

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

ĐỀ CƯƠNG NGHIÊN CỨU
LUẬN ÁN TIẾN SĨ NGÀNH KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

XÁC LẬP CƠ SỞ KHOA HỌC PHỤC VỤ KIỂM KÊ
KHÍ NHÀ KÍNH CÁC LOẠI HÌNH ĐẤT ĐAI Ở
TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Người thực hiện: Nguyễn Thị Ngọc Thảo

Huế, năm 2024

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

Nguyễn Thị Ngọc Thảo

**XÁC LẬP CƠ SỞ KHOA HỌC PHỤC VỤ KIỂM KÊ
KHÍ NHÀ KÍNH CÁC LOẠI HÌNH ĐẤT ĐAI Ở
TỈNH THỪA THIÊN HUẾ**

Ngành: Khoa học Môi trường

Mã số: 9440301

Người hướng dẫn:

1. PGS.TS. Trần Anh Tuấn
2.

Huế, năm 2024

BẢNG CHỮ VIẾT TẮT

AFOLU	:	Lĩnh vực lâm nghiệp, sử dụng đất và thay đổi sử dụng đất
BAU	:	Kịch bản thông thường
BĐKH	:	Biến đổi khí hậu
DNDC	:	DeNitrification-DeComposition
GIS	:	Geographic Information System
IPCC	:	Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
KNK	:	Khí nhà kính
LULUCF	:	Lĩnh vực sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp
NDC	:	Đóng góp do Quốc gia tự quyết định
NDVI	:	Chỉ số thực vật
SWAT	:	Soil and Water Assessment Tool
TN & MT	:	Tài nguyên và Môi trường

PHỤ LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	2
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU	3
1.1. Thực trạng, kết quả nghiên cứu của vấn đề liên quan đã công bố ở trong nước từ trước đến nay	3
1.2. Thực trạng, kết quả nghiên cứu của vấn đề liên quan đã công bố ở nước ngoài từ trước đến nay	8
CHƯƠNG II. MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	12
2.1. Mục tiêu nghiên cứu.....	12
2.2. Đối tượng nghiên cứu.....	12
2.3. Nội dung và phạm vi nghiên cứu	13
2.4. Phương pháp nghiên cứu.....	15
CHƯƠNG III: NƠI NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI, DỰ KIẾN KẾ HOẠCH VÀ KINH PHÍ, TRANG THIẾT BỊ CHỦ YẾU PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU	21
3.1. Nơi thực hiện đề tài	21
3.2. Kế hoạch dự kiến triển khai nghiên cứu đề tài.....	21
3.3. Dự kiến nhu cầu kinh phí, trang thiết bị kỹ thuật, mẫu vật, hóa chất phục vụ nghiên cứu đề tài	23
TÀI LIỆU THAM KHẢO	24

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang là một trong những thách thức lớn nhất mà nhân loại phải đối mặt trong thế kỷ 21 (IPCC, 2019). Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ BĐKH, đặc biệt là các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lũ lụt, hạn hán, và nước biển dâng (World Bank, 2020). Trong bối cảnh đó, việc giảm phát thải khí nhà kính (KNK) và thích ứng với BĐKH đã trở thành ưu tiên hàng đầu trong các chiến lược phát triển quốc gia.

Trong phiên bản cập nhật Đóng góp do Quốc gia tự quyết định (NDC) năm 2022, Việt Nam đã đặt mục tiêu giảm 15,8% lượng phát thải KNK so với kịch bản thông thường (BAU) vào năm 2030 bằng nguồn lực trong nước, và có thể tăng lên đến 43,5% với sự hỗ trợ quốc tế (Bộ TN&MT, 2022). Để đạt được mục tiêu này, việc kiểm kê KNK một cách chính xác và đầy đủ là bước đi cần thiết đầu tiên, giúp xác định rõ các nguồn phát thải, từ đó đề xuất các giải pháp giảm thiểu phù hợp (IPCC, 2006).

Trong các nguồn phát thải KNK, lĩnh vực sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (LULUCF) đóng vai trò quan trọng, chiếm khoảng 10,6% tổng lượng phát thải KNK quốc gia năm 2016 (Bộ TN&MT, 2022). Các loại hình đất đai khác nhau, chẳng hạn như rừng, đất nông nghiệp, đất ngập nước... đóng góp khác nhau vào mức phát thải và hấp thụ KNK (FAO, 2020). Kiểm kê KNK cho các loại hình sử dụng đất này là cần thiết để phát triển các chiến lược giảm nhẹ BĐKH hiệu quả. IPCC (2006) cũng đã cung cấp các hướng dẫn cho kiểm kê KNK, nhấn mạnh sự cần thiết của dữ liệu cụ thể theo khu vực để cải thiện độ chính xác và tính phù hợp.

Với diện tích đất đai đa dạng và sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất diễn ra mạnh mẽ trong những năm gần đây, tỉnh Thừa Thiên Huế là một ví dụ điển hình về sự đóng góp của các hoạt động liên quan đến đất đai vào lượng phát thải KNK. Tuy nhiên, việc kiểm kê KNK từ các loại hình đất đai ở Thừa Thiên Huế vẫn còn nhiều hạn chế. Phương pháp kiểm kê hiện tại chủ yếu dựa trên hệ số phát thải mặc định của IPCC chưa phản ánh đầy đủ đặc thù của từng loại đất cũng như ảnh hưởng của các hoạt động quản lý đất đai địa phương. Điều này dẫn đến sự thiếu chính xác trong việc ước tính lượng phát thải hoặc hấp thụ KNK từ các loại hình đất đai khác nhau.

Sự thay đổi nhanh chóng trong cơ cấu sử dụng đất của tỉnh - như việc chuyển đổi đất rừng thành đất nông nghiệp, đất nông nghiệp thành đất đô thị - cũng đòi hỏi một phương pháp kiểm kê KNK linh hoạt để có thể cập nhật kịp thời các biến động này. Đây là thách

thức không nhỏ, đặc biệt khi các số liệu về sử dụng đất và thay đổi sử dụng đất ở cấp tỉnh thường không được cập nhật đầy đủ và thiếu tính đồng bộ. Trong bối cảnh này, việc xác lập cơ sở khoa học cho kiểm kê KNK các loại hình đất đai ở tỉnh Thừa Thiên Huế là rất cần thiết. Nghiên cứu này nhằm phát triển một phương pháp kiểm kê KNK phù hợp với đặc thù của tỉnh, dựa trên việc xác định các hệ số phát thải đặc trưng cho từng loại đất và sử dụng công nghệ Viễn thám, GIS để nâng cao độ chính xác trong việc theo dõi thay đổi sử dụng đất.

Việc xác lập cơ sở khoa học cho kiểm kê KNK là một bước quan trọng hướng tới hành động toàn diện về khí hậu. Bằng cách hiểu rõ các mức phát thải KNK và các yếu tố tác động trên các loại hình sử dụng đất khác nhau, tỉnh Thừa Thiên Huế có thể điều chỉnh tốt hơn các mục tiêu phát triển hướng đến sự thân thiện với khí hậu.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Trong bối cảnh BĐKH hiện đang là mối quan tâm hàng đầu ở Việt Nam cũng như trên toàn cầu, đề tài nghiên cứu có các ý nghĩa khoa học và thực tiễn như sau:

Ý nghĩa khoa học

- Cung cấp một bức tranh chi tiết về sử dụng đất và các hoạt động quản lý có ảnh hưởng đến phát thải KNK, qua đó bổ sung thông tin cho các nghiên cứu về BĐKH và quản lý bền vững tài nguyên đất.
- Góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học, cung cấp dữ liệu và phương pháp luận cho công tác kiểm kê KNK trong lĩnh vực AFOLU ở cấp địa phương.
- Lựa chọn và cải tiến các phương pháp kiểm kê KNK cho các loại hình đất đai nhằm nâng cao độ chính xác của kết quả kiểm kê, không chỉ cho tỉnh Thừa Thiên Huế mà còn có thể áp dụng và mở rộng cho các tỉnh/thành khác.

Ý nghĩa thực tiễn

- Cung cấp dữ liệu cơ sở về KNK từ các loại hình sử dụng đất, phục vụ trực tiếp công tác kiểm kê KNK và lập kế hoạch giảm phát thải của tỉnh Thừa Thiên Huế.
- Tạo lập cơ sở khoa học cho việc xây dựng chính sách, chiến lược quản lý đất đai bền vững và thích ứng với BĐKH của địa phương.
- Hỗ trợ xây dựng chiến lược và kế hoạch hành động giảm thiểu KNK phù hợp với đặc điểm địa phương, tập trung vào các loại hình đất có mức phát thải cao.
- Cung cấp cơ sở dữ liệu cho địa phương để tham gia vào các cơ chế tài chính carbon quốc tế.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU

1.1. Thực trạng, kết quả nghiên cứu của vấn đề liên quan đã công bố ở trong nước từ trước đến nay

1.1.1. Thực trạng kiểm kê khí nhà kính cho các loại hình đất đai ở Việt Nam

Việt Nam, một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề của BĐKH, đã nhận ra tầm quan trọng của việc kiểm kê KNK trên các loại hình đất đai khác nhau (Bộ Tài nguyên và môi trường, 2020). Theo Hướng dẫn của IPCC (2006), 6 loại hình đất đai chính bao gồm: đất trồng trọt, đất đồng cỏ, đất rừng, đất ngập nước, đất định cư, và các loại đất khác. Việc kiểm kê này giúp Việt Nam đánh giá và quản lý lượng phát thải khí nhà kính, hướng tới các mục tiêu giảm thiểu BĐKH.

