 108 tỷ USD của nông nghiệp thế giới giai đoạn 2008 - 2018.

Tại Việt Nam, ngành trồng trọt rất dễ bị tổn thương khi có tới 60% diện tích và 70% dân số nằm trong vùng nguy cơ thủy tai [58]. Riêng tại huyện Hòa Vang (TP Đà Nẵng), tính nhạy cảm càng cao khi khu vực này thường xuyên đối mặt với ngập lụt vào mùa mưa và hạn hán vào mùa khô, đe dọa trực tiếp đến sản xuất.

Xuất phát từ thực tiễn trên, việc thực hiện đề tài *"Đánh giá tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng"* mang ý nghĩa cấp thiết. Nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học vững chắc giúp địa phương hoạch định chính sách thích ứng, đảm bảo phát triển trồng trọt bền vững.

## 2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN

### *2.1.1. Mục tiêu chung*

Xác lập cơ sở khoa học phục vụ đánh giá tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang, TP Đà Nẵng trên cơ sở ứng dụng các công nghệ mới, làm nền tảng đề xuất định hướng phát triển ngành theo hướng thích ứng và bền vững.

### *2.1.2. Mục tiêu cụ thể*

- Xây dựng hệ thống luận cứ khoa học cho việc đánh giá tác động của thủy tai đối với ngành trồng trọt tại huyện Hòa Vang.
- Thành lập bản đồ nguy cơ thủy tai và đánh giá tác động của nó đến không gian sản xuất trồng trọt (SXTT).
- Đề xuất các định hướng, giải pháp phát triển ngành trồng trọt theo hướng bền vững nhằm giảm thiểu rủi ro do thủy tai.

## 3. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu của luận án là các hiện tượng thủy tai chính, bao gồm ngập lụt và hạn hán, cùng với không gian sản

xuất của ngành trồng trọt trên địa bàn huyện Hòa Vang.

## 4. NỘI DUNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

### *4.1. Nội dung nghiên cứu*

Luận án tổng quan lý luận về tác động của thủy tai đến SXTT. Trên cơ sở phân tích điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội Hòa Vang, nghiên cứu lập bản đồ ngập lụt, hạn hán nhằm đánh giá định lượng và nhận diện các khu vực, đối tượng chịu ảnh hưởng trực tiếp. Từ kết quả phân vùng rủi ro, luận án đề xuất định hướng phát triển và các nhóm giải pháp thích ứng an toàn trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

### *4.2. Phạm vi nghiên cứu*

*4.2.1. Về không gian*

Luận án nghiên cứu trên toàn bộ huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

*4.2.2. Về thời gian*

Những dữ liệu chính về thủy tai và ngành trồng trọt được thu thập trong giai đoạn 2015 - 2024 ở khu vực nghiên cứu.

*4.2.3. Về nội dung*

Trong các loại thủy tai, luận án tập trung vào ngập lụt và hạn hán do chúng gây thiệt hại nghiêm trọng nhất cho ngành trồng trọt của huyện. Phạm vi nghiên cứu giới hạn ở việc đánh giá tác động của hai thủy tai này lên không gian sản xuất, gồm ba nhóm đất theo quy định của Bộ TN&MT [5]: đất trồng lúa (LUA), đất cây hằng năm khác (HNK) và đất cây lâu năm (CLN). Ngoài ra, nghiên cứu cũng phân tích ảnh hưởng của ngập lụt đến giao thông nội đồng (GTNĐ) và lịch thời vụ của các cây trồng hằng năm chính.

## 5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

### *5.1. Ý nghĩa khoa học*

Luận án góp phần hoàn thiện phương pháp luận đánh giá rủi ro thiên tai chi tiết qua việc chứng minh ưu thế của học máy (Boosting, Stacking) so với thống kê hai biến trong lập bản đồ ngập lụt. Đồng thời, nghiên cứu xây dựng khung phân tích tích hợp mới giữa dữ liệu viễn thám (VHI) và lượng mưa (SPI) nhằm đánh giá toàn diện hạn nông nghiệp, khí tượng; có thể mở rộng

ứng dụng cho các vùng sinh thái tương đồng.

***5.2. Ý nghĩa thực tiễn***

Nghiên cứu xây dựng bộ dữ liệu và hệ thống bản đồ rủi ro ngập lụt, hạn hán cho ngành trồng trọt Hòa Vang. Dựa trên phân vùng này, các giải pháp công trình và phi công trình thực tiễn được đề xuất nhằm định hướng chuyển đổi cơ cấu cây trồng phù hợp.

## 6. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Luận án tích hợp dữ liệu không gian, viễn thám và học máy tiên tiến để lập bản đồ nguy cơ ngập lụt có độ chính xác cao.
- Ứng dụng dữ liệu CHIRPS tính SPI giúp khắc phục hạn chế trạm đo. Lần đầu tiên tích hợp SPI và VHI để phân tích toàn diện hạn nông nghiệp và khí tượng tại khu vực.
- Đánh giá tổng hợp tác động ngập lụt, hạn hán đến sản xuất trồng trọt theo kịch bản BĐKH 2030, làm cơ sở quy hoạch sử dụng đất bền vững.

## 7. LUẬN ĐIỂM BẢO VỆ CỦA LUẬN ÁN

Luận điểm 1: Việc tích hợp viễn thám, GIS và dữ liệu thực địa với nền tảng GEE cùng các mô hình học máy tiên tiến mang lại hiệu quả cao trong lập bản đồ ngập lụt, hạn hán, sử dụng đất trồng trọt và phân vùng nguy cơ thủy tai tại Hòa Vang.

Luận điểm 2: Các thủy tai (ngập lụt, hạn hán) đang gia tăng mạnh mẽ, ảnh hưởng lớn đến SXTT tại Hòa Vang. Do đó, các giải pháp phát triển bền vững cần dựa trên đánh giá định lượng tổng hợp về tác động của thủy tai đối với không gian sản xuất; đồng thời phải gắn kết chặt chẽ với định hướng phát triển KT-XH địa phương nhằm nâng cao năng lực thích ứng và hiệu quả sử dụng đất.

## 8. CƠ SỞ TÀI LIỆU

Luận án sử dụng nguồn dữ liệu đa dạng gồm: (1) thống kê KT-XH, quy hoạch và số liệu ngành trồng trọt của Đà Nẵng và Hòa Vang; (2) bản đồ nền về địa hình, thủy văn, thổ nhưỡng từ cơ quan TNMT và NN&PTNT; (3) dữ liệu viễn thám Landsat 5/8 và Sentinel 1; (4) số liệu khí tượng thủy văn như mưa vệ tinh CHIRPS, CHRS và trạm đo; (5) các nghiên cứu, báo cáo khoa học liên quan; và (6) kết quả khảo sát thực địa về ngập lụt, hạn hán và hiện trạng trồng trọt.

# CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN VỀ CÁC TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT

## 1.1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT

### *1.1.1. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt trên thế giới*

*1.1.1.1. Khái quát về các phương pháp nghiên cứu ngập lụt và tác động đến ngành trồng trọt*

Nghiên cứu ngập lụt hiện vận dụng các phương pháp như mô hình thủy lực, phân tích đa tiêu chí, thống kê và học máy. Việc đánh giá tác động của thiên tai này đến nông nghiệp đã được nhiều quốc gia trên thế giới triển khai rộng rãi. Mục tiêu là xác định mức độ thiệt hại để hỗ trợ xây dựng chiến lược quản lý.

*1.1.1.2. Khái quát về các phương pháp nghiên cứu hạn hán và tác động đến trồng trọt*

Nghiên cứu hạn hán trên thế giới tập trung chủ yếu vào tác động nông nghiệp và tài nguyên nước. Gần đây, các nghiên cứu mở rộng sang hệ sinh thái và tác động KT-XH.

### *1.1.2. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở Việt Nam*

Về ngập lụt, có các nghiên cứu như của Huỳnh Thị Thu Hương (2017) [19], Nguyễn Thị Liễu (2017) [20], và Nguyễn Bích Ngọc (2021) [25]. Về hạn hán, Bộ TNMT đã xây dựng bản đồ hạn hán toàn quốc (2013 - 2015) [1]. Các nghiên cứu khác như lập bản đồ hạn tại Đồng Nai [14]; đánh giá nguy cơ hạn tại Bắc Bình (Bình Thuận) [18]; tính toán chỉ số SPI lập bản đồ hạn cho Đắk Nông [16]; và xây dựng bản đồ khô hạn Ninh Thuận [36].

### *1.1.3. Tình hình nghiên cứu tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở thành phố Đà Nẵng và huyện Hòa Vang*

Về ngập lụt: Nhiều nghiên cứu đã được triển khai như Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2009) xây dựng bản đồ ngập theo

kịch bản BĐKH [49]; hay Tô Thúy Nga và Nguyễn Thành Phát (2020) kết hợp mô hình thủy lực (MIKE UHM, MIKE 21) để đánh giá tác động đô thị hóa đến ngập lụt tại lưu vực sông Cu Đê [23].

Về hạn hán: CARE (2017) phân tích rủi ro ngập lụt - hạn hán tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn [6], và Trần Thị Phượng (2019) đã nghiên cứu tác động hạn đến đất lúa Hòa Vang, sử dụng SPI kết hợp GIS và viễn thám để đề xuất giải pháp [27].

### *1.1.4. Xác định khoảng trống nghiên cứu*

Các phương pháp học máy tiên tiến (Boosting, Stacking) chưa được áp dụng để phân vùng nguy cơ ngập lụt tại Hòa Vang. Các nghiên cứu hạn hán trước đây chỉ dùng chỉ số đơn lẻ. Luận án này tiếp cận bằng cách đánh giá tổng hợp hạn khí tượng (SPI) và hạn nông nghiệp (VHI).

Luận án là công trình đầu tiên tại Đà Nẵng tích hợp đồng thời nguy cơ ngập lụt và hạn hán trong một khung phân tích rủi ro thống nhất ở cấp huyện, sử dụng đa nguồn dữ liệu (viễn thám, mưa vệ tinh, thực địa) và mô hình học máy. Việc này nhằm đánh giá toàn diện tác động tổng hợp của thủy tai đến SXTT.

## 1.2. CƠ SỞ LÝ LUẬN LIÊN QUAN ĐẾN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

### *1.2.1. Cơ sở lý luận liên quan đến thủy tai*

#### *1.2.1.1. Khái niệm về thủy tai*

Thủy tai là các hiện tượng thiên tai liên quan đến nước, bao gồm các quá trình như ngập lụt, lũ quét, hạn hán, và các hiện tượng gây ra sự tích tụ, di chuyển hoặc thiếu hụt nước trong môi trường tự nhiên [126].

#### *1.2.1.2. Các thủy tai phổ biến*

- Ngập lụt: Là hiện tượng nước dâng và bao phủ bề mặt đất trong một khoảng thời gian nhất định, thường xuất hiện do mưa lớn, lũ sông, triều cường hoặc nước biển dâng [10].

- Hạn hán: Hạn hán là hiện tượng tự nhiên tạm thời do thiếu hụt lượng mưa kéo dài, gây mất cân bằng về nguồn nước và ảnh hưởng đến nông nghiệp, môi trường, kinh tế [145].

### *1.2.2. Cơ sở lý luận liên quan đến ngành trồng trọt*

Trong nông nghiệp, trồng trọt giữ vai trò then chốt, là ngành sản xuất trực tiếp tạo ra lương thực, thực phẩm và sinh kế. Đây là ngành kinh tế - kỹ thuật trong nông nghiệp có liên quan đến việc gieo trồng cây nông nghiệp, cây cảnh và nấm ăn để phục vụ mục đích của con người [29].

### *1.2.3. Cơ sở lý luận về tác động của thủy tai đến trồng trọt*

Nhìn chung, hạn hán gây hại qua thiếu nước - tăng nhiệt; ngập úng gây hại qua thiếu oxy rễ. Cả hai đều làm suy giảm quang hợp và sinh khối, dẫn đến giảm năng suất cây trồng.

## 1.3. CƠ SỞ THỰC TIỄN CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

### *1.3.1. Tình hình và tác động của ngập lụt đến ngành trồng trọt trên thế giới*

Ngập lụt là một trong những thiên tai gây thiệt hại lớn nhất đối với nông nghiệp. Giai đoạn 2009 - 2018, trung bình mỗi năm xảy ra 149 trận lũ, gây thiệt hại kinh tế khoảng 400 tỷ USD [88]. FAO (2023) cũng ghi nhận thiên tai làm giảm 69 triệu tấn ngũ cốc và 40 triệu tấn rau màu mỗi năm, trong đó ngập lụt là tác nhân chính [71].

### *1.3.2. Tình hình và tác động của ngập lụt đến ngành trồng trọt ở Việt Nam*

Các đồng bằng ven biển, vùng trồng trọt trọng điểm thường trũng thấp nên dễ ngập sâu. Mùa lũ phân hóa rõ rệt: Bắc Bộ (tháng VI-X), Bắc Trung Bộ (tháng VII-XI), Trung Trung Bộ đến Ninh Thuận (tháng IX-XII), Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ (tháng VI-XI). Lũ thất thường về thời gian hay cường độ đều gây thiệt hại nghiêm trọng.

### *1.3.3. Tình hình và tác động của hạn hán đến ngành trồng trọt trên thế giới*

Hạn hán là thảm họa tự nhiên khốc liệt, gây tổn thất toàn cầu. Tại các nước thu nhập thấp và trung bình, nó làm giảm 34% sản lượng nông nghiệp, thiệt hại khoảng 37 tỷ USD [70]. Trong trồng trọt, hạn hán chiếm khoảng 18% tổng thiệt hại [31].

### *1.3.4. Tình hình và tác động của hạn hán đến ngành trồng trọt ở Việt Nam*

Khí hậu Việt Nam thuộc kiểu nhiệt đới gió mùa ẩm, với mùa mưa và mùa khô rõ rệt. Trong 50 năm (1961 - 2010), hạn hán xảy ra trong 36 năm, với mức độ ngày càng nghiêm trọng, đặc biệt là trồng trọt [34].

## 1.4. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG

### *1.4.1. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng thủy tai ở huyện Hòa Vang*

*1.4.1.1. Phương pháp đánh giá hiện trạng và biến động ngập lụt*

Quy trình nghiên cứu gồm các bước chính là: Tiền xử lý ảnh trên GEE, phân ngưỡng Otsu, trích xuất bản đồ ngập lụt, đánh giá tương quan giữa diện tích ngập với lượng mưa và lưu lượng dòng chảy; đánh giá độ chính xác của bản đồ ngập và phân tích biến động không gian ngập lụt.

*1.4.1.2. Phương pháp đánh giá hiện trạng hạn hán*

*a. Đánh giá hạn nông nghiệp tại huyện Hòa Vang*

Nghiên cứu ứng dụng GEE xử lý 309 ảnh Landsat (5 TM và 8 OLI) mùa khô (tháng V-VII) giai đoạn 1995-2024. Quy trình tiến hành trích xuất chỉ số NDVI và nhiệt độ bề mặt (LST) trên GEE, làm cơ sở tính toán VCI, TCI và VHI (kết hợp GIS). Giá trị VHI sau đó được phân thành 5 cấp độ hạn: nghiêm trọng (<10), nặng (10 - 20), vừa (20 - 30), nhẹ (30 - 40) và không hạn (>40).

