BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LÊ PHƯỢNG GIANG

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường
Mã ngành: 9850101

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025

Công trình được hoàn thành tại
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
Địa chỉ: 12 Nguyễn Văn Bảo, Phường 4, Quận Gò Vấp, Tp. Hồ Chí Minh Điện thoại: (028) 38940390 Fax: (028) 38946268

Người hướng dẫn 1: NGUT. PGS.TS. Đinh Xuân Thắng
Người hướng dẫn 2: PGS.TS. Lê Hùng Anh

Phản biện 1: PGS. TS. Võ Lê Phú
Phản biện 2: PGS. TS. Đào Minh Trung
Phản biện 3: PGS. TS. Phùng Chí Sỹ

Ủy viên 1: PGS. TS. Nguyễn Tri Quang Hưng
Ủy viên 2: PGS. TS. Phạm Nguyễn Kim Tuyến

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tại Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh vào ngày 17 tháng 01 năm 2025

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
- Thư viện Khoa học Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Tạp chí quốc tế

1. **Phuong Giang Le**, Hung Anh Le, Xuan Thang Dinh, Kieu Lan Phuong Nguyen, "Development of Sustainability Assessment Criteria in Selection of Municipal Solid Waste Treatment Technology in Developing Countries: A Case of Ho Chi Minh City, Vietnam," *Sustainability*. ISSN: 2071-1050**.** *Vol. 15, 7917, 2023.* https://doi.org/10.3390/su15107917. (Q1)

Tạp chí trong nước

1. **Phuong Giang Le**, Hung Anh Le, Xuan Thang Dinh, Huu Hai Trinh, "An assessment of the current situation and recommendation scenarios for municipal solid waste management in Ho Chi Minh City," *VMOST Journal of Social Sciences and Humanities,*Vol. 65, pp. 45-56, 2023. DOI: 10.31276/VMOSTJOSSH. (ACI)

2. **Lê Phượng Giang**, Đinh Xuân Thắng, Lê Hùng Anh, "Chiến lược quản lý chất thải rắn bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh," *Tạp chí Môi trường và Đô thị*, số 148, ISSN: 1859-3674, 2022.

CHƯƠNG 1 MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Quản lý chất thải rắn là một vấn đề quan trọng của các đô thị lớn ở các quốc gia đang phát triển. Do mô hình phát triển sản xuất và tiêu dùng thiếu bền vững và hạn chế của hệ thống quản lý chất thải rắn dẫn tới kết quả lãng phí nguồn tài nguyên và gây tác hại cho sức khỏe con người và môi trường. Thành phố Hồ Chí Minh là một trung tâm phát triển lớn nhất của Việt Nam. Cùng với phát triển kinh tế nóng, dòng nguyên liệu, phương tiện và lao động đổ về thành phố, cộng với các hoạt động dịch vụ bùng nổ vượt qua sức tải tự nhiên của thành phố, để lại nhiều di chứng nặng nề cho môi trường và tác động trở lại đến tốc độ và chất lượng phát triển. Một trong những vấn đề môi trường luôn là thời sự, lôi cuốn sự quan tâm của cộng đồng và các nhà quản lý là tăng phát sinh chất thải rắn, đặc biệt chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) từ sinh hoạt con người và các hoạt động sản xuất, dịch vụ. Mặc dù thành phố đã có nhiều giải pháp quản lý, tuy nhiên có thể nói hiệu quả chưa cao, cộng với các tiêu cực, thiếu đồng bộ từ khâu quản lý phát thải, thu gom, tái chế và xử lý. Việc phân loại CTRSH cho mục đích tái chế còn ở mức độ rất thấp, việc xử lý rác thải hợp vệ sinh ở các bãi rác còn nhiều bất cập, kể cả ở một số bãi rác được quảng bá là hiện đại. CTRSH chủ yếu được xử lý bằng hình thức chôn lấp gây quá tải các bãi rác, lãng phí tài nguyên và tạo ra các vấn đề môi trường. Bên cạnh đó, do hệ thống quản lý có nhiều hạn chế từ chính sách quản lý, quy hoạch hệ thống đến thực hiện, chậm khắc phục các tác động của quá trình phát triển hay hạn chế các yếu tố cản trở, gây tác động lâu dài cho quá trình phát triển bền vững của thành phố. Phân tích các yếu tố tác động ảnh hưởng đến hiệu quả của việc quản lý và xử lý CTRSH, để từ đó xây dựng các giải pháp tổng hợp quản lý và xử lý CTRSH là một yêu cầu quan trọng trong quản lý môi trường nói riêng hay quản lý phát triển nói chung cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Đề tài "*Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh"* là một hướng nghiên cứu đúng và cần thiết nhằm xây dựng một hệ thống quản lý CTRSH thích hợp, trong đó lựa chọn giải pháp xử lý chất

thải một cách an toàn và hiệu quả phù hợp với điều kiện của thành phố và các yếu tố khác trong hệ thống là một trong những nội dung quan trọng trong mô hình quản lý CTRSH.

2. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu

2.1 Mục tiêu nghiên cứu

Luận án đề xuất mô hình quản lý phù hợp và lựa chọn công nghệ tối ưu cho hệ thống quản lý. Nghiên cứu hướng đến giải pháp tổng hợp, nâng cao hiệu quả quản lý chất thải và bảo vệ môi trường bền vững.

2.2 Nội dung nghiên cứu

- Khảo sát tính chất CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH.

- Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) xác định trọng số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH.

- Áp dụng phương pháp chuẩn hóa xác định thang điểm số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH.

- Đánh giá so sánh hai phương pháp AHP và chuẩn hóa.

- Đề xuất công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

3. Câu hỏi nghiên cứu

Nghiên cứu này sẽ tập trung trả lời các câu hỏi: (1) Mô hình quản lý CTRSH hiện nay tại Thành phố Hồ Chí Minh như thế nào? (2) Vai trò của công nghệ xử lý CTRSH có ảnh hưởng đến hiệu quả của mô hình quản lý CTRSH hay không? (3) Làm thế nào để đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh? (4) Có tiêu chí nào để đánh giá hay không? (5) Công nghệ xử lý CTRSH nào sẽ tối ưu nhất khi áp dụng vào mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh?

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu là CTRSH phát sinh từ các hộ gia đình

- Giới hạn về thời gian: Phạm vi thời gian mà luận án lựa chọn nghiên cứu trong ngữ cảnh địa lý và hành chính của Thành phố Hồ Chí Minh là giai đoạn 2019 - 2022. Đây là khoảng thời gian trước và sau khi thành lập Thành phố Thủ Đức.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

5.1 Ý nghĩa khoa học

Luận án xây dựng được bộ tiêu chí, sử dụng phương pháp AHP - một phương pháp phổ biến trong các nghiên cứu hỗ trợ ra quyết định, kết hợp với phương pháp chuẩn hóa để lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

5.2 Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của luận án đã thể hiện được tổng quan về đặc điểm chất thải rắn, công tác quản lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh cũng như phương pháp luận và quy trình xây dựng bộ tiêu chí, quy trình áp dụng AHP và chuẩn hóa lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH tại địa bàn nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu của luận án cung cấp được các cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý áp dụng bộ tiêu chí trong việc lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH, có thể áp dụng rộng rãi cho các khu đô thị ở Việt Nam.

6. Những đóng góp mới của luận án

- Luận án xây dựng được bộ tiêu chí đầy đủ và phù hợp để đánh giá công nghệ xử lý CTRSH với ba bộ thông số môi trường, kinh tế và xã hội.

- Bước đầu áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) kết hợp với phương pháp chuẩn hóa vào đánh giá bộ tiêu chí phục vụ cho việc lựa chọn quyết định công nghệ xử lý CTRSH phù hợp với ba bộ thông số môi trường, kinh tế và xã hội;

- Khẳng định và đề xuất công nghệ xử lý CTRSH phù hợp cho Thành phố Hồ Chí Minh gồm đốt rác phát điện và làm phân compost.;

- Các kết quả và đề xuất của luận án có thể được áp dụng cho các địa phương khác có điều kiện tương tự, góp phần cải thiện quản lý chất thải rắn ở các khu vực khác

ngoài Thành phố Hồ Chí Minh.