Ngoài báo cáo kiểm kê KNK quốc gia tại Việt Nam, việc ước lượng phát thải KNK cho các loại hình đất đai đã được thực hiện tại một số địa phương như Cần Thơ, khu vực đồng bằng sông Cửu Long, Nam Định, thành phố Hồ Chí Minh (Sở TN&MT TP. HCM, 2020), thành phố Huế, Hà Giang, Vĩnh Yên (Viện sinh thái và Môi trường, 2024). Tuy nhiên các nghiên cứu về ước tính phát thải KNK từ các loại hình đất đai ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào một số loại hình đất đai nhất định như đất nông nghiệp và đất rừng và chưa có sự theo dõi diễn biến về phát thải và hấp thụ KNK theo thời gian. Ngoài ra, đối với việc kiểm kê đánh giá phát thải khí nhà kính từ các hoạt động trên các loại hình đất đai, các nghiên cứu đã công bố phần lớn cũng chỉ tập trung cho các phát thải từ hoạt động chăn nuôi, canh tác lúa nước và đốt rơm rạ.

Đối với đất trồng trọt

Đất trồng trọt ở Việt Nam thường được coi là nguồn phát thải KNK chủ yếu do các hoạt động nông nghiệp như cây xới, sử dụng phân bón hóa học và đốt rơm rạ. Quá trình phân hủy kỵ khí trong nước ruộng lúa sản sinh ra một lượng lớn khí metan (CH_4). Ngoài ra, việc sử dụng phân bón cũng tạo ra khí nitơ oxit (N_2O).

Văn & nnk (2020) ước tính ruộng lúa Việt Nam phát thải 38,3 triệu tấn CO_2e , chủ yếu là CH_4 từ lúa ngập nước. Một nghiên cứu của Hoàng & nnk (2020) cho thấy việc sử dụng hệ số phát thải đặc thù cho từng vùng đã cải thiện độ chính xác của ước tính lên 18%.

Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc áp dụng các biện pháp nông nghiệp bền vững có thể giảm thiểu phát thải KNK và tăng cường hấp thụ carbon. Theo Cúc (2016), việc áp

dụng hệ thống canh tác không cày xới và sử dụng phân hữu cơ có thể làm tăng hàm lượng carbon hữu cơ trong đất trồng trọt. Một nghiên cứu khác của Tùng (2017) cũng khuyến nghị việc luân canh cây trồng và trồng cây phủ đất để cải thiện khả năng hấp thụ carbon của đất nông nghiệp.

Đối với đất đồng cỏ

"Đồng cỏ" là đất có thảm thực vật thân cỏ, cây bụi không đạt ngưỡng rừng (IPCC, 2006), thường bao gồm: đồng cỏ tự nhiên, đồng cỏ chăn nuôi, xa van, thảo nguyên. Phát thải chính từ đồng cỏ là do thay đổi trữ lượng carbon trong đất, chăn nuôi trên đồng cỏ, thay đổi sinh khối trên mặt đất...

Đất đồng cỏ, thường được sử dụng cho chăn nuôi, phát thải KNK chủ yếu qua việc phân hủy chất thải từ gia súc, gia cầm. Khí CH₄ và N₂O là hai loại khí chính phát sinh từ hoạt động này. Huy & nnk (2019) ước tính loại đất này phát thải 9,7 triệu tấn CO₂e, phần lớn là CH₄ từ lên men đường ruột của gia súc. Đức & nnk (2021) chỉ ra rằng việc thiếu dữ liệu về thành phần thức ăn chăn nuôi và quản lý chất thải ảnh hưởng đến độ chính xác của ước tính.

Đất đồng cỏ cũng đóng góp vào việc hấp thụ carbon. Theo Khoa & nnk (2014), các biện pháp quản lý đồng cỏ bền vững như chăn thả luân phiên và sử dụng phân bón hữu cơ có thể tăng cường khả năng hấp thụ carbon của đất đồng cỏ. Nghiên cứu này nhấn mạnh rằng việc cải thiện quản lý đồng cỏ có thể góp phần quan trọng vào việc giảm nhẹ BĐKH ở Việt Nam.

Đối với đất rừng

Rừng ở Việt Nam có vai trò quan trọng trong việc hấp thụ carbon. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng rừng ở Việt Nam, đặc biệt là rừng ngập mặn, có tiềm năng hấp thụ carbon cao. Tuy nhiên, rừng cũng có thể trở thành nguồn phát thải khi bị chặt phá hoặc thay đổi mục đích sử dụng đất như chuyển sang đất nông nghiệp hoặc phát triển đô thị dẫn đến mất khả năng hấp thụ carbon và tăng phát thải CO₂.

Theo Thủy & nnk (2012), rừng ngập mặn ở Việt Nam hấp thụ từ 1,5 đến 1,7 tấn carbon/ha/năm, cao hơn so với các loại rừng khác. Một nghiên cứu khác của Thuận (2015) cũng cho thấy rừng phòng hộ ven biển đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu phát thải KNK thông qua việc hấp thụ CO₂.

Đây là loại hình đất quan trọng nhất trong kiểm kê KNK. Đan & nnk (2020) báo cáo rằng rừng Việt Nam hấp thụ khoảng 42,5 triệu tấn CO₂ mỗi năm. Tuy nhiên, Hòa & nnk (2019) chỉ ra rằng mất rừng và suy thoái rừng khiến phát thải khoảng 18 triệu tấn CO₂,

phần lớn từ chuyển đổi rừng thành đất nông nghiệp. Thủy & nnk (2022) nhấn mạnh việc cải thiện ước tính sinh khối và carbon trong đất rừng dựa trên dữ liệu LiDAR.

Đối với đất ngập nước

Đất ngập nước ở Việt Nam, bao gồm các vùng đất ngập nước nội địa và ven biển, có tiềm năng lớn trong việc hấp thụ carbon. Đất ngập nước cũng là nguồn phát thải CH₄ và N₂O do quá trình phân hủy kỵ khí của các vật chất hữu cơ. Mặc dù diện tích đất ngập nước tại Việt Nam không lớn nhưng chúng có vai trò quan trọng trong hệ sinh thái và cần được bảo vệ để duy trì khả năng hấp thụ và giảm phát thải KNK.

Đất ngập nước thông dụng ở Việt Nam bao gồm ao hồ, đầm phá và rừng ngập mặn. Hóa & nnk (2020) ước tính rừng ngập mặn hấp thụ 2,5 triệu tấn CO₂ mỗi năm. Tuy nhiên, Sương & nnk (2022) báo cáo ao nuôi tôm ở Đồng bằng sông Cửu Long phát thải 1,8 triệu tấn CO₂e, chủ yếu do chuyển đổi rừng ngập mặn. Nghiên cứu của Hà (2013) chỉ ra rằng các vùng đất ngập nước ở đồng bằng sông Cửu Long có thể hấp thụ lượng lớn CO₂ do sự tích lũy chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí. Tuy nhiên, nghiên cứu này cũng nhấn mạnh rằng sự biến đổi của các vùng đất ngập nước này do tác động của con người có thể dẫn đến phát thải CH₄, làm giảm hiệu quả tổng thể của việc hấp thụ carbon.

Đối với đất thổ cư và các loại đất khác

Các khu vực đất định cư (đất đô thị và các khu vực xây dựng) phát thải KNK chủ yếu từ việc thay đổi hàm lượng carbon trong đất, quản lý cây xanh và chất thải hữu cơ từ vườn. Việc kiểm kê KNK trong các khu vực này cần xem xét đến mức tiêu thụ năng lượng, chất thải sinh hoạt và các hoạt động xây dựng, phá dỡ công trình.

Loại đất này thường bị bỏ qua trong kiểm kê KNK, nhưng đang được chú ý nhiều hơn. Nghiên cứu của Hải & nnk (2021) ở Hà Nội và TP.HCM ước tính mỗi hecta đất đô thị phát thải khoảng 3,5 tấn CO₂e/năm, chủ yếu từ việc loại bỏ thảm thực vật và xây dựng.

Các loại đất khác, bao gồm đất trống, đất bị bỏ hoang, và các loại đất không sử dụng, cũng có thể phát thải KNK, mặc dù mức độ phát thải thường thấp hơn so với các loại đất khác. Tuy nhiên, việc tái sử dụng các loại đất này cho mục đích nông nghiệp hoặc lâm nghiệp có thể góp phần tăng khả năng hấp thụ carbon và giảm phát thải.

Khu vực đất thổ cư và các loại đất khác ở Việt Nam cũng có tiềm năng hấp thụ carbon thông qua các biện pháp quản lý môi trường và quy hoạch đô thị. Theo Hòa (2015), việc tăng cường các không gian xanh trong đô thị như công viên, vườn hoa và các khu vực trồng cây xanh có thể giúp hấp thụ lượng CO₂ đáng kể và cải thiện chất lượng không khí. Nghiên cứu này cũng nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tích hợp cơ sở hạ tầng xanh trong

quy hoạch đô thị để giảm thiểu tác động của BĐKH.

1.1.2. Ứng dụng công nghệ Viễn thám trong kiểm kê KNK của các loại hình đất đai ở Việt Nam

Công nghệ viễn thám là công cụ hữu dụng trong cung cấp dữ liệu cho việc tính toán phát thải carbon bởi tính minh bạch, độ chính xác, đa thời gian, độ phủ rộng đồng thời giúp thực hiện các hoạt động giám sát, theo dõi phát thải và hấp thụ KNK trong quá trình hoạch định sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (Hung & nnk, 2019). Ở Việt Nam, các nghiên cứu sử dụng viễn thám đã đóng góp đáng kể vào việc đánh giá phát thải và hấp thụ KNK từ 6 loại hình đất đai, nhiều loại dữ liệu viễn thám khác nhau đã được sử dụng, bao gồm dữ liệu từ vệ tinh Landsat, MODIS, Sentinel-1 và Sentinel-2. Các công cụ phân tích dữ liệu viễn thám như ENVI, ERDAS IMAGINE và các phần mềm GIS (Geographic Information System) được sử dụng để phân tích và mô hình hóa dữ liệu.