*b. Đánh giá hạn khí tượng tại huyện Hòa Vang*

Luận án tiến hành 4 bước: (1) Tính toán chỉ số SPI dựa trên dữ liệu CHIRPS; (2) Đánh giá độ tin cậy của xu thế SPI bằng phương pháp Mann-Kendall (MK); (3) Đánh giá độ chính xác của SPI (từ CHIRPS) so với số liệu quan trắc và CHRS bằng các chỉ số thống kê (r, RMSE, MAE, Bias, KGE); và (4) Phân vùng nguy cơ theo 5 cấp độ SPI: nghiêm trọng (≤ -2,0), nặng (-2,0 đến -1,5], vừa (-1,5 đến -1,0], nhẹ (-1,0 đến -0,5] và không hạn (> -0,5).

### *1.4.2. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng và biến động sử dụng đất trồng trọt ở huyện Hòa Vang*

Nghiên cứu ứng dụng GEE và thuật toán RF giải đoán ảnh Landsat 8 (chụp năm 2015 và 2024) để lập bản đồ HTSDĐ tại Hòa

Vang. Độ tin cậy của bản đồ được đánh giá thông qua các chỉ số: độ chính xác người dùng, nhà sản xuất, tổng quát và hệ số Kappa.

### *1.4.3. Phương pháp phân vùng nguy cơ và đánh giá tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang*

*1.4.3.1. Phương pháp phân vùng nguy cơ ngập lụt*

Nghiên cứu so sánh thống kê hai biến (WoE, FR) và học máy (Boosting, Stacking) để lập bản đồ nguy cơ ngập. Việc lựa chọn mô hình tốt nhất dựa trên điểm trung bình chuẩn hóa của các chỉ số tương quan thuận (ROC-AUC, Kappa, KGE) và nghịch (RMSE, MAE, Huber Loss). Về công cụ, nền tảng GEE (JavaScript) được dùng để xử lý ảnh Sentinel-1, Google Colab (Python) hỗ trợ xây dựng mô hình và tính toán đánh giá.

*1.4.3.2. Phương pháp phân vùng nguy cơ hạn hán*

Việc phân vùng nguy cơ hạn hán tại huyện Hòa Vang được thực hiện bằng cách tích hợp hạn khí tượng và hạn nông nghiệp, nhằm phản ánh đồng thời điều kiện khí hậu và mức độ căng thẳng sinh học đối với cây trồng [179].

*1.4.3.3. Phương pháp phân vùng nguy cơ thủy tai và đánh giá tác động đến ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang*

Luận án tích hợp kết quả phân vùng ngập và hạn, kế thừa cách tiếp cận từ các nghiên cứu trước [114, 120, 182] để thiết lập ma trận phân loại thủy tai (Bảng 1.7). Luận án đã xây dựng bản đồ nguy cơ thủy tai bằng phương pháp chồng lớp trong GIS.

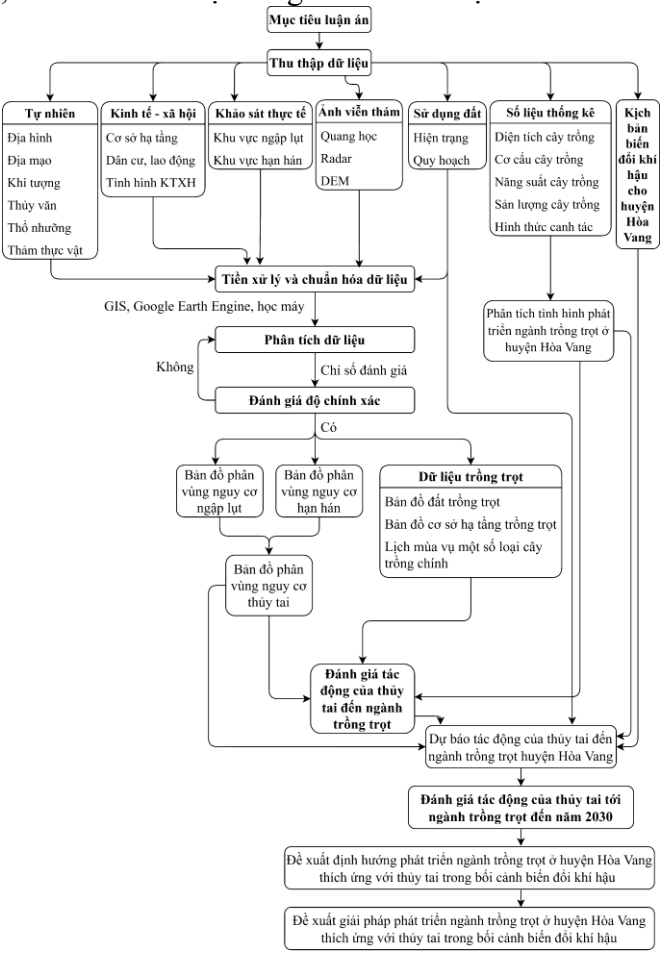
*Bảng 1.7. Ma trận phân loại nguy cơ thủy tai dựa vào ngập lụt và hạn hán*

| **Nguy cơ ngập lụt (Điểm số)** | **Nguy cơ hạn hán (Điểm số)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nghiêm trọng (5) | Nặng (4) | Vừa (3) | Nhẹ (2) | Không hạn (1) |
| Rất cao (5) | Rất cao | Rất cao | Cao | Cao | Trung bình |
| Cao (4) | Rất cao | Cao | Cao | Trung bình | Trung bình |
| Trung bình (3) | Cao | Cao | Trung bình | Trung bình | Thấp |
| Thấp (2) | Cao | Trung bình | Trung bình | Thấp | Thấp |
| Rất thấp (1) | Trung bình | Trung bình | Thấp | Thấp | Rất thấp |

Mức nguy cơ được phân 5 cấp: rất cao (9 - 10), cao (7 - 8), trung bình (5 - 6), thấp (3 - 4) và rất thấp (2). Trên cơ sở này, luận án đánh giá tác động thủy tai đến các nhóm đất LUA, HNK và CLN nhằm xác định mức dễ tổn thương và khả năng phục hồi, hỗ trợ bố trí cây trồng thích ứng.

## 1.5. QUY TRÌNH NGHIÊN CỨU CHUNG CỦA LUẬN ÁN

Hình 1.9 thể hiện quy trình nghiên cứu chung của luận án. Quy trình này được thiết kế dựa trên cách tiếp cận tích hợp liên ngành, đảm bảo tính hệ thống và bám sát đặc thù của KVNC.




*Hình 1.9. Quy trình nghiên cứu chung của luận án*

Mục tiêu cốt lõi là đánh giá tác động của thủy tai đối với ngành trồng trọt tại huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Dựa trên các kết quả đó, luận án sẽ đề xuất những định hướng phát triển bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

# CHƯƠNG 2: HIỆN TRẠNG THỦY TAI VÀ NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

## 2.1. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN THỦY TAI VÀ NGÀNH TRỒNG TRỌT HUYỆN HÒA VANG

### *2.1.1. Các yếu tố tự nhiên*

*2.1.1.1. Vị trí địa lý*

Hòa Vang có diện tích 737,004 km², vị trí địa lý thuận lợi cho kết nối vùng và phục vụ SXTT. Nhưng đồng thời cũng tạo thách thức khi nhiều đoạn cắt qua vùng trũng, làm tăng nguy cơ úng ngập cục bộ và ảnh hưởng đến SXTT.

*2.1.1.2. Địa chất*

Hòa Vang có cấu trúc địa chất phức tạp với sự phân bố của nhiều hệ tầng từ Paleozoi đến Đệ Tứ [48]. Sự đa dạng về địa tầng và thạch học này ảnh hưởng trực tiếp đến sự phân hóa không gian trồng trọt và mức độ rủi ro ngập lụt, hạn hán trên toàn huyện.

*2.1.1.3. Địa hình và địa mạo*

Địa hình Hòa Vang dốc dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam qua ba vùng. Vùng núi dốc hợp trồng rừng, cây công nghiệp nhưng dễ sạt lở, lũ quét. Vùng trung du trồng cây lâu năm, hay bị hạn và ngập cục bộ. Vùng đồng bằng trũng thấp là trọng điểm sản xuất trồng trọt, song lại rất dễ ngập vào mùa mưa và thiếu nước vào mùa khô.

*2.1.1.4. Khí hậu*

Khí hậu Hòa Vang mang đặc trưng nhiệt đới ẩm gió mùa với nền nhiệt cao (26,7°C) và hai mùa đối lập. Mùa mưa (tháng VIII - XII, 2.680mm) [12, 13] thường gây ngập úng vùng đồng bằng. Trong khi đó, mùa khô (tháng I - VII) lại thiếu nước tưới, dẫn đến hạn hán cục bộ và ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất trồng trọt.

*2.1.1.5. Thủy văn*

Mạng lưới thủy văn Hòa Vang gồm hai sông chính. Sông Cu Đê thường dồn lũ gây ngập úng mùa mưa, nhưng lại cạn kiệt gây thiếu nước, mặn hóa trong vụ Hè Thu. Trong khi đó, sông

Cẩm Lệ (hợp lưu Túy Loan - Yên) [41] cùng hệ thống hồ chứa Hòa Trung, Đồng Nghệ đóng vai trò then chốt trong việc cấp nước và điều tiết lũ cho trồng trọt.

*2.1.1.6. Thổ nhưỡng*

Thổ nhưỡng Hòa Vang gồm hai nhóm chính tác động mạnh đến trồng trọt. Đất phù sa (đồng bằng) hợp cây ngắn ngày nhưng dễ ngập mùa mưa và thiếu nước vụ Hè Thu. Đất đỏ vàng (đồi núi, trung du) hợp cây công nghiệp nhưng dễ xói mòn, giữ nước kém, làm tăng lưu lượng lũ về hạ lưu.

*2.1.1.7. Thảm thực vật*

Thảm thực vật Hòa Vang chiếm 75,74% diện tích tự nhiên [41], gồm rừng phòng hộ, đặc dụng và rừng sản xuất, đóng vai trò quan trọng trong điều tiết thủy văn và giảm rủi ro cho SXTT.

***2.1.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội***

*2.1.2.1. Cơ sở hạ tầng kinh tế - xã hội*

*a. Mạng lưới giao thông*

Hệ thống giao thông đường bộ của huyện Hòa Vang có quy mô lớn với 49 km quốc lộ (QL1A, 14B, 14G), 86 km tỉnh lộ (601, 602, 605, đường tránh Nam Hải Vân), 54,4 km đường huyện, 185,82 km đường liên xã, 147 km đường liên thôn và 478 km đường kiệt, hẻm [41].

*b. Hệ thống thủy lợi*

Hòa Vang có 19 hồ chứa, trong đó Đồng Nghệ và Hòa Trung giữ vai trò chính trong tưới và điều tiết lũ [39]. Hệ thống 451,57 km kênh mương chủ yếu là kênh đất, làm giảm khả năng cắt lũ và gây thiếu nước cục bộ, ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất trồng trọt [39].

*2.1.2.2. Dân số, lao động và việc làm*

Theo Niên giám thống kê 2024, huyện Hòa Vang có 155.545 người với mật độ 212 người/km², nhưng phân bố dân cư không đồng đều [8].

*2.1.2.3. Tình hình phát triển ngành nông nghiệp*

Cơ cấu kinh tế huyện chuyển dịch mạnh, tỷ trọng nông - lâm - thủy sản giảm còn 13% (giảm 7% so với 2020) [8].

## 2.2. HIỆN TRẠNG VÀ BIẾN ĐỘNG NGẬP LỤT Ở HUYỆN HÒA VANG

### *2.2.1. Khái quát về tình hình ngập lụt và ảnh hưởng đến sản xuất trồng trọt ở huyện Hòa Vang*

Theo số liệu thống kê từ 1998 đến 2024, ở huyện đã xảy ra 64 đợt ngập lụt. Trong đó có 27 đợt ngập gây thiệt hại cho huyện Hòa Vang, làm 83 người chết, 100 người bị thương, nhiều CSHT và nông nghiệp bị phá hủy nặng nề [13, 46].

### *2.2.2. Thành lập các bản đồ ngập lụt ở huyện Hòa Vang giai đoạn 2015 - 2024 bằng ảnh viễn thám radar*

Dựa trên ngưỡng Otsu, nghiên cứu trích xuất bản đồ ngập từ ảnh Sentinel 1 và loại bỏ vùng nước thường xuyên. Diện tích ngập của 182 ảnh (2015-2024) được tính toán trên GEE bằng JavaScript. Kết quả cho thấy biến động rõ rệt theo thời gian. Theo tháng, ngập xuất hiện từ tháng IX -XII. Theo năm, ngập nghiêm trọng tập trung vào 2016, 2020, 2022 và 2023; các năm khác có mức độ thấp hơn.

### *2.2.3. Đánh giá độ chính xác của các kết quả ngập lụt*

Luận án đánh giá bằng hệ số Pearson (r) cho thấy diện tích ngập lụt có tương quan dương rất mạnh với lượng mưa (r = 0,91) và lưu lượng dòng chảy 5 ngày trước (r = 0,90). Đồng thời, bản đồ ngập lụt chiết xuất từ ảnh Sentinel-1 đạt độ tin cậy cao với chỉ số Kappa lên đến 0,80.

### *2.2.4. Kết quả đánh giá biến động không gian ngập lụt ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng trên nền GIS*

Sử dụng GIS và Python trên Google Colab, luận án lập bản đồ biến động ngập lụt Hòa Vang (2015-2024). Kết quả cho thấy, diện tích ngập tăng mạnh 5.401,8 ha (83,5%), tập trung tại Hòa Khương, Hòa Liên, Hòa Tiến và các xã vùng thấp. Trái lại, các khu vực như Hòa Bắc, Hòa Ninh, Hòa Phú và Hòa Sơn có mức biến động không đáng kể.

## 2.3. HIỆN TRẠNG HẠN HÁN Ở HUYỆN HÒA VANG

### *2.3.1. Khái quát tình hình hạn hán ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng*

Hạn hán tại Hòa Vang chủ yếu diễn ra từ tháng IV - VIII,

khốc liệt nhất vào các năm 2016, 2018, 2019 [46]. Lúa vùng đồng bằng và trung du bị tác động cả hai vụ, trong khi vùng núi chịu ảnh hưởng chính vào vụ Hè Thu [28]. Chỉ số SPI giảm sâu vào tháng VI - VII gây thiếu nước và sụt giảm năng suất [28]. Toàn huyện hiện có hơn 252 ha nguy cơ khô hạn [40], điển hình là xã Hòa Tiến, dẫn đến giảm sản lượng và gia tăng diện tích bỏ hoang.

### *2.3.2. Đánh giá hạn nông nghiệp ở huyện Hòa Vang*

Phân tích TCI, VCI và VHI (1995 - 2024) cho thấy hạn nông nghiệp gia tăng mạnh về mức độ lẫn phạm vi. Diện tích không hạn giảm sâu (TCI: 54,3% còn 34,9%; VCI: 50,4% còn 18,8%; VHI: 52,3% còn 26,9%), trong khi các cấp độ hạn khác tăng nhanh, đe dọa trực tiếp đến năng suất. Luận án sử dụng VHI giai đoạn 2015 - 2024 để xây dựng bản đồ hạn nông nghiệp chính thức.