Bố cục của luận án: Luận án bao gồm 5 chương: (1) Mở đầu, (2) Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu; (3) Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu; (4) Kết quả và thảo luận; (5) Kết luận và kiến nghị kèm theo danh mục các công trình đã công bố, tài liệu tham khảo và phụ lục. Nội dung của luận án được trình bày trong 174 trang bao gồm 24 hình, 60 bảng và 135 tài liệu tham khảo. Phần phụ lục có 50 trang bao gồm 04 phụ lục: (1) Các mẫu phiếu khảo sát và danh sách chuyên gia, hộ dân tham gia khảo sát; (2) Kết quả tính toán nhiệt trị, độ ẩm, các thành phần cơ bản của rác thải; (3) Kết quả tính toán của phương pháp AHP; (4) Kết quả tính toán của phương pháp chuẩn hóa và kiểm định Kruskal-Wallis, Anova.

CHƯƠNG 2 TỔNG QUAN VỀ LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU

2.1 Tổng quan về mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt

Mô hình quản lý CTRSH là sự lựa chọn và ứng dụng các công nghệ, chương trình quản lý phù hợp để đạt mục tiêu cụ thể của quản lý chất thải rắn. Mô hình quản lý đó phải phù hợp với với điều kiện địa phương, đảm bảo sự hài hòa, cân đối từ góc độ kinh tế, xã hội, tài chính, môi trường, thể chế, phải có khả năng tự duy trì trong một thời gian dài mà không làm suy giảm tài nguyên.

2.2 Tổng quan hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt thế giới và Việt Nam

Các quốc gia phát triển, hệ thống quản lý CTRSH được quy hoạch và tổ chức tốt, chất thải được phân loại tại nguồn giảm lượng rác chôn lấp bằng cách xử lý hiện đại, đốt rác phát điện đã được triển khai từ lâu [20, 21]. Các quốc gia đang phát triển, công nghệ xử lý vẫn theo cách truyền thống, chủ yếu chôn lấp, thu hồi tái chế nhựa, kim loại, giấy [22]. Mục tiêu hướng đến đổi mới công nghệ xử lý rác, thu hồi năng lượng, tiết kiệm nguồn tài nguyên, giảm thiểu quỹ đất dành cho xử lý rác, hạn chế phát thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường [23].

Hệ thống quản lý CTRSH ở Việt Nam đều có những đặc điểm và kinh nghiệm riêng. Công nghệ xử lý CTRSH vẫn chủ yếu xử lý bằng 02 phương pháp là chôn lấp và đốt [46]. Một số phương pháp tái chế như ủ phân, đốt rác phát điện, tái chế và tái sử dụng đã dần được áp dụng thay thế nhưng vẫn còn nhiều hạn chế [47].

Hệ thống quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh đang đối diện với một số thách thức: (1) Phân loại rác tại nguồn đến nay gặp khó khăn do hạ tầng kỹ thuật từ hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý chưa đồng bộ, người dân không hợp tác, xuất hiện nhiều điểm hẹn tự phát, trung chuyển, vận chuyển gây ô nhiễm; (2) Công nghệ xử lý rác tỷ lệ chôn lấp còn quá cao, do không phân loại nên phân compost không đạt chất lượng, không có đầu ra cho sản phẩm, thiêu đốt nguy cơ ô nhiễm môi trường vẫn chưa có hình thức cụ thể triển khai đốt rác phát điện [11].

2.3 Tổng quan bộ tiêu chí cho công nghệ xử lý

Nghiên cứu đã lược khảo hơn 50 nghiên cứu ngoài nước liên quan đến bộ tiêu chí để đánh giá hệ thống quản lý CTRSH. Nhìn chung, các nghiên cứu tiến hành phân tích về các khía cạnh kỹ thuật, môi trường, xã hội và kinh tế để lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH phù hợp cho từng địa phương [77]. Việc sử dụng bộ tiêu chí giúp tối ưu hóa quản lý chất thải, giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cộng đồng [78]. Tuy nhiên, bộ tiêu chí cho quản lý CTRSH để lựa chọn công nghệ xử lý từ Việt Nam, số lượng nghiên cứu vẫn còn rất hạn chế.

2.4 Tổng quan phương pháp AHP cho bộ tiêu chí

Nghiên cứu trên thế giới đã áp dụng phương pháp AHP để đánh giá công nghệ xử lý CTRSH, giúp họ lựa chọn các công nghệ xử lý tối ưu cho hệ thống quản lý thông qua sự tham gia của các bên liên quan và tạo thành một chuỗi thống nhất [99]. Nghiên cứu chỉ tìm được một vài tài liệu sử dụng phương pháp AHP lựa chọn công nghệ xử lý từ Việt Nam. Qua các nghiên cứu nhận thấy, tác động về chi phí và môi trường của các công nghệ xử lý chi phối các tiêu chí lựa chọn của các tác giả. Trong khi các tiêu chí kỹ thuật (độ tin cậy, tính khả thi, khả năng áp dụng) và xã hội (việc làm, sức khỏe cộng đồng, sự chấp nhận của cộng đồng) không được xem xét trong phần lớn các nghiên cứu.

2.5 Tổng quan phương pháp chuẩn hóa cho bộ tiêu chí

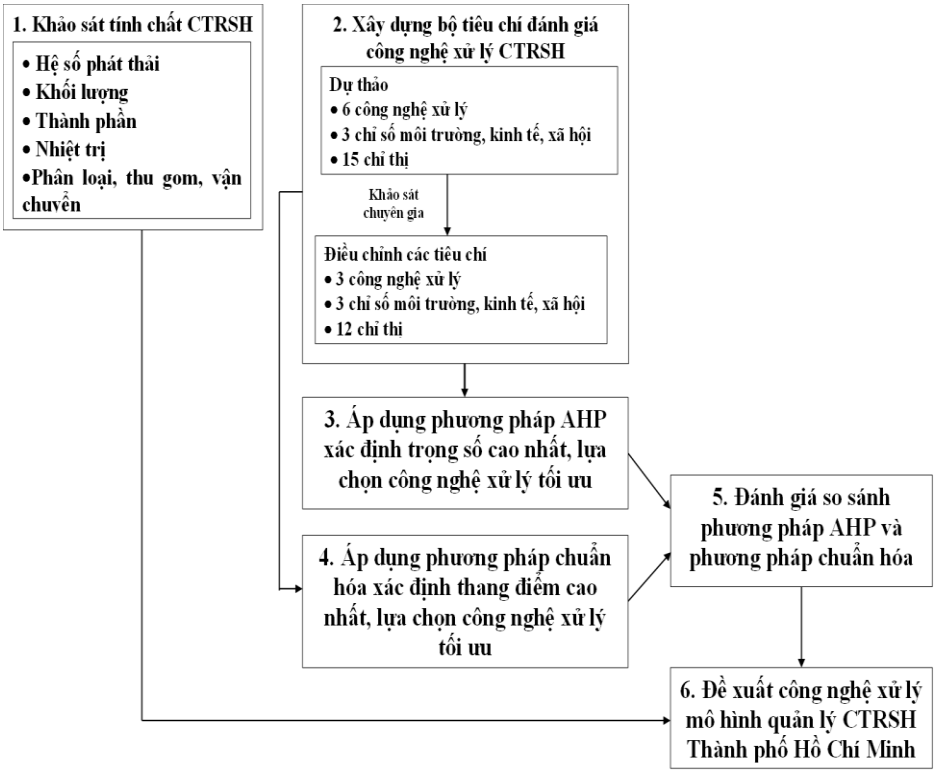
Chuẩn hóa là quá trình thiết lập và thi hành các quy chuẩn, tiêu chuẩn hoặc quy trình mà các tổ chức hoặc cá nhân cần tuân thủ để đảm bảo chất lượng, đồng nhất và khả năng so sánh giữa các sản phẩm, dịch vụ hoặc quy trình. Mục tiêu chính của chuẩn hóa là tạo ra một cơ sở đồng nhất để đảm bảo tính nhất quán, độ tin cậy

và đảm bảo chất lượng [104]. Các nghiên cứu điều nhận định đánh giá một quá trình hoặc khía cạnh xã hội, kinh tế, môi trường bằng nhiều chỉ số khác nhau thường được đo lường bằng các đơn vị khác nhau [105].