Về đất rừng: Viễn thám đã được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá khả năng hấp thụ carbon của rừng ở Việt Nam. Lan (2018) đã sử dụng các công cụ này để phân tích sự biến đổi diện tích rừng và ước tính phát thải KNK tại tỉnh Lâm Đồng. Nghiên cứu của Hà & nnk (2017) sử dụng dữ liệu Landsat để đánh giá thay đổi diện tích rừng và ước tính lượng carbon lưu trữ trong rừng tại tỉnh Quảng Ninh. Kết quả cho thấy diện tích rừng giảm đi do hoạt động khai thác, dẫn đến giảm khả năng hấp thụ carbon. Một nghiên cứu khác của Bá & nnk (2015) sử dụng dữ liệu MODIS để theo dõi sự biến đổi diện tích rừng và tính toán phát thải KNK từ hoạt động phá rừng và suy thoái rừng tại Tây Nguyên.

Đất đồng cỏ cũng đã được nghiên cứu bằng viễn thám để đánh giá khả năng hấp thụ KNK. Liên & nnk (2016) sử dụng dữ liệu Sentinel-2 để theo dõi sự thay đổi diện tích đồng cỏ và đánh giá tiềm năng hấp thụ carbon của đồng cỏ tại miền Trung Việt Nam. Nghiên cứu này cho thấy việc quản lý đồng cỏ hiệu quả có thể tăng cường khả năng hấp thụ carbon của chúng.

Đất ngập nước, đặc biệt là ở đồng bằng sông Cửu Long, cũng đã được đánh giá bằng viễn thám. Theo Hòa & nnk (2018), việc sử dụng dữ liệu từ vệ tinh Sentinel-1 và Landsat đã giúp đánh giá diện tích đất ngập nước và ước tính lượng carbon lưu trữ trong các hệ sinh thái đất ngập nước. Kết quả cho thấy đất ngập nước có khả năng lưu trữ lượng lớn carbon, đồng thời cũng là nguồn phát thải khí CH₄.

Đối với đất trồng trọt, viễn thám được sử dụng để giám sát sự thay đổi trong thực hành nông nghiệp và đánh giá phát thải KNK. Ôn & nnk (2019) sử dụng dữ liệu từ vệ tinh Landsat và Sentinel-2 để theo dõi sự thay đổi trong canh tác lúa tại đồng bằng sông Cửu Long và ước tính phát thải KNK từ các hoạt động nông nghiệp. Nghiên cứu này cho thấy

việc áp dụng các biện pháp nông nghiệp bền vững có thể giảm thiểu phát thải KNK.

Khu vực đất thổ cư và các loại đất khác cũng đã được nghiên cứu bằng viễn thám để đánh giá khả năng hấp thụ và phát thải KNK. Bình & nnk (2016) sử dụng dữ liệu vệ tinh từ MODIS và Landsat để theo dõi sự phát triển đô thị và tính toán lượng KNK phát thải từ các hoạt động xây dựng và giao thông tại Hà Nội. Nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc quy hoạch đô thị bền vững để giảm thiểu phát thải KNK.

Các nghiên cứu tại Việt Nam đã chỉ ra rằng các loại hình sử dụng đất khác nhau có khả năng hấp thụ và phát thải KNK khác nhau. Hiểu rõ động lực này là rất quan trọng để phát triển các chiến lược giảm thiểu hiệu quả. Viễn thám đã chứng minh được vai trò quan trọng trong việc đánh giá phát thải và hấp thụ KNK từ các loại hình đất đai tại Việt Nam. Các nghiên cứu sử dụng viễn thám không chỉ cung cấp dữ liệu chính xác và chi tiết về sự thay đổi diện tích đất đai mà còn hỗ trợ phát triển các chiến lược giảm thiểu hiệu quả. Nghiên cứu trong tương lai nên tập trung vào việc hoàn thiện các phương pháp đánh giá KNK và khám phá các biện pháp quản lý đất sáng tạo để tăng cường hấp thụ carbon và giảm phát thải, nâng cao độ chính xác của các mô hình viễn thám và mở rộng ứng dụng của chúng trong quản lý môi trường và quy hoạch phát triển bền vững.

Tuy nhiên, kiểm kê KNK cho 6 loại hình đất đai tại Việt Nam hiện đang gặp nhiều thách thức, cụ thể là:

- Dữ liệu không đồng nhất: Hạnh & nnk (2018) chỉ ra sự khác biệt giữa số liệu của các cơ quan, ảnh hưởng đến ước tính.
- Biến động sử dụng đất: Tuấn & nnk (2020) nhấn mạnh khó khăn trong theo dõi chuyển đổi đất, đặc biệt ở quy mô nhỏ.
- Hệ số phát thải: Các hệ số phát thải của Việt Nam vẫn phải dựa nhiều vào các giá trị mặc định IPCC cho nhiều loại đất (Bộ TN&MT, 2022).

Trong thời gian gần đây, Việt Nam đã có những bước tiến và nỗ lực nhằm khắc chế những thách thức này. Duy & nnk (2023) sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 để theo dõi biến động đất đai với độ chính xác 85%. Dự án USAID Việt Nam giúp phát triển hệ số phát thải cho đất trồng lúa và đất ngập nước. Ngoài ra, FAO cũng đã thường xuyên tổ chức các khóa đào tạo về kiểm kê KNK đất đai cho cán bộ địa phương.

Việc kiểm kê KNK cho sáu loại hình đất đai ở Việt Nam đã có những tiến bộ đáng kể, tuy nhiên, vẫn cần những nỗ lực lớn để cải thiện chất lượng dữ liệu, theo dõi biến động đất đai và phát triển hệ số phát thải đặc thù. Những cải tiến này sẽ giúp Việt Nam có bức tranh chính xác hơn về phát thải KNK từ đất đai, hỗ trợ hoạch định chính sách thích ứng và giảm thiểu BĐKH hiệu quả.

1.2. Thực trạng, kết quả nghiên cứu của vấn đề liên quan đã công bố ở nước ngoài từ trước đến nay

1.2.1. Thực trạng kiểm kê khí nhà kính cho các loại hình đất đai ở Việt Nam

Phát thải và sự hấp thụ KNK bởi các loại hình sử dụng đất khác nhau đã được nghiên cứu rộng rãi do ảnh hưởng đáng kể của chúng đến BĐKH. Các hướng dẫn của IPCC đã cung cấp một khung đánh giá phát thải và hấp thụ KNK trên các loại đất khác nhau. Các nghiên cứu quốc tế được trình bày dưới đây cung cấp các thông tin hiện có về khả năng hấp thụ và phát thải KNK của các loại hình đất đai khác nhau, tập trung vào đất rừng, đồng cỏ, đất ngập nước, đất trồng trọt, đất thổ cư và các loại đất khác.

Rừng được công nhận với vai trò quan trọng trong việc hấp thụ carbon. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng hệ sinh thái rừng hoạt động như các bể hấp thụ carbon lớn, hấp thụ CO₂ từ khí quyển thông qua quá trình quang hợp và lưu trữ nó trong sinh khối và đất. Theo Pan & nnk (2011), các khu rừng toàn cầu hấp thụ khoảng 2,4 tỷ tấn carbon hàng năm từ 1990 đến 2007. Trong đó, rừng nhiệt đới có tiềm năng hấp thụ carbon cao. Tuy nhiên, rừng nhiệt đới dễ bị thu hẹp diện tích bởi sự phá rừng và thay đổi mục đích sử dụng đất, do đó lại trở thành nguồn phát thải carbon (Harris & nnk, 2012). Các nhà nghiên cứu đã phát triển các mô hình hồi quy dựa trên chỉ số thực vật (NDVI) để xác định sinh khối trên mặt đất và ước tính lượng carbon lưu trữ. Mô hình BIOME-BGC đã được sử dụng rộng rãi để mô phỏng chu trình carbon trong các hệ sinh thái rừng. Thornton và nnk (2002) đã áp dụng mô hình này để đánh giá sự biến động của carbon trong rừng ôn đới Bắc Mỹ. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình có thể cung cấp dự báo chính xác về lượng carbon lưu trữ và phát thải từ rừng.

Đồng cỏ cũng đóng góp vào việc hấp thụ carbon, mặc dù ở mức độ thấp hơn so với rừng. Conant & nnk (2001) nhận thấy rằng các biện pháp quản lý cải tiến, chẳng hạn như chăn thả luân phiên và sử dụng phân bón hữu cơ, có thể tăng khả năng hấp thụ carbon của đồng cỏ. Tuy nhiên, hiệu quả của đồng cỏ như là các bể hấp thụ carbon có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như khí hậu, loại đất và các biện pháp quản lý (Jones & Donnelly, 2004). Nghiên cứu của Conant & nnk (2001) đã sử dụng mô hình CENTURY để ước tính sự thay đổi trong lưu trữ carbon của đất đồng cỏ khi áp dụng các biện pháp quản lý khác nhau. Kết quả cho thấy việc áp dụng quản lý bền vững như chăn thả hợp lý và cải tạo đồng cỏ có thể làm tăng khả năng lưu trữ carbon của đất đồng cỏ. Nghiên cứu của Soussana & nnk (2004) đã sử dụng phương pháp đo đạc thực địa kết hợp với phân tích mẫu đất để ước tính lượng carbon lưu trữ trong các hệ sinh thái đồng cỏ ở châu Âu. Các kết quả cho thấy sự đa dạng

trong khả năng lưu trữ carbon của các hệ sinh thái đồng cỏ khác nhau.