### *2.3.3. Đánh giá hạn khí tượng tại huyện Hòa Vang*

Luận án tính SPI 1 từ CHIRPS trên GEE, lấy trung bình toàn huyện. Kiểm định MK khẳng định 9/12 tháng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Độ tin cậy của CHIRPS được xác thực qua tương quan tốt với CHRS và trạm quan trắc (r, RMS, MAE, Bias, KGE). Do đó, SPI 1 được dùng lập bản đồ hạn khí tượng tháng V-VII giai đoạn 2015-2024.

## 2.4. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG

### *2.4.1. Hiện trạng ngành trồng trọt huyện Hòa Vang*

#### *2.4.1.1. Diện tích và cơ cấu cây trồng*

Giai đoạn 2015-2024, đất trồng trọt Hòa Vang giảm từ 8.536 xuống 6.970 ha (-2,23%/năm). Lúa tăng tỷ trọng lên 85,5% dù diện tích giảm nhẹ, trong khi các cây ngắn ngày (ngô, sắn, lạc...) giảm sâu. Cây ăn quả đạt đỉnh năm 2018 rồi giảm còn 410,6 ha (2024). Nhóm cây lâu năm suy giảm nghiêm trọng: điều biến mất từ 2023, hồ tiêu chỉ còn 2-3 ha và chè cũng giảm vào cuối kỳ.

#### *2.4.1.2. Năng suất và sản lượng*

Năng suất cây hằng năm (lúa, ngô, khoai) tăng ổn định

nhưng giảm sâu khi có thiên tai; nhóm sắn, mía, lạc và mè biến động mạnh do nhạy cảm thời tiết. Thủy tai không chỉ gây sụt giảm năng suất mà còn thúc đẩy chuyển đổi cơ cấu cây trồng thích ứng. Sản lượng lúa duy trì 26.000 - 30.000 tấn trừ các năm lũ lớn; ngô, khoai và cây ăn quả (xoài, cam quýt) giảm do thu hẹp diện tích. Với cây lâu năm, chuối phục hồi tốt sau ngập, hồ tiêu gần như mất hẳn, còn chè tăng mạnh nhưng suy giảm vào các năm hạn hán.

*2.4.1.3. Phương pháp canh tác*

Ở huyện Hòa Vang có những phương thức canh tác như: Canh tác truyền thống, canh tác hữu cơ, nông nghiệp công nghệ cao và nông nghiệp sinh thái.

*2.4.1.4. Cơ sở hạ tầng kỹ thuật phục vụ ngành trồng trọt*

Hòa Vang giữ vai trò then chốt trong chuyển đổi nông nghiệp hiện đại của Đà Nẵng trước áp lực thiếu lao động và thu hẹp đất do ĐTH. Huyện đã đẩy mạnh nông nghiệp CNC, cơ giới hóa và nâng cao giá trị nông sản.

### *2.4.2. Phân tích biến động sử dụng đất trồng trọt giai đoạn 2015 - 2024 ở huyện Hòa Vang*

*2.4.2.1. Kết quả thành lập bản đồ HTSDĐ trồng trọt*

Luận án dùng GIS đánh giá hiện trạng trồng trọt (2015-2024), cho thấy sự phân hóa địa hình rõ rệt. Lúa tập trung ở đồng bằng nhưng dễ ngập, vùng núi chiếm dưới 1,5%. Cây hằng năm phân bố tại các xã đồng bằng, dễ bị hạn, trừ Hòa Ninh tăng nhẹ. Cây lâu năm mở rộng chủ yếu ở vùng trung du và miền núi.

*2.4.2.4. Đánh giá biến động diện tích sử dụng đất trồng trọt ở huyện Hòa Vang giai đoạn 2015 - 2024*

Luận án dùng GIS đánh giá biến động đất trồng trọt Hòa Vang (2015-2024), cho thấy diện tích lúa giảm 319,4 ha (-10,2%) và cây hằng năm giảm 137,9 ha (-7,4%) do đô thị hóa cùng thiên tai. Ngược lại, cây lâu năm tăng 102 ha (+6,8%) nhờ khả năng thích ứng khí hậu tốt hơn. Tổng diện tích đất trồng trọt giảm 5,5% do chuyển đổi mục đích và ảnh hưởng của thủy tai.

# CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI ĐẾN NGÀNH TRỒNG TRỌT, ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG Ở HUYỆN HÒA VANG

## 3.1. PHÂN VÙNG TÁC ĐỘNG CỦA THỦY TAI Ở HUYỆN HÒA VANG

### *3.1.1. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt*

*3.1.1.1. Kết quả lựa chọn các yếu tố ảnh hưởng nhất đến ngập lụt*

Dựa vào tỷ lệ thu nhận thông tin (IGR) và phân tích đa cộng tuyến, nghiên cứu xác định 12 yếu tố không có tương quan cao và không xảy ra đa cộng tuyến, bao gồm: LULC, STe, TPI, ELE, STy, SLO, TWI, RD, DtRo, DtRi, PD và HDR. Các yếu tố này được sử dụng để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tại KVNC.

*3.1.1.2. Kết quả đánh giá ngập lụt bằng thống kê hai biến*

Kết quả cho thấy NBJ cải tiến cho hiệu suất vượt trội (FR = 0,264; WoE = 0,524) so với NBJ truyền thống (0,007 và 0,040).

*3.1.1.3. Kết quả đánh giá ngập lụt bằng các mô hình học máy*

*a. Kết quả từ các mô hình Boosting*

Luận án áp dụng năm mô hình Boosting để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt. Kết quả cho thấy AB đạt hiệu suất cao nhất (0,813), tiếp theo là LGB (0,793), CB (0,775) và XGB (0,734), trong khi đó GB thấp nhất (0,712).

*b. Kết quả từ các mô hình Stacking*

Từ nhóm Boosting, nghiên cứu chọn 3 mô hình có hiệu suất cao làm mô hình cơ sở cho Stacking, sử dụng LR làm mô hình tổng hợp. Việc kết hợp nhiều mô hình Boosting giúp giảm sai số của từng mô hình đơn lẻ và tăng độ ổn định của dự đoán.

*3.1.1.4. Đánh giá tổng thể mô hình*

Hiệu suất mô hình được thẩm định qua tập dữ liệu độc lập (30%). Kết quả khẳng định Stacking vượt trội với điểm chuẩn hóa trung bình 0,885, cao hơn Boosting (0,765) và vượt xa WoE (0,270), FR (0,134). Đặc biệt, tổ hợp CB_GB_XGB cùng LR đạt kết quả tối ưu (0,966). Trong khi các phương pháp thống kê đơn

giản (WoE, FR) bộc lộ hạn chế trước dữ liệu phức tạp, Stacking và Boosting cho thấy khả năng xử lý nhiễu và đa dạng dữ liệu ưu việt, mang lại độ chính xác cao hơn rõ rệt.

### *3.1.2. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ hạn hán kết hợp giữa hạn khí tượng và hạn nông nghiệp*

Luận án tích hợp hạn nông nghiệp (VHI) và hạn khí tượng (SPI) để xây dựng bản đồ rủi ro toàn diện. Kết quả cho thấy tương quan tuyến tính rất mạnh ($R^2 = 0,841$). Bằng các công cụ GIS (nội suy, raster, chồng lớp), nghiên cứu xác định có tới 94,7% diện tích huyện (73.700,4 ha) bị tác động bởi hạn. Trong đó, hạn vừa chiếm tỷ lệ cao nhất (48,9%), tiếp đến là hạn nhẹ (34,9%), hạn nặng (8,9%) và hạn nghiêm trọng (2,0%).

### *3.1.3. Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ thủy tai*

Luận án tích hợp bản đồ ngập và hạn trên GIS để lập bản đồ nguy cơ thủy tai. Về diện tích, mức thấp chiếm 67,5%, trung bình 12,2%, cao 9,6% và rất cao 5,4%. Rủi ro cao đến rất cao tập trung ở Hòa Châu, Hòa Phước, Hòa Tiến (79,6 - 100%), cùng Hòa Liên và Hòa Nhơn. Nhóm xã Hòa Phong, Hòa Khương, Hòa Sơn chủ yếu ở mức trung bình đến cao. Ngược lại, hơn 80% diện tích xã Hòa Bắc, Hòa Phú và Hòa Ninh có nguy cơ từ thấp đến rất thấp.

## 3.2. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG THỦY TAI ĐỐI VỚI NGÀNH TRỒNG TRỌT

### *3.2.1. Đánh giá tác động của thủy tai đến không gian sản xuất của ngành trồng trọt ở huyện Hòa Vang*

** Tác động tổng hợp của thủy tai đến đất LUA*

Năm 2024, Hòa Vang có 2.805,5 ha đất LUA, trong đó 86,5% nằm trong vùng nguy cơ cao - rất cao. Các xã rủi ro lớn nhất gồm Hòa Châu, Hòa Phước (100% rất cao), Hòa Tiến (69,3% rất cao), Hòa Phong và Hòa Liên. Ngược lại, Hòa Sơn, Hòa Phú và Hòa Ninh có mức nguy cơ thấp hơn.

** Tác động tổng hợp của thủy tai đến đất HNK*

Đất HNK rất nhạy với thủy tai, với 72,5% diện tích toàn huyện nằm trong vùng nguy cơ cao - rất cao, phản ánh mức độ tổn thương lớn của cây ngắn ngày *do thủy tai.*

** Tác động tổng hợp của thủy tai đến đất CLN*

Đất CLN của Hòa Vang là 1.606,2 ha, trong đó 41,9% nguy cơ thấp; 39,9% trung bình; 14,8% cao và 3,3% rất cao. Như vậy, 58,1% diện tích có nguy cơ từ trung bình - rất cao.

### *3.2.2. Đánh giá tác động của thủy tai đến hạ tầng ngành trồng trọt*

Ngập lụt ảnh hưởng nghiêm trọng đến GTNĐ tại Hòa Vang. Tổng chiều dài GTNĐ bị tác động lên tới 1.093,8 km, trong đó rủi ro rất cao chiếm 51,7% (565,8 km) và rủi ro cao chiếm 24,0% (262,1 km). Mức độ rủi ro phân hóa rõ rệt:

- Nhóm tác động rất cao: Điển hình là Hòa Châu và Hòa Tiến (trên 98% chiều dài đường ở mức cao đến rất cao do trũng ven sông). Các xã Hòa Liên, Hòa Phước và Hòa Phong cũng có từ 64,6 - 91,5% đường nằm trong nhóm rủi ro này.
- Nhóm tác động cao - trung bình: Gồm Hòa Khương, Hòa Nhơn, Hòa Bắc, Hòa Phú và Hòa Sơn, với 60 - 85% chiều dài đường bị ảnh hưởng từ trung bình đến rất cao.
- Nhóm an toàn: Hòa Ninh chịu tác động thấp nhất (94,9% rủi ro thấp), rất thuận lợi để ổn định sản xuất trồng trọt.

### *3.2.3. Đánh giá tác động của thủy tai đến lịch mùa vụ*

Huyện đã loại bỏ vụ Xuân Hè, chỉ giữ hai vụ chính nhằm giảm thiểu rủi ro ngập lụt. Cụ thể, vụ Đông Xuân (tháng XII-IV) được gieo ngay sau khi nước rút; vụ Hè Thu (tháng V-IX) phải kết thúc trước đỉnh lũ. Nhóm cây trồng cạn (đậu, ngô) được canh tác vào giai đoạn ít mưa (tháng I-IV và VI-IX).

## 3.3. DỰ BÁO ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TAI ĐẾN ĐẤT TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG

### *3.3.1. Dự báo ảnh hưởng của ngập lụt đến đất trồng trọt*

*3.3.1.1. Kịch bản thay đổi ngập lụt ở huyện Hòa Vang*

*a. Dự báo biến động lượng mưa ngày cao nhất*

Luận án dựa vào dự báo kết quả Rx1day của RCP4.5 được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình học máy, kết hợp với các yếu tố liên quan khác để dự báo nguy cơ ngập lụt của huyện.

*b. Dự báo biến động sử dụng đất/lớp phủ bề mặt*

Luận án sử dụng kết quả QHSDĐ đến năm 2030 của huyện Hòa Vang làm dữ liệu LULC năm 2030.

*c. Dự báo biến động mật độ dân số*

Mật độ dân số năm 2030 được trích xuất từ WorldPop, làm cơ sở xây dựng bản đồ dự báo dân số của luận án.

*d. Dự báo nguy cơ ngập lụt ở huyện đến năm 2030*

Dựa vào kết quả phân vùng nguy cơ ngập lụt đã được trình bày ở mục 3.1, theo đó mô hình học máy Stacking bao gồm CB, GB và XGB có hiệu suất cao nhất. Vì vậy, luận án sử dụng mô hình này để mô phỏng nguy cơ ngập lụt đến năm 2030 ở KVNC.

*3.3.1.2. Dự báo ảnh hưởng của ngập lụt đến đất trồng trọt*

Đất LUA chịu ảnh hưởng nặng nhất với 2.255,8 ha bị ngập, trong đó mức rất cao chiếm 1.958,6 ha (86,8%), tập trung tại các xã như Hòa Tiến, Hòa Châu, Hòa Phước và Hòa Liên.

Đất HNK bị ngập 1.468,0 ha, với 69,5% ở mức rất cao và nhiều xã chịu ngập cực đoan (Hòa Tiến, Hòa Bắc, Hòa Phước, Hòa Liên, Hòa Châu, Hòa Phong, Hòa Nhơn, Hòa Khương), phản ánh rủi ro mất trắng lớn của cây ngắn ngày.

Đất CLN dự báo ngập là 1.034,9 ha, trong đó 18,0% rất cao và 21,8% cao, chủ yếu ở Hòa Liên, Hòa Phong, Hòa Nhơn và Hòa Bắc. Các xã như Hòa Ninh và Hòa Phú chịu ngập nhẹ hơn.

***3.3.2. Dự báo ảnh hưởng của hạn hán đến đất trồng trọt***

*3.3.2.1. Kịch bản thay đổi hạn hán ở huyện Hòa Vang*

*a. Dự báo hạn nông nghiệp ở huyện Hòa Vang*

Để dự báo hạn nông nghiệp Hòa Vang đến năm 2030, luận án thiết lập bản đồ VHI thông qua việc tích hợp TCI và VCI. Trong đó, TCI được tính từ LST, mô phỏng theo các kịch bản biến đổi nhiệt độ mùa hè RCP4.5 [44]. Chỉ số VCI được xây dựng từ NDVI trung bình giai đoạn 2015-2024, với giả định thảm thực vật năm 2030 không biến động lớn.

*b. Dự báo hạn khí tượng ở huyện Hòa Vang*

Để dự báo hạn khí tượng tại Hòa Vang, luận án mô phỏng lượng mưa mùa hè [44]. Dựa trên RCP4.5, nghiên cứu đã lập bản đồ hạn tổng hợp dự báo đến năm 2030.