Chương 3 NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Nội dung nghiên cứu của luận án

Nội dung nghiên cứu bao gồm: (1) Khảo sát tính chất rác thải; (2) Đề xuất bộ tiêu chí; (3) Áp dụng phương pháp AHP để đánh giá, xác định trọng số cao nhất, lựa chọn công nghệ tối ưu; (4) Áp dụng phương pháp chuẩn hóa để đánh giá, xác định thang điểm cao nhất, lựa chọn công nghệ tối ưu; (5) Đánh giá so sánh phương pháp AHP và chuẩn hóa; (6) Đề xuất công nghệ xử lý phù hợp cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Các nội dung nghiên cứu của luận án được trình bày chi tiết trong Hình 3.1



Hình 3.1 Sơ đồ nghiên cứu

3.2 Phương pháp nghiên cứu

3.2.1 Phương pháp điều tra, khảo sát, thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp gồm các tài liệu, báo, tạp chí, sách đã xuất bản, tư liệu của các tác giả nghiên cứu có liên quan; nhà máy xử lý, bãi chôn lấp chất thải rắn.

Điều tra hộ gia đình, phương pháp này áp dụng để khảo sát hiện trạng quản lý CTRSH về thu gom, phân loại, sức khỏe bị ảnh hưởng từ cơ sở xử lý.

+ Xác định số lượng phiếu điều tra, phỏng vấn [123]:

$$n = N /(1 + N (e)^2)$$

n: Số lượng phiếu cần xác định cho nghiên cứu điều tra;

N: Tổng số hộ gia đình (N_{2020}=2.559.817 hộ gia đình);

e: Sai số kỳ vọng tính bằng phần trăm (lấy e=5%).

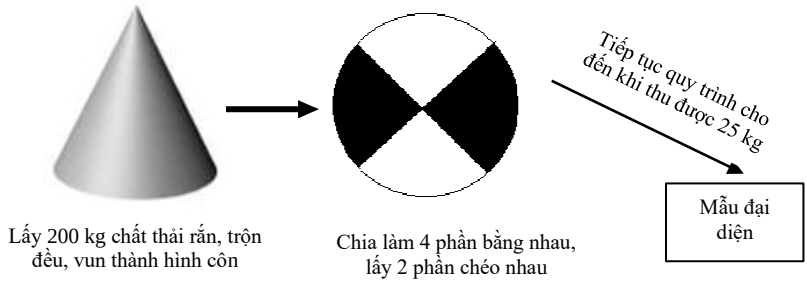
3.2.2 Phương pháp xác định hệ số phát thải

Mỗi quận, huyện nghiên cứu tiến hành phát túi cho 420 hộ đựng rác và đến cân vào cùng giờ ngày hôm sau (thực hiện cân 03 lần/tuần x 01 tháng).

$$\text{Hệ số phát thải} = \frac{\text{Trọng lượng rác của hộ}}{\text{Số nhân khẩu}} \text{ (kg/người/ngày)} \qquad (2.2)$$

3.2.3 Phương pháp xác định thành phần rác thải

Tiến hành lấy mẫu tại các quận huyện và phân tích 200 kg rác theo quy tắc của EPA, 2002 [124]. Phương pháp được thực hiện như sau:



Hình 3.2 Phương pháp lấy mẫu chất thải rắn

3.2.4 Phương pháp xác định nhiệt trị rác thải

* Xác định độ ẩm $x_w = \frac{m_r - m_s}{m_r}.100\%$

* Xác định nhiệt trị: Q=0,556 x{145C + 610 (H_2 – 1/8 O_2) + 40S +10N; (kCal/kg)

3.2.5 Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) [125]

Cách tiếp cận để lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh là phương pháp AHP. Quá trình AHP trong nghiên cứu này bao gồm 4 bước:

- Bước 1: Xây dựng ma trận so sánh mức độ quan trọng của từng cặp giữa các nhóm tiêu chí kinh tế, xã hội và môi trường để xác định trọng số của chỉ số;

- Bước 2: Xây dựng ma trận so sánh tầm quan trọng của 12 chỉ thị với các chỉ số kinh tế, xã hội và môi trường để xác định trọng số chỉ thị;

- Bước 3: Tính trọng số toàn cục của tiêu chí bằng cách nhân trọng số của chỉ số là kết quả của Bước 1 với trọng số chỉ thị là kết quả của Bước 2 để có được trọng số tổng hợp của tiêu chí theo phương pháp AHP;

- Bước 4: Trọng số tổng hợp được tính bằng cách nhân trọng số của các tiêu chí thu được từ Bước 1 với trọng số của từng công nghệ.

3.2.6 Phương pháp chuẩn hóa

Trong nghiên cứu này, phương pháp chuẩn hóa là sự kết hợp giữa khảo sát chuyên gia và cộng đồng. Vì các chỉ số trong tiêu chí đánh giá được đo bằng các đơn vị khác nhau nên nghiên cứu chuẩn hóa các chỉ số này trong phạm vi giá trị từ 1–5. Cách chuẩn hóa này được phát minh bởi nhà khoa học xã hội người Mỹ Rensis Likert vào năm 1932 [126].

Các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Đánh giá mức độ quan trọng của các chỉ tiêu để xác định điểm thông qua bảng câu hỏi. Mỗi chuyên gia ấn định mức độ quan trọng cho một chỉ số dựa trên chuyên môn và kinh nghiệm của họ.

- Bước 2: Chia tỷ lệ phạm vi tính năng từ 1 đến 5.

- Bước 3: Đánh giá kết quả các chỉ số thành phần theo Công thức (2.12-2.14) [119].

Chỉ số thành phần kinh tế: $$I_{KT} = \frac{\sum_{i=1}^{4} I_i}{4} \quad (2.12)$$

Chỉ số thành phần xã hội: $$I_{XH} = \frac{\sum_{i=5}^{8} I_i}{4} \quad (2.13)$$

Chỉ số thành phần môi trường: $$I_{MT} = \frac{\sum_{i=9}^{12} I_i}{4} \quad (2.14)$$

I_{KT}, I_{XH}, I_{MT} lần lượt là các chỉ số kinh tế, xã hội và môi trường.

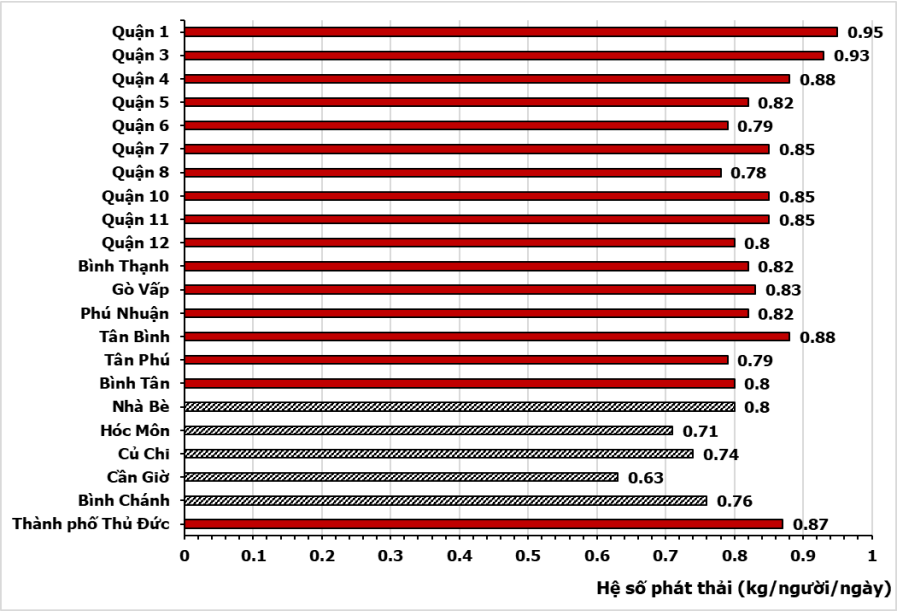
- Bước 4: Tính chỉ số tổng hợp cho từng công nghệ xử lý dựa trên kết quả thu được từ Bước 3. Chỉ số tổng hợp (I_{TH}) bao gồm ba chỉ số thành phần là kinh tế, xã hội và môi trường. Việc tính toán được trình bày ở Công thức (2.15) [120].

$$I_{TH} = \frac{I_{KT} + I_{XH} + I_{MT}}{3} \quad (2.15)$$

CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1 Kết quả khảo sát tính chất CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh

4.1.1 Kết quả xác định hệ số phát thải theo các quận, huyện



Hình 4.1 Kết quả khảo sát hệ số phát thải theo các quận, huyện

Hình 4.1 thể hiện tính đồng nhất của hệ số phát thải. Mặc dù có sự khác biệt nhất định giữa các khu vực, kết quả cho thấy hệ số phát thải không có sự dao động quá lớn giữa các quận (trung bình 0,83 kg/người/ngày). Điều này có thể phản ánh một mức độ đồng đều trong cách cư dân xử lý chất thải, nhưng cũng có thể cho thấy những điểm yếu trong việc thực hiện các biện pháp phân loại rác tại nguồn hoặc những khác biệt trong cấu trúc dân số và loại hình hoạt động kinh tế. Như vậy, tính trung bình hệ số phát thải năm 2021 là 0,91 kg/người/ngày

4.1.2 Kết quả xác định khối lượng CTRSH theo các quận, huyện

Bảng 4.1 Khối lượng CTRSH phát sinh theo các quận, huyện

STT	Quận/huyện	Số dân (người)	Lượng rác	
			Tấn/ngày	Tấn/năm
1	Quận 1	142.625	135.494	49.455.219
2	Quận 3	196.433	182.683	66.679.182
3	Quận 4	203.006	178.645	65.205.527
4	Quận 5	187.510	153.758	56.121.743
5	Quận 6	258.945	204.567	74.666.791
6	Quận 7	324.620	275.927	100.713.355
7	Quận 8	451.290	352.006	128.482.263
8	Quận 10	372.450	316.583	115.552.613
9	Quận 11	332.536	282.656	103.169.294
10	Quận 12	520.175	416.140	151.891.100
11	Quận Bình Thạnh	490.618	402.307	146.841.967
12	Quận Gò Vấp	677.000	561.910	205.097.150
13	Q. Phú Nhuận	182.477	160.580	586.11612
14	Quận Tân Bình	470.350	385.687	140.775.755
15	Quận Tân Phú	464.493	366.949	133.936.557
16	Quận Bình Tân	874.000	699.200	255.208.000
17	Huyện Nhà Bè	175.360	140.288	51.205.120
18	Huyện Hóc Môn	422.471	299.954	109.483.360
19	Huyện Củ Chi	403.038	298.248	108.860.564
20	Huyện Cần Giờ	74.960	47.225	17.237.052
21	Huyện Bình Chánh	706.000	536.560	195.844.400
22	TP. Thủ Đức	1.157.998	882.002	321.930.602
Tổng		8.944.152	7.279.368	2.656.969.225

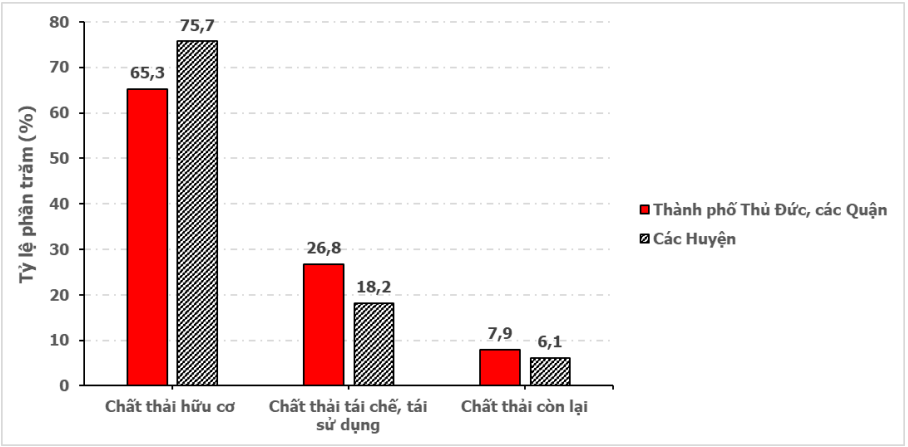
Dựa vào dữ liệu về khối lượng rác thải và dân số tại các quận, huyện, có thể thấy rõ rằng có sự phân bố không đồng đều giữa các quận, huyện. Các quận trung tâm có dân số và khối lượng rác thải cao hơn so với huyện Cần Giờ và huyện Củ Chi. Sự phân bố không đồng đều này do tập trung dân cư và hoạt động kinh tế, công nghiệp tại các quận trung tâm, dẫn đến việc phát sinh nhiều rác thải hơn.

4.1.3 Kết quả xác định thành phần CTRSH

Bảng 4.2 Thành phần CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh

Thành phần chất thải	Tỷ lệ phần trăm (%)
Chất thải hữu cơ	58,9÷80,7
Chất thải tái chế, tái sử dụng	
Giấy	1,5÷8,1
Nhựa	0,7÷9,4
Nylon	1,3÷15,2
Thủy tinh	0,5÷9,1
Carton	0,8÷11,9
Kim loại	0,3÷3,9
Chất thải còn lại	
Xốp	0,2÷4,2
Bông băng	0,2÷8,9
Vải	0,4÷3,7
Sành sứ	0,2÷2,3
Gỗ	0,3÷3,7
Chất thải nguy hại	0,1÷0,2

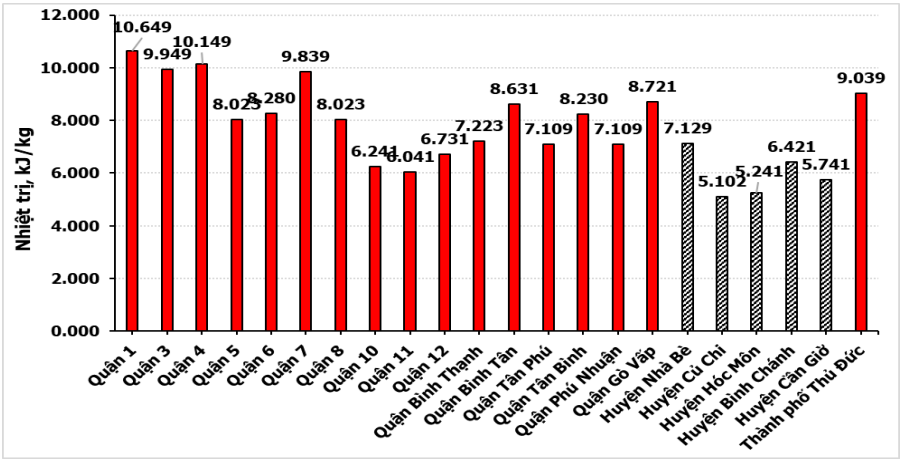
Kết quả phân tích thành phần chất thải có sự khác biệt so với kết quả của Sở TN&MT Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021 là do phụ thuộc vào nguồn tư liệu thu thập được khi thực hiện báo cáo. Cụ thể, thành phần hữu cơ năm 2021 dao động 61÷88,9% [121], trong khi thành phần hữu cơ xác định trong nghiên cứu 58,9÷80,7%.



Hình 4.2 Tỷ lệ thành phần CTRSH tại các quận huyện

Ở khu vực nghiên cứu, chất thải dễ phân hủy các quận chiếm tỷ lệ thấp (65,3%) hơn huyện (75,7%) nơi có thêm nguồn sản xuất từ nông nghiệp (huyện Củ Chi, huyện Hóc Môn), chế biến thủy hải sản (huyện Cần Giờ). Tuy nhiên, khu vực quận nơi có xu hướng sử dụng thức ăn nhanh, văn phòng, quán ăn nên thành phần rác tái chế, tái sử dụng (26,8%) sẽ cao hơn các huyện (18,2%). Đây là số liệu quan trọng cho thấy sự cần thiết để xác định công nghệ xử lý phù hợp và hiệu quả ở từng quận huyện trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh.