Đất ngập nước là các hệ sinh thái độc đáo có vai trò kép trong các động lực phát thải và hấp thụ KNK. Chúng có thể là các bể hấp thụ carbon lớn và là nguồn phát thải khí CH₄ - một loại KNK mạnh. Tiềm năng hấp thụ carbon của đất ngập nước rất lớn do khả năng tích lũy chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí (Mitsch & nnk, 2013). Tuy nhiên, sự phân hủy yếm khí của chất hữu cơ cũng dẫn đến phát thải CH₄. Do đó, các chiến lược quản lý đất ngập nước cần cân bằng giữa lợi ích lưu trữ carbon và giảm phát thải CH₄ (Bridgham & nnk, 2013). Mitsch & nnk (2013) đã sử dụng mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tool) để đánh giá sự lưu trữ carbon và phát thải KNK từ các hệ sinh thái đất ngập nước ở Bắc Mỹ. Mô hình này cho phép đánh giá chi tiết về sự lưu trữ carbon và phát thải KNK dựa trên các yếu tố khí hậu và quản lý đất đai. Nghiên cứu của Bridgham & nnk. (2006) đã sử dụng các buồng khí (gas chambers) để đo trực tiếp phát thải CH₄ từ các vùng đất ngập nước ở Mỹ. Kết quả nghiên cứu cung cấp dữ liệu quan trọng về sự biến động của phát thải CH₄ theo mùa và theo loại hình đất ngập nước.

Đất trồng trọt thường được coi là nguồn phát thải KNK do các thực hành nông nghiệp dẫn đến phát thải CO₂, CH₄ và N₂O. Tuy nhiên, một số thực hành có thể tăng khả năng hấp thụ carbon của chúng. Lal (2004) nhấn mạnh rằng nông nghiệp không cày xới, trồng cây phủ và sử dụng phân hữu cơ có thể tăng lượng carbon hữu cơ trong đất trồng trọt. Ngoài ra, Smith & nnk (2008) đã thảo luận về tiềm năng của quản lý đất trồng trọt để giảm phát thải KNK thông qua cải thiện kỹ thuật phân bón và luân canh cây trồng. Nghiên cứu của Li & nnk (1996) đã phát triển mô hình DNDC (DeNitrification-DeComposition) để mô phỏng phát thải N₂O và CO₂ từ đất trồng trọt. Mô hình này đã được áp dụng rộng rãi để đánh giá tác động của các biện pháp canh tác và quản lý đất đai lên phát thải KNK từ đất nông nghiệp. Nghiên cứu của Mosier & nnk (1998) đã sử dụng các buồng khí để đo trực tiếp phát thải N₂O từ các ruộng lúa ở Trung Quốc. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự ảnh hưởng của các biện pháp canh tác và sử dụng phân bón lên phát thải KNK từ đất trồng trọt.

Đất thổ cư và các loại đất khác thường có tiềm năng hấp thụ carbon thấp hơn so với các hệ sinh thái tự nhiên. Tuy nhiên, các không gian xanh đô thị, chẳng hạn như công viên và vườn, có thể đóng góp vào việc hấp thụ carbon cục bộ và mang lại các lợi ích môi trường khác (Nowak & Crane, 2002). Ngoài ra, việc tích hợp cơ sở hạ tầng xanh trong quy hoạch đô thị có thể cải thiện hiệu quả môi trường tổng thể của các khu vực thổ cư (Baggethun & Barton, 2013). Nghiên cứu của Kennedy & nnk (2009) đã sử dụng dữ liệu từ vệ tinh MODIS để đánh giá phát thải CO₂ từ các khu vực đô thị trên toàn cầu. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự gia tăng phát thải CO₂ theo sự phát triển của các khu vực đô thị.

Các hướng dẫn của IPCC (2006) cung cấp một khung toàn diện để ước tính phát thải và hấp thụ KNK từ các loại hình sử dụng đất khác nhau. Các hướng dẫn khuyến nghị sử dụng các phương pháp bậc 1, 2 và 3 khác nhau về độ phức tạp và yêu cầu dữ liệu (IPCC, 2006). Các công cụ mô hình tiên tiến như DNDC (DeNitrification-DeComposition) và Century thường được sử dụng để mô phỏng luồng KNK trong các hệ sinh thái đất. Các mô hình này kết hợp các yếu tố như tính chất đất, điều kiện khí hậu và các biện pháp quản lý đất để dự đoán động lực KNK (Parton & nnk, 2017).

1.2.2. Ứng dụng công nghệ Viễn thám trong kiểm kê KNK của các loại hình đất đai trên thế giới

Đất rừng

Rừng đóng vai trò quan trọng trong việc hấp thụ carbon nhưng cũng có thể trở thành nguồn phát thải khi bị chặt phá hoặc suy thoái. Viễn thám được sử dụng để giám sát thay đổi diện tích rừng và ước tính lượng carbon lưu trữ. Hansen & nnk (2013) đã sử dụng dữ liệu Landsat để tạo ra bản đồ thay đổi rừng toàn cầu, giúp hiểu rõ các mẫu phá rừng và tác động của chúng đến phát thải KNK. Một nghiên cứu khác của Asner & nnk (2010) đã sử dụng công nghệ LiDAR để ước tính trữ lượng carbon trong rừng Amazon, minh chứng cho tiềm năng của các công nghệ viễn thám tiên tiến trong kiểm kê KNK. Nghiên cứu của Baccini & nnk (2012) cũng đã sử dụng dữ liệu từ vệ tinh MODIS và Landsat để ước tính lượng carbon lưu trữ trong rừng nhiệt đới toàn cầu.

Đất đồng cỏ

Đồng cỏ phát thải KNK chủ yếu thông qua sự phân hủy chất thải của gia súc. Viễn thám giúp theo dõi diện tích đồng cỏ và đánh giá tiềm năng hấp thụ carbon của chúng. Fan & nnk (2014) đã sử dụng dữ liệu MODIS và Sentinel-2 để theo dõi thay đổi diện tích đồng cỏ và đánh giá tiềm năng hấp thụ carbon ở Nội Mông, Trung Quốc. Nghiên cứu này nhấn mạnh vai trò của quản lý đồng cỏ hiệu quả trong việc tăng cường hấp thụ carbon.

Đất trồng trọt

Công nghệ viễn thám đã được ứng dụng rộng rãi trong việc kiểm kê KNK từ các loại hình đất canh tác. Các nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ vệ tinh như Landsat, MODIS và Sentinel để phân loại chính xác các loại cây trồng và đất nông nghiệp (Gómez et al., 2016). Kết hợp với mô hình sinh trưởng cây trồng và dữ liệu khí tượng, viễn thám giúp ước tính sinh khối, hàm lượng carbon trong đất và lượng phát thải KNK (Zhang et al., 2019). Phương pháp này được áp dụng thành công ở nhiều quốc gia như Mỹ (Eve et al., 2014), Trung Quốc (Li et al., 2017) và Ấn Độ (Patel et al., 2021), cho phép theo dõi biến động sử

dụng đất và đánh giá tác động của các hoạt động canh tác đến phát thải KNK, hỗ trợ hoạch định chính sách giảm nhẹ BĐKH.

Đất ngập nước

Đất ngập nước có tiềm năng lớn trong việc hấp thụ carbon nhưng cũng phát thải CH₄ do quá trình phân hủy kỵ khí. Viễn thám đã được sử dụng để đánh giá diện tích đất ngập nước và ước tính lượng carbon lưu trữ. Mitsch & nnk (2013) đã sử dụng dữ liệu vệ tinh từ Sentinel-1 và Landsat để đánh giá diện tích đất ngập nước và lượng carbon lưu trữ ở vùng châu thổ sông Mississippi, làm nổi bật vai trò kép của đất ngập nước trong động học carbon.

Đất ở và các loại đất khác

Khu vực đô thị phát thải KNK chủ yếu từ hoạt động xây dựng và giao thông. Viễn thám giúp theo dõi phát triển đô thị và tính toán phát thải KNK. Weng & nnk (2018) đã sử dụng dữ liệu MODIS và Landsat để theo dõi sự mở rộng đô thị và ước tính phát thải KNK từ các hoạt động đô thị ở Bắc Kinh, Trung Quốc. Nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của quy hoạch đô thị bền vững trong việc giảm thiểu phát thải KNK.

Mặc dù có những tiến bộ đáng kể, kiểm kê KNK cho các loại hình đất đai bằng viễn thám vẫn gặp nhiều thách thức như dữ liệu không đồng nhất, nhiều thay đổi về sử dụng đất và độ chính xác của hệ số phát thải. Tuy nhiên, các tiến bộ công nghệ và nỗ lực quốc tế đang giải quyết những thách thức này. Sexton & nnk (2016) đã sử dụng hình ảnh vệ tinh độ phân giải cao Sentinel-2 để đạt độ chính xác 85% trong phát hiện thay đổi lớp phủ đất. Ngoài ra, các dự án như Sáng kiến về Kiểm kê KNK của USAID GHG đang xây dựng các hệ số phát thải đặc thù cho các loại hình sử dụng đất khác nhau nhằm nâng cao độ chính xác của kiểm kê.

Viễn thám đã chứng minh được vai trò quan trọng trong việc đánh giá phát thải KNK và hấp thụ carbon từ các loại hình đất đai khác nhau. Các nghiên cứu sử dụng viễn thám cung cấp dữ liệu chính xác và chi tiết, hỗ trợ phát triển các chiến lược giảm thiểu KNK hiệu quả.

CHƯƠNG II. MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

2.1.1. Mục tiêu chung

Đề tài được thực hiện nhằm xác lập cơ sở khoa học phục vụ đánh giá khả năng hấp thụ carbon và phát thải KNK của các loại hình đất đai ở tỉnh Thừa Thiên Huế.