*3.3.2.2. Dự báo ảnh hưởng của hạn hán đến đất trồng trọt*

Kết quả cho thấy hạn hán tiếp tục là nguy cơ lớn, với toàn bộ 4.758,8 ha đất canh tác đều bị ảnh hưởng: 2,1% hạn nghiêm trọng, 36,3% hạn nặng, 32,1% hạn vừa và 29,5% hạn nhẹ.

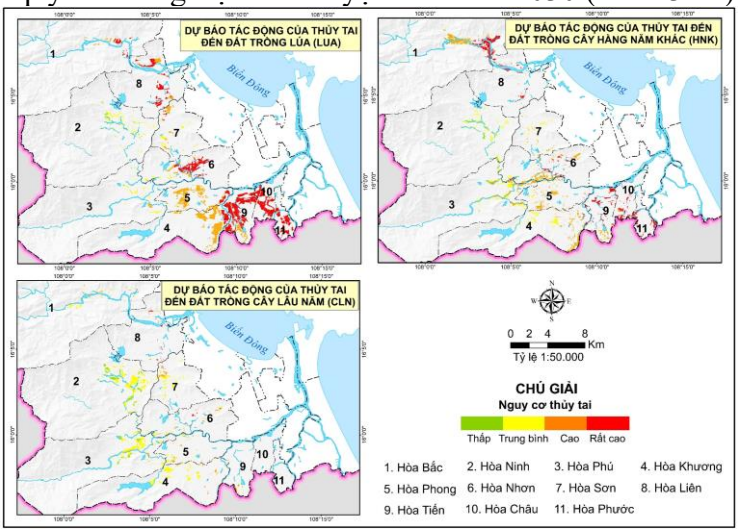
Đất LUA (2.255,8 ha): Chịu ảnh hưởng nặng nhất (51,6% hạn nặng, 35,6% hạn vừa). Tập trung ở Hòa Châu, Hòa Phước (100% hạn nặng), Hòa Tiến (87,3% nặng) và Hòa Liên (30,9% nghiêm trọng).

Đất HNK (1.468,0 ha): Rủi ro phân bố khá đều. Hòa Phước và Hòa Tiến chịu áp lực lớn (68-100% hạn nặng); ngược lại, Hòa Ninh chủ yếu chỉ bị hạn nhẹ (85,2%).

Đất CLN (1.034,9 ha): Nhóm an toàn nhất với 66,1% diện tích ở mức hạn nhẹ (điển hình tại Hòa Phú, Hòa Ninh). Tuy nhiên, riêng Hòa Liên vẫn có tỷ lệ hạn nặng đến nghiêm trọng khá cao.

***3.3.3. Dự báo tác động tổng hợp của thủy tai đến đất trồng trọt***

Luận án tiếp tục tích hợp bản đồ dự báo ngập lụt và hạn hán để thiết lập bản đồ nguy cơ thủy tai Hòa Vang. Qua đó, nghiên cứu đánh giá toàn diện tác động tổng hợp của thiên tai đến quỹ đất trồng trọt toàn huyện đến năm 2030 (Hình 3.12).




*Hình 3.12. Bản đồ dự báo tác động của thủy tai đến đất trồng trọt ở huyện Hòa Vang đến năm 2030 (thu từ tỷ lệ 1:50.000)*

*3.3.3.1. Dự báo tác động tổng hợp của thủy tai đến đất LUA*

Dự báo đến năm 2030, 2.255,8 ha đất LUA của Hòa Vang sẽ bị ảnh hưởng bởi thủy tai, gần như toàn bộ diện tích canh tác, trong đó 89,3% nằm ở mức cao - rất cao. Về không gian, các xã trũng ven sông chịu rủi ro lớn nhất: Hòa Tiến, Hòa Châu, Hòa Phước, cùng Hòa Phong và Hòa Khương, đều có gần như 100% diện tích ở mức cao - rất cao. Hòa Liên và Hòa Nhơn cũng thuộc nhóm nguy cơ rất cao với hơn 70% diện tích ở mức rất cao.

Ngược lại, các xã trung du - miền núi như Hòa Ninh, Hòa Phú, Hòa Sơn có mức rủi ro thấp hơn, chủ yếu ở trung bình - thấp, phản ánh khả năng chống chịu tốt hơn nhưng vẫn cần theo dõi.

*3.3.3.2. Dự báo tác động tổng hợp của thủy tai đến đất HNK*

Dự báo đến năm 2030, 1.468,0 ha đất HNK của Hòa Vang sẽ chịu tác động thủy tai, trong đó 74,6% ở mức cao - rất cao, cho thấy mức độ dễ tổn thương lớn của nhóm đất này.

Theo không gian, Hòa Bắc, Hòa Nhơn và Hòa Tiến là các điểm chịu tác động nặng nhất, với 93 - 100% diện tích HNK ở mức cao - rất cao; Hòa Liên là điểm nóng nghiêm trọng nhất với hơn 91% rất cao.

Các xã như Hòa Phú, Hòa Khương, Hòa Phong có mức nguy cơ chủ yếu trung bình - cao; trong khi Hòa Ninh chịu tác động nhẹ hơn nhờ địa hình gò đồi. Một số xã có diện tích HNK nhỏ (Hòa Phước, Hòa Châu, Hòa Sơn) dù tỷ lệ nguy cơ cao nhưng ảnh hưởng chung không lớn.

*3.3.3.3. Dự báo tác động tổng hợp của thủy tai đến đất CLN*

Dự báo đến năm 2030, 1.034,9 ha đất CLN của Hòa Vang sẽ chịu tác động thủy tai, trong đó 88,2% nằm trong nhóm trung bình trở lên, phản ánh mức tổn thương đáng kể dù chủ yếu ở cấp trung bình. Hòa Khương, Hòa Ninh và Hòa Phú có tỷ lệ trung bình cao (72 - 79%), thể hiện khả năng chống chịu tương đối tốt. Ngược lại, Hòa Liên là điểm nóng nghiêm trọng nhất với gần như toàn bộ diện tích ở mức cao - rất cao; Hòa Phong và Hòa Nhơn cũng chịu áp lực lớn (trên 50% cao). Ở các xã có quy mô CLN nhỏ, nguy cơ vẫn rất cao: Hòa Châu, Hòa Phước và Hòa Tiến hầu như toàn bộ

diện tích nằm trong vùng rủi ro lớn. Riêng Hòa Sơn chủ yếu trung bình nhưng vẫn có tỷ lệ cao đáng kể.

## 3.4. ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG THÍCH ỨNG VỚI THỦY TAI TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Những cơ sở đề xuất định hướng dựa trên: (1) Quan điểm phát triển ngành trồng trọt thích ứng với thủy tai và biến đổi khí hậu, (2) Mục tiêu phát triển ngành trồng trọt, (3) Thực trạng tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt huyện Hòa Vang và (4) Quy hoạch phát triển ngành trồng trọt huyện Hòa Vang đến năm 2030.

## 3.5. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NGÀNH TRỒNG TRỌT Ở HUYỆN HÒA VANG THÍCH ỨNG VỚI THỦY TAI TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

### *3.5.1. Giải pháp công trình*

*3.5.1.1. Giải pháp xây dựng và cải tạo hệ thống thủy lợi*

Cần sớm nâng cấp và kiên cố hóa kênh mương và cống điều tiết để tăng khả năng tiêu thoát lũ và trữ nước cho mùa khô.

*3.5.1.2. Giải pháp quy hoạch phát triển đô thị và cơ sở hạ tầng*

Trước tác động của BĐKH và ĐTH nhanh, các xã tại Hòa Vang cần quy hoạch đô thị theo hướng hài hòa với hệ thống thủy lợi và bảo vệ vùng sản xuất lân cận.

*3.5.1.3. Giải pháp tăng cường trồng rừng và bảo vệ vùng đất ngập nước*

Cần khẩn trương phục hồi và trồng mới rừng phòng hộ bằng các loài bản địa giữ nước tốt, đồng thời tăng cường bảo vệ diện tích rừng hiện có.

### *3.5.2. Giải pháp phi công trình*

*3.5.2.1. Giải pháp ứng dụng khoa học công nghệ, thu hút đầu tư*

Việc xây dựng hệ thống cảnh báo sớm và giám sát rủi ro ngập lụt, hạn hán là giải pháp then chốt nhằm bảo vệ sản xuất trồng trọt, ổn định sinh kế nông dân và bảo đảm an ninh lương thực địa phương.

*3.5.2.2. Giải pháp về quy hoạch, đất đai và chuyển đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ thích ứng với rủi ro thủy tai*

*a. Giải pháp quy hoạch sử dụng đất và chuyển đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ thích ứng với rủi ro ngập lụt*

** Khu vực ngập rất cao - cao:* LUA chỉ nên bố trí 2 vụ/năm, thời gian gieo cấy và thu hoạch cần tránh thời gian ngập. HNK có thể làm 3 vụ nhưng phải thu hoạch trước 15/IX. CLN không phù hợp, cần chuyển sang cây ngắn ngày để giảm rủi ro.

** Khu vực ngập trung bình:* LUA duy trì 2 vụ, vụ còn lại luân canh thủy sản. HNK có thể làm 3 vụ nhưng kết thúc trước tháng X. CLN vẫn trồng được nhưng cần mô cao.

** Khu vực ngập thấp - rất thấp:* LUA bố trí 2 vụ và có thể tận dụng thời gian còn lại trồng rau ngắn ngày/thủy canh. HNK có thể làm 3 vụ, nhất là rau vụ đông để tăng sản lượng. CLN có thể phát triển cây ăn quả - công nghiệp.

*b. Giải pháp quy hoạch sử dụng đất và chuyển đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ thích ứng với rủi ro hạn hán*

** Khu vực hạn nặng - nghiêm trọng:* LUA cần chuyển sang cây ngắn ngày chịu hạn (bắp, đậu nành, mè, khoai lang). HNK ưu tiên lạc, mía và cây công nghiệp ngắn ngày. CLN nên phát triển xoài, mít, điều, hồ tiêu để tăng chịu hạn.

** Khu vực hạn vừa:* LUA vẫn trồng được nhưng dùng giống lúa ngắn ngày và chịu hạn. HNK có thể trồng rau màu, ngô và áp dụng tưới tiết kiệm. CLN có thể duy trì nhưng chọn giống có nhu cầu nước trung bình, chú ý việc che phủ và tỉa cành để giảm thoát hơi nước.

** Khu vực hạn nhẹ - không hạn:* LUA cần trồng giống chất lượng cao, áp dụng thâm canh tiết kiệm nước. HNK nên bố trí cây ngắn ngày năng suất cao và hướng đến sản xuất VietGAP/GlobalGAP.

*3.5.2.3. Giải pháp chính sách hỗ trợ đầu tư, xây dựng các khu sản xuất tập trung*

Cần rà soát, hoàn thiện chính sách hỗ trợ nông nghiệp để giảm rủi ro tài chính cho nông dân.

*3.5.2.4. Giải pháp huy động các nguồn lực, liên kết chuỗi, hợp tác phát triển, tổ chức sản xuất trong ngành trồng trọt*

SXTT nhỏ lẻ còn rời rạc và thiếu liên kết. Cần phát triển mô hình chuỗi giá trị với doanh nghiệp làm "hạt nhân" liên kết nông hộ, hợp tác xã, tạo chuỗi khép kín từ sản xuất đến tiêu thụ.

*3.5.2.5. Giải pháp nâng cao nhận thức cộng đồng và tăng cường năng lực chính quyền địa phương*

Nâng cao nhận thức cộng đồng và năng lực quản lý là giải pháp then chốt để Hòa Vang thích ứng trong SXTT. Trọng tâm là thực hiện Kế hoạch 151/KH-UBND theo Đề án 553/QĐ-TTg của Chính phủ.

# KẾT LUẬN

Luận án đã xác lập cơ sở khoa học cho việc phân tích và đánh giá tác động của thủy tai đến ngành trồng trọt tại huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng, thông qua việc ứng dụng dữ liệu viễn thám đa nguồn, công cụ GIS và các mô hình học máy hiện đại, cụ thể như sau:

(1) Luận án đã làm rõ cơ sở lý luận và thực tiễn về thủy tai và tác động của chúng đến ngành trồng trọt. Đồng thời, luận án cũng đã hệ thống hóa các cách tiếp cận, chỉ số và phương pháp đánh giá ngập lụt, hạn hán. Đây là nền tảng khoa học cho việc lựa chọn phương pháp nghiên cứu phù hợp với điều kiện huyện Hòa Vang.

(2) Trên cơ sở phân tích đặc điểm tự nhiên, KT-XH và thực trạng phát triển ngành trồng trọt của huyện Hòa Vang, luận án đã chỉ ra mối quan hệ chặt chẽ giữa ĐKTN, cơ cấu cây trồng, hình thức canh tác với mức độ tổn thương trước các loại hình thủy tai, làm rõ bối cảnh và tính cấp thiết của nghiên cứu.

(3) Luận án đã thành lập hệ thống bản đồ chuyên đề phản ánh diễn biến và mức độ tác động của ngập lụt và hạn hán tại huyện Hòa Vang dựa trên dữ liệu viễn thám đa nguồn và phân tích GIS. Ngập lụt được xác định từ ảnh radar Sentinel 1, hạn khí tượng được đánh giá bằng chỉ số SPI 1 từ dữ liệu CHIRPS, và hạn nông nghiệp được xác định từ chuỗi ảnh Landsat thông qua các chỉ số TCI, VCI và VHI.

(4) Luận án đã đánh giá hiện trạng phát triển ngành trồng

trọt tại huyện Hòa Vang thông qua phân tích chuỗi số liệu thống kê, xác định cơ cấu cây trồng, loại hình canh tác và đặc điểm phân bố không gian. Trên cơ sở đó, bản đồ hiện trạng và biến động sử dụng đất trồng trọt giai đoạn 2015 - 2024 được xây dựng bằng ảnh Landsat 8, xử lý trên nền tảng GEE và phân tích trong môi trường GIS. Kết quả giúp nhận diện rõ ràng sự thay đổi đất trồng trọt theo cả thời gian và không gian.

(5) Thông qua so sánh hiệu quả giữa các mô hình thống kê hai biến (FR và WoE), các mô hình học máy hiện đại là Boosting và Stacking. Qua đó luận án đã xác định được mô hình Stacking có hiệu suất vượt trội trong đánh giá phân vùng nguy cơ ngập lụt. Kết quả này có ý nghĩa quan trọng trong việc lựa chọn phương pháp dự báo rủi ro thiên tai phù hợp với điều kiện dữ liệu và đặc điểm vùng nghiên cứu.

(6) Từ mối tương quan cao giữa SPI và VHI, luận án tích hợp hạn khí tượng và hạn nông nghiệp trong xây dựng bản đồ phân vùng tác động tổng hợp của hạn hán.

(7) Trên cơ sở kết quả đánh giá tác động của thủy tai đến không gian SXTT, tác động của ngập lụt đến hệ thống GTNĐ và lịch mùa vụ của một số nhóm cây trồng chủ lực, luận án đã đề xuất các định hướng phát triển ngành trồng trọt theo hướng thích ứng với nguy cơ thủy tai.