4.1.4 Kết quả xác định nhiệt trị rác thải

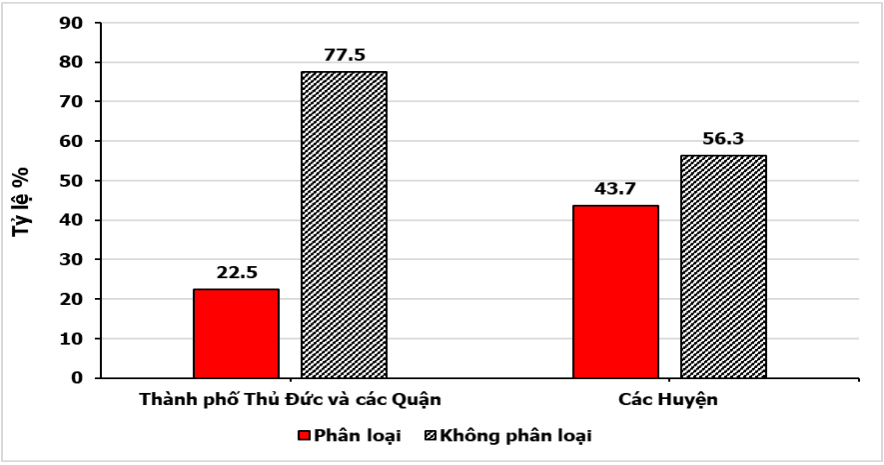


Hình 4.3 Kết quả nhiệt trị của rác thải sinh hoạt tại các quận huyện

Kết quả đo độ ẩm tuyệt đối và phân tích nhiệt trị thành phần CTRSH tại các quận huyện cho thấy độ ẩm với giá trị dao động trong khoảng 53-77% và nhiệt trị trung bình 7.710 kJ/kg (Phụ lục 2). Mẫu rác ở quận 1 có nhiệt trị cao nhất (10.649 kJ/kg), thấp nhất là mẫu rác ở huyện Củ Chi (5.102 kJ/kg). Nhiệt trị của rác thải ở các quận cao hơn từ 1,5 - 2 lần nhiệt trị của rác thải ở các huyện. Căn cứ vào nhiệt trị sẽ giúp cho nghiên cứu lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH phù hợp cho Thành phố Hồ Chí Minh.

4.1.5 Kết quả xác định về tình hình phân loại, thu gom, vận chuyển CTRSH

Tại khu vực nghiên cứu, Thành phố Thủ Đức và các quận phần lớn các hộ gia đình vẫn để chung rác vào túi nylon chiếm tỷ lệ 77,5%, có phân loại 22,5%. Khu vực các huyện do vẫn còn đất sản xuất nông nghiệp nên rác từ lá cây, rau củ, vỏ tôm cá được người dân giữ lại để ủ phân; chai nhựa, nylon để bán ve chai, tỷ lệ phân loại khá cao.



Hình 4.4 Kết quả phân loại rác tại Thành phố Thủ Đức và các quận, huyện

4.2 Kết quả xây dựng bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH

Bảng 4.3 Bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH

Chỉ số	Chỉ thị	Thông số	Đơn vị đo
Môi trường	Ô nhiễm không khí	Nồng độ khí NH_3	mg
		Nồng độ khí H_2S	mg

Chỉ số	Chỉ thị	Thông số	Đơn vị đo
		Nồng độ bụi	$\mu m/m^3$
	Phát thải khí nhà kính	Lượng phát thải khí nhà kính vào khí quyển	$kgCO_2đ/năm$
	Ô nhiễm nguồn nước	Nồng độ BOD_5	mgO_2/l
		Nồng độ COD	mgO_2/l
		Nồng độ Amoni	mg/l
	Sử dụng đất đai	Diện tích sử dụng đất cho xử lý	m^2/tấn rác
		Ô nhiễm kim loại nặng: As	mg/kg
		Ô nhiễm kim loại nặng: Cr	mg/kg
		Ô nhiễm kim loại nặng: Pb	mg/kg
Kinh tế	Chi phí đầu tư	Đầu tư cơ sở hạ tầng	triệu đồng/tấn/năm
		Đầu tư trang thiết bị	triệu đồng/tấn/năm
	Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	triệu đồng/tấn/năm
		Chi phí nguyên vật liệu	triệu đồng/tấn/năm
	Chi phí cho xử lý	Mức giá cho xử lý	đồng/tấn/ngày
	Doanh thu/lợi ích	Bán điện	triệu đồng/tấn
		Bán phân	triệu đồng/tấn
Xã hội	Sức khỏe cộng đồng	Số người bị ảnh hưởng	người/năm
	Tạo việc làm	Số lượng công nhân làm việc	người/tấn
		Mức thu nhập	triệu đồng/tháng
	Chính sách	Hỗ trợ xử lý rác	đồng/tấn
		Hỗ trợ bán phân	đồng/tấn
		Hỗ trợ bán điện	đồng/kWh
	Sự chấp nhận của công chúng	Số vụ kiện cáo trong năm	số vụ/năm

4.3 Kết quả áp dụng phương pháp AHP trong xác định các trọng số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH

4.3.1 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ số

Bảng 4.4 Kết quả trọng số của các nhóm chỉ số

Chỉ số	Kinh tế	Xã hội	Môi trường	Trọng số
Kinh tế	1,00	1,26	0,98	0,355
Xã hội	0,79	1,00	0,73	0,275
Môi trường	1,02	1,37	1,00	0,370

Trọng số của các chỉ số đối với các ưu tiên từ chuyên gia về môi trường chiếm 37% được xem là yếu tố ảnh hưởng nhất đến việc xây dựng một hệ thống quản lý CTRSH của khu vực nghiên cứu, tiếp đến chỉ số về kinh tế 35,5% và chỉ số xã hội 27,5% ít ảnh hưởng nhất đến quá trình này.

4.3.2 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ thị

4.3.2.1 Nhóm chỉ thị về môi trường

Bảng 4.5 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số môi trường

Chỉ số môi trường	Ô nhiễm không khí	Phát thải khí nhà kính	Ô nhiễm nguồn nước	Sử dụng đất đai	Trọng số
Ô nhiễm không khí	1,00	2,62	3,65	4,17	0,513
Phát thải khí nhà kính	0,38	1,00	2.50	2,34	0,252
Ô nhiễm nguồn nước	0,27	0,40	1,00	1,34	0,128
Sử dụng đất đai	0,24	0,43	0,75	1,00	0,108

Kết quả Bảng 4.5, ô nhiễm không khí được xếp hạng cao nhất, phát thải khí nhà kính ra môi trường có ảnh hưởng đến xếp hạng đối với môi trường sống tự nhiên và đa dạng sinh học.

4.3.2.2 Nhóm chỉ thị về kinh tế

Bảng 4.6 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số kinh tế

Chỉ số kinh tế	Chi phí đầu tư	Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí xử lý	Doanh thu	Trọng số
Chi phí đầu tư	1,00	2,00	4,85	4,56	0,500
Chi phí vận hành và bảo trì	0,50	1,00	3,59	3,43	0,306
Chi phí xử lý	0,21	0,28	1,00	1,09	0,098
Doanh thu	0,22	0,29	0,92	1,00	0,096

Chi phí đầu tư đóng vai trò quan trọng được đánh giá cao chiếm phân nữa tổng các chi phí khác thể hiện bãi chôn lấp tiêu tốn lượng đất khá lớn, xây dựng nhà máy MBT để vận hành đốt rác phát điện tuy không tốn diện tích đất lớn như bãi chôn lấp nhưng tiêu tốn khá lớn chi phí cho đầu tư nhà máy. Chi phí vận hành và bảo trì các thiết bị máy móc có ảnh hưởng quan trọng đến việc lựa chọn và thực hiện xử lý, để đảm bảo tuân thủ khi vận hành xử lý chất thải an toàn và bền vững đóng một vai trò quan trọng.

4.3.2.3 Nhóm chỉ thị về xã hội

Bảng 4.7 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số xã hội

Chỉ số xã hội	Sức khỏe cộng đồng	Tạo việc làm	Chính sách	Sự chấp nhận của công chúng	Trọng số
Sức khỏe cộng đồng	1,00	1,41	2,05	1,16	0,328
Tạo việc làm	0,71	1,00	1,65	1,01	0,253
Chính sách	0,49	0,61	1,00	0,67	0,162
Sự chấp nhận của công chúng	0,86	0,99	1,49	1,00	0,257

Sự hợp tác từ cộng đồng trong bất kỳ quyết định nào như nơi đặt cơ sở xử lý chất thải là rất quan trọng và đều phải thông qua các chính sách. Tuy nhiên, ý kiến của các chuyên gia đã chứng minh rằng chính sách cho dù có quyền lực thế nào thì khi không được cộng đồng đồng thuận thì cũng không được chấp nhận.