2.1.2. Mục tiêu cụ thể

Các mục tiêu cụ thể của đề tài bao gồm:

- Xác định được loại hình, phân bố không gian và diện tích đất đai cần được kiểm kê KNK.
- Đánh giá được khả năng hấp thụ và phát thải KNK của 06 loại hình đất đai, bao gồm: đất rừng, đất đồng cỏ, đất ngập nước, đất trồng trọt, đất thổ cư và đất khác.
- Đề xuất được các giải pháp giúp tăng cường khả năng hấp thụ và giảm phát thải KNK của các loại hình đất đai.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Các đối tượng nghiên cứu của luận án bao gồm:

Các loại hình đất đai và hiện trạng sử dụng đất: Nghiên cứu sẽ tập trung vào các đặc điểm và tình trạng sử dụng của sáu loại hình đất đai theo hướng dẫn/quy định của IPCC, bao gồm: đất rừng, đất đồng cỏ, đất ngập nước, đất trồng trọt, đất thổ cư và đất khác.

KNK và các yếu tố ảnh hưởng đến phát thải KNK: là các loại KNK chủ yếu như CO₂, CH₄, N₂O được phát thải từ các hoạt động sử dụng đất đai. Nghiên cứu sẽ xác định và định lượng lượng phát thải của từng loại khí này từ các loại hình đất đai khác nhau.

Phương pháp và công cụ kiểm kê KNK: bao gồm 1) Hướng dẫn IPCC về kiểm kê KNK trong lĩnh vực AFOLU 2) Hệ số phát thải liên quan phù hợp cho địa phương 3) Công nghệ viễn thám và GIS để xác định diện tích các loại hình đất 4) Phần mềm tính toán KNK

Nghiên cứu những đối tượng này sẽ giúp xác định cơ sở khoa học cho việc kiểm kê KNK, cung cấp dữ liệu chính xác và đáng tin cậy để hỗ trợ cho việc xây dựng các chiến

lược và chính sách quản lý bền vững tài nguyên đất đai và giảm thiểu tác động của BĐKH tại tỉnh Thừa Thiên Huế.

2.3. Nội dung và phạm vi nghiên cứu

2.3.1. Nội dung

Đề tài này sẽ tập trung vào việc sử dụng các phương pháp kiểm kê KNK trên các loại hình đất đai khác nhau của tỉnh Thừa Thiên Huế bằng cách áp dụng công nghệ Viễn thám và các hệ số phát thải phù hợp. Cụ thể, nghiên cứu sẽ bao gồm các nội dung chính sau:

- 1) Tổng quan nghiên cứu về các khái niệm, cơ chế phát thải và hấp thụ KNK từ đất đai, phương pháp kiểm kê KNK theo IPCC và các kinh nghiệm trong và ngoài nước về kiểm kê KNK cho các loại hình đất đai.
- 2) Xác định loại hình, phân bố không gian và hiện trạng quản lý 06 loại hình đất đai, phục vụ kiểm kê KNK theo hướng dẫn của IPCC.
- 3) Lựa chọn hệ số phát thải phù hợp và xây dựng phương pháp luận kiểm kê KNK cho các loại hình đất đai.
- 4) Tính toán và đánh giá tiềm năng hấp thụ carbon và phát thải KNK từ các loại hình đất đai.
- 5) Phân tích và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến phát thải KNK của các loại hình đất đai.
- 6) Đề xuất được các giải pháp hiệu quả và khả thi giúp tăng cường khả năng hấp thụ và giảm phát thải KNK của các loại hình đất đai.

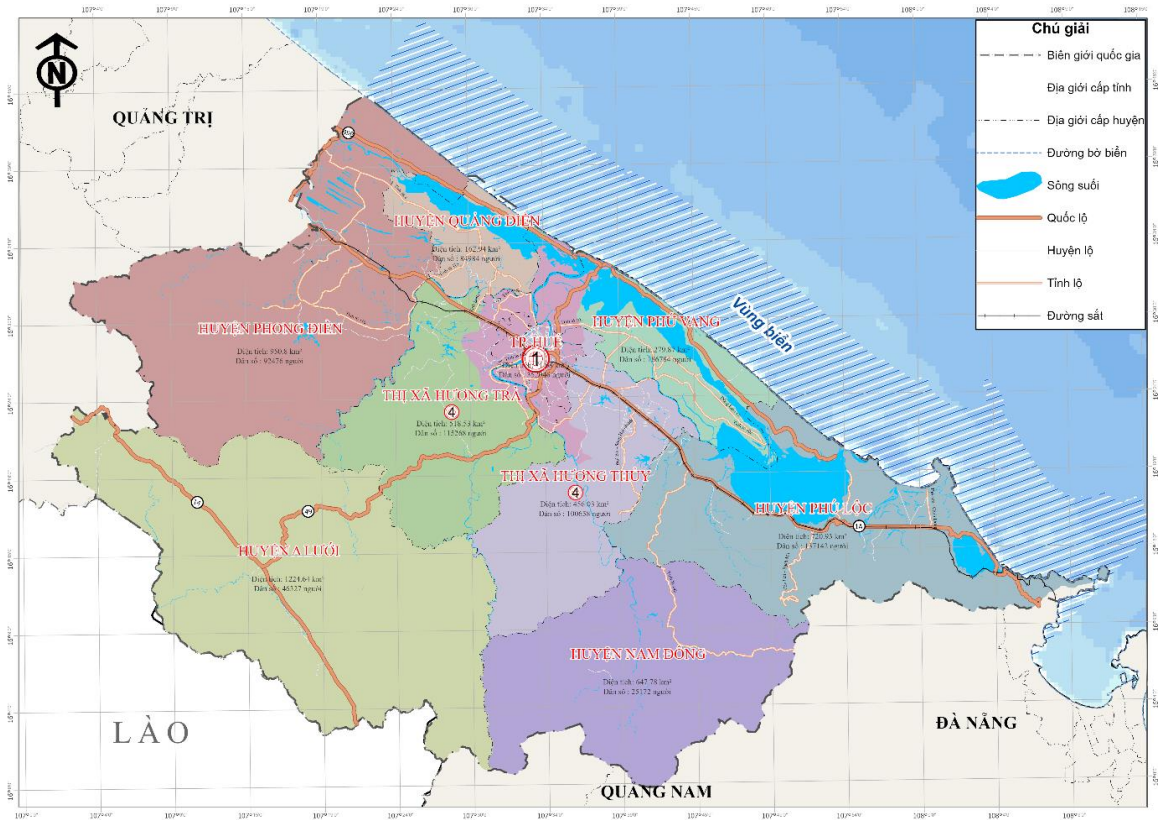
2.3.2. Phạm vi nghiên cứu

2.3.2.1. Phạm vi không gian

- Vùng đất liền: Thừa Thiên Huế có tổng diện tích 4.947,11 km², gồm 9 đơn vị hành chính trực thuộc gồm: thành phố Huế, thị xã Hương Thủy, thị xã Hương Trà và 06 huyện (Phong Điền, Quảng Điền, Phú Vang, Phú Lộc, A Lưới, Nam Đông).

- Vùng không gian biển ven bờ bao gồm vùng biển, hải đảo được xác định theo Luật Biển Việt Nam; Nghị định số 40/NĐ-CP ngày 15/5/2016 của Chính phủ về quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tài nguyên, môi trường biển và hải đảo; Quyết định số 853/QĐ-BTNMT ngày 25/4/2022 của Bộ TN & MT về việc công bố đường ranh giới ngoài

của vùng biển 03 hải lý, vùng biển 06 hải lý của đất liền.



Hình 2.1. Phạm vi không gian nghiên cứu của đề tài ở tỉnh Thừa Thiên Huế

2.3.2.2. Phạm vi thời gian

Các thông tin, số liệu được sử dụng để xác định loại hình và diện tích các loại hình đất đai của tỉnh Thừa Thiên Huế chủ yếu nằm trong khoảng thời gian 2024-2025.

Việc đánh giá được khả năng hấp thụ và phát thải KNK của các loại hình đất đai của tỉnh Thừa Thiên Huế của năm 2024 và được thực hiện trong khoảng thời gian 2025-2026

2.3.2.3. Phạm vi kiểm kê

Phạm vi kiểm kê KNK là sáu loại hình đất đai:

- Đất rừng: Bao gồm rừng tự nhiên và rừng trồng, đặc biệt là các khu rừng phòng hộ và rừng đặc dụng có độ che phủ tán cây và chiều cao đạt ngưỡng quốc gia quy định.
- Đất đồng cỏ: Các khu vực đồng cỏ tự nhiên và nhân tạo, nơi thường được sử dụng cho chăn thả gia súc.

- Đất ngập nước: Các vùng đầm lầy, ao hồ, và các khu vực ngập nước theo mùa.
- Đất trồng trọt: Các khu vực canh tác nông nghiệp, bao gồm ruộng lúa, hoa màu và các cây trồng khác, bao gồm cả đất luân canh và đất tạm bỏ hoang.
- Đất thổ cư: Các khu vực đô thị, dân cư và các vùng phát triển khác.
- Các loại đất khác: Bao gồm các loại đất không thuộc các loại hình trên, như đất hoang, đất đồi núi, và các khu vực chưa được sử dụng.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp kế thừa (thu thập, tổng hợp và phân tích dữ liệu thứ cấp)

Để phục vụ cho việc tính toán lượng phát thải và hấp thụ KNK của 6 loại hình đất đai, các thông tin cần được thu thập, tổng hợp và phân tích bao gồm:

- Các tài liệu đã được công bố về kiểm kê KNK từ các loại hình đất đai khác nhau.
- Các nghiên cứu công bố về phương pháp, mô hình và công cụ kiểm kê KNK trong lĩnh vực đất đai.
- Các tài liệu, số liệu liên quan đến các loại hình và diện tích của từng loại hình đất đai (bảng 1), tình hình sử dụng đất đai, quá trình chuyển đổi giữa các loại hình sử dụng đất...
- Các số liệu, thông tin về kiểm kê KNK và BDKH ở tỉnh Thừa Thiên Huế.