(8) Dựa trên kịch bản RCP4.5, luận án dự báo thủy tai sẽ tác động đến 4.758,8 ha đất trồng trọt, trong đó 70,5% diện tích thuộc nhóm nguy cơ cao và rất cao. Đất trồng lúa là đối tượng nhạy cảm nhất với 89,3% diện tích chịu rủi ro nghiêm trọng, tập trung tại các xã như Hòa Tiến, Hòa Châu, Hòa Phước và Hòa Liên. Tiếp đến là đất cây hằng năm khác (74,6%) và đất cây lâu năm chủ yếu ở mức trung bình.

(9) Luận án đã đề xuất hệ thống giải pháp phát triển ngành trồng trọt tại huyện Hòa Vang theo hướng tổng thể và liên ngành, bao gồm cả giải pháp công trình và phi công trình, có tính khả thi và phù hợp với điều kiện thực tiễn địa phương, nhằm giảm thiểu rủi ro thủy tai và nâng cao tính bền vững của SXTT trong bối cảnh BĐKH.

# DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. **Le Ngoc Hanh,** Le Phuc Chi Lang, Phan Anh Hang, Nguyen Van An, Nguyen Hoang Son (2025), A novel approach in comparing the performance of bivariate statistical methods, Boosting, and Stacking models in flood susceptibility assessment, *Journal of Environmental Management, 387, 125670*, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125670 (SCIE, Q1, IF: 8.4).
2. **Le Ngoc Hanh**, Tran Thi An, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Van An, Nguyen Thuy Linh (2024), Monitoring meteorological drought in Hoa Vang district, Da Nang City, using Google Earth Engine and satellite - derived precipitation data combined with ground - based weather stations, *Journal of Water and Climate Change, 15 (11): 5418 - 5439*, https://doi.org/10.2166/wcc.2024.214 (SCIE, Q2, IF: 3.1).
3. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Tran Thi An, Nguyen Van An, Truong Phuoc Minh (2024), Spatial - Temporal Assessment of Drought in Hoa Vang district, Da Nang City, Vietnam Using Remote Sensing and Google Earth Engine, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1345, 012013*, https://doi.org/10.1088/1755 - 1315/1345/1/012013 (SCOPUS).
4. Tran Thi An, **Le Ngoc Hanh***, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Thi Dieu, Nguyen Van An (2025). Monitoring Flood Dynamics in Hoa Vang District, Da Nang City Using SAR Remote Sensing and Google Earth Engine, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1501, 012013*, https://doi.org/10.1088/1755 - 1315/1501/1/012013 (SCOPUS, *tác giả liên hệ).
5. **Le Ngoc Hanh**, Tran Thi An (2025), Assessment of Temperature Change in Da Nang City, Vietnam, Using Remote Sensing and Cloud - Computing Approach, *The GIS - IDEAS Journal Vol. 1 No. 3,* https://tgij.gis -

ideas.org/index.php/TGIJ/article/view/22/17 (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

6. Nguyen Hao Quang, **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Van An (2025), Boosting vs. traditional machine learning models for flood susceptibility mapping: insights from a case study in central Vietnam, *Advances in Space Research*, *76(9),* https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.07.105, (SCIE, Q1, IF: 2.8)

7. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng, Nguyễn Văn An, Trần Thị Ân (2024), Thành lập bản đồ ngập lụt và đánh giá tác động đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng bằng viễn thám và Google Earth Engine, *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các khoa học Trái đất và Môi trường, 40 (2), 77 - 92*, https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5068 (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

8. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng (2024), Ứng dụng viễn thám và Google Earth Engine thành lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp năm 2023 ở huyện Hòa Vang, thành Phố Đà Nẵng, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 133 (3B), 17 - 33*, https://doi.org/10.26459/hueunijard.v133i3B.7443 (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

9. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng (2024), Xây dựng các bản đồ địa hình, địa mạo ảnh hưởng đến ngập lụt lưu vực sông Cu Đê ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng bằng GIS và Google Earth Engine, *Kỷ yếu Hội nghị khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XIV, quyển 1, 952 - 960* (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

10. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng (2024), Phương pháp xây dựng các bản đồ mưa từ dữ liệu mưa vệ tinh phục vụ nghiên cứu thủy tai ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng, *Kỷ yếu Hội nghị khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XIV, quyển 2, 905 - 913* (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

11. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng,

Nguyễn Văn An, Trần Thị Ân (2024), Đánh giá diễn biến hạn hán ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng bằng chỉ số chuẩn hóa giáng thủy (SPI) dựa trên dữ liệu mưa vệ tinh và Google Earth Engine, *Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc năm 2024, 406 - 422* (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).
12. **Lê Ngọc Hành,** Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Phúc Chi Lăng (2025), Thành lập bản đồ nguy cơ ngập lụt bằng các mô hình học máy tăng cường, *Kỷ yếu Hội nghị khoa học Địa lý toàn quốc lần thứ XV, Quyển 2, 862 - 872* (Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước).

HUE UNIVERSITY
**UNIVERSITY OF EDUCATION**

**LE NGOC HANH**

# ASSESSMENT OF THE IMPACTS OF HYDROLOGICAL HAZARDS ON CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT, DA NANG CITY

**Major: Physical Geography**

**Code: 9440217**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION
IN PHYSICAL GEOGRAPHY

Hue, 2026

HUE UNIVERSITY
**UNIVERSITY OF EDUCATION**

**LE NGOC HANH**

# ASSESSMENT OF THE IMPACTS OF HYDROLOGICAL HAZARDS ON CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT, DA NANG CITY

**Major: Physical Geography**

**Code: 9440217**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

IN PHYSICAL GEOGRAPHY

**Supervisors:**
**Assoc. Prof. Dr. NGUYEN HOANG SON**
**Dr. LE PHUC CHI LANG**

Hue, 2026

## TABLE OF CONTENTS

Page
**INTRODUCTION....1**
1. RATIONALE OF THE DISSERTATION....1
2. RESEARCH OBJECTIVES....1
2.1. General objective....1
2.2 Specific Objectives....1
3. RESEARCH SUBJECT....1
4. RESEARCH CONTENT AND SCOPE....2
4.1. Research content....2
4.2. Research scope....2
5. SCIENTIFIC AND PRACTICAL SIGNIFICANCE....2
5.1. Scientific significance....2
5.2. Practical significance....2
6. NOVEL CONTRIBUTIONS OF THE DISSERTATION....3
7. RESEARCH PROPOSITIONS....3
8. DATA SOURCES....3
**CHAPTER 1: THEORETICAL AND EMPIRICAL FOUNDATIONS FOR ASSESSING THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION....4**
1.1. OVERVIEW OF RESEARCH ON THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION....4
1.1.1. Global research landscape on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop production....4
1.1.2. Research on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop cultivation in Vietnam....4
1.1.3. Research on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop cultivation in Da Nang city and Hoa Vang district....4
1.1.4. Identification of research gaps....5
1.2. THEORETICAL FOUNDATIONS....5
1.2.1. Theoretical framework on hydro-meteorological disasters....5

1.2.2. Theoretical framework on crop production ..... 5
1.2.3. Theoretical framework on the impacts of hydro-meteorological disasters on crop production ..... 6
1.3. EMPIRICAL FOUNDATIONS ..... 6
1.3.1. Global trends in flooding and its impacts on crop production ..... 6
1.3.2. Flooding and its impacts on crop production in Vietnam ... 6
1.3.3. Global trends in drought and its impacts on crop production ..... 6
1.3.4. Drought and its impacts on crop production in Vietnam..... 6
1.4. METHODOLOGY FOR ASSESSING THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT ..... 7
1.4.1. Methods for investigating the current status of hydro-meteorological disasters in Hoa Vang district ..... 7
1.4.2. Methods for investigating the current status and dynamics of cropland use in Hoa Vang district..... 7
1.4.3. Methods for hydro-meteorological hazard zoning and impact assessment on crop production in Hoa Vang district .. 8
1.5. DISSERTATION RESEARCH FRAMEWORK ..... 9
**CHAPTER 2: HYDRO-METEOROLOGICAL HAZARDS AND CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT, DA NANG CITY ..... 10**
2.1. FACTORS INFLUENCING HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS AND CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT ..... 10
2.1.1. Natural factors ..... 10
2.1.2. Socio-economic factors..... 11
2.2. CURRENT STATUS AND DYNAMICS OF FLOODING IN HOA VANG DISTRICT ..... 12
2.2.1. Overview of flooding and its impacts on crop production in Hoa Vang district ..... 12
2.2.2. Flood map production for Hoa Vang district (2015–2024) using radar remote sensing ..... 12
2.2.3. Accuracy assessment of flood mapping results..... 12
2.2.4. Results of flood spatial dynamics assessment in Hoa

Vang district, Da Nang city (GIS-based)..... 12
2.3. CURRENT STATUS OF DROUGHT IN HOA VANG DISTRICT..... 12
2.3.1. Overview of Drought in Hoa Vang district..... 12
2.3.2. Agricultural Drought Assessment in Hoa Vang district.... 13
2.3.3. Meteorological Drought Assessment in Hoa Vang district..... 13
2.4. DEVELOPMENT OF THE CROP PRODUCTION SECTOR IN HOA VANG DISTRICT..... 13
2.4.1. Current Status of Crop Production in Hoa Vang district... 13
2.4.2. Analysis of cropland use change in Hoa Vang district (2015–2024)..... 14
**CHAPTER 3: ASSESSING HYDRO-METEOROLOGICAL IMPACTS ON CROP PRODUCTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES IN HOA VANG DISTRICT.....15**
3.1. HYDRO-METEOROLOGICAL HAZARD RISK ZONING IN HOA VANG DISTRICT..... 15
3.1.1. Flood susceptibility zoning map..... 15
3.1.2. Combined drought risk zoning map..... 15
3.1.3. Hydro-meteorological hazard risk zoning map..... 16
3.2. HAZARD IMPACTS ON CROP PRODUCTION..... 16
3.2.1. Assessment of disaster impacts on the crop production spatial domain in Hoa Vang district..... 16
3.2.2. Assessment of disaster impacts on agricultural infrastructure..... 16
3.2.3. Assessment of Disaster Impacts on Cropping Calendars.. 17
3.3. PROJECTED IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROPLAND..... 17
3.3.1. Projected flood impacts on cropland..... 17
3.3.2. Projected drought impacts on cropland..... 18
3.3.3. Projected combined impacts of hydro-meteorological disasters on cropland..... 19
3.4. PROPOSED DEVELOPMENT ORIENTATIONS FOR CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT IN ADAPTATION TO HYDRO-METEOROLOGICAL

DISASTERS UNDER CLIMATE CHANGE.....21
3.5. PROPOSED SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN HOA VANG IN ADAPTATION TO HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS UNDER CLIMATE CHANGE.....21
3.5.1. Structural solutions.....21
3.5.2. Non-structural Solutions.....21
**CONCLUSIONS.....23**
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

# INTRODUCTION

## 1. RATIONALE OF THE DISSERTATION

Climate change is intensifying hydro-meteorological disasters, causing severe losses globally. Crop production is among the most critically affected sectors due to its direct dependence on weather conditions, as evidenced by USD 108 billion in agricultural losses worldwide during 2008–2018.

In Vietnam, the crop production sector is highly vulnerable, with approximately 60% of the country's land area and 70% of its population residing in regions exposed to hydro-meteorological hazards [58]. In Hoa Vang district (Da Nang city), this vulnerability is particularly acute, as the area regularly contends with flooding during the rainy season and drought during the dry season, posing direct threats to agricultural production.

In light of the foregoing, the research entitled "Assessment of the Impacts of Hydro-meteorological Disasters on Crop Production in Hoa Vang district, Da Nang city" is of pressing importance. The study will provide a robust scientific foundation to assist local authorities in formulating adaptation policies and ensuring sustainable crop production development.

## 2. RESEARCH OBJECTIVES

### *2.1. General objective*

To establish a scientific basis, through the application of advanced technologies, for assessing hydro-meteorological disaster impacts on crop production in Hoa Vang district, Da Nang city, and for proposing adaptive and sustainable development orientations for the sector.

### *2.2 Specific Objectives*

To develop a scientific framework for assessing hydro-meteorological disaster impacts on crop production in Hoa Vang District; construct hazard risk maps and evaluate their effects on the crop production spatial domain; and propose orientations and solutions for sustainable sectoral development to mitigate disaster risks.

## 3. RESEARCH SUBJECT

The dissertation's research subjects are the principal hydro-

meteorological phenomena, namely flooding and drought, as well as the productive spatial domain of the crop production sector in Hoa Vang district.

## 4. RESEARCH CONTENT AND SCOPE

### *4.1. Research content*

The dissertation constructs flood and drought maps grounded in Hoa Vang's natural and socio-economic conditions to quantitatively identify affected areas and land-use categories, then proposes development orientations and adaptive solutions for sustainable crop production under climate change.

### *4.2. Research scope*

#### *4.2.1. Spatial scope*

The dissertation covers the entire territory of Hoa Vang district.

#### *4.2.2. Temporal scope*

Primary data on hydro-meteorological disasters and crop production were collected for the period 2015–2024 in the study area.

#### *4.2.3. Thematic scope*

The dissertation focuses on flooding and drought, the most damaging hazards to the District's crop production. The research assesses their impacts across three land-use categories defined by the Ministry of Natural Resources and Environment [5]: rice paddy (LUA), other annual (HNK), and perennial cropland (CLN). It also examines flooding effects on intra-field transportation and key annual cropping calendars.

## 5. SCIENTIFIC AND PRACTICAL SIGNIFICANCE

### *5.1. Scientific significance*

The dissertation refines disaster risk assessment methodology by demonstrating the superiority of machine learning models (Boosting, Stacking) over bivariate statistical methods for flood susceptibility mapping. It develops a novel framework integrating VHI and SPI data for comprehensive agricultural and meteorological drought assessment, applicable to ecologically analogous regions.

### *5.2. Practical significance*

The study constructs a dataset and a risk-mapping system for flooding and drought in the crop production sector in Hoa Vang.

Based on this zoning, both structural and non-structural practical solutions are proposed to guide crop structure conversion.

## 6. NOVEL CONTRIBUTIONS OF THE DISSERTATION

- The dissertation integrates spatial data, remote sensing, and advanced machine learning to produce high-accuracy flood hazard susceptibility maps.

- The application of CHIRPS data to compute the SPI overcomes the limitations of meteorological station networks. For the first time, SPI and VHI are integrated to comprehensively analyze both agricultural and meteorological drought in the study area.

- A comprehensive assessment of the combined impacts of flooding and drought on crop production under the 2030 climate change scenarios is conducted, serving as a basis for sustainable land-use planning.

## 7. RESEARCH PROPOSITIONS

Proposition 1: Integrating remote sensing, GIS, and field data on the GEE platform with advanced machine learning models proves highly effective for flood and drought mapping, cropland classification, and hydro-meteorological hazard risk zoning in Hoa Vang.

Proposition 2: As flooding and drought intensify and increasingly impact crop production in Hoa Vang, sustainable development solutions must be grounded in comprehensive quantitative disaster impact assessments and closely aligned with local socio-economic orientations to enhance adaptive capacity and land-use efficiency.