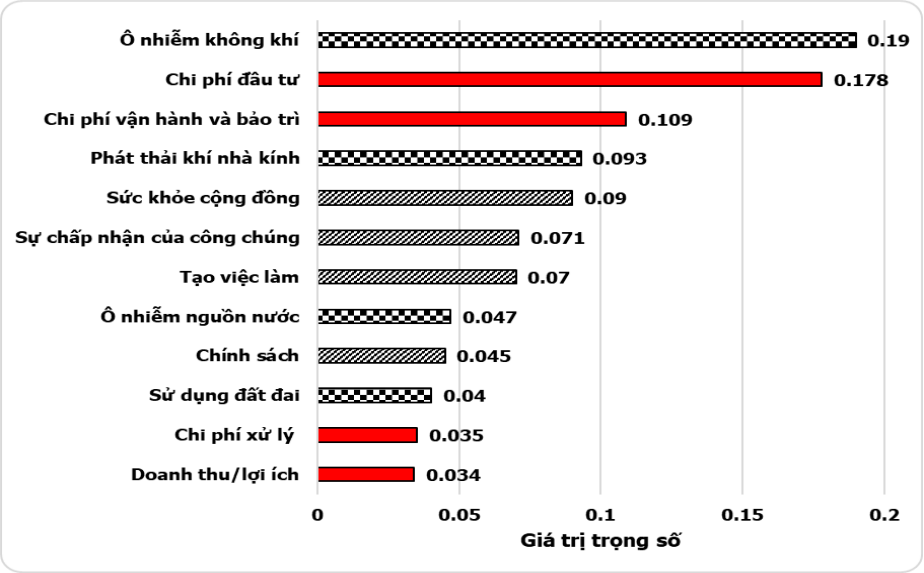
4.3.3 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí

Bảng 4.8 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí

Chỉ số	Trọng số chỉ số (wi)	Chỉ thị	Trọng số của nhóm chỉ thị (wj)	Trọng số tổng hợp của các tiêu chí W = wi * wj
Môi trường	0,370	Ô nhiễm không khí	0,513	0,190
		Phát thải khí nhà kính	0,252	0,093
		Ô nhiễm nguồn nước	0,128	0,047
		Sử dụng đất đai	0,108	0,040
Kinh tế	0,355	Chi phí đầu tư	0,500	0,178
		Chi phí vận hành và bảo trì	0,306	0,109
		Chi phí xử lý	0,098	0,035
		Doanh thu	0,096	0,034
Xã hội	0,275	Sức khỏe cộng đồng	0,328	0,090
		Tạo việc làm	0,253	0,070
		Chính sách	0,162	0,045
		Sự chấp nhận của công chúng	0,257	0,071

Trong các chỉ thị về chỉ số kinh tế, chi phí đầu tư (wj = 0,500) và chi phí vận hành bảo dưỡng (wj = 0,306) có tác động rõ rệt nhất đến công nghệ xử lý. Về khía cạnh

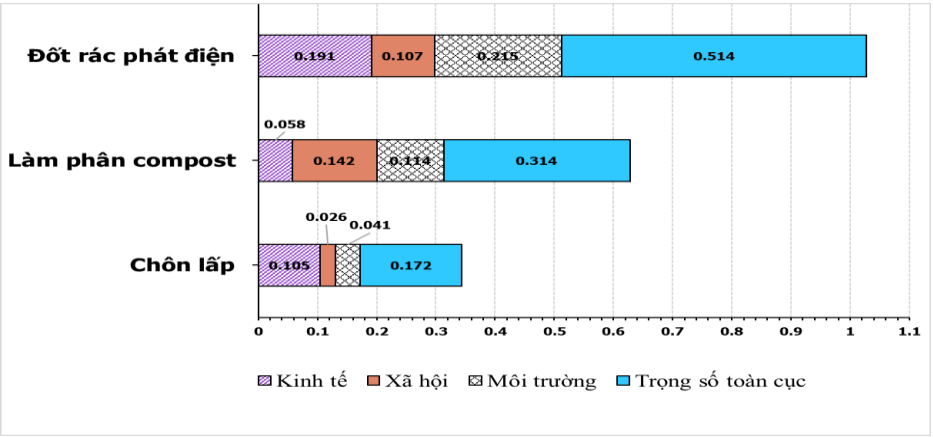
xã hội, không có nhiều khác biệt giữa các chỉ thị. Sức khỏe cộng đồng (wj = 0,328) là mối quan tâm lớn nhất khi vận hành cơ sở xử lý, tiếp theo là sự đồng thuận của cộng đồng, tạo việc làm và các chỉ số chính sách. Ô nhiễm không khí (wj = 0,513) và phát thải khí nhà kính (wj = 0,252) đóng vai trò quan trọng nhất đối với công nghệ xử lý CTRSH xét về tiêu chí môi trường. Điều này có nghĩa là chất lượng khí thải từ hệ thống xử lý cần được quản lý tốt trước khi thải ra môi trường.



Hình 4.5 Tác động các chỉ số đến công nghệ xử lý của Thành phố Hồ Chí Minh

Hình 4.5 mô tả trọng số tổ hợp của 12 chỉ thị thuộc 3 tiêu chí theo thứ tự giảm dần về mức độ ảnh hưởng của các chỉ số đối với công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Các chỉ số thuộc tiêu chí môi trường, kinh tế, xã hội được đánh dấu bằng màu xanh lá, tím và cam đất tương ứng. Ô nhiễm không khí, chi phí đầu tư và chi phí vận hành và bảo trì là ba chỉ số hàng đầu với trọng số lần lượt là 0,190, 0,178 và 0,109. Chúng cũng đại diện cho những quan tâm hàng đầu của người đứng đầu địa phương và cộng đồng khi quyết định về công nghệ xử lý CTRSH.

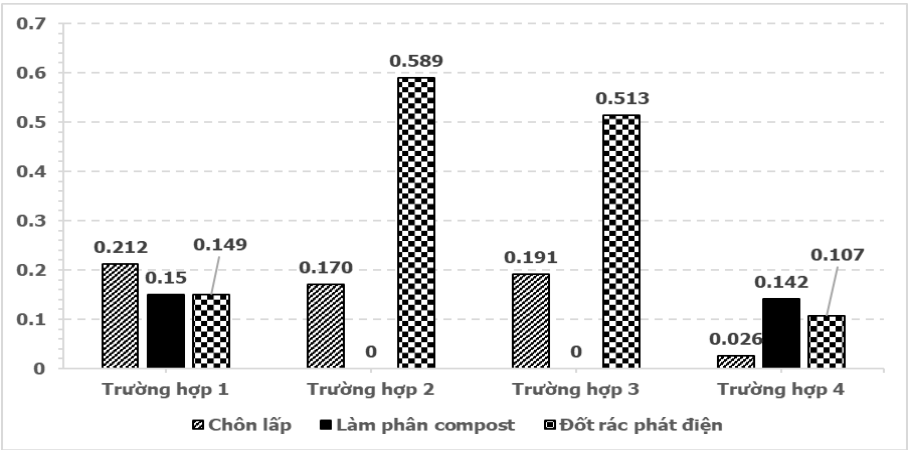
4.3.4 Kết quả xếp hạng trọng số của các công nghệ xử lý



Hình 4.6 Trọng số tổng hợp của ba công nghệ xử lý CTRSH

Kết quả tính trọng số tổng hợp của ba công nghệ xử lý được trình bày trong Hình 4.6. Công nghệ đốt rác phát điện (0,514) có trọng số lớn nhất, tiếp theo là làm phân compost (0,314) và chôn lấp (0,172). Điều này cho thấy đốt rác phát điện là công nghệ xử lý CTRSH được ưu tiên nhất đối với tình trạng hiện tại của thành phố. Làm phân compost cũng là một giải pháp thay thế đáng quan tâm so với công nghệ chôn lấp không phải là giải pháp hiệu quả cho hệ thống quản lý hiện tại ở Thành phố Hồ Chí Minh.

4.3.5 Phân tích độ nhạy



Hình 4.7 Phân tích độ nhạy cho 04 trường hợp

Trường hợp 1: Tất cả các chỉ số đều có trọng số bằng nhau (10%). Độ nhạy của các lựa chọn khá gần nhau, không quá nhạy cảm đối với sự thay đổi trọng số.

Trường hợp 2: Nhóm chỉ số môi trường có trọng số là 100%, còn các nhóm chỉ số khác là 0%. Trong trường hợp này độ nhạy của chôn lấp rất cao, rất nhạy cảm đối với sự thay đổi trọng số, trong khi đốt rác phát điện không quá nhạy cảm và làm phân compost không thay đổi.