Ngoài ra, các dữ liệu bổ sung như điều kiện khí hậu, đặc tính đất đai... cũng sẽ được thu thập để lựa chọn các hệ số phát thải phù hợp. Các dữ liệu trên đây cần đáp ứng các tiêu chí sau:

- *Có liên quan*: Liên quan đến việc ước tính trữ lượng cacbon, phát thải và loại bỏ KNK của các hoạt động trong lĩnh vực AFOLU.
- *Chính xác*: Cung cấp thông tin đáng tin cậy và phản ánh chính xác thực tế.
- *Cập nhật*: Dữ liệu được cập nhật thường xuyên để phản ánh những thay đổi trong việc sử dụng đất.
- *Toàn diện*: Bao gồm tất cả các loại hình sử dụng đất có liên quan đến kiểm kê KNK.
- *Kiểm soát chất lượng*: Được kiểm tra chất lượng để đảm bảo tính chính xác và tính nhất quán.

Bảng 1. Các dữ liệu cần thu thập liên quan đến 06 loại hình đất đai

STT	Loại hình đất đai	Số liệu thu thập
1.	Đất trồng trọt (Cropland):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích đất canh tác, loại cây trồng, phương thức quản lý đất và lượng phân bón sử dụng. - Sử dụng số liệu thống kê nông nghiệp cấp quốc gia/địa phương hoặc tiến hành khảo sát, điều tra tại các khu vực điển hình.
2.	Đất đồng cỏ (Grassland):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích đất đồng cỏ, mức độ quản lý (chăn thả, cải tạo...) - Sử dụng số liệu thống kê cấp quốc gia/địa phương hoặc tiến hành khảo sát, điều tra tại các khu vực điển hình.
3.	Đất rừng (Forest Land):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích rừng, loại rừng, tốc độ tăng trưởng, sản lượng gỗ khai thác. - Sử dụng số liệu thống kê lâm nghiệp cấp quốc gia/địa phương hoặc tiến hành khảo sát, điều tra tại các khu vực rừng điển hình.
4.	Đất ngập nước (Wetlands):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích đất ngập nước, diện tích canh tác lúa, nuôi trồng thủy sản. - Sử dụng số liệu thống kê nông nghiệp, thủy sản cấp quốc gia/địa phương hoặc tiến hành khảo sát, điều tra tại các khu vực đất ngập nước điển hình.
5.	Đất ở (Settlements):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích đất xây dựng, mức độ đô thị hóa. - Sử dụng số liệu quy hoạch, thống kê dân số, nhà ở cấp địa phương.
6.	Đất khác (Other Land):	- Điều tra, thu thập thông tin về diện tích các loại hình sử dụng đất khác như mỏ khai thác, bãi thải. - Sử dụng số liệu thống kê ngành công nghiệp cấp quốc gia/địa phương.

Trong quá trình thu thập số liệu để tính toán kiểm kê KNK của 6 loại hình đất đai theo hướng dẫn của IPCC, đề tài sẽ thống nhất định nghĩa về các loại hình đất đai giữa IPCC, các tổ chức quốc tế khác chẳng hạn như của FAO, Ramsar 1... nhằm tránh sự nhầm lẫn trong quá trình sử dụng số liệu thống kê không phù hợp.

2.4.2. Phương pháp phân loại đất đai theo IPCC để kiểm kê KNK

Theo hướng dẫn của IPCC (2006), việc phân loại đất đai để kiểm kê KNK cho các loại hình đất đai được thực hiện theo các bước sau:

1) Xác định các loại hình đất chính

Dựa trên hệ thống phân loại đất quốc gia hoặc khu vực phù hợp với các tiêu chí của IPCC, các loại đất phổ biến thường bao gồm: Đất rừng, Đất đồng cỏ, Đất trồng trọt, Đất ngập nước, Đất thổ cư và Đất khác. Các loại hình đất chính sau đó được phân chia theo 02 trạng thái:

- Đất giữ nguyên loại hình sử dụng (land remaining in a land-use category)
- Đất chuyển đổi sang loại hình sử dụng khác (land converted to another category)

2) Thu thập các dữ liệu liên quan

Sử dụng bản đồ đất đai, ảnh vệ tinh, dữ liệu điều tra đất đai và các nguồn thông tin khác để xác định diện tích và vị trí của từng loại đất. Diện tích bao gồm diện tích của mỗi loại hình đất đai và diện tích đất được chuyển đổi giữa các loại hình.

Thu thập dữ liệu về các hoạt động sử dụng đất, chẳng hạn như khai thác rừng, chăn thả gia súc, canh tác, bón phân...

3) Phân bổ diện tích đất vào các nhóm nguồn phát thải hoặc bể hấp thụ KNK

Dựa trên các tiêu chí của IPCC, phân bổ diện tích đất vào các nhóm nguồn/bể hấp thụ hoặc phát thải KNK phù hợp. Ví dụ:

- Rừng nguyên sinh được phân loại là bể hấp thụ CO₂.
- Đất trồng trọt được phân loại là nguồn phát thải CO₂ và N₂O.
- Đất ngập nước được phân loại là nguồn phát thải CH₄.

Tuy nhiên, phương pháp phân loại đất đai theo IPCC có thể thay đổi tùy theo mục đích kiểm kê và nguồn lực sẵn có. Phương pháp phân loại cần đảm bảo tính nhất quán và chính xác trong việc thu thập dữ liệu và áp dụng các hệ số phát thải/hấp thụ phù hợp.

2.4.3. Tính toán phát thải và hấp thụ KNK

Phát thải và hấp thụ KNK từ các loại hình đất đai được tính toán theo công thức (1) của IPCC (2006).

$$\text{Phát thải ròng} = \sum_i (A_i \times (E_i - S_i)) \quad (1)$$

Trong đó

A_i là diện tích của loại hình đất đai i

E_i là hệ số phát thải tương ứng với loại hình đất đai i

S_i là hệ số hấp thụ tương ứng với loại hình đất đai i

Tổng lượng phát thải ròng từ tất cả các loại hình đất đai sẽ được tính bằng cách cộng tất cả các phát thải ròng riêng lẻ lại

$$\text{Tổng phát thải ròng} = \sum_i \text{Phát thải ròng}$$

Các hệ số phát thải và hấp thụ KNK từ các hoạt động sử dụng đất được lấy từ danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê KNK theo Quyết định số 2626/QĐ- BTNMT ngày 10 tháng 10 năm 2022. Các hệ số phát thải còn thiếu trong danh mục này sẽ được lấy từ danh mục hệ số phát thải mặc định của IPCC.

2.4.4. Phương pháp điều tra khảo sát thực địa

Phương pháp này được sử dụng trong quá trình tiến hành nghiên cứu để kiểm tra hiện trạng phân bố và các hoạt động phát triển trên các loại hình đất đai, bao gồm các bước:

1) Lập kế hoạch điều tra, xác định số lượng điểm điều tra cần thiết, chuẩn bị trang thiết bị như GPS, máy ảnh, thiết bị ghi chép, phiếu điều tra.

2) Lựa chọn điểm điều tra. Sử dụng phương pháp lựa chọn điểm điều tra hệ thống hoặc ngẫu nhiên phân tầng, phân bố điểm điều tra trên các loại đất khác nhau và lựa chọn vị trí điểm điều tra dựa trên bản đồ và ảnh vệ tinh.

3) Tiến hành khảo sát thực địa nhằm:

- Ghi nhận tọa độ, chụp ảnh tại mỗi điểm điều tra.
- Xác định loại đất theo tiêu chí phân loại đất đai.
- Quan sát và ghi chép hiện trạng sử dụng đất, hoạt động canh tác, chăn nuôi, lâm nghiệp...

- Ghi chép các biểu hiện phát thải/hấp thụ KNK (như đốt rơm rạ trên cánh đồng, phân hủy sinh khối, rửa trôi đất...).

4) Đánh giá các hoạt động phát thải/hấp thụ KNK

- Rà soát các hoạt động sử dụng đất và quản lý đất đai.
- Định danh các hoạt động có khả năng gây phát thải hoặc hấp thụ KNK đáng kể.
- Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các hoạt động này đối với phát thải/hấp thụ KNK.

5) Xử lý và phân tích dữ liệu

- Nhập dữ liệu điều tra vào phần mềm GIS hoặc bảng tính.
- Phân tích phân bố không gian của các loại đất và hoạt động sử dụng đất.
- Tính toán diện tích, tỷ lệ phân bố của các loại đất khác nhau.
- Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các hoạt động đối với phát thải/hấp thụ KNK.

6) Kiểm tra và đối chiếu với dữ liệu có sẵn

- So sánh kết quả điều tra thực địa với dữ liệu từ ảnh vệ tinh và bản đồ hiện có.
- Điều chỉnh kết quả phân loại đất đai nếu cần thiết.
- Xác minh các hoạt động sử dụng đất được quan sát thực địa với dữ liệu sẵn có.

2.4.5. Phương pháp xử lý dữ liệu

Xử lý dữ liệu ảnh viễn thám

Dữ liệu từ các vệ tinh Landsat, MODIS và Sentinel sẽ được sử dụng để phân loại và xác định diện tích các loại hình đất đai. Sau đó, phần mềm GIS (ArcGIS, QGIS) và phần mềm phân tích viễn thám (ENVI, ERDAS IMAGINE) sẽ được sử dụng để xử lý và phân tích dữ liệu.