## 8. DATA SOURCES

The dissertation draws upon a diverse range of data, including: (1) socio-economic statistics, planning documents, and crop production data for Da Nang and Hoa Vang; (2) base maps covering topography, hydrology, and soils from the Departments of Natural Resources and Environment and Agriculture and Rural Development; (3) Landsat 5/8 and Sentinel-1 remote sensing data; (4) hydro-meteorological data comprising CHIRPS and CHRS satellite rainfall and station-recorded data; (5) relevant scientific research and technical reports; and (6) field survey results on flooding, drought, and current crop production conditions.

# CHAPTER 1: THEORETICAL AND EMPIRICAL FOUNDATIONS FOR ASSESSING THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION

## 1.1. OVERVIEW OF RESEARCH ON THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION

### *1.1.1. Global research landscape on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop production*

*1.1.1.1. Flood research methods and crop impacts*

Research on flooding currently employs methods including hydrodynamic modeling, multi-criteria analysis, statistical approaches, and machine learning. The assessment of disaster impacts on agriculture has been extensively implemented across numerous countries. The objective is to quantify damage levels in support of management strategy development.

*1.1.1.2. Drought research methods and crop impacts*

Global drought research has primarily focused on the impacts on agriculture and water resources. Recent studies have expanded to encompass ecosystem and socio-economic effects.

### *1.1.2. Research on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop cultivation in Vietnam*

Regarding flooding, notable studies include those by Huynh Thi Thu Huong (2017) [19], Nguyen Thi Lieu (2017) [20], and Nguyen Bich Ngoc (2021) [25]. Regarding drought, the Ministry of Natural Resources and Environment produced a national drought map (2013–2015) [1]. Other relevant studies include drought mapping in Dong Nai [14]; drought risk assessment in Bac Binh (Binh Thuan) [18]; SPI-based drought mapping for Dak Nong [16]; and aridity mapping for Ninh Thuan [36].

### *1.1.3. Research on the impacts of hydro-meteorological hazards on crop cultivation in Da Nang city and Hoa Vang district*

Concerning flooding: Multiple studies have been conducted, including a flood scenario mapping under climate change projections by the Southern Institute for Water Resources Research (2009) [49];

and a combined hydrodynamic modeling study (MIKE UHM, MIKE 21) by To Thuy Nga and Nguyen Thanh Phat (2020) to assess the impacts of urbanization on flooding in the Cu De River basin [23].

Concerning drought: CARE (2017) analyzed flood–drought risks in the Vu Gia–Thu Bon basin [6], while Tran Thi Phuong (2019) examined drought impacts on rice paddy land in Hoa Vang, employing SPI in conjunction with GIS and remote sensing to propose adaptive solutions [27].

#### *1.1.4. Identification of research gaps*

Advanced machine learning has not yet been applied for flood susceptibility zoning in Hoa Vang, and prior drought studies relied on single indices. This dissertation comprehensively assesses both meteorological (SPI) and agricultural (VHI) droughts. It represents Da Nang's first study integrating flood and drought assessments into a unified district-level risk framework, utilizing multi-source data and machine learning to evaluate the combined impacts of hydro-meteorological hazards on crop production.

## 1.2. THEORETICAL FOUNDATIONS

### *1.2.1. Theoretical framework on hydro-meteorological disasters*

*1.2.1.1. Definition of hydro-meteorological disasters*

Hydro-meteorological disasters are natural hazard phenomena related to water, encompassing processes such as flooding, flash floods, drought, and other events causing the accumulation, displacement, or deficit of water in the natural environment [126].

*1.2.1.2. Major hydro-meteorological disasters*

- Flooding: A phenomenon characterized by water rising and inundating land surfaces for a defined period, typically resulting from heavy rainfall, riverine flooding, storm surges, or sea level rise [10].

- Drought: A temporary natural phenomenon caused by a prolonged rainfall deficit, leading to a hydrological imbalance and adversely affecting agriculture, the environment, and the economy [145].

### *1.2.2. Theoretical framework on crop production*

In agriculture, crop production plays a pivotal role, as the sector is directly responsible for generating food, sustenance, and livelihoods. It constitutes an economic-technical sector of agriculture concerned with the cultivation of agricultural plants, ornamental plants, and edible fungi for human purposes [29].

### *1.2.3. Theoretical framework on the impacts of hydro-meteorological disasters on crop production*

In general, drought causes harm through water deficit and heat stress, while waterlogging causes harm through root oxygen deprivation. Both stresses impair photosynthesis and biomass accumulation, ultimately leading to reduced crop yields.

## 1.3. EMPIRICAL FOUNDATIONS

### *1.3.1. Global trends in flooding and its impacts on crop production*

Flooding is among the most damaging natural disasters for agriculture. During the period 2009–2018, an average of 149 flood events occurred annually, causing approximately USD 400 billion in economic damage [88]. FAO (2023) has also reported that natural disasters reduce global cereal production by 69 million tonnes and vegetable yields by 40 million tonnes annually, with flooding identified as the primary causal agent [71].

### *1.3.2. Flooding and its impacts on crop production in Vietnam*

Low-lying coastal plains and key crop-producing areas are highly prone to severe inundation. Flood seasons vary regionally: Red River Delta (June–October), North Central Coast (July–November), Central Coast to Ninh Thuan (September–December), and South Central Coast, Central Highlands, and Mekong Delta (June–November). Irregular flooding consistently causes severe agricultural damage.

### *1.3.3. Global trends in drought and its impacts on crop production*

Drought is a devastating natural disaster causing substantial global losses. In low- and middle-income countries, it reduces agricultural output by 34%, inflicting approximately USD 37 billion in economic damage [70]. In crop production, drought accounts for approximately 18% of total losses [31].

### *1.3.4. Drought and its impacts on crop production in Vietnam*

Vietnam's climate is characterized by a humid tropical monsoon, with a pronounced alternation between rainy and dry seasons. Over 50 years (1961–2010), drought occurred in 36 out of 50 years, with severity escalating progressively, particularly within the crop production sector [34].

## 1.4. METHODOLOGY FOR ASSESSING THE IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT

### *1.4.1. Methods for investigating the current status of hydro-meteorological disasters in Hoa Vang district*

*1.4.1.1. Methods for assessing flood status and dynamics*

The research workflow comprises the following key steps: image preprocessing on GEE, Otsu thresholding, extraction of a flood extent map, correlation analysis between flooded areas and rainfall and streamflow, accuracy assessment of flood maps, and spatial flood dynamics analysis.

*1.4.1.2. Methods for assessing drought conditions*

*a. Agricultural drought assessment in Hoa Vang district*

The study applies GEE to process 309 Landsat (5 TM and 8 OLI) images acquired during the dry season (May–July) over the period 1995–2024. The workflow involves extracting NDVI and Land Surface Temperature (LST) from GEE, which serve as the basis for computing VCI, TCI, and VHI (in conjunction with GIS). VHI values are subsequently classified into five drought severity levels: severe (<10), heavy (10–20), moderate (20–30), mild (30–40), and no drought (>40).

*b. Meteorological drought assessment in Hoa Vang district*

The dissertation follows four procedural steps: (1) computation of the SPI based on CHIRPS data; (2) assessment of SPI trend reliability using the Mann-Kendall (MK) test; (3) accuracy evaluation of SPI (derived from CHIRPS) against observational and CHRS data using statistical metrics (r, RMSE, MAE, Bias, KGE); and (4) risk zoning across five SPI-based severity levels: severe (≤ −2.0), heavy (−2.0 to −1.5], moderate (−1.5 to −1.0], mild (−1.0 to −0.5], and no drought (> −0.5).

### *1.4.2. Methods for investigating the current status and dynamics of cropland use in Hoa Vang district*

The study employs GEE and the Random Forest (RF) algorithm to classify Landsat 8 imagery (acquired in 2015 and 2024) for current land-use status mapping in Hoa Vang. Map reliability is assessed through user accuracy, producer accuracy, overall accuracy, and the Kappa coefficient.

### *1.4.3. Methods for hydro-meteorological hazard zoning and impact assessment on crop production in Hoa Vang district*

*1.4.3.1. Flood susceptibility zoning method*

The study compares bivariate statistical methods (WoE, FR) with machine learning approaches (Boosting, Stacking) for flood susceptibility mapping. Optimal model selection is based on the normalized mean scores of positive-correlation metrics (ROC-AUC, Kappa, KGE) and inverse metrics (RMSE, MAE, Huber Loss). For tooling, the GEE platform (JavaScript) is used for Sentinel-1 image processing, while Google Colab (Python) supports model building and performance evaluation.

*1.4.3.2. Drought risk zoning method*

Drought risk zoning in Hoa Vang district is achieved by integrating meteorological and agricultural drought indices, aiming to simultaneously reflect climatic conditions and the level of biological water stress on crops [179].

*1.4.3.3. Hydro-meteorological hazard zoning and impact assessment method*

The dissertation integrates the flood and drought zoning results, drawing upon the methodological approaches of previous studies [114, 120, 182], to establish a hydro-meteorological hazard classification matrix (Table 1.7). A composite hazard risk map is produced using GIS overlay analysis.

*Bảng 1.7. Hydro-meteorological Hazard Risk Classification Matrix Based on Flooding and Drought*

| **Flood Hazard (Score)** | **Drought Hazard (Score)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Severe (5) | Heavy (4) | Moderate (3) | Mild (2) | No drought (1) |
| Very high (5) | Very high | Very high | High | High | Medium |
| High (4) | Very high | High | High | Medium | Medium |
| Medium (3) | High | High | Medium | Medium | Low |
| Low (2) | High | Medium | Medium | Low | Low |
| Very low (1) | Medium | Medium | Low | Low | Very low |

Risk levels are classified into five categories: very high (9–10), high (7–8), medium (5–6), low (3–4), and very low (2). On this basis, the dissertation evaluates the impacts of hydro-meteorological hazards on the LUA, HNK, and CLN land-use categories to identify vulnerability levels and recovery capacity, thereby supporting adaptive crop placement strategies.

## 1.5. DISSERTATION RESEARCH FRAMEWORK

Figure 1.9 presents the interdisciplinary research framework tailored to the distinctive characteristics of Hoa Vang District.

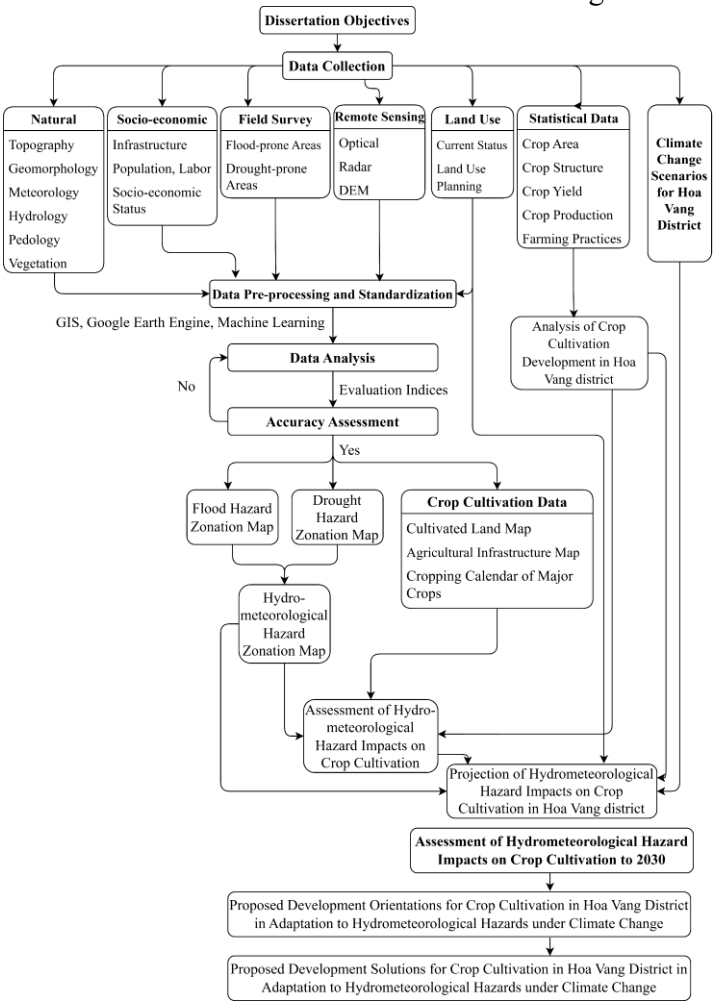



*Figure 1.9. General research framework of the dissertation*

The central focus of the dissertation is to assess the impacts of hydrometeorological hazards on the crop cultivation sector in Hoa Vang District, thereby providing a scientific basis for proposing sustainable development orientations in the context of climate change.

# CHAPTER 2: HYDRO-METEOROLOGICAL HAZARDS AND CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT, DA NANG CITY

## 2.1. FACTORS INFLUENCING HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS AND CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT

### *2.1.1. Natural factors*

*2.1.1.1. Geographical location*

Covering 737.004 km², Hoa Vang's location facilitates regional connectivity and crop production. However, traversing low-lying areas poses challenges, increasing localized waterlogging risks and negatively impacting agricultural output.

*2.1.1.2. Geology*

Hoa Vang's complex geological structure spans stratigraphic units from the Paleozoic to the Quaternary [48]. This stratigraphic and lithological diversity directly influences crop production zones and localized flood and drought risk levels.

*2.1.1.3. Topography and geomorphology*

Hoa Vang's terrain slopes from Northwest to Southeast across three zones. The steep, mountainous zone is suited to forestry and industrial crops but faces landslide and flash-flood risks. The midlands are suited to perennial crops but are susceptible to drought and localized flooding. The low-lying plains, the primary crop zone, are highly vulnerable to rainy-season floods and dry-season water shortages.

*2.1.1.4. Climate*

Hoa Vang's humid tropical monsoon climate features high mean temperatures (26.7°C) and two contrasting seasons. The rainy season (August–December, 2,680mm) [12, 13] frequently inundates alluvial plains, while the dry season (January–July) causes irrigation shortages and localized drought, impacting crop production.

*2.1.1.5. Hydrology*

Hoa Vang's hydrological network comprises two main rivers. The Cu De River frequently causes rainy-season waterlogging, yet

its severe low flows trigger dry-season water shortages and saltwater intrusion. Conversely, the Cam Le River (at the Tuy Loan-Yen confluence) [41], alongside the Hoa Trung and Dong Nghe reservoirs, is essential for water supply and flood regulation.

*2.1.1.6. Soils*

Hoa Vang's soils consist of two primary groups impacting crop production. Alluvial soils suit short-cycle crops but are vulnerable to rainy-season flooding and Summer-Autumn water shortages. Red-yellow soils suit industrial crops but are prone to erosion and poor water retention, increasing downstream flood discharge.

*2.1.1.7. Vegetation*

Vegetation covers 75.74% of Hoa Vang [41], including protection, special-use, and production forests. These are vital for hydrological regulation and mitigating risks to crop production.

***2.1.2. Socio-economic factors***

*2.1.2.1. Socio-economic infrastructure*

*a. Transportation network*

Hoa Vang district possesses an extensive road network comprising 49 km of national highways (NH1A, 14B, 14G), 86 km of provincial roads (601, 602, 605, and the Nam Hai Van bypass), 54.4 km of district roads, 185.82 km of inter-commune roads, 147 km of inter-village roads, and 478 km of alley and lane roads [41].