Trường hợp 3: Nhóm chỉ số kinh tế có trọng số là 100%, còn các nhóm chỉ số khác trọng số là 0%. Độ nhạy của đốt rác phát điện cao, nhưng không đến mức rất cao so với chôn lấp trong trường hợp 2. Chôn lấp cũng khá nhạy cảm, trong khi làm phân compost không thay đổi.

Trường hợp 4: Nhóm chỉ số xã hội có trọng số là 100%, trong khi tất cả các nhóm chỉ số khác trọng số là 0%, Chôn lấp có độ nhạy thấp nhất, làm phân compost có độ nhạy cao hơn, và đốt rác phát điện có độ nhạy trung bình.

Kết quả này cho thấy có sự thay đổi nhưng thay đổi không đáng kể trong xếp hạng công nghệ xử lý. Như vậy kết quả này được cho là tin cậy của phương pháp AHP.

4.4 Kết quả áp dụng phương pháp chuẩn hóa đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH

4.4.1 Kết quả chỉ số thành phần cho ba công nghệ xử lý

Bảng 4.9 Kết quả đánh giá các chỉ số thành phần theo công nghệ xử lý CTRSH

Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
1. Kinh tế	**25,20**	**30,20**	**24,50**
1.1 Chi phí đầu tư			
+ Đầu tư cơ sở hạ tầng	149	172	109
+ Trang thiết bị	124	153	124
1.2 Chi phí xử lý rác	145	152	121
1.3 Chi phí vận hành và bảo trì			
+ Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	114	167	112
+ Chi phí nguyên vật liệu	124	117	106
1.4 Doanh thu/lợi ích			
+ Bán điện	106	125	136
+ Bán phân	106	149	142

Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
2. Xã hội	**25,86**	**31,33**	**38,33**
2.1 Tạo việc làm			
+ Số công nhân làm việc	172	170	157
+ Mức thu nhập	153	159	149
2.2 Sự chấp nhận của cộng đồng	107	160	163
2.3 Chính sách			
+ Hỗ trợ xử lý rác	121	-	-
+ Hỗ trợ bán phân	-	147	-
+ Hỗ trợ bán điện	-	-	149
2.4 Sức khỏe cộng đồng	94	148	149
3. Môi trường	**21,67**	**29,33**	**42,33**
3.1 Ô nhiễm không khí			
+ Nồng độ khí NH_3	108	148	177
+ Nồng độ khí H_2S	93	168	173
+ Nồng độ Bụi	92	140	183
3.2 Ô nhiễm nguồn nước			
+ Nồng độ BOD	110	130	166
+ Nồng độ COD	115	123	159
+ Nồng độ Amoni	115	158	159
3.3 Phát thải khí nhà kính	116	135	171
3.4 Sử dụng đất đai			
+ Diện tích sử dụng đất cho xử lý	112	167	172
+ Ô nhiễm kim loại nặng - As	113	112	174
+ Ô nhiễm kim loại nặng - Cr	105	167	165
+ Ô nhiễm kim loại nặng - Pb	113	167	164

Kết quả Bảng 4.9, công nghệ đốt rác phát điện và chôn lấp có mức chi phí cao. Doanh thu có nhiều khả năng thành hiện thực hơn trong việc bán phân và điện khi áp dụng công nghệ làm phân compost và đốt thu hồi năng lượng và khả thi hơn so với công nghệ chôn lấp. Số lượng vụ kiện cáo trong năm và số lượng người bị ảnh hưởng từ nhà máy đốt rác phát điện cũng ít hơn từ bãi chôn lấp.

4.4.2 Kết quả chỉ số tổng hợp cho ba công nghệ xử lý CTRSH

Bảng 4.10 Kết quả đánh giá các chỉ số tổng hợp theo công nghệ xử lý CTRSH

Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
1. Kinh tế	25,20	30,60	24,50
2. Xã hội	25,86	31,33	38,33
3. Môi trường	21,67	29,33	42,33
Chỉ số tổng hợp	24,24	30,29	35,05

Như vậy, có thể nhận thấy đánh giá công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH, các chỉ số tổng hợp của mỗi công nghệ là khác nhau. Điểm khó khăn đang gặp phải đó là ít lựa chọn của chuyên gia về môi trường của chôn lấp và làm phân compost, trong khi đốt rác phát điện được đánh giá thấp về kinh tế, nhân tố chính là mức chi phí cho đầu tư và vận hành quá cao, nhưng kết quả này cũng phản ánh được sự thay đổi tích cực về môi trường, về sức khỏe cộng đồng.

4.4.3 Xử lý kết quả thống kê để xác định tính đại diện của kết quả

4.4.3.1 Kiểm định Kruskal-Wallis

Trong nghiên cứu này, kiểm định sự khác biệt giữa các nhóm công nghệ xử lý trong kiểm định Kruskal-Wallis cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh được thực hiện để xác định xem có sự khác biệt đáng kể về điểm số. Bên cạnh đó, kiểm định Kruskal-Wallis được sử dụng để xác định ý kiến của 50 chuyên gia trả lời bảng câu hỏi có ý nghĩa thống kê hay không. Kết quả kiểm định Kruskal-Wallis chạy trên phần mềm R chi tiết trong Phụ lục 4.4.

Bảng 4.11 Kết quả phân tích Kruskal-Wallis cho 03 công nghệ xử lý

	Tổng hợp		
	Chôn lấp	Đốt rác phát điện	Làm phân compost
Mean (SD)	2,14 (0,919)	3,03 (1,175)	2,65 (1,089)
Median [Min, Max]	2,00 [1, 5]	3,00 [1, 5]	3,00 [1, 5]
Kiểm tra tổng xếp hạng	p-value < 0.00000000000000022		

Với giá trị p-value rất nhỏ, có đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết không có sự khác biệt giữa các công nghệ xử lý. Điều này cho thấy có sự khác biệt đáng kể về điểm số giữa các công nghệ xử lý. Mô hình quản lý chất thải có điểm số trung

bình cao nhất là công nghệ đốt rác phát điện (3,028), tiếp theo là làm phân compost (2,650) và thấp nhất là chôn lấp (2,139).

4.4.3.2 Kiểm định hậu định Anova

Trong nguồn dữ liệu này, mặc dù kiểm định Kruskal-Wallis đã được sử dụng để đánh giá sự khác biệt giữa các nhóm, nhưng kiểm định hậu định Anova vẫn cung cấp một số thông tin có ý nghĩa với mức tin cậy 95%.

Bảng 4.12 Kết quả phân tích hậu định Anova cho ba công nghệ xử lý

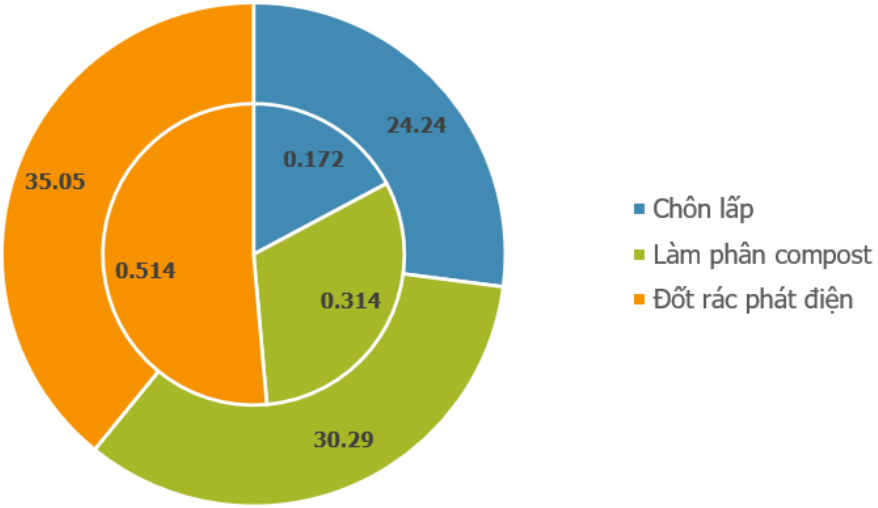
Công nghệ	**Mức khác biệt giá trị trung bình**	**Khoảng tin cậy dưới**	**Khoảng tin cậy trên**	**Giá trị p hiệu chỉnh**
1. Đốt rác phát điện-Làm phân compost	0,05043478	-0,0597653	0,16063487	0,5308719
2. Chôn lấp-Làm phân compost	-0,20869565	-0,3188957	-0,09849557	0,0000276
3. Chôn lấp-Đốt rác phát điện	-0,25913043	-0,3693305	-0,14893035	0,0000001

So sánh giữa công nghệ đốt rác phát điện và công nghệ làm phân compost cho thấy không thấy sự khác biệt đáng kể, p=0,5308719 > 0,05. Kết quả này không có đủ bằng chứng để khẳng định sự khác biệt ý nghĩa giữa 02 công nghệ này.