Xử lý thống kê

Phương pháp thống kê mô tả bằng MS. Excel về trung bình, độ lệch chuẩn, tỷ lệ phần trăm... sẽ được sử dụng để phân tích dữ liệu thu thập từ hiện trường và thực hiện các phân tích so sánh giữa các loại đất, hoạt động sử dụng đất và lượng phát thải. Thống kê suy luận cũng có thể được sử dụng để phân tích tương quan giữa các biến dữ liệu nếu cần thiết.

2.4.6. Phương pháp tham vấn chuyên gia

Tham vấn chuyên gia là một phương pháp quan trọng để thu thập thông tin chuyên sâu và ý kiến từ những người có kiến thức và kinh nghiệm trong lĩnh vực giảm phát thải

KNK cho các loại hình sử dụng đất. Dưới đây là các bước cơ bản để thực hiện phương pháp tham vấn chuyên gia:

1) Xác định mục tiêu:

Mục tiêu tham vấn là xác định các biện pháp giảm phát thải và tăng cường khả năng hấp thụ carbon trong lĩnh vực quản lý đất đai.

2) Lựa chọn chuyên gia:

- Tiêu chí lựa chọn: Chọn các chuyên gia có kiến thức sâu rộng và kinh nghiệm thực tế trong lĩnh vực giảm phát thải KNK và quản lý sử dụng đất.
- Nguồn chuyên gia: Các chuyên gia có thể đến từ các viện nghiên cứu, các tổ chức quốc tế, các trường đại học, hoặc các cơ quan quản lý nhà nước.

3) Thực hiện Tham vấn

- Hình thức tham vấn: Tham vấn được thực hiện thông qua các cuộc phỏng vấn cá nhân.
- Ghi chép và thu thập dữ liệu: Ghi chép chi tiết các ý kiến và đề xuất của chuyên gia. Có thể sử dụng ghi âm (với sự đồng ý của chuyên gia) để đảm bảo không bỏ sót thông tin.

4) Phân tích, đánh giá và tổng kết

- Phân tích các thông tin thu thập được để xác định các biện pháp giảm phát thải khả thi và hiệu quả nhất
- Đánh giá tính khả thi của các biện pháp dựa trên các yếu tố như chi phí, khả năng thực hiện, và tác động môi trường
- Tổng kết các ý kiến và đề xuất của chuyên gia, bao gồm các biện pháp giảm phát thải đề xuất và kế hoạch hành động

CHƯƠNG III: NƠI NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI, DỰ KIẾN KẾ HOẠCH VÀ KINH PHÍ, TRANG THIẾT BỊ CHỦ YẾU PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU

3.1. Nơi thực hiện đề tài

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Địa bàn triển khai nghiên cứu: Tỉnh Thừa Thiên Huế.

3.2. Kế hoạch dự kiến triển khai nghiên cứu đề tài

STT	Công việc chủ yếu	Thời gian	Ghi chú
1	Xây dựng đề cương nghiên cứu	5/2024	
2	Nộp hồ sơ bảo vệ đề cương nghiên cứu	06/2024	
3	Bảo vệ thuyết minh đề cương nghiên cứu	7/2024	
4	Thu thập, tổng hợp các tài liệu thứ cấp (các báo cáo, các công trình nghiên cứu...) có liên quan đến luận án	7/2024-11/2024	
5	Nghiên cứu các phương pháp xử lý, giải đoán ảnh Viễn Thám	11/2024 – 1/2025	
6	Thu thập dữ liệu viễn thám định kỳ từ các vệ tinh Landsat, MODIS và Sentinel.	2/2025-2/2026	
7	Phân nhóm các loại hình đất đai và thiết lập bản đồ	2/2025-2/2026	
8	Nghiên cứu các phương pháp kiểm kê KNK	7/2024-11/2024	

STT	Công việc chủ yếu	Thời gian	Ghi chú
9	Thực hiện đo đạc thực địa hàng tháng để thu thập dữ liệu về phát thải KNK .	11/2024-11/2025	
10	Tính toán lượng phát thải dựa trên các số liệu thu thập trên cơ sở sử dụng hệ số phát thải theo công bố của Bộ Tài nguyên và Môi trường	11/2025-4/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Hoàn thành các chuyên đề. - 01 bài báo thuộc tạp chí Khoa học Đại học Huế hoặc tạp chí chuyên ngành trong nước tính quy đổi 0,75 điểm trong danh mục HDGSNN.
11	Đánh giá, so sánh kết quả ước tính phát thải KNK từ các loại hình đất đai	2/2026-5/2026	
12	Đề xuất các giải pháp quản lý và chiến lược chính sách nhằm giảm thiểu phát thải KNK và tăng cường khả năng hấp thụ carbon của các loại hình đất đai.	6/2026-9/2026	
13	Tham gia và báo cáo các kết quả nghiên cứu tại các hội nghị, hội thảo chuyên ngành trong nước.	10/2026-12/2026	<ul style="list-style-type: none"> - 01 báo cáo tại Hội nghị - 01 bài thuộc Scopus (Q3/Q4) hoặc ESCI của WoS Core Collection
14	Hoàn thành luận án Hội thảo luận án ở cấp Bộ Môn	01/2027-6/2027	

STT	Công việc chủ yếu	Thời gian	Ghi chú
15	Hoàn thiện luận án theo góp ý tại seminar Bộ Môn và GVHD	06/2027-8/2027	
16	Nộp hồ sơ bảo vệ luận án cấp cơ sở	8/2027-11/2027	- Viết xong luận án. - Bảo vệ cấp cơ sở
17	Bảo vệ luận án ở cấp cơ sở và chuẩn bị cho bảo vệ luận án cấp ĐHH	12/2027	- Hoàn chỉnh luận án. - Bảo vệ cấp Đại học Huế.

3.3. Dự kiến nhu cầu kinh phí, trang thiết bị kỹ thuật, mẫu vật, hóa chất phục vụ nghiên cứu đề tài

3.3.1. Trang thiết bị kỹ thuật, mẫu vật, hóa chất

Máy tính và phần mềm GIS: ArcGIS, QGIS; Phần mềm phân tích viễn thám: ENVI, ERDAS IMAGINE; Phần mềm xử lý dữ liệu: Python, R

Thiết bị đo đạc thực địa: GPS cầm tay (độ chính xác cao), Máy đo khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa), Thiết bị lấy mẫu đất (xẻng, ống lấy mẫu), Drone và các phụ kiện (camera, pin, điều khiển).

3.3.2. Dự kiến nhu cầu kinh phí

Nguồn kinh phí sử dụng: cá nhân, kinh phí hỗ trợ từ cơ quan công tác và đơn vị đào tạo.

Các khoản chi phục vụ trong nghiên cứu:

- Chi tài liệu tham khảo
- Chi phí bản quyền các ứng dụng sử dụng trong nghiên cứu
- Chi phí đi lại, trong quá trình học tập và thực hiện hoạt động điều tra khảo sát.
- Chi phí in ấn, văn phòng phẩm trong quá trình thực hiện khảo sát, báo cáo....

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Asner, G. P., Clark, J. K., Mascaro, J., Vaudry, R., Chadwick, K. D., Vieilledent, G., & Knapp, D. E. (2010). "High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16738-16742
2. Bá, L.H, Vương, L, Tuấn, L.C. (2015). "Sử dụng dữ liệu MODIS trong theo dõi biến đổi diện tích rừng và phát thải KNK tại Tây Nguyên." *Tạp chí Môi trường và Phát triển*, 12(4), tr. 304-312.
3. Bình, N.V, Thu, B, Lập, N.Q. (2016). "Đánh giá phát thải KNK từ các hoạt động xây dựng và giao thông tại Hà Nội bằng dữ liệu vệ tinh MODIS và Landsat." *Tạp chí Quy hoạch Đô thị*, 19(2), tr. 132-140.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2020). *Báo cáo cập nhật hai năm một lần, lần thứ 3, gửi công ước khung của Liên Hiệp Quốc về biến đổi khí hậu*. Hà Nội: Bộ TN&MT.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2022). *Báo cáo cập nhật Đóng góp do Quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam*. Hà Nội: Bộ TN&MT.
6. Bộ TN&MT. (2022). *Công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính*. Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT.
7. Bridgman, S. D., Megonigal, J. P., Keller, J. K., Bliss, N. B., & Trettin, C. (2006). The carbon balance of North American wetlands. *Wetlands*, 26(4), 889-916.
8. Chen, X., Zhang, Y., Liu, M., & Feng, L. (2020). "Monitoring changes in rice cultivation practices using Landsat and Sentinel-2 data in the Mekong Delta." *Remote Sensing of Environment*, 243, 111796.
9. Conant, R. T., Paustian, K., & Elliott, E. T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological applications*, 11(2), 343-355.
10. Cúc, N.T.K. (2016). "Biện pháp canh tác không cày xới và sử dụng phân hữu cơ." *Tạp chí Nông nghiệp Bền vững*, 14, tr. 122-130.
11. Dadhwal, V. K., Harsha, G. S., & Raju, P. V. (2019). "Role of remote sensing in assessing sustainable agricultural practices and GHG emissions in India." *Agricultural Systems*, 176, 102671.
12. Đàn, T.V, Sơn, N.H, Tư, T.V (2020). "Ước tính phát thải KNK từ rừng Việt Nam." *Tạp chí Sinh thái học*, 29, tr. 425.
13. Đức, M.V, Phong, N.L, Phụng, N.T (2021). "Ảnh hưởng của dữ liệu thức ăn chăn nuôi và quản lý chất thải đến ước tính phát thải." *Tạp chí Khoa học Thú y*, 13, tr. 89-98.
14. Duy, Đ, Huy, B.V, Dự, Đ. (2023). "Sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel-2 để theo dõi biến động đất đai." *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 25(1), tr. 123-130.
15. Eve, M. D., Sperow, M., Paustian, K., & Follett, R. F. (2014). "National-scale estimation of changes in soil carbon stocks on agricultural lands". *Journal of Soil and Water Conservation*, 69(3), 67A-72A.