*b. Irrigation system*

Hoa Vang has 19 reservoirs, of which Dong Nghe and Hoa Trung are the principal facilities for irrigation and flood regulation [39]. The network of 451.57 km of irrigation canals, which are predominantly earthen, reduces flood-cutting capacity and causes localized water shortages, directly affecting crop productivity [39].

*2.1.2.2. Population, labor, and employment*

According to the 2024 Statistical Yearbook, Hoa Vang district has a population of 155,545 with a density of 212 persons/km², though the spatial distribution of residents is highly uneven [8].

*2.1.2.3. Agricultural sector development*

The District's economic structure has undergone significant restructuring, with the share of agriculture, forestry, and fisheries declining to 13% (a 7% reduction from 2020) [8].

## 2.2. CURRENT STATUS AND DYNAMICS OF FLOODING IN HOA VANG DISTRICT

### *2.2.1. Overview of flooding and its impacts on crop production in Hoa Vang district*

Statistical data for the period 1998–2024 indicate that 64 flood events occurred in the District. Of these, 27 events caused damage in Hoa Vang, resulting in 83 fatalities, 100 injuries, and extensive destruction of infrastructure and agricultural assets [13, 46].

### *2.2.2. Flood map production for Hoa Vang district (2015–2024) using radar remote sensing*

Using Otsu thresholding and Sentinel-1 imagery, flood maps were generated on GEE for 182 images (2015–2024) with permanent water excluded. Results show flooding peaks from September to December. Major inundation occurred in 2016, 2020, 2022, and 2023, while other years recorded lower levels.

### *2.2.3. Accuracy assessment of flood mapping results*

The dissertation's accuracy assessment using Pearson's correlation coefficient (r) shows that the flooded area exhibits strong positive correlations with both rainfall ($r = 0.91$) and 5-day antecedent streamflow ($r = 0.90$). Additionally, the flood extent maps derived from Sentinel-1 imagery exhibit high reliability, with a Kappa coefficient of 0.80.

### *2.2.4. Results of flood spatial dynamics assessment in Hoa Vang district, Da Nang city (GIS-based)*

Using GIS and Python on Google Colab, a flood dynamics map was produced for Hoa Vang (2015–2024). Results indicate a significant increase in the flooded area of 5,401.8 ha (83.5%), concentrated in Hoa Khuong, Hoa Lien, Hoa Tien, and other low-lying communes. In contrast, communes such as Hoa Bac, Hoa Ninh, Hoa Phu, and Hoa Son exhibited negligible variation.

## 2.3. CURRENT STATUS OF DROUGHT IN HOA VANG DISTRICT

### *2.3.1. Overview of Drought in Hoa Vang district*

Drought in Hoa Vang occurs from April to August, peaking in 2016, 2018, and 2019 [46]. Rice in plains and foothills is impacted in both seasons, whereas mountainous areas suffer primarily during

the Summer-Autumn crop [28]. Low June–July SPI triggers water shortages and yield losses [28].

### *2.3.2. Agricultural Drought Assessment in Hoa Vang district*

Analysis of TCI, VCI, and VHI for the period 1995–2024 reveals a marked increase in agricultural drought severity and spatial extent. The proportion of non-drought area has declined substantially (TCI: from 54.3% to 34.9%; VCI: from 50.4% to 18.8%; VHI: from 52.3% to 26.9%), while the coverage of various drought categories has expanded rapidly, posing a direct threat to crop yields. VHI data for 2015–2024 are used to construct the official agricultural drought map.

### *2.3.3. Meteorological Drought Assessment in Hoa Vang district*

SPI-1 was computed from CHIRPS data on GEE and averaged district-wide. The Mann-Kendall test confirmed statistical significance ($p < 0.05$) for 9 of 12 months. CHIRPS reliability was validated against CHRS and station records using multiple metrics (r, RMSE, MAE, Bias, KGE). Consequently, SPI-1 was used to map meteorological drought for May–July (2015–2024).

## 2.4. DEVELOPMENT OF THE CROP PRODUCTION SECTOR IN HOA VANG DISTRICT

### *2.4.1. Current Status of Crop Production in Hoa Vang district*

*2.4.1.1. Crop Area and Structure*

During 2015–2024, cropland area in Hoa Vang declined from 8,536 to 6,970 ha (−2.23%/year). Rice increased its share to 85.5% of total cropland despite a slight reduction in absolute area, while other short-cycle crops (maize, cassava, groundnut, etc.) declined substantially. Fruit trees reached their peak extent in 2018 before declining to 410.6 ha by 2024. Perennial crops underwent severe contraction: cashew disappeared entirely from 2023, black pepper was reduced to only 2–3 ha, and tea also declined toward the end of the study period.

*2.4.1.2. Yields and Output*

Annual crop yields grew steadily under normal conditions but plummeted during disasters. Cassava, sugarcane, groundnut, and sesame showed high volatility due to weather sensitivity. Hazards reduced yields while accelerating adaptive crop

restructuring. Rice output remained at 26,000–30,000 tonnes, except during major floods; however, maize, sweet potato, and fruit trees declined as cultivation areas contracted. For perennials, bananas recovered after the flood, whereas pepper was nearly eliminated and tea declined during drought years.

*2.4.1.3. Farming practices*

Hoa Vang district employs diverse farming practices, including traditional cultivation, organic farming, high-technology agriculture, and ecological agriculture.

*2.4.1.4. Technical infrastructure for crop production*

Hoa Vang leads Da Nang's agricultural modernization despite labor shortages and urbanization-driven land loss. The District actively promotes high-tech farming, mechanization, and value-added improvements to agricultural products.

***2.4.2. Analysis of cropland use change in Hoa Vang district (2015–2024)***

*2.4.2.1. Cropland land-use status maps*

GIS assessment of Hoa Vang's cropland (2015–2024) reveals pronounced topographic differentiation. Rice is concentrated on flood-prone plains, with less than 1.5% in mountainous zones. Other annual crops, distributed across lowlands, remain drought-prone except for a slight increase in Hoa Ninh. Perennial cropland expansion has occurred primarily in the foothill and mountainous zones.

*2.4.2.2. Assessment of cropland area change in Hoa Vang district (2015–2024)*

GIS analysis of cropland dynamics in Hoa Vang (2015–2024) reveals that rice paddy area declined by 319.4 ha (−10.2%) and other annual cropland by 137.9 ha (−7.4%) due to urbanization and disaster impacts. Conversely, perennial cropland increased by 102 ha (+6.8%) owing to its superior climate adaptability. Total cropland area decreased by 5.5% as a result of land-use conversion and the adverse effects of hydro-meteorological disasters.

# CHAPTER 3: ASSESSING HYDRO-METEOROLOGICAL IMPACTS ON CROP PRODUCTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES IN HOA VANG DISTRICT

## 3.1. HYDRO-METEOROLOGICAL HAZARD RISK ZONING IN HOA VANG DISTRICT

### *3.1.1. Flood susceptibility zoning map*

*3.1.1.1. Selection of key factors influencing flood susceptibility*

Using Information Gain Ratio (IGR) and multicollinearity analysis, 12 independent factors (LULC, STe, TPI, ELE, STy, SLO, TWI, RD, DtRo, DtRi, PD, HDR) were selected as inputs for flood susceptibility mapping in the study area..

*3.1.1.2. Flood susceptibility assessment using bivariate statistical*

The modified NBJ approach achieved superior performance (FR = 0.264; WoE = 0.524) compared to the conventional NBJ (FR = 0.007; WoE = 0.040).

*3.1.1.3. Flood susceptibility assessment using machine learning*

*a. Results from boosting models*

The study applies five Boosting models for flood susceptibility mapping. Results show AdaBoost (AB) achieved the highest score (0.813), followed by LightGBM (LGB) (0.793), CatBoost (CB) (0.775), and XGBoost (XGB) (0.734). GradientBoosting (GB) performed lowest (0.712).

*b. Results from stacking models*

The three top-performing Boosting models were selected as base models for Stacking with a logistic regression meta-learner, reducing individual errors and enhancing prediction stability.

*3.1.1.4. Overall model evaluation*

Validated on a 30% test set, Stacking (0.885) outperformed Boosting (0.765), WoE (0.270), and FR (0.134), with the CB_GB_XGB ensemble peaking at 0.966. Unlike simple statistical methods, Stacking and Boosting effectively manage noise and heterogeneity, yielding significantly higher accuracy.

### *3.1.2. Combined drought risk zoning map*

Integrating VHI and SPI, this dissertation constructs a

comprehensive risk map. A strong correlation ($R^2$ = 0.841). GIS analysis reveals 94.7% of the District (73,700.4 ha) is drought-affected. Moderate drought is dominant (48.9%), followed by mild (34.9%), heavy (8.9%), and severe (2.0%).

### *3.1.3. Hydro-meteorological hazard risk zoning map*

GIS integration of flood and drought maps generated Hoa Vang's hazard risk profile: low (67.5%), medium (12.2%), high (9.6%), and very high (5.4%). High-to-very-high risk is concentrated in Hoa Chau, Hoa Phuoc, and Hoa Tien (79.6–100%), alongside Hoa Lien and Hoa Nhon. Conversely, Hoa Bac, Hoa Phu, and Hoa Ninh are over 80% low-risk.

## 3.2. HAZARD IMPACTS ON CROP PRODUCTION

### *3.2.1. Assessment of disaster impacts on the crop production spatial domain in Hoa Vang district*

** Combined impacts on LUA (rice paddy land)*

In 2024, 86.5% of Hoa Vang's 2,805.5 ha of rice land (LUA) is in high-to-very-high hazard zones, the most vulnerable category. Risks peak in Hoa Chau, Hoa Phuoc (100%), and Hoa Tien (69.3%), whereas Hoa Son, Hoa Phu, and Hoa Ninh face significantly lower hazards.

** Combined impacts on HNK (other annual cropland)*

HNK is highly sensitive to hydro-meteorological hazards, with 72.5% of the District's HNK area located within high-to-very-high hazard zones, reflecting a high level of vulnerability of short-cycle crops to these disasters.

** Combined impacts on CLN (perennial cropland)*

Of Hoa Vang's 1,606.2 ha of CLN, 41.9% is classified as low risk, 39.9% as medium risk, 14.8% as high risk, and 3.3% as very high risk. Thus, 58.1% of the CLN area is subject to medium-to-very-high hazard levels.

### *3.2.2. Assessment of disaster impacts on agricultural infrastructure*

Of Hoa Vang's 1,093.8 km of intra-field roads, 75.7% face high-to-very-high flood risk. Vulnerability peaks in low-lying Hoa Chau and Hoa Tien (>98%), followed by Hoa Lien, Hoa Phuoc, and Hoa Phong (64.6–91.5%). In contrast, Hoa Ninh is least exposed (94.9% low risk) due to its elevated terrain and superior drainage.

### *3.2.3. Assessment of Disaster Impacts on Cropping Calendars*

Flooding forced the elimination of the Spring-Summer season, leaving two main crops: Winter-Spring (Dec–Apr) and Summer-Autumn (May–Sep) to avoid peak floods. Upland crops follow drier windows (Jan–Apr and Jun–Sep), strictly avoiding the flood-prone October–December period.

## 3.3. PROJECTED IMPACTS OF HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS ON CROPLAND

### *3.3.1. Projected flood impacts on cropland*

*3.3.1.1. Flood change scenarios for Hoa Vang district*

*a. Projected changes in maximum daily rainfall*

The dissertation utilizes Rx1day projections under the RCP4.5 scenario as input data for the machine learning model, combined with other relevant factors, to project flood susceptibility in the District by 2030.

*b. Projected land-use/land cover changes*

The dissertation employs the Hoa Vang district Land-use Planning document (to 2030) as the LULC dataset for 2030.

*c. Projected population density changes*

Population density for 2030 is extracted from WorldPop and used as a basis for constructing the population density forecast map.

*d. Flood susceptibility projection for the district to 2030*

Based on the flood susceptibility zoning results presented in Section 3.1, the Stacking machine learning model incorporating CB, GB, and XGB as base models—which demonstrated the highest performance—is employed to simulate flood susceptibility in Hoa Vang district to 2030.

*3.3.1.2. Projected flood impacts on cropland by land-use category*

LUA suffers the most severe impacts, with 2,255.8 ha projected to be flooded, of which 1,958.6 ha (86.8%) are in very high risk, concentrated in low-lying communes including Hoa Tien, Hoa Chau, Hoa Phuoc, Hoa Lien, and Hoa Khuong.

HNK is projected to experience 1,468.0 ha of flooding, with 69.5% at very high risk levels, and numerous communes facing extreme inundation (Hoa Tien, Hoa Bac, Hoa Phuoc, Hoa Lien, Hoa Chau, Hoa Phong, Hoa Nhon, Hoa Khuong), reflecting

substantial total crop loss risks for short-cycle crops.

CLN is projected to be flooded over 1,034.9 ha, with 18.0% at very high risk and 21.8% at high risk, primarily in Hoa Lien, Hoa Phong, Hoa Nhon, and Hoa Bac, while communes such as Hoa Ninh, Hoa Phu, and Hoa Son face lower levels of inundation.

### *3.3.2. Projected drought impacts on cropland*

#### *3.3.2.1. Drought change scenarios for Hoa Vang district*

*a. Agricultural drought projection for Hoa Vang district*

To project agricultural drought in Hoa Vang to 2030, the dissertation constructs a VHI map by integrating TCI and VCI. TCI is computed from Land Surface Temperature (LST), simulated in accordance with summer temperature change scenarios under RCP4.5 and RCP8.5 [44] for 2025. VCI is derived from the mean NDVI for 2015–2024 (extracted from Landsat imagery), assuming that vegetation cover in 2030 will not change significantly. These integrated results serve as the core foundation for projecting drought risk in the study area.

*b. Meteorological drought projection for Hoa Vang district*

To project meteorological drought in Hoa Vang, the dissertation simulates summer season rainfall [44]. The two scenarios exhibit substantial divergence: RCP4.5 projects a slight increase in rainfall (+2.2%) during 2016–2035, followed by a gradual decline to −0.1% and −2.5% by the end of the century. In contrast, RCP8.5 shows a continuous increase in rainfall (from 5.2% to 7.7%) but with an extreme range of variation (−15.7% to +31.2%), intensifying extreme weather events. Based on the RCP4.5 scenario, a composite drought forecast map is constructed for 2030.

#### *3.3.2.2. Projected drought impacts on cropland by land-use category*

Drawing on the projected drought map and the 2030 Land-use Plan, GIS is used to assess drought impacts on cropland in Hoa Vang. Results indicate that drought continues to pose a major threat, with the entire 4,758.8 ha of cultivated land affected: 2.1% under severe drought, 36.3% under heavy drought, 32.1% under moderate drought, and 29.5% under mild drought.

Rice paddy land (2,255.8 ha): Most severely affected (51.6% heavy drought, 35.6% moderate). Critical hotspots include Hoa

Chau and Hoa Phuoc (100% heavy drought), Hoa Tien (87.3% heavy), and Hoa Lien (30.9% severe).

HNK (1,468.0 ha): Risk is fairly evenly distributed. Hoa Phuoc and Hoa Tien face considerable pressure (68–100% heavy drought); in contrast, Hoa Ninh is predominantly only mildly affected (85.2%).

CLN (1,034.9 ha): The safest category, with 66.1% of the area classified as mildly drought-affected (typically Hoa Phu and Hoa Ninh). However, Hoa Lien records a notably high proportion of heavy-to-severe drought.

### *3.3.3. Projected combined impacts of hydro-meteorological disasters on cropland*

The dissertation further integrates the projected flood and drought maps to construct a composite hydro-meteorological hazard risk map for Hoa Vang. This enables a comprehensive assessment of the combined disaster impacts on total cropland across the District to 2030 (Figure 3.12).

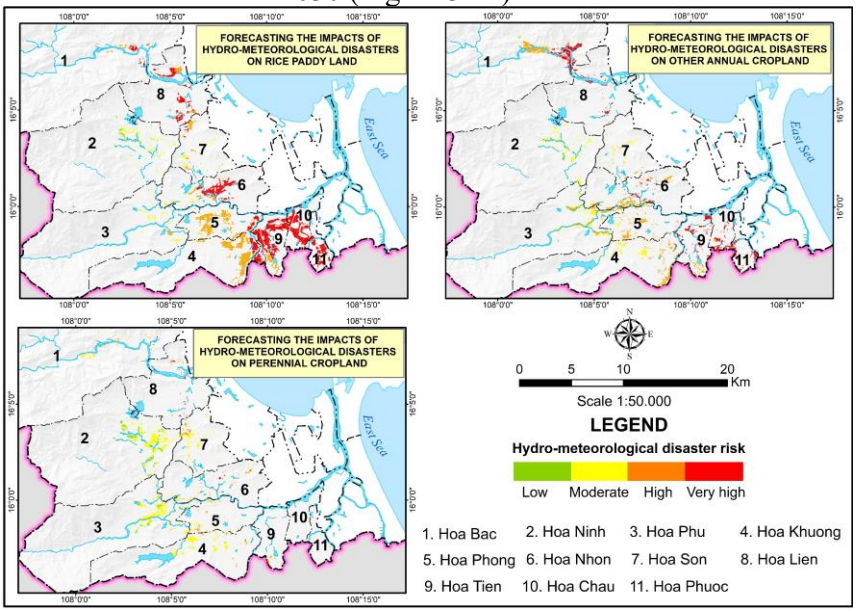



*Figure 3.12. Projected hydro-meteorological disaster impact map on cropland in Hoa Vang district to 2030 (derived from 1:50,000 scale)*

*3.3.3.1. Projected combined impacts on rice paddy land (LUA)*

By 2030, virtually all 2,255.8 ha of LUA in Hoa Vang are projected to be affected by hydro-meteorological disasters, with 89.3% falling within high-to-very-high risk categories. Spatially, low-lying riverine communes face the greatest risks: Hoa Tien, Hoa Chau, Hoa Phuoc, Hoa Phong, and Hoa Khuong all have nearly 100% of their LUA area at high-to-very-high risk. Hoa Lien and Hoa Nhon also fall within the very high-risk group, with over 70% of their area at the highest level.

By contrast, mid-elevation and mountainous communes such as Hoa Ninh, Hoa Phu, and Hoa Son exhibit lower risk levels, predominantly medium to low, reflecting greater resilience, though continued monitoring remains necessary.

*3.3.3.2. Projected Combined impacts on other annual cropland (HNK)*

By 2030, the 1,468.0 ha of HNK in Hoa Vang is projected to be affected by disasters, with 74.6% at high-to-very-high risk, indicating considerable vulnerability within this land-use category.

Spatially, Hoa Bac, Hoa Nhon, and Hoa Tien are the most severely affected, with 93–100% of their HNK area at high-to-very-high risk; Hoa Lien is the most critical hotspot with over 91% at very high risk.

Communes such as Hoa Phu, Hoa Khuong, and Hoa Phong are predominantly at medium-to-high risk, while Hoa Ninh is less severely affected owing to its hilly terrain. Several communes with small HNK areas (Hoa Phuoc, Hoa Chau, Hoa Son), despite their high risk proportions, do not contribute substantially to the overall impact.

*3.3.3.3. Projected combined impacts on perennial cropland (CLN)*

By 2030, the 1,034.9 ha of CLN in Hoa Vang is projected to be affected by disasters, with 88.2% falling into the medium-and-above risk categories, reflecting significant vulnerability predominantly at medium severity. Hoa Khuong, Hoa Ninh, and Hoa Phu exhibit high proportions in the medium category (72–79%), indicating relatively good resilience. In contrast, Hoa Lien is the most critical hotspot, with nearly all of its CLN area at high-to-very high risk; Hoa Phong and Hoa Nhon also face considerable pressure (over 50% of their CLN areas at high risk). In communes

with small CLN areas, risk remains very high: Hoa Chau, Hoa Phuoc, and Hoa Tien have almost all of their CLN within high-risk zones. Hoa Son is predominantly at medium risk, but also records a notable proportion at high risk.

## 3.4. PROPOSED DEVELOPMENT ORIENTATIONS FOR CROP PRODUCTION IN HOA VANG DISTRICT IN ADAPTATION TO HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS UNDER CLIMATE CHANGE

Proposed orientations are based on: (1) climate and disaster adaptation perspectives, (2) sectoral development goals, (3) current disaster impacts in Hoa Vang, and (4) the district's 2030 crop development plan.

## 3.5. PROPOSED SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN HOA VANG IN ADAPTATION TO HYDRO-METEOROLOGICAL DISASTERS UNDER CLIMATE CHANGE

### *3.5.1. Structural solutions*

*3.5.1.1. Irrigation system construction and improvement*

Urgent upgrading and hardening of irrigation canals and control structures are required to enhance flood drainage capacity and water storage for the dry season.

*3.5.1.2. Rational urban development and infrastructure planning*

In the context of climate change and rapid urbanization, communes in Hoa Vang must adopt urban planning approaches that harmonize with the irrigation system and protect adjacent production zones.

*3.5.1.3. Reforestation and wetland protection*

Urgent restoration and new planting of protection forests using indigenous water-retaining species is necessary, alongside strengthened protection of existing forest areas.

### *3.5.2. Non-structural Solutions*

*3.5.2.1. Application of science and technology and investment attraction*

The development of an early warning and risk monitoring system for flooding and drought constitutes a key solution for protecting crop production, stabilizing farmers' livelihoods, and

ensuring local food security.

*3.5.2.2. Land-use planning and crop/season structure transformation in adaptation to hydro-meteorological disaster risks*

*a. Land-use planning and crop/season conversion in adaptation to flood risk*

Very high-to-high flood risk zones: LUA should be limited to 2 cropping seasons per year, with sowing and harvesting scheduled to avoid flood periods. HNK may support 3 seasons, but must be harvested before September 15. CLN is unsuitable and should be converted to short-cycle crops to reduce risk.

Medium flood risk zones: LUA should maintain 2 seasons, with the remaining period used for aquaculture rotation. HNK may support 3 seasons, but the season must be concluded before October. CLN can still be cultivated, but requires raised-bed planting.

Low-to-very-low flood risk zones: LUA should support 2 seasons, with the remaining time used for short-cycle vegetable or hydroponic cultivation. HNK may support 3 seasons, particularly winter vegetables, to increase output. CLN may develop fruit trees and industrial crops.

*b. Land-use planning and crop/season conversion in adaptation to drought risk*

Heavy-to-severe drought zones: LUA should be converted to drought-tolerant short-cycle crops (maize, soybean, sesame, sweet potato). HNK should prioritize groundnut, sugarcane, and short-cycle industrial crops. CLN should develop mango, jackfruit, cashew, and black pepper varieties with enhanced drought tolerance.

Moderate drought zones: LUA can still be cultivated, but should use short-cycle, drought-tolerant rice varieties. HNK may grow vegetables and maize and use water-efficient irrigation. CLN can be maintained by selecting varieties with moderate water demand and emphasizing mulching and pruning to reduce evapotranspiration.

Mild-to-no drought zones: LUA should plant high-quality varieties and apply water-saving intensive cultivation. HNK should be assigned to high-yield, short-cycle crops aligned with VietGAP/GlobalGAP production standards.

*3.5.2.3. Investment support policies and development of concentrated production zones*

Agricultural support policies require review and improvement to reduce farmers' financial risks.

*3.5.2.4. Resource mobilization, value chain integration, cooperative development, and production organization*

Addressing fragmented, small-scale production requires enterprise-led value chains. These "nuclei" link households and cooperatives, ensuring an integrated production-to-marketing flow.

*3.5.2.5. Community awareness enhancement and local governance capacity building*

Enhancing community awareness and management capacity is a key solution for Hoa Vang's adaptation in crop production. Priority should be placed on implementing Plan 151/KH-UBND in accordance with Government Resolution 553/QD-TTg.

## CONCLUSIONS

The dissertation has established a scientific basis for the analysis and assessment of the impacts of hydro-meteorological disasters on crop production in Hoa Vang district, Da Nang city, through the application of multi-source remote sensing data, GIS tools, and modern machine learning models, as summarized below:

(1) The dissertation has elucidated the theoretical and empirical foundations relating to hydro-meteorological disasters and their impacts on crop production. It has also systematized the analytical approaches, indices, and assessment methods for flooding and drought. These constitute the scientific foundation for selecting research methods appropriate to the conditions of Hoa Vang district.

(2) Analyzing Hoa Vang's natural and socio-economic characteristics alongside current crop production, the study highlights the close relationship between natural conditions, crop structures, farming practices, and hazard vulnerability, thereby clarifying the research context and its urgency.

(3) The research produces thematic maps detailing flood and drought dynamics and intensity using multi-source remote sensing and GIS. Flood extents are derived from Sentinel-1 imagery;

meteorological drought via SPI-1 from CHIRPS data; and agricultural drought from Landsat time-series using TCI, VCI, and VHI indices.

(4) The dissertation has assessed the current status of crop production development in Hoa Vang district through statistical data series analysis, identifying crop structure, farming practices, and spatial distribution patterns. On this basis, current land-use and change maps for the period 2015–2024 were constructed from Landsat 8 imagery, processed on the GEE platform, and analyzed within a GIS environment. The results enable the clear identification of changes in cropland across both temporal and spatial dimensions.

(5) Through a comparative evaluation of bivariate statistical models (FR, WoE) and machine learning approaches (Boosting, Stacking), the study determines that the Stacking model achieves superior performance in flood susceptibility zoning. This validates an optimal disaster risk prediction methodology tailored to the study area.

(6) Drawing on the strong correlation between SPI and VHI, the dissertation integrates meteorological and agricultural drought in constructing the composite drought impact zoning map.

(7) Based on disaster impact assessments regarding the crop production spatial domain, intra-field infrastructure, and cropping calendars, the thesis proposes strategic development orientations for the agricultural sector to adapt to hydro-meteorological risks.

(8) Under the RCP4.5 scenario, water-related disasters are projected to affect 4,758.8 ha of agricultural land, with 70.5% classified as highly or very highly vulnerable. Rice paddies are the most susceptible (89.3% facing severe risks, primarily in Hoa Tien, Hoa Chau, Hoa Phuoc, and Hoa Lien). Other annual cropland follows at 74.6%, while perennial cropland predominantly experiences moderate risk.

(9) The dissertation proposes a comprehensive, intersectoral framework of structural and non-structural solutions for crop production development in Hoa Vang. These locally feasible measures aim to mitigate hydro-meteorological risks and enhance agricultural sustainability amidst climate change.

# LIST OF PUBLISHED WORKS

1. **Le Ngoc Hanh,** Le Phuc Chi Lang, Phan Anh Hang, Nguyen Van An, Nguyen Hoang Son (2025), A novel approach in comparing the performance of bivariate statistical methods, Boosting, and Stacking models in flood susceptibility assessment, *Journal of Environmental Management, 387, 125670*, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125670 (SCIE, Q1, IF: 8.4).
2. **Le Ngoc Hanh**, Tran Thi An, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Van An, Nguyen Thuy Linh (2024), Monitoring meteorological drought in Hoa Vang district, Da Nang City, using Google Earth Engine and satellite - derived precipitation data combined with ground - based weather stations, *Journal of Water and Climate Change, 15 (11): 5418 - 5439*, https://doi.org/10.2166/wcc.2024.214 (SCIE, Q2, IF: 3.1).
3. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Tran Thi An, Nguyen Van An, Truong Phuoc Minh (2024), Spatial - Temporal Assessment of Drought in Hoa Vang district, Da Nang City, Vietnam Using Remote Sensing and Google Earth Engine, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1345, 012013*, https://doi.org/10.1088/1755 - 1315/1345/1/012013 (SCOPUS).
4. Tran Thi An, **Le Ngoc Hanh***, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Thi Dieu, Nguyen Van An (2025). Monitoring Flood Dynamics in Hoa Vang district, Da Nang City Using SAR Remote Sensing and Google Earth Engine, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1501, 012013*, https://doi.org/10.1088/1755 - 1315/1501/1/012013 (SCOPUS, * corresponding author).
5. **Le Ngoc Hanh**, Tran Thi An (2025), Assessment of Temperature Change in Da Nang City, Vietnam, Using Remote Sensing and Cloud - Computing Approach, *The GIS - IDEAS Journal Vol. 1 No. 3,* https://tgij.gis - ideas.org/index.php/TGIJ/article/view/22/17 (The state council for professorship).
6. Nguyen Hao Quang, **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Van An (2025),

Boosting vs. traditional machine learning models for flood susceptibility mapping: insights from a case study in central Vietnam, *Advances in Space Research*, *76(9),* https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.07.105, (SCIE, Q1, IF: 2.8)

7. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Van An, Tran Thi An (2024), Flood mapping and assessment of impacts on agricultural production land in Hoa Vang district, Da Nang City using remote sensing and Google Earth Engine, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, 40 (2), 77–92 (The state council for professorship).

8. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang (2024), Application of remote sensing and Google Earth Engine to map current agricultural land-use status in 2023 in Hoa Vang district, Da Nang City, Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development, 133 (3B), 17–33 (The state council for professorship).

9. **Le Ngoc Hanh,** Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang (2024), Construction of topographic and geomorphological maps affecting flooding in the Cu De River basin in Hoa Vang district, Da Nang City, using GIS and Google Earth Engine, Proceedings of the 14th National Conference on Geography, Volume 1, 952–960 (The state council for professorship).

10. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang (2024), Methods for constructing rainfall maps from satellite rainfall data for hydro-meteorological disaster research in Hoa Vang district, Da Nang City, Proceedings of the 14th National Conference on Geography, Volume 2, 905–913 (The state council for professorship).

11. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang, Nguyen Van An, Tran Thi An (2024), Assessment of drought dynamics in Hoa Vang district, Da Nang City using the Standardized Precipitation Index (SPI) based on satellite rainfall data and Google Earth Engine, Proceedings of the National GIS Application Conference 2024, 406–422 (The state council for professorship).

12. **Le Ngoc Hanh**, Nguyen Hoang Son, Le Phuc Chi Lang (2025),

Flood susceptibility mapping using ensemble machine learning models, Proceedings of the 15th National Conference on Geography, Volume 2, 862–872 (The state council for professorship).