So sánh giữa công nghệ chôn lấp và công nghệ làm phân compost; công nghệ chôn lấp và công nghệ đốt rác phát điện, đều cho thấy có sự khác biệt đáng kể, p<0,05, có đủ bằng chứng để khẳng định sự khác biệt ý nghĩa giữa 02 công nghệ.

Sau khi phân tích kiểm định Kruskal-Wallis và kiểm định Anova cho 50 đánh giá của chuyên gia với thang điểm từ 1 đến 5, kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể về điểm số trung bình giữa các công nghệ xử lý. Vì vậy, kiểm định Kruskal-Wallis và Anova trong nghiên cứu này khẳng định đánh giá của 50 chuyên gia có ý nghĩa thống kê, xác định được tính đại diện của kết quả theo phương pháp chuẩn hóa.

4.5 Kết quả đánh giá phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa



Hình 4.8 Tổng hợp lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH bằng phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa

Kết quả Hình 4.8 có thể thấy rằng cả hai phương pháp AHP và chuẩn hóa qua sự đánh giá của chuyên gia đều có sự lựa chọn tương tự nhau. Như vậy cả hai phương pháp đều lựa chọn công nghệ đốt rác phát điện là công nghệ được ưu tiên lựa chọn hàng đầu.

* So sánh ưu và nhược điểm của hai phương pháp

- Ưu điểm:

+ Hỗ trợ đánh giá các tiêu chí một cách toàn diện và khách quan.

+ Phương pháp AHP xác định mức độ quan trọng của từng yếu tố.

+ Phương pháp chuẩn hóa đảm bảo so sánh các chỉ thị trên cùng đơn vị và phạm vi giá trị.

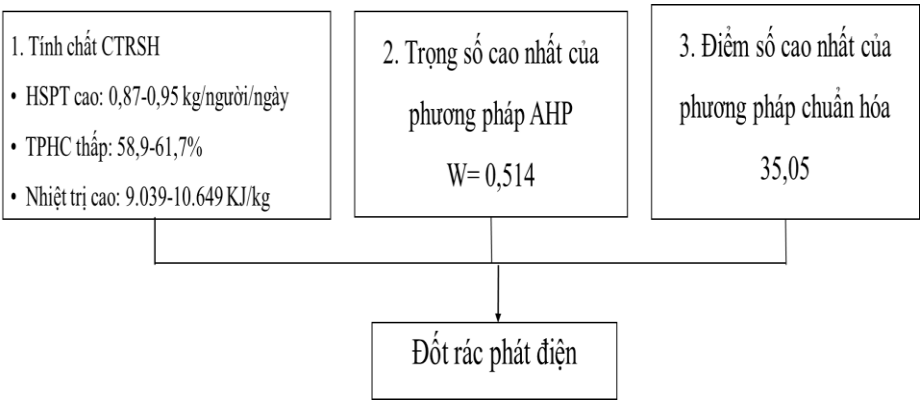
- Nhược điểm:

Phương pháp AHP	Phương pháp chuẩn hóa
+ Phụ thuộc vào đánh giá chủ quan	+ Cần số lượng dữ liệu lớn
+ Khó khăn trong việc xác định trọng số	+ Khó khăn trong việc xác định phương pháp chuẩn hóa phù hợp
+ Khả năng xử lý giới hạn	+ Có thể tạo ra giả định không chính xác
+ Khả năng chấp nhận của người dùng	
+ Khả năng giả lập kém	

4.6 Đề xuất công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh

Dựa vào kết quả nghiên cứu khảo sát tính chất CTRSH, kết quả xác định trọng số cao nhất của phương pháp AHP, kết quả xác định thang điểm cao nhất của phương pháp chuẩn hóa. Từ đó, nghiên cứu đề xuất công nghệ xử lý phù hợp cho từng khu vực như sau:

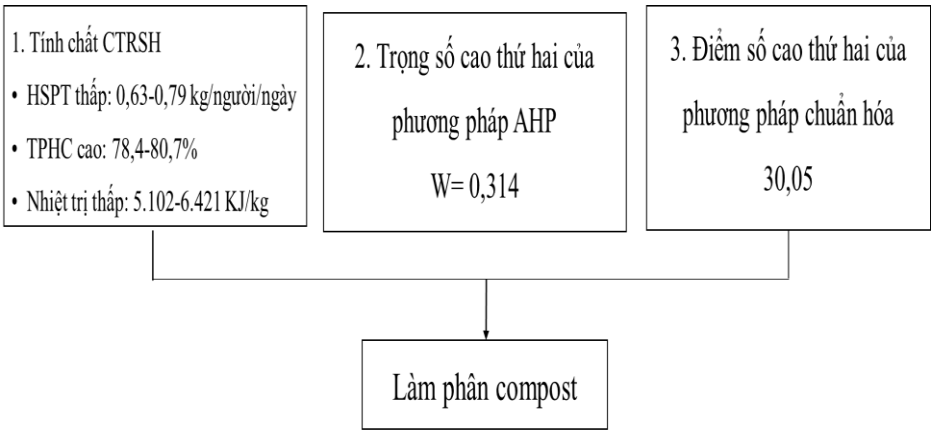
(1) Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức



Giai đoạn 1 (2025-2030): 2 nhà máy công suất 2000 tấn/ngày

Giai đoạn 2 (2030-2050): 4 nhà máy

(2) Mô hình công nghệ làm phân compost cho các quận và huyện còn lại



Giai đoạn 1 (2025-2030): Công suất nhà máy 4000 tấn/ngày

Giai đoạn 2 (2030-2050): Công suất nhà máy 5000 tấn/ngày

CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1 Kết luận

- Bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH được xây dựng có tính toàn diện, bao gồm 03 chỉ số môi trường, kinh tế và xã hội; 12 chỉ thị và 25 thông số. Quá trình xây dựng tiêu chí dựa trên các nghiên cứu lý thuyết, kinh nghiệm quốc tế và thực tiễn quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Bộ tiêu chí có độ tin cậy cao, giúp đánh giá và lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương.

- Kết quả nghiên cứu đã khẳng định AHP là phương pháp phù hợp trong việc xác định trọng số của các tiêu chí, đảm bảo tính khách quan và khoa học trong quá trình ra quyết định. Phân tích trọng số bằng AHP cho thấy tiêu chí "tác động môi trường" có trọng số cao nhất (0,370), tiếp theo là "hiệu quả kinh tế" (0,355) và "tác động xã hội" (0,275). Điều này khẳng định rằng yếu tố môi trường là ưu tiên hàng đầu trong việc lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH.

- Phương pháp chuẩn hóa giúp hiệu chỉnh và đồng nhất các dữ liệu đầu vào, tạo cơ sở khoa học để so sánh và lựa chọn công nghệ xử lý tối ưu. Kết quả tính toán

cho thấy chỉ số tổng hợp của công nghệ đốt rác phát điện đạt 35,05, cao hơn so với làm phân compost (30,29) và chôn lấp (24,24), khẳng định tính phù hợp và hiệu quả của công nghệ này.

- Kết quả phân tích cho thấy công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost là lựa chọn tối ưu cho mô hình quản lý CTRSH bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh, đáp ứng yêu cầu về môi trường, kinh tế và xã hội với lộ trình phát triển cụ thể từ năm 2025 đến 2050.

5.2 Kiến nghị

- Thành phố Hồ Chí Minh cần hoàn thiện khung chính sách và tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH, đảm bảo tính toàn diện về môi trường, kinh tế và xã hội. Đồng thời, cần cập nhật bộ tiêu chí theo thực tiễn và xu hướng công nghệ, kết hợp ứng dụng phương pháp AHP và chuẩn hóa dữ liệu để nâng cao tính khách quan trong quá trình lựa chọn công nghệ xử lý.

- Thành phố cần ưu tiên triển khai công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost theo lộ trình từ năm 2025 đến 2050, đồng thời đầu tư vào hạ tầng xử lý, xây dựng các nhà máy hiện đại tập trung và thúc đẩy cơ chế khuyến khích doanh nghiệp tham gia vào lĩnh vực này.