16. Fan, J., Shao, Q., Liu, J., Wang, J., & Chen, Z. (2014). "Assessing grassland degradation and restoration using MODIS and Sentinel-2 data in Inner Mongolia, China." *Environmental Research Letters*, 9(10), 104022
17. FAO (2023). "Các khóa đào tạo về kiểm kê KNK đất đai cho cán bộ địa phương." Báo cáo FAO, 18(3), tr. 112-120.
18. Gómez, C., White, J. C., & Wulder, M. A. (2016). "Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review". *Remote Sensing of Environment*, 185, 354-365.
19. Hà, N.T.T, Tuấn, A.T, Văn, A.B. (2017). "Ứng dụng dữ liệu Landsat trong đánh giá biến đổi diện tích rừng và lượng carbon lưu trữ tại tỉnh Quảng Ninh." *Tạp chí Sinh thái học*, 25(2), tr. 87-95.
20. Hà, T.T.T. (2013). "Khả năng hấp thụ CO₂ của vùng đất ngập nước ở đồng bằng sông Cửu Long." *Tạp chí Khoa học Môi trường*, 22, tr. 39-48.
21. Hải, V.M, Mùi, L, Thư, T.A (2021). "Phát thải KNK từ đất đô thị ở Hà Nội và TP.HCM." *Tạp chí Khoa học Đô thị*, 15, tr. 35.
22. Hạnh, H, & Đơn, V.B. (2018). "Sự khác biệt giữa số liệu của các cơ quan và ảnh hưởng đến ước tính phát thải KNK." *Tạp chí Khoa học Địa lý*, 30(1), tr. 45-53.
23. Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., & Townshend, J. R. G. (2013). "High-resolution global maps of 21st-century forest cover change." *Science*, 342(6160), 850-853
24. Harris, N. L., Brown, S., Hagen, S. C., Saatchi, S. S., Petrova, S., Salas, W., ... & Lotsch, A. (2012). Baseline map of carbon emissions from deforestation in tropical regions. *Science*, 336(6088), 1573-1576.
25. Hiền, H.V, Quát, T.Đ, Huru, L.V. (2020). "Ảnh hưởng của hệ số phát thải đặc thù đến ước tính phát thải KNK." *Tạp chí Khoa học Môi trường*, 12, tr. 45-56
26. Hòa, P.G, Nam, T.C, Vương, L (2019). "Mất rừng và suy thoái rừng ở Việt Nam." *Tạp chí Môi trường và Biến đổi khí hậu*, 17, tr. 18.
27. Hòa, P.M. (2015). "Tăng cường không gian xanh trong đô thị." *Tạp chí Quy hoạch Đô thị*, 11, tr. 78-85.
28. Hòa, P.V, Đăng, P, Hào, H. (2018). "Ứng dụng viễn thám trong đánh giá diện tích và lượng carbon lưu trữ trong đất ngập nước tại đồng bằng sông Cửu Long." *Tạp chí Sinh thái học*, 28(3), tr. 97-104.
29. Hóa, P.V, Đệ, N.T, Hà, M.H. (2020). "Khả năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn." *Tạp chí Sinh thái học*, 26, tr. 25.
30. Hưng, L.Q, Vương, T, Văn, L.B. (2019). "Ứng dụng công nghệ viễn thám trong đánh giá phát thải và hấp thụ KNK." *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 23(4), tr. 225-238.
31. Huy, Đ. M, Tuấn, T.V, Lộc, N.T (2019). "Phát thải KNK từ đất đồng cỏ." *Tạp chí Khoa học Chăn nuôi*, 15, tr. 97.
32. IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES.

33. IPCC (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.*
34. Li, C., Guo, L., Zhu, J., Yu, C., Luo, Z., Liu, S., & Zhou, Y. (2017). "Carbon pool and carbon dioxide emissions measured with soil carbon dioxide flux from the greengrassland (China) to grassland conversion". *Science of The Total Environment*, 609, 587-599.
35. Jones, M. B., & Donnelly, A. (2004). Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist*, 164(3), 423-439.
36. Kennedy, C., Steinberger, J., Gasson, B., Hansen, Y., Hillman, T., Havranek, M., ... & Mendez, G. V. (2009). Greenhouse gas emissions from global cities.
37. Khoa, L.V, Thăng, L.V, Đăng, P.N. (2014). "Biện pháp quản lý đồng cỏ bền vững." *Tạp chí Môi trường và Phát triển*, 10, tr. 56-65.
38. Lal, R. (2004). "Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security." *Science*, 304(5677), 1623-1627.
39. Lan, N.T (2018). "Đánh giá khả năng hấp thụ carbon của rừng tại tỉnh Lâm Đồng." *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 16(3), tr. 112-119.
40. Liên, N.T.K, Thục, T, Lộc, T.Đ. (2016). "Đánh giá khả năng hấp thụ carbon của đồng cỏ tại miền Trung Việt Nam bằng dữ liệu Sentinel-2." *Tạp chí Khoa học Đất*, 15(3), tr. 172-180.
41. Mitsch, W. J., Bernal, B., & Hernandez, M. E. (2013). "Wetlands, carbon, and climate change." *Landscape Ecology*, 28(4), 583-597.
42. Mitsch, W. J., Bernal, B., Nahlik, A. M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C. J., ... & Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape ecology*, 28, 583-597.
43. Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). "Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA." *Environmental Pollution*, 116(3), 381-389.
44. Ôn, T.V, Duy, Đ, Phụng, L (2019). "Giám sát sự thay đổi trong canh tác lúa và ước tính phát thải KNK từ hoạt động nông nghiệp tại đồng bằng sông Cửu Long." *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp*, 21(2), tr. 213-220.
45. Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., ... & Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988-993.
46. Patel, N. R., Agrawal, S., Shukla, A., Emadi, M., & Kumar, P. (2021). "Mapping non-CO₂ greenhouse gas emissions from Indian crop-management practices using satellite earth observations". *Ecological Indicators*, 125, 107481.
47. Sexton, J. O., Song, X. P., Feng, M., Noojipady, P., Anand, A., Huang, C., ... & Townshend, J. R. G. (2016). "Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with Lidar-based estimates of error." *Remote Sensing of Environment*, 175, 219-232.

48. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., ... & Smith, J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 789-813.
49. Sở Tài nguyên và Môi trường TPHCM. (2021). “*Báo cáo kiểm kê khí gây hiệu ứng nhà kính trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh*”, Thành phố Hồ Chí Minh, Sở TN&MT
50. Soussana, J. F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., & Arrouays, D. (2004). Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil use and management*, 20(2), 219-230.
51. Suong, L.N, Vượng, T, Bá, L. (2022). "Phát thải KNK từ ao nuôi tôm ở Đồng bằng sông Cửu Long." *Tạp chí Khoa học Thủy sản*, 18, tr. 18.
52. Thornton, P. E., Law, B. E., Gholz, H. L., Clark, K. L., Falge, E., Ellsworth, D. S., ... & Sparks, J. P. (2002). Modeling and measuring the effects of disturbance history and climate on carbon and water budgets in evergreen needleleaf forests. *Agricultural and forest meteorology*, 113(1-4), 185-222.
53. Thuận, N.V. (2015). "Rừng phòng hộ ven biển và vai trò trong giảm phát thải KNK." *Tạp chí Môi trường và Biến đổi khí hậu*, 11, tr. 76-83.
54. Thủy, B.T, Tuấn, T, Anh, B. (2022). "Ước tính sinh khối và carbon trong đất rừng bằng dữ liệu LiDAR." *Tạp chí Khoa học Môi trường*, 31, tr. 45-52.
55. Thủy, P.T, Lộc, N.H, Thu, H.C (2012). "Khả năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn." *Tạp chí Sinh thái học*, 24, tr. 15-17.
56. Tuấn, N, Quý, V, Thắng, H. (2020). "Khó khăn trong theo dõi chuyển đổi đất ở quy mô nhỏ." *Tạp chí Môi trường và Phát triển*, 22(3), tr. 87-95.
57. Tùng, T.V. (2017). "Luân canh cây trồng và trồng cây phủ đất." *Tạp chí Khoa học Đất*, 19, tr. 34-40.
58. USAID Việt Nam. (2023). "*Phát triển hệ số phát thải cho đất trồng lúa và đất ngập nước*." Báo cáo Dự án USAID, 11(2), tr. 45-55.
59. USAID. (2020). "*GHG Inventory Initiative: Developing emission factors for land use in developing countries*." USAID Report, 12(4), 45-55.
60. Văn, K.Đ, Hòa, N.V, Lê, T.T. (2020). "Ước tính phát thải KNK từ ruộng lúa Việt Nam." *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 18, tr. 383.
61. Viện sinh thái và môi trường. (2024). “*Báo cáo kiểm kê khí nhà kính của ba thành phố Huế, Hà Giang và Vĩnh Yên*”. Hà Nội, Bộ tài nguyên và môi trường.
62. Weng, Q., Yang, S., & Hu, X. (2018). "Estimating GHG emissions from urban expansion in Beijing using MODIS and Landsat data." *Journal of Urban Planning and Development*, 144(3), 05018015
63. World Bank (2020). *Vietnam Country Climate and Development Report*. Washington, DC: World Bank.
64. Zhang, Y., Guanter, L., Berry, J. A., van der Tol, C., Yang, X., Tang, J., & Zhang, F. (2019). “Model-based analysis of the relationship between sun-induced chlorophyll fluorescence and gross primary production for remote sensing applications”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 276, 107